

**ABRIL
2026**



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



ABRIL
2026



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 comuníquese con cualquiera de los editores.

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

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

Portada de la revista: Detalle de modelado por meteorización diferencial en los granitos paleozoicos (500ma) de las Remarkable Rocks, Isla Kangaroo, Australia Meridional. Se observan cavidades y formas redondeadas generadas por meteorización esferoidal a lo largo de diaclasas, con remoción selectiva del material alterado. La acción combinada del intemperismo químico, la erosión eólica y la influencia marina ha producido morfologías caprichosas que recuerdan rasgos antropomorfos. La pátina superficial y la coloración anaranjada está asociada a oxidación y desarrollo de líquenes sobre el granito (Foto **Jesus S. Porras**).

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 Ángel Valencia Flores (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 25 años de experiencia. Ha trabajado en el Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, Facultad de Ingeniería de la

UNAM, actualmente es académico del Instituto Politécnico Nacional (posgrado y licenciatura) donde imparte asignaturas especializadas en la caracterización de yacimientos petroleros. Es estudiante del Doctorado en Energía en el IPN, especializándose en la exploración de Hidrógeno Natural y fuentes alternas de energías.

luis.valencia.11@outlook.com
lvalenciaf@ipn.mx



Bernardo I. García-Amador es Investigador Asociado "C" de Tiempo Completo del Instituto de Geofísica de la UNAM. En 2024 obtuvo su doctorado en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su línea de investigación versa en la aplicación del Paleomagnetismo, Magnetismo de Rocas y Anisotropía Magnética para resolver problemas en Tectónica, Geología Estructural, Vulcanología, y el

Análisis de Cuencas Sedimentarias; siendo autor y coautor de diversas publicaciones científicas. Además, desde el 2018 ha impartido el curso de Tectónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, un tema que le apasiona en las geociencias.

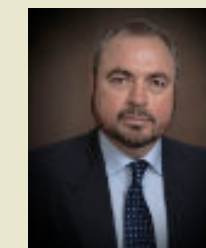
bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu



Josh Rosenfeld (Ph.D.). He obtained an M.A. from the University of Miami in 1978, and a Ph.D. from Binghamton University in 1981. Josh joined Amoco Production Company as a petroleum geologist working from 1980 to 1999 in Houston, Mexico and Colombia. Upon retiring from Amoco, Josh was employed by Veritas DGC until 2002 on

exploration projects in Mexico. He has been a member of HGS since 1980 and AAPG since 1981, and currently does geology from his home in Granbury, Texas.

jhrosenfeld@gmail.com



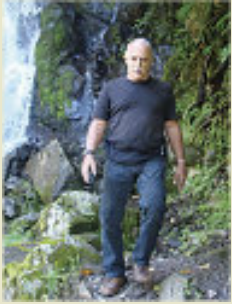
Claudio Bartolini (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio was an associate editor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

the Americas. He is a Correspondent member of the Academy of Engineering of Mexico.

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

bartolini.claudio@gmail.com

COLABORADORES



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



Ramón López Jiménez (Ph.D) 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



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



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



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

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

diegogabriel807@gmail.com



Daniela Kristell Calvo-Ramos es Ing. Ambiental de la Univ. Politécnica de Chiapas, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Energía en la Univ. Autónoma de Querétaro. Actualmente en estancia Posdoctoral en Centro de Geociencias UNAM-Juriquilla. Sus líneas prioritarias de investigación son: (1) síntesis de materiales fotocatalíticos, (2) síntesis de materiales grafénicos, (3) fotodegradación de colorantes en aguas, (4) foto-oxidorreducción de metales en agua y (5) contaminación de metales en agua. En su programa posdoctoral está

trabajando en preparación de muestras (separación en columnas de intercambio iónico) y análisis (Espectrometría de Masas Multicolector con Plasma Acoplado Inductivamente ICP-MMS) para medición de isótopos estables de zinc, cobre y hierro en diferentes materiales naturales (agua-roca). También es docente en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES-UNAM Juriquilla).

dcalvo@geociencias.unam.mx



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

Tiene cuarenta y ocho años de experiencia en la Industria petrolera en Cuba y en otros países fundamentalmente en la especialidad de exploración de yacimientos de petróleo y gas. Durante este tiempo transitó desde ingeniero geofísico de adquisición hasta

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

tenreyro2015@gmail.com



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, logueo geológico, instrumentación geotécnica, cartografía de riesgos, supervisión de perforaciones y difusión de geopatrimonio.

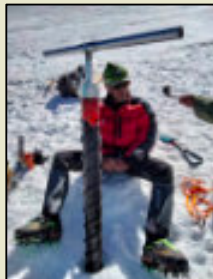
gleon.laura@gmail.com



Rodolfo Rafael Avalos Alejandre Es ingeniero geólogo por la Facultad de Ingeniería (2022), actualmente estudiante de la maestría en ciencias de la Tierra por el Instituto de Geociencias. Realizó su estancia profesional en la unidad minera Fresnillo (2019), yacimiento correspondiente con su trabajo de tesis. Su principal interés es el entender procesos geológicos de escala regional enfocados en la exploración de yacimientos minerales a partir

de análisis de Mineralogía Avanzada, estudiando variaciones en especies minerales, texturas, asociaciones, grados de cristalinidad, emulsiones por exsolución y elementos menores en solución sólida. Es divulgador científico centrado en la astronomía, historia de la ciencia y cultura desde 2015 en la plataforma Astro Camp MX, montañista entusiasta desde 2021 y fotógrafo de paisaje desde 2021.

r.avalos@astrocamp.mx



Dr. Alejandro Carrillo-Chávez. Ingeniero Geólogo del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en La Universidad de Cincinnati, y Doctorado en la Universidad de Wyoming. Inició su trabajo en el Instituto Mexicano del Petróleo y después inició vida académica en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En 1998 ingresó 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 inició 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 y CONAHcyT 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



La **Dra. Norma E. Olvera Fuentes**, estudió la carrera de Física en la Facultad de Ciencias, su Maestría en el Instituto de Física y su Doctorado en Ciencias de la Tierra, en el ICAYCC, UNAM. Sus líneas de investigación tanto en licenciatura como en maestría versaron sobre el problema cuántico de difracción espacio-temporal de Moshinsky para diversas geometrías.

Bajo la dirección del Dr. Carlos Gay, su investigación doctoral analizó por medio del uso de mapas cognitivos difusos los posibles impactos que el cambio climático puede tener sobre la vulnerabilidad hídrica de la ZMVM. Su tesis doctoral fue galardonada con el Primer Lugar del Primer Premio a la Investigación en Cambio Climático PINCC-UNAM, 2023.

Con casi 20 años de labor docente, ha impartido clases en la Facultad de Ciencias y en la Facultad

de Ingeniería de la UNAM, así como en la División de Ingeniería del Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe. Institución que le otorgó la Presea por Excelencia Académica como profesora de Cátedra. Como escritora tiene publicados tres libros como única autora y 5 como coautora. El número de Impluvium Gestión Integral de Sequías, en el que el Dr. Gay y la Dra. Olvera son coautores de artículo, es referencia de consulta que el CENAPRED presento para su curso "Sequías: un reto en la reducción del riesgo", marzo del 2024.

Actualmente la Dra. Olvera es Investigadora Posdoctoral del Instituto de Ingeniería de la UNAM, miembro del Sistema Nacional de Investigadores e invitada como líder de opinión del periódico Excelsior.

norma.olvera@atmosfera.unam.mx



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 Andrés**, 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.*

Manuel Arribas Andrés. Fotógrafo de España: <https://www.instagram.com/manuel.arribas.andres/>

Normas editoriales de la Revista Maya de Geociencias:

Semblanzas: un máximo de 3 cuartillas.

Notas de pioneros en las geociencias: un máximo de 4 cuartillas.

Temas de interés para la comunidad: un máximo de 6 cuartillas.

Notas Geocientíficas: un máximo de 12 cuartillas.

Nota #1: el máximo de cuartillas es incluyendo figuras. Asimismo, recomendamos que la fuente sea Calibri, No. 11, párrafos justificados, e interlineado de 1,0-1,5.

Nota #2: el manuscrito lo pedimos tanto en WORD como en PDF. Las figuras, junto con sus pies de figuras, se agregan dentro del texto, en el orden que aparecerán (i.e., entre párrafos). Los pies de figura pueden tener un tamaño menor, p.ej., No. 10, eso se los dejamos a su consideración.

Editorial norms for the Revista Maya de Geociencias:

Biographical sketches: A maximum of 3 pages.

Geoscience pioneer notes: A maximum of 4 pages.

Community themes of interest: A maximum of 6 pages.

Geoscience notes: A maximum of 12 pages.

Note #1: Page maxima include figures. We also recommend that the font be Calibri size number 11, with justified paragraphs and line spacings of 1.0 or 1.5.

Note #2: We ask that the manuscript be in WORD as a PDF. The figures, together with their captions, should be added within the text in their order of appearance (i.e. between paragraphs). The figure captions may be in smaller size font; e.g. number 10, at your discretion.

Reglamento de la Revista Maya de Geociencias (RMG)

Los siguientes puntos se fundamentan en la experiencia editorial de más de cinco años (más de 60 números mensuales regulares) de la RMG:

- No se aceptarán temas relacionados a la política de ningún país.
- No se permitirá el manejo de temas religiosos, ni se publicarán materiales relacionados a estos, a menos que sea de carácter cultural.
- Se invita a la comunidad a construir temas que respeten en todo momento la equidad de género.
- Queda estrictamente prohibido cualquier tipo de insulto, comentarios soeces o ataques a individuos, asociaciones, instituciones, gobiernos, o cualquier clase de grupo.
- Es importante aclarar, como se menciona al inicio de cada número de la RMG que, las opiniones científicas, comerciales, culturales, sociales, etc., no son responsabilidad, ni son compartidas o rechazadas, por los editores y colaboradores de la RMG.

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>



En el marco del 104 aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) y el 35 aniversario de la ESIA- Ticomán Ciencias de la Tierra, del Instituto Politécnico Nacional, México, se celebró con gran orgullo a quienes han sido distinguidos con **la Presea “Manuel de Anda y Barreda” 2026.**

Su dedicación, compromiso y excelencia representan lo mejor de nuestra comunidad y son ejemplo para las nuevas generaciones.

Felicitamos a:

- M. en C. Luis Ángel Valencia Flores
- M en C. Armando Ernesto Alatorre Campos
- Dr. David Velázquez Cruz

(en la categoría de Docencia, Investigación, Posgrado y Egresado Distinguido, postulado por la Asociación de Ingenieros Petroleros de México, A.C.)

- Lic. Yunuen Jazmín Flores Montesinos

(en la categoría de Personal de Apoyo y Asistencia a la Educación)

Se reconoce su trayectoria y se celebra el impacto de su labor en la formación, investigación y desarrollo de esta gran institución, generadora de profesionistas de gran impacto en las Ciencias de la Tierra (Ing. Geológica, Geofísica, Petrolera, Topográfica y ahora también Climatológica).

¡Enhorabuena! Su esfuerzo enaltece el nombre de la ESIA Ticomán y del IPN.

QUE VIVA LA ESIA TICOMÁN, LARGA VIDA!!!!

“LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA”



CONTENIDO

ABRIL 2026



Semblanzas.....	18
Obituarios.....	32
Día Internacional de la Mujer.....	33
Miscelanea de imágenes.....	40
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	45
Los libros recomendados.....	53

Temas de interés

Sostenibilidad en la transición energética. Los tres auges de las energías renovables.	
Natalia Silva Cruz.....	58
El rol del Hidrógeno en la transición energética global: tipos, generación y perspectivas para México.	
Luis Ángel Valencia Flores.....	60
El culto al dios Seth, creó la más antigua colección de fósiles de la historia.	
Jhonny E. Casas.....	65
El Guaire desbordado.	
José Antonio Rodríguez Arteaga.....	78
Faustino Corsi y su catálogo de piedras ornamentales.	
Jesús S. Porras M.....	84
The Beginnings and Basics of Aerial Photography	
Claudio Bartolini.....	94
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	102

Notas Geocientíficas

Avances de la inteligencia artificial aplicada al nannoplancton calcáreo
Marianto Castro Mora.....108

De mis memorias: Visitantes del espacio cósmico
Manuel A. Iturralde-Vinent.....115

El sismo de Caracas de 1900 por Joseph Liechty Director del Colegio Alemán de Caracas
José Antonio Rodríguez Arteaga.....122

Evaluación ingeniero geológica en carreteras de altas cargas transportadas. Caso de estudio: Vial “Salaito”, acceso a la Fábrica de Cementos Moncada S.A. en Santiago de Cuba
Carlos Alberto Matos Pérez.....129

Solution to the puzzle of the origin of the Gulf of Mexico-Gulf of America, during the breakup of Pangea, 200 million years ago
Edinson Alvarez.....139

Misceláneos

Museos de historia natural.....152

GeoLatinas - GeoSeminarios.....153

Venezuelan American Petroleum Association.....154

Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias.....155

Seminario Institucional de geofísica - UNAM.....156

Segundo Congreso ALVO, Quito, Ecuador.....158

Descubrimientos varios sobre paleontología.....159

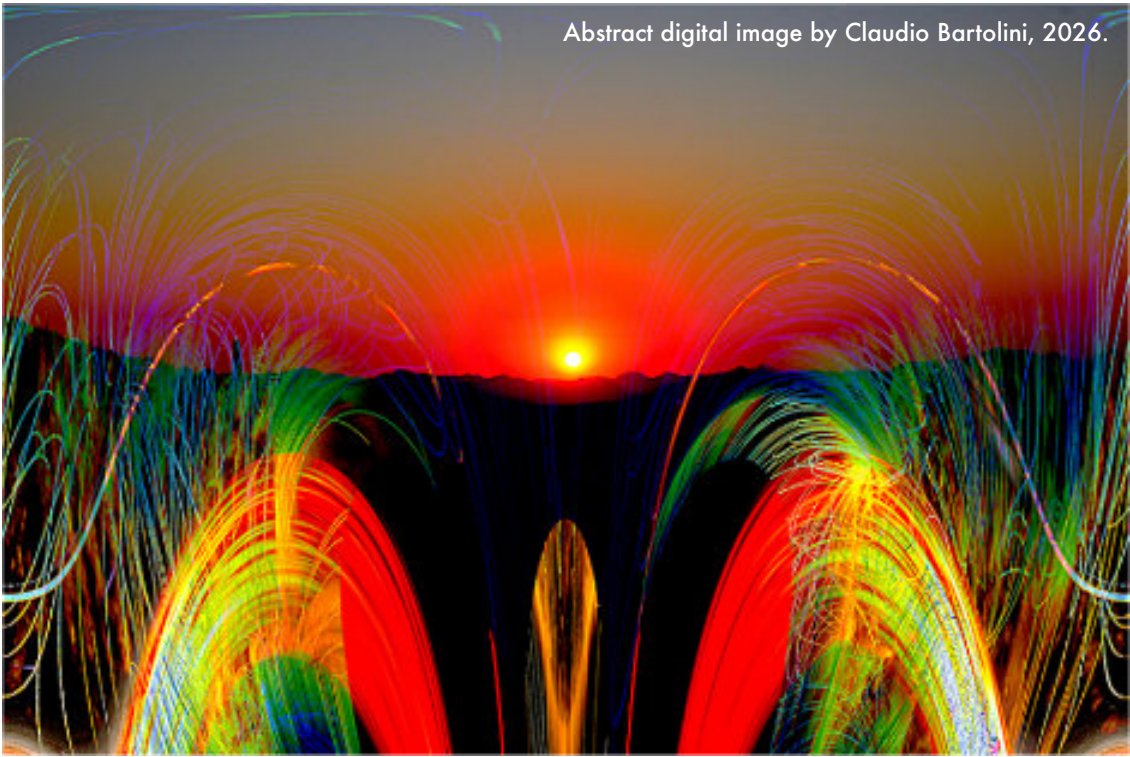
Caverna del Arte.....166

Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....176

La casa de las cascadas.....177

The Rio Grande Rise: South Atlantic Ocean.....178

Asociaciones geológicas hermanas.....179



Los atardeceres son la prueba de que los finales también pueden ser hermosos.
Beau Taplin

Carl Sofus Lumholtz: 1851 - 1922

Carl Sofus Lumholtz (23 April 1851 – 5 May 1922) was a Norwegian explorer and ethnographer, best known for his meticulous field research and ethnographic publications on indigenous cultures of Australia and Mexico.

Born in Faaberg, Norway, Lumholtz graduated in theology in 1876 from the Royal Frederick University, now the University of Oslo.

Lumholtz travelled to Australia in 1880, where he spent ten months from 1882 to 1883 among the Indigenous inhabitants of the Herbert-Burdekin region in North Queensland. He wrote a book about his experience, *Among Cannibals: An Account of Four Years' Travels in Australia and of Camp Life with the Aborigines of Queensland*, first published in 1889. According to Brayshaw, Lumholtz's work is unique in that.

He gave a series of two lectures on *Among Australian Natives* for the Lowell Institute for their 1889–90 season.

He spent four years in Queensland; his expeditions included visits to the Valley of Lagoons and the Herbert River area. He made collections of mammals while living with the local peoples, these specimens were used for the descriptions of four new species. One of these was named for the type locality, *Pseudochirulus herbertensis* (Herbert River Ringtail Possum), and another commemorates his name, *Dendrolagus lumholtzii* (Lumholtz's Tree Kangaroo).

Mexico

Lumholtz later travelled to Mexico with the Swedish botanist C. V. Hartman. He stayed for many years, conducting several expeditions from 1890 through to 1910 which were paid for by the American Museum of Natural History. His work, *Unknown Mexico*, was a 1902 two-



volume set describing many of the indigenous peoples of northwestern Mexico, including the Cora, Tepehuán, Pima Bajo, and especially the Tarahumara, among whom he lived for more than a year. Lumholtz was one of the first to describe artifacts from the ancient shaft tomb and the Purépecha culture. He described archaeological sites, as well as the flora and fauna, of the northern Sierra Madre region called the gran Chichimeca. He gave a series of three lectures on "The Characteristics of Cave Dwellers of the Sierra Madre" for the Lowell Institute's 1893–94 season.

In 1905 Lumholtz was a founding member of the Explorers Club, an organization to promote exploration and scientific investigation in the field. He went on a brief expedition to India from 1914 to 1915, then to Borneo from 1915 to 1917, which was his last expedition.

Borneo

Lumholtz started an expedition in 1914 to explore the mostly unknown lands of Dutch Central Borneo, currently part of Indonesia. His primary focus was to interact with

the indigenous peoples to learn about their culture and habits, although he also was interested in the flora and fauna of the area.

He received numerous financial grants from geographical institutions (Norwegian Geographical Society, the Royal Geographical Society of London and the Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap), but his journey was complicated by the outbreak of the First World War which made it difficult to acquire a military escort. He originally had planned to explore New Guinea, but this was rendered impossible by the war.

He encountered two new species of flying squirrels and one new species of colugo that were native to the area. He presented his findings in 1916 in Amsterdam in a film titled *Borneo Gefilmd* (translated: *The filming of Borneo*) which was about 40 minutes long.

In this expedition Lumholtz encountered several different tribes of indigenous people. One of them was the Dayak people, which not only are masters of woodcutting but also show tremendous fortitude when in battle with crocodiles, according to Lumholtz. They also played an important part in Lumholtz's expedition, by making camps and snares for catching wildlife, and carrying supplies for him. (Dayaks has been considered a collective term for the native people of Borneo.)

Another people Lumholtz encountered were the Punan. When Lumholtz visited the Punan, they had already discontinued the practice of head-hunting and were now a peaceful and harmless people, according to Lumholtz. He also stated that the Punan had probably copied this custom from the Dayaks.

Lumholtz wrote on his experiences in Borneo in his book, *Through Central Borneo*; an account of two years' travel in the land of the head-hunters between the years 1913 and 1917, published in 1920.

In 1922 Lumholtz died of tuberculosis at Saranac Lake, New York, where he was seeking treatment at a sanatorium. He had published six books on his discoveries, as well as the autobiography *My Life of Exploration* (1921).

Legacy and honors

His greatest legacy was his books and his way of working, which strongly influenced the field of ethnography. The Lumholtz National Park of North Queensland was named in his honor when created in 1994. However, the name was subsequently changed to Girringun National Park in 2003 to reflect its indigenous roots.

The Mexican conifer *Pinus lumholtzii*, Lumholtz's pine, was named after him.

The marsupial species Lumholtz's tree-kangaroo (*Dendrolagus lumholtzi*) was named after him.

The snake species *Calamaria lumholtzi* was named after him.



An incomplete list of works:

Among Cannibals; an account of four years' travels in Australia and of camp life with the aborigines of Queensland (1889).

Unknown Mexico; a record of five years' exploration among the tribes of the western Sierra Madre; in the tierra caliente of Tepic and Jalisco; and among the Tarascos of Michoacan (1902).

Through Central Borneo; an account of two years' travel in the land of the head-hunters between the years 1913 and 1917 (1920).

My life of exploration (1921). https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Sofus_Lumholtz



Among Unknown Tribes: Rediscovering the Photographs of Explorer Carl Lumholtz

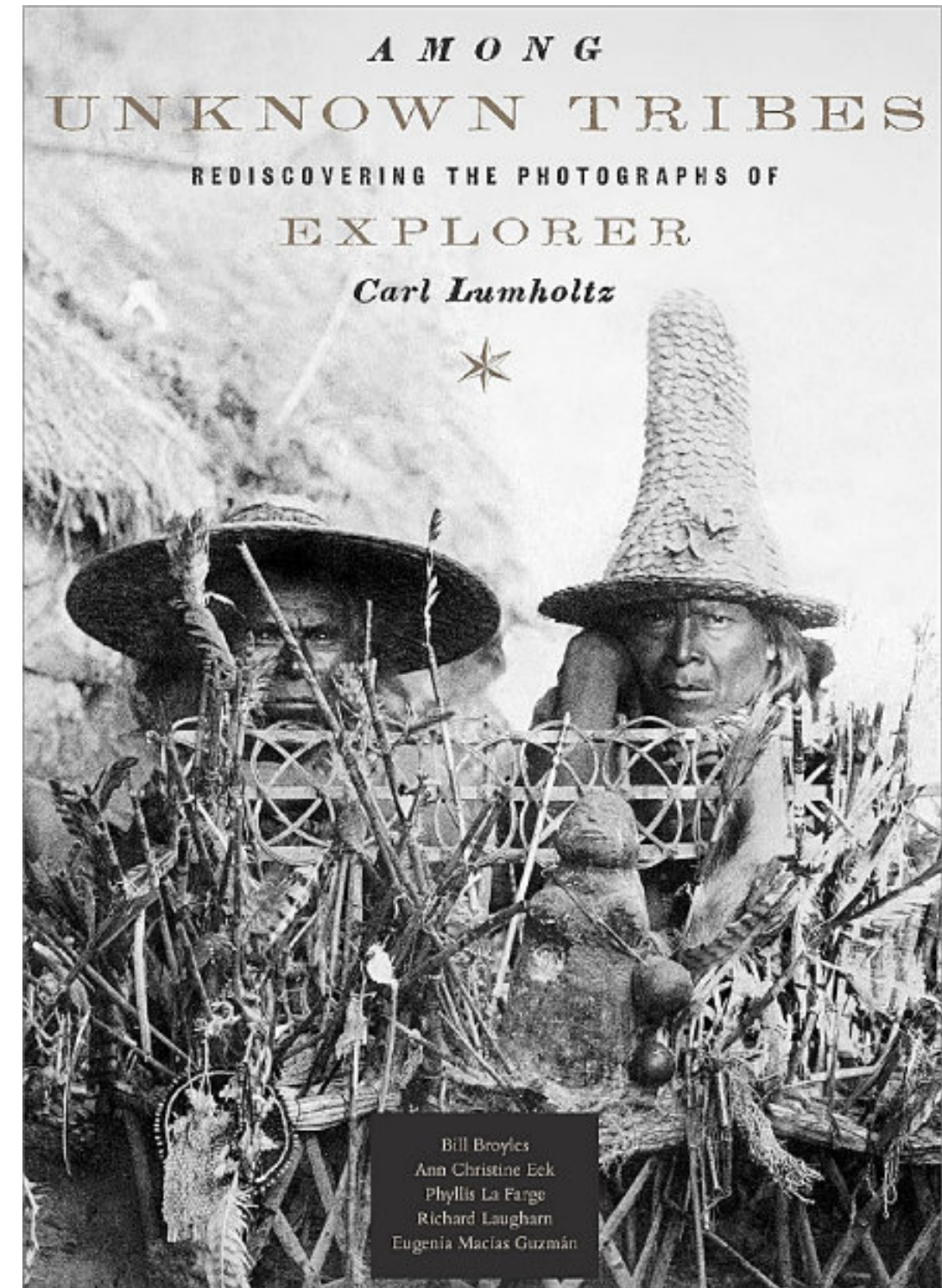
<https://swc.arizona.edu/among-unknown-tribes-rediscovering-photographs-explorer-carl-lumholtz>

Publisher University of Texas Press
Bill Broyles

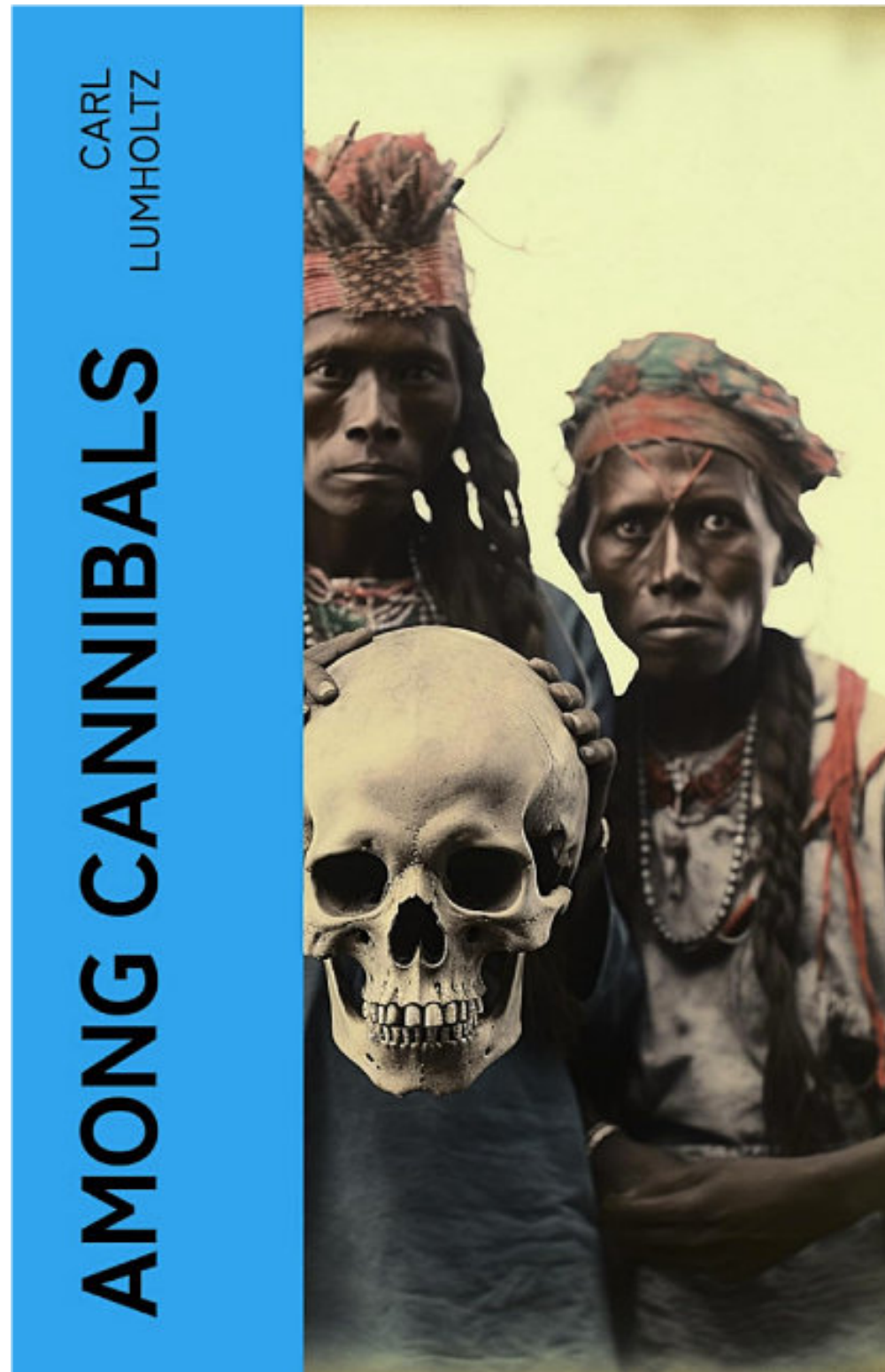
Internationally renowned as an exciting guide to unknown peoples and places, Norwegian Carl Lumholtz was a Victorian-era explorer, anthropologist, natural scientist, writer, and photographer who worked in Australia, Mexico, and Borneo. His photographs of the Tarahumara, Huichol, Cora, Tepehuan, Southern Pima, and Tohono O'odham tribes of Mexico and southwest Arizona were among the very first taken of these cultures and still provide the best photographic record of them at the turn of the twentieth century. Lumholtz published his

photographs in several books, including *Unknown Mexico* and *New Trails in Mexico*, but, because photographic publishing was then in its infancy, most of the images were poorly printed, badly cropped, or reworked by "illustrators" using crude techniques. *Among Unknown Tribes* presents more than two hundred of Lumholtz's best photographs—many never before published—from the archives of the American Museum of Natural History in New York and the Museum of Cultural History in Oslo, Norway. The images are newly scanned, most from the original negatives, and printed uncropped, disclosing a wealth of previously hidden detail. Each photograph is fully identified and often amplified by Lumholtz's own notes and captions. Accompanying the images are essays and photo notes that survey Lumholtz's career and legacy, as well as what his photographs reveal about the "unknown tribes." By giving Lumholtz's photographs the high-quality reproduction they deserve, *Among Unknown Tribes* honors not only the Norwegian explorer but also the native peoples who continue to struggle for recognition and justice as they actively engage in the traditional customs that Lumholtz recorded.

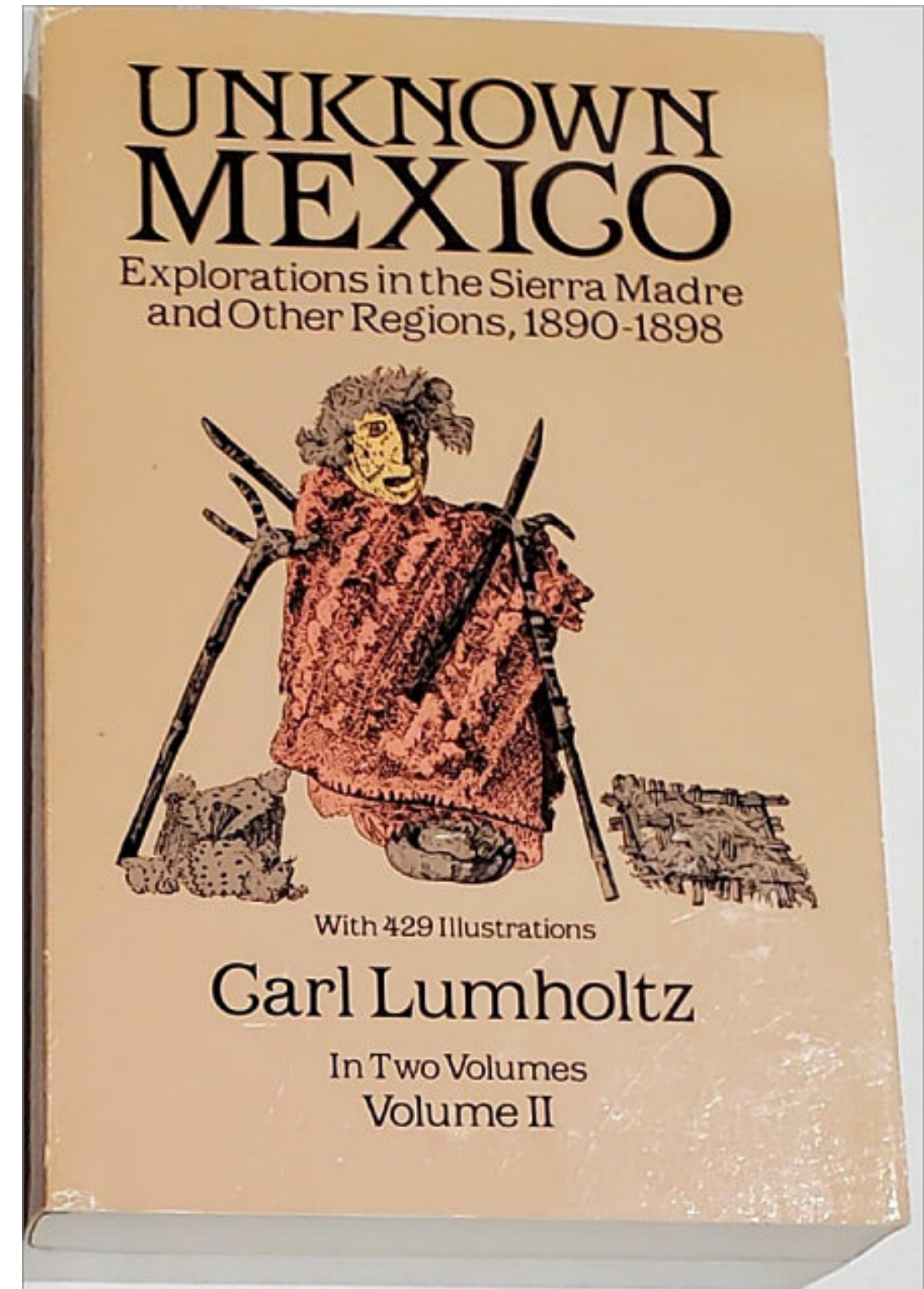
https://www.amazon.com/Among-Tribes-Rediscovering-Photographs-Photography-ebook/dp/B00MV8X02E/ref=sr_1_7?crid=2TM09KR7SS6AH&dib=eyJ2ljojMSJ9.DxW6VCfa-zSckDy9WY4kubmawu_WgX6TzslKLjlbx3P908S_6t9eJMJo6eUOziWE2L_xUOnhh5T2F_Jz7vwVOit1to4tsO1bx5rP_AmHWSI96iCKRAC7SGtP7xSi4FPTPW03isXwTKFohGCEzFQHVAPuQJ5IBLNBNXpjAeEFy1EIA2i9N5uN6D415ms13_MoP44Qazgh-yLDRbdd6-dTaj1hAGuC6Ftr2UAXwWKpfc0UQ.RWY9F3CoJU2LUVVNpFc-P1av6L39YOm9-l_jWXenLns&dib_tag=se&keywords=carl+lumholtz&qid=1772749142&sprefix=carl+lum%2Caps%2C216&sr=8-7



https://www.amazon.com/Among-Cannibals-Australia-Aborigines-Queensland-ebook/dp/B0CP47H91J/ref=sr_1_5?crid=3PGRSBJLC232U&dib=eyJ2IjoimSJ9.DxW6VCfa-zSCKdy9WY4kubmawu_WgX6TzslKLjlbx3P908S_6t9eJMJo6eUQZiWE2L_xUOnhh5T2F_Jz7vwVOit1to4tsO1bx5rPAmHWSI96iCKRAc7SGtP7xSi4FPTPW03isXwTKFohGCEzFQHVAPuQJ5IBLNBNXpjAeEFy1EIA2i9N5uN6D415ms13MoP44Qazgh-yLDRbdd6-dTaj1hAGuC6Ftr2UAXwWKpfc0UQ.RWY9F3CoJU2LUVVNpFc-P1av6L39YOm9-ljWXenLns&dib_tag=se&keywords=carl+lumholtz&qid=1772749316&srefix=carl+lum%2Caps%2C258&sr=8-5



https://www.amazon.com/Mexico-Explorations-Sierra-Regions-1890-1898/dp/0486254135/ref=sr_1_4?crid=3PGRSBJLC232U&dib=eyJ2IjoimSJ9.h-BCEJ-jByQ3Fi714EL0VuHLCdqYoXbwRV4EI8942VuVedLZOewKfX3TnMYHYQI2K4W7mHR2R-OQ58dYS4g7S9de63-wMM_82cUzk7XS3ZNn_oGKMbl_D4K9P2RV22_BKoYdsgNZg0w6Vqb3aKvaoOd2hSPI9yF1sHfV7n3kt6TEAZFp7ATTUL0iOU1fVHWQmwIEBOXluTz7eb98wBfsk2WOC8W0G0aCYRVmv8qxZYY.VuofELM6GMWI-ePvWTWBk7gJcoKfM21L4TD78ohGrEA&dib_tag=se&keywords=carl+lumholtz&qid=1772749444&srefix=carl+lum%2Caps%2C258&sr=8-4



MORITZ BLUMENTHAL, GEÓLOGO PETROLERO Y ANDINISTA

José Antonio Rodríguez Arteaga

rodriguez.arteaga@gmail.com

Colaborador de la Revista

RESUMEN

Moritz Blumenthal, particular geocientífico de origen suizo e individuo de renombre internacional, dejó una huella indeleble en la geología petrolera y el andinismo de Venezuela. Supo hábilmente combinar la ciencia geológica y la exploración de alta montaña en el país a principios del siglo XX.

Su paso por Venezuela durante la década de 1920, coincidió con el auge de la exploración de crudo y la necesidad de cartografiar regiones nacionales virtualmente desconocidas. Prestó servicios a la *Caribbean Petroleum Company*, realizando expediciones técnicas en zonas críticas para la industria, como la Sierra de Perijá, además de la cuenca del Lago de Maracaibo a título de ejemplo.

Blumenthal no tuvo una única faceta, pues valiéndose de su habilidad como alpinista, combinó su actividad petrolera profesional con la práctica de ascensos de nuestras altas cumbres tal como la Sierra Nevada de Mérida. Dicha actividad la realizaría en lo que llamó sus “ratos libres” alejado de su actividad profesional. La descripción de los picos Humboldt y Bompland y sus glaciares constituyen hoy en día, registros históricos invaluable para entender el retroceso de los mismos en un ambiente tropical; Ya para sus tiempos se encontraban bastante adelantados y continuarían en el resto del siglo XX y lo que va del XXI.

A diferencia de otros científicos de la época, integró su capacidad técnica con una destreza física excepcional, lo que le valió distinguirse también en este campo, colaborando a su lado el distinguido hombre de Ciencias venezolano, Alfredo Jahn Hartman.

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX, la exploración petrolera en Venezuela era una tarea de fronteras que combinaba la ciencia rigurosa con la supervivencia en terrenos inhóspitos.



El geólogo suizo Moritz Blumenthal (1886-1967) igualmente conocido como Maurice según el idioma, ya alemán, ya francés (Baritto, 2023:162-163) trabajó para la *Colon Development Company* y la *Caribbean Petroleum* de Venezuela durante la década de 1920, siendo figura fundamental de las mismas. En la primera tuvo la necesidad de desafiar la hostilidad del entorno y los enfrentamientos con comunidades indígenas Barí. Su labor no solo permitió el descubrimiento de yacimientos comerciales de crudo, sino que sentó las bases de la cartografía y la estratigrafía del occidente del país.

Los principales objetivos de sus expediciones fueron: la localización de menes y el hallazgo de estructuras geológicas favorables para la acumulación de hidrocarburos.

En el actual municipio Colón del estado Zulia, Blumenthal dividió su trabajo consistente en el relevamiento topográfico de zonas inexploradas de la misma localidad para optimizar campañas de perforación.

En 1914, identificó en campo una estructura de tipo anticlinal. cuyo informe técnico validó la perforación del pozo Río de Oro-1. Este hallazgo confirmó que la Cuenca del Lago de Maracaibo se extendía significativamente hacia el suroeste.

Semblanza completa: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/03/MORITZ-BLUMENTHAL-SEMBLANZA.pdf>

Geólogos y geofísicos soviéticos en Cuba (II parte)

Rafael Tenreyro Pérez

Colaborador de la Revista

Introducción

A continuación, muy breves notas sobre doce geólogos y geofísicos soviéticos que trabajaron en Cuba en diferentes posiciones: desde líderes de proyectos científicos hasta responsabilidades en la ejecución de planes de exploratorios o de producción.

Interesante destacar que entre los mas de mil geólogos que pasaron por Cuba durante treinta años de cooperación, se cuentan decenas de matrimonios. En este artículo, dos de estas parejas: los Bankovskys y los Chékhovichs.

Alexánder Stepánovich Bogatirév (Александр Степанович Богатырев)

Comenzó sus estudios en 1931 en la “Escuela Técnica de Prospección Geológica” de Semipalátinsk, Kazajistán. Al concluir estos estudios en 1935, entra en el “Instituto de Prospección Geológica de Alma-Atá” (hoy “Universidad Nacional Técnica de Kazajistán”), donde se gradúa en 1940. Alexánder Bogatirév comienza a trabajar en la parte occidental de Kazajistán, en los yacimientos de petróleo y gas cercanos al Mar Caspio. El 6 de marzo de 1956, Bagatirév es nombrado al frente del “Ministerio de Geología y Protección de los Recursos Minerales de la Republica Socialista Soviética de Kazajistán”. Este ministerio republicano fue el primero creado en la Unión Soviética como reconocimiento a la enorme riqueza mineral de la república. Empezó entonces la tarea de organizar la nueva institución que debía llevar a cabo proyectos de investigación científica y de exploración para diferentes minerales útiles.

Por su probada capacidad organizativa y científica, en febrero de 1961 es enviado a Cuba al frente de un numeroso grupo de geólogos y geofísicos del “Ministerio de Geología de la URSS” para colaborar en la creación de las bases de la industria nacional extractiva. Con anterioridad, a finales de 1960, otro grupo de expertos de alto nivel había estudiado la geología y el potencial minero de la isla y había trazado las direcciones principales de la cooperación. Pero, se necesitaba que un equipo multidisciplinario estudiara durante un cierto tiempo la constitución geológica, con el objetivo de evaluar el potencial de los principales minerales útiles: níquel, cobre, hierro, manganeso, minerales combustibles, etc. Bogatirév participa en la selección del equipo de científicos e ingenieros, todos de alta calificación y experiencia. Entre los escogidos se encontraban: Víctor Stárov, Iván Pávlov, Hilarión Kazitadze, Irma Shirókova, Evald Zikin, Konstantín

Judoley, Iván Novojátsky, Marina Mijailóvskaya e Igor Tijomírov.

Bogatirév tenía la responsabilidad de lograr que las investigaciones fueran integrales, con la participación activa de cubanos y con una visión de país. Se aplicaban los conceptos de escalado y de visión holística, apoyados sobre el mejor conocimiento del objeto geológico. Bajo su dirección, además de los geólogos y geofísicos, en el “Instituto Cubano de Recursos Minerales” trabajaban otros expertos en: planificación de la energía en general y de la industria petrolera, en industrias petroquímicas, un economista, un especialista en estadísticas, un experto en cuestiones de preparación y capacitación del personal, traductores e intérpretes. El equipo debía trascender, con argumentos sólidos, la evaluación a la que habían llegado los equipos de geólogos y geofísicos de las empresas privadas, que habían trabajado intensamente en la isla por espacio de decenas años. Por regla general, estas empresas apenas intercambiaban la información y nuevos conocimientos, por lo que el equipo de expertos soviéticos partía con ventaja al poder contrastar lo expresado en diferentes informes. Los miembros del grupo comienzan a arribar poco a poco a Cuba y cada uno de ellos, en cooperación con técnicos e ingenieros cubanos, empieza a trabajar en su área de especialización.

Particular atención se dedicó al tema de la exploración petrolera para definir el potencial de la isla y los sectores más perspectivas. La abrumadora mayoría de las empresas petroleras y geólogos consideraba que Cuba nunca sería un importante productor de petróleo. El grupo llega a la conclusión que la zona con mejor potencial para el descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo es la zona norte central de la isla, la cual va a ser objeto de la cooperación soviética a partir de 1962, con créditos, tecnología, capacitación y asistencia técnica.

El grupo de expertos encabezado por Bogatirév va a producir una enorme cantidad de informes y publicaciones. Ejemplo de ello, es el primer mapa geológico de Cuba a escala 1: 1 000 000 y una monografía a modo de texto explicativo. De los diferentes informes se van a derivar proyectos de investigación y exploración para petróleo, minerales metálicos y no metálicos.

Mapa Geológico de Cuba a escala 1: 1 000 000 bajo la redacción de Antonio Núñez-Jiménez, Armando Andreu, Alexánder Stepánovich Bogatirév, Iván Petróvich Novojátskiy y Konstantín Mijáilovich Khudoley.





Vadim D. Chékhovich (Вадим Д. Чехович).

Vadim Chékhovich, geólogo regional y tectonista, fue uno de los primeros, entre muchos, científicos soviéticos del “Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de la URSS” que tuvo una larga relación con la geología cubana. En muchos casos, la cooperación entre instituciones académicas soviéticas y cubanas trascendió la solución de tareas generales para desarrollar, en paralelo, las ciencias aplicadas. Como resultado de sus estudios en Cuba, desde 1962 realiza una serie de publicaciones, particularmente en cooperación con Andréi Adámovich, sobre las principales características de la geología y los minerales útiles de la parte norte de la antigua provincia de Oriente. A resaltar, sus trabajos relacionados con la génesis y conservación de los yacimientos lateríticos. Durante su estancia en Cuba, su esposa Marina, también geóloga, se unió a los grupos de estudio de la geología y minerales de la parte oriental de la isla.

En 1965 publica un artículo muy interesante sobre la tectónica de la cuenca del Caribe y un año más tarde, en cooperación con Yeldkova E. A., notas explicativas a un mapa general del potencial de petróleo y gas de toda la región del Caribe. En 1988 Vadim Chékhovich formó parte con un gran equipo internacional en la preparación del “Mapa geológico de Cuba, escala 1:250 000”. En la Unión Soviética Vadim Chékhovich investigó en áreas tales como la estratigrafía, la paleontología y el potencial de petróleo y gas de las rocas Silúricas de Kazajistán. Otro elemento importante entre sus desarrollos teóricos fue la evaluación del sector occidental de las rocas del antiguo Mar de Tetis y la tectónica de los Andes.

Bibliografía

Chékhovich, V. D., 1965. Acerca de la tectónica de la Cuenca Caribeña. Geotectónica, 6.

Chékhovich, V. D., 1966. Composición geológica e historia del desarrollo geológico de las Antillas Mayores. Resumen de la Tesis para candidato a doctor, Moscú.

Chékhovich, V. D. 1965 Tectonics of the Caribbean Basin. Tectonics, 1965, p. 6. (en ruso).

Chékhovich, V. D. y Yéldkova, E. A. 1966 Explanatory note on the map of the petroleum and gas potential of the countries of the Caribbean Region. NILZARUBEZHGEOLGYA, Moscow, 85 (en ruso).

Adámovich A. F. Chékhovich V. D. 1964, Sobre las condiciones geológicas de la formación de las lateritas en Cuba. Nuestra Industria Revista Tecnológica 2. No 5

Adámovich A. F. Chékhovich V. D., Trubino D. J., Chékhovich M. V., Shirókov V.P., Pávlov A. N. Estructura

Geológica y los minerales útiles de Moa. Provincia de Oriente, 1963. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana

Adámovich A. F. y Chékhovich V. D. Sobre la cuestión de la formación de las cortezas de intemperismo en las zonas geosinclinales (en el ejemplo de Cuba Oriental) Izv. Acad. Nauk SSSR. Seria Geol. No 9 1964 (en ruso)

Adámovich, A.F. y Chékhovich, V.D., 1963. Levantamiento geológico de la Sierra de Nipe-Cristal. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana (Inédito).

Adámovich, A. F. y Chékhovich, V. D., 1964. Con relación al aspecto de las condiciones de formación de la corteza de intemperismo en las áreas geosinclinales (en el ejemplo de Cuba occidental). Serie Geológica, 9.

Adámovich, A. F. y Chékhovich, V. D., 1964. Principales características de la geología y los minerales útiles del noreste de la provincia de Oriente. Tecnológica, 2 (1): 14-20.

Adámovich, A. F., y Chékhovich, V. D., 1964. Principales rasgos geológicos de Cuba Oriental. Boletín MOIP Sección Geológica, Tomo 39 Edición 1.

Adámovich, A. F., y Chékhovich, V. D., 1964. Sobre las condiciones geológicas de la formación de las lateritas en Cuba. Tecnológica, 2 (5): 17-29.

Adámovich, A.F. y Chékhovich, V. D., 1965. Sobre el relieve premaestrichtiano del norte de Oriente y sus relaciones con la geomorfología contemporánea. Tecnológica, 3 (2): 29-34.

Adámovich, A. F. y Chékhovich, V. D., 1969. Búsqueda de yacimientos de manganeso en la zona de Guisa-Los Negros, provincia de Oriente. Tecnológica, 7 (1): 24-37.



Konstantín Mikháilovich (Constantino) Khudoley (Константин Михайлович Худoley) (1922 - 2007).

Geólogo, estratígrafo y paleontólogo, Doctor en ciencias en 1960 y un segundo Doctorado en 1968. Comienza a trabajar en 1959 en el “Instituto de Investigaciones Geológicas de Leningrado” (Saint Petersburg) VSEGEI estudiando los amonites del Jurásico del extremo oriental de la URSS. Viaja a Cuba en 1961 como parte del primer grupo de científicos del “Ministerio de Geología” en el “Instituto Cubano de Recursos Minerales”.

Realiza un estudio fundamental de la estratigrafía de Cuba y de los grupos fósiles del Jurásico y el Cretácico, en particular de los amonites. Es uno de los autores del primer libro integral sobre la geología de Cuba en 1964.

En 1967 publica un artículo sobre los principales elementos de la geología de Cuba en el Boletín de la Asociación Americana de Geólogos Petroleros y más tarde con Furrázola - Bermúdez, sobre la estratigrafía y la fauna jurásica de Cuba. El Dr. Khudoley tiene también publicaciones con Arthur A. Meyerhoff sobre la paleogeografía regional de la región de las Antillas Mayores y la estructura de las ofiolitas del Cretácico Medio de Puerto Rico. En los años ochenta, Khudoley continúa trabajando sobre la geología de Cuba y publica artículos con nuevos conocimientos sobre la geología cubana. En 1985 es parte del grupo de científicos que confecciona los mapas geológicos y temáticos a escala 1:500 000.

Bibliografía

Furrázola-Bermúdez, G., Khudoley, K. M., Mijailóvskaya, M. S., Novoústky, I. P., Núñez-Jiménez, A., y Solsona, J. B., 1964. Geología de Cuba. Editorial nacional de Cuba, 239 pág.

Furrázola-Bermúdez, G., Khudoley, K. M., Solsona, J. B., 1963. Generalidades sobre la geología de Cuba. Tecnológica, 2 (10): 3-22.

Furrázola-Bermúdez, G., y Khudoley, K. M., 1969. Geología del noreste de la provincia de Pinar del Río. Tecnológica, 7 (3, 4): 21-27.

Khudoley, K. M. y Furrázola-Bermúdez, G. (1969) Estratigrafía y fauna del Jurásico de Cuba. Instituto Cubano de Recursos Minerales, Departamento Científico de Geología. Academia de Ciencias de Cuba, 126 pp.

Khudoley, K. M., 1964. Contestación a las críticas publicadas en “International Geology Review” (sobre el Mapa Geológico de Cuba, Editores: Núñez-Jiménez, A., et al). Tecnológica, 2 (5): 34-36.

Khudoley, K. M., 1966. On the review of the geological map of Cuba. International Geology Review, 8 (3): 365-367.

Khudoley, K. M., 1968. Constitución geológica de Cuba y su posición en la estructura de la región caribeña. Resumen de la tesis para el grado de Doctor, Leningrado.

Khudoley, K. M., 1970. Historia paleogeográfica y geológica de la Región del Caribe en el Océano Atlántico. En: Estado y tareas de la litología soviética. Tomo III, Editorial Nauka, Moscú.

Khudoley, K. M., 1983. Nuevos e interesantes datos sobre la geología de Cuba. Minería y Geología, 1 (2): 7-15.

Khudoley, K. M. y Furrázola-Bermúdez, G., 1965. Estratigrafía del Jurásico Superior de Cuba. Publicación Especial 3 del Instituto Cubano de Recursos Minerales, La Habana.

Khudoley, K. M. y Furrázola-Bermúdez, G., 1967. La posición de Cuba en la estructura geológica de la región del Caribe. Tecnológica, 5 (6).

Khudoley, K. M. y Furrázola-Bermúdez, G., 1968. Estratigrafía del Jurásico Superior de Cuba. La Habana, 300 pág.

Khudoley, K. M. (1967) Principal features of Cuban Geology. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 51 (5), pp. 668-677.

Khudoley, K. M. y Meyerhoff, A. A. (1971) Paleogeography and geological history of Greater Antilles. Geological Society of America, Memoir 129, 199 pp.

Khudoley, K. M. y Meyerhoff, A. A. (1974) Middle Cretaceous Nappes structure in Puerto Rico Ophiolites and their relation to the tectonics history of the Greater Antilles: Discussion. Geological Society of America Bulletin, 85 (12), pp.1945-1948.

Linares-Cala, E., Osádchiy, P.G., Dovbnia, V.A., Gil-González, S., García-Delgado, D., García, L., Zuazo-Alonso, A., González, R., Bello, V., Brito, A., Bush, W., Cabrera, M., Capote, C., Cobiella-Reguera, J.L., Díaz de Villalvilla, L., Eguipko, O. I., Evdókimov, Y., Fonseca, E., Furrázola-Bermúdez, G., Hernández, J., Khudoley, K. M., Kodankov, L. A., Márkovskiy, A., Norman, A., Pérez, M., Peñalver, L., Tijomírov, I.N., Trofímov, V.A., Vtúlochkin, L.A., Vergara, F., Zagoskin, A., y Zelepuguin, V., 1985. Mapa Geológico de la República de Cuba, escala 1: 500 000, 5 hojas. Ministerio de Industria Básica, La Habana. Impreso en Leningrado.



Víktor Efímovich Khain (Виктор Ефимович Хаин) (1914 - 2009).

El académico soviético Víktor Efímovich Khain tuvo una larga y fructífera relación con la geología cubana. Profesor de la Facultad de Geología de la “Universidad Estatal de Moscú M. Lomonósov”, fue uno de los más destacados geólogos soviéticos de todos los tiempos. Su interés científico alcanza las más disímiles ramas de la ciencia geológica a escala global, así como la geología del petróleo. Dedicado naturalista, sus investigaciones alcanzaron muchas regiones de la vasta geografía soviética y de todo el mundo, especialmente las regiones plegadas, partiendo de sus profundos estudios de la geología del Cáucaso. Hasta 1954, fue profesor del “Instituto de Petróleo de Azerbaiyán” en Bakú. A partir de entonces fue autor de trabajos fundamentales sobre la geología de la URSS, desarrollando el concepto de las cuencas gasopetrolíferas.

Víktor Efímovich fue el jefe de la Comisión Estatal para la evaluación del estudio de generalización científica de 1972-1975. El debate entre los llamados “fijistas” y “movilistas” soviéticos se había extrapolado a Cuba. Aquí Khain tomó decisivo partido por las nuevas ideas, en contra de la corriente imperante en aquel entonces en la Unión Soviética encabezada por el Académico V.V. Beloúsov. En el caso de Cuba la comisión estaba integrada además de Víktor Efímovich por destacados expertos

soviéticos como G. Kh. Dikenstein, G.A. Gabrieliánts, A. E. Kontoróvich y otros.

El estudio de generalización científica demostró que la isla es básicamente un orógeno de edad Cretácico tardío – Terciario temprano, formado por la interacción entre un arco volcánico de cretácico con el margen pasivo Jurásico – Cretácico del continente norteamericano. De los estudios fundamentales sobre la constitución geológica de las cuencas sedimentarias y de otros elementos de los sistemas petrolíferos se deduce que el mayor potencial petrolero de Cuba se encuentra en la llamada “Provincia gasopetrolífera septentrional de Cuba” que abarca la mitad norte de la isla. Junto a un grupo de científicos cubanos y soviéticos, Khain es autor del mapa tectónico de Cuba de 1980 confeccionado sobre la base de un concepto de evolución tectónica de Cuba en concordancia con la “Nueva Tectónica Global”.

Bibliografía

Shein, V. S., Kleshchev, K. A., Khain, V. E., Dikenstein, G. E., Iparraguirre, P. J. & Rodríguez, R. 1985 Mapa tectónico de Cuba, escala 1:500.000. Centro de Investigaciones Geológicas, Ministerio de la Industria Básica.



Andrei Lvovich Knipper (Андрей Львович Книппер) (1931 - 2010).

Geólogo, investigador científico líder del Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de la URSS y Académico miembro de la Academia de Ciencias de la URSS. Graduado en 1954 de la Universidad Estatal de Moscú desarrolló su carrera profesional en el Instituto de Geología. Sus primeros estudios fueron sobre la geología y la geodinámica del Cáucaso, los Urales y otras partes de la URSS.

A partir de los años sesenta estuvo en Cuba en largas misiones de trabajo que se extendieron por decenas de años. Junto con Yuri Pushcharóvsky en 1965, es coautor del mapa tectónico de Cuba. A partir de 1969 realiza investigaciones en varias regiones de Cuba desde las provincias orientales hasta Pinar del Río.

Realizó investigaciones especiales sobre las ofiolitas y cuerpos ultrabásicos. Con el investigador cubano Rustin Cabrera publicó varios artículos sobre la ubicación tectónica de los cuerpos ultrabásicos en la zona de articulación entre las zonas eugeosinclinal y miogeosinclinal. Estos autores dedicaron gran tiempo al estudio de la asociación de rocas ofiolíticas en todo el

territorio de Cuba, donde aparece una de las mejores exposiciones de este complejo en el área del Caribe

Bibliografía

Knipper A. L. Corteza oceánica en la estructura del cinturón plegado apanico (Sur de Europa, oeste de Asia y Cuba) Trudi GIN AN SSSP, 1975 Bip 267 (en ruso)

Pushcharóvskiy Y. M., Knipper A. L., y Puig-Rifa R. 1965 “Mapa Tectónico de Cuba a escala 1: 1 000 000” y su nota explicativa. Editorial Nauka, Moscú.

Knipper, A., Pushcharovsky, Yu. y Puig, M., 1967. Estructura tectónica de las montañas de la Sierra de los Órganos en la zona del pueblo de Viñales y situación en ella de los cuerpos de serpentinita. Revista de Geología, 1 (1): 138-146.

Knipper, A., y Puig-Rifa, M., 1967. Protrusiones de las serpentinitas en el noroeste de Oriente. Revista de Geología, 1 (1): 122-137.

Knipper, A., 1975. Oceanic crust in the structure of alpine folded zones (including Europe, western Asia and Cuba). Editorial Nauka, Moscú, pp. 1-235.

Knipper, A., y Cabrera, R., 1972. Tectonic position of ultramafic bodies of Cuba. Transactions VI Caribbean Geological Conference, Margarita, Venezuela, pp. 315-317.

Knipper, A., y Cabrera, R., 1974. Tectónica y geología histórica de la zona de articulación entre el mio- y eugeosinclinal de Cuba y del cinturón hiperbásico de Cuba. En: Contribución a la Geología de Cuba, Publicación Especial Número 2, Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, pp. 15-77.



Vasiliy Andréevich Nízev (Василий Андреевич Низев) (1939).

Geólogo emérito de la Federación Rusa, doctor en ciencias geológico mineralógicas. Concluyó el Instituto Técnico Petrolero en Grozni en 1948 y el Instituto Azerbaiyano de Petróleo en 1954. Durante muchos años, de 1959 hasta 1966, Nízev dirige los trabajos de exploración y desarrollo de yacimientos de petróleo y gas en Turkmenistán. Desde 1966 y durante trece años, trabaja en el sector de geología del departamento de Industria Pesada de la Unión Soviética. En 1970 defiende su doctorado. A partir de 1979 vice ministro de Geología de la República Soviética de la Federación Rusa. Fue el iniciador de la creación de una serie de grandes empresas geofísicas en diferentes partes

de la Unión Soviética tanto en Rusia como en otras repúblicas como la Empresa Pechorageofizika o Turkmengeofizika, en Turkmenistán.

Desde 1988 hasta 1990 Vasili Andréevich Nízev fue consejero del ministro de Industria Básica de Cuba al frente de los diferentes proyectos de cooperación entre Cuba y la URSS. De particular importancia fue la ejecución de los planes de desarrollo de los campos petroleros de Varadero y Boca de Jaruco.



Valentina Elistratovna Bankóvskaya (Валентина Елистратовна Банковская).

Valentina conoció a su esposo, el geólogo Stanislav Bankóvsky en la expedición geológica de Krasnodar en 1944, eran tiempos de guerra, ambos eran trabajadores y estudiantes de geología. Después de graduarse, fueron colaboradores de sucursales del Instituto Pan-Unión para las Investigaciones de Prospección Geológica VNIGRI (posteriormente, VNIGNI), primero en la región de Krasnodar y, luego, en otras cuencas de Rusia. A partir de 1953, cuando se organiza el Instituto Pan-Unión de Investigaciones Geológicas del Petróleo (VNIGNI), ambos fueron asignados a la sucursal de la capital soviética, Moscú.

En 1958-1960 Valentina y Stanislav trabajan en la República Popular de Mongolia y desde 1961 hasta 1969 en el Departamento del Cáucaso. A partir de 1970, Valentina comienza a trabajar en el grupo de estudios geológicos de la Dirección General de Geología y Geofísica (DGGG) bajo la dirección de Gustavo Echevarría. Ocupó el cargo de geólogo principal, fundamentalmente en la interpretación geológica de los resultados de proyectos de investigaciones geofísicas.

Valentina regresa a Cuba nuevamente en 1974 y se incorpora de nuevo al grupo de la DGGG, pero esta vez, en el grupo de generalización científica bajo la dirección de K.A. Kleshchev hasta 1976. Una tercera estancia en Cuba se realiza tres años más tarde y se extiende hasta 1983. En esta ocasión trabaja en el Centro de Investigaciones Geológicas en la Dirección de Petróleo bajo la dirección inmediata de Vasili S. Shein.

Bibliografía

Aladjánts G., Bankóvskaya V. y Pérez A. 1972. Informe sísmico reflexión y refracción área chambas julio de 1965-febrero 1966 Enero marzo 1967 67. Brigadas GF 13 julio – oct 1967 y GF 14 en 1967. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana

Sténina V., Gluj V., Bankóvskaya V. Informe de los trabajos sísmicos MOV en la parte noroccidental de la cuenca central Gabriele Morón en 1969-70 La Habana 1971. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana

Siláev V., Bankóvskaya V., Kuncherov B.V., Pérez A. 1976. Informe parcial sobre los trabajos de VSP en los pozos Corralillo, Martí 2, Esperanza 2, Campestre 1 y Morón Norte 1. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana

Itchenko I. y Bankóvskaya V., 1971. Informe sobre los trabajos sísmicos por el método RDR (Recepción Dirigida Regulada), en Cuenca Central, en las provincias de Santi Spíritus y Camagüey. 1971, Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana



Stanislav Yuliánovich Bankóvsky (Станислав Юлянович Банковский)

Stanislav Bankóvsky comienza a trabajar en la industria petrolera en 1942, en Kazajistán, cuando aún estaba estudiando en el 10 grado, durante los duros años de la guerra. De ahí en lo adelante continúa laborando en diferentes proyectos en la Unión Soviética mientras lleva a cabo los estudios universitarios.

Trabajando en la expedición de Krasnodar en 1944, conoció a su futura esposa, Valentina Elistratovna con quien compartió vida profesional en Cuba durante varios años. En 1969- impartió la asignatura de "Geología del petróleo y el gas" en la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba. Un hecho muy curioso es que para dar sus clases tuvo que tener traductor llamado Sergey Kozakov.

Después de la Universidad trabaja como geólogo en la Empresa de Perforación y Extracción Petróleo de Occidente. Stanislav Yuliánovich llega a esta posición en un importante momento en que comienza la evaluación y desarrollo de recién descubierto yacimiento en Guanabo como geólogo. Esta presente cuando se ubican los primeros pozos inclinados y dirigidos hacia el mar. Formo parte del equipo técnico que fundamento los pozos exploratorios que resultaron en el descubrimiento de nuevos campos denominados Vía Blanca, Boca de Jaruco, Puerto Escondido y Yumuri.

Regresó nuevamente en 1974 a Cuba como parte del grupo para la evaluación del potencial de petróleo y gas de

Cuba y su plataforma y la determinación de las principales direcciones de exploración de petróleo y gas, bajo la dirección de K.A. Kleschchev y V.S. Shein, Como resultado de la investigación conjunta de especialistas soviéticos y cubanos, se creó una base científica para la exploración geológica, que contribuyó al descubrimiento de varios yacimientos de petróleo en la costa norte de Cuba. En diciembre de 1974, participa en la primera conferencia científica y técnica en La Habana, con la potencia "Estructura geológica de los campos petrolíferos de la zona miogeosinclinal de Cuba y las perspectivas de descubrimiento de petróleo en horizontes a gran profundidad". Regresa a Cuba en una tercera oportunidad como parte de un nuevo grupo de síntesis científica en Cuba, trabajó en 1979-1983. bajo la dirección de V.S. Shein.

Bibliografía

Shein, V.S., Ivanov, S.S., Smírnov, N.N., Bankóvsky, S.Y., Khákhalev, E.M., Vasíliev, A.V., Pevzner, L.A., Bogdánov, M.M., Paz, S., Orbera, L., García, E., Leal, A., Rodríguez, J., Rodríguez, M., Amador, E., y Fonseca, V., 1976. Tectónica de Cuba y su plataforma litoral en relación con la evaluación de las perspectivas gasopetrolíferas. Manuscrito. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ministerio de Energía y Minas, La Habana.



Vladimir Vladimirovich Payrazyán (Владимир Владимирович Пайразян) (1935 - 2014).

El profesor Vladimir Payrazyán fue un experto en geología del petróleo y en geoquímica con experticia en varias cuencas gasopetrolíferas de la Unión Soviética y en otros países. Graduado de la facultad de Geología de la Universidad Estatal de Moscú en 1960 donde toma estudios de postgrado en la evaluación del potencial de cuencas intramontanas concluyendo sus estudios de doctor en la misma universidad en 1964. Comienza a trabajar en el Instituto de Investigaciones Científicas para el petróleo del Ministerio de Geología de la URSS. En 1971 como jefe de Departamento posición que ocupó durante más de 20 años. Participa en numerosos proyectos científicos concernientes a la evaluación del potencial de diferentes cuencas petroleras de la antigua Unión Soviética.

Fomo parte del considerable grupo de especialistas del Ministerio de Geología de la URSS en particular del VNIGNI que llevo a cabo investigaciones científicas para la evaluación del potencial de hidrocarburos de Cuba bajo la dirección general de Konstantín Kleshchev.

De particular importancia para la evaluación del potencial petrolero de Cuba fue la demostración que los petróleos

que se producen en la zona Cuenca Central no estaban generados por ninguna de las rocas que conforman la Cuenca superpuesta por lo tanto solo quedaba la posibilidad que los mismos han migrado desde las rocas madre de las secuencias del margen continental que se suponen debajo de los mantos de cabalgamiento compuestos por rocas volcánicas Cretácicas.

Desde el punto de vista científico Payrazyán es el autor de los principios de modelaje de los procesos de génesis de náftidos en las cuencas independientemente de los regímenes geotectónicos imperantes con un papel fundamental a la temperatura y el tiempo. Tesis que defendió en 1989 para obtener su Segundo grado de Doctor. Además de trabajar en Cuba Vladimir Payrazyán trabajó en Egipto, Bulgaria, Bangladesh e Italia. Autor de más de 100 artículos científicos y libros publicados en varios países.

Bibliografía

Payrazyán V.V. Petroleum Geochemistry of the Timano-Pechora Basin. "FIRST BREAK" vol. II, No. 7, 1993.

Payrazyán V.V. Petroleum potential and exploration challenges of ex-USSR and East European sedimentary basins. "FIRST BREAK" vol. 14, No.1, 1996.

Payrazyán V.V. Petroleum Geochemistry of the Precaspian Basin. "PETROLEUM GEOSCIENCE" vol. 5, No.4, 1999.

Payrazyán V.V. Plate tectonic model and oil/ gas zonation of the Precaspian basin. "OIL and GAS" vol. 7, No.11. 2000 (in Russian).

Payrazyán V.V. Geodinámica y ontogénesis de los náftidos. Moscú. Sputnik 2007. 256 páginas.



Víktor Iósifovich Petersile (Виктор Иосифович Петерсилье) (1941)

En 1966 se gradúa del Instituto de petróleo y gas de Moscú como ingeniero geofísico. Es autor de más de 100 publicaciones científicas y además de recomendaciones metodológicas, 13 innovaciones e inventos patentados. Víktor Iosifovich es miembro permanente de la comisión gubernamental para la certificación de reservas Rosnedra. Ha sido distinguido por varias órdenes y medallas

Ha transitado desde ingeniero, jefe de laboratorio (1978) y Vice director general 1996. Desde 2010 consejero del Director General Presidente del Consejo de defensa de tesis de doctorado y Redactor principal de la revista "Geologuia Nefti I Gaza"

Doctor en Ciencias Geólogo Mineralógicas, Profesor. Trabaja en Cuba desde 1968 hasta 1971 y tuvo como responsabilidad crear el primer laboratorio especializado de petróleo. Particularmente todo lo relacionado con los estudios petrofísicos de muestras de pozos, así como la interpretación integral de los registros geofísicos de pozo. El laboratorio se creó en Miramar en la calle 38 entre 7ma y 42.



Vladimir Arkádievich Teplitsky (Владимир Аркадьевич Теплицкий)

El Dr Teplitsky trabajador científico del VNIGNI dirigió desde 1974 el departamento de geofísica de exploración. Profesor y laureado de premios estatales de la URSS. Fue un gran innovador en varias ramas de la exploración sísmica fundamentalmente en las observaciones dentro del medio geológico en pozos profundos. Tuvo importantes patentes relacionadas con el Método de Perfilaje Sísmico Vertical (VSP) y el Método de Hodógrafos Invertidos (WAVSP). En el VNIGNI formo un gran colectivo de trabajo muchos de cuyos trabajadores tuvieron mucha relación con el desarrollo de los métodos geofísicos de exploración en Cuba como Valentín Mikháilovich Belov y Boris Márkovich Gueiman.

Vladimir Arkádevich trabajó en Cuba a principio de los años setentas. Aquí estuvo dirigiendo dos brigadas sísmicas experimentales que probaron variantes avanzadas de VSP y WAVSP, por primera vez en el mundo en condiciones de alto plegamiento.



Grigori Grigórevich (Gregorio) Yátsenko (Яценко Григорий Григорьевич) (1939 - 2014)

Grigori Yátsenko concluye en 1960 con notas excelentes el "Instituto Politécnico de Lvov" y comienza a trabajar en la empresa de servicios geofísicos "Krasnodarneftegeofizika" como asistente, luego como operador de registro y más tarde como jefe de brigada de registros de pozo. En 1962 comienza el doctorado en el instituto de Lvov e imparte clases en el mismo. Luego ingresa en la "Expedición Geofísica del Precaspio" llegando a ser geólogo principal de la misma.

Trabaja en Cuba desde 1968 hasta 1972 en el establecimiento, organización y creación de un servicio de registro de pozo y de pruebas de formación. El trabajo de Yátsenko fue fundamental en el desarrollo de los nuevos campos descubiertos en la costa norte principalmente en el yacimiento Boca de Jaruco, donde su actividad marco la diferencia. En Cuba participo en la ubicación y luego en el registro de los primeros pozos inclinados de este yacimiento. En 1970 defendió su doctorado Nunca se desprendió de Cuba ni desde el punto de vista profesional ni personal.

A su regreso de Cuba, Yátsenko comienza a trabajar en la Filial del "Instituto de investigaciones científicas para geofísica de pozo" VNIIGIS en la ciudad de Kalinin (hoy Tver). Allí desarrolló una amplísima actividad investigativa y de innovación tecnológica con nuevos métodos y tecnologías de pozo. En 1995 defiende su segundo doctorado. A partir de 1996 se crea la sociedad anónima "Tvergeofizika" de la que llega a ser su Director General hasta su fallecimiento en 2014. Grigori Yátsenko fue autor de un centenar de publicaciones y merecedor de numerosas condecoraciones.



“La pérdida de Raúl representa también la pérdida de un impulso generacional en la vulcanología”

Por Vinicio Chacón Soto | vinicio.chacon@ucr.ac.cr

Diversas voces se han sumado al lamento tras la muerte del vulcanólogo Raúl Mora Amador.

“Raúl amó la vulcanología y amó a Costa Rica. Honrarlo implica algo más que homenajes. Implica revisar cómo funcionamos como comunidad científica y asegurarnos de que nunca más el sistema deje solo a uno de los suyos”.

Con esas críticas palabras honra al vulcanólogo recién fallecido Raúl Mora Amador un artículo publicado en el blog del geólogo Allan Astorga.

Ese artículo lleva la firma del también vulcanólogo Gino González, junto a quien -entre otros especialistas- Mora Amador produjo análisis del comportamiento de varios volcanes del país para el Centro de Investigaciones en Ciencias Geológicas (CICG) de la Red Sismológica Nacional.

Entre las voces que han recordado con dolor el aporte del científico se puede destacar la del expresidente Luis Guillermo Solís Rivera, quien a través de sus redes sociales expresó que “me uno al dolor que conmueve a su familia y a la comunidad científica por el fallecimiento del reconocido vulcanólogo Raúl Mora Amador conocido como el “padre del volcán Poas”.

“Raúl brindó invaluable y desinteresados servicios a distintos gobiernos en el ámbito de su especialidad. En el mío, fue una figura destacada y valiente que estuvo disponible cada vez que fue llamado a colaborar en las diversas emergencias que atendimos. Costa Rica queda en deuda con él por sus innumerables aportes y llora su partida”, añadió.

Historia del Día de la Mujer

El Día Internacional de la Mujer es una fecha que se celebra en muchos países del mundo. Cuando las mujeres de todos los continentes, a menudo separadas por fronteras nacionales y diferencias étnicas, lingüísticas, culturales, económicas y políticas, se unen para celebrar su día, pueden contemplar una tradición de no menos de noventa años de lucha en pro de la igualdad, la justicia, la paz y el desarrollo.

El Día Internacional de la Mujer se refiere a las mujeres corrientes como artífices de la historia y hunde sus raíces en la lucha plurisecular de la mujer por participar en la sociedad en pie de igualdad con el hombre. En la antigua Grecia, Lisístrata empezó una huelga sexual contra los hombres para poner fin a la guerra; en la Revolución Francesa, las parisenses que pedían “libertad, igualdad y fraternidad” marcharon hacia Versalles para exigir el sufragio femenino.

La idea de un día internacional de la mujer surgió al final del siglo XIX, que fue, en el mundo industrializado, un período de expansión y turbulencia, crecimiento fulgurante de la población e ideologías radicales.

La Carta de las Naciones Unidas, firmada en 1945, fue el primer acuerdo internacional para afirmar el principio de igualdad entre mujeres y hombres. Desde entonces, la ONU ha ayudado a crear un legado histórico de estrategias, normas, programas y objetivos acordados internacionalmente para mejorar la condición de las mujeres en todo el mundo.

Con los años, la ONU y sus organismos técnicos han promovido la participación de las mujeres en condiciones de igualdad con los hombres en el logro del desarrollo sostenible, la paz, la seguridad y el pleno respeto de los derechos humanos. El empoderamiento de la mujer sigue siendo un elemento central de los esfuerzos de la Organización para hacer frente a los desafíos sociales, económicos y políticos en todo el mundo.

<https://www.imer.mx/radiolagarto/8-de-marzo-dia-internacional-de-la-mujer/>



En el Día de las mujeres, pensemos en igualdad

El Día Internacional de la Mujer es un buen momento para reflexionar acerca de los avances logrados, pedir más cambios y celebrar la valentía y la determinación de las mujeres de a pie que han jugado un papel clave en la historia de sus países y comunidades.

El logro de los ambiciosos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) requiere cambios transformadores, enfoques integrados y nuevas soluciones, sobre todo en lo que concierne a la defensa de la igualdad de género y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas.

La innovación y la tecnología brindan oportunidades sin precedentes; sin embargo, las tendencias actuales indican que la brecha digital se está ampliando y que las mujeres están insuficientemente representada en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y el diseño. Esto les impide desarrollar e influir en el desarrollo de innovaciones sensibles al género que permitan lograr beneficios transformadores para la sociedad. Desde la banca móvil hasta la inteligencia artificial o la Internet de las cosas, es vital que las ideas y las experiencias de las mujeres influyan por igual en el diseño y la aplicación de las innovaciones que conformarán las sociedades del futuro.

Este 8 de marzo, únete a todas las mujeres y celebra con nosotras el 8 de marzo construir un futuro en el que la innovación y la tecnología creen oportunidades sin precedentes para que las mujeres y las niñas desempeñen un papel activo en la creación de sistemas más inclusivos, servicios eficientes e infraestructuras sostenibles para celebrar el logro de la ODS y de la igualdad de género.



Día Internacional de la Mujer, 8 de marzo

Derechos. Justicia. Acción.

Para TODAS las mujeres y niñas.

El 8 de marzo de 2026, únete a mujeres y niñas de todo el mundo para exigir igualdad de derechos y también una justicia que garantice que estos derechos se cumplan, ejerzan y disfruten.

Hoy día, ningún país ha cerrado las brechas legales entre hombres y mujeres. Actualmente, las mujeres solo tienen el 64% de los derechos jurídicos de los que gozan los hombres en todo el mundo. En áreas fundamentales de la vida, como el trabajo, el dinero, la seguridad, la familia, la propiedad, la movilidad, los negocios y la jubilación, la ley las perjudica sistemáticamente.

El Día Internacional de la Mujer 2026 (DIM 2026), bajo el lema “Derechos. Justicia. Acción. Para TODAS las mujeres y niñas”, hace un llamamiento a la acción para derribar todas las barreras que obstaculizan la igualdad en la justicia: leyes discriminatorias, protecciones jurídicas débiles y prácticas y normas sociales nocivas que erosionan los derechos de las mujeres y las niñas.

Únete a la campaña de ONU Mujeres

ONU Mujeres anima a todas y todos a convertirse en aliados de una campaña con importantes materiales e información clave para difundir el mensaje y exigir la igualdad de derechos para todas las mujeres y niñas.

<https://www.un.org/es/observances/womens-day>



Los derechos de las mujeres no significan nada si no podemos defenderlos.

El Día Internacional de la Mujer 2026 llega en un momento en que los sistemas judiciales se encuentran bajo presión. Los conflictos, la represión y las tensiones políticas están debilitando el estado de derecho.

Como resultado de ello, las mujeres y niñas disfrutan solamente del 64 por ciento de los derechos legales de los hombres.

Las mujeres son rechazadas, no se les cree, sufren revictimización o se ven privadas de apoyo jurídico. La igualdad nunca llega.

¿Qué significa de verdad la justicia para las mujeres y niñas?

Sin justicia, los derechos son solo palabras. Con justicia, los derechos se convierten en poder.

Leyes que protejan a las mujeres y niñas de la violencia, la discriminación y la explotación.

Tribunales que les crean a TODAS las mujeres y niñas y acaben con la impunidad.

Asistencia jurídica accesible y asequible para las mujeres y niñas.

Apoyo para recuperarse cuando se vulneran los derechos.

<https://www.unwomen.org/es/participa/dia-internacional-de-la-mujer>



Celebrate International Women's Day

Each year on March 8, people around the world celebrate International Women's Day. It is an important moment to come together to commend progress made toward gender equality, and to build support for the continued work ahead. We ask you to celebrate with EngenderHealth this year, as we highlight the many ways in which our work helps to advance gender equality through sexual and reproductive health and rights (SRHR).

We started our celebrations (just a bit early) by sharing results from a program recently implemented in Bihar state in India. With support from UNICEF, EngenderHealth embarked on a two-month project to improve the survival of newborn girls by engaging Adolescent Girl Champions to address gender differentials in newborn care. Learn more here.

On International Women's Day itself, EngenderHealth offices around the world are engaging in a number of activities, including staff celebrations, sharing motivational videos with their communities, and more. Our teams in Ethiopia and Tanzania are centering their celebration around women leaders within EngenderHealth (see the stories from Ethiopia and Tanzania). Additionally, we will continue to share program learnings with a discussion on 15 years of USAID-supported progress in fistula prevention, treatment, and reintegration across Africa and Asia. Join our Fistula Care Plus program for Towards a Fistula-Free Future: 15 Years of Breakthroughs and Program Impact.

https://www.engenderhealth.org/article/celebrate-international-womens-day-with-engenderhealth?gad_source=1&gad_campaignid=23590888249&gbraid=0AAAAAD7zLS05LcMa_t9YLkv30if3K2HTu&qclid=CjwKCAjwspPOBhB9EiwATFbi5Ak8lyQiZAYlS3S0MTQ7NxRfoLtxsbRXX2ZBafy-wAALsUK1KOFQRxoCMI8QAvD_BwE



15 imágenes para compartir por el Día de la Mujer 2026.

En los últimos tiempos se está consolidando la costumbre de compartir imágenes entre amigas y familiares para conmemorar el 8M. Te ofrecemos varias propuestas. Hoy, domingo 8 de marzo de 2026, se celebra el Día Internacional de la Mujer. Millones de personas de todo el mundo salen a las calles para reivindicar los derechos de las mujeres, reclamar la reducción de las desigualdades de género y recordar la lacra de la violencia contra las mujeres.

<https://www.elmundo.es/como/2026/03/08/69a97c05fdddfca7c8b4578.html>



"Sé una mujer que no tiene miedo de romper barreras y crear su propio camino hacia el éxito".



Día Internacional de la Mujer

El Día Internacional de la Mujer, originalmente Día Internacional de la Mujer Trabajadora, conmemora cada 8 de marzo la lucha de las mujeres por su participación en la sociedad y su desarrollo íntegro como persona, en pie de igualdad con el hombre. También se usa para hacer referencia a esta conmemoración el numerónimo 8M, por el día y el mes en que sucede.

En la II Conferencia Internacional de Mujeres Socialistas realizada en Copenhague en 1910, Clara Zetkin propuso y se aprobó la celebración del «Día de la Mujer Trabajadora», que se comenzó a celebrar al año siguiente: la primera conmemoración se realizó el 19 de marzo de 1911 en Alemania, Austria, Dinamarca y Suiza. Desde entonces se ha extendido a muchos países.

En 1972, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su resolución 3010, declaró a 1975 «Año Internacional de la Mujer»,[y en 1977 invitó a los Estados a declarar conforme a sus tradiciones históricas y costumbres nacionales, un día como Día Internacional por los Derechos de la Mujer y la Paz Internacional.

Esta fecha se utiliza para visualizar la desigualdad de género y para reivindicar la lucha por la igualdad efectiva de derechos para las mujeres en varios ámbitos. Suele celebrarse en casi todas las partes del mundo (ejemplo de ello es Italia y su «Festa della Donna»), y es día feriado en algunos países. Algunas corrientes feministas argumentan que no es un día que deba celebrarse o ser festivo debido al origen del mismo, sino que debe servir para la reivindicación de derechos.

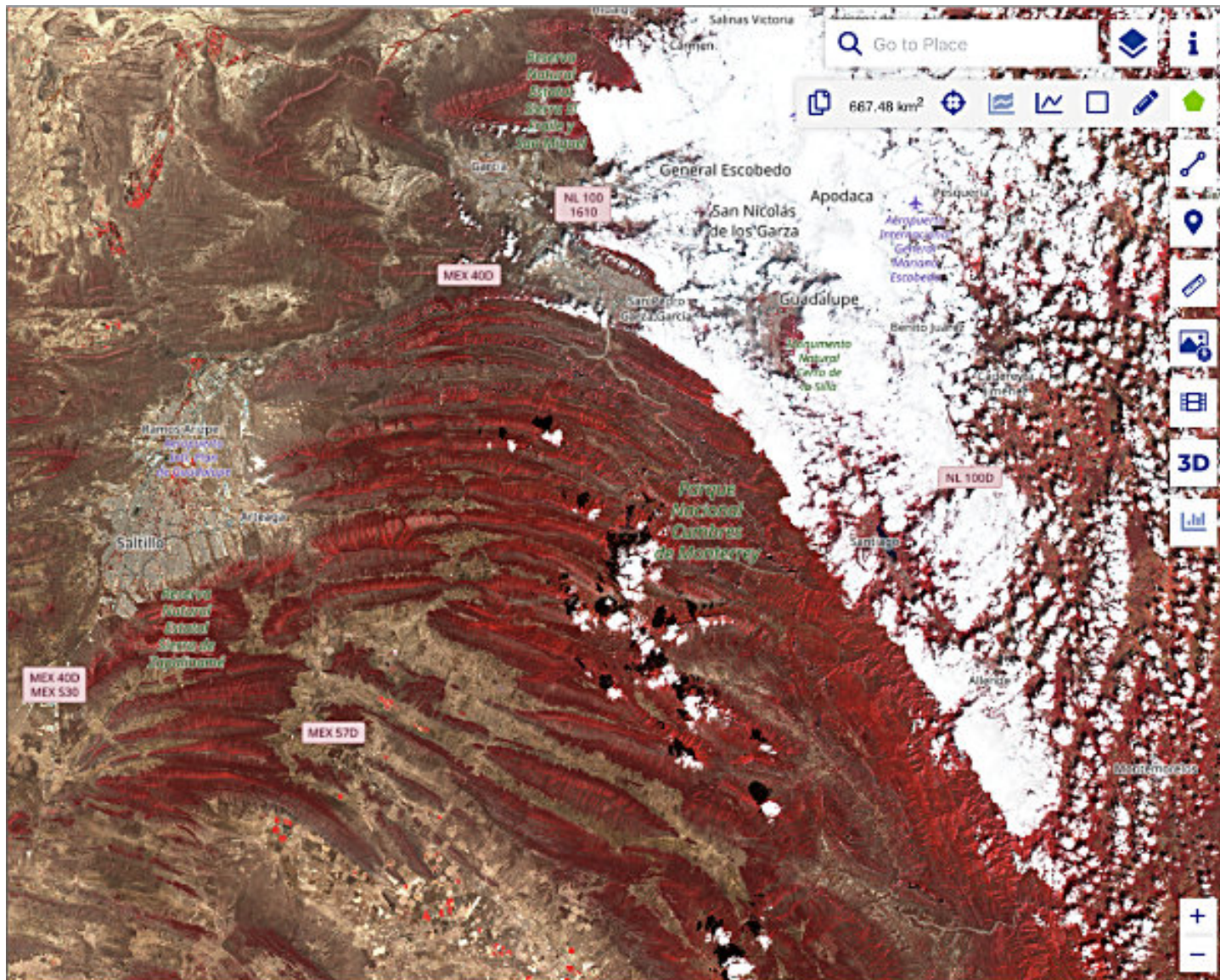
https://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%AD_a_Internacional_de_la_Mujer



Miscelanea de Imágenes

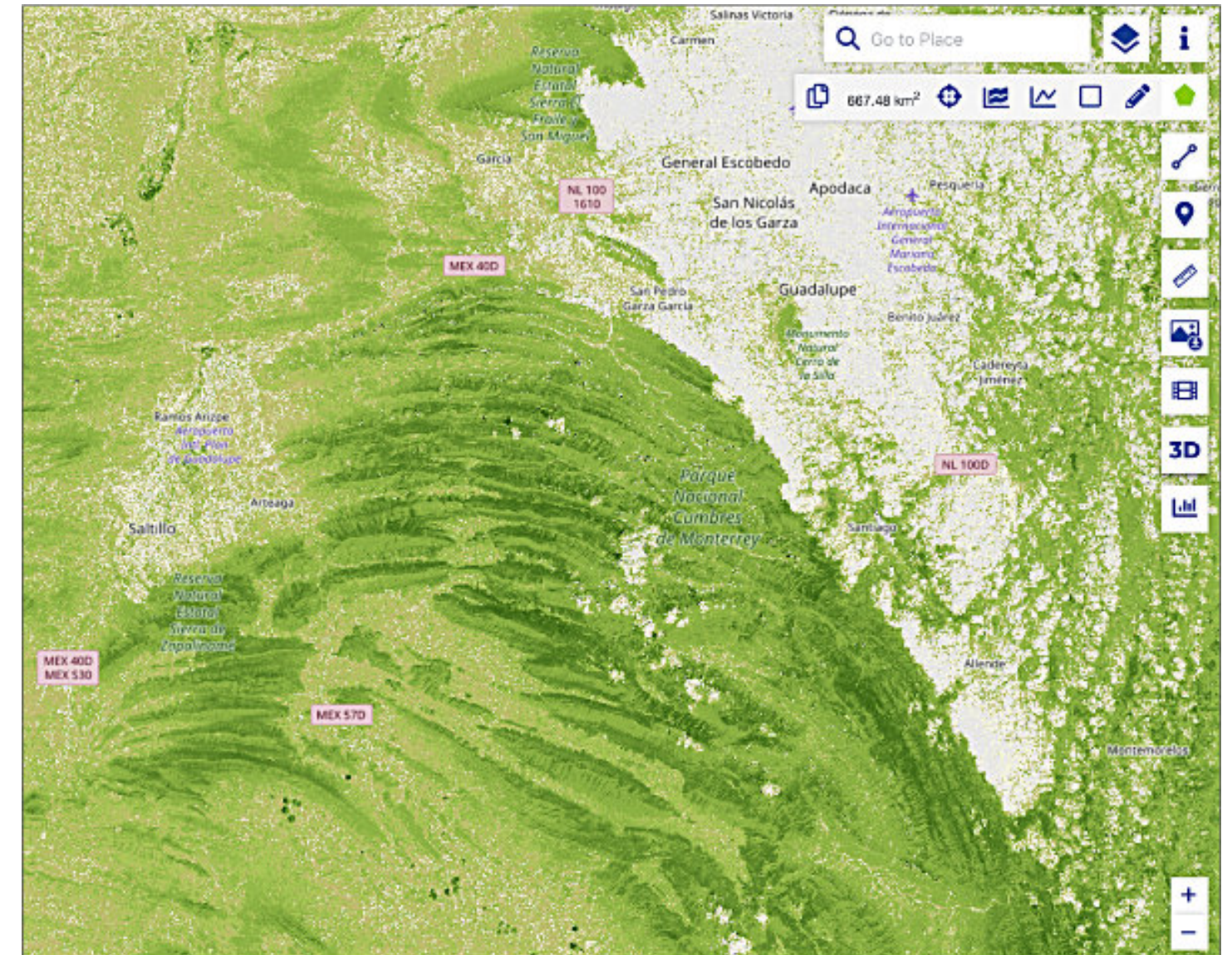
Bandas multispectrales.

Diferencia normalizada del índice de vegetación



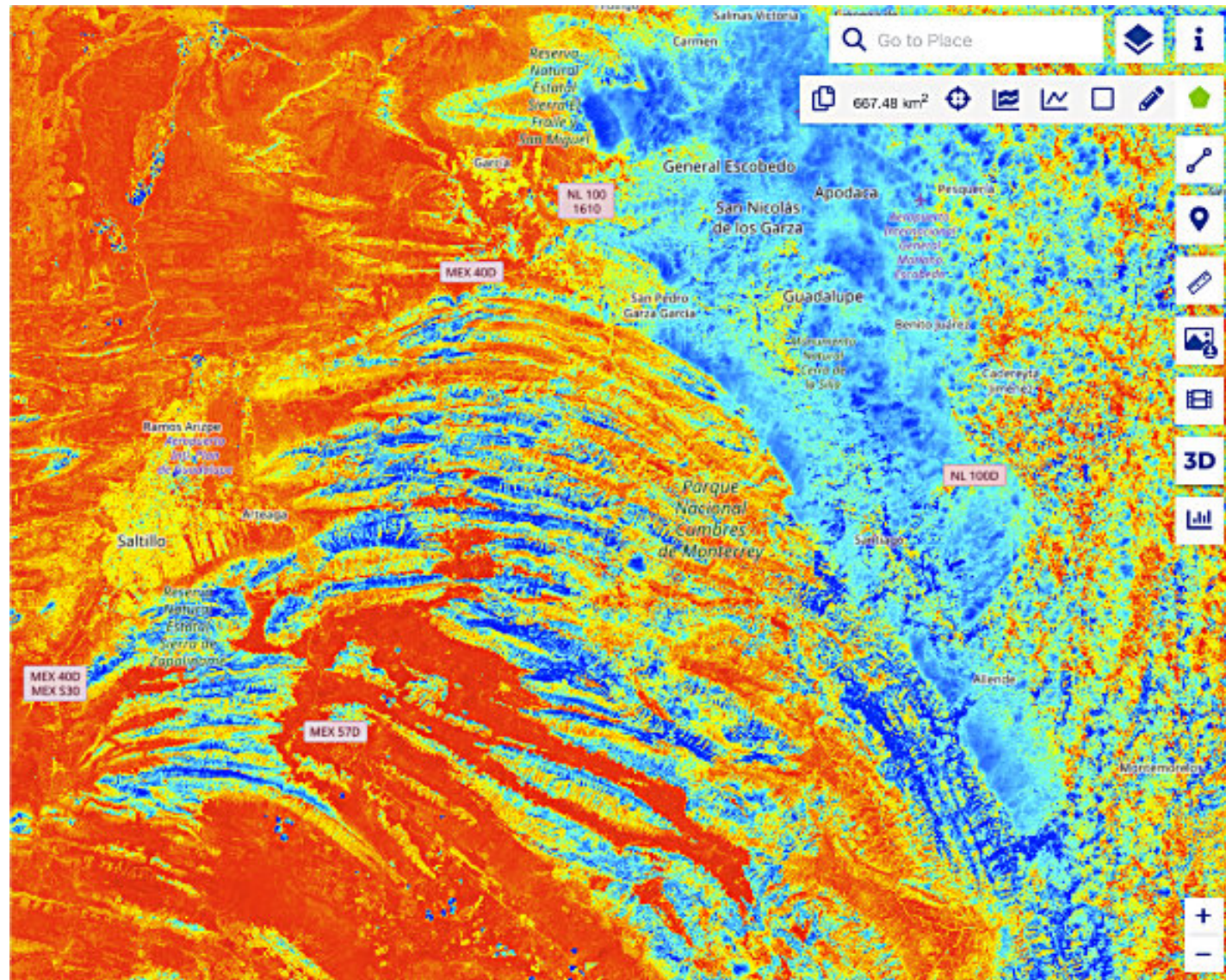
<https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-missions/sentinel-2>

Bandas multispectrales. Urbano.



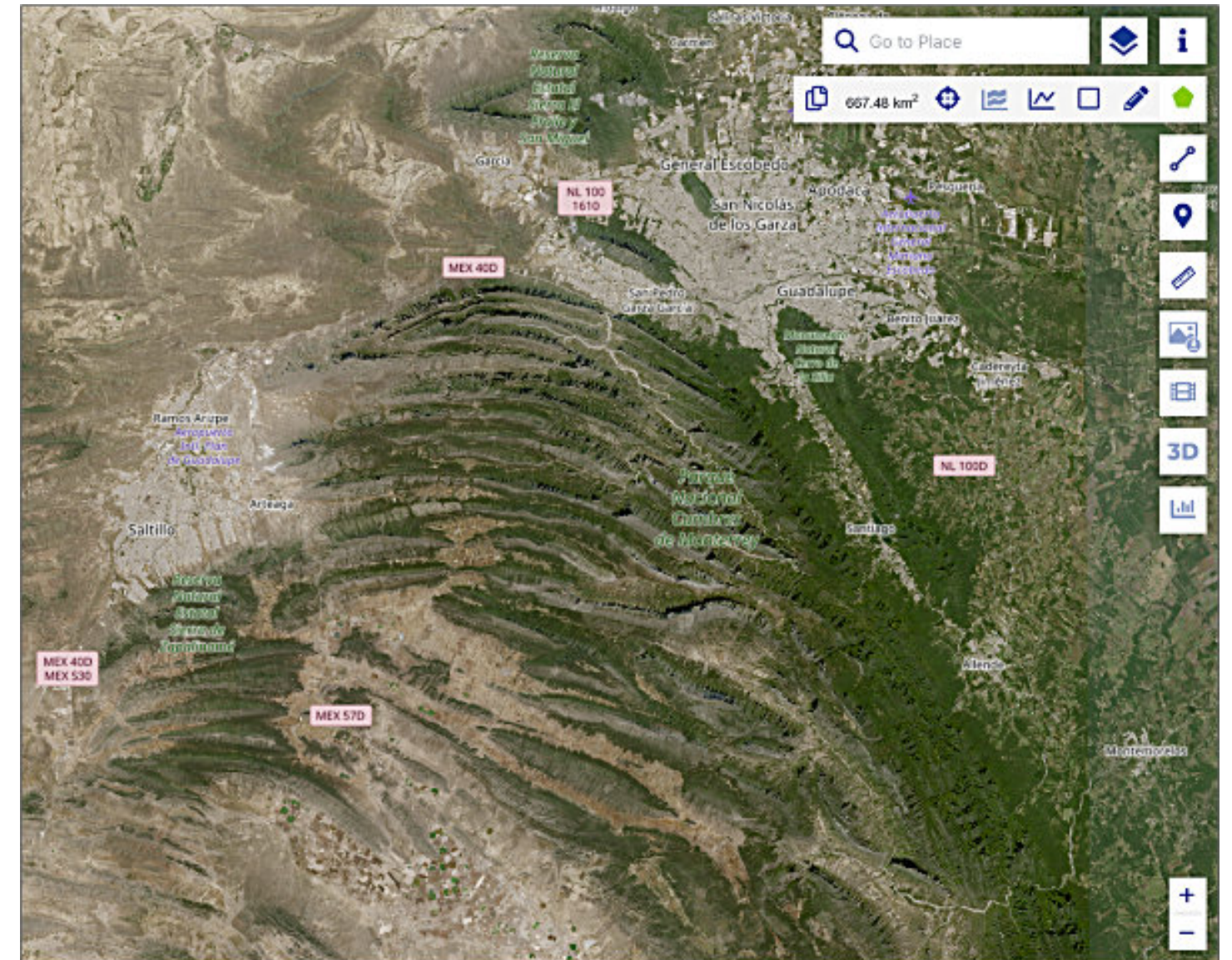
<https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-missions/sentinel-2>

Bandas multispectrales. índice de humedad.



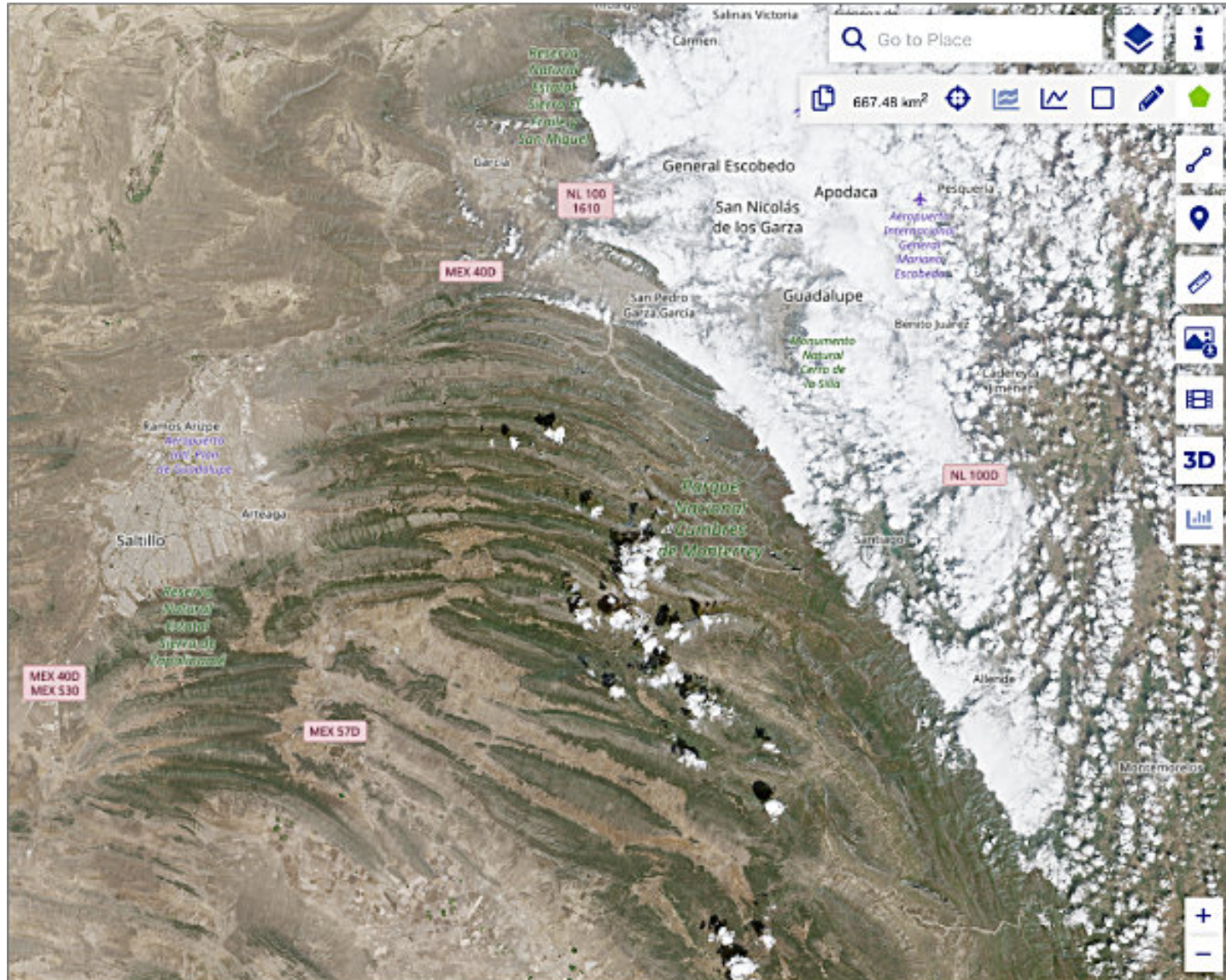
<https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-missions/sentinel-2>

Bandas multispectrales. Color natural sin nubes.



<https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-missions/sentinel-2>

Bandas multispectrales. Color natural sin nubes.



<https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-missions/sentinel-2>

PUBLICACIONES

TESIS & RESÚMENES

Ezequiel D. Antokoletz

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

Universidad Nacional De La Plata, Argentina.

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

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

Resumen

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

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

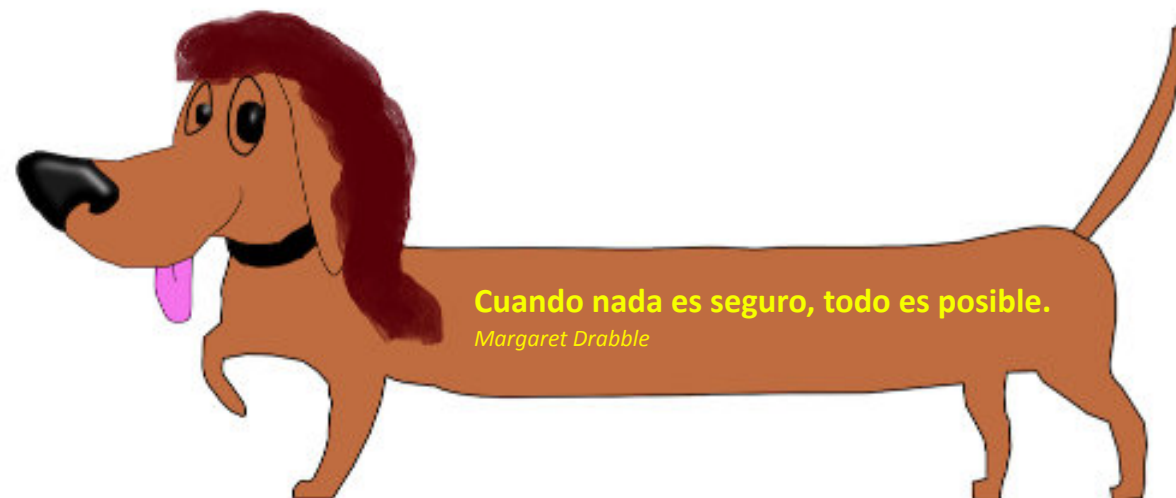
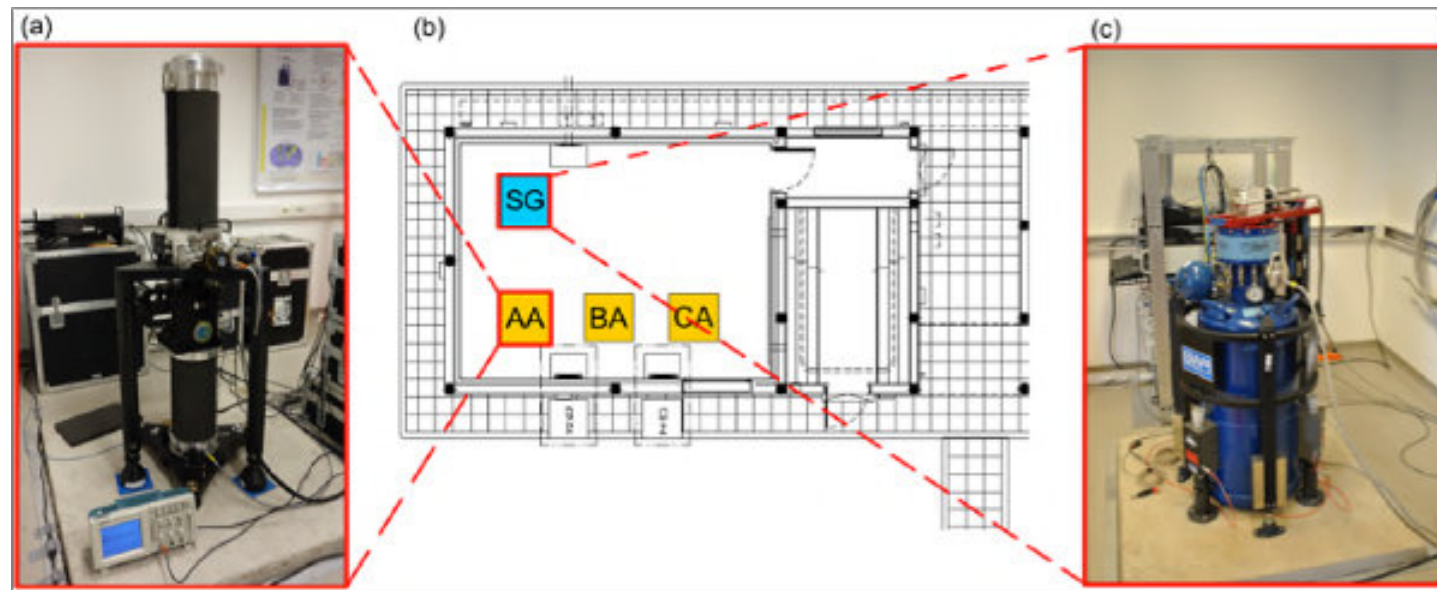
Esta Tesis tiene como objetivo analizar y comprender las principales variaciones de gravedad medidas por el SG038 en AGGO. En primer lugar, se analizaron los parámetros instrumentales del SG038 mediante la combinación de sus observaciones con mediciones de gravedad absoluta del FG5-227. Esta combinación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

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

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

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

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



Cuando nada es seguro, todo es posible.

Margaret Drabble

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2021GC010112>

Geochemistry, Geophysics, Geosystems*

Research Article | [Open Access](#) | [CC](#) [i](#)

Regional Geophysics of the Caribbean and Northern South America: Implications for Tectonics

[Carol V. Barrera-Lopez](#) [✉](#) [Walter D. Mooney](#), [Mikhail K. Kaban](#)

First published: 09 May 2022 | <https://doi.org/10.1029/2021GC010112> | [VIEW METRICS](#)

[SECTIONS](#)

[PDF](#) [CITE](#) [TOOLS](#) [SHARE](#)

Abstract

The Caribbean plate is an enclosed oceanic basin whose formation and evolution are controversial. In the most commonly accepted model, the Caribbean plate is mainly composed of the Caribbean Large Igneous Province (CLIP) and the buoyant characteristic of this oceanic plateau resisted subduction and allowed an eastward migration to its present position north of South America. In this study, we integrate a broad range of geophysical and geomorphological data to define structural elements and present-day tectonics of the Caribbean plate and the surrounding region. We present a Bouguer gravity anomaly map and a new crustal thickness map that documents large areas of normal-thickness oceanic crust within the Venezuela and Colombia basins of the Caribbean plate. Selected cross sections of seismicity and P-wave anomalies from a seismic tomographic model depict the present-day geometry of subducting oceanic plates within the Caribbean region. We observe that rather than resisting subduction, as expected for the thick crust of a buoyant large igneous province, the subduction of the Caribbean plate can be traced to a depth of 600 km beneath NW South America. This, together with the crustal thickness map, implies that a significant area of the Caribbean plate, including the subducted portion, is composed of normal-thickness oceanic crust. As proposed by the Pacific origin model, the Caribbean plate likely migrated eastward from the Pacific Ocean as an oceanic plate mostly with normal-thickness crust and limited portions of the crust thickened by hot spot volcanism (CLIP).

<https://paleontologiamexicana.geologia.unam.mx/index.php/paleontologia/article/view/413>

<https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1663000/full>

INICIO / ARCHIVOS / VOL. 15 NÚM. 1 (2026): PALEONTOLOGÍA MEXICANA
/ NÚMERO REGULAR: PALOZOLOGÍA

Geocronología y Paleontología de la formación Novillo, Noreste de México

DOI: <https://doi.org/10.22201/igl.05437652e.2026.15.1.413>



S. Eguiluz-y de Antuñano
J. R. Pantoja-Irys
F. J. Vega

Resumen

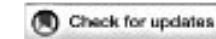
El reporte dudoso de *Gryphaea nebrascensis* (sin probar), estableció equivocadamente la edad Oxfordiano a estratos de la formación Novillo en el noreste mexicano. La posición estratigráfica de esta formación ha permanecido incierta y sin estudio cronoestratigráfico adicional a partir de su descripción inicial. La edad dada a esta unidad estratigráfica ha provocado correlaciones estratigráficas impropias. Este trabajo aporta datos isotópicos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtenidos de calcita de la concha de un ejemplar de *Gryphaea nebrascensis* hallado en la formación Novillo, su análisis arroja $166.4 \pm 0.35/0.25$ Ma (Bathoniano tardío), congruente con el contenido fósil. En la formación Novillo, de manera preliminar, se identifican dos especies del género *Gryphaea*: *Gryphaea nebrascensis* y *Gryphaea* cf. *culebra* y se muestra su descripción morfológica, omitida en trabajos previos. El alcance estratigráfico del contenido fósil en esta formación sugiere la edad Bathoniano-Caloviano. Los datos aquí presentados permitirán que esta sucesión estratigráfica sea dada como unidad formal en el Léxico Estratigráfico de México; así mismo, en el futuro, admitirá hacer correlaciones estratigráficas apropiadas, ambos aspectos son temas de confrontación soslayados actualmente.

PDF

Publicado: ene 31, 2026

Palabras clave:
Gryphaea nebrascensis, isotopía, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, Bathoniano-Caloviano





OPEN ACCESS

EDITED BY
Hidetoshi Urakawa,
Florida Gulf Coast University, United States

REVIEWED BY
Susana De La Torre-Zavala,
Autonomous University of Nuevo León,
Mexico
Jorge Membrillo-Hernández,
Monterrey Institute of Technology and Higher
Education (ITESM), Mexico

*CORRESPONDENCE
Jerjes R. Pantoja-Irys
✉ jerjes.pantojai@anahuac.mx
Edilia de la Rosa-Manzano
✉ ermanzano@docentes.uat.edu.mx

RECEIVED 10 July 2025
ACCEPTED 26 August 2025
PUBLISHED 30 September 2025

CITATION
Juárez-Aragón MC, Pantoja-Irys JR, de la
Rosa-Manzano E, Garrido-Olvera L,
Mujica-Sánchez H, Trejo-DeLeón CR and
Vázquez-Lobo A (2025) Microbiome diversity
across physicochemical gradient in
low-medium enthalpy springs at the Sierra
Madre Oriental eastern flank, northeastern
Mexico.
Front. Microbiol. 16:1663000.
doi: 10.3389/fmicb.2025.1663000

COPYRIGHT
© 2025 Juárez-Aragón, Pantoja-Irys, de la
Rosa-Manzano, Garrido-Olvera,
Mujica-Sánchez, Trejo-DeLeón and
Vázquez-Lobo. This is an open-access article
distributed under the terms of the Creative
Commons Attribution License (CC BY). The
use, distribution or reproduction in other
forums is permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s) are
credited and that the original publication in
this journal is cited, in accordance with
accepted academic practice. No use,
distribution or reproduction is permitted
which does not comply with these terms.

Microbiome diversity across physicochemical gradient in low-medium enthalpy springs at the Sierra Madre Oriental eastern flank, northeastern Mexico

María Cruz Juárez-Aragón¹, Jerjes R. Pantoja-Irys^{2*},
Edilia de la Rosa-Manzano^{1,3*}, Lorena Garrido-Olvera³,
Hugo Mujica-Sánchez², Carlos Rafael Trejo-DeLeón² and
Alejandra Vázquez-Lobo⁴

¹Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Mexico,
²Corporación Ambiental de México, Monterrey, Mexico, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias,
Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Mexico, ⁴Centro de Investigación en
Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Mexico

Introduction: Bacterial communities are fundamental to the functionality of thermal springs where they engage in essential processes such as the oxidation of sulfur, reduction of nitrates, carbon fixation, production of unique metabolites, and stabilization of microbial trophic networks. Northeastern Mexico presents a diverse array of thermal springs located within tropical karst systems situated among folded mountains and ancient inactive karstic regions. The geological complexity of these environments indicates a substantial potential for microbiome diversity; however, the composition and functional dynamics of microbial communities in these springs have not been thoroughly investigated. **Methods:** This study involved the collection of water samples from six hot springs, to characterize the planktonic microbiome using advanced metagenomic sequencing techniques. Additionally, we examined the relationship between microbial composition and physicochemical parameters. **Results:** Our analysis identified a total of 425 microbial species, which included 409 bacterial species, 13 eukaryotic organisms, and 3 archaeal taxa. The Ojo Caliente and Mainero Azufroso springs displayed the highest microbial diversity, whereas the Balneario El Bañito and Taninul springs exhibited the lowest. The Phylum Pseudomonadota was the predominant across the majority of springs, while Campylobacterota and Chlorobiota were specifically identified in the less diverse Balneario El Bañito and Taninul springs, respectively. A total of 30 indicator species were identified, predominantly in El Bañito and Potrero Prieto springs, emphasizing the distinctiveness of their microbial environments. Moreover, we found that electrical conductivity and bicarbonate concentration had a significant impact on the structure of this microbial communities. **Discussion:** This study highlights the ecological importance of these unique ecosystems in northeastern Mexico, with the Mainero Azufroso and Ojo Caliente springs identified as reservoirs of high microbial diversity.

Article

Diversity of Plant Communities Surrounding the Hot Springs on the Eastern Flank of the Sierra Madre Oriental, Northeastern Mexico

Jerjes R. Pantoja-Irys¹ , Edilia de la Rosa-Manzano^{2,3,*} , José Guadalupe Martínez-Ávalos^{2,4} , Antonio Guerra-Pérez², Arturo Mora-Olivo^{2,3} , Leonardo U. Arellano-Méndez^{2,3} , Rocío Serna-Márquez¹, Edgar Daniel Salmerón-Carreño¹  and Hugo Mujica-Sánchez¹

- ¹ Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. Texcoco 100, Colonia Satélite Acueducto, Monterrey 64960, Nuevo León, Mexico; jerjes.pantojai@anahuac.mx (J.R.P.-I.); rserna@cam-mx.com (R.S.-M.); esalmeron@cam-mx.com (E.D.S.-C.); mujica@cam-mx.com (H.M.-S.)
 - ² Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Avenida División del Golfo Núm. 356, Colonia Libertad, Ciudad Victoria 87019, Tamaulipas, Mexico; jmartin@uat.edu.mx (J.G.M.-Á.); aguerra@uat.edu.mx (A.G.-P.); amorao@uat.edu.mx (A.M.-O.); luarellano@uat.edu.mx (L.U.A.-M.)
 - ³ Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria 87149, Tamaulipas, Mexico
 - ⁴ Facultad de Derecho y Ciencias Sociales-Victoria, Centro Universitario Victoria, Ciudad Victoria 87149, Tamaulipas, Mexico
- * Correspondence: ermanzano@uat.edu.mx

Simple Summary: Hot springs host diverse plant communities that hold ecological and socio-economic significance. This study examined plant diversity in five hot springs located in northeast Mexico, considering climatic factors. A total of 2022 individual plants, belonging to 155 species across 55 families, were recorded. Shrub strata primarily dominated the rosetophyll scrub and low thorn forest, while trees were more prevalent in tropical dry forests. Herbaceous species were the least abundant across all sites. Species richness tended to decrease with elevation, whereas abundance was highest in higher elevations. Plant communities displayed distinct species compositions, featuring 30 indicator species, of which only *Helietta parvifolia* was found in three sites. Elevation and evaporation were significant factors influencing plant abundance, highlighting the unique characteristics of the vegetation and its potential benefits to local communities.

Abstract: Geothermally heated ecosystems experience extreme temperatures and play important ecological, cultural, and socio-economic roles in many environments. They support a diversity of plants that are often used by local communities. This study focused on five hot springs with varying geochemical traits in the northeast of Mexico. The diversity surrounding each hot spring was analyzed along with the impact of climatic factors. In total, we observed 2022 individual plants across 155 species and 55 families. Shrub strata dominated the rosetophyll scrub and low thorn forest, while tree strata were more common in the tropical dry forest; the herbaceous stratum exhibited the least diversity across all sites. A decrease in species richness was observed at higher elevations, while species abundance showed an inverse trend, being highest in the rosetophyll scrub. The plant communities exhibited clear differentiation in species composition with 30 indicator species identified across the five hot springs. Notably, only *Helietta parvifolia* was found in three sites. The variation in plant abundance was linked to elevation and evaporation. Each type of vegetation surrounding the hot springs demonstrates unique characteristics based on plant composition, suggesting that plant diversity may offer significant benefits to the surrounding communities in the northeast of Mexico.



Received: 10 March 2025
Revised: 26 March 2025
Accepted: 1 April 2025
Published: 7 April 2025

Citation: Pantoja-Irys, J.R.; de la Rosa-Manzano, E.; Martínez-Ávalos, J.G.; Guerra-Pérez, A.; Mora-Olivo, A.; Arellano-Méndez, L.U.; Serna-Márquez, R.; Salmerón-Carreño, E.D.; Mujica-Sánchez, H. Diversity of Plant Communities Surrounding the Hot Springs on the Eastern Flank of the Sierra Madre Oriental, Northeastern Mexico. *Biology* **2025**, *14*, 382. <https://doi.org/10.3390/biology14040382>

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Indices and State of Vegetation Health, Obtained with Multispectral Cameras, in Two Thermal Springs of the Sierra Madre Oriental

Leonardo Uriel Arellano-Méndez^{1(B)} , Edgar Daniel Salmerón-Carreño², Víctor Hugo Velázquez-Fierro², Jerjes Rigoberto Pantoja-Irys³, Edilia de la Rosa-Manzano¹, and José Guadalupe Martínez-Ávalos¹

- ¹ Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, División del Golfo 356 Ciudad Victoria, Colonia La Libertad 87019, Tamaulipas, México; luarellano@docentes.uat.edu.mx
- ² Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. Torre 2, Piso 6, Colonia Del Valle Delegación Benito Juárez, Patricio Sanz 03100 Ciudad de México, México; vvelazquez@cam-mx.com
- ³ Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. Texcoco 100, Colonia Satélite Acueducto 64960, Monterrey, Nuevo León, México

Abstract. Multispectral cameras are a useful tool for evaluating cultivated areas, but their use in natural areas is limited. Using vegetation indices generated from multispectral images, obtained with an Unmanned Aerial Vehicle (UAV), the health of the vegetation surrounding the Taninul (mTa) and Mainero Azufroso (mMA) springs (San Luis Potosí and Tamaulipas respectively) was evaluated. Digital images were aligned and interpolated to generate a three-band model (RGB), a digital elevation model (DEM) and an orthomosaic. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) and Green Chlorophyll Index (GCI) was calculated. mTa showed a modified vegetation layer with very healthy vegetation values (0.66 to 1) at the top and dead plants or inanimate objects (−1 to 0) at the bottom and moderately healthy vegetation (0.66 to 0) was observed on the slope (0.33 to 0.66). mMA, located between two slopes, presented intact vegetation with values between moderately healthy (0.33 to 0.66) to healthy (0.66 to 1.00); SAVI presented some empty spaces due more to the reflectance of the images than to altered sites. GCI values were higher for mMA than for mTa (≈1), indicating significant photosynthetic activity. Although it was expected that the presence of the springs would improve the health status of the vegetation, the mTa area showed diseased to moderately healthy vegetation and mMA exhibited dense vegetation and good health. mMA analysis presented more challenges due to slopes in light reflectance, this was moderately corrected by editing the light intensity due to underexposure in the images.

Keywords: Multispectral images · Unmanned Aerial Vehicles · Vegetation Indices · Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) · Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) · Green Chlorophyll Index (GCI), hot spring

This work was supported by the National Council for Humanity, Science and Technology (CONAHCYT) of Mexico (Grant No. FOP02-322161 to ERM).

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2025TC009051>

Tectonics®

Research Article

Crustal Structure and Tectonic Evolution of Early Cretaceous Continental Rift and Its Transition to Oceanic Crust in the Ultra-Deepwater Campos Basin, Southeastern Brazil

Ruth X. Beltran ✉, Paul Mann ✉

First published: 10 January 2026 | <https://doi.org/10.1029/2025TC009051> | [VIEW METRICS](#)

[Read the full text >](#)

[PDF](#) [CITE](#) [TOOLS](#) [SHARE](#)

Abstract

Integration of high-resolution gravity, magnetic, and 3D seismic reflection data provides new insights into the crustal structure and rift evolution of the Campos basin, southeastern Brazil. Gravity modeling and seismic interpretation across a 300 km-wide passive rifted margin delineate three main structural domains: the Internal, External, and Marginal rifts. Continental crust progressively thins from 14 km nearshore to less than 5 km adjacent to oceanic crust. 3D gravity inversion was used to determine Moho depth, crustal thickness, and to define major crustal boundaries. Forward gravity modeling of four crustal types, combined with 3D seismic interpretation, demonstrates that the more seaward Marginal rift is underlain by thinned, intruded continental crust. Seismic profiles show asymmetrical half-grabens, sag sequences, and deformed Aptian evaporites deposited within the Marginal rift adjacent to the oceanic crust. These salt deposits and magmatic features record late-stage rifting of the Marginal rift preceding continental breakup. Comparison of the Campos margin with its conjugate margin in the Kwanza basin of Angola reveals a remarkable structural and stratigraphic symmetry between both margins that indicates synchronous crustal thinning and salt deposition prior to the onset of Albian oceanic spreading. The combined geophysical and structural evidence supports pure-shear rifting of the Early Barremian—Late Aptian, characterized by uniform lithospheric extension, localized magmatic intrusions, and symmetrical basin development that preceded the formation of Albian oceanic crust.



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

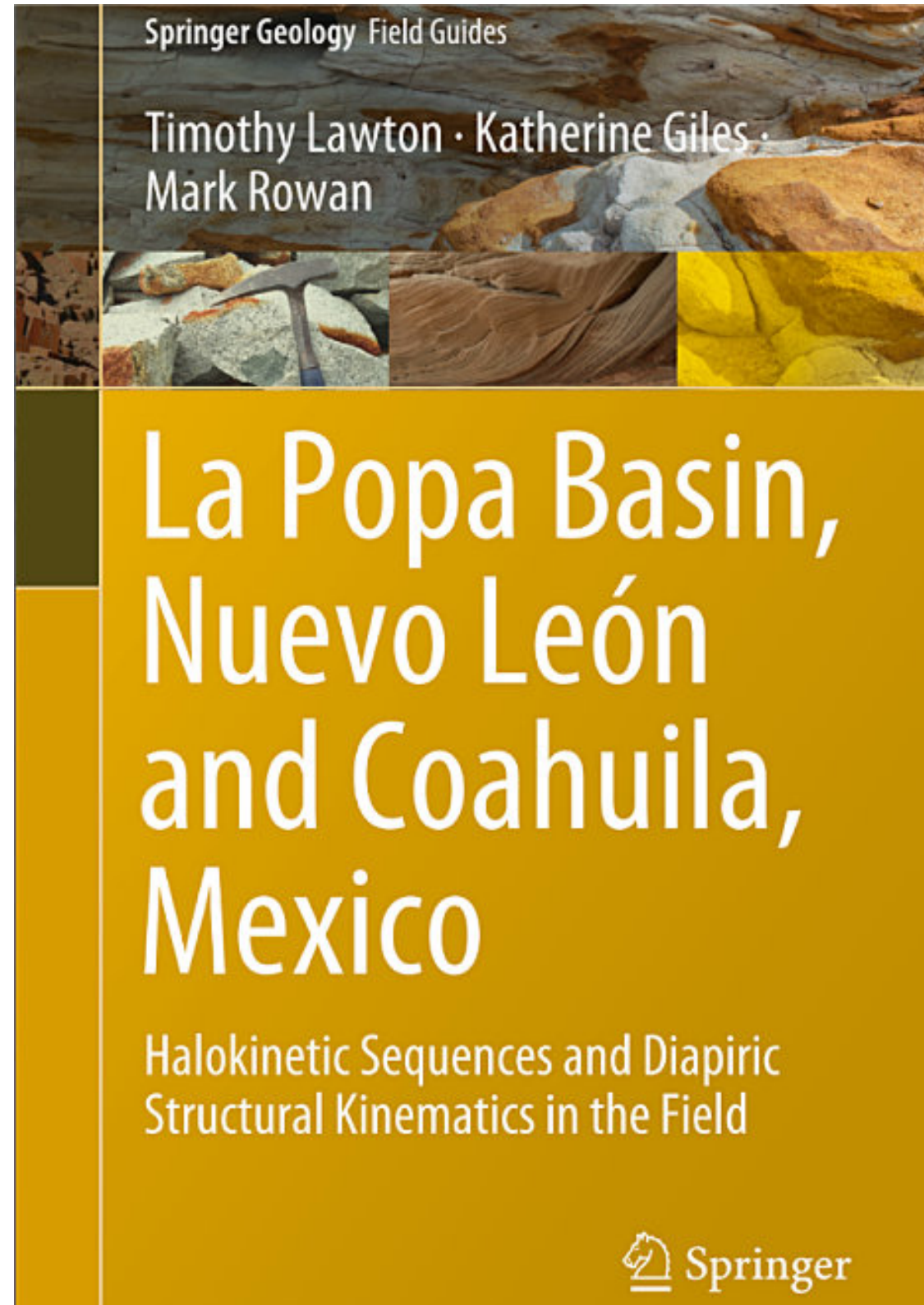
LIBRO RECOMENDADO

http://libros.csic.es/product_info.php?cPath=85&products_id=1725



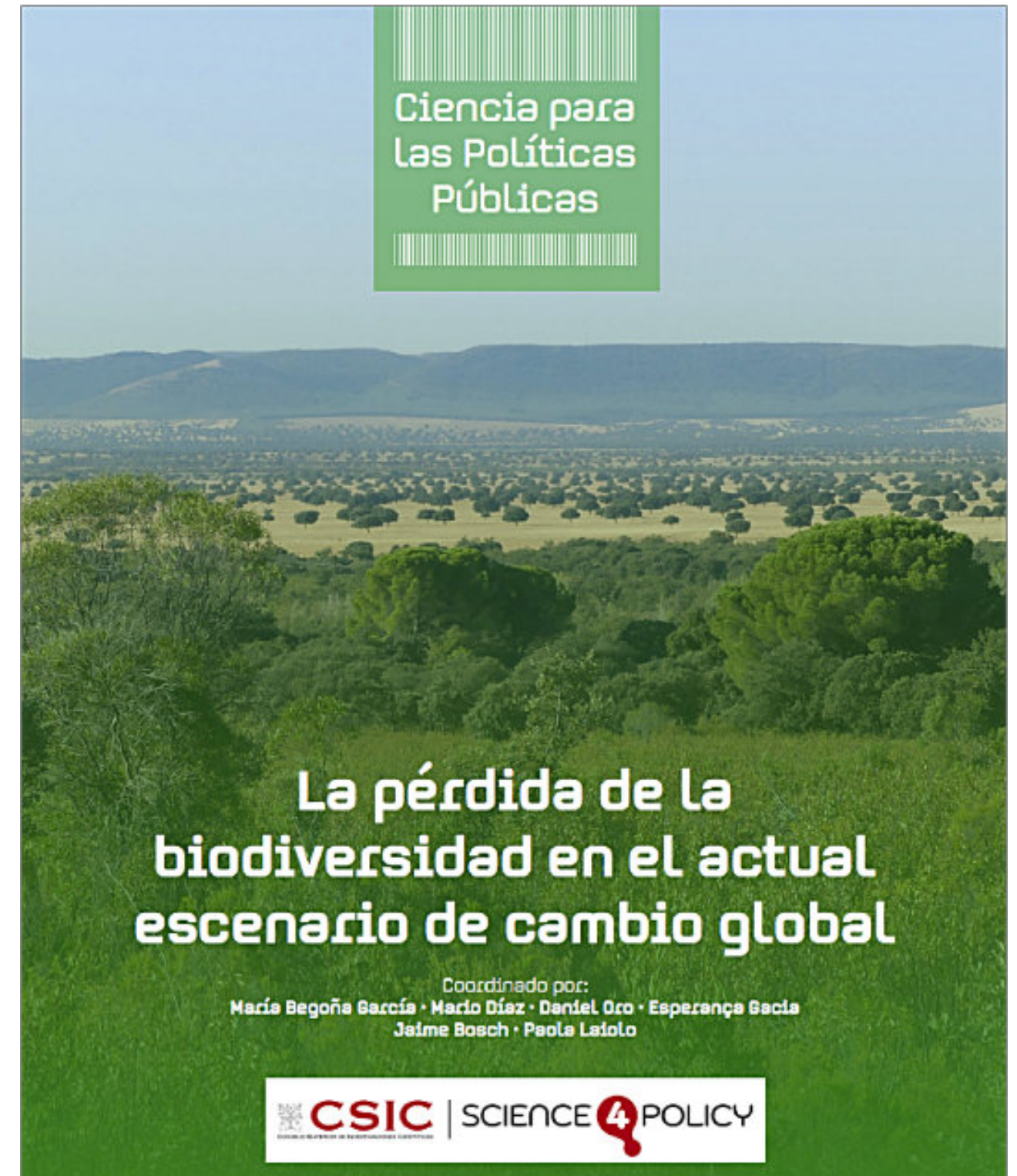
El libro recomendado

<https://www.amazon.com/Popa-Basin-Nuevo-Coahuila-Mexico-ebook/dp/B09C5KDVF9>



El libro recomendado

http://libros.csic.es/product_info.php?cPath=85&products_id=1865



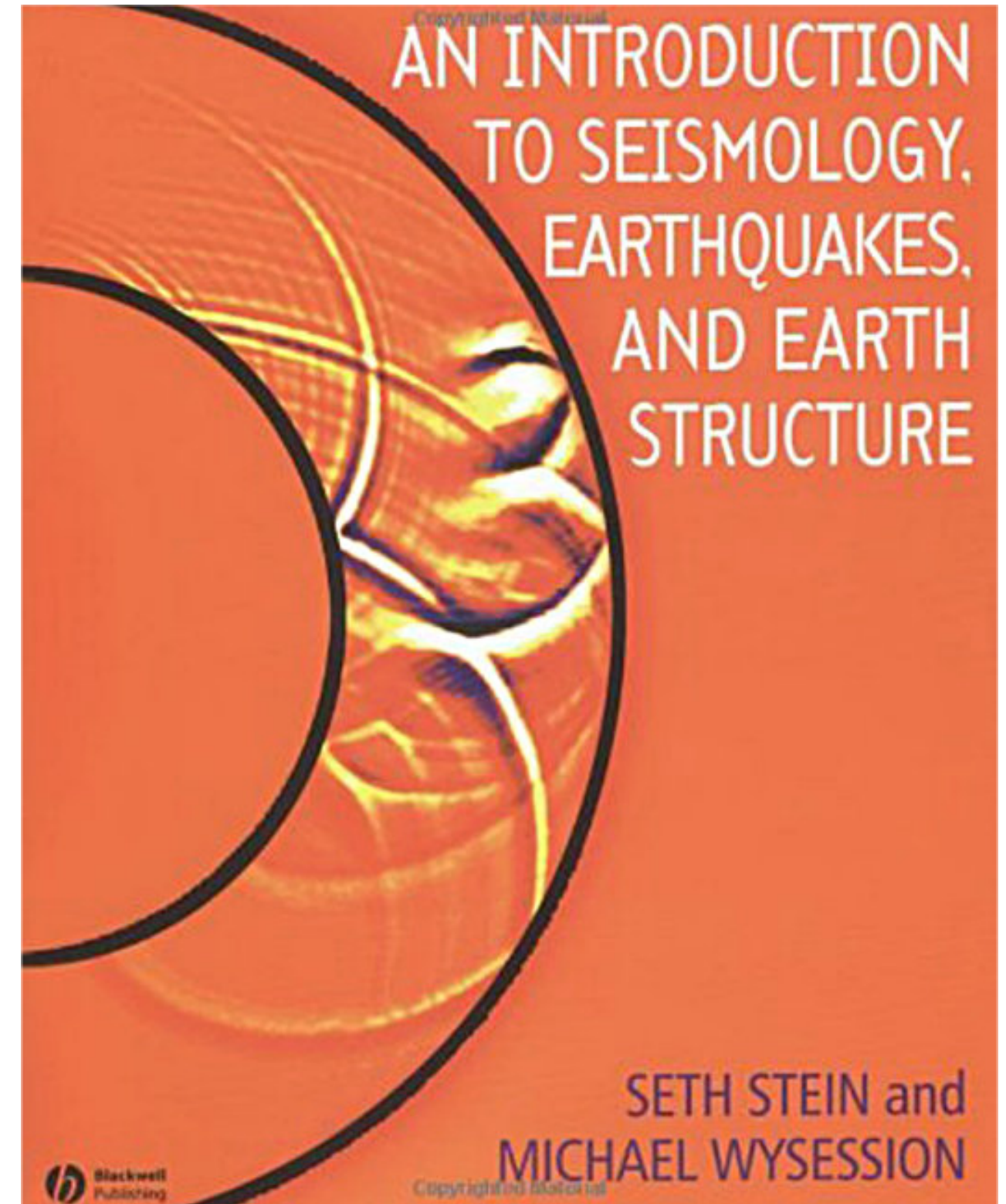
El libro recomendado

http://libros.csic.es/product_info.php?cPath=85&products_id=1855



El libro recomendado

<https://drive.google.com/file/d/1gezMbjFlbCHuvjcB9bcVQinnvUf431te/view>



Sostenibilidad en la transición energética. Los tres auges de las energías renovables.

Natalia Silva Cruz

Colaboradora de la Revista

En nuestros artículos solemos señalar el hecho de que la transición energética, contrario a la creencia popular, no es ni será en el futuro cercano un proceso orgánico. Nuestra sociedad se ha labrado alrededor del aprovechamiento de los combustibles fósiles, y si queremos ser más amigables con el ambiente debemos buscar mecanismos de reducción y captura de emisiones, así como fuentes comparables en términos de conveniencia, acceso, costos, portabilidad, densidad de potencia y densidad energética, esperar que este sistema cambie de forma espontánea es desconocer nuestra historia misma. Durante los últimos 20 años hemos presenciado tres auges en el crecimiento de la participación de las energías renovables en la matriz energética global y en ninguno se ha dado completamente una evolución orgánica. Veamos en qué consistieron estas aceleraciones de utilización de fuentes renovables y cómo agentes o variables que para algunos no deberían ser determinantes, son simplemente decisivos.

1. Auge de 2005 a 2012. Fue la primera gran expansión de renovables en el mundo, sus principales motores fueron la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en 2005 y los altos precios del petróleo. Recordemos que Kioto fue un pacto vinculante, que fue reemplazado años después por el mucho más flexible y laxo Acuerdo de París de 2015. Mientras que en el tratado de 2015 los firmantes se comprometían a crear promesas, en el que entraba en rigor en 2005 se les exigía a los países desarrollados que reconocieran su responsabilidad histórica en los altos niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera y que redujeran sus emisiones en un 5% con respecto a los niveles de 1990. Esto impulsó una serie de políticas tributarias y subsidios estatales que ofrecían generosos incentivos que promovieron enormemente las energías renovables, países como Alemania (mediante el programa *Energiewende*) y España vieron un crecimiento

apresurado del aprovechamiento de fuentes eólicas y solares. Otro aspecto clave fueron los altos precios del petróleo, luego de varios años de crecimiento constante, el barril alcanzó un pico de cerca de 150 dólares en los meses previos a la crisis de 2008, lo que terminó de catapultar las energías renovables. Ahora, este *boom* no se sostuvo porque dependía enormemente de los subsidios y del precio del petróleo, que cayó con la crisis financiera a finales de 2008.

2. Revolución de costos de 2015 a 2019. Por primera vez en la historia algunas iniciativas de energías limpias estaban mostrando márgenes de ganancia positivos, competían con costos menores de nueva generación eléctrica frente a los procesos tradicionales de combustibles fósiles. Durante años anteriores China se consolidó como un gigante en la industria de manufactura de módulos solares eficientes y baratos, de manera que la electricidad que se generaba en 2015 costaba un 16% lo que suponía en 2005 (según datos de la Agencia Internacional de la Energía). Para esta etapa, muchos proyectos renovables no requerían más de importantes incentivos estatales, los mercados se abrieron no solo porque se volvieron lucrativos, sino que lo eran sobre los hidrocarburos.

3. Seguridad energética, del 2022 hasta hoy. Este auge tiene una causa que podemos nombrar de manera simplificada: la guerra. La invasión de Rusia en Ucrania en 2022 es un choque geopolítico del que nos tardaremos años en recuperar, incluso después de que cese la guerra. Europa se vio enormemente afectada puesto que se puso en descubierto lo dependiente que es del gas, carbón, y materiales nucleares rusos, especialmente durante los meses de invierno, en los que la calefacción es indispensable y coincide con la época en la que la generación solar es la mínima a lo largo del año. Debido a esto, la Comisión Europea puso en marcha en mayo de 2022 el plan REPowerEU, cuyo fin es eliminar gradualmente las importaciones de combustibles rusos mediante el ahorro energético, la diversificación y la producción de energías limpias. Durante este auge estamos viendo la implementación de sistemas de almacenamiento energético masivos, expansión de

energía solar a gran escala y la electrificación de procesos asociados al transporte y climatización (bombas de calor, principalmente). El factor geopolítico es determinante y el riesgo de que se vulnere el acceso a la energía es muy alto en regiones tan importantes para la economía mundial como es la Unión Europea. Muy recientemente estalló la guerra involucrando a Irán y a gran parte de la región, y sus efectos en la seguridad energética global se están empezando a notar, lo que podría ser una variable concluyente en la expansión de las energías limpias en el futuro cercano.

La transición energética no es un proceso natural espontáneo, no hemos encontrado la solución única que se ajuste a todas nuestras necesidades. Pero eso no es del todo problemático o imposible de resolver, prácticamente

ninguna revolución energética ha sido orgánica, la implementación de combustibles fósiles estuvo profundamente ligada a presiones políticas, infraestructura pública y fuertes intereses industriales. La inclusión de las energías renovables en la economía requiere en mayor o menor medida de políticas gubernamentales, regulaciones, subsidios, acuerdos internacionales vinculantes e inversiones elevadas público privadas. Si bien el mercado cada día es menos hostil, los consumidores están más informados, la eficiencia de las energías renovables está en crecimiento, y su distribución está aumentando, tenemos todavía un camino complejo por recorrer para conseguir nuestro objetivo de alcanzar unas emisiones netas cero y así controlar el calentamiento global y sus fatídicas consecuencias.

¹IEA. Evolution of solar PV module cost by data source, 1970-2020.

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-solar-pv-module-cost-by-data-source-1970-2020>



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

El rol del Hidrógeno en la transición energética global: tipos, generación y perspectivas para México.

M.C. Luis Ángel Valencia Flores

Editor de la Revista

Resumen

El hidrógeno se ha posicionado como un vector energético fundamental para alcanzar las metas de descarbonización global. Este artículo analiza la clasificación del hidrógeno por colores según su fuente de energía y método de obtención, desde los procesos convencionales basados en combustibles fósiles hasta las innovaciones en hidrógeno verde y blanco. Se explora el panorama internacional de su adopción y la incipiente pero prometedora economía del hidrógeno. Finalmente, se examina el contexto de México, destacando su vasto potencial de recursos renovables y los desafíos regulatorios para consolidar esta tecnología como pilar de su soberanía energética.

Introducción

La crisis del calentamiento global ha impulsado la necesidad de transitar de un sistema basado en combustibles fósiles hacia fuentes de energía limpias y sostenibles. El hidrógeno (H_2), al ser el elemento más abundante del universo y poseer una densidad energética tres veces superior a la gasolina, surge como una solución crítica para sectores de difícil electrificación como el transporte pesado y la industria siderúrgica. No obstante, su impacto ambiental depende enteramente de su proceso de producción, lo que ha dado lugar a una clasificación cromática que define su sostenibilidad y viabilidad económica.

Clasificación y formas de generación del Hidrógeno

La industria clasifica el hidrógeno según el insumo y la tecnología empleada para su obtención:

- **Hidrógeno Gris y Negro/Café:** Son los tipos más comunes actualmente. El gris se obtiene del gas

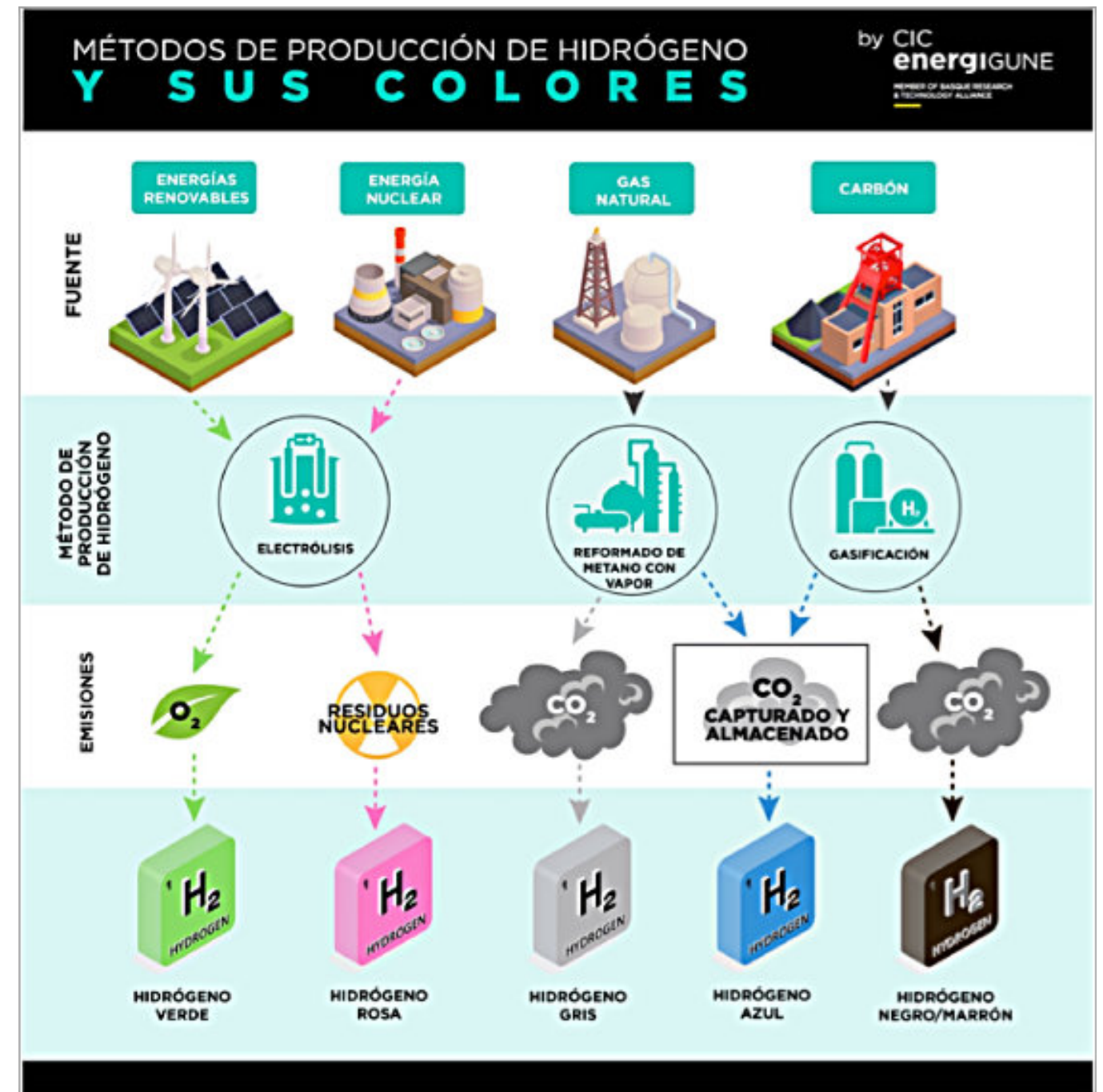
natural mediante el reformado de vapor (SMR), liberando dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera. El negro o café se genera a través de la gasificación del carbón, resultando en una huella de carbono muy elevada.

- **Hidrógeno Azul:** Emplea los mismos procesos que el hidrógeno gris (SMR o gasificación de carbón), pero integra tecnologías de Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono (CCUS) para reducir las emisiones directas entre un 80% y 90%.
- **Hidrógeno Verde:** Se produce mediante la electrólisis del agua utilizando electricidad proveniente de fuentes renovables (solar, eólica, hidroeléctrica). Es el único que garantiza cero emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante su producción.
- **Hidrógeno Turquesa:** Se genera a partir de la pirólisis de metano, donde el carbono se desprende en forma sólida (carbón negro), evitando las emisiones gaseosas de CO_2 .
- **Hidrógeno Rosa/Púrpura:** Utiliza energía nuclear para alimentar el proceso de electrólisis.
- **Hidrógeno Blanco (Natural o Geológico):** Se refiere al hidrógeno que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Se genera por procesos geoquímicos como la **serpentinización** (reacción de agua con rocas ricas en hierro) o la radiólisis del agua.
- **Hidrógeno Naranja:** Es una forma de hidrógeno blanco estimulada artificialmente mediante la inyección de agua en formaciones rocosas adecuadas para acelerar los procesos geoquímicos naturales.

Los tipos de hidrógeno que generan menos emisiones durante su producción son el **hidrógeno verde** y el **hidrógeno blanco (o natural)**.

A continuación se detallan las características de estos y otros tipos de bajas emisiones:

- **Hidrógeno Verde:** Es el tipo más destacado por su sostenibilidad, ya que se produce exclusivamente a partir de energías renovables (como solar, eólica o hidroeléctrica) mediante el proceso de electrólisis del agua. Este método garantiza cero emisiones de gases de efecto invernadero (0 kg CO_2 /MWh) durante su producción, siendo su único subproducto el agua.



<https://cicenergigune.com/es/blog/metodos-produccion-hidrogeno-colores>

- **Hidrógeno Blanco (Natural o Geológico):** Se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, producido por procesos geoquímicos (como la serpentinización) o biológicos sin intervención humana. Su principal ventaja es que **no genera emisiones** de gases que afecten al medio ambiente ni produce residuos peligrosos durante su formación. Su huella de carbono se estima en menos de 1 kg de CO_2 por cada kg de hidrógeno producido, una cifra significativamente menor que la de los métodos basados en combustibles fósiles.

- **Hidrógeno Rosa (o Púrpura):** Se genera mediante electrólisis utilizando **energía nuclear**. Al igual que el verde, no produce emisiones de gases de efecto invernadero, aunque conlleva el manejo de residuos nucleares.
- **Hidrógeno Turquesa:** Se obtiene mediante la pirólisis de metano. En este proceso, el carbono se desprende en forma sólida (carbón negro) en lugar de liberarse como CO_2 a la atmósfera, lo que resulta en cero emisiones directas de gases contaminantes.

En contraste, para resaltar la diferencia en emisiones, los métodos convencionales como el hidrógeno gris (producido a partir de gas natural) emiten unos 11.4 kg de CO₂ por cada kg de H₂, mientras que el hidrógeno café o negro (a partir de carbón) es el más contaminante, emitiendo hasta 27 kg de CO₂ por unidad producida. El hidrógeno azul se sitúa en un punto intermedio, ya que utiliza combustibles fósiles pero integra tecnologías de captura de carbono para reducir las emisiones entre un 80% y 90%

Uso global y países líderes

La adopción de tecnologías de hidrógeno varía significativamente según la madurez tecnológica y los recursos de cada nación:

□ **China y Alemania:** Destacan por su liderazgo en investigación académica y publicaciones científicas sobre hidrógeno natural y verde.

□ **Estados Unidos:** Es líder en el almacenamiento de hidrógeno en cavernas de sal y cuenta con plantas operativas que exploran la sustitución de gas natural por hidrógeno en la generación eléctrica en estados como Nueva York y Ohio.

□ **Unión Europea:** Ha establecido una estrategia integral para 2050, buscando que el hidrógeno represente hasta el 20% de su combinación energética.

□ **Chile:** Se perfila como un referente en América Latina, con el objetivo de tener 25 GW de capacidad de electrólisis para 2030 y convertirse en un exportador global de hidrógeno verde.

□ **Mali:** Fue el primer país en realizar la explotación industrial de hidrógeno blanco para suministrar electricidad a la población de Bourakébougou.

La economía del Hidrógeno y su aprovechamiento a futuro

La economía del hidrógeno se visualiza como un sistema donde el H₂ actúa no solo como combustible, sino como un vector de almacenamiento para gestionar la intermitencia de las energías renovables. Se estima que para 2050 el hidrógeno podría suplir más del 20% de la demanda global de energía, evitando la emisión de 80 gigatoneladas de CO₂.

El aprovechamiento futuro depende de la **reducción de costos** en los electrolizadores y la electricidad renovable. La transición hacia una "Industria 5.0" integrará el hidrógeno con redes inteligentes (smart grids) y gestión energética impulsada por IA para maximizar la eficiencia y reducir la huella de carbono industrial. Asimismo, sectores como la aviación y el transporte marítimo encuentran en los combustibles sintéticos derivados del hidrógeno una ruta viable para la descarbonización.

El futuro del Hidrógeno como fuente de energía alterna para México

México posee condiciones geográficas privilegiadas que lo sitúan como un competidor potencial en este mercado:

- **Potencial de recursos:** El norte del país (Sonora, Baja California) cuenta con una irradiación solar de hasta 6.3 kWh/m² por día, mientras que el Istmo de Tehuantepec ofrece un potencial eólico excepcional de aproximadamente 44,000 MW. Solo el potencial de hidrógeno verde solar en zonas urbanas podría satisfacer 42.6 veces la demanda nacional de hidrógeno de 2020.
- **Hidrógeno Blanco:** Investigaciones recientes sugieren que la Cuenca Salina del Istmo en Veracruz podría albergar acumulaciones de hidrógeno natural de origen orgánico, lo que abriría una nueva frontera energética para el país.
- **Desafíos y estrategia:** A pesar del potencial, el marco legal mexicano es limitado y carece de regulaciones específicas para el almacenamiento y aplicaciones finales como las pilas de combustible. La creación de un Consejo Nacional del Hidrógeno se propone como una estrategia necesaria para vincular a los sectores académico, social y político, y elevar el hidrógeno al rango de alternativa energética sostenible.
- **Proyectos actuales:** Instituciones como el INEEL, la UNAM y el IPN ya desarrollan prototipos de vehículos híbridos de hidrógeno y sistemas de generación solar-hidrógeno.

Países e instituciones líderes en la investigación de tecnologías del Hidrógeno.

Los países y universidades líderes en la investigación de las tecnologías del hidrógeno varían según la especialidad,

pero China y Estados Unidos se consolidan como las potencias dominantes a nivel global.

A continuación se detallan los líderes por categorías según las fuentes:

Países líderes

- **China:** Es el país con la mayor cantidad de investigaciones y contenido bibliográfico generado. En áreas específicas como la integración de hidrógeno y blockchain, lidera con el 24.9% de los artículos mundiales.

- **Estados Unidos:** Se sitúa como el segundo productor de investigación científica en la materia y lidera en aplicaciones prácticas como el almacenamiento en cavernas de sal y plantas operativas de hidrógeno.

- **Otros países destacados:** El Reino Unido, Canadá y Alemania completan el grupo de naciones con mayor producción académica. En América Latina, Chile destaca por su ambiciosa estrategia nacional y objetivos de exportación.

Universidades e instituciones académicas

Las organizaciones chinas dominan los rankings por volumen de publicaciones, mientras que instituciones de Singapur, Europa y América del Norte lideran en impacto y avances técnicos:

> **Líderes en China:** Destacan la Chinese Academy of Sciences, la China University of Geosciences, el Research Institute of Petroleum Exploration and Development y la China University of Petroleum (tanto en sus campus de Beijing como del Este de China).

> **Líderes en el resto del mundo:**

1. **Nanyang Technological University (Singapur):** Cuent con el autor más prolífico en investigaciones de energía y nuevas tecnologías vinculadas al hidrógeno.
2. **CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en Francia:** Es una de las afiliaciones más importantes a nivel global en geociencias y producción de hidrógeno.
3. **Universidad de Pau (Francia) y Universidad de Colorado (EE. UU.):** Son reconocidas por sus avances significativos en la investigación de **hidrógeno blanco** o natural.
4. **Karlsruher Institut für Technologie (Alemania):** Participa activamente en análisis económicos y de almacenamiento geológico.

5. **Indian Institute of Technology (India):** Lidera estudios de viabilidad y capacidad de almacenamiento en el sur de Asia.

Conclusiones

El hidrógeno representa una oportunidad transformadora para la seguridad energética global y la mitigación del cambio climático. Mientras el hidrógeno verde avanza hacia la competitividad de costos, el descubrimiento de yacimientos de hidrógeno blanco promete ser un cambio de paradigma adicional. Para México, capitalizar sus recursos renovables y explorar su potencial geológico requiere de una voluntad política que traduzca las metas ambientales en una legislación firme y coherente que incentive la inversión y la infraestructura necesaria para la cadena de valor del hidrógeno.

Referencias

Alaswad, A., Baroutaji, A., Achour, H., Carton, J., Al Makky, A., & Olabi, A. G. (2016). Developments in fuel cell technologies in the transport sector. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(37), 16499–16508. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.164>

Avalos Rodríguez, M. L., Alvarado Flores, J. J., Alcaraz Vera, J. V., Rutiaga Quiñones, J. G., & Espino Valencia, J. (2018). The legal regulation of the H₂ as a strategy for public policy in Mexico from the consolidation of the National Council of the hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(45), 20352-20361. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.214>

Blay-Roger, R., Bach, W., Bobadilla, L. F., Ramirez Reina, T., Odriozola, J. A., Amils, R., & Blay, V. (2024). Natural hydrogen in the energy transition: Fundamentals, promise, and enigmas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113888. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113888>

Hanson, J., & Hanson, H. (2024). Hydrogen's organic genesis. *Unconventional Resources*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.uncres.2023.07.003>

Khazaei, M., Gholian-Jouybari, F., Davari Dolatabadi, M., Pourebrahimi Alamdari, A., Eskandari, H., & Hajiaghaei-Keshteli, M. (2025). Renewable energy portfolio in Mexico for Industry 5.0 and SDGs: Hydrogen, wind, or solar? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 213, 115420. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115420>

Palacios, A., Koon Koon, R., Castro-Olivera, P. M., Miranda-Flores, G., Taylor, L., & Córdova-Lizama, A. (2024). Pathways to hydrogen production through variable renewable energy capacity: A study of Mexico and Jamaica. *Energy Conversion and Management*, 311, 11848 <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118483>



Luis Ángel Valencia Flores (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 25 años de experiencia. Ha trabajado en el Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, Facultad de Ingeniería de la

Secretaría de Energía (SENER). (2021). *Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2021-2035 (PRODESEN)*. Gobierno de México.

Silva Perdomo, M. I. (2022). *Regulación del hidrógeno en México* [Tesis de Especialidad, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Digital UNAM.

World Energy Council. (2021). *Working Paper: Hydrogen on the horizon: National hydrogen strategies*. <https://www.worldenergy.org/publications/entry/working-paper-hydrogen-on-the-horizon-national-hydrogen-strategies>

UNAM, actualmente es académico del Instituto Politécnico Nacional (posgrado y licenciatura) donde imparte asignaturas especializadas en la caracterización de yacimientos petroleros. Es estudiante del Doctorado en Energía en el IPN, especializándose en la exploración de Hidrógeno Natural y fuentes alternas de energías.

luis.valencia.11@outlook.com
lvalenciaf@ipn.mx

EL CULTO AL DIOS SETH, CREÓ LA MÁS ANTIGUA COLECCIÓN DE FÓSILES DE LA HISTORIA

JHONNY E. CASAS^{1,2}

¹ Escuela de Geología, Minas y Geofísica; ² Escuela de Petróleo, Universidad Central de Venezuela



INTRODUCCIÓN

Seguramente muy pocos científicos han oído hablar de los huesos de hierro del dios Seth, encontrados en Qau el-Kebir. Los antiguos egipcios recolectaron durante mucho tiempo, fósiles de hipopótamos gigantes, cocodrilos, jabalíes, caballos, y búfalos que habían encontrado en algún lugar del desierto. Los fósiles estaban ennegrecidos, probablemente permineralizados por fosfatos, sulfuros u óxidos de hierro, y fueron trasladados hace un poco menos de 4000 años a Qau el-Kebir (Figura 1), en la orilla oriental del Nilo, donde fueron reverenciados como elementos sagrados, envueltos en finas telas de lino y enterrados. Qau el-Kebir era en la época el centro de un culto dedicado al dios Seth, y la mayoría de los fósiles colectados eran huesos de hipopótamos prehistóricos, animal a menudo asociado con la figura del dios. Los huesos fosilizados, increíblemente duros, habrían coincidido con su creencia de que este dios tenía huesos hechos de hierro. Se cree que atribuyeron a los restos un significado religioso definitivamente asociado a Seth, debido al trabajo y el cuidado necesarios para transportarlos y enterrarlos en tumbas dentro de la necrópolis de Qua el-Kebir.

HACE 4000 AÑOS

Desde tiempos inmemoriales, los antiguos egipcios consideraban sagrados a algunos animales, como símbolos y expresión de divinidad. Hace cerca de 4000 años, probablemente algún sacerdote egipcio caminaba cerca de la orilla del Nilo, o por el desierto cercano, cuando una tormenta de arena o un fuerte viento

desplazó las arenas del desierto, exponiendo y dejando a la vista un gran secreto oculto, una revelación asombrosa bajo dichas arenas: los huesos duros y negros como la brea de lo que parecía un monstruo gigantesco. Asomando, brillaban huesos oscuros como la noche y pesados como el hierro. El sacerdote creyó haber encontrado el cadáver del dios Seth.

Para entender este concepto, hay que recurrir a la anatomía divina. La tradición religiosa egipcia sostenía que sus dioses eran seres de esplendor y perfección, caracterizados por tener piel de oro y huesos de plata. Esta imagen de seres luminosos contrastaba drásticamente con Seth, el señor de la oscuridad y el desorden. Este dios rechazado y tumultuoso, regente del desierto y las tormentas, se diferenciaba del resto del panteón de dioses egipcios, en que su estructura ósea, en lugar de ser de metal noble, se describía en los relatos ancestrales como de hierro negro. Los fósiles hallados no eran huesos normales, ya que pesaban como rocas y eran de un color negro azabache brillante. Para los antiguos sacerdotes, el hallazgo de estos huesos era la prueba irrefutable de que los mitos eran reales. Los denominados «huesos de hierro» pertenecientes a Seth, estaban en sus manos.

La índole destructiva del dios Seth, el verdugo de Osiris, exigía un material óseo a su altura. Sus huesos estaban hechos de un compuesto que los egipcios denominaron bi-n-pt («metal del cielo»), un término que sabemos hoy día, hace referencia al hierro de origen meteorítico. Por esta razón, al descubrir osamentas de gran tamaño

y coloración negra en las regiones desérticas, los egipcios asumieron que se trataba de los vestigios corporales de Seth (Oliver 2020).



Figura 1. Mapa de ubicación de Qau el-Kebir, así como otros puntos de interés a lo largo del río Nilo. Fuente: Google Earth.

Se estima que durante la XII dinastía, aproximadamente entre el 1990 y el 1785 a. C., un total de aproximadamente dos o tres toneladas de pesados fósiles de color oscuro, casi negro, fueron trasladados a un santuario (Mayor 2000). Desde su desconocido lugar de origen, estos fósiles fueron transportados a través de kilómetros de terreno áspero, solo para volver a ser enterrados. Debió de sentirse como un acto sagrado, ya que requirió un esfuerzo increíble mover todos esos huesos, así como todo un equipo de personas, que debió de estar involucrado en el proceso de organización y traslado.

Su destino, una necrópolis excavada en la roca cerca de Qau el-Kebir (Figura 1). Este no era un lugar cualquiera, era el epicentro del culto a ese dios, ubicado a la sazón

en Qau el-Kebir (Anteaópolis en la época grecorromana), una ciudad dedicada completamente a Seth (Oliver 2020), dios de la oscuridad, las tormentas y la confusión. Era el señor de la tierra negra; una fuerza monstruosa y maligna que a menudo se dibujaba con la apariencia de un monstruo, a veces con el cuerpo de un hipopótamo, a veces con la cabeza de un animal mítico desconocido, con hocico largo, curvo, orejas largas y delgadas.

Sin duda, los huesos fueron llevados allí a propósito. Fuera lo que fuera, lo que los egipcios creían haber encontrado, estaban seguros de que pertenecía al dios del caos y estaban dispuestos a hacer cualquier cosa para llevárselos, ya que los restos eran dignos de todo su respeto y adoración. Quizás, los antiguos egipcios pensaron que, al reconocer restos fosilizados humanos, combinados junto a los de hipopótamos gigantes, era muy lógico asumir en su concepto, que todos provenían del mismo ente: los restos de Seth, el dios mitad humano, mitad animal.

Además, las tumbas de Qau el-Kebir no eran solo el lugar de culto de Seth, ni simples tumbas improvisadas, construidas para la ocasión; pertenecían a un antiguo lugar de descanso de poderosos señores egipcios de esa región, construidos al menos desde la primera dinastía (Brunton 1927), aproximadamente en el período 3100-2890 a. C. Era un lugar de veneración para difuntos antiguos; un lugar digno para el descanso eterno de los huesos de un dios o en realidad, el de unas criaturas que, hace miles de años, habían reinado sobre las tierras que se convertirían posteriormente en Egipto. Allí, les dieron a los huesos fosilizados un entierro digno de la realeza. Los envolvieron en finas telas de lino y los colocaron en tumbas, donde fueron finalmente enterrados junto a valiosos objetos de marfil reciente, así como restos modernos de hipopótamos (Brunton 1930).

¿QUIÉN ERA SETH?

Seth, o Set (Sutekh), era una de las deidades más destacadas del panteón del Antiguo Egipto, asociado con la guerra, el caos, las tormentas, la violencia y los pueblos extranjeros. Era hijo de Geb (dios de la tierra) y Nut (diosa del cielo), y hermano de Osiris, Isis y Neftis, siendo esta última también su esposa. Aunque es conocido por su papel antagónico en mitos posteriores con Horus y su hermano Osiris (Gad 2021).

La representación física de Seth era única, ya que no se basaba en un animal real conocido. En su lugar, se le representaba con una criatura mítica conocida como el «Seth el animal», que poseía un cuerpo similar al de un cánido, orejas largas y una cola bifurcada (Figura 2). Se ha sugerido que esta figura podría haber sido una combinación simbólica de características de varios animales, como hipopótamo, asno, galgo, zorro o cerdo hormiguero. Este distintivo animal simbolizaba la naturaleza inusual y a veces caótica del dios. En muchos relieves, papiros e inscripciones, Seth también aparece representado como un hipopótamo (Rhys 2023).

Seth fue venerado desde la época predinástica y el Período Arcaico (3150-2686 a. C.), donde inicialmente se le consideraba un dios benévolo, cuyas asociaciones con la violencia y el desorden eran vistas como fuerzas necesarias para mantener el equilibrio en el mundo y el orden cósmico (Gad 2021). Su papel como dios-héroe se destacó en su labor de proteger la barca solar de Ra durante su peligroso viaje nocturno por el Inframundo. Allí, Seth luchaba contra Apofis, la serpiente del caos, garantizando el renacimiento diario del sol. Sin embargo, con la llegada del Imperio Nuevo, el enfoque del mito de Seth se desplazó, y sus atributos caóticos y destructivos pasaron a ser los más enfatizados (Rhys 2023).

Durante el Imperio Nuevo, la relación de Seth con su hermano Osiris se convirtió en una de profunda rivalidad y celos. Seth envidiaba el éxito y la adoración a Osiris, y deseaba su trono. Sus celos se intensificaron cuando su propia esposa, Neftis, se disfrazó de Isis para seducir a Osiris, dando como resultado el nacimiento del dios Anubis (Rhys 2023). Buscando venganza, Seth planeó un engaño. Mandó construir un cofre de madera bellamente adornado que encajaba perfectamente con las medidas de Osiris. Durante una fiesta, Seth invitó a sus comensales a un concurso, desafiándolos a ver quién cabía en el cofre. Osiris lo intentó y encajó a la perfección, Seth y sus cómplices cerraron rápidamente la tapa, arrojando el cofre sellado al río Nilo, y usurpando el trono de su hermano (Rhys 2023).

Tras el asesinato de Osiris por Seth, su esposa Isis lo buscó incansablemente hasta encontrar el cofre en Biblos y traerlo de vuelta a Egipto. Sin embargo, Seth descubrió el regreso de su hermano y, en un acto de ira, desmembró el cuerpo de Osiris, esparciendo los pedazos por todo Egipto (Rhys 2023). Isis logró recuperar la mayoría de las partes y usó su magia para

devolver la vida a Osiris. Aunque incompleto e incapaz de gobernar el mundo de los vivos, Osiris fecundó mágicamente a Isis con su hijo, Horus, antes de partir para convertirse en el gobernante del Inframundo. Horus crecería para desafiar a Seth y reclamar el trono de Egipto (Rhys 2023).

Siendo venerado en gran parte de Egipto, su culto alcanzó un punto culminante durante el Imperio Nuevo (1550-1070 a. C.), especialmente con faraones poderosos como Seti I, quien tomó su nombre y Ramsés II (Figura 2), que lo elevaron como una deidad central, construyendo templos en su honor, debido a que la familia Ramesida era originaria de un centro de culto a Seth (Abdelhafez 2024). A pesar de esto, con el tiempo, el concepto de la realeza se asoció más estrechamente con el dios Horus (Figura 2), por lo que los faraones posteriores se identificaron como descendientes y protegidos de Horus, desplazando la influencia original de Seth como dios-héroe. A pesar de estos cambios, Seth siguió siendo un dios multifacético y duradero que influyó significativamente en la cultura y la cosmovisión egipcia desde sus inicios (Rhys 2023).

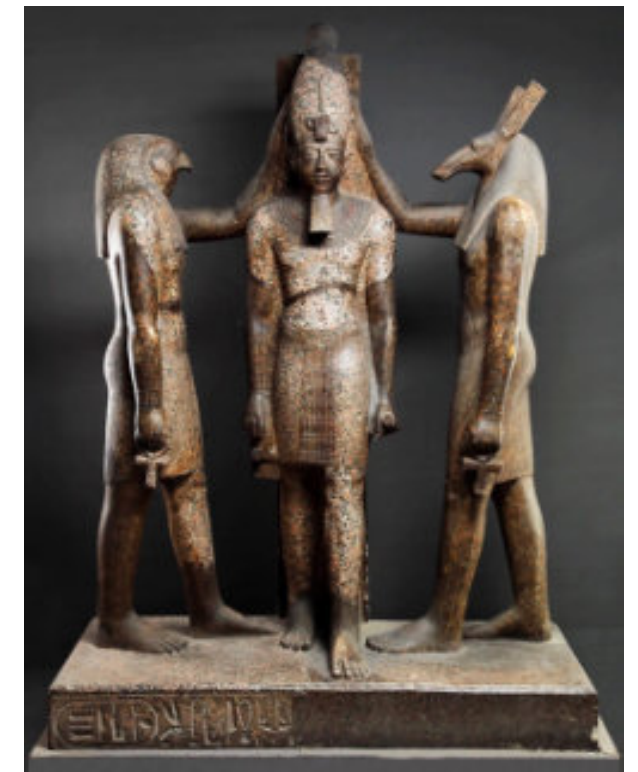


Figura 2. Estatua en granito rojo representando al faraón Ramsés II, ubicado entre los dioses Seth (derecha) y Horus (izquierda). Imperio Nuevo. Tamaño: 1,69 metros de altura. Fuente: Museo Egipcio.

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=753995873588558&id=100069344553975&set=a.103561351965350>

EL DESCUBRIMIENTO

Durante la campaña arqueológica 1922-1923 (diciembre-abril), el egiptólogo y arqueólogo inglés Guy Brunton (1878-1948), patrocinado por el British School of Archeology in Egypt, reportó lo que él denominó inicialmente huesos mineralizados (Brunton 1927), amontonados en un antiguo pozo funerario ubicado en Qau el-Kebir, relacionándolo con la existencia de santuarios del dios Seth tanto en Qau, como en Matmar, ubicados en el centro de Egipto. Esto sugería para Brunton que estos grandes huesos fósiles pudieran haber sido venerados como reliquias sagradas y por ende enterrados ceremonialmente (Casas 2026).

Motivado por este hallazgo inexplicable en tumbas del Antiguo Imperio, el eminente egiptólogo Sir William Flinders Petrie (1853-1942), colega y jefe de la expedición de Brunton, y al mismo tiempo director del British School of Archeology in Egypt, decidió viajar a Egipto y personalmente dirigir la campaña del año siguiente (Petrie 1932), la cual ocurrió entre diciembre 1923 y abril 1924. Petrie hizo otro hallazgo que lo dejó perplejo, descubriendo un segundo grupo de fósiles amontonados en otras tumbas también en Qau el-Kebir (Figuras 3 y 4). Le impresionó especialmente que muchos de los huesos fosilizados fueron cuidadosamente envueltos en lino y colocados dentro de las tumbas excavadas en la roca.

El 4 de julio de 1924, Flinders Petrie (Figura 5) inicia una exhibición de antigüedades egipcias en el University College de Londres. En el catálogo de la exhibición, Petrie describe que una gran cantidad de huesos petrificados fue hallada por su excavación en la necrópolis de Qau el-Kebir siendo al parecer en su mayoría pertenecientes a hipopótamos, aunque menciona también rinocerontes y un extinto cocodrilo de nariz larga. Petrie escribe: *They placed a quantity of the bones in each of the rock tombs, and in some cases small packets of the bones tied up in cloth, are found in tombs ... Beside hippopotamus there is the rhinoceros, the extinct long-nosed crocodile and other animals.* Luego clasifica los huesos según su aspecto y trata de relacionarlos con la sedimentología de los estratos que posiblemente los contenían. En el primer grupo, los describe como los más antiguos, completamente petrificados, de color negro y pulidos, asumiendo que esto se debe a haber sido transportados largas distancias en capas torrenciales, seguramente desde las montañas graníticas orientales (*These bones are of four periods; the oldest are completely petrified, black,*

polished by rolling long distances in torrent beds, doubtless from the eastern mountains). Luego describe un segundo grupo de huesos que «aparentan no estar tan petrificados», igualmente de color negro, con hierro, y sin mostrar signos de transporte. Interpreta que este segundo grupo de huesos también es antiguo, y probablemente provino del estrato donde fueron originalmente sedimentados. Luego describe un tercer y cuarto grupo, constituidos por huesos mucho más modernos, manchados por óxidos de hierro, así como huesos de animales muy recientes. Por último, Petrie hace una observación muy perspicaz, describiendo guijarros de feldespato y cuarzo que observó atrapados entre los huesos transportados y pulidos del primer grupo, especulando que podrían provenir de capas de grava y conglomerados fosilíferos. El arqueólogo finalmente relaciona estos guijarros y conglomerados con un estrato de cerca de 80 pies de espesor, algunas de cuyas secciones en dicha época, todavía podían ser encontradas en Qau el-Kebir, infrayacente a capas de lodo del Nilo (Petrie 1924).



Figura 3. Vista de algunas tumbas cavadas en las rocas de la necrópolis de Qau el-Kebir (1905). Fuente: Archivo fotográfico del Museo Egipcio de Turín.
<https://archiviofotografico.museoegizio.it/en/archive/qau-el-kebir-and-hammamiya/rock-cut-tombs-of-qau-el-kebir/tomb-7-of-uahka-i-and-nearby-areas/?photo=B00882>

En su libro acerca de las tumbas de Qau, Petrie (1930) describe que la interrogante de los hallazgos previos de huesos mineralizados de animales, hechos por Brunton en 1922, se aclararon al encontrar nuevos depósitos, también de grandes huesos oscuros, principalmente de hipopótamo, envueltos en lino, pero colocados en otras tumbas, lo que lo convertía en un fenómeno generalizado. Mencionó que los huesos fueron examinados en enero de 1923, por Douglas E. Derry

(1874-1961), un profesor de anatomía y arqueólogo, que trabajaba en el Cairo Medical School, y que sería conocido por ser el primero en analizar la momia de Tutankamón (1926). Derry se encontraba de visita en Qau el-Kebir, pero no hay registros o detalles de su análisis. Luego los fósiles encontrados por Petrie, fueron cuidadosamente empacados por él mismo, con ayuda de la arqueóloga inglesa Gertrude Caton-Thompson (1888-1985), dejando atrás todos aquellos ejemplares de inferior calidad o preservación.



Figura 4. Vista de la montaña donde se encuentra excavado el complejo funerario de Qau el-Kebir. Fuente: Expedición Qau el-Kebir de la Universidad de Alcalá (España)
<https://www.facebook.com/61568719163378/posts/the-nomarchs-preference-for-qaw-as-the-location-of-their-funerary-complexes-can-/122107350980623972/>

La descripción narrada por Petrie (Figura 5), en su publicación para la zona Wahka B, tumba No. 18 (Figura 6), fue la siguiente: *There were also found, scattered in the tombs, various bones of hippopotamus, mineralized, like those in the two large deposits which we discovered. Some of these bones were still wrapped in cloth, showing the attention which had been paid to them. They were, no doubt, looked on as relics of the animal there sacred to Set* (capítulo IV, p. 10-11). Petrie (1930), también hace mención que la tumba No. 18, antes de su propia campaña de excavación y limpieza de 1923-1924, había sido revisada parcialmente por una expedición anterior italiana. Muy probablemente se trate de la excavación hecha por el arqueólogo italiano Ernesto Schiaparelli (1856-1928), durante la campaña 1905-1906 en el área de Hammamiya y Qau el-Kebir (Figura 3). En efecto, Welvaert (2002), menciona que originalmente los grandes huesos fósiles de hipopótamos localizados en las tumbas cercanas a Qau el-Kebir, ya habían sido descubiertos por Schiaparelli, aunque nunca fueron publicados los resultados de esa expedición.

En su publicación de 1932, Petrie hace un análisis exhaustivo de las tumbas por él excavadas y menciona que las que contenían los huesos fosilizados de hipopótamos, correspondían a la XII dinastía del Imperio Medio, la cual hoy día se considera dentro del periodo 1990-1786 a. C.

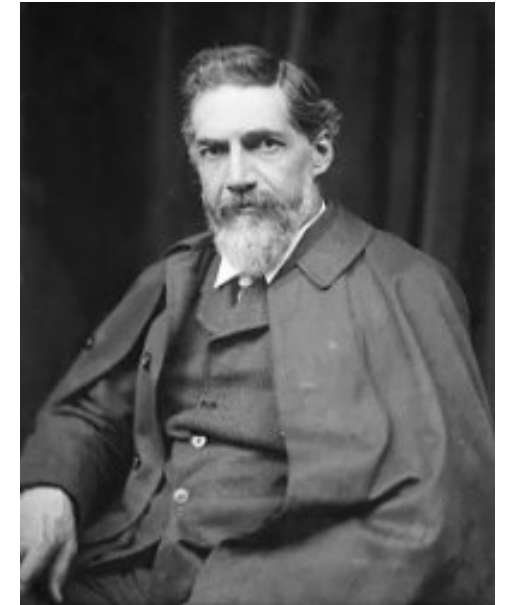


Figura 5. Fotografía de Sir William Matthew Flinders Petrie (1921). Fuente:
https://en.wikipedia.org/wiki/Flinders_Petrie#/media/File:Flinders_Petrie.jpg

Posteriormente, en una segunda publicación de Brunton (1930), específicamente en el capítulo X, nos describe el depósito de huesos por él hallado en la primera expedición, su contenido, y algunas otras estimaciones, con el siguiente texto: *In Cemetery 400 at Qau was a stairway tomb of the Second Dynasty ... The chief interest of the discovery lay in the great mass of animal, and even human bones, mostly heavily mineralised, which had been thrown pell mell into the mouth of the tomb ... The bone deposit lay at a depth of over four feet from the surface. It is difficult to estimate the amount of this, but there were probably as much as two or three tons of bones. These were mainly of hippopotami, and often large and heavy* (capítulo X, p. 18).

La mayoría de los fósiles eran grandes huesos de hipopótamo, pero también se encontraron restos de cocodrilos, jabalíes, caballos y búfalos gigantes extintos (Mayor 2000), que habían vivido en el valle del Nilo, pocos miles de años antes. Junto a esos restos, también hallaron algunos cráneos y extremidades fosilizadas de

seres humanos. La mayoría de los fósiles se caracterizaban por ser extremadamente densos y pesados, de coloración oscura y presentar una superficie muy pulida. La expedición de Brunton, con la ayuda de su esposa Winifred, y del también arqueólogo James Leslie Starkey (1895-1938), dedicó seis semanas a la organización de la gran cantidad de restos fósiles encontrados en Qau (Brunton 1930).



Figura 6. Vista de la montaña en la zona Wahka B, y la entrada a la tumba No. 18, donde Flinders Petrie encontró gran cantidad de huesos fósiles de hipopótamo, Qau el-Kebir. Fuente: Petrie (1930)

Acerca de la descripción del grupo de tumbas del Nuevo Imperio en Qau el-Kebir, Brunton (1930) menciona un fragmento de una estela de calcita de la tumba 400 (Figura 7) entre los objetos sueltos, que relaciona la presencia de los huesos fosilizados de hipopótamos, con el culto a Seth: *The five columns of inscription are unhappily almost illegible. The name of Set is mentioned; and this evidence that the hippopotamus was revered in the locality is of especial interest as it throws light on the reason for the extraordinary collections of hippopotamus bones.* Tanto Brunton como Petrie conjeturaron que los egipcios posiblemente rendían culto a estos huesos negros, creyendo que eran los despojos mortales de Seth, la deidad de la oscuridad (Casas 2026).

Más adelante en el texto, Brunton (1930) continúa describiendo: *Why these mineralised bones and these ivories were dumped in this way can be guessed. The*

vast majority of the bones are of hippopotami; the ivory is, for the most part, hippopotamus ivory. We know that this animal was an object of adoration here in the XIXth dynasty. Luego continúa su disertación acerca del origen sagrado de estos cuantiosos depósitos y de como probablemente se relacionaban con el dios Seth, escribiendo: We may then imagine that the Egyptians thought it reverent to inter any of the sacred bones which might happen to be found, and allotted two pits at least for their reception ... No distinction was drawn between those of the hippopotamus and those of other animals; all these heavy black bones were considered to be those of Set. Fresh bones were also placed here; the skull of a hippopotamus, complete with lower jaw in articulation, is evidence of this ... thrown into special pit provided for the holy remains (capítulo X, p. 20).

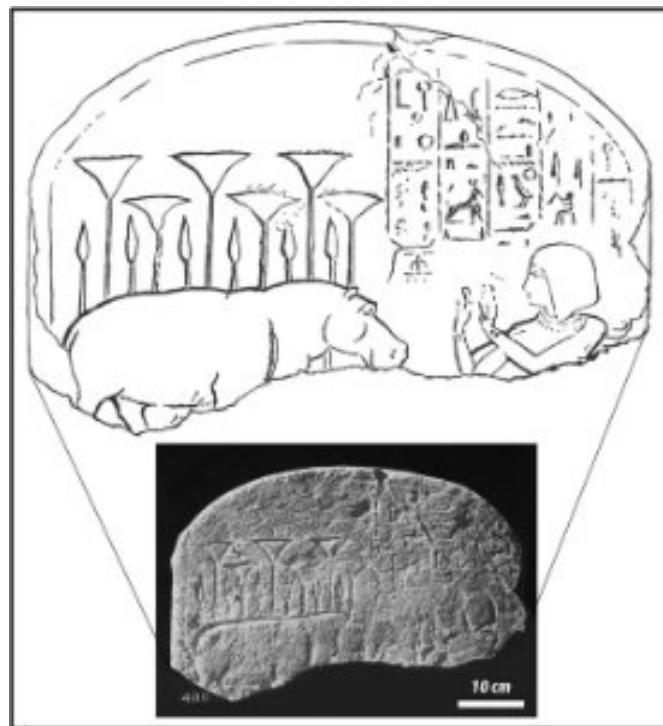


Figura 7. Fragmento de una estela mostrando al alcalde de Qau el-Kebir, adorando al dios hipopótamo Seth. Fuente: Modificado de Brunton (1930).

Interesante mencionar las memorias de Gertrude Caton-Thompson (Figura 8), quien se unió a la excavación de Petrie en enero de 1924 en Qau el-Kebir. Gertrude ocupó como alojamiento temporal en el campamento base, una de las tumbas abiertas de la IX dinastía, la cual según nos narra compartió con una familia de cobras a las cuales no molestó, ni la molestaron. Al arribo de la arqueóloga, una gran cantidad de muy pesados huesos mineralizados, se encontraban apilados en una terraza externa en espera

de etiquetado y empackado, tarea que rápidamente emprendió (Cate-Thompson 1983). A medida que avanzaba la clasificación, comenzaron a encontrarse más fragmentos de huesos humanos, de especial interés para el antes mencionado arqueólogo D. Derry, a quien Gertrude apoda en sus memorias el «Profesor». Derry estaba convencido de que los huesos fósiles habían sido arrastrados en tiempos Cuaternarios desde el Desierto Este a través de un wadi (valle de un río normalmente seco, excepto en la estación lluviosa) cercano al campamento. Petrie accedió al requerimiento de Caton-Thompson de explorar aguas arriba el wadi, hasta llegar a su fuente, a unos 29 kilómetros de distancia. La arqueóloga fue provista de un guía local y tres camellos para emprender esta expedición de tres días. A medida que subían, el wadi se estrechaba y aparecían terrazas de grava en sus flancos, hasta llegar a su cabecera con una profunda y estrecha garganta. Ya para ese punto, Gertrude menciona en su diario que estaba convencida de que los fósiles no provenían de esa región (Cate-Thompson 1983).



Figura 8. Caton-Thompson en un Ford-T en el campamento de Qasr el-Sagha Fuente: Wendrich (2007).

De regreso en el campamento, Petrie estuvo contento con el esfuerzo de la arqueóloga, pero no quedó convencido del resultado, manifestando su deseo de que en la siguiente temporada de excavaciones (1925), algún geólogo lograra encontrar los yacimientos paleontológicos originales de donde provenían estos fósiles. Petrie hizo arreglos para que durante el invierno del período 1925-1926, el geólogo y antropólogo inglés Kenneth S. Sandford (1899-1971), emprendiera una extensa misión de exploración geológica de las terrazas del Valle del Nilo (Petrie 1930), cubriendo un área de aproximadamente ochocientos kilómetros alrededor de Qau (Mayor 2000).

Kenneth Sandford inició su misión de exploración geológica por invitación del British School of

Archaeology in Egypt, a través de la figura de Petrie, y durante ese tiempo hizo trabajo de campo tanto geológico como paleontológico, desde la región de Luxor hasta más al norte de Qau el-Kebir, usando como transporte: camellos, un Ford Modelo-T (Figura 9), y en la parte fluvial una embarcación típica local denominada faluca (Sandford 1934). A pesar de este gran esfuerzo, no pudo determinar el punto de origen exacto del yacimiento paleontológico de donde se extrajo esta particular colección de fósiles, que según él mismo, muy probablemente databan del Pleistoceno (Sandford 1934).



Figura 9. Miembros de la expedición dirigida por el Dr. Kenneth S. Sandford, geólogo que exploró cerca de mil seiscientos kilómetros a lo largo del Nilo, buscando evidencias de los antiguos habitantes de Egipto. Se observa el famoso Ford Modelo-T que utilizaba para algunos de sus recorridos. Fuente: University of Chicago Photographic Archive, digital item number apf3-01586. Hanna Holborn Gray Special Collections Research Center, University of Chicago Library. https://storage.lib.uchicago.edu/ucpa/series3/derivatives_series3/apf3-01586r.jpg

¿DE DONDE PROVIENEN LOS FÓSILES?

Para resolver esta supuesta incógnita, debemos acudir a los estudios publicados en 1934, acerca del hombre Paleolítico, en la región del alto y medio Egipto, llevados a cabo por Kenneth Sandford. En dicho libro, Sandford (1934) menciona depósitos de gravas, probablemente los mismos estratos referidos por Petrie (1924), y de edad Sebiliense, que se encontraban por debajo de los sedimentos aluviales del Nilo, en la zona de Qau el-Kebir. Cuando Sandford se refiere en su libro a una edad Sebiliense, nos habla de un termino con largo tiempo en desuso, que relaciona niveles estratigráficos conteniendo instrumentos de uso cultural humano

específicos tales como como hachas de piedra, que exhiben técnicas distintivas de elaboración, siendo equivalente al Paleolítico Superior. Según Churcher (1972), el Sebiliense en Egipto, comprende el período 15000-10000 a. C.

Sandford, describe haber estudiado arenas y gravas similares, en excavaciones de la zona de Abydos (Figura 1), a unos 120 kilómetros de distancia, que se extendían también por debajo del aluvión del Nilo. En ambos casos no pudo observar la base de dicha sucesión sedimentaria. Sandford (1934), recalca además la importancia de los descubrimientos de Brunton y Petrie, ya que junto a los restos fósiles de diferentes especies de mamíferos extintos, encontraron restos humanos fosilizados dentro del conjunto total de huesos de las tumbas de Qau el-Kebir, erróneamente asignadas por Sandford a la XIX dinastía; ya que Petrie (1932), había concluido acertadamente que las tumbas donde se hallaron los huesos pertenecían a la XII dinastía del Imperio Medio. En este punto, el autor asoma un dato muy interesante que no aparece referenciado en las publicaciones acerca de los descubrimientos de 1922-1924, y es que cerca del 90% de los huesos encontrados correspondían a hipopótamos, ya sea fosilizados o recientes.

En el análisis del conjunto paleofaunal, una observación que coincide con la ya expuesta por Brunton (1930) y Petrie (1930), es que una gran parte de los huesos han sido erosionados y desgastados por transporte y señala al igual que lo hizo Petrie (1924), que guijarros encajados en los huesos fósiles, mostraban un tamaño tipo grava que no se encuentra en el aluvión actual del Nilo. En este punto, Sandford (1934), afirma con seguridad que no existen depósitos fosilíferos en gravas, aflorando sobre la superficie de los desiertos adyacentes a Qau el-Kebir.

Basado en todo lo anterior, las hipótesis más lógicas serían: el yacimiento de donde provinieron los fósiles de Qau el-Kebir fue evidentemente accesible a los egipcios de la XIX dinastía, pero sencillamente fue luego destruido por completo, siendo la otra alternativa que simplemente dichas capas se encuentren cubiertas hoy en día. Considerando la enorme cantidad de huesos estimadas en Qau el-Kebir (dos o tres toneladas) y considerando la diseminación de los mismos dentro de los estratos de grava, se puede asumir con bastante certeza que el afloramiento debió tener una extensión considerable, por lo que es difícil imaginar que los

egipcios acabaran destruyendo el afloramiento por completo. En este punto Sandford (1934) postula que la capa de grava fosilífera, en caso de seguir existiendo, debe estar oculta en un antiguo canal del Nilo, o cercana de una antigua orilla del mismo río; y que fue progresivamente cubierta por aluvión con el paso del tiempo. El autor, calcula una tasa de sedimentación del Nilo en tiempos históricos de 10 a 11,5 centímetros por siglo, lo que permitiría estimar que desde los tiempos de la XII dinastía, se han podido apilar entre cuatro y cinco metros de sedimentos. Sandford (1934) postula que el yacimiento paleontológico de gravas podría aún existir a cierta profundidad por debajo del aluvión actual del Nilo, si es que realmente la capa no fue destruida por los egipcios, o removida por erosión.

Sandford también menciona haber encontrado gravas que contienen guijarros de apariencia similar a los encajados en los huesos fósiles de Qau el-Kebir, pero esta vez a unos 24 kilómetros más al norte, entre Nakhailah y Abu Tig (Figura 1). En el lecho del río, frente a, e inmediatamente al sur de Nakhailah, bajo el aluvión del Nilo, observó un banco de arena de cuarzo que contenía además feldespatos, mezclados con grava. Los componentes, particularmente los guijarros de cuarzo, se encontraban intensamente pulidos, un rasgo distintivo de las gravas del Sebiliense (Sandford 1934). El autor añade haber encontrado también en dicha localidad, huesos negros de hipopótamos y cocodrilos, fuertemente mineralizados, algunos de ellos muy desgastados por transporte.

Un capítulo de extrema relevancia del libro de Sandford (1934, página 186) lo constituye una lista provisional de los fósiles identificados en Qau el-Kebir efectuada por David. M. Watson (1886-1973), profesor de zoología y anatomía comparada del University College de Londres. Su lista incluyó:

Hippopotamus amphibius (hipopótamo)
Equus sp. (caballo)
Sus sp. (cerdo)
Bos cf. *laini* (uro)
Bubalis sp. (búfalo de agua)
Gazella isabella (gacela)
Crocodilus niloticus (cocodrilo del Nilo)
Testudo sp. (tortuga mediterránea)
Siluroide (bagre)
Homo sp. (humano)

Sandford (1934) compara la fauna hallada en Qau el-Kebir con faunas fósiles identificadas en la región de

Kom Ombo (Figura 1), a unos 400 kilómetros de distancia hacia el sur, sobre el mismo Nilo, y de confirmada edad Sebiliense, resaltando que varias especies resultan comunes entre ambas localidades. De los restos humanos asociados a los animales en las tumbas de Qau el-Kebir, ciertamente nos dice Sandford (1934), que son tan antiguos como cualquiera de los huesos fósiles, y que muestran un estado idéntico de conservación, calificándolos como los restos humanos más antiguos encontrados hasta esa fecha en Egipto, y que según la evidencia geológica y paleontológica, corresponderían al Paleolítico (*Of the associated human remains, some of those from Kau are certainly as old as any of the fossil bones, and in identical state of preservation. They are, then, probably the oldest human remains yet found in Egypt and, on geological and paleontological evidence, of Paleolithic age*). Esta edad esta basada en los artefactos de uso humano encontrados junto a los restos fósiles de animales en la región de Kom Ombo.

En la primavera de 1931, nos describe Sandford (1934), la sequía del Nilo ocasionó un nivel de agua muy bajo, que dejó al descubierto una sección (Figura 10) cerca de Geziret Shaibah (Figura 1), entre los poblados de Mallawi y Abu Kurkas (Figura 1). Para la fecha en que Sandford visitó el lugar, el Nilo había abandonado el curso a lo largo del lado este de la isla, y el lecho estaba prácticamente seco durante un intervalo de aproximadamente 1,6 kilómetros. La característica que inmediatamente atrajo la atención de Sandford fue un amplio montículo de grava endurecida que ocupaba la parte más estrecha del canal. El Nilo, durante los cambios laterales de sus canales, había expuesto en el centro una masa rocosa de gravas muy resistente. En esta capa era común encontrar huesos negros fuertemente mineralizados, muchos de ellos desgastados por el agua. Se identificaron fósiles de hipopótamos, cocodrilos, uros y peces siluroides, que recordaban en cada detalle a los huesos de Qau el-Kabir (Sandford 1934).

También en 1931, Sandford encontró estratos de gravas de apariencia similares a las anteriores, un poco más al norte, entre Samalut y Matai (Figura 1). Estaban expuestos en el canal de inundación del Nilo en la orilla este, observándose pequeños fragmentos pulidos de huesos fósiles dentro del estrato de grava intensamente pulida, y de la misma textura que la observada en Geziret Shaibah. Mineralógicamente predominaban el cuarzo y el feldespato. La parte superior del

afloramiento infrayace bajo el aluvión del Nilo, a una profundidad de 3,3 metros.



Figura 10. Sección geológica esquemática oeste-este, a través de un ramal abandonado del Nilo, entre Mallawi y Abu Kurkas, exhibiendo la capa de gravas fosilíferas del Sebiliense. Modificado de Sandford (1934). Sin escala.

El siguiente afloramiento importante más al norte lo encontró en el-Hibah (Figura 1), frente a el-Fashn, donde el Nilo gira hacia el noroeste. Para el momento de la visita de Sandford, las aguas del Nilo tenían un nivel muy bajo, y el geólogo observó un montículo de grava dura que emergía prácticamente en medio del río. Describió el estrato de grava utilizando el término «apariencia Sebiliense», para establecer la correlación con otros afloramientos antes mencionados. En la capa observa huesos mineralizados negros y pesados, firmemente incrustados en la grava, tan firmemente cementados, que algunos no pudieron ser extraídos, incluso con el uso de un martillo. Similar a Qau el-Kebir, los guijarros de cuarzo pulidos estaban encajados en los intersticios de los fósiles más grandes. Se identificaron huesos y colmillos de hipopótamo, restos de cocodrilo y uros; es decir, la fauna habitual encontrada en todos los afloramientos de gravas previamente mencionados.

Basado en todo el trabajo de investigación de Kenneth Sandford, se puede concluir que realmente es muy probable que todavía en 1925-1926, en diversos lugares a lo largo del Nilo o de su antiguo cauce, existieran expuestos pequeños afloramientos de estratos de gravas contentivos de fósiles mineralizados negros, similares a los encontrados en las tumbas de Qau el-Kebir. Según la hipótesis de Sandford (1934), los antiguos egipcios tuvieron acceso a una mayor exposición y continuidad de dichos estratos durante la XIX dinastía, los cuales fueron luego cubiertos. Probablemente las gravas fosilíferas de finales del Pleistoceno, aún deben existir varios metros bajo el aluvión actual del río Nilo.

75 AÑOS MÁS TARDE

Casi tres cuartos de siglo luego de las excavaciones de Brunton en 1922, fueron necesarios para descubrir

información moderna sobre estos fósiles hallados en tumbas del antiguo Egipto. Cuando los primeros arqueólogos, Guy Brunton y Flinders Petrie, los hallaron, probablemente no comprendían a cabalidad todo el significado de lo que habían descubierto. Al principio, solo se trataba de paquetes envueltos en lino, sin tener ni idea de qué podría significar, más allá de un culto a los huesos, pero rápidamente conectaron con la posible relación con ritos de adoración al dios Seth.

Todavía los científicos y estudiosos del tema, no tienen ni idea de en qué lugar los egipcios hallaron estos fósiles, ya que nadie ha podido determinar o aproximar la localidad o localidades con certeza. Únicamente las hipótesis de Sandford (1934), nos dan posibles explicaciones al respecto. Lo que sabemos con seguridad es que los fósiles fueron trasladados hasta Qau el-Kebir. En total, Brunton estimó que el conjunto hallado podía pesar unas dos o tres toneladas (Brunton 1930), las cuales fueron transportadas por los antiguos egipcios, quien sabe durante cuánto tiempo, durante cuantos viajes, y a través de cuántos kilómetros de terreno agreste, solo para ser enterrados de nuevo. Habría sido un esfuerzo notable y una logística increíbles mover tanto y tan pesado material desde su punto de origen, y debió de haber participado todo un contingente de personas (Casas 2026).

Tras cerca de 4000 años enterrados en dichas tumbas, Guy Brunton y William Flinders Petrie extrajeron nuevamente una parte de los fósiles, solo para ser guardados en cajas. Enviaron su descubrimiento originalmente al Museo de Historia Natural de Londres, donde quedaron almacenados por décadas, en las referidas cajas selladas. Finalmente, en el año 2000, la famosa historiadora clásica norteamericana Adrienne Mayor, en su primer libro *The First Fossil Hunters* nos revela: «En 1998, contacté con Andrew Curren, conservador de mamíferos cuaternarios del Departamento de Paleontología del Museo de Historia Natural británico, para preguntar si existía algún registro de los fósiles de Qau recolectados por Brunton y Petrie. Para mi sorpresa, Curren localizó una colección sustancial, pero en gran parte indocumentada de fósiles de Qau, guardados en el almacén del museo en Wandsworth (Londres). El material enviado al Museo de Historia Natural, aún se conserva en las cajas originales que Brunton envió desde Egipto en la década de 1920».

Luego, la historia de los fósiles sagrados envueltos en lino, hallados por Brunton y Petrie, dio un giro inesperado. Según narra Mayor (2000), el paleontólogo estadounidense David Reese, actual investigador de la Universidad de Yale, rastreó el paradero de algunas muestras en enero de 1999, descubriendo una sucesión de hechos bastante peculiar.

Reese comunicó a Mayor que, décadas atrás, la cadena de eventos comenzaba en el Museo Petrie de Arqueología Egipcia de Londres, el cual había enviado un gran lote de tejidos egipcios antiguos al Museo Victoria y Alberto (Londres). También, este último museo (V&A) debido a su relación directa con Brunton y Petrie, había recibido en el período 1923-1925, lotes de tejidos provenientes de Qau el-Kebir. El excavador original del material recibido por el V&A fue Brunton, pero los artículos formaban parte de la colección de Petrie debido a su relación con la dirección de la excavación (Smalley 2014).

Tras la destrucción de muchos ejemplares sin clara procedencia, algunos fueron transferidos a la Galería de Arte, Biblioteca y Museo de Bolton en Lancashire (Inglaterra). Fue en Bolton donde la conservadora principal, la historiadora Angela P. Thomas, se percató de la presencia de objetos de tamaño inusual, envueltos en lino (Figura 11) y mezclados con el resto de la adquisición. Lo más revelador fue la existencia de etiquetas con la caligrafía original de Petrie, en el reverso de los sobres (Figura 12), que confirmaba que estos paquetes textiles, contenían algunos de los huesos fósiles hallados en Qau el-Kebir durante las excavaciones de 1923-1924 (Mayor 2000).

No fue sino hasta 2007, cuando alguien finalmente logró observar y confirmar lo que había dentro de los textiles. Para ello se usó la tecnología más sencilla disponible, ya que nadie quería abrir un bulto de lino de más de 3000 años de antigüedad y arriesgarse a destruir algún contenido invaluable. El análisis con rayos X mostró lo que se escondía en su interior. Entonces el egiptólogo Tom Hardwick y el geólogo David Craven del Museo Bolton, iniciaron una investigación para determinar la identidad de los huesos. Según el informe de Mayor (2000), uno de los huesos estudiados corresponde al escafoides (Figura 13) de un antílope extinto o un ñu gigante.



Figura 11. Paquete envuelto en lino original, encontrado por Flinders Petrie (1923-1924), conteniendo fósiles provenientes de Qau el-Kebir. Colección del Museo Bolton. Fuente: <https://www.facebook.com/photo?fbid=985484804802015&set=pcb.985484971468665>



Figura 12. Paquete abierto de lino, proveniente de Qau el-Kebir, mostrando fragmentos oscuros de fósiles y la etiqueta original, muy posiblemente de puño y letra de Flinders Petrie. Colección del Museo Bolton.

Fuente: <https://mysteriousociety.com/black-bones-of-seth-ancient-egyptians-collected-and-worshipped-fossils-thousands-of-years-ago>

Posteriormente, en 2014, se revelaron más huesos fósiles usando tomografía computarizada de rayos X también en el Museo Bolton. Dentro de los bultos de lino había pequeños fragmentos de innumerables animales extintos como: ñus gigantes, cocodrilos, jabalíes, caballos, búfalos y restos humanos (Figura 12). Sin embargo, el mayor número de piezas reportadas in situ por Brunton y Petrie procedían de hipopótamos (90% según Sandford 1934), casualmente o no, el animal que representaba al dios Seth.



Figura 13. Hueso fósil (escafoides) encontrado en un paquete textil datado del Imperio Nuevo junto con otros huesos fosilizados durante las excavaciones de Petrie y Brunton en Qau el-Kebir. El lienzo en el que se almacenó este hueso indicaba en una etiqueta: «Fardos, tal como se encontraron en el radim al este de la Terraza Superior Wahka II, que contienen huesos fosilizados», posiblemente escrita por Petrie. Colección del Museo Bolton. Fuente: Sketchfab <https://sketchfab.com/3d-models/qaw-el-kebir-fossil-bolton-museum-collection-9d53ae09f7844e3f9ea9d78c7d229c40>

Nadie sabe con certeza qué creían haber encontrado los egipcios, pero es muy probable que hace casi 4000 años, quienes encontraron esos huesos creyeran realmente haber tropezado con los restos mortales del dios Seth.

COMENTARIOS FINALES

Lo fascinante detrás del mito de los huesos negros de Seth, es su relación con la geología. La mineralización de los huesos fósiles ocurrió cuando aguas subterráneas ricas en minerales, se filtraron a través de los restos, reemplazando gradualmente la materia orgánica original por dichos minerales, los cuales otorgaron a los huesos ese color y esa densidad. Este proceso conocido como permineralización, transformó ante los ojos de

esos antiguos egipcios, los grandes huesos fósiles de hipopótamo, haciéndolos ver duros y pesados como el metal.

La confusión era muy lógica, ya que con frecuencia los egipcios adoraban a Seth con forma de hipopótamo, y al encontrar fémures y otros huesos de ese mismo animal fosilizados, de color negro y de enorme tamaño, junto a otros diversos huesos, incluso humanos, la conexión de haber encontrado los restos de Seth, fue inmediata. Los egipcios luego organizaron expediciones para rescatar el cuerpo de su dios y recolectaron cuidadosamente los restos, para darles un entierro sagrado digno en una necrópolis asociada a su culto.

Hoy día sabemos que esos depósitos de fósiles en Qau el-Kebir se podrían considerar en realidad, el primer gran almacén paleontológico hecho por el ser humano, aunque se creara sin realmente saberlo.

Una nota paleontológica curiosa acerca de dios Seth, es que los historiadores griegos y romanos, afirmaban que los antiguos egipcios tenían la creencia de que la presencia de conchas fosilizadas de Nummulites eran indicios de que Seth había gobernado dicho territorio (Oliver 2020). Por otro lado, el templo de Edfu, ubicado en la ribera occidental del Nilo, entre Luxor y Kom Ombo (Figura 1), es el segundo templo más grande de Egipto después de Karnak, y uno de los mejores conservados. Erigido durante el período ptolemaico, en

REFERENCIAS

- Abdelhafez, A. 2024. Zoomorphic Seth with King Ramesses II: Egyptian Museum, Cairo JE 42993. *Luxor International Journal of Archaeological Studies*. 7(2): 113-126.
https://www.academia.edu/126697575/Zoomorphic_Seth_with_King_Ramesses_II_Egyptian_Museum_Cairo_JE_42993?nav_from=04616f36-a6f4-4419-a99e-f6ee27a00a64
- Brunton, G. 1927. Qau and Badari I. *British School of Archaeology in Egypt* 44, London. 148 p.
- Brunton, G. 1930. Qau and Badari II and III. *British School of Archaeology in Egypt* 45, London. 105 p.
<https://dn790002.ca.archive.org/0/items/ERA50/ERA50.pdf>
- Casas, J. 2026. Cómo el culto a la divinidad egipcia Seth, ocasionó la primera colección de huesos fósiles de la historia. *Boletín Español Amigos de la Egiptología*. <https://egiptologia.com/como-culto-divinidad-set-primera-coleccion-huesos-fosiles/>
- Caton-Thompson, G. 1983. *Mixed memories*. Paradigm Press, Great Britain, 187 p.
<https://archive.org/details/mixedmemoirs0000cato/page/n5/mode/2up>
- Churcher, C. S. 1972. Late Pleistocene vertebrates from archeological sites in the plain of Kom Ombo, Upper Egypt. *Life Science Contributions, Royal Ontario Museum*, 82, 188 p.
<https://ia800600.us.archive.org/3/items/latepleistocenev00chur/latepleistocenev00chur.pdf>
- Gad, M. 2021. Seth Against Apophis Originating the Scene Depicting Seth Spearing Apophis. *Journal of Faculty of Archaeology, Cairo University*. 16(1): 43-82 https://journals.ekb.eg/article_212434.html
- Mayor, A. 2020. *The First Fossil Hunters – Dinosaurs, Mammoths, and Myth in Greek and Roman times*. Princeton University Press, USA. 392 p.

sus paredes (Figura 14), pueden verse los más completos relieves e inscripciones que detallan el drama sagrado del antiquísimo conflicto entre los dioses Horus y Seth.



Figura 14. El autor en una de las paredes del templo de Edfu, donde se aprecian relieves e inscripciones referentes a la mitología egipcia.

Oliver, M. 2020. *3,300 Years Ago Ancient Egyptians Collected and Revered Ancient Fossils Now Known as the 'Black Bones of Set'*. Recuperado el 29 de noviembre, 2025 de <https://www.ancient-origins.net/unexplained-phenomena/black-bones-0010546>

Petrie, F. 1924. Catalogue of Egyptian Antiquities found by Prof. Flinders Petrie and students, at Qau and Hamamieh. July 4th to 26th. *British School of Archaeology in Egypt*. London. 11 p.

<https://egyptartefacts.griffith.ox.ac.uk/excavations/1923-24-qau-el-kebir>

Petrie, F. 1930. Antaeopolis. The tombs of Qau. *British School of Archaeology in Egypt* 51, London. 55 p.

Petrie, F. 1932. *Seventy Years in Archaeology*. Henry Holt and Co., New York, 307 p.
<https://ia802906.us.archive.org/8/items/in.ernet.dli.2015.75936/2015.75936.Seventy-Years-In-Archaeology.pdf>

Rhys, D. 2023. *Set – Egyptian Mythology God of War, Chaos and Storms*. Recuperado el 29 de noviembre, 2025, de <https://symbolsage.com/set-egyptian-god-of-war/>

Sandford, K. S. 1934. *Paleolithic man and the Nile valley in Upper and Middle Egypt – A study of the region during Pliocene and Pleistocene times*. The University of Chicago Oriental Institute Publications. University of Chicago Press, Chicago. Vol. VXIII, 193 p. <https://isac.uchicago.edu/sites/default/files/uploads/shared/docs/oip18.pdf>

Smalley, R. 2014. Identifying provenance: Flinders Petrie's textile collection at the Victoria & Albert Museum, London. *Journal of the History of Collections*. 27(2): 135-146

Welnaert, E. 2002. The fossils at Qau el Kebir and their role in the mythology of the 10th nome of Upper-Egypt. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde*. 129(2): 166-183.



jcasas@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 38 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 y Perú.

Autor/Co-autor en 65 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, Academia de Ciencias, Academia de Ingeniería y Caribbean Journal of Earth Sciences; incluyendo presentaciones en eventos técnicos: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos en el boletín AAPG Explorer. Autor de más de 62 artículos de divulgación científica.

Profesor de Geología del Petróleo (1996-2004). Profesor de materias de postgrado tales como: Estratigrafía Secuencial, Modelos de Facies y Análogos de afloramiento para la caracterización de yacimientos (2003-2025), en la Universidad Central de Venezuela. Mentor en 12 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).

EL GUAIRE DESBORDADO

José Antonio Rodríguez Arteaga

rodriguez.arteaga@gmail.com

Colaborador de la Revista

RESUMEN

Hablar del río Guaire en Caracas no es solo hablar de un curso de agua, sino del sistema de drenaje principal de una ciudad construida en un valle estrecho, Caracas.

Originalmente, el Guaire era una fuente de agua y un recurso natural utilizado para trapiches de caña en la época colonial antes de convertirse en un obstáculo ambiental y de salud pública.

Las inundaciones del Guaire han sido y son un fenómeno técnico y social complejo que ocurre por una combinación de factores geográficos de infraestructura y de mantenimiento.

El presente ensayo revisa algunas de las inundaciones caraqueñas durante los siglos XIX y XX, vinculando la dinámica fluvial del río con la vulnerabilidad urbana estructural de la ciudad.

Se examina cómo la ausencia de obras de control, sistemas sanitarios deficientes y un crecimiento demográfico desordenado impidieron la recuperación de las planicies de inundación del propio río, transformando eventos climáticos en desastres de orden público.

La historia urbana de la capital de Venezuela ha estado intrínsecamente ligada a su red hídrica con el Guaire como eje principal. Sin embargo, su evolución durante 2 siglos muestra una desconexión crítica entre el desarrollo civil y la ingeniería hidráulica necesaria para mitigar los riesgos de inundación. En tal sentido el valle caraqueño posee una configuración topográfica que condiciona la respuesta fluvial ante las lluvias intensas.

Los factores de riesgo identificados en el presente ensayo incluyen entre otras características la pérdida de la planicie de inundación hidrológica por la ocupación de las riberas "guaireñas" para uso habitacional e industrial que eliminaron la capacidad natural del río en disipar su energía y volumen durante tiempo de crecidas.

En gran parte del siglo XIX, la gestión del agua se limitó a soluciones rudimentarias, careciendo de muros de contención y canalizaciones técnicamente calculadas; los sistemas sanitarios obsoletos justificaron la ausencia de una red de drenaje separada -aguas servidas vs. aguas de lluvia- que han provocado que el cauce del Guaire sea saturado por desechos sólidos y líquidos, reduciendo su sección transversal efectiva poniendo la vulnerabilidad urbana en una perspectiva histórica dado el tiempo en que tal situación se dio.

El siglo XIX será el comienzo del desorden estructural, Las crónicas coinciden en que la vulnerabilidad no era estrictamente climática y los desbordamientos eran vistos como eventos "inevitables" debido a la falta de visión técnica sobre el crecimiento urbano hacia las zonas bajas del valle. El impacto social aunado al crecimiento

desordenado del valle no solo generó "afectaciones materiales", sino que estableció un patrón de "segregación espacial" donde los sectores más vulnerables se asentaron en zonas de alto riesgo fluvial.

Así, la vulnerabilidad de Caracas frente al Guaire ha sido el resultado de una convergencia entre factores naturales y "decisiones antrópicas infelices", tal como la ausencia de un sistema sanitario con un grave detonante por el entonces presidente de la república Antonio Guzmán Blanco (1829-1899) quien impulsó la "modernización de los sistemas de aguas servidas y alcantarillado", centralizando la descarga de residuos sólidos en pleno curso de agua y rompiendo así el equilibrio ecológico de su cauce. Es pues que en su tiempo, fueron canalizadas y "enterradas" 22 quebradas principales que corrían aguas abajo del cerro El Ávila, convirtiendo al Guaire en el colector final de aguas servidas de una urbe en expansión, pero carente de una planificación ingenieril que respetase la dinámica del río. Ello ha exacerbado el impacto de los eventos hidrometeorológicos, convirtiéndolos en un problema estructural permanente para la capital.

En el siglo XX encontramos un urbanismo con déficit de control, que, a pesar de la continuación del modernismo iniciado en tiempos decimonónicos, su crecimiento acelerado resaltó la incapacidad de las obras de control de inundaciones pues el auge poblacional del siglo XX, superó la capacidad de autodepuración el río, recibiendo desde el siglo anterior, descargas industriales, basuras y aguas cloacales sin tratamiento.

Cada desbordamiento importante resultaba en una crisis pública, evidenciando la fragilidad institucional para manejar emergencias a gran escala.

Aunque se han propuesto proyectos de saneamiento desde hace décadas, los problemas persisten debido a la ineficiencia, falta de conexión en las redes de tuberías y la persistente contaminación de aguas residuales. Este ensayo plantea las bondades del río, más en contraste señala sus limitaciones reseñadas por algunos autores que acá aparecen.

Palabras Clave: Inundaciones ocasionadas en Caracas, Vulnerabilidad urbana, Siglos XIX y XX, Crecimiento desordenado del valle de Caracas, Vulnerabilidad no solo climática, sino estructural.

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XIX, las inundaciones del río Guaire en Caracas fueron fenómenos periódicos y destructivos. Este patrón de desbordamiento natural de su cauce se exacerbaría durante las intensas temporadas de lluvias, impactando de manera desproporcionada a una ciudad que carecía de una planificación urbana adecuada para su crecimiento. La expansión citadina hacia las zonas bajas permitió, como es obvio, que los desbordamientos afectaron viviendas precarias que "crecían" en sus orillas. Tal circunstancia permitió la interrupción de la frágil red de caminos y puentes existentes durante el siglo XIX demostrando la debilidad de la planificación urbana y a la vez permitiéndonos una pregunta: ¿Existía?

Al efecto hemos citado en este ensayo a 4 cronistas de la ciudad, cuyo análisis refieren a Caracas, atravesada por un río de natural limpio y cristalino a inicios de la colonia y atravesando un valle en dirección O-E en una extensión de 72 km que se transformado en un problema de orden público por los constantes daños que sufrían sus pobladores debido a la acción de éste y de los ríos y quebradas que lo "alimentaban", y convertían en "azotes del drenaje" en general las zonas bajas y humildes de la ciudad.

El siglo XIX estableció el patrón de riesgo para las áreas aledañas al cauce y de ello dan cuenta en general los registros históricos que narran sobre la evolución del valle y los desbordamientos ocurridos durante el periodo republicano. El resultado de sus alcances ha sido complementado con la opinión de 4 cronistas cuyos textos citaremos, sin desmedro de la existencia de otros no contemplados en el ensayo. Los acá señalados apenas constituyen un ejemplo en observaciones y opiniones.

Se suma a lo anterior, las investigaciones historiográficas para el análisis sobre la ausencia de controles sanitarios y el crecimiento desordenado de la infraestructura en las orillas del río, sin datos referenciales sobre las temporadas de lluvias intensas y la relación con el cauce del río en cuestión, las cuales apenas se nombran sin entrar en detalles.

Esta introducción resalta, cómo la relación de Caracas con su curso de agua principal, el Guaire, se ha caracterizado como una "amenaza constante" que dejó y deja en cada desborde, una huella profunda en la historia urbana de la ciudad.

No será tratada la gran inundación del año 1949, trabajo muy bien documentado y en particular el desborde del Guaire a mediados del siglo XX, pues narrado en forma prolija en un extenso trabajo de contenido estrictamente digital (Marín, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d) narra detalladamente dicho episodio. Por ello remitimos al lector a dichos trabajos cuyo enlace digital se encuentra en la bibliografía de este artículo.

LAS INUNDACIONES DEL SIGLO XIX Y XX EN LA CIUDAD DE CARACAS

Durante el siglo XIX, las inundaciones en Caracas dejaron de ser vistas como simples eventos naturales para ser entendidos como desastres sociales. Varios historiadores y cronistas entre los siglos XIX y XX han analizado el fenómeno del Guaire desde una perspectiva que trasciende lo meteorológico, señalando que su recurrencia en desastres hidrológicos se debe a una vulnerabilidad estructural como ya se mencionó anteriormente.

Cronología de registros climatológicos de finales del siglo XIX a mediados del XX

Las fechas que aquí aparecen fueron cruzadas con literatura histórico-técnica *ad hoc* y su resultado indica la ocurrencia de grandes tormentas y crecidas del río Guaire en los siguientes meses.

Se ha incluido información de algunas de las crecidas si ello fue posible basta obtener mayores y pertinentes datos, así:

(1) 7 de octubre de 1892, *su crecida fue de tal naturaleza que ocasionó una de las inundaciones más devastadoras de la historia de Caracas tras intensos aguaceros en las cabeceras, que destruyó viviendas humildes y casas. Su desborde con puentes como el de la urbanización El Paraíso (Fig. 1), convirtiendo la ciudad en un "lago", con grave afectación de muchas zonas de la capital.*

El río creció violentamente Y la inundación fue de tal magnitud que las aguas llegaron a zonas céntricas de la época. A largo plazo la inundación provocó la acumulación de sedimentos y escombros, contribuyendo a la obstrucción del llamado "consumidero del río Guaire". (véase a Urbani, 2005);

(2) octubre de 1938;

(3) noviembre de 1949 (Fig. 2) (véase Cámara de Caracas (S/F): "Severos daños por inundaciones sufrieron diversos sectores de la capital, cuando se produjo uno de los más "terribles" desbordamientos del Guaire por la precipitación ocurrida".

(4) febrero de 1951 (El resumen de este informe técnico preliminar de mediados del siglo XX, se centra en la hidrología y meteorología de la cuenca alta del Río Guaire, cerca de Caracas. Su objetivo principal fue establecer una base para el estudio y análisis de las causas meteorológicas y los efectos hidrológicos de las crecientes en la región; elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) suministró una metodología para estudios más intensos y productivos de estos fenómenos. Dicha investigación aborda los serios problemas que afectan la seguridad hidráulica de Caracas, señalando que la rápida expansión urbana de la ciudad está causando un cambio acelerado en las características del escurrimiento. Además, la deforestación excesiva, la "quemazón" [sic] de las hierbas y otros abusos a las montañas circundantes han agravado la situación de las crecientes y la erosión) (Koch, et al., 1951).

Por último; (5) diciembre de 1956, y (6) junio de 1958 (Wiese, 1959) de los que no se ha podido obtener dato alguno.



Fig. 1 Puente de la Urbanización El Paraíso después de la creciente de El Guaire, 1892

Fig. de Roche (¿?) Fuente: <https://wikimapia.org/38532151/es/Puente-El-Para%C3%ADso>



Fig. 2 Desborde del río Guaire en 1949

Fuente: <https://www.rioguaire.org/categorias/historia>

LA OPINIÓN DE 4 CRONISTAS DE CARACAS

Estos destacados autores coinciden en tener una visión particular del río Guaire; cuya opinión destacamos:

Aristides Belisario Rojas Espaillet (1826-1894) (Fig. 3) considerado el gran cronista de *Caracas la antigua*, que en sus [crónicas capitalinas] y *Estudios Históricos* dejó constancia cómo el crecimiento de la capital y la intervención de sus suelos para el cultivo y la vivienda, alteraron el equilibrio del valle. Sus relatos permiten identificar el inicio de un patrón de riesgo en las riberas del Guaire. Rojas publica artículos originalmente en prensa entre 1870 y 1894 cuya compilación definitiva aparece en el año 1946. La colección de sus textos documenta de primera mano la transformación del valle y la pérdida del equilibrio ecológico del Guaire durante la 2ª mitad del siglo XIX. En ellas realiza una crónica histórica que critica el urbanismo desordenado de finales del siglo XIX y principios del XX, rescatando la memoria de las inundaciones olvidadas por el "progreso".

No obstante, Aristides Rojas deja claro en una de sus crónicas:

(...) la importancia de este afluente para el desarrollo de la incipiente ciudad; su curso daba vida a las haciendas apostadas en su paso, la caña amarga y el café abundaban, los pobladores edificaban sus casas en las riberas y hasta pequeños molinos de agua podían divisarse.

(...). Citando a Fray Pedro Simón: "el valle de Caracas estaba sembrado de trigo y cebada, de caña dulce, de añil y hortalizas, sobre todo de repollos, higos, granados, uvas y membrillos, el tabaco, la zarzaparrilla y el ganado que en abundancia suministraba cantidad de cueros, sebo y corambre" (Fundación CIEV, 2023).

Enrique Bernardo Núñez Rodríguez (1895-1964) (Fig. 4), en su obra fundamental *"La ciudad de los techos rojos"*, reflexiona sobre la transformación y destrucción del

paisaje urbano en Caracas. Dicho autor en su doble faceta de historiador y cronista, criticó cómo el progreso desordenado y la falta de *memoria histórica* sobre el comportamiento del río, llevaron a la ciudad a repetir tragedias.

Núñez realiza una crónica donde critica el urbanismo desordenado de finales del siglo XIX y principios del XX, rescatando la memoria de las inundaciones olvidadas por el ante el avance del cemento, valga decir, mantuvo una relación profunda y nostálgica con el río Guaire, al que veía como un símbolo del alma y de transformación de la ciudad.



Fig. 3. Aristides Rojas Spaillet (adaptado del original)

Fuente: <https://upaninews.com/abanderado-de-la-ilustracion-aristides-rojas-1826-1894/>

En su obra *"Figuras y estampas de la Antigua Caracas"* (1962), incluyó crónicas como *"Los Sauces del Guaire"*, donde abogaba por la preservación de la flora ribereña, sugiriendo que "una parte del día de Caracas debía dedicarse a plantar sauces en sus orillas". Como testigo que fue de la ciudad y del río, el Guaire no era solo un cuerpo de agua, sino un eje histórico que conectaba a los habitantes con su pasado colonial, en contraste con el avance de la urbe moderna. Como dato curioso, los sauces no eran solo estética; sus raíces funcionaban como estabilizadores naturales de los taludes, algo que presuntamente no puede replicar el concreto con la flexibilidad vegetal.

En sus ensayos, solía citar:

(...) los ríos adquieren la naturaleza del terreno por donde corren (...).

Usando al principal curso de agua capitalino y a otros ríos venezolanos como símbolos de identidad nacional, fue un fiel defensor del paisaje y en su condición de cronista capitalino denunció frecuentemente el olvido y la degradación de los espacios naturales caraqueños frente al crecimiento industrial, considerando que la pérdida de la armonía con el Guaire era una pérdida de la propia memoria histórica capitalina.

Sus relatos más destacados sobre el Guaire que incluyen: *"Los Sauces del Guaire"*, ya señalados describen cómo las márgenes del río estaban antiguamente pobladas por

árboles que consideraba símbolos de la historia social y cultural de Venezuela; y siempre lamentó la desaparición de estos *"vástagos de los sembrados por los conquistadores"* ante el avance del concreto.

En prensa como el diario capitalino *El Nacional*, además de su obra *"La ciudad de los techos rojos"*, denunció la degradación del río. Para él, este cuerpo de agua pasó de ser un lugar de esparcimiento y belleza natural a un testimonio del irreductible avance de un progreso que no respetó la memoria urbana. Además, de ello, solía rescatar detalles olvidados como los puntos donde el río se cruza con antiguos puentes o donde las lavanderas hacían su quehacer, contrastando esa Caracas del recuerdo con la urbe industrializada que él veía nacer.

Sus escritos están recopilados en libros como *Signos en el tiempo* y *Bajo el samán*, donde el Guaire aparece como un hilo conductor de la venezolanidad.



Fig. 4 Enrique Bernardo Núñez

Fuente: Tomado y adaptado de: <https://eldienteroto.org/wp49/minicuentos-de-enrique-bernardo-nunez/>

Lucas Guillermo Castillo Lara (1921-2002) (Fig. 5) con sus *"Apuntes para la historia de Caracas"* compilada dentro de su extensa bibliografía sobre el urbanismo colonial, analiza la evolución de la infraestructura urbana de los siglos XVIII y XIX, señalando la falta de previsiones hidrológicas en la expansión de la ciudad hacia las riberas del río. Castillo Lara describe una Caracas que originalmente gozaba de una *"belleza sin igual"* gracias a sus fuentes hídricas, lamentando la pérdida de esa armonía en sus investigaciones sobre la Historia de Caracas. En sus textos, describe el Guaire no como el vertedero cloacal, que lo es, para el siglo XX, sino como un elemento vital del paisaje natural caraqueño durante la época colonial, resaltando su *"vitalidad natural y belleza sin igual"*. Vale decir que ese vertedero de inmundas aguas ha continuado y se ha prolongado en el tiempo. A 26 años transcurridos del siglo XXI, aún se encuentra sin solución aparente y los "intentos" por su recuperación han quedado en discursos y anuncios mucha carga demagógica inútil.

Por otra parte, desde el punto de vista histórico, Castillo analizó cómo el río influyó en los movimientos de Diego de

Losada, quien inicialmente evitó sus márgenes para eludir emboscadas indígenas antes de establecer su asentamiento definitivo.

En síntesis, su obra subraya que el río fue el eje principal de los valles de Caracas, conectando la geografía con la historia social de los pueblos que crecieron a sus orillas.



Fig. 5 Lucas Guillermo Castillo Lara

Tomado, adaptado y mejorado de <https://reportecaticolaico.com/2021/06/15/centenario-del-dr-lucas-guillermo-castillo-lara/>

Guillermo José Schael (1919-1989) (Fig. 6) es reconocido por documentar la historia de Caracas y el acueducto caraqueño incluyendo los históricos desbordes del río Guaire que azotaban la ciudad. Sus crónicas relatan cómo las crecidas, especialmente en el siglo XIX y principios del XX, inundaban sectores como la urbanización El Paraíso con gran afectación del Hipódromo Nacional ubicado en el sector y convirtiendo zonas urbanas en lagunas.

Muy hábil 'periodista y de excepcional pluma, mantuvo por largos años una popular columna en el diario *El Universal*: *"Brújula"*, publicando: *"Caracas de siglo a siglo"* en 1966; *"La ciudad que no vuelve"* en 1968; y *"Por los caminos del Ávila,"* en 1983.

Documentó extensamente la relación de la ciudad con el río Guaire, especialmente sus episodios de furia y desbordamiento. Incursionando en la temprana televisión del país con programas informativos desconocidos en el presente siglo.

Sus relatos se centran en la infraestructura y la relación histórica de Caracas con sus aguas, evidenciando el impacto de la naturaleza en la ciudad en crecimiento. En sus crónicas de los desbordes destaca eventos de mucha energía, como cuando la fuerte corriente arrastró caballos de las caballerizas del Hipódromo de El Paraíso hacia otros puntos de la capital.

Además de Schael, otros cronistas e historiadores como Guillermo Durand han documentado la vida y los desbordes en torno al río Guaire en la historia caraqueña pero no trataremos aspecto alguno sobre dicho profesional por cuanto el mismo ha tratado en su bibliografía aspectos recientes de ellas fuera de las consideraciones que se han pretendido mostrar.

En resumen, Guillermo José Schael trabajó como un cronista esencial que registró la vulnerabilidad caraqueña frente a su principal curso de agua, describiendo los efectos destructivos de sus desbordes. En *Caracas de siglo a siglo* (1966) e *Imagen y noticia de Caracas* (1958), Schael relató cómo lo que hoy es un canal de aguas servidas fue anteriormente un río de aguas claras donde se podían realizar paseos, sin embargo, también advirtió sobre sus peligros históricos:

"*Las embestidas del río Guaire*": el 13 de agosto de 1974 publica un artículo en el diario El Universal, detallando las crecidas que habían cobrado vidas y causados estragos en la infraestructura de la capital.

En sus *Crónicas de desbordes*, Schael describió cómo el crecimiento urbano desordenado y la ausencia de canalización adecuada, convirtieron al río en una amenaza constante durante la temporada de lluvias. Sus relatos sirvieron como testimonio histórico de tragedias tal como la ocurrida el 4 de noviembre de 1949, la cual ha sido mencionada sin describir su impacto el cual puede ser revisado como ha sido señalado.

En *La ciudad que no vuelve*, su obra cumbre evoca con nostalgia el paisaje ribereño antes de que el río fuera confinado por el concreto y la contaminación. Hoy en día estos desbordes siguen afectando Caracas. A los efectos del presente trabajo, solamente mencionamos aquellos incluidos en la obra de Schael y ocurridos durante el siglo XX.



Fig. 5 Guillermo José Schael

Tomado, adaptado y mejorado de <http://laguiadecaracas.net/31015/guillermo-jose-schael/>

CONCLUSIONES

A la luz de lo expuesto, durante los siglos XIX y XX el río Guaire sostuvo una crisis histórica en la capital del país pues sus inundaciones no han sido simples "desastres",

sino el resultado de una vulnerabilidad urbana estructural construida por decisiones humanas incompletas. La expansión de la ciudad hacia las planicies de inundación eliminó la capacidad natural del río para disipar energía, transformando algunos eventos climáticos como los mencionados, en sucesos productores de crisis. El colapso del sistema sanitario -mezcla de aguas servidas y de lluvia- unidos a la falta de obras de control han causado variaciones del río, haciéndolo propenso a constantes desbordes.

Si bien se puede señalar como restringido el punto de vista de los citados cronistas caraqueños, su visión de la ciudad y su río principal muestra que las "voces de Rojas", Bernardo Núñez, Castillo Lara y Schael documentan la transición del Guaire de un eje de belleza natural y esparcimiento en el siglo XIX a su conversión en un canal de contaminación y concreto para el siglo XX e incluso durante el segundo lustro del siglo XXI.

El urbanismo descontrolado iniciado en el XIX "empujó" a los sectores más vulnerables a las riberas del río y ello consolidó un patrón de riesgo que persiste hasta el siglo XX y más allá.

El Guaire desbordado es el espejo de una ciudad que creció de espaldas al río. La solución no estuvo para el siglo pasado solo en el aspecto ingenieril, sino en el rescate de la memoria histórica perdida y una verdadera planificación urbana, aún ausente en este ¼ de siglo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CÁMARA DE CARACAS (S/F). *Cuando El Guaire azotaba a los caraqueños*. <https://camaradecaracas.com/la-camara-caracas-y-sus-historias/ocurrio-aqui/cuando-el-guaire-azotaba-a-los-caraquenos/>

FUNDACIÓN CIEV. 2023. *La vena translúcida de Caracas*. <https://fundacionciev.com/la-vena-translucida-de-caracas?x-host=fundacionciev.com>

KOCH, A.A.; KLANKE, A.; POSEWITZ, G.y TEJERA, V. (1951). *La meteorología e hidrología de la Cuenca Alta del río Guaire*. Ministerio de Obras Públicas, (MOP), Repositorio de datos hidroclimáticos, para la gestión de riesgos hidrometeorológicos epidemiológicos y ambientales, Dep. Ing. Hidrometeorológica, Universidad Central de Venezuela, Caracas (Resumen), https://aluvion.org/b_r_o_w_s_e_/title?bbm.page=1&startsWith=LA%20METEOROLOG%C3%8DA%20E%20HIDROLOG%C3%8DA%20DE%20LA%20CUENCA%20ALTA%20DEL%20R%C3%8DO%20GUAIRE

MARÍN, C. A. 2021a.Tragedia del Guaire del 4 de noviembre de 1949 N° 1: El Guaire amaneció de furia. <https://www.rioguaire.org/articulos/carlos-alfredo-marin-2>

MARÍN, C. A. 2021b.Tragedia del Guaire del 4 de noviembre de 1949 N° 2: Sobre policías y héroes: La otra cara de la tragedia del Guaire. <https://www.rioguaire.org/articulos/carlos-alfredo-marin-3>

MARÍN, C. A. 2021c.Tragedia del Guaire del 4 de noviembre de 1949 N° 3: La ciudad necesita controlar el Guaire. <https://www.rioguaire.org/articulos/carlos-alfredo-marin-4>

MARÍN, C. A. 2021d. Francisco Fajardo y el valle del Guaire. El Guaire desde mil perspectivas. <https://www.rioguaire.org/articulos/carlos-alfredo-marin-5>

NÚÑEZ, E, B. 1973. Caracas la ciudad de los techos rojos. 963: 2ª Ed., Edit. Edime, Caracas, Madrid.

ROJAS, A. 1891. Estudios históricos. Imprenta y litografía del Gobierno Nacional, Vol. I, 256 pp., <https://dn721900.ca.archive.org/0/items/estudioshistorico00roja/estudioshistorico00roja.pdf>

ROJAS, A. 1946. *Crónicas de Caracas*. [Documento en línea], (febrero 10, 2026), libro, 71 pp. <https://drive.google.com/file/d/>

[0B9bEOB8dTkpUTJ6bXZ6TE1qTHM/view?resourcekey=0-478OAtwI9W2HH9MtO5eh7A](https://www.rioguaire.org/articulos/carlos-alfredo-marin-4)

URBANI, F. 2005. *El consumidor del río Guaire, Miranda-Venezuela: un caso histórico de obstrucción de una cueva*. Rev. Geog. Venez., 46:283-295, <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730361016.pdf>

WIESE, R. 1959. Hidrología para la canalización del Guaire. Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela, 277:5-43 (sin referencia digital. Para mayores datos revítese SILVA LEÓN. G. 2000 Historia resumida de la hidrología venezolana Rev. Geog. Venez., 41(1):139-166. [Documentación en línea], (febrero 23, 2026). https://www.researchgate.net/publication/28089474_Historia_resumida_de_la_hidrologia_venezolana/link/575cb46b08ae9a9c95574090/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxyY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxyY2F0aW9uIn19



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

FAUSTINO CORSI Y SU CATÁLOGO DE PIEDRAS ORNAMENTALES

Jesús S. Porras M.
Geólogo Consultor Senior

INTRODUCCION

Las piedras ornamentales son minerales y rocas valoradas por su color, textura y capacidad de pulido, cualidades que las han convertido, desde la antigüedad, en materiales privilegiados para templos, palacios, esculturas y revestimientos arquitectónicos. Más que simples materiales de construcción, estas piedras reflejan procesos naturales que ocurrieron durante millones de años y, al mismo tiempo, el simbolismo y el gusto estético de cada época. Son uno de los vínculos más antiguos y duraderos entre la geología y la cultura humana.

Durante siglos, las piedras ornamentales fueron apreciadas principalmente por su belleza o su prestigio asociado a determinadas y notables canteras. Su estudio sistemático dio un paso decisivo a comienzos del siglo XIX con la obra de Faustino Corsi (1771-1846), jurista y coleccionista romano, quien reunió mil muestras pulidas de piedras decorativas utilizadas desde la Roma antigua hasta su tiempo. Su Catalogo ragionato d'una collezione di pietre di decorazione (1825-1827) no solo describió cada piedra, su procedencia y su cantera, sino que estableció una clasificación con criterios históricos y geológicos, sentando bases científicas para su identificación. La colección, hoy conservada en el Oxford University Museum of Natural History, continúa siendo una referencia fundamental para el estudio y la conservación del patrimonio pétreo.

Este artículo trata de las piedras ornamentales, su definición y uso histórico, el papel de las canteras en su configuración cultural y cómo la obra pionera de Corsi transformó su estudio en una disciplina con fundamentos científicos y patrimoniales.

PIEDRAS ORNAMENTALES

Definición

Las piedras decorativas u ornamentales, son rocas o minerales que, al cortarse y pulirse, revelan su belleza natural, con colores, vetas y texturas que las hacen adecuadas para la ornamentación arquitectónica, el arte y el diseño. Se distinguen de las gemas porque no se usan principalmente en joyería, sino en aplicaciones de mayor escala, como revestimientos, columnas, suelos o

elementos decorativos. También se diferencian de los materiales estructurales, ya que su valor principal no es solo la resistencia, sino su apariencia y significado estético.

Actualmente, el término se aplica, en sentido amplio, a cualquier material geológico usado en construcción cuya función principal no sea estructural, sino estética. Generalmente se emplea como revestimiento, aunque también puede utilizarse como elemento decorativo independiente en esculturas, arte funerario o mobiliario urbano (Fundación Cotec, 1992)

Estas piedras suelen extraerse en bloques o losas y luego se trabajan para resaltar su aspecto visual. Gracias a sus cualidades físicas y a su atractivo natural, se utilizan para embellecer edificios, espacios interiores y objetos artísticos, combinando función y expresión estética.

Desde una perspectiva técnica, las piedras ornamentales se agrupan en varias categorías que también tienen valor estético:

- Metamórficas: mármoles, pizarras, gneises, serpentinitas
- Ígneas, como granitos, sienitas, basaltos y otras rocas ígneas pulidas
- Sedimentarias: calizas, travertinos y areniscas que, tras el pulido, adquieren un brillo atractivo
- Minerales como jaspes de tonos variados, jade, fluorita o lapislázuli utilizados por su atractivo color y brillo

En el sector de la piedra ornamental, los materiales geológicos suelen agruparse comercialmente en tres categorías principales: mármoles, granitos y pizarras. Sin embargo, estas denominaciones no siempre responden a definiciones científicas estrictas y, en muchos casos, generan debates técnicos y comerciales. Otras rocas como areniscas, alabastros, calcarenitas o cuarcitas también se utilizan como piedras ornamentales, aunque su producción suele ser más limitada y cercana al ámbito artesanal, con mercados de alcance regional o local (Fundación COTEC, 1992; Fernández-Maroto, 2018; Arias, 2015).

En términos mineros y legales, el término también se utiliza para describir rocas aptas para ser extraídas en bloques y empleadas en construcción y decoración.

Historia del uso de piedras ornamentales

Uso antiguo: desde Egipto a Roma

El empleo de piedras ornamentales se remonta a las grandes civilizaciones del pasado. Ya en el Antiguo Egipto, se empleaban piedras pulidas para decoraciones interiores y tumbas; más adelante, griegos y romanos elevaron el empleo de mármol y otras piedras decorativas a un símbolo de poder, riqueza y prestigio, además de la estética arquitectónica. Su uso se extendió por todos los territorios conquistados, estableciendo una cultura del lujo pétreo que se replicó en muchas regiones occidentales.

Otra piedra muy característica empleada por los romanos fue el travertino, extraído en canteras de Tivoli y Guidonia (Italia), que se usó en monumentos icónicos como el Coliseo.

Edad Media y Renacimiento

Tras la caída del Imperio Romano, el uso de piedras ornamentales continuó en la arquitectura cristiana y en palacios.

En la Edad Media floreció la ornamentación con piedra en catedrales góticas, hechas con técnicas cosmatescas, consistente en el revestimiento, principalmente de suelos y pavimentos, con teselas o incrustaciones, de irregular tamaño o fragmentos, de mármol de desecho formando patrones complejos y geométricos, de gran colorido, elegancia y vistosidad. Esta peculiar técnica musiva sirvió también para decorar otro tipo de elementos: claustros, pórticos, tumbas, marcos de puertas y ventanas, portacirios, sagrarios, pulpitos, ciborios (templetes erigidos sobre el altar principal), paneles de la schola cantorum y del presbiterio, frisos muchos de los cuales pueden admirarse todavía. (<https://www.audioguiaroma.com/que-hay-detras-del-arte-cosmatesco/>)



Figura 1. Pavimento con incrustaciones de piedra de formas irregulares y composición geométrica, representativos de la tradición musiva medieval y renacentista. La combinación de mármoles y otras rocas ornamentales de distintos colores y texturas evidencia el aprovechamiento estético de fragmentos pétreos para crear diseños complejos, donde la disposición geométrica y el contraste cromático constituyen el principal recurso decorativo. (<https://www.glosarioarquitectonico.com/glossary/cosmatesco/>)

Durante el Renacimiento italiano, surgió la técnica de piedra dura o taracea (stone inlay), una labor artesanal en que múltiples piedras duras (como ágatas, lapislázuli, turquesa, jaspes, malaquita y cuarzos) se cortaban y ensamblaban para crear verdaderos “mosaicos” en muebles de madera y paneles artísticos.

La incrustación con piedras duras y preciosas (mosaico florentino) se desarrolló en los talleres de Florencia, Italia, hacia finales del siglo XVI. Esta técnica, se convirtió en una forma artística clásica en la que los italianos mantuvieron inicialmente el monopolio.

A partir de 1630, la “pietra dura” comenzó a aplicarse en objetos muebles de pequeño formato, como paneles decorativos con motivos de aves y flores, utilizados en frentes de gabinetes y tableros de mesa.

Hoy, algunas colecciones museísticas conservan y documentan estos materiales, integrándolos en la historia del arte, la arqueología y la geología.



Figura 2. Ejemplos de mesa central Regency y paneles decorativos realizados con técnica de “pietra dura”, donde múltiples variedades de mármoles y piedras semipreciosas son cortadas y ensambladas para conformar composiciones geométricas y motivos naturalistas. La mesa con tablero radial y el panel floral ilustran el alto grado de precisión técnica y el aprovechamiento cromático de las rocas ornamentales en el arte decorativo europeo. Imágenes: (<https://nicholaswells.com/products/regency-specimen-marble-centre-table>) y (<https://therockscape.com/pietra-dura-marble-inlay-table-tops/>)

Rocas y Canteras

Las piedras ornamentales se extraen en canteras, generalmente a cielo abierto, aunque también existen explotaciones subterráneas. De ellas se obtienen grandes bloques que posteriormente se cortan, dimensionan y pulen para su utilización en arquitectura y decoración. Para que una roca sea considerada ornamental debe reunir cualidades como belleza natural, resistencia mecánica y buena aptitud para el corte y el pulido, sin presentar fracturas excesivas ni alteraciones que afecten su integridad.

El tipo de cantera depende de la naturaleza geológica del material explotado, que puede corresponder a rocas metamórficas, sedimentarias o ígneas. Los mármoles, por ejemplo, son valorados por su textura cristalina y su capacidad de adquirir alto brillo; las calizas ornamentales destacan por la variedad de colores y por sus estructuras fósiles o bandeadas; las areniscas son apreciadas por su trabajabilidad y tonalidades cálidas; y los granitos y otras

rocas ígneas se distinguen por su dureza, resistencia y durabilidad frente a la intemperie.

Desde el punto de vista técnico, la explotación de una cantera ornamental exige un cuidadoso control de la fracturación natural, la orientación de las estructuras internas y la homogeneidad cromática, factores que influyen directamente en la calidad comercial del bloque. La extracción selectiva busca preservar las características estéticas y estructurales que otorgan identidad al material.

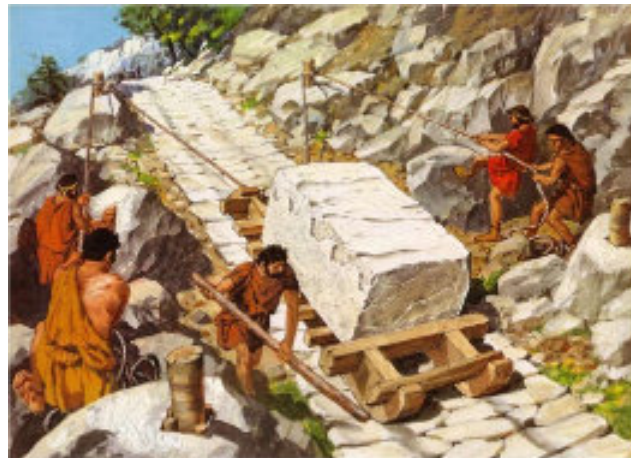


Figura 3. Representación histórica de la extracción y transporte de bloques pétreos en la Antigüedad. Se muestra, escena del traslado de un gran bloque mediante trineo y rodillos por una rampa acondicionada. Las imagen ilustra la organización técnica y el esfuerzo colectivo requeridos para la obtención de piedra destinada a la arquitectura monumental. (Imagen: Pierre Probst art_Ancient Greece_Marble mining)

La tradición del trabajo de estas piedras ornamentales dio lugar a técnicas especializadas de labra, talla, pulido e incrustación o “pietra dura”, que incorporan materiales y minerales como el jade, ágata o lapisláuli en obras decorativas de lujo, como muebles y paneles elaborados, integrando conocimiento geológico y saber artesanal.

De este modo, las canteras no solo constituyen espacios de explotación minera, sino también el punto de partida de un proceso cultural en el que la materia geológica se transforma en patrimonio arquitectónico y artístico.

FAUSTINO CORSI: PIONERO EN EL ESTUDIO CIENTÍFICO DE PIEDRAS ORNAMENTALES

Contexto y figura de Faustino Corsi, un coleccionista con visión científica

Faustino Corsi (1771–1846) fue un jurista romano con una profunda pasión por el arte y la arqueología. Hijo de un abogado, vivió toda su vida en Roma y desarrolló su carrera profesional en el entorno del Vaticano. Casado y

con familia, su educación primaria estuvo basada en historia antigua y literatura clásica.

En una época en que las piedras ornamentales eran valoradas principalmente por su belleza, Corsi decidió estudiarlas de manera más rigurosa. Su propósito no fue solo reunir ejemplares atractivos, sino comprender su origen, uso histórico y su verdadera naturaleza geológica. Fue uno de los primeros en clasificarlas con un enfoque científico, correlacionando nombres usados por canteros con los de autores clásicos y organizándolas según criterios geológicos.

La colección de 1000 piedras ornamentales

Corsi reunió una colección compuesta por 1000 muestras pulidas de distintas rocas decorativas: mármoles, granitos, serpentinas, jaspes y otras variedades utilizadas en arquitectura y arte, cortadas en losas de tamaño estándar y pulidas en caras visibles. Incluyó tanto materiales empleados en la Roma antigua como piedras provenientes de canteras modernas, activas en su tiempo, ubicadas en diversos países de Europa, América, África y Asia (Italia, Rusia, Afganistán, Madagascar y Canadá).

Cada muestra fue preparada en formato similar, lo que permitía compararlas fácilmente y estudiar sus colores, texturas y estructuras. Su objetivo fue identificar cada piedra, documentar su procedencia y relacionarla con su uso histórico en monumentos y edificios.

El Catalogo Ragionato (1825–1827)

En 1825 publicó su obra principal, el “Catalogo ragionato d’una collezione di pietre di decorazione”, donde describe detalladamente las primeras 900 piedras de su colección y, dos años después, en 1827, un suplemento en el que abarcó las restantes 100 piedras.

Organizó su colección en 15 clases, estructuradas principalmente según criterios geológicos, composicionales y texturales, aunque empleando la terminología disponible a comienzos del siglo XIX.

A su vez, cada clase fue subdividida en secciones, especies y variedades, lo que demuestra el carácter sistemático, jerárquico y detallado de su clasificación.



Figura 4. Retrato de Faustino Corsi, portada del Catalogo ragionato d’una collezione di pietre di decorazione (Roma, 1825) y ejemplo de una de las láminas ilustradas con muestras pulidas de mármoles antiguos. La imagen integra al autor, la obra y el modelo estandarizado de presentación de las piezas, evidenciando el carácter científico y didáctico de la colección, concebida para documentar, clasificar y comparar sistemáticamente las piedras ornamentales. (<https://archive.org/details/catalogoragiona00corsgoog/page/n52/mode/1up?ref=ol>)

La Figura 5 ilustra la estructuración sistemática y jerarquizada de la colección, organizada en clases, secciones, especies y variedades. La clara disposición tipográfica, junto con la enumeración minuciosa de los ejemplares, refleja un esquema clasificatorio coherente, sustentado en características macroscópicas, composición litológica y origen geográfico.

Este enfoque convirtió al catálogo en una herramienta temprana y rigurosa para la identificación y ordenamiento de las piedras ornamentales.



Figura 5. Páginas seleccionadas del Catalogo ragionato de Faustino Corsi (1825–1827), donde se aprecia la organización sistemática de la colección en clases, secciones, especies y variedades. La disposición tipográfica y la enumeración detallada de las muestras evidencian un criterio de clasificación estructurado, basado en rasgos macroscópicos, composición y procedencia, que convirtió el catálogo en un instrumento pionero para la identificación científica de piedras ornamentales. Del ejemplo, CLASE: mármol; SESSION: mármol unicolor; ESPECIE: mármol estatuario; VARIEDAD: mármol greco duro

Además, incorporó observaciones sobre la textura, el tamaño de grano, el brillo y la fractura de cada piedra, así como sobre la presencia de vetas, brechado y fósiles. Todos estos rasgos resultaron fundamentales para distinguir con precisión una piedra de otra y demuestran su enfoque sistemático y científico (<https://www.oum.ox.ac.uk/corsi/about/special>).

Las clases incluyen, de manera general: mármoles blancos; mármoles coloreados; brechas y conglomerados ornamentales; alabastros; serpentinas; pórfidos; granitos, basaltos y rocas volcánicas; jaspes, ágatas y calcedonia; aventurin y cuarcitas; rocas calcáreas compactas; travertinos; “pietre dure” y variedades afines; y otras rocas decorativas de uso histórico.

Según describe Cooke (2010), la Colección Corsi está compuesta por 1000 bloques de piedra natural, cortados aproximadamente en dimensiones de 15 × 7,5 × 4 cm y pulidos por abrasión en cinco de sus caras visibles. El formato o “modelo” fue sugerido por el primer bloque adquirido para la colección; sin embargo, las muestras fueron cortadas en distintos momentos y por diferentes personas, por lo que sus dimensiones no son completamente uniformes. De los 1000 bloques, alrededor de 330 corresponden a las llamadas pietre antiche o “piedras antiguas”, término que generalmente indica que sus canteras no eran conocidas o no estaban activas en la época.

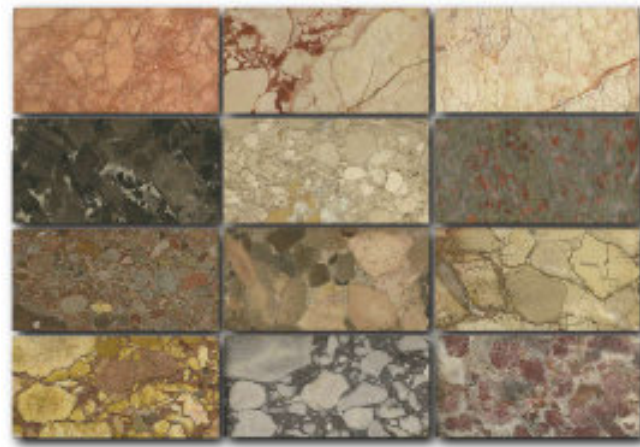


Figura 6. Conjunto de muestras pulidas de piedras ornamentales que evidencian la diversidad cromática y textural de mármoles y brechas históricas. Se observan variaciones en color, tamaño de grano, grado de recristalización y disposición de fragmentos clásticos, así como vetas, cementos y contrastes mineralógicos que determinan su valor decorativo. Estas características macroscópicas constituyen la base para su identificación, clasificación y uso en arquitectura y artes decorativas. Imágenes de (<https://www.oum.ox.ac.uk/corsi/catalogue/classi#endnoteRef-2>)

En estos trabajos describió cada muestra, indicó su cantera y correlacionó los nombres tradicionales usados por canteros y artistas con referencias históricas y con su naturaleza geológica real.

Cooke (2010) señala que aproximadamente la mitad de los bloques de la colección corresponde a rocas

calcáreas, incluyendo variedades de auténtico mármol, caliza, caliza margosa, limolita, lutita y brechas, con distintos grados de metamorfismo, formas y tamaños de fragmentos, y variedad de colores. La otra mitad está compuesta por rocas ígneas y silíceas, como granito, andesita, gabro, brechas silíceas y serpentinitas, además de materiales como ágata, amatista, obsidiana y jaspe.

Es importante señalar que su clasificación no corresponde exactamente a la nomenclatura petrográfica moderna, ya que combinaba criterios

geológicos con usos históricos y nombres tradicionales empleados por artistas y canteros.

El catálogo no fue un simple inventario: ofrecía información detallada sobre las canteras, los nombres tradicionales y las características de cada material. No se limitó a enumerar los ejemplares, sino que estableció una clasificación organizada en función de criterios macroscópicos como el color, la textura, la estructura y el grado de rareza, incorporando además referencias a fuentes clásicas y a la literatura especializada de su tiempo.

INDICE	
Delle Classi, Sezioni, Specie, e Paragrafi.	
Classe I. Marmi	Pag. 11
Sezione I. Marmi unicolori	12
Specie I. Marmi statuarij	13
Specie II. Marmi palombini	23
Specie III. Marmi gialli	28
§. I. Gialli antichi	28
§. II. Gialli d'Italia	30

Figura 7. Detalle del índice del Catalogo Ragionato de Corsi, donde se observa la organización jerárquica en clases, secciones y especies. En el ejemplo ampliado, la Clase I: Mármoles, está subdividida en una Sesión (mármoles unicolores) y tres Especies (mármoles estatuarios, palombinos y amarillos). Esta última, está a su vez, divididas en mármoles antiguos e italianos, de 13 y 16 variedades, cada uno (no mostradas en el índice). Evidencia la sistematización interna del catálogo, que agrupa múltiples variedades bajo criterios composicionales y cromáticos.

El Catalogo Ragionato y la identificación de las canteras

Uno de los aportes más significativos de su trabajo fue la identificación y el registro de las canteras de procedencia. Corsi comprendía que el valor histórico y artístico del mármol, y de cada piedra ornamental, no podía desvincularse de su origen geográfico. Por ello, asoció cada variedad con los distritos extractivos del mundo romano, apoyándose en testimonios antiguos, observaciones directas y comparaciones petrográficas.

En su Catalogo Ragionato, registró de manera sistemática el origen de las canteras, práctica poco común en su época. Para las piedras modernas contó con información directa de sus proveedores; en el caso de las antiguas, muchas procedentes de las ruinas de Roma, recurrió tanto al conocimiento empírico de los canteros como a la confrontación con autores clásicos, como

Plinio el Viejo, Teofrasto, Heródoto, Estrabón y Dioscórides, entre otros.

Entre las procedencias más relevantes se encontraban las canteras de Carrara, célebres por sus mármoles blancos; Paros, reconocida por su mármol de grano fino utilizado en la escultura clásica; y Asuán, fuente de los granitos rojos empleados en la arquitectura monumental romana. También documentó variedades procedentes de Asia Menor, Grecia y el norte de África, lo que refleja la amplitud geográfica del comercio pétreo en el Imperio. También incluyó una selección de rocas y minerales decorativos procedentes de Inglaterra, Rusia y otros países.

De este modo, el Catalogo Ragionato no solo constituyó un inventario mineralógico, sino también un instrumento para comprender la circulación de materiales, la organización económica de la extracción y el uso

simbólico de las piedras en la arquitectura romana. La integración entre la descripción material, la procedencia y el contexto histórico convirtió la obra en un referente temprano de lo que hoy denominaríamos estudios interdisciplinarios sobre piedra ornamental y patrimonio arquitectónico.

La colección en Oxford

En su obra *Supplemento*, complementaria del Catálogo original, Corsi relata que recibió la visita del Honorable Stephen Jarrett, estudiante del Magdalene College, quien, tras conocer la colección descrita en el catálogo de 1825, decidió adquirirla para donarla a la Universidad de Oxford. Por encargo de Jarrett, amplió el conjunto de novecientas a mil muestras, incorporando cien nuevos ejemplares, en su mayoría procedentes de los alrededores de Roma. Asimismo, publicó a expensas de su benefactor un suplemento en el que describió estas nuevas variedades, indicando sus características y grado de rareza, y elaboró una lista completa de las mil piedras que conformaban la colección (<https://oumnh.ox.ac.uk/learn-decorative-stone>)

En 1827, la colección fue formalmente transferida a la Universidad y hoy se conserva, digitalizada y resguardada, en el Oxford University Museum of Natural History, donde continúa siendo una referencia para el estudio de las piedras ornamentales.



Figura 8. Sistema de almacenamiento y organización de muestras de piedras ornamentales en gabinetes especializados. A la izquierda, cajones extraíbles con ejemplares pulidos clasificados y etiquetados; a la derecha, armario con paneles verticales que resguardan placas de referencia. Este tipo de mobiliario facilita la conservación, consulta comparativa y estudio sistemático de colecciones litológicas con fines científicos, patrimoniales y educativos. (<https://oumnh.ox.ac.uk/learn-decorative-stone>)

La clasificación actual de Oxford, traducida al español es la siguiente: Clase I: Mármoles (Marmi); Clase II: Fluoritas o espatos flúor (Spato fluore); Clase III: Yesos (Gessi); Clase IV: Areniscas (Arenarie); Clase V: Pizarras (Ardesie); Clase VI: Piedra alumínica o alumbre (Pietra alluminosa);

Clase VII: Serpentin (Serpentine); Clase VIII: Piedras volcánicas (Pietre vulcaniche); Clase IX: Basaltos (Basalti); Clase X: Pudingas o conglomerados (Pudinghi); Clase XI: Esmaragdita (Verdi di Corsica); Clase XII: Lapislázuli (Lapis lazzulo); Clase XIII: Feldespatos (Felspati); Clase XIV: Cuarzo y sus variedades (Quarzi); Clase XV: Pórfido (Porfido); Clase XVI: Granitos (Graniti)

Delle pietre antiche (1845)

Tras vender su colección y los ejemplares restantes del Catálogo Ragionato a Jarrett, Corsi continuó su labor publicando “*Delle pietre antiche*”, obra que alcanzó tres ediciones entre 1828 y 1845.

Es una obra dedicada al estudio de las piedras antiguas, incluyendo piedras preciosas, piedras duras y materiales ornamentales utilizados desde la Antigüedad. En este tratado, Corsi analiza sus propiedades físicas como dureza, brillo y color, y describe técnicas tradicionales de trabajo, entre ellas la escultura y la taracea.



Figura 9. Portadas de distintas ediciones de *Delle Pietre Antiche* de Faustino Corsi (Roma, 1828–1845). Las sucesivas publicaciones reflejan la continuidad y ampliación de su trabajo sobre mármoles y piedras antiguas, consolidando la obra como referencia fundamental para el estudio histórico, artístico y mineralógico de los materiales pétreos utilizados en la arquitectura romana.

La obra se convirtió en una referencia fundamental para el estudio de la mineralogía histórica y para investigadores de la historia del arte y de las artes decorativas, al integrar de manera clara el conocimiento geológico, la tradición artesanal y las fuentes clásicas. Durante casi 140 años fue el principal referente sobre los mármoles antiguos, hasta la publicación de “*Marmora Romana*” de Raniero Gnoli en 1971.

El libro está escrito en italiano y algunas ediciones modernas son reproducciones facsimilares del original, por lo que pueden contener marcas o anotaciones propias de ejemplares antiguos. Su reedición responde al reconocimiento de su valor cultural e histórico dentro del estudio de las piedras ornamentales.

APORTE CIENTÍFICO E INNOVACIÓN

Corsi fue pionero por varias razones. Organizó las piedras ornamentales según principios geológicos, algo poco habitual en su época. Asimismo, vinculó los nombres tradicionales empleados por artistas y canteros con referencias históricas y con las canteras reales de procedencia. También registró las ubicaciones de extracción, información que rara vez se documentaba entonces.

Su clasificación incluyó mármoles, serpentin, basaltos, jaspes, cuarcitas, granitos y otras rocas decorativas, proporcionando una base técnica sólida para estudios posteriores.

Gracias a este enfoque sistemático, su catálogo se convirtió en obra de referencia sobre piedras ornamentales durante más de un siglo. Corsi contribuyó decisivamente a transformar un conocimiento predominantemente artesanal en un campo de estudio más metódico y científico, que hoy sustenta disciplinas

como la geología ornamental, la arqueología y la restauración del patrimonio pétreo.

EL LEGADO DE CORSI

El legado de Corsi no se limita a haber reunido una colección excepcional. Su verdadero aporte fue sentar las bases del estudio científico de las piedras ornamentales, demostrando que detrás de cada material decorativo existe una historia geológica, cultural y artística que merece ser comprendida y preservada.

Actualmente, la colección, conservada en el Oxford University Museum of Natural History, se encuentra digitalizada y acompañada de una base de datos actualizada que corrige errores históricos, normaliza topónimos y ofrece descripciones geológicas modernas. Esto proporciona a investigadores y conservadores una herramienta de gran valor para la identificación de rocas ornamentales empleadas en arte, arqueología y arquitectura histórica.

CUMNH number	Name and quarry location	Geological description
171	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Sicily, Italy; perhaps Ostia area	This appears to be calcarenis covered 400 m. of calcarenis (clay in a pelagic, green limestone). It is heavily fractured.
172	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Very calcarenis. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
173	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
174	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
175	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
176	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
177	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
178	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
179	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.

CUMNH Number	174
Name and quarry location	Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy
Geological description	Calcarenis. Breccia. Breccia. Breccia. It is a calcarenis.
Comments	Corsi says that he has followed Berth's (1778) in attributing names and quarry locations to his Sicilian and jaspers, but not all his locations are mentioned by Berth, nor do descriptions always match. However Trapani is probably correct.
References	Berth (1778) 139-141, Corsi (1845) 185-186, Dubarry de Lamoignon (1888) 283, Evangelista (1988) 100-101, Morfesi (1988) 84-88, Price (2007) 150-151
Further information	

Corsi's classification	Class 1. Marble; Section 2. Veined marble; Species 11. Gortynians of Sicily
Corsi's text	St. 14. Claspro tenero di Sicilia, Breccia, from Trapani, Sicily, Italy Full entry in English

Figura 10. Ejemplo de ficha digital de la Colección Corsi en el Oxford University Museum of Natural History. La imagen muestra el registro correspondiente a la brecha Diaspro tenero di Sicilia (Nº 174), con información sobre denominación histórica, localización de cantera, descripción geológica actualizada, clasificación original de Corsi y referencias bibliográficas modernas. Este formato evidencia la integración entre la nomenclatura histórica y la reinterpretación petrográfica contemporánea, facilitando su uso en investigación, docencia y conservación patrimonial.

La colección continúa siendo una referencia científica y educativa para arqueólogos, geólogos, restauradores y diseñadores interesados en la identificación de

materiales utilizados en edificios históricos, monumentos y obras de arte.

En Delle pietre antiche (1845), Corsi reedita y amplía su Catalogo ragionato con estudios actualizados y lo acompaña de un repertorio ilustrado de más de 500 ejemplares. Esta obra se consolidó como un texto fundamental para comprender el uso histórico de los mármoles en la arquitectura de Roma.

IMPORTANCIA ACTUAL DE LOS CATÁLOGOS Y COLECCIONES

Las colecciones históricas de piedras ornamentales, como la de Faustino Corsi y las muchas otras conservadas en museos, instituciones o universidades, siguen siendo herramientas de gran valor científico y patrimonial.

Hoy se utilizan principalmente para la restauración de edificios históricos, al permitir identificar materiales originales y seleccionar sustitutos compatibles; para el diseño arquitectónico contemporáneo que recupera piedras tradicionales; y para la educación geológica y patrimonial, facilitando el reconocimiento directo de texturas y procedencias.

Además, constituyen un soporte clave para la investigación interdisciplinaria, al integrar geología, historia del arte y arqueología en el estudio del patrimonio pétreo.

CONCLUSIONES

Las piedras ornamentales no son solo materiales de construcción; representan un punto de encuentro entre naturaleza, arte y ciencia. Pulidas y trabajadas, revelan colores y texturas que han marcado estilos arquitectónicos, monumentos y espacios desde la antigüedad hasta la actualidad. Cada una de ellas refleja procesos geológicos, pero también las preferencias artísticas y constructivas de las sociedades que las utilizaron. Siguen siendo materiales codiciados en la arquitectura y el diseño contemporáneo.

En este contexto, la labor pionera de Faustino Corsi fue fundamental. Al recopilar, clasificar y documentar sistemáticamente estas piedras, estableció un método científico para su estudio. Su catálogo permitió identificar materiales, relacionarlos con sus canteras y comprender su uso histórico, sentando bases que aún hoy orientan investigaciones en museos y universidades.

Comprender las piedras ornamentales a través del legado de Corsi nos permite valorar no solo su belleza, sino también su significado como testimonios de redes comerciales, avances técnicos y tradiciones culturales que forman parte del patrimonio de la humanidad.

REFERENCIAS y CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS

Arias Holguín-Veras P., 2015. Las Rocas Ornamentales como Material de Revestimiento en Edificación. Reporte Sobre Estado Actual y Tendencias. Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Máster universitario en Tecnología en la Arquitectura-Construcción arquitectónica- Innovación tecnológica, Trabajo de Fin de Máster.

Audio Guía Roma (2025). ¿Qué hay detrás del arte cosmatesco? 17/02/2025 / 16/05/2025 por Joz, (<https://www.audioguiaroma.com/que-hay-detras-del-arte-cosmatesco/>)

Carrillo-Vigil L. y Gisbert Aguilar J. (1993) Guía de Rocas Ornamentales. Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza, Servicio de Medio Ambiente, 144 p.

Cooke L. (2010) The 19th century Corsi collection of decorative stones: a resource for the 21st century? From: Prikryl, R. & Torok, A. (eds) Natural Stone Resources for Historical Monuments. Geological Society, London, Special Publications, 333, 185–195. DOI: 10.1144/SP333.18 0305-8719/10/\$15.00 # The Geological Society of London 2010.

Corsi, F. (1827), Supplemento al Catalogo ragionato d'una collezione di pietre di decorazione formata in Roma dall' avvocato Faustino Corsi acquistata dall' onorevole Signor Stefano Jarrett Inglese e posseduta dall' Università di Oxford. Da' Torchj del Salviucci, Roma.

Corsi F., (1828) Delle pietre antiche libri quattro. Da' Torchj di Giuseppe Salviucci e figlio, Roma; 2nd edition (1833); 3rd edition (1845).

Corsi F. (1825). Catalogo Ragionato D'una Collezione Di Pietre Di Decorazione Formata e Posseduta in Roma. Editorial Da' Torchj del Salviucci, Copia digitalizada Open Library/Internet Archive/Google (<https://archive.org/details/catalogoragiona00corsgoog/page/n37/mode/2up?ref=ol>)

Fernández-Maroto G. (s/f) Rocas Industriales y Ornamentales. Tema 5. Tipos y génesis de las rocas ornamentales. Características y propiedades de las rocas ornamentales. Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada, Universidad de Cantabria, Open Course Ware, Creative Commons BY-NC-SA 4.00

Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica (1992) Libro 2, Rocas Ornamentales, Documento Cotec sobre necesidades tecnológicas (Sesión dedicada al Sector de las Rocas Ornamentales, 1992)

Nicholas Wells Blog, (Jan 18, 2025). The Corsi Collection of Decorative Stones, <https://nicholaswells.com/blogs/blog/avvocato-faustino-corsi-important-collection-of-decorative-stones-the-corsi-collection>

Oxford University Museum of Natural History — Decorative Stone y Corsi Collection web resources.

Regueiro M. y González-Barros (XXX) Exploración y Explotación de Rocas Ornamentales, Ministerio de Educación y Ciencia, Instituto Geológico y Minero de España (Presentación), 89 p.

SOBRE EL AUTOR:



Jesús S. PORRAS M. es Ingeniero Geólogo de la Universidad de Oriente con Maestría en Ciencias Geológicas de la Universidad Central de Venezuela.

Posee amplia experiencia profesional en la industria petrolera donde ha desempeñado diversos cargos en proyectos tanto de exploración como de desarrollo de reservorios convencionales y no convencionales.

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

Tiene particular interés en temas de patrimonio geológico, geodiversidad y geoconservación, comunicación en geociencias, geología urbana y geoturismo.

Es miembro activo de diversas asociaciones profesionales y autor o coautor de más de 70 trabajos presentados en diferentes congresos geológicos nacionales e internacionales, simposios y revistas técnicas.

The Beginnings and Basics of Aerial Photography

Picture the Earth from above. In your mind's eye, what do you see? Today, we have access to air and space technology that lets us see various views of the Earth with ease. However, before the development of practical aircraft photography, aerial views of the Earth were obtained in different ways. Our first looks at the Earth from above came from kites, rockets, balloons, and even pigeons.

Pigeons

In 1903, Dr. Julius Neubronner patented a miniature pigeon camera activated by a timing mechanism. Equipped with the cameras, the pigeons photographed a castle in Kronberg, Germany around 1908. In 1903, Dr. Julius Neubronner patented a miniature pigeon camera activated by a timing mechanism. Equipped with the cameras, the pigeons photographed a castle in Kronberg, Germany around 1908.

Balloons

From their early beginnings, balloons soon soared to great heights. They became useful tools in the fields of art, science, and reconnaissance. In 1860, James Wallace Black conducted the first successful aerial photographic effort in the United States when he took a series of photos from Samuel Archer King's balloon overlooking Boston. Black had previously attempted to photograph Providence, Rhode Island from a balloon but was unsuccessful.

Black's success came on the eve of the Civil War, where photography from balloons became a key tool in military reconnaissance. Thaddeus Lowe, a pioneer in balloon reconnaissance, flew high above the battlefields to observe troop movements during the Civil War. Balloon aerial photography continued to be an asset in military reconnaissance long after the Civil War. In 1956, more than 500 plastic reconnaissance balloons were launched for a program called Moby Dick. Under the guise of gathering meteorological information, the balloons were

equipped with cameras to photograph Soviet territory.

Kites

In 1895, Lt. Hugh D. Wise of the 9th Infantry Division experimented with photo kites at Madison Barracks, New York. He built a 5.4-meter (18-foot) high kite and attached a box camera to the string. Triggered by a timing device, the camera took photos from an altitude of 180 meters (600 feet).

Rockets

You might think rocketry would enter the picture in the 20th century, but in 1888 Frenchman Amedee Denisse designed a photo rocket. The design is thought to be the first of its kind—however, it wasn't the last.

Aircraft

From the first clumsy flights and fuzzy photos, airplane photography developed rapidly into a precise and useful tool for looking at Earth. Surveyors, mappers, geologists, resource managers, urban planners, and military strategists have all come to rely on the airplane view of our world. Beyond these practical uses, however, air photographs reveal landscapes of beauty and symmetry that go undetected on the ground level.

The Many Uses of Aerial Photography

Using balloons, and later aircraft, for aerial photography proved to be useful in conducting military reconnaissance—but aerial photography has practical applications in many fields. When the Earth is viewed from the air, patterns, boundaries, and landmarks appear that are often not visible at close range. From this vantage point, the camera can record natural and man-made features and events, from the remains of ancient civilizations to the aftermath of a modern disaster.

Geology

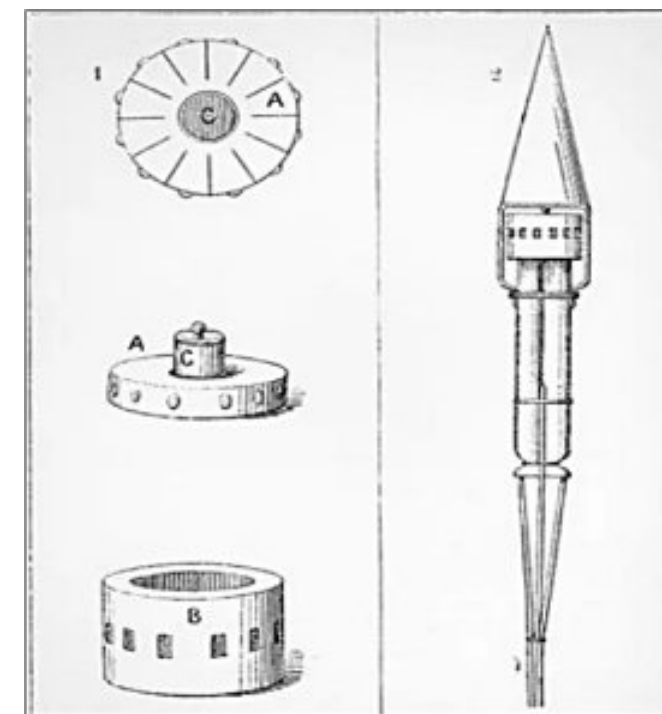
With aerial photographs, geologists can easily spot rock structures like the one pictured here. Shale and sandstone beds have been folded to form this elongated dome. (U.S. Geological Survey Photograph).



In 1903, Dr. Julius Neubronner patented a miniature pigeon camera activated by a timing mechanism. Equipped with the cameras, the pigeons photographed a castle in Kronberg, Germany around 1908.



The reconnaissance balloons from Moby Dick floated with the winds and were retrieved after passing beyond Soviet borders. Only 44 were successfully recovered. (Defense Visual Information Center).



Rocket conceived by the Frenchman Amedee Denisse in 1888. On the left is a 12-lens camera that fits beneath the rocket's nose cone. After the film was exposed, the camera and rocket would be parachuted back to Earth. (Smithsonian Institution).



Lt. Wise and his kite. (Defense Visual Information Center).

Archaeology

Aerial mosaic of the Diyala Plains found in Iraq, east of Baghdad. Ancient canal systems dating from 637 to 1150 CE have been mapped on the photograph. Identification of archaeological features such as these, which extend over vast areas, can be greatly facilitated by the use of aerial photography. (Robert McCormick Adams).

Disaster Assessment

Air photos are useful for pinpointing disaster areas and organizing relief efforts after major disasters such as the Alaskan earthquake of 1964. (Dino Brugioni)

Monitoring the Environment

When workers became ill during the construction of a public park on Neville Island in Pennsylvania, environmentalists used aerial photos to look back through time and locate the problem.

Different Views

High-altitude photography allows coverage of vast areas on a single frame. Large-scale structures and landmarks can be quickly and conveniently scanned, mapped, or surveyed.

High-resolution photography provides coverage of large areas without loss of fine detail. Both a broad regional overview and a detailed local survey can be combined in one photo.

Airborne radar provides the capability to study geologic structures and terrain characteristics as they extend over large areas. Because radar has the ability to "see" through clouds, imagery is available in all kinds of weather. Radar images have useful applications in the fields of mineral resource exploration and groundwater analysis.

Putting it all Together

Aerial photography is useless without someone to

interpret the images produced. Photo interpreters can read an aerial photograph like a book, and they employ many skills to help them analyze the terrain they are viewing.

One method that aerial photo interpreters use to view large regions in one glance is called mosaicking. Several photos of adjacent areas are pieced together like a jigsaw puzzle to present the "big picture."

Stereo photography allows the interpreter to see the ground in three dimensions by viewing overlapping photos taken from different locations. To acquire complete stereo photography of an area from above, a series of overlapping photos must be taken along a designated flight line with more than 50% overlap between adjacent photos.

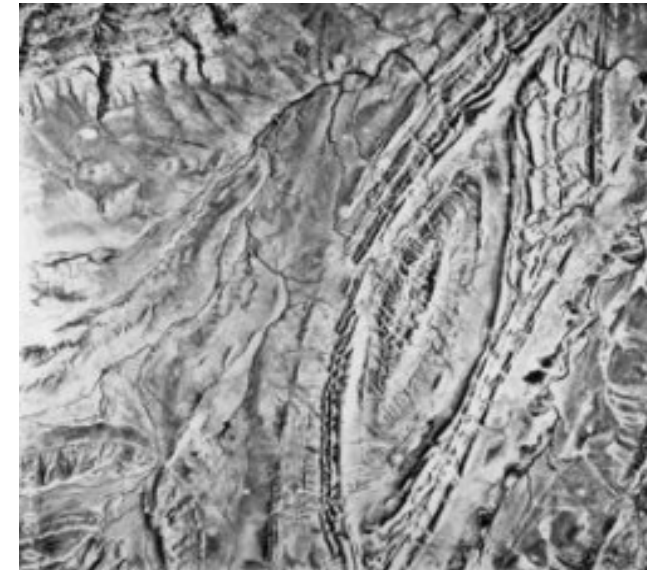
Natural and human-made features can be seen in three dimensions with the aid of a stereoscope (now used mainly for educational purposes) and two overlapping scenes. With the addition of depth, aerial photos can provide the interpreter with more information on geologic boundaries, terrain characteristics, relative heights, and regional topography.

If you have a pair of red/blue glasses, you can simulate the 3D effect of using a stereoscope by viewing these anaglyphs made from aerial photos below.

Aerial photography has a long history and serves as a functional tool for all kinds of work such as military reconnaissance, scientific research, and mapping. The technologies of flight have greatly propelled our ability to see the changing Earth from above.

Source: Carquinez Bridge, CA. (U.S. Geological Survey/CEPS).

<https://airandspace.si.edu/stories/editorial/beginnings-and-basics-aerial-photography>



With aerial photographs, geologists can easily spot rock structures like the one pictured here. Shale and sandstone beds have been folded to form this elongated dome. (U.S. Geological Survey Photograph).



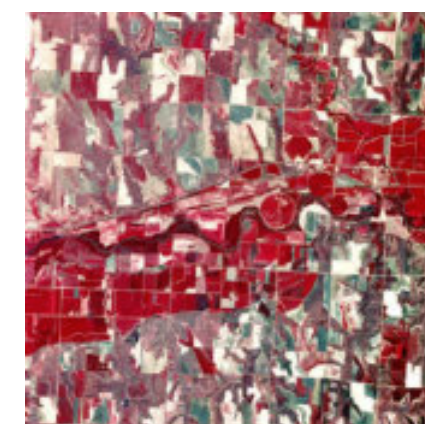
Air photos are useful for pinpointing disaster areas and organizing relief efforts after major disasters such as the Alaskan earthquake of 1964. (Dino Brugioni).



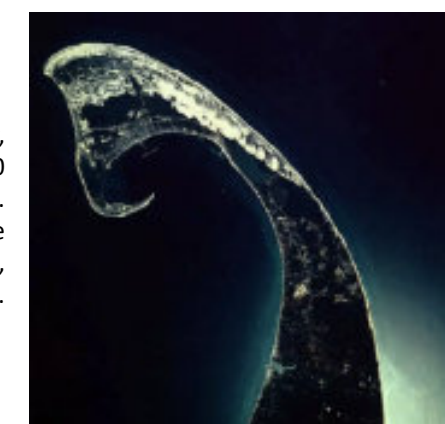
Aerial mosaic of the Diyala Plains found in Iraq, east of Baghdad. Ancient canal systems dating from 637 to 1150 CE have been mapped on the photograph. Identification of archaeological features such as these, which extend over vast areas, can be greatly facilitated by the use of aerial photography. (Robert McCormick Adams).



Farmlands on Neville Island. Aerial photo analyses courtesy of EPA's Environmental Photographic Interpretation Center.



Furnas County, Nebraska from 12,200 meters (40,000 feet). (National High Altitude Photography Program, EROS Data Center, U.S. Geological Survey)



The tip of Cape Cod, Massachusetts from 19,800 meters (65,000 feet). (NASA).

A Brief History of Aerial Photography

Aerial photography has its roots in the eighteenth century, when the first experiments in the chemical processes that would lead to photography took place and, separately, balloons began to be used for military observation. In 1858, the first true aerial photograph was taken. In the following years, aerial photography has transformed from laborious, individually taken black and white prints to incredibly detailed digital images captured hundreds at a time by modern drones.

BALLOONS, KITES, PIGEONS

The very first aerial photograph was taken in 1858 from a balloon by French photographer Gaspard-Félix 'Nadar' Tournachon, above the French village of Petit-Becetre. Nadar's earliest photographs no longer exist, so the earliest aerial photograph that survives shows Boston in 1860, taken by James Wallace Black and Samuel Archer King. Other early experiments in aerial photography involved attaching cameras to kites and rockets. Perhaps the most remarkable early experiment in aerial photography came when German Julius Neubranner attached tiny cameras to pigeons. The resulting photographs were popular with the public but somewhat erratically taken.

FIRST WORLD WAR

Around the same time as Neubranner's pigeon experiments, the Wright Brothers managed the first sustained, controlled, powered heavier-than-air manned flight. It quickly became apparent the most effective way of taking aerial photographs would be from aeroplanes. The demands of the First World War rapidly accelerated aerial photographic equipment and techniques.

At the onset of war, the French, German and British air forces all had aircraft equipped with cameras for aerial reconnaissance. Royal Flying Corps officers Frederick Laws and John Moore-Brabazon pioneered the development of purpose-built aerial cameras. They also developed the stereoscopic techniques which allowed the viewing of pairs of aerial photographs with a 60% overlap in three dimensions.

SECOND WORLD WAR

Between the wars, aerial photography came to be used increasingly for survey and mapping purposes. Although military aerial photography was somewhat neglected, the beginning of the Second World War prompted more rapid developments in aerial photographic technologies.

Australian inventor and aviator Sidney Cotton was instrumental in pioneering the use of small, fast aircraft such as the Supermarine Spitfire for aerial photography. With guns and radios removed – to accommodate extra fuel and cameras – they could fly higher and faster than intercepting aircraft. Newly developed heating systems stopped cameras freezing and lenses fogging over. Techniques for interpreting aerial photographs underwent rapid advances thanks to the work undertaken at RAF Medmenham.

POST-1945

After the Second World War, aerial photography was used for a wide range of civil and military purposes. Governments surveyed their own countries while colonial governments surveyed overseas territories for mapping and administration. Numerous aerial survey firms sprung up to service these needs. Aerial photography was used extensively for military reconnaissance throughout the Cold War. The UK government accrued millions of images of British territories and areas of interest. However, such activities were not without risk. Escalating tensions throughout the Cold War and the shooting down of an American U-2 spy plane over the Soviet Union on 1 May 1960, marked the end of US photography of the Soviet Union by manned aircraft and was replaced by early, but less detailed satellite imaging.

In the 1980s, more expensive colour film began to be used, and in the 1990s aerial photography started the shift from analogue film to digital images which would happen slowly over the following decades. Despite the rise of satellite imaging, aerial photography continues to be used for archaeological and environmental surveys, mapping, and reconnaissance.

Source: Ben Reiss, NCAP Collections Manager. <https://www.ncap.org/news/2024/brief-history-of-aerial-photography>

Aerial Photography and the Science of Stereoscopy

Stereoscopes and binocular vision have been of great interest to scholars, artists and thinkers for hundreds of years. Non-photographic stereoscopic images were first made to try and imitate and understand binocular vision. With the advent of photography, they became a way to view two dimensional photographs with greater immediacy and vividness.

THE HISTORY OF STEREOSCOPY

The first stereoscope was developed in 1832 by Sir Charles Wheatstone, around the same time as the first photographs were being developed. Through much of the nineteenth century, stereoscopes were used as a game for entertaining party guests. The technology was quickly married to photography in the mid-nineteenth century, with the viewing of stereocards becoming a popular form of entertainment.

However, different iterations of the stereoscope were soon developed for practical applications ranging from anatomy to astronomy. They were particularly useful in illustrating ideas to students. Stereoscopic images also became a vital tool in medicine – being used to study X-ray images – and in surgical photographs to identify the location of foreign bodies like shrapnel or bullets. This made stereoscopic images particularly useful during wartime, although it is not the only way in which the technology proved useful in a military setting.

STEREOSCOPY AND AERIAL PHOTOGRAPHY

The most widespread application of stereoscopy came with the increased use of aerial photography in the twentieth century. If two aerial photographs overlap by sixty percent or more, they can be viewed in three dimensions using a stereoscope. During the Second World War, when Photographic Reconnaissance was undertaken extensively by the Allies, Photographic Interpreters constantly utilised stereo imagery to identify and analyse

strategic targets and camouflaged sites on the ground.

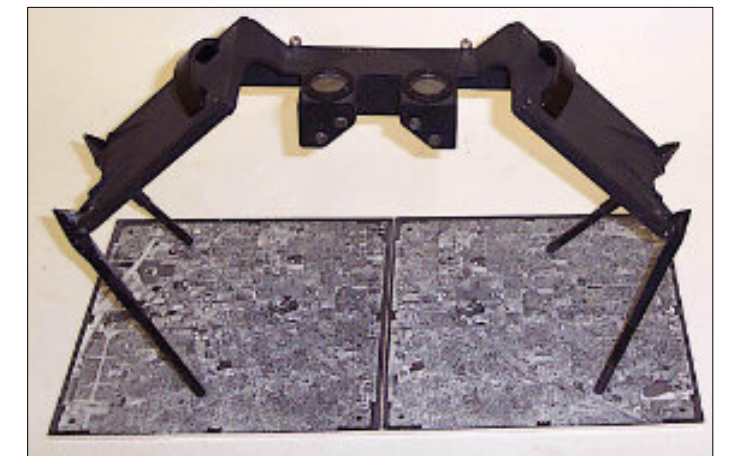
Outside of military applications, aerial images viewed in stereo can be used for archaeological and geological research as well as mapping and photogrammetry. The process of rectification makes use of stereoscopy to remove the visual distortion inherent in aerial images before they can be used in map-making. It establishes how features such as roads, rivers, and mountains truly appear from above.

STEREOSCOPIC IMAGES AT NCAP

Almost all the images cared for by the National Collection of Aerial Photography can be viewed in three dimensions. Our Second World War collections illustrate how stereoscopy was used in the vital interpretation of reconnaissance photographs, while photographs from the Directorate of Overseas Surveys collection demonstrate how stereoscopy and photogrammetry are used in large scale mapping projects. This Stereoscopy Day is the perfect time to celebrate the important role stereoscopy plays at the National Collection of Aerial Photography.

Source: Vivian Myron, NCAP Metadata Coordinator

<https://www.ncap.org/news/2025/stereo>



Aerial photography

Early History

Aerial photography was first practiced by the French photographer and balloonist Gaspard-Félix Tournachon, known as "Nadar", in 1858 over Paris, France. However, the photographs he produced no longer exist and therefore the earliest surviving aerial photograph is titled 'Boston, as the Eagle and the Wild Goose See It.' Taken by James Wallace Black and Samuel Archer King on October 13, 1860, it depicts Boston from a height of 630m.

Kite aerial photography was pioneered by British meteorologist E.D. Archibald in 1882. He used an explosive charge on a timer to take photographs from the air.[6] The same year, Cecil Shadbolt devised a method of taking photographs from the basket of a gas balloon, including shots looking vertically downwards.[7][8] One of his images, taken from 2,000 feet (610 m) over Stamford Hill, is the earliest extant aerial photograph taken in the British Isles. A print of the same image, An Instantaneous Map Photograph taken from the Car of a Balloon, 2,000 feet high, was shown at the 1882 Photographic Society exhibition.

Frenchman Arthur Batut began using kites for photography in 1888, and wrote a book on his methods in 1890.[9][10] Samuel Franklin Cody developed his advanced 'Man-lifter War Kite' and succeeded in interesting the British War Office with its capabilities.

In 1908, Albert Samama Chikly filmed the first ever aerial views using a balloon between Hammam-Lif and Grombalia.[11] The first use of a motion picture camera mounted to a heavier-than-air aircraft took place on April 24, 1909, over Rome in the 3:28 silent film short, Wilbur Wright und seine Flugmaschine.

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



STEREOSCOPY DAY

<https://stereoscropyday.wordpress.com/>



Stereoscropy Day is an international celebration of the birth of stereoscopic 3-D.

Founded by the Brian May Archive of Stereoscropy, it celebrates:

The inventor of stereoscropy, British polymath Sir Charles Wheatstone.

Stereoscropy's pioneers and their successors, up to the present day.

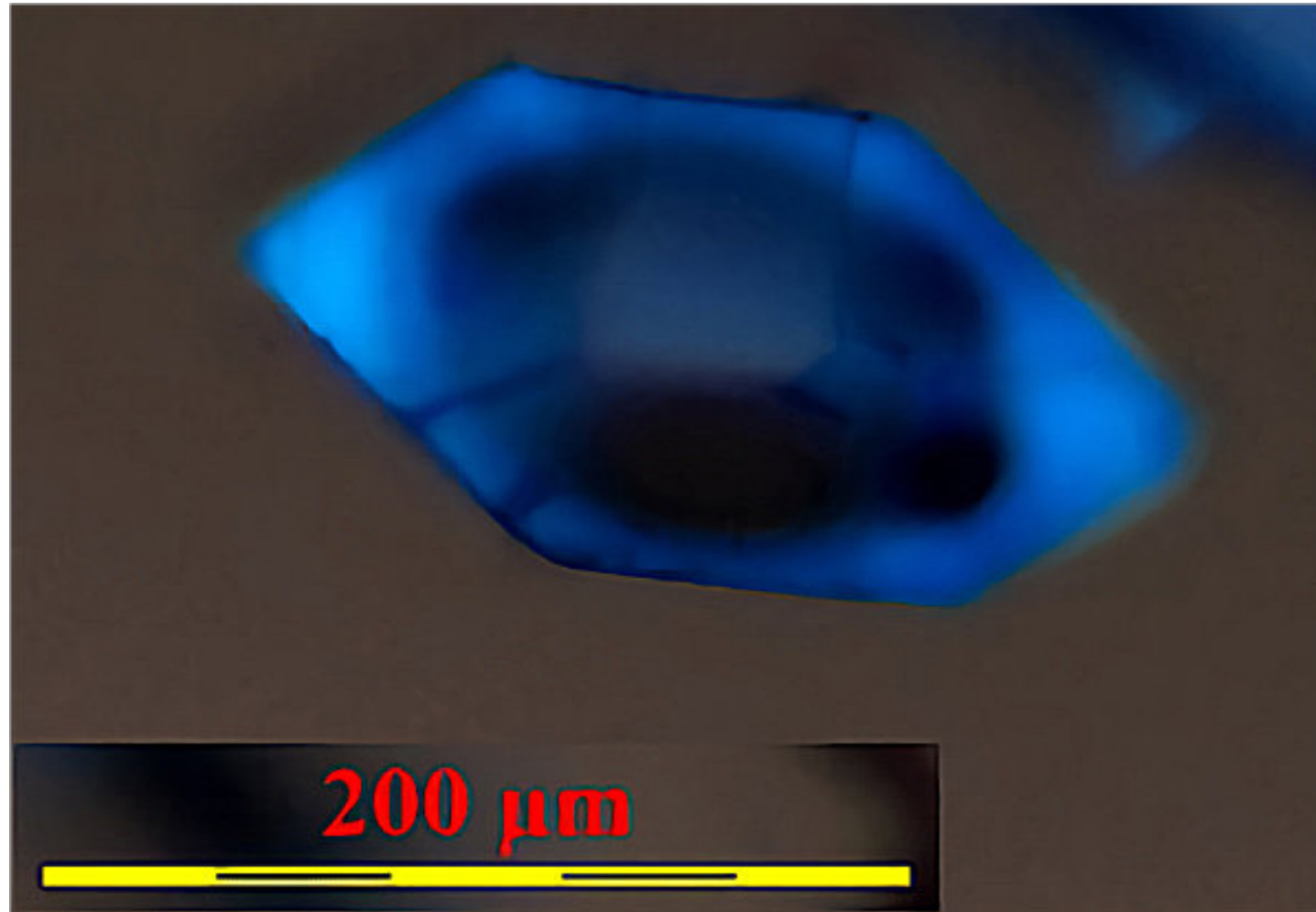
The long history of the medium, from its first Golden Age and subsequent periods of popularity.

Its rich diversity and multiple uses in various fields.

The sheer immersive magic it can bring to images, and other applications.

Stereoscropy Day is celebrated across the world every year on June 21st, which is the anniversary of the day in 1838 when Sir Charles Wheatstone officially presented his revolutionary reflecting stereoscope to the Royal Society of London, and demonstrated his theory of binocular vision.

Yellowstone National Park, Wyoming, USA. Photo by Gilda Yolid Muñoz - 2014.



Inclusión fluida de hidrocarburo observada en transmisión bajo luz polarizada, nícoles cruzados (levemente descruzados) y epi-iluminación mediante luz ultravioleta, esta última para provocar la fluorescencia azul del hidrocarburo líquido que "moja" las paredes; la burbuja oscura interior es de hidrocarburo gas. La inclusión muestra una típica morfología (de equilibrio) de "cristal negativo de cuarzo. El cristal de cuarzo que contiene la inclusión forma parte de las últimas fases de silicificación hidrotermal de los carbonatos lacustres del Aptiense del Pre-Sal del Atlántico Sur, offshore Brasil." Referencia: **Tritlla, J. et al., (2018)**: Pre-Salt Lacustrine Carbonates, Diagenetic Silicification and Hydrothermal Overprinting in Kwanza Basin (Offshore Angola): A Tale of Two Silicas. AAPG ACE 2018, Salt Lake City, Utah, USA. AAPG Datapages/Search and Discovery Article #90323©2018.

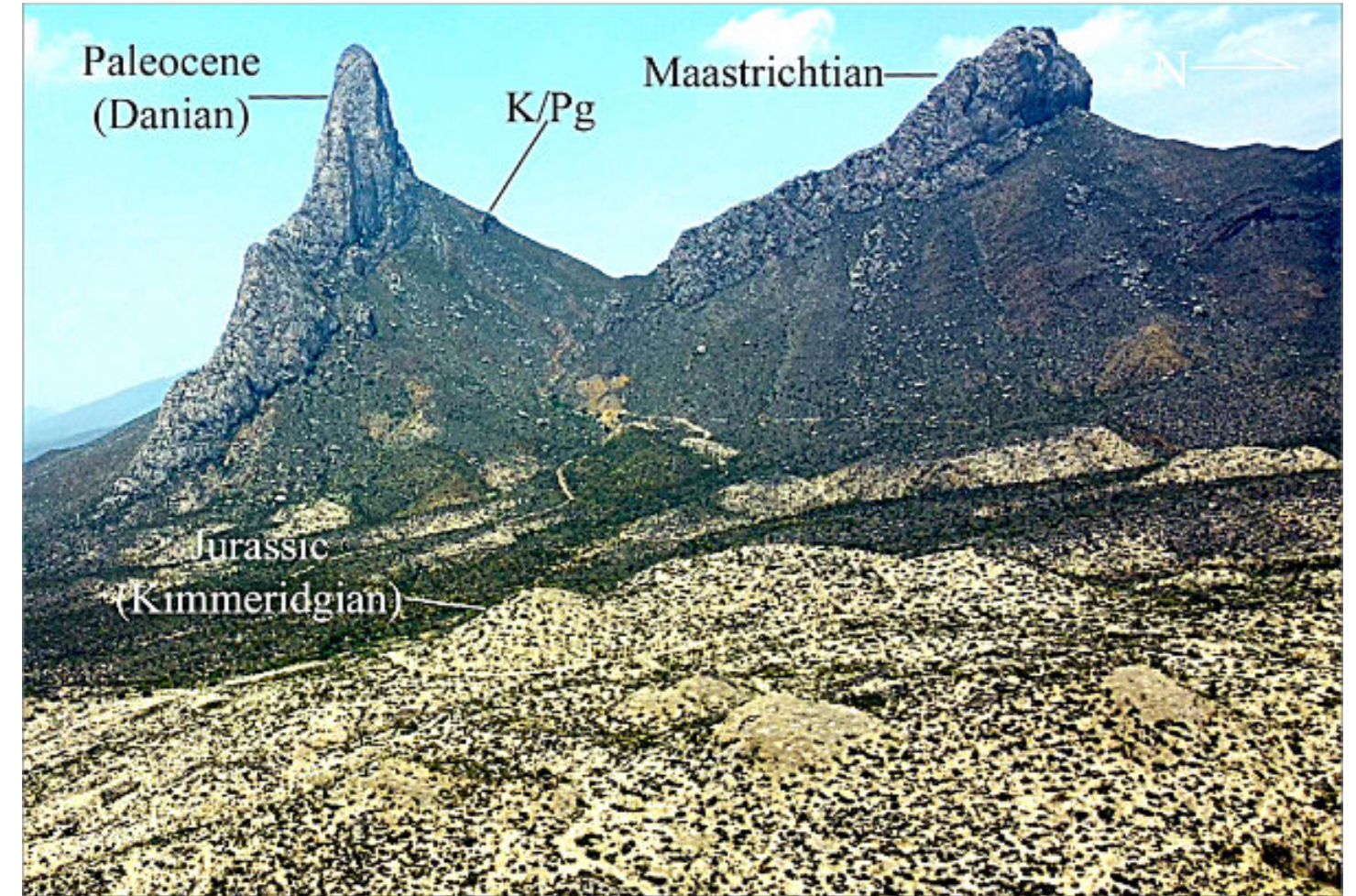




Cascada Prieta Linda sobre el cauce del río Cabezones en el municipio de Galeana, cerca de la localidad de Potrero de Prieto. La caída de agua ocurre en estratos del Miembro Arenoso Galeana de la Formación Taraies. Atrás de la cascada se elevan las Formaciones Cupido, La Peña, Tamaulipas y Cuesta del Cura. Fotografías de **Jerjes Pantoja Irys**.



Surgencia de un manantial termal circum-neutro de baja entalpía, sobre fracturas perpendiculares al echado de estratos de caliza de la Formación Cupido. Biofilmes y matas bacterianas de diferentes colores y texturas prosperan en estos ambientes “extremófilos”. Se ubica aproximadamente a 500 metros, aguas arriba, de la cascada Prieta Linda. De izquierda a derecha Maximino García Taha, Diego Rodríguez García y Maximino García Machuca.



Vista de la porción occidental del diapiro El Gordo, Cuenca de La Popa, Nuevo León, México. Se aprecian las evaporitas del Jurásico Superior (Kimmeridgiano), así como las lentes de carbonato formadas durante la evolución del diapiro en el Maastrichtiano y Paleoceno Inferior (Daniano). Imágen de **Francisco A. Vega-Sandoval**.

La Popa Basin, Nuevo León and Coahuila, Mexico: Halokinetic Sequences and Diapiric Structural Kinematics in the Field (Springer Geology) by Timothy Lawton (Author), Katherine Giles (Author), Mark Rowan. <https://www.amazon.com/Popa-Basin-Nuevo-Coahuila-Mexico-ebook/dp/B09C5KDV9>



Slump-folded heterolithic facies overlain by undeformed deep-water sandstone.
Point Loma Formation (Campanian), La Jolla, California. **Jhonny E. Casas** as a scale.



A nosotros los
alumnos 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.

Benioff Siempre

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

Comunícate con

Bernardo García-Amador
bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu

quien está a cargo de organizar esta información.

AVANCES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL NANNOPLANKTON CALCAREO

Mariato Castro Mora

notasgeologiavenezuela@gmail.com



RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología que permite, a través de algoritmos, la simulación de procesos de la inteligencia humana y su aplicación a la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y la autonomía. Esta técnica se utiliza activamente en el estudio del nannoplankton calcáreo para la identificación automatizada de especies, el análisis de imágenes y la construcción de gráficos de conocimiento para mejorar la

eficiencia de la investigación en bioestratigrafía y reconstrucción paleoambiental.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a technology that develops algorithms that allows the simulation of human intelligence processes and its application to problem-solving, decision-making, creativity, and autonomy. This technique is actively used in the study of calcareous nannoplankton for automated species identification, image analysis, and the construction of knowledge graphs to improve the efficiency of research in biostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction.

Palabras claves: Inteligencia Artificial, nannoplankton, datación, autonomía, decisiones, eficiencia, análisis

Key Word: Artificial Intelligence, nannoplankton, dating, autonomy, decisions, efficiency, analysis

INTRODUCCION

Se conoce como nannoplankton calcáreo a las algas marinas microscópicas unicelulares de color marrón dorado (cocolitóforos) que producen intrincadas placas de calcita llamadas cocolitos. Estos organismos constituyen un componente importante del fitoplancton oceánico y sus restos fosilizados, conocidos como nanofósiles calcáreos, son cruciales para los estudios geológicos. Figura 1.

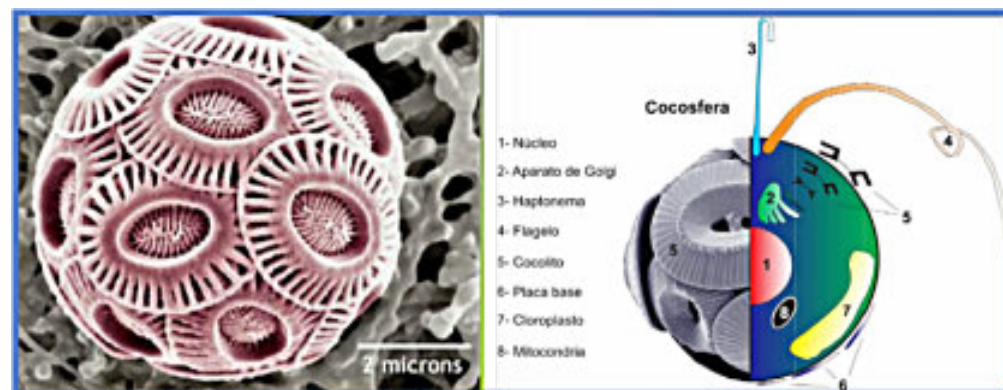


Figura 1: Cocosfera, biología general. Gráfico tomado de Flores & Sierro, 2007 y Christian Giraldo Parra.

Debido a su abundancia, rápida evolución y amplia distribución, sus fósiles constituyen excelentes marcadores para la datación de secuencias sedimentarias marinas de los últimos 220 millones de años (épocas Mesozoica y Cenozoica). Para correlacionar los estratos rocosos a nivel mundial, se utilizan esquemas de zonificación estandarizados, como los propuestos por Martini (1971).

Sus estudios se aplican en la industria petrolera como datadores precisos de los estratos, correlación de pozos y caracterizador de secuencias que actúan como trampas para el almacenamiento de petróleo. También se utilizan en la investigación climática y ambiental, en el modelaje del cambio climático como indicadores de temperatura, salinidad y la disponibilidad de nutrientes, proporcionando información sobre los climas antiguos y la química de los océanos. Al igual que otros organismos con exoesqueletos de carbonato, el nannoplankton calcáreo, en particular los cocolitóforos, desempeñan un papel doble y complejo al crear carbono orgánico e inorgánico, siendo un importante sumidero de carbono durante fenómenos climáticos extremos.

PRIMEROS PASOS

A finales de los años ochenta, a nivel mundial, se comenzaron a desarrollar lo que se denominó sistemas expertos en diferentes áreas del conocimiento.

En Venezuela, la doctora María Antonieta Lorente y su equipo del Laboratorio geológico de Maraven S.A. desarrolló un sistema para el análisis digital de imágenes aplicado a datos estratigráficos. El sistema realizaba la caracterización cuantitativa de concentrados de materia orgánica y de secciones delgadas petrográficas o fragmentos pulidos de rocas presentes en muestras de yacimientos petrolíferos. El equipo utilizado consistía de una cámara de video para capturar imágenes; un microscopio o una serie de fotografías (imágenes); un digitalizador electrónico para digitalizar y almacenar las imágenes; y un microprocesador para realizar operaciones de procesamiento digital de imágenes. Los datos morfológicos, como el área, el perímetro, el ancho, la

longitud y la orientación de las partículas, se obtenían a partir de la representación digital de las partículas mediante algoritmos basados en los principios de conectividad y la teoría de momentos. El proceso permitía la automatización de análisis sedimentológicos y palinológicos cuantitativos, así como la caracterización estadística de las muestras con base en parámetros geológicos ampliamente utilizados derivados de los datos morfológicos.

Lagoven S.A., por su parte, a través de un programa de tesis de grado con estudiantes de computación desarrolló dos sistemas expertos. El primero, denominado SIADEN, que se alimentó con los datos de rango de edad (primera ocurrencia a última ocurrencia) de nannoplankton calcáreo. Para el Cretácico, se utilizó la zonación de Sissingh, 1977 y Perch-Nielsen, 1979 y para el Paleoceno al Reciente, la zonación de Martini, 1971. El sistema, una vez analizada la muestra por el micropaleontólogo, era capaz de brindar la edad o rango de edad de los microfósiles presentes en la lámina. Al finalizar el análisis del pozo, realizaba la carta de distribución automática con las diferentes edades encontradas. El segundo sistema experto denominado SIGPAL, era un sistema de reconocimiento de imágenes para identificación de género y especies de polen y esporas. Este sistema experto fue muy utilizado para entrenamiento y fines educativos.

Estas aplicaciones se desarrollaron con la tecnología existente y su aplicación era focalizada a la automatización o apoyo al trabajo del geólogo. Estos sistemas fueron los primeros pasos a lo que hoy en día vivimos con el desarrollo de la Inteligencia Artificial, no solo en el trabajo de geología, sino en casi todas las facetas de la vida diaria. Por supuesto, el nannoplankton calcáreo no podía ser la excepción y en ello focalizamos esta disertación.

APLICACIONES CLAVE DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA INVESTIGACION DEL NANNOPLACTON CALCAREO

La Inteligencia Artificial aplicada al nannoplankton calcáreo se enfoca en el uso de algoritmos avanzados para analizar grandes volúmenes de datos (imágenes



Figura 2: Presentación del sistema experto SIGPAL en las IV Jornadas de Informática de Intevep S.A., Marzo de 1996.

microscópicas, secuencias genéticas, datos paleoclimáticos) para identificar, clasificar y estudiar estas microalgas (como los cocolitos) y sus fósiles. La utilización de Inteligencia Artificial puede acelerar una tarea tradicionalmente manual y laboriosa. Su integración con métodos tradicionales puede mejorar la precisión en la reconstrucción ambiental. A continuación, se mencionan algunas de las áreas claves que se vienen desarrollando:

- Identificación y clasificación automatizadas: Las redes neuronales profundas y los métodos de visión artificial usan miles de imágenes microscópicas. El entrenamiento de esta cantidad de data sirve para reconocer ejemplares de especies específicas y contarlos automáticamente. Esto reduce significativamente el tiempo y el esfuerzo, con índices de precisión que a menudo superan el 90 %. Proyectos como el método de "identificación asistida de nanofósiles calcáreos" (AICN) utilizan redes neuronales convolucionales profundas (CNN) para identificar rápidamente especies fósiles clave.
- Análisis y predicción de datos: la IA se utiliza para analizar datos cuantitativos (abundancias relativas de especies) para predecir parámetros paleoceanográficos, como la temperatura del agua superficial del mar (TSM) y los valores isotópicos de oxígeno.

- Construcción de bases de datos de conocimiento: Este tipo de actividad se aplica al nannoplacton calcáreo, así como a otros grupos fósiles. El objetivo es construir grandes bases de conocimiento para integrar datos estructurados, semiestructurados y no estructurados de diversas fuentes (bibliografía, bases de datos como Nannotax, universidades, industria y programas de perforación oceánica). Estos sistemas ayudarán a gestionar grandes cantidades de conocimiento paleontológico y facilitarán un razonamiento de conocimiento más sofisticado y la fusión de datos.
- Reconstrucción paleoambiental: el análisis asistido por Inteligencia Artificial de conjuntos de nannoplankton, combinado con otros indicadores, permitirá a los científicos reconstruir las condiciones climáticas pasadas, los patrones de circulación oceánica y los cambios en la productividad primaria con alta resolución y rapidez, algunos hablan que en un futuro cercano con inmediatez. Actualmente, se han implementado nuevas teorías para conocer la distribución potencial de las especies mediante modelos de nicho ecológico (MNE) (Elith et al. 2010). Para ello, se han elaborado herramientas derivadas de Inteligencia Artificial que correlacionan datos de presencia de las especies y la respuesta de los individuos a la temperatura, humedad y otros parámetros físicos. Los cambios climáticos globales requieren cada vez mas de respuestas inmediatas y la Inteligencia Artificial es la solución para la elaboración de diferentes escenarios hipotéticos sobre cómo

afectará el clima en proyecciones de hasta de un siglo de una manera expedita.

- Bioestratigrafía y correlación en la industria petrolera: al automatizar la identificación de bioeventos (la aparición o desaparición de especies específicas) y

otros tipos de información geológica, la Inteligencia Artificial ayudará a construir biozonificaciones generalizadas y a correlacionar capas de sedimentos en diferentes pozos y regiones con mayor velocidad y consistencia.



Figura 3: A la izquierda una imagen del estudio laborioso diario de un micropaleontólogo y a la derecha una imagen idealizada de como algoritmos de Machine Learning (como redes neuronales) con miles de imágenes de microscopio pueden identificar especies y contar cocolitos mucho más rápido que un ser humano. Imagen generada por Gemini.

EJEMPLOS DE LOS AVANCES

A continuación, algunos ejemplos de los avances en proyectos formales llevados a cabo por universidades, entes privados y la International Association of Calcareous Nannoplankton:

- El Instituto de Geología y Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Carolina, en colaboración con Cogniware, ha probado un sistema para el reconocimiento automático de cocolitos mediante tecnología de Inteligencia Artificial. Durante el experimento, el objetivo fue la identificación precisa de la especie *Cyclicargolithus floridanus*, minimizando su confusión con especies morfológicamente similares. Al entrenar una red neuronal profunda, se crea un sistema capaz de procesar miles de imágenes durante una hora, reconocer ejemplares de ciertas especies y registrar su número. El entrenamiento consiste en seleccionar especímenes apropiados de *Cyclicargolithus floridanus*, marcarlos, prepararlos para el entrenamiento del modelo (ajustes automáticos, como girar las muestras anotadas) y entrenar la red neuronal. Se necesitan al menos 1000 ejemplares de cada especie para crear el modelo. El proyecto se basa en el supuesto de que la tasa de reconocimiento debe ser superior al 90 %. El resultado a largo plazo podría ser un análisis cualitativo y

cuantitativo de las asociaciones de nannoplankton calcáreo en portaobjetos en tan solo minutos.

- Clasificación automatizada de microfósiles mediante reconocimiento de imágenes y aprendizaje automático, para desarrollar un sistema de Inteligencia Artificial para la datación por edad. Este proyecto esta siendo realizado en colaboración con Recursos, JAMSTEC; Corporación NEC; Centro de Investigación Avanzada de Núcleos Marinos, Universidad de Kochi; Centro de Investigación y Desarrollo para el Cambio Global, JAMSTEC; Grupo de Investigación en Geología Marina, AIST y el Centro de Investigación y Desarrollo para la Ciencia de la Perforación Oceánica, JAMSTEC. El objetivo de este estudio es aplicar tecnologías de aprendizaje automático y reconocimiento de imágenes a la identificación taxonómica de microfósiles y desarrollar un sistema de Inteligencia Artificial que pueda determinar automáticamente la edad de los sedimentos obtenidos mediante núcleos. Como estudio de viabilidad, se está probando el software de "RAPID Machine Learning" de la corporación NEC para identificar dos tipos de nanofósiles calcáreos con estructuras relativamente simples: *Pseudoemiliana* y *Reticulofenestra*. Hasta ahora se ha logrado un 60% de confiabilidad en su identificación, pero se sigue trabajando arduamente para lograr resultados óptimos.

- Nannotax3, base de datos de referencias. Esta página ofrece una bibliografía bastante completa de la literatura taxonómica sobre nannofósiles calcáreos. Se basa en las bibliografías de Bown (1998) Calcareous Nannofossil Biostratigraphy y Young et al. (2003) Guide to Extant Coccolithophore Taxonomy, complementada con referencias de la literatura más reciente. Actualmente, (hasta marzo de 2025), se incluyen aproximadamente 5300 referencias. En los casos en que se dispone de copias en PDF de acceso abierto, se han incluido enlaces para consultarlas o abrirlas. Si bien Nannotax3 es principalmente una base de datos, opera dentro de un panorama más

amplio y en rápida evolución de investigación paleontológica impulsada por Inteligencia Artificial. Con Nannotax3 se están creando estructuras de datos automatizadas, semánticas y legibles para la identificación taxonómica con técnicas de redes neuronales convolucionales (CNN) para identificar y clasificar automáticamente las especies de nannofósiles. Esto se logra utilizando las imágenes de alta calidad de Nannotax3. Se está trabajando para la integración total de Nannotax3 e Inteligencia Artificial para realizar estudios más eficientes y a gran escala sobre la evolución del nannoplancton, la paleoecología y la biozonificación.

TAREA	LABOR DIARIA	AVANCE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Tiempo de Identificación	Horas por muestra (dependiendo de la cantidad de especies presentes)	Minutos
Tiempo de conteo	Horas por muestra (dependiendo de la cantidad de especies presentes)	Minutos
Fatiga humana	Media a alta (dependiendo del cansancio)	Nula (Puede trabajar 24 /7)
Análisis de datos	Basado en experiencia del especialista	Alta a media dependiendo de la calidad de los datos (base de datos)
Identificación	Con premura operacional normalmente se realiza con especies índice (especies datadoras)	Capacidad de procesar una alta cantidad de los géneros y especies presentes en la muestra

Figura 4: Tabla de comparación de la labor actual diaria de un micropaleontólogo vs. El futuro con Inteligencia Artificial.

El futuro de la Inteligencia Artificial es prometedor y está cargado de potencial. Se prevé que la Inteligencia Artificial siga optimizando la eficiencia en los procesos de identificación, desempeñando un papel crucial en la evolución de la visión artificial. Esto permitirá un reconocimiento de imágenes más exacto y una gestión sofisticada de grandes volúmenes de imágenes y datos. Esta tecnología no solo ganará eficiencia, sino que se convertirá en el pilar fundamental de los sistemas de

identificación avanzados convirtiendo ingentes cantidades de datos en conocimiento accionable. Para lograrlo, es fundamental contar con bases de datos acreditadas y el aporte de expertos experimentados, que permitan alimentar los sistemas con información homologada para así obtener identificaciones sólidas y desarrollar modelos respaldados por información validada y de la más alta calidad.



Figura 5: Imagen generada por Gemini de cómo nos podríamos imaginar el futuro de la integración de la información en nannoplancton calcáreo, que podría ser aplicado a otras áreas de la micropaleontología.

REFERENCIAS

BOLLI, H. M.; SAUNDERS, J. B.; PERCH-NIELSEN, K. 1989. **Plankton stratigraphy**. Volume I, planktic foraminifera, calcareous nannoplankton and calpionellids. Cambridge University Press.

BOWN, P.R., Eds (1998). **Calcareous Nannofossil Biostratigraphy**. New York: Springer Science.

BOWN, P.R. 1998. **Calcareous Nannofossils Biostratigraphy**. Kluwer Academic Press, Dordrecht.

CASTRO MORA, M. 1996. **El impacto de los sistemas de información gerencial y los sistemas expertos en**

bioestratigrafía. Memorias IV Jornadas de informática, Marzo 1996, Intevep S.A.

ELITH, J.; PHILLIPS, S. J.; HASTIE, T.; DUDIK, M.; CHEE, Y. E.; YATES, C. J. 2010. **A statistical explanation of MaxEnt for ecologists**. Wiley, on line library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>

FLORES, J.A.; SIERRO, F.J., 2007. **Coccolithophores**. En: Scott, A. Elias (Ed.). Encyclopedia of Quaternary Science, 1634-1647. Editorial: Elsevier, Amsterdam, Holanda.

GEMINI. Generador de imágenes virtuales. https://gemini.google.com/app?is_sa=1&is_sa=1&android-min-

[version=301356232&ios-min-version=322.0&campaign_id=bkws&utm_source=sem&utm_medium=paid-media&utm_campaign=bkws&pt=9008&mt=8&ct=pgrrowth-semin-bkws&gclid=EAAlQobChMIhclWgMPPkgMVnTMIBR2dIAR-EAAYASAAEgKTCPD_BwE](https://www.academia.edu/5826279/COCOLIT%C3%93FOROS_Y_NANOF%C3%93SILES_CALC%C3%81REOS)

GIRALDO PARRA, C. Fecha de Búsqueda, Febrero 10, 2026. **Cocolitofóridos y nanofósiles calcáreos.** https://www.academia.edu/5826279/COCOLIT%C3%93FOROS_Y_NANOF%C3%93SILES_CALC%C3%81REOS

HOLCOVA, K.; PAVLIS, W.; RACKO, J. 2019. **Use of artificial intelligence to identify nanoplankton species.** INA 17, Santos, Brazil, September 15 – 20, 2019. <https://ina.tmsoc.org/meetings/INA17Santos/abstracts/Holcova%20et%20al%202019%20INA17%20Abstract.pdf>

HOSHINO, T.; TAIRA, Y.; SAITOU, H.; HAGINO, K.; ONADERA, J.; ITAKI, T.; YAMAGUCHI, T.; INAGAKI, F. 2017. **Automated microfossil classification by image recognition and machine learning to develop an AI system for age-dating.** JpGU-AGU Joint Meeting 2017. https://www.academia.edu/145066103/Automated_microfossil_classification_by_image_recognition_and_machine_learning_to_develop_an_AI_system_for_age_dating

LORENTE, M. A.; De RINCON, J. T.; MOREAN, O.; WRIGHT, T. B. 1990. **Process and system for digital analysis of images applied to stratigraphic data.** Patent number: 4918739. <https://patents.justia.com/inventor/maria-a-lorente>

MAARTINI, E. 1971. **Standard Tertiary and Quaternary calcareous nanoplankton zonation.** In: A. Farinacci (ed.), Proceedings II Planktonic Conference, Roma, 1970, (2), pp. 739 – 785.

MELINTE, M. C. 2004. **Calcareous nanoplankton, a tool to assign environmental changes.** Geo-Eco-Marina, National Institute of Marine Geology and Geo-ecology

Modern and Ancient Fluvial, Deltaic and Marine Environments and Processes Proceedings of Euro-EcoGeoCentre-Romania. <https://geocomar.ro/website/publicatii/Nr.9-10-2004/21.pdf>

Nannotax. <https://www.mikrotax.org/Nannotax3/>

Nannotax 3. References. **Artificial intelligence used for automatic detection of calcareous nannofossils.** SYRACO https://www.mikrotax.org/system/references.php?mode=formatted+list&moduleSet=Nannotax3&field=abv_ref&search=%&order_by=authors&topc=all&page=1

PERCH-NIELSEN, K. 1979. **Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean.** IUGS Series A, (6), pp. 223 -272.

PEREZ N, C.A. & CASTRO MORA, M. 1996. **SIADEN.** Memorias IV Jornadas de Informática, Marzo 1996, Intevp S.A.

SISSINGH, W. 1977. **Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nanoplankton.** Geol. Mijnbouw 56, (1), pp. 37 -65.

YOUNG, J.; GEISEN, M.; CROS, L.; KLEIJNE, A.; SPRENGEL, C.; PROBERT, I.; OSTERGAARD, J. 2003. A guide to extant coccolithophore taxonomy. Journal of Nannoplankton Research Special Issue 1. [https://ina.tmsoc.org/JNR/online/SpecialIssue/Young%20et%20al.%202003%20JNRSpecial%20Extant%20Taxonomy%20Guide%20\[C2%A7N587\].pdf](https://ina.tmsoc.org/JNR/online/SpecialIssue/Young%20et%20al.%202003%20JNRSpecial%20Extant%20Taxonomy%20Guide%20[C2%A7N587].pdf)

Zhao, H.; Hu, B.; Ma, C.; Jiang, S.; Zhang, I.; Li, X.; Chen, L.; Cai, C.; Ye, L.; Zhou, S.; Wang, C. 2024. **A practical approach to building a calcareous nannofossil knowledge graph.** Geoscience Data Journal 2024. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/gdj3.279>

ZHANG, H.; YU, C.; JIANG, Z.; ZHAO, X. 2024. **A new method for identifying key fossil species in the Miocene Calcareous Nannofossil Zone: insights from deep convolutional neural networks.** Frontier Ecology Evolution, Sec. Paleontology, Volume 12, June 27, 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2024.1363423/full>

De mis memorias: Visitantes del espacio cósmico

Manuel A. Iturralde-Vinent

Miembro de mérito, ACC

Pudiera decirse que los meteoritos me han caído encima, sin esperarlo, a partir de la década de los ochenta, cuando mi amigo el Ing. Arnaldo Correa, con quien había coincidido años atrás en el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, colocó sobre mi mesa en la oficina del Museo Nacional de Historia Natural de La Habana, un pedazo de roca negra que apareció enterrada en la arena de la playa Bacuranao.

Encontrarme con Arnaldo, devenido escritor de cuentos policíacos, fue una gran alegría, y más aún, un orgullo el que decidiera obsequiar al museo aquel supuesto meteorito. Dada mi total ignorancia sobre el tema, fui a visitar al Dr. Rafael Segura Soto, nuestro mejor petrógrafo, en cuyas sabias manos coloqué la muestra. Pocas semanas después me comunicó, para satisfacción de Arnaldo y mía, que en efecto se trataba de un siderito, es decir, un meteorito de hierro de color negro, con lustre submetálico. Por desgracia, la caracterización se publicó el año 1983 en una revista de poca difusión, de manera que el hallazgo permaneció poco divulgado ⁽¹⁾, aunque hay una copia de la descripción original manuscrita con fotos y datos muy interesantes ⁽²⁾. Unas semanas después de obtenida esta información, el museo abrió la exhibición del Meteorito Bacuranao, contenido en un pequeño cofre de cristal sin protección especial. Pero fuimos ingenuos, pues un par de años después alguien (Figura 1) lo sustrajo, de modo que desconocemos su paradero.



Figura 1. Corte longitudinal que muestra el aspecto interior del Meteorito Bacuranao, según foto de Segura Soto. Los espacios vacíos corresponden con minerales disueltos y eliminados por la erosión en la playa. Longitud 8.4 cm.

Un análisis realizado sobre los meteoritos reportados en Cuba, el siderito Bacuranao fue descalificado como

meteorito por diversas razones ⁽³⁾, aunque en mi opinión Rafael Segura no se equivocó ⁽⁴⁾, pues en la descripción original manuscrita del ejemplar, subraya que el microscopio “...a grandes aumentos permite apreciar las conocidas figuras de Widmannstätten”, típicas de los sideritos, y concluye que “...en la muestra se encuentran las características estructurales y de composición que permiten definirla como un meteorito, tipo siderito, con una fina cubierta escoriaea litosiderítica” ⁽²⁾. Es una verdadera lástima que el Meteorito Bacuranao esté en alguna colección privada, donde ni se puede apreciar ni estudiar con mayor detalle.

K/B Cuban Catastrophe

Siete años después, en 1990, volvió a llamar mi atención el tema de la caída de un meteorito, aunque en este caso se trataba de un gigantesco bólido extraterrestre que se suponía haber chocado con nuestro planeta, resultando en la extinción de todos los dinosaurios, a excepción de sus primos, las aves. El caso es que los geólogos Bruce Bohor y Russell Seitz publicaron una breve nota en la prestigiosa revista Nature ⁽⁵⁾, donde proponían que el impacto asesino había ocurrido sobre la Isla de Pinos, y resultado se había depositado una gruesa capa de enormes bloques líticos (Big Boulder bed), tan lejos como en La Habana.

Cuando leí este artículo me sorprendí al constatar que estos autores nunca habían estado en Cuba, y basaban sus conclusiones en trabajos publicados más de 70 años atrás. Como primer paso, conversé con Guillermo Millán, gran conocedor de las rocas metamórficas de Cuba, quien me dijo que el origen del metamorfismo de la Isla de la Juventud (antes Isla de Pinos), nada tenía que ver con un impacto. Después me fui a visitar los “Big Boulder Beds” en afloramientos cercanos de La Habana, originalmente descritos por Robert Palmer ⁽⁷⁾, los que estaban expuestos en varias canteras y cortes a lo largo de la carretera Monumental, cerca del caserío Peñalver. A simple inspección quedé convencido que dichos boulders no eran el resultado de la caída de fragmentos balísticos procedente de la Isla de la Juventud, por dos simples razones: Primero, aquellos bloques no eran rocas metamórficas derivadas de la isla; y Segundo, los bloques y la matriz donde están embebidos son de la misma composición. Resultaba evidente que se trata de productos del así llamado “intemperismo esferoidal”, muy común en las rocas granulares de los países de clima tropical húmedo como Cuba. Para demostrarlo, tomé una foto donde se observa una estructura de capas concéntricas, con un núcleo oval, demostrativo del origen *in situ* de los bloques “hueviformes” (Figura 2). Suficiente para rechazar la hipótesis publicada en Nature. También tomé varias muestras de las rocas para estudiar en mayor detalle su composición, que resultó ser una masa de granos angulosos de carbonato de calcio y fragmentos de conchas de moluscos, foraminíferos y otros invertebrados.

Meses después de la publicación antes mencionada, se pusieron en contacto conmigo J. McHone y R. Dietz, los cuales estaban muy interesados en visitar las localidades descritas en dicha nota ⁽⁵⁾. Por teléfono les adelanté mis conclusiones, y pocas semanas después, juntos recorrimos



Figura 2. El autor indica la presencia de un bloque oval, rodeado de capas concéntricas, típico del intemperismo esférico, propio de un elemento formado en el mismo lugar. Cantera Peñalver, La Habana.

varias canteras donde están expuestas las rocas granulares con estructuras esféricas, las cuales se localizan en la sección inferior de grano más grueso de la Formación Peñalver, descrita en detalle por Paul Bronnimann y Danilo Rigassi en 1963⁽⁸⁾, pero esta publicación fue pasada por alto por Bohor y Seitz. Como no fue posible conseguir pasaje y transporte para visitar la Isla de la Juventud, les entregamos a McHone y Dietz varias muestras de las rocas metamórficas de la Isla, facilitadas por Millán, que se entrevistó con ellos y les explicó el origen del metamorfismo isleño.

Como dato curioso debo subrayar que, el chofer del auto que nos llevó a visitar las exposiciones en la carretera Monumental, fue nada menos que el encargado de negocios de la Oficina de Intereses de los Estados Unidos de América. No me pregunten la causa, me imagino que sería debido a que MaHone y Dietz comunicaron a la Oficina de Intereses el objetivo de su presencia en Cuba, y el tema llamó la atención. Para mí resultó una experiencia bien inusual viajar en un auto diplomático con el equivalente a un embajador al timón. En dichos recorridos, que duraron dos días, se habló de rocas, meteoritos gigantes, dinosaurios muertos, y temas por el estilo. Cada mañana me recogían en el apartamento de la Calle 18 entre 19 y 21, en El Vedado; he íbamos directamente al campo hasta media tarde, cuando me devolvían a casa. Todo el tiempo ellos hablaron inglés, y yo, lógicamente, Spanglish, pero nos entendimos perfectamente.

Como resultado de esta visita, McHone y Dietz publicaron un resumen pocos meses después, donde expusieron la primicia de que ni el metamorfismo de la isla ni los big boulder beds eran producto del impacto⁽⁶⁾. Cuando leí este texto no pude menos que molestarme, primero porque afirman que durante “su visita a la Isla de Pinos”, encontraron una tenebrosa cárcel de alta seguridad, cuando dicha construcción conocida como *Presidio Modelo*, fue erigida durante el gobierno de Fulgencio Batista, pero desde los años sesenta se convirtió en un museo, pues en ella estuvieron presos los sobrevivientes

del ataque al Cuartel Moncada en 1953. Asimismo, y no menos conspicuo, es el hecho de que olvidaron mencionar quiénes les enseñó, también como primicia, que el metamorfismo y los grandes bloques nada tenían que ver con el impacto de un enorme bólido contra La Tierra. ¡Ellos me dieron una lección de antiética!

Pero ahí no termina esta historia. Resulta que cuando presenté a la revista Nature el texto que había preparado para refutar la hipótesis de Bohor y Seitz, muy amablemente me respondieron que “we are sorry to inform you that we are no longer interested in this subject and you must find the way to publish your paper elsewhere”. En estas circunstancias, lo envié a la revista Earth and Planetary Science Letters, cuyo editor principal, el Dr. Xavier Le Pichon, con gran eficiencia, me respondió que el trabajo tenía muy poca información, que el tema no era nuevo pues ya se había publicado una refutación por McHone y Dietz, y que debería añadir análisis geoquímicos, mineralógicos, etc. etc. De más está decir que aquello me molestó en alto grado, pues los autores del “Cuban K/T Catastrophe” no aportaron nada nuevo, sino una interpretación equivocada de la información existente, y la publicaron en Nature; mientras que a mí se me exigía “más información y análisis detallados” a causa de que “mi conclusión no era nueva”. Por fortuna, en 1991 viajé a París, creo que para asistir a un encuentro en la UNESCO, y aproveché la oportunidad para llamar a la oficina del Dr. Le Pichon. Yo conocía sus trabajos dedicados a la Tectónica de Placas de la región euroasiática, algunos de los cuales fueron objeto de interesantes debates en eventos a los cuales había asistido, de manera que pude, de manera expedita, entablar una conversación interesante y expresarle, enfáticamente, que no era justo solicitar tantos datos sobre una sección de rocas bien estudiada por dos geólogos suizos⁽⁸⁾, y donde mi punto de vista podía demostrarse con una simple foto, la cual, decía más que mil palabras. Además le aclaré el origen de la publicación de M y D. En definitiva, el artículo se vio la luz en 1992⁽⁹⁾, lo cual me trajo consecuencias inesperadas.

Después de publicar mi réplica, recibí una llamada en mi local de trabajo del Wood Hole Oceanographic Institution, donde estaba de visita invitado por el Dr. Carl Bowin. Era nada menos que Russel Seitz, quien me pidió reunirnos la semana entrante. Y así fue, nos sentamos en una cafetería del Instituto a escuchar el extenso monólogo de Seitz, quien me explicó varios aspectos de la geología de Cuba y la Isla de Pinos. Mientras él hablaba yo tomaba café y un snack, y en cuanto terminó, le respondí que tenía toda la razón, y me despedí, sinceramente atolondrado. Nunca logré entender el objetivo de aquel extraño encuentro. Sin embargo, la saga del límite K-Pg sólo había comenzado.

Colaboración Cubano-Japonesa para el estudio del K/T

Resulta que a finales de 1996 llegó en visita oficial a Cuba, el Dr. Takafumi Matsui, Investigador Jefe del Departamento de Física de la Tierra y los Planetas, de la Universidad de Tokio, con el objetivo de desarrollar un proyecto para el estudio de las rocas del límite Cretácico-Paleógeno. Este fue recibido por directivos del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y durante la

conversación, el Dr. Matsui mencionó que conocía de mi contribución a este tema publicada en Earth and Planetary Science Letters. Terminada la fase protocolar, propusieron volver a examinar los detalles de la propuesta al día siguiente, en la Agencia de Medio Ambiente, con la presencia de varios científicos cubanos, entre los cuales me encontraba. Después de un par de horas de conversación y consultas, se aprobó la realización del proyecto, en el cual participarían, por Cuba, investigadores del Instituto de Geofísica y Astronomía, el Instituto de Geología y Paleontología, y del Museo Nacional de Historia Natural. En representación de Japón habría especialistas de la Universidad de Tokio y del Museo Nacional de Ciencias. Los investigadores principales seríamos Takafumi Matsui y yo, aunque en la práctica, los trabajos de campo fueron dirigidos por el Dr. Ryuji Tada, en tanto que a mí correspondió localizar los sitios donde se realizarían los trabajos de campo y aportar el contexto geológico regional de dichos lugares de trabajo. Entre 1997 y 2002, durante varias etapas de dos o tres semanas de duración cada año, el grupo examinó más de 30 sitios en Pinar del Río, Artemisa, La Habana, Mayabeque, Matanzas, Villa Clara, Sancti Spiritus y Guantánamo. En una segunda fase, decidimos concentrarnos en los afloramientos localizados en Moncada (Oeste de Viñales, Pinar del Río), Río San Diego y Loma Cornelia (Sierra del Rosario, Pinar del Río), Cantera Peñalver (Este de La Habana), Cantera Minas (Sureste de La Habana), y la Cantera Jesús María (Cidra, Matanzas).

En el momento cuando comenzó este proyecto los conocimientos sobre los eventos del límite K-Pg se habían perfeccionado, pues ya se había establecido que el sitio del choque del bólido con La Tierra correspondía con la porción noroccidental de la actual península de Yucatán excavó el famoso “Crater de Chixulub”. También se habían encontrado depósitos de carácter balístico (“eyecta”), acumulados en casi todo el planeta, derivados de la caída del polvo emitido hacia la atmósfera por la explosión. Se sabía que en esos depósitos se encontraban cristales de cuarzo con laminación provocada por el choque y la explosión (shocked quartz), microtectitas (roca fundida y solidificada como vidrio a su tránsito por la atmósfera) y una capa pocos centímetros de espesor, donde se encontraba una concentración relativamente alta de Iridio, elemento muy común en cuerpos extraterrestres. También en los depósitos conocidos alrededor del Golfo de México, se habían encontrado evidencias de la ocurrencia de un gran tsunami, revelados en las secciones como una gradación de los granos, de gruesos a finos hacia arriba en las capas, y estratos con laminación cruzada y textura de lentes. Gracias a estos avances en el estudio de las rocas del límite K-Pg, pudimos enfocar nuestro trabajo a buscar estas y otras evidencias en las rocas cubanas.

Durante los trabajos en Cuba, los japoneses demostraron la paciencia y minuciosidad propia de los asiáticos, amén de sus conocimientos sobre este tema pues habían trabajado en otras localidades del mundo estudiando estas mismas rocas. Los cubanos aportamos nuestra experticia en geología regional y paleontología. Así

logramos demostrar la presencia en Cuba de varias localidades donde está bien expuesta la sección rocosa propia del límite Cretácico-Paleógeno, con todas las características significativas arriba relacionadas. Pero en correspondencia con aquella frase de que los cubanos, o nos pasamos, o no llegamos, se encontraron novedades verdaderamente excepcionales. Resulta que en otras partes del mundo, donde están expuestas estas rocas del K-Pg, el espesor de las mismas alcanza desde pocos centímetros hasta cerca de cinco metros. En contraste, estas capas alcanzaron en Moncada un espesor de 197 centímetros, en Peñalver y Matanzas hasta 200 metros, y en Sierra del Rosario, casi 800 metros, cifras extraordinarias e imprevistas.

Alrededor de año 1999, ya habíamos preparado algunos textos donde se adelantaban los primeros resultados obtenidos, los cuales fueron presentados como ponencias al “International Conference on Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond”, celebrado del 9 al 12 de Julio del 2000, en la Universidad de Viena, Austria. Estos trabajos venían a romper con muchos de los conceptos establecidos sobre los depósitos en cuestión, de manera que hubo que enfrentar muchas dificultades para publicarlos, pues los árbitros a menudo tenían profundas interrogantes. Un resumen de todos los resultados obtenidos hasta entonces lo publicamos en el 2003⁽¹⁰⁾.

Tanta sorpresa generaron estos estudios, que el colega y amigo Dr. Robin Brett, del US Geological Survey, me pidió conducir una excursión para visitar las principales localidades del límite K-Pg en el occidente de Cuba, la que se llevó a cabo con la asistencia de destacados especialistas del tema procedentes de diversos países. Si al examinar el corte de El Moncada quedaron fascinados, pues en apenas dos metros se encontraban todas las características típicas de las capas de K-Pg en otras partes del mundo, lo que realmente los conquistó y dejó sin palabras, fue el enorme espesor de la sección expuesta en el Río San Diego. Después de esta experiencia, las contribuciones del grupo Cubano-Japonés fueron publicándose sin muchas objeciones, pues la visita de tantos eruditos cambió por completo la visión que tenían sobre el límite K-Pg en Cuba.

De más está decir que disfruté mucho esos años de trabajo conjunto con los japoneses, y muy en especial de la amistad del difunto Shinji Yamamoto, un señor muy mayor, risueño y afable, que trabajaba sin descanso hasta terminar su labor de cada día. La tarea de Yamamoto San era convertir, una pared rocosa cubierta por detritos y vegetación, en una superficie limpia, donde se podían examinar todos los detalles de las rocas. Por eso le bautizamos cariñosamente como “Yamamoto Outcropping Company”. Cuando Yamamoto San falleció, sentí que este mundo perdía una buena persona, con quién había compartido muchas veladas después del trabajo, sazónadas con sake y pescado seco, cuando intercambiábamos ideas en lenguaje de señas, pues él no hablaba español, apenas un poco de inglés, y yo no entendía en absoluto el japonés.

Con respecto a las personalidades vinculadas al estudio del K-Pg, tuve la suerte de conocer al Dr. Walter Álvarez, quien junto a su padre Luis Álvarez, propusieron que había sido el impacto de un cuerpo extraterrestre con la Tierra el que provocó la extinción de los dinosaurios. Para ello se basaron en el hallazgo en Gubio, Italia, de un horizonte con una alta concentración de Iridio, en rocas del límite Cretácico-Paleógeno. En ese tiempo Walter estaba estudiando los testigos recuperados de un pozo profundo perforado en el fondo del mar, al sur este de la península de la Florida; pozo que yo había examinado cuando se publicaron los primeros resultados, de manera que conversamos e intercambiamos opiniones al respecto. Incluso me invitó a formar parte de los autores de aquel artículo, pero me excusé, pues por aquel tiempo, yo aún no estaba convencido de la teoría del impacto, y el título del artículo ya expresaba esa opinión. No me arrepiento, uno debe ser consistente con sus opiniones en cada momento, aunque con el paso del tiempo y las nuevas evidencia, llegué a convencerme de la validez de esta teoría. Ya lo dijo un hombre sabio: "no hay pecado en equivocarse, el pecado está en no saber rectificar".

Tenían que pasar más de quince años para que otro meteorito impactara mi vida. Este cayó el primero de febrero de 2019 en el Valle de Viñales, una localidad famosa por sus bellezas naturales, por la producción de tabacos de calidad superior, así como por la calidad de su gente y sus tradiciones, y claro, por estar muy cerca del corte del K-Pg en la localidad de Moncada.

Lluvia de piedras en Viñales

Según distintos reportes, alrededor de la una de la tarde del primero de febrero de 2019, un meteorito de unos 4 m de longitud y unas 20 toneladas de peso, penetró como una bola incandescente en la atmósfera terrestre, y se desintegró en miles de fragmentos a partir de los 8 km de altura, en tanto se escuchaban fuertes detonaciones, equivalentes a unas 1400 toneladas de TNT. La estela de fuego y humo gris-rojizo se pudo observar en casi toda la región occidental de Cuba, desde la Isla de la Juventud hasta Matanzas y territorios vecinos.



Figura 3. Amanecer en Viñales, 2 de febrero de 2019.

Afortunadamente, ese mismo día se personó en mi casa una representante del Mintur, que me invitó a llevarme a Viñales para analizar lo sucedido. En definitiva, a las 11 de la noche llegué a casa de la familia Gallardo, quienes me

acogieron con cariño como siempre. Mientras viajaba hacia Pinar del Río, me puse en contacto con mis amigos de la Televisora Naturaleza Secreta de Cuba (TNSC), los cuales estaban realizando unas grabaciones en La Palma, no muy lejos de Viñales. Esa noche aproveché y entrevisté a varios pobladores, entre ellos, Juan y Rolando Gallardo, que habían sido testigos del evento. Gracias a estas felices coincidencias, el día 2 de febrero, a las 7.30 am, hacia el centro de la ciudad de Viñales, junto al equipo cinematográfico de NSC, para investigar el extraño suceso. (Figura 4).

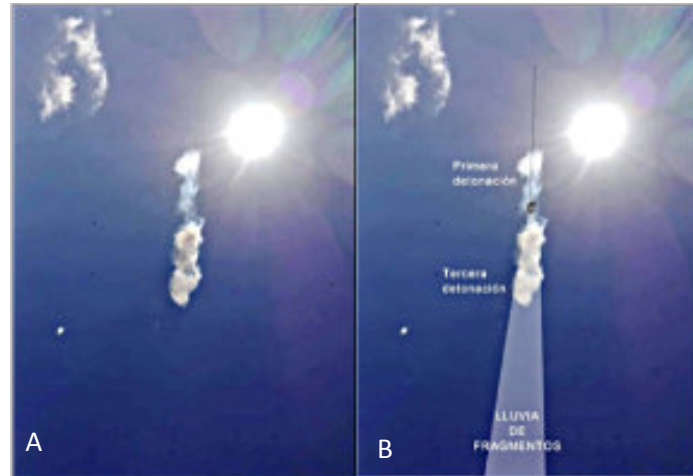


Figura 4. Trayectoria cercana a la vertical del meteorito, en el momento que descendía y se fraccionaba en miles de pedazos. La foto A muestra el cono de la lluvia de fragmentos que descendió a tierra, en tanto que la B detalla la sucesión de eventos. Foto cortesía de Juan Carlos González Miranda.

Las personas que pudimos entrevistar escucharon, a eso de la una y quince del día, una serie de explosiones que hicieron vibrar las ventanas y los muebles, de tal manera que les saco de su rutina cotidiana. Parecía como si un avión o un cohete hubiera explotado en el cielo, según distintos observadores. Poco después de las explosiones, cayó una lluvia de piedras sobre el Municipio (Figura 4) de Viñales, un acontecimiento insólito en la historia de esta región; en definitiva, una experiencia para toda la vida. Un evento semejante se había reportado en 1557 cuando ocurrió una lluvia de rocas que produjo la muerte de ganado y personas (Conrad Lycosthenes, "Crónicas Prodigiosas"). Otros casos se presentaron en Harrisonville, Ohio (1901); Sumatra (1903); Bélgica (1913); Francia (1921); Australia (varias veces entre 1946 y 1962); Nueva Zelanda (1963); Nueva York (1973) y Arizona (1983). Según Holloway⁽¹¹⁾ "...Algunos expertos han argumentado que la lluvia de rocas puede ser causada por un meteorito ingresando a la atmósfera de la Tierra y fragmentándose en miles de piedras más pequeñas." Y añadió que "tal evento generalmente está acompañado por un estampido sonoro".

La traza de humo y fuego que atravesó el cielo de sur a norte en Pinar del Río, estuvo acompañada por una serie de explosiones que provocaron el terror entre los

pobladores de la provincia, y en especial, del municipio de Viñales y sus alrededores, donde retumbaron las paredes, ventanas y muebles. Era un meteorito rompiendo la barrera del sonido. Muchas personas salieron a la calle, y los que ya lo estaba al aire libre, escrutaron al cielo para tratar de comprender la causa de estas detonaciones, en tanto que otros, más precavidos, se escondieron donde mejor pudieron.

Aquellas piedras, de muy variado tamaño, desde polvo hasta fragmentos de varias libras de peso, se proyectaron sobre el valle y la ciudad de Viñales, incluidas las instalaciones turísticas y los campos, en un momento cuando se encontraban a la intemperie cientos de personas y muchos animales domésticos, sin que haya reportes de lesiones de consideración. Pero por algún prodigio, nadie fue impactado por aquellas rocas extraterrestres. Por eso se puede afirmar que Viñales será, en lo sucesivo, la ciudad del meteorito milagroso.

DOS DE FEBRERO

El dos de febrero de 2019 amaneció en Viñales con el cielo moteado de nubes teñidas de tonalidades grises y naranja, que se fueron despejando hasta que los rayos del sol se reflejaron en las paredes de los mogotes. Ya entrada la mañana, pobladores y turistas se incorporaban a su cotidianidad, mientras los comentarios sobre los extraños sucesos del día anterior primaban en todas las conversaciones. La vida retornaba a su ritmo acostumbrado. Sin embargo, los pobladores de esta región, a partir de hoy, mirarán a su cielo con más frecuencia, con el temor de volver a ser testigos de sucesos como los del día anterior, o quizás, agradeciendo que ninguna piedra les haya caído encima. En sus mentes surgiría la pregunta: *¿Es cierto que lo que cae del cielo, no hace daño?*

De acuerdo al registro de los pequeños cráteres realizado durante la tarde del día primero y la mañana del día dos, realizado por el geólogo Manuel Vázquez⁽¹²⁾, la "lluvia de fragmentos del meteorito" cayó dentro del perímetro del Municipio de Viñales, en un área oval de unos 300 kilómetros cuadrados (Figura 5).

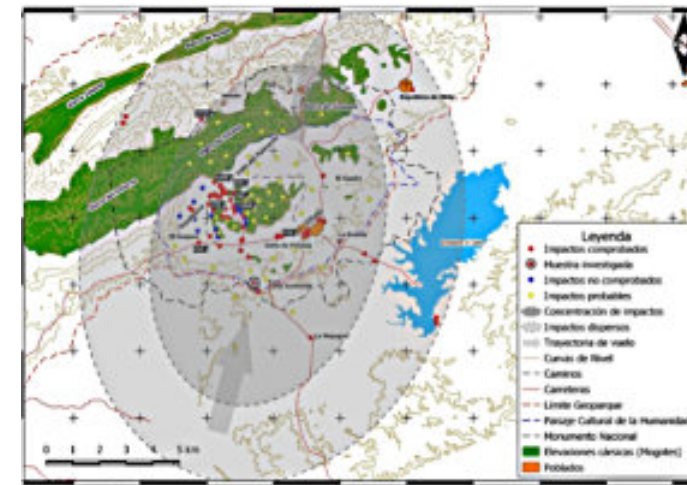


Figura 5. Mapa de los impactos ocurridos en el municipio de Viñales (Cortesía de Manuel Vázquez). Las flechas grises muestran la trayectoria de los fragmentos.

Vázquez pudo constatar que los daños se limitaron a pequeños agujeros en algunos techos de fibra y un par de equipos rotos por el impacto dentro de las casas. Para tener una idea de lo insólito de este hecho, basta mencionar que pedazos con un peso de poco más de un libra, y dimensiones hasta de 25-30 cm de diámetro, cayeron por miles a gran velocidad, de modo que muchos se pulverizaron al impactar sobre los mogotes, o al chocar con pisos o techos duros, mientras otros se enterraron varios centímetros en el suelo abriendo pequeños cráteres.

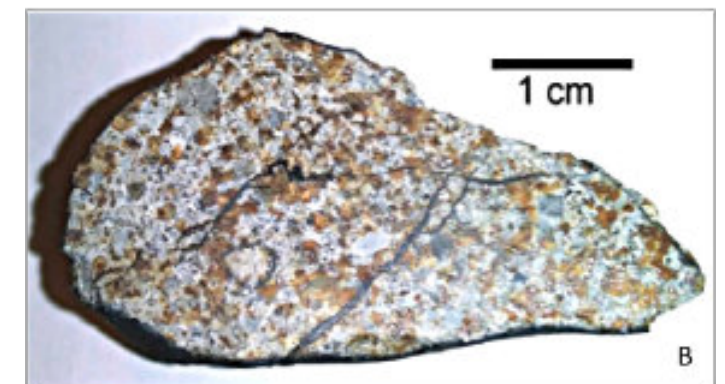


Figura 6. Muestra Los Jazmines del Meteorito Viñales. A. Aspecto exterior, B. Interior donde se observan los sulfuros oxidados (amarillo) y las grietas grises rellenas de una masa de minerales fundidos.

Después de recorrer los lugares donde habían caído los fragmentos, desde la ciudad hasta el Mural de la Prehistoria y barrio de Los Jazmines, apenas pude conseguir un pequeño fragmento de meteorito, donado por un lugareño de Los Jazmines. Este era una roca del tamaño de un huevo de gallina, de color negro debido a la pátina externa (Figura 6), la cual presentaba las típicas figuras concoidales, provocadas por la fricción del cuerpo con la atmósfera. En esos avatares nos enteramos que el día anterior por la tarde había visitado la comarca un grupo de investigadores del Instituto de Geofísica y Astronomía, quienes habían colectado bastantes muestras. Por eso nosotros tuvimos una suerte magra. Después supimos que algunas de esas muestras fueron

enviadas a Rusia y otros países para su estudio. Este hecho desató mi chovinismo, de modo que me propuse estudiar la muestra de Los Jazmines con todo el rigor necesario. Para hacerlo reuní un grupo integrado por un mineralogista, dos petrógrafos, un físico, dos geólogos y un bibliógrafo, todos cubanos, y consulté nuestros resultados con tres especialistas en meteoritos de Chile, México e islas Canarias. Como resultado fueron publicados el mes de marzo del propio año 2019, en un número especial de la revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, una colección de artículos sobre el Meteorito Viñales. Casi el mismo día un autor del IGA y otros de instituciones extranjeras publicaron otro artículo en la revista de la Asociación Meteorítica Internacional. La clasificación del meteorito por ambos colectivos coincidió en que se trataba de una condrita ordinaria tipo L6/S4/W0.

Ese mismo día fuimos hasta la Universidad de Pinar del Río, donde, en el laboratorio de rocas cortaron la muestra en dos partes y pulieron una cara. Este preparado nos permitió inspeccionar su interior microcristalino, de color gris brillante, con aislados cristales dorados de sulfuros. Se destacaba su estructura brechosa, originada por la fusión entre sí de muchos fragmentos, a consecuencia del calor y presión provocada por los impactos que sufrieron durante su recorrido por el espacio. A los pocos minutos de haber cortado el meteorito, los minerales sulfurosos comenzaron a oxidarse, pues estas rocas espaciales no tienen agua, de modo que se alteran muy rápido al exponer se interior al aire. Para detener este proceso, tuvimos que retractilar el preparado y guardarlo en un bolso plástico con cierre hermético.

De regreso a La Habana, la mañana siguiente amanecimos en el Instituto de geología y Paleontología, donde nos esperaban varios petrógrafos y mineralogistas. Allí, en el laboratorio, preparamos dos secciones delgadas y un bloquecito con superficie pulida, para proceder a su análisis al microscopio (Figura 7). El estudio de las muestras del fragmento del meteorito fue llevado a cabo por investigadores cubanos utilizando equipos de alta tecnología⁽¹²⁾, que nos permitió concluir que se trataba de una condrita ordinaria, procedente del Cinturón de Asteroides localizado en el Sistema Solar, entre las órbitas de Marte y Neptuno. En definitiva, teníamos en nuestras manos los restos de un planeta tipo terrestre que explotó en el espacio hace miles de millones de años y se convirtió en lo que hoy conocemos como el "Cinturón de Asteroides".

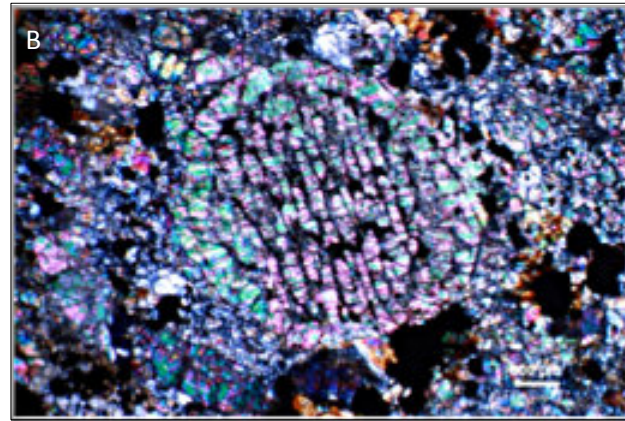
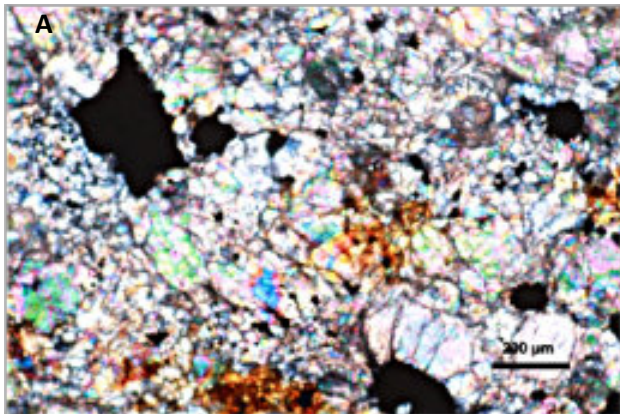


Figura 7. Estructura interna del meteorito Viñales observada al microscopio petrográfico con luz polarizada. A Intensa fracturación de la roca. B. Cóndrulo, estructura típica de los meteoritos ordinarios.

Algunas personas consideran que el meteorito Viñales es milagroso, porque no provocó heridas a ninguna persona o animal, porque los daños a la propiedad fueron mínimos, y sobre todo, porque muchos de los pedazos que llegaron a manos de los lugareños, terminaron convertidos en lavadoras, refrigeradores, yunta de bueyes, caballos y otros productos.

El meteorito Ramón de las Yaguas

El 10 de julio de 2021, día de mi cumpleaños, se reportó la caída de un meteorito en un campo cercano a Ramón de las Yaguas, al noroeste de Santiago de Cuba. Este es probablemente el objeto extraterrestre que más debate ha provocado, sin desdorar al de Viñales.

Todo comenzó cuando el 16 de julio la delegación del CITMA en Santiago de Cuba informó, por los medios de comunicación, sobre la caída de este meteorito que según testigos, había explotado y dejado una estela de humo en el cielo. Casi un mes después, el 10 de septiembre se emitió otra nota, donde se precisaba que expertos del Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA) de la Agencia de Medio Ambiente (AMA), habían confirmado que se trata de un meteorito pétreo, del grupo Lititos, perteneciente a la clase Condritas. Entre los que fueron a recoger la roca estaba Dr. Enrique Arango, que me mandó fotos y relató los detalles de la recuperación. Pasaron algunos meses, y al no haberse realizado ninguna publicación científica sobre este meteorito, solicité al Dr. Arango que me hiciera llegar un pedazo que conservó cuando golpeó la roca para examinarla, le dije que quería estudiarlo en más detalle con la ayuda de los especialistas del Instituto de Geología y Paleontología. Muestra en mano procedimos a preparar secciones delgadas para petrografía y pulidas para minerografía, las cuales fueron examinadas y fotografiadas.

Al final, el año 2022 publicamos los resultados de este estudio en la Revista Meteoritos, del Museo Canario de Meteoritos, donde depositamos un pequeño fragmento. En definitiva, concluimos que se trataba de una condrita ordinaria L6/S2/W0-1, en cuya superficie se observan figuras remaglypticas, resultantes del calentamiento y erosión sufridos debido a la fricción del aire; y anexamos

los registros sismológicos de las estaciones Holguín y Río Carpintero, que captaron muy bien las explosiones ocurridas a su entrada en la atmósfera⁽¹³⁾. Para esta publicación no logramos incluir análisis físicos, de modo que le pasé un pequeño pedazo que aún conservaba a un colega mineralogista en España, para que completara esa parte del estudio. Aparentemente todo debió terminar así, pero en realidad comenzaba.

Insólitamente, un petrógrafo cubano residente en México posteó en su muro de Facebook que esa roca no era un meteorito, y acompañó su propuesta con una teoría conspirativa irrespetuosa y burlesca. Realmente aquella diatriba no merecía mayor atención, pero algunas personas la replicaron. Si se hubiera publicado en alguna revista científica, nosotros le hubiéramos respondido, pero dado el caso, sólo borré al susodicho de mi lista de "amigos" de Facebook.

Por fin el año 2026, el Instituto de Geofísica y Astronomía publicó, junto con algunos colegas rusos, la caracterización del meteorito; que además fue admitido en el registro oficial de la Asociación Meteorítica Internacional. Con este suman dos los meteoritos cubanos oficialmente reconocidos por la Asociación. De todos modos, tenemos en preparación una descripción mucho más detallada del meteorito Ramón de las Yaguas, y su comparación con el meteorito Viñales. En fin, que me cuesta mucho dejar hiatus en el camino. ¡La lucha continuará!

NOTAS.

- (1) Segura-Soto, R., 1983. Hallazgo de un meteorito en la Playa de Bacuranao, Cuba. Boletín de la Sociedad Cubana de Geología 1(1).
- (2) Ceballos Izquierdo, Y., 2025. Meteoritos en Cuba y la fragilidad de su registro institucional. Ciencia & Futuro 15(4):433-444. ISSN 2306-823X
- (3) Iturralde Vinent, M. A., 2023. Comentarios sobre "Actualización del Registro Institucional de Meteoritos Caídos en Cuba". Geoinformativa 16(2):57-61.
- (4) Segura Soto, R., 1980. Descripción original del Meteorito Bacuranao, Centro de Investigaciones del



Manuel A. Iturralde-Vinent. Academic emeritus and Doctor in Geological Sciences. Has conducted geological and paleontological expeditions to the Greater Antilles, Central and South América. His leading interests are geology, paleontology, paleogeography and risk assessment. Published several contributions to the paleontology, paleogeography and origin of the Antillean biota.

<https://www.academiaciencias.cu/es/membresia/manuel-antonio-iturralde-vinent>

- Petróleo. (*) Las referencias sde pueden consultar en: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/geobiblio.html>
- (5) Bohor, B.F. y Seitz, R., 1990. Cuban K/T catastrophe. Nature (344):593.
 - (6) McHone, J.F. y Dietz, R.S., 1990. Isle of Pines, Cuba: K/T Impact evidence not yet found. Lunar and Planetary Institute XXII6879.
 - (7) Palmer, R.H., 1934. The geology of Habana, Cuba, and vicinity. Journal of Geology 42(2):123-145.
 - (8) Brönnimann, P. y Rigassi, D., 1963. Contribution to the geology and paleontology of the area of the city of La Habana, Cuba, and its surroundings. Eclogae Geologicae Helvetiae 56:193-480.
 - (9) Iturralde-Vinent, M., 1992. A short note on the Cuban late Maastrichtian megaturbidite (an impact-derived deposit?). Earth Planetary Science Letters 109:225-228.
 - (10) Tada, R., Iturralde-Vinent, M., Matsui, T., Tajika, E., Oji, T., Goto, K., Nakano, Y., Takayama, H., Yamamoto, S., Kiyokawa, S., Toyoda, K., Garcia-Delgado, D., Díaz-Otero, C. y Rojas-Consuegra, R., 2003. K/T boundary deposits in the Paleo-western Caribbean basin. En: Bartolini, C., Buffler, R.T. y Blickwede, J., (Editores) The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: American Association of Petroleum Geologists Memoir 79:582-604.
 - (11) Holloway, A. 2015. Lluvia de rocas, un extraño e inexplicable fenómeno. En: La Gran Época, 30/09/2015 (<https://www.lagranepoca.com/news/ciencia-y-tecnologia/explorando-enigmas/20564-lluvia-de-rocas-un-extrano-e-inexplicable-fenomeno.html>).
 - (12) Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2019, número 1 especial del Meteorito Viñales (colección de artículos).
 - (13) Cobas Torres, R.Y., de la Nuéz Colón, D., Torres La Rosa, M., García, J., Iturralde-Vinent, M.A., Arango Arias, E., 2022. Caracterización del meteorito "Ramón de las Yaguas", caído en Cuba Oriental. Revista Meteoritos 33(Mayo-Junio):24-34.

El sismo de Caracas de 1900 por Joseph Liechty Director del Colegio Alemán de Caracas

José Antonio Rodríguez Arteaga

rodriguez.artega@gmail.com

Colaborador de la Revista

RESUMEN

El terremoto de Caracas del 29 de octubre de 1900 considerado como el último sismo histórico y el primero instrumental, ocurrido a finales del siglo XIX, cuenta con una bibliografía muy abundante y básica para la elaboración de artículos técnico-sismológicos, algunos de cuyos ejemplos aparecen al final de este ensayo y que fueron publicados por el personal de los departamentos de Geología de Terremotos y Sismología de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS.

Las bases históricas primigenias del presente ensayo la constituyen: “*El Cojo Ilustrado*” del 1° de diciembre de 1900, N° 215, revista quincenal que duró de 1892 a 1915 y cuyo propietario fue Jesús María Herrera Irigoyen (1847-1929); el ingeniero Melchor Centeno Graü con un fragmento dedicado al sismo del que fue testigo presencial en Barcelona e insertó en su libro “*Estudios Sismológicos*”; el informe de *Hermann Ahrensburg*, jefe del Gran Ferrocarril de Venezuela e igualmente testigo presencial del sismo caraqueño cuya comunicación corta traducida al español por Christl Palme investigadora jubilada de la Universidad de los Andes no ha sido reseñada.

La separata que ella recibió en su versión germana fue publicada por “*Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft für Thüringen*” - Extracto de las comunicaciones de la Sociedad Geográfica (para Turingia) en Jena. Volumen XIX. 1901, pp. 56-58.40, y está contenida en un grueso compendio documental, “*Fuentes para el estudio de la sismicidad histórica venezolana. Siglos XVI-XIX*”, acompañada de sus debidas notas históricas y la cual fue presentada en una de las Jornadas Venezolanas de

Sismología Histórica las cuales eran preparadas mediante acuerdo entre la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS y el Instituto de Geofísica de la Universidad de los Andes. IGULA; no así este “novedoso” hallazgo, escrito por *Joseph Liechty*, primer director del *Colegio Alemán de Caracas*, en un informe de contenido esencialmente técnico-social quién da noticias precisas del evento en la capital.

Dicho trabajo pese a su importancia, no aparece citado en la bibliografía histórica existente sobre eventos sísmicos en Venezuela, pese a su importancia. El documento en cuestión fue hallado de manera fortuita y publicado en alemán con la transcripción al español luego de su traducción libre, obra del suscrito.

Se ha considerado pertinente elaborar una muy breve historia del centro educativo en ocasión del terremoto de 1900 a objeto de conocer sus daños al igual que la trayectoria cumplida desde su inauguración en 1894 hasta 1943 luego de indagar un buen número de *data digital* en procura de información válida.

Muy a nuestro pesar algunos repositorios de información histórica germana no han respondido a nuestra petición, pese a haber solicitado datos con suficiente anticipación, razón por la que se elaboró el presente ensayo con la data obtenida.

HISTORIA PARCIAL DEL COLEGIO ALEMÁN

La historia del Colegio Alemán de Caracas constituye un relato de resistencia que entrelaza la diplomacia europea con la accidentada geografía de la capital venezolana, sobreviviendo sus primeros años en casonas solariegas de la parroquia Altagracia perteneciente la zona central de Caracas.

Para el año 1900, el Colegio Alemán (Deutsche Schule) era una institución joven, fundada el 15 de mayo de 1894 por inmigrantes alemanes y el Conde Maximilian von Kleist-Tychow figura diplomática clave para la comunidad alemana en Venezuela a finales del siglo XIX y representante de la legación alemana en Caracas, mezcla entre la aristocracia europea y el desarrollo de las instituciones educativas biculturales en la Venezuela de la transición hacia el siglo XX, con ideas de preservación del

idioma y la cultura germana entre los hijos de los residentes extranjeros, integrándolos a la vez al contexto venezolano..

El *Deutsche Schule* tuvo su sede fundacional y primigenia en el casco central de la ciudad, *entre las esquinas de “Doctor Díaz” a Zamuro* y la segunda “Bolsa” a “Padre Sierra

Aunque el terremoto de San Narciso del 29 de octubre de 1900 causó severos daños en la ciudad, no han sido encontrados presuntamente, registros que indiquen daños parciales o totales de la institución con dicho evento.

El Colegio Alemán de Caracas funcionaba en sus inicios en zona afectadas por el sismo de magnitud estimada entre M_w 7,6 y 8,0 y produjo 21 muertes y numerosos daños estructurales a la ciudad.

A pesar del evento natural, la institución logró continuar sus labores formativas hasta su clausura temporal, bajo el gobierno de Isaías Medina Angarita (1897- 1953), político y militar venezolano, por la ruptura de relaciones diplomáticas. Algunas fuentes históricas no señaladas expresamente señalan que la medida se debió a presiones externas y acusaciones de que en la institución se promovía el nacional-socialismo, hecho común en muchas escuelas alemanas en el extranjero durante ese periodo.

Aunque el centro de la ciudad fue la zona más afectada, por el sismo del 900’ los registros históricos del colegio, recopilados en crónicas de la comunidad alemana en Venezuela, no mencionan una destrucción total de la sede. Sin embargo, como la mayoría de las edificaciones de mampostería y tapia de la época, sufrió grietas y daños que obligaron a reparaciones constantes.

A pesar del pánico generalizado, el Colegio Alemán no cerró sus puertas en forma definitiva, su estabilidad financiera fue aportada por la colonia alemana con apoyo externo que permitió que la institución sobreviviera a la crisis económica y estructural que siguió al sismo. Para esa época, von Kleist-Tychow actuaba como representante de la legación alemana en Caracas representando el vínculo entre la aristocracia europea y el

desarrollo de las instituciones educativas biculturales en la Venezuela de la transición hacia el siglo XX. Su título nobiliario y las conexiones políticas que tuvo fueron fundamentales para obtener los permisos y el apoyo institucional necesario para que el colegio adaptado para uso escolar, comenzara a operar en casonas alquiladas en el casco central de Caracas ciudad. Su sede fundacional y primigenia estuvo ubicada entre las esquinas de Doctor Paul a Salvador de León en el casco central de Caracas. Su idea fue preservar el idioma y la cultura alemana entre los hijos de los residentes extranjeros, integrándolos a la vez al contexto venezolano.

Aunque el terremoto de San Narciso del 29 de octubre de 1900 causó severos daños en la ciudad, no han sido encontrados registros que indiquen daños parciales o totales en la institución con dicho evento, pese a que funcionaba en la zona afectada por el sismo de magnitud estimada entre 7,6 y 8,0, causando 21 muertes y numerosos daños estructurales. A pesar de los sismos frecuentes en Caracas, la institución logró continuar sus labores formativas hasta su clausura temporal, cuando el gobierno de Isaías Medina Angarita (1897- 1953), político y militar venezolano y tras la ruptura de relaciones diplomáticas, el Colegio Alemán es blanco de una clausura temporal constituyéndose éste en uno de los capítulos más complejos en la historia del mismo marcado por la geopolítica guerra. Ello refleja cómo los conflictos europeos afectaron directamente a la matrícula Caraqueña. En 1920 y y fechas posteriores la población escolar se redujo drásticamente a solo 19 alumnos y un solo maestro, reflejando la crisis migratoria y la economía de la época. Hacia el año 23’, el colegio logró estabilizarse con 68 alumnos, integrando no solo a alemanes, sino también a venezolanos, holandeses y suizos que en él hacían vida escolar.

El centro de Caracas fue la zona más afectada por el sismo, “la zona cero del desastre”, y el colegio demostró una resiliencia notable con la cual “despidió” el siglo XIX. Como punto de particular interés, existió para la época un interés histórico en los escritos del director profesor,

Joseph Liechty, del Colegio durante ese año, siendo el que documentó la capacidad de resistencia de la institución que tuvieron de padecer. Según registros históricos la comunidad alemana en Venezuela dato por lo pronto no disponible, menciona poca afectación de la sede. Sin embargo, como la mayoría de las edificaciones de mampostería y tapia de la época, sufrió grietas y daños que obligaron a reparaciones constantes. A pesar del pánico generalizado, no cerró sus puertas en forma definitiva pues la estabilidad financiera aportada por la colonia alemana y el apoyo externo permitieron que ésta sobreviviera a la crisis económica y estructural que siguió al sismo.

El terremoto de fue solo uno de los retos físicos que tuvo que enfrentar la institución educativa. Su historia está marcada por una constante expansión que la llevó a alejarse cada vez más del casco histórico de la capital

En una breve cronología de directores aparecen Joseph Liechty (1899-1904) en pleno sismo y Alexander Necker (ver la fotografía) (1906-1920), el docente de la consolidación pedagógica da una estructura pedagógica más sólida y moderna al colegio a principios del siglo XX, pero no fue a él quien le tocó lidiar con la emergencia.



El señor Necker y el señor Gathmann en la dirección del colegio. Fuente: <https://museodelreansportecaracas.blogspot.com>

En 1942 corresponderá a Liechty encargarse de elaborar el informe y de seguidas entregarlo a las autoridades

extranjeras y venezolanas. Tras los años y el crecimiento de la matrícula, el colegio eventualmente buscó espacios más amplios, iniciando un periplo de mudanzas que lo llevaría décadas más tarde a Sabana Grande y finalmente a su sede actual en la Alta Florida. enero de 1957. A partir del año escolar 1998-1999 se transformó en el Colegio de Encuentro Bicultural Humboldt,[5] mediante un convenio firmado previamente entre la República Federal de Alemania y la entonces República de Venezuela.

El informe de Joseph Liechty

“Ochenta años, sólo una generación, han pasado desde que la capital de Venezuela, Caracas, situada en un clima maravilloso, se erguía de los escombros de la antigua capital destruida por un violento terremoto. En Jueves Santo del año 1812, con cielo despejado y tranquila brisa, mientras todos los fieles estaban reunidos en las iglesias, una larga y aterradora sacudida de tierra sobresaltó al devoto pueblo. Ya se creía a salvo, cuando se oyó un estruendo subterráneo violento, seguido inmediatamente por un movimiento vertical que duró de 3 a 4 segundos, el cual fue acompañado al mismo tiempo por un movimiento horizontal en forma de ondas. A estas simultáneas vibraciones de abajo hacia arriba y cruzándose entre sí, nada podía resistir. En un cuarto de hora, Caracas se convirtió en un montón de escombros, bajo los cuales quedaron sepultadas entre 9,000 y 10,000 personas. La mayoría de las víctimas fueron las iglesias llenas de fieles; de todos los lugares de culto, sólo quedó en pie la catedral. Casi no pasa un año sin que el poder subterráneo golpee las puertas de la superficie, como si quisiera salir con todas sus fuerzas desde el interior de la tierra. Durante ochenta años han golpeado, las oscuras fuerzas, y ninguna puerta quería abrirse, ningún volcán ha dejado escapar la lava que causa terremotos por su ardiente garganta. Entonces, en la mañana después de la fiesta nacional de Venezuela, el día del santo de Simón Bolívar, a las 4:45 de la mañana, cuando la mayoría de los habitantes aún descansaban en dulce sueño, resonó de nuevo el inquietante golpeo y martilleo de Plutón, y el profundo y persistente trueno, el

temblor de la tierra, el vaivén de los edificios mostró a todo aquel que despertaba la terrible gravedad de la situación. Quien haya vivido un terremoto, quien nunca haya sentido el suelo temblando bajo sus pies y haya oído crujir las paredes y las vigas y techos sobre su cabeza, no puede imaginar esta indescriptible sensación de miedo.



Tipos de pueblo de Caracas.

Los nervios están al máximo y mucho tiempo después uno se sobresalta con el más pequeño movimiento. Lo que nos impresiona tanto no es probablemente el recuerdo de las imágenes aterradoras de la destrucción, sino la sacudida de la fe en la inmovilidad del suelo firme. Desde la infancia conocemos el contraste entre el agua en movimiento y la inmovilidad del suelo sobre el que caminamos. Todos nuestros sentidos han fijado en nosotros esta creencia en esta imposibilidad. Cuando de repente este suelo tiembla, nos damos cuenta de que debe existir un poder misterioso que destruye toda nuestra fe en la seguridad del suelo firme. Nos sentimos transportados al ámbito de fuerzas desconocidas y destructoras, como si ya no pudiéramos confiar en el suelo sobre el que pisamos. El mismo sentimiento se manifiesta también en otros seres; los perros corren inquietos y asustados de un lado a otro, ladran y aúllan; las gallinas emiten gritos de terror. cada criatura está sorprendida por el repentino movimiento de la tierra firme. Por primera vez en mi vida he visto a mi amigo Ham profundamente en las cuencas de sus ojos y sentido el cercano y espantoso traqueteo de sus huesos, el aliento helado; la inquietante sacudida duró 63

segundos — una eternidad. 'Después de que las oscilaciones cesaron, hice junto con un maestro de mi institución y algunos alumnos un recorrido por la ciudad para ver las devastaciones de los poderosos temblores de tierra. Gracias al cielo, el daño material fue menos significativo de lo que se creía. Algunas casas más pequeñas se habían derrumbado, mientras que los grandes edificios mostraban significativos daños; la torre de la espléndida nueva iglesia “Santa Capilla” había destrozado el interior de la iglesia con su caída. Todos los habitantes habían huido a las calles, suplicando al cielo por misericordia con el grito que venía del fondo de su corazón: <Misericordia Señor Misericordia>

En la Plaza Bolívar vimos, rodeados de un grupo de personas, a la esposa del presidente de la República, y escuchamos que el presidente en la máxima agitación buscaba su salvación huyendo por la ventana del primer piso hacia la calle, y al saltar desde lo alto se había lesionado una pierna. Pronto comenzaron a llegar mensajes telegráficos y telefónicos de las ciudades vecinas: El puerto de Macuto, los pueblos de Guatire y Guarenas, completamente destruidos. El horror se reflejaba en los rostros pálidos ante esta noticia aterradora; porque en Macuto hay muchas familias de Caracas en cualquier época del año. A lo largo del día, los ánimos se calmaron al enterarse de que, de los 80 edificios colapsados, solo dos personas habían perdido la vida. De este hecho se puede deducir que las destrucciones en vidas humanas causadas por un terremoto dependen más de las circunstancias que de la sacudida en sí. Los terremotos en llanuras amplias son más devastadores. Los terremotos raramente han causado grandes devastaciones, pues casi siempre conducen a fracturas del suelo, a la expulsión de agua y al derribo de árboles. La gran pérdida de vidas humanas en el terremoto de Lisboa el 1 de noviembre de 1755, así como en el de la costa oeste de Sudamérica en 1868, donde se dice que 170,000 personas encontraron la muerte, se debe más a las olas del mar que invaden las costas y a los fuegos provocados por el colapso que al terremoto en sí. Así, también en el devastador terremoto de 1783, la mayoría de las personas perdieron la vida a consecuencia

de una enorme erupción marina. Si el océano hubiera desbordado en Macuto, probablemente ningún habitante del balneario habría podido escapar de la muerte por ahogamiento. A pesar de que el mar se mantuvo muy tranquilo, el capitán del "Philadelphia" sintió una fuerte sacudida en alta mar, a 67 millas de la costa. Desde hace 8 días, todos los habitantes de Caracas pasan las noches en espacios públicos bajo tiendas y en hamacas, para así mantener sus vidas a salvo. En el jardín del club alemán se reunieron más de sesenta personas, que esperaban con ansiedad lo que estaba por venir. En el jardín de mi vecino, un suizo, varias familias suizas habían construido una gran tienda y pasaban las hermosas noches de luna preocupados, recordando los campos de su tierra natal.

La seguridad del suelo suizo. Y, sin embargo, la hermosa Suiza y sus alrededores también han sido gravemente afectados por terremotos. Recuerdo el terremoto de Visp (Valais), que comenzó en el año 1855 y duró 4 meses. En la zona de Großqeran [sic], los terremotos que comenzaron en 1869 duraron hasta finales de 1873; Basilea también se destaca por la frecuencia de terremotos, donde se cuentan un total de 127. Sin embargo, los terremotos más fuertes y frecuentes en Europa se limitan afortunadamente a las regiones volcánicas del sur de Italia y Islandia. Mientras que los terremotos en Basilea y Valais no son de naturaleza volcánica y probablemente están relacionados con las muchas fuentes termales o con la solubilidad de la cal, aquí en Venezuela tuvimos un terremoto de naturaleza volcánica. En todos los terremotos no volcánicos, el resultado final será un hundimiento del suelo que se manifiesta de cierta manera.

El tipo de roca en el interior de la corteza terrestre se transforma. Los movimientos volcánicos parecen haber cesado, aunque todavía se sienten aquí y allá débiles temblores similares a terremotos, al igual que las erupciones volcánicas.

Agradecemos a Dios que nos ha preservado de la destrucción y pidamos al Todopoderoso que nos libre de las fuerzas más aterradoras de la naturaleza en el futuro. Así lo anunció el devastador terremoto de 1812. En Caracas la erupción del volcán en la isla caribeña de San

Vicente. El terremoto es el golpe y la presión de la masa de lava que está saliendo hacia afuera.



Terremoto en Caracas el 1 de octubre de 1800: casa colapsada.



Terremoto en Caracas el 1 de octubre de 1900: Casa derrumbada.



Terremoto en Caracas el 2 de octubre. Escenas en el club alemán.

América es posiblemente la más expuesta a la devastación de estas fuerzas subterráneas; porque posee el mayor cinturón volcánico de la Tierra.

Toda la cadena de los Andes desde la Tierra del Fuego hasta Alaska, es decir las Aleutianas, tiene una longitud de más de 1800 millas y es volcánica. En Chile, los volcanes conocidos comienzan con el Janteles que se encuentra bajo los 42 grados de latitud sur y alcanzan con una longitud de 300 millas la hermosa cifra de 32, de los cuales el Ansuco es el más activo.

En Perú y Bolivia hay 15, en Ecuador y Colombia encontramos los volcanes más altos en el Chimborazo, Cotopaxi y Tolima (casi 6000 ms), Centroamérica cuenta con más de 50, el altiplano de México tiene 12, entre ellos Orizaba y Popocatépetl; también en la Cordillera de las Cascadas de Oregon y el territorio de Washington hay algunos apagados: la península de Alaska tiene 8 y terremotos en Caracas el 29 de octubre".

CONCLUSIONES

Una revisión general de este ensayo permite señalar que la información primaria documental, proporciona el contexto histórico y la base necesaria de data sísmica para validar modelos teóricos mediante su estudio e investigación. En un grupo mínimo de artículos técnico-científicos, como el que hemos incluido al final de este trabajo, su utilidad principal bien podemos subdividirla en 3 especiales aspectos: (1) Permiten contrastar los datos instrumentales modernos con eventos pasados otorgándole validez al trabajo realizado, además de ello fue el primer sismo venezolano registrado por una red sismológica mundial, lo que permite contrastar narrativas históricas con datos técnicos; (2) Ayudan a determinar la recurrencia y magnitud máxima probable en una zona, evaluando el riesgo sísmico y (3) Aportan evidencia sobre los efectos en el terreno y las estructuras, lo cual es vital para las normativas constructivas además de ello, los relatos de testigos presenciales, como el del ingeniero Melchor Centeno Graü, son fundamentales, su informe permitió crear el primer mapa de intensidades y asignar un epicentro.

En cuanto a los elementos a tener en cuenta se ha procurado subdividirlo en 4 importantes puntos:

- Al sismo de San Narciso del 29 de octubre de 1900 se le considerado el último gran evento de tipo histórico y el primero de los inicios del tiempo instrumental en Venezuela. Con una magnitud estimada entre Mw~7.6 y 8.0, marcó el fin del siglo XIX con una sacudida de 63 segundos constituyéndose en lo que bien se podría llamar un puente cronológico. Ciertamente, esto no es nada nuevo pues diversos autores, haciendo uso de la transdisciplinariedad, lo han hecho antes, mas constituye un hecho vital. La relación urbana vs. humana ha determinado que la destrucción material en el casco central de Caracas y zonas costeras como Macuto fue importante, evidenciando la vulnerabilidad de las construcciones de la época y su tipología constructiva vs los 21 fallecidos que causó (pocas muertes comparadas con el desastre de 1812).

- En cuanto al Colegio Alemán o Deutsche Schule, a pesar de estar ubicado en la que nos hemos atrevido a denominar zona cero - casco central de Caracas -, este según los datos, sufrió grietas y daños que requirieron reparaciones, mas su estructura de mampostería y tapia resistió. Dicho tipo constructivo era típico de aquella época y la institución sobrevivió a los efectos de la naturaleza. Su evolución varió desde aquellas casonas alquiladas su sede actual.

- Un punto importante lo constituye el Informe de Liechty, siendo el mismo un hallazgo invaluable porque une la precisión técnica con el cual es tratado por su autor con la observación humana. Describe no solo el movimiento de la tierra, sino el fenómeno psicológico de la pérdida de fe en el suelo firme. Su relato rescata detalles curiosos como la organización de la comunidad alemana y suiza, constituyendo lo reseñado en una crónica de primera mano

- En cuanto a los artículos técnico-científicos de reciente data, ellos demuestran que el estudio de la sismicidad histórica no está cerrado, todo lo contrario, son el punto de partida investigativo profesional, otorgándole validación científica. En tal sentido la ciencia está logrando

una precisión mucho mayor sobre los parámetros de la fuente y las intensidades de este u otro sismo.

El terremoto de 1900 no fue solo un evento natural impredecible, sino el catalizador de una nueva forma de entender la seguridad urbana en Venezuela, documentado por investigadores nacionales, gracias a su trabajo continuo.

ALGUNOS ARTÍCULOS TÉCNICOS ELABORADOS Y CONSULTADOS

COLÓN, S.; LEAL GUZMÁN, A.; AUDEMARD M., F.; VÁSQUEZ S, R.; y RODRÍGUEZ, J. A. Análisis macrosísmico del sismo mw ~7,6 de San Narciso del 29 de octubre de 1900, aplicando la escala medio-ambiental de intensidad sísmica ESI 2007, Rev. Fac. Ing., Univ. Central de Venezuela. 5 pp. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=aS_D6osA-AAJ&citation_for_view=aS_D6osAAAJ:kNdYlx-mwKoC

LEAL GUZMÁN, A.; AUDEMARD, F. A. y RODRÍGUEZ, J. A. 2014. A Prueba de Temblores: Reflexiones sobre Construcción y Sismorresistencia en la Venezuela de 1900. Bol. ANIH, (26):89-133. https://www.researchgate.net/publication/262825217_A_Prueba_de_Temblores_Reflexiones_sobre_Construccion_y_Sismorresistencia_en_la_Venezuela_de



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

[1900 Caso del Sismo de San Narciso del 29 de octubre de 1900](#)

LEAL GUZMÁN, A.; VÁSQUEZ S, R.; RODRÍGUEZ, J. A. y AUDEMARD M., F. 2018, Rev. GEOMINAS, 46(77):225-237. *Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Primera parte: estimación de intensidades* https://www.researchgate.net/publication/329895150_Reevaluacion_del_terremoto_del_29_de_octubre_de_1900_en_Venezuela_Primer_a_parte_estimacion_de_intensidades

PALME, C. y LEAL GUZMÁN, A. 2012. *Erdbeben in Caracas. El terremoto de 1900 en las notas de Hermann Ahrensburg. El terremoto de 1900 en las notas de Hermann Ahrensburg*, Vi Jornadas Venezolanas De Sismología Histórica. https://www.researchgate.net/publication/263276917_Erdbeben_in_Caracas_El_terremoto_de_1900_en_las_notas_de_Hermann_Ahrensburg

VÁSQUEZ S, R.; LEAL GUZMÁN, A.; RODRÍGUEZ, J. A. y AUDEMARD M., F. 2018. *Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Segunda parte: cálculo de los parámetros de la fuente*. Revista GEOMINAS, 46(77):225-237. https://www.researchgate.net/publication/329895235_Reevaluacion_del_terremoto_del_29_de_octubre_de_1900_en_Venezuela_Segunda_parte_calculo_de_los_parametros_de_la_fuente

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



EMPRESA FILIAL DE INVESTIGACIONES APLICADAS SANTIAGO DE CUBA

Título: Evaluación ingeniero geológica en carreteras de altas cargas transportadas. **Caso de estudio:** Vial "Salaito", acceso a la Fábrica de "Cementos Moncada S.A." en Santiago de Cuba"

AUTOR: ING. CARLOS ALBERTO MATOS PÉREZ

TUTORES: ING. RAMÓN CASTILLO AROCHA

ING. PEDRO DÍAS SANTOS

Actualidad

La construcción y el mantenimiento de las carreteras requieren un enfoque estratégico y un compromiso continuo por parte de los gobiernos a nivel nacional, regional y local. Es fundamental que las obras viales sean bien planificadas y ejecutadas, al impactar directamente en la reducción de los costos operativos de los vehículos, así como en la disminución de los tiempos de desplazamiento, lo que a su vez tiene un efecto positivo en la productividad. Las infraestructuras viales bien diseñadas también contribuyen a la reducción de la contaminación ambiental, al permitir una circulación más fluida y eficiente, disminuyendo la emisión de gases contaminantes y el consumo innecesario de combustible. Una de las nuevas obras viales de altas cargas transportadas en esta provincia lo constituye el vial "Salaito", que da acceso a la nueva fábrica de "Cementos Moncada S.A." que desde su construcción en el año 2019, evidencia un rápido deterioro en su base y estructura general por causas que se deben a su diseño o ejecución y con la presente investigación se enumeran y se propone un plan de acciones que minimice y erradique los deterioros que existen en el vial, por medio de una evaluación ingeniero geológica de todos sus componentes.

Novedad de la investigación y valor de los resultados.

La novedad de la investigación, está centrada en el conocimiento que aporta sobre la utilización de un procedimiento para evaluar las causas geotécnicas que ocasionan el deterioro en el vial "Salaito" de acceso a la fábrica de "Cementos Moncada S.A." en Santiago de Cuba a través de un estudio ingeniero geológico para conocer su estado actual y reducir los posibles riesgos geotécnicos que puedan afectar la producción y transporte de materiales de esta industria a través de un plan de acciones para erradicar o minimizar las mismas.

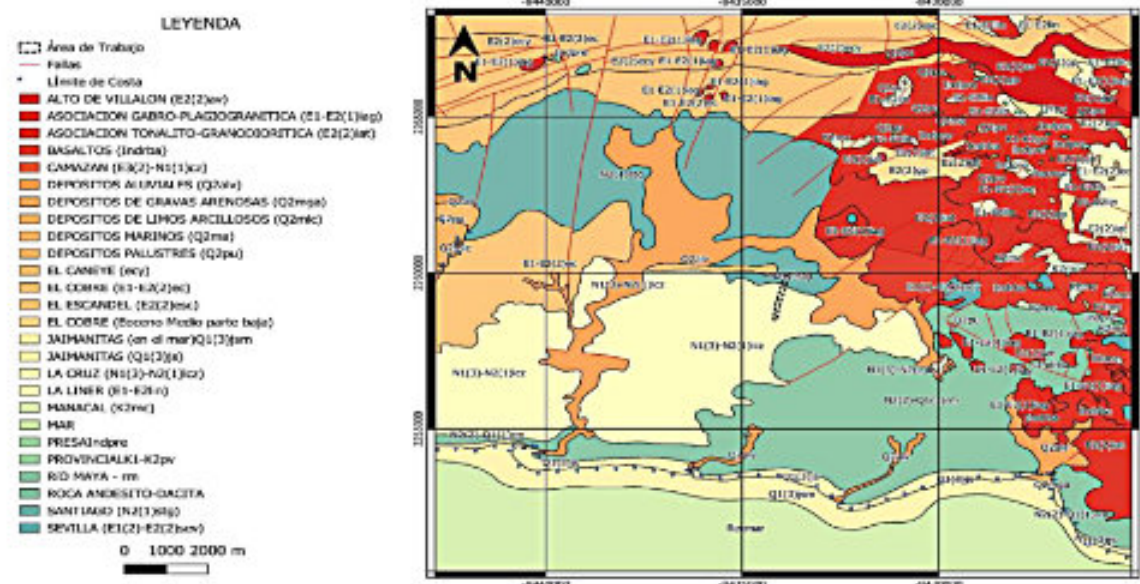
Por tanto, los resultados obtenidos en la investigación se consideran positivos en función de las mejoras en el proceso investigativo para el proceso antes mencionado.

Ubicación Geográfica



La zona presenta un relieve ondulado muy antropizado, con pendientes suaves y cotas que van en general aumentando de norte a sur alcanzando valores de entre 35.965 y 76.686 m snmm. El clima es tropical húmedo, como en el resto de la isla. La temperatura media anual oscila de 26 - 32 °C.

ESQUEMA GEOLÓGICO 1:100 000



Volumen de los trabajos realizados

► Trabajos de Topografía

Se realizaron con el objetivo de replantear y amarrar planimétrica y altimétricamente todas las perforaciones programadas, determinación del bombeo y el drenaje predominante en el área. Se realizaron con la estación total LEICA TS-02, usando el sistema de coordenadas Cuba Sur.

► Levantamiento Ingeniero Geológico del trazado de la vía

El levantamiento ingeniero geológico se basó en determinar los deterioros superficiales y estructurales de la vía y relacionarlos con las causas que provocan dichos deterioros, para así tener una guía a la hora de enfocar los trabajos posteriores. Los defectos que más se detectaron se relacionan en las siguientes imágenes.



Lesiones detectadas en el vial Salaito. A), B), G), Hueco.
C), Grietas longitudinales, parche de concreto y hundimiento.
D), Parcheo, hundimiento.
E), Parcheo, hueco y grieta transversal en losa de hormigón.
F), Vertido de concreto en la vía, desprendimiento de agregados.
H), Piel de cocodrilo y parche.



Lesiones detectadas en el vial Salaito.

A), Hundimiento.

B), Vertido de concreto en la vía, desprendimiento de agregados y huecos.

C), Desprendimiento de agregados.

D), Piel de cocodrilo.

E), Abultamiento, hundimiento y ahuellamiento.

F), Abultamiento, hundimiento ahuellamiento y exudación.

G), Abultamiento y hundimiento.

H), Agrietamiento en bloque.

- **Exudación:** producida por el exceso de asfalto en la preparación de la mezcla asfáltica
- **Piel de Cocodrilo (fisuras de fatiga):** producidas por la fatiga por la acción repetida de cargas de tránsito
- **Abultamientos y hundimientos:** infiltración en una grieta. Defectos de compactación de las capas inferiores.
- **Grietas longitudinales y transversales:** relacionadas con las juntas de carriles de pavimento o continuación de construcción
- **Huecos:** pobres materiales de la carpeta, subbase o base, o problemas de compactación.

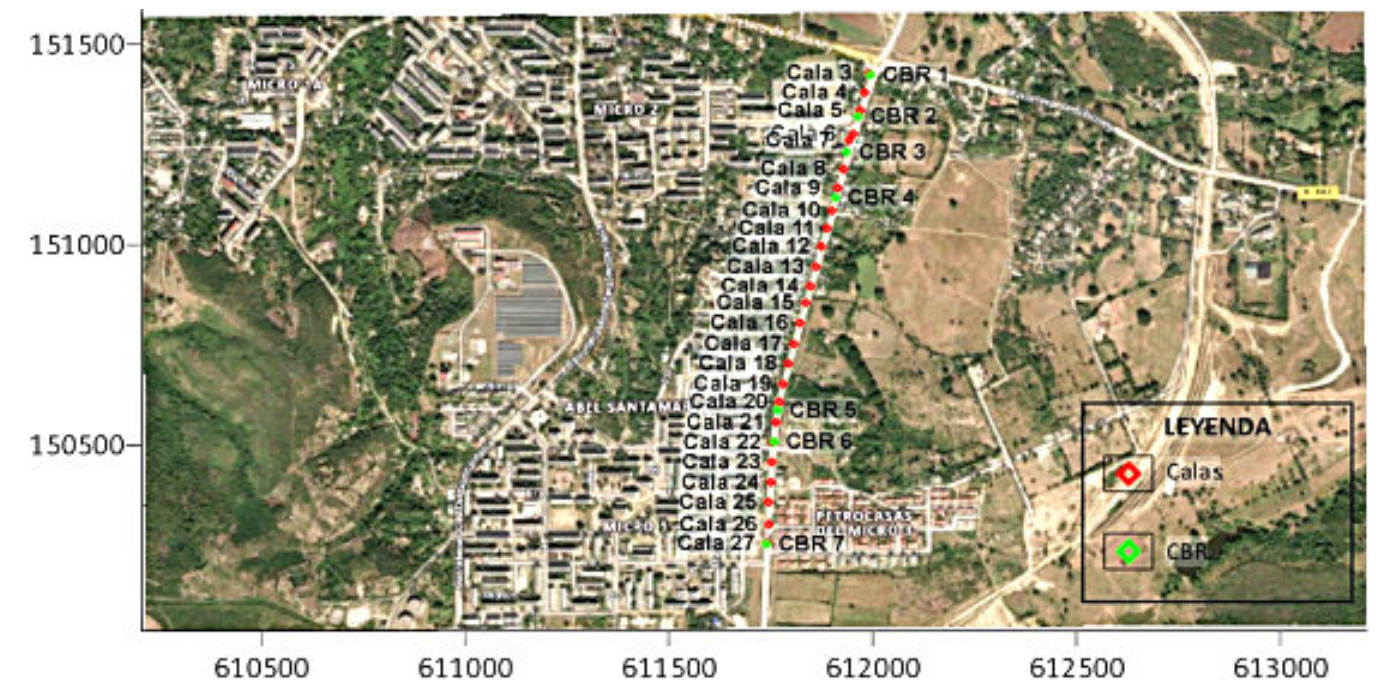
- **Ahuellamiento:** producida por una deformación permanente de alguna de las capas que constituye el pavimento, sea por un problema de compactación, o movimiento lateral de materiales

- **Meteorización o desprendimiento de agregados:** ligados a una mezcla de pobre calidad.

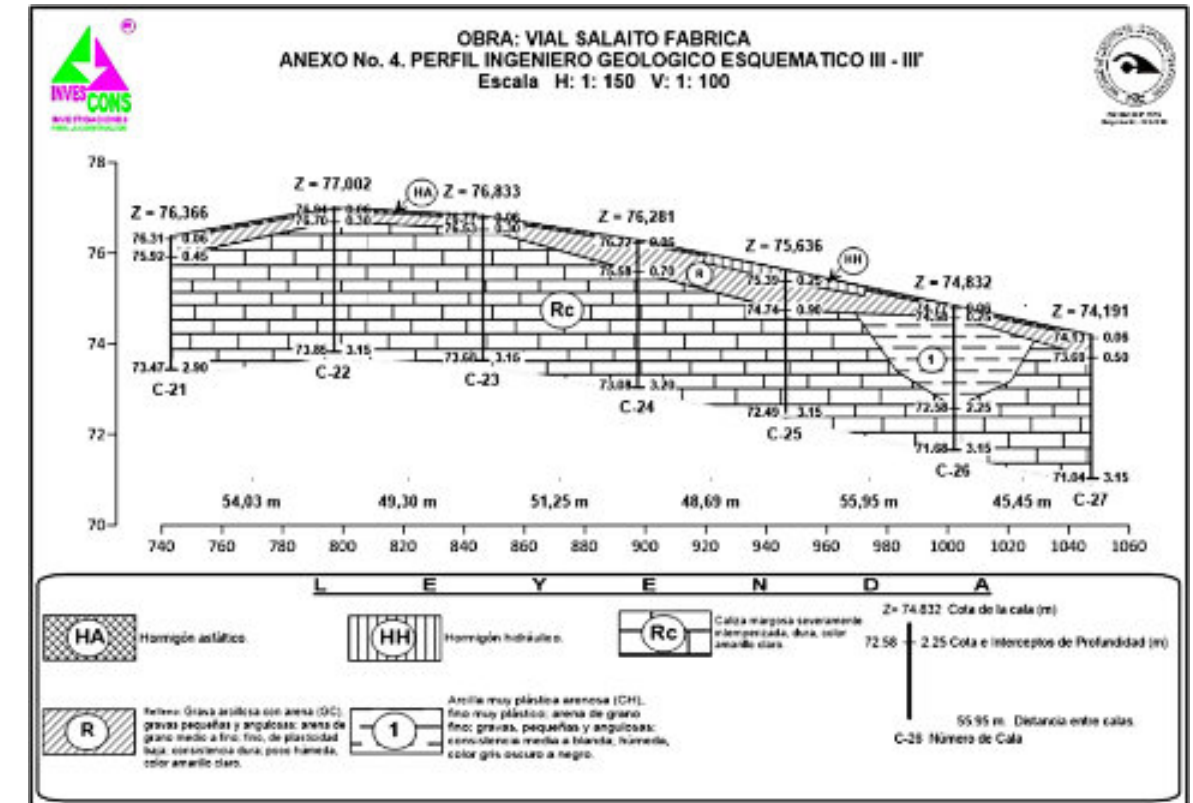
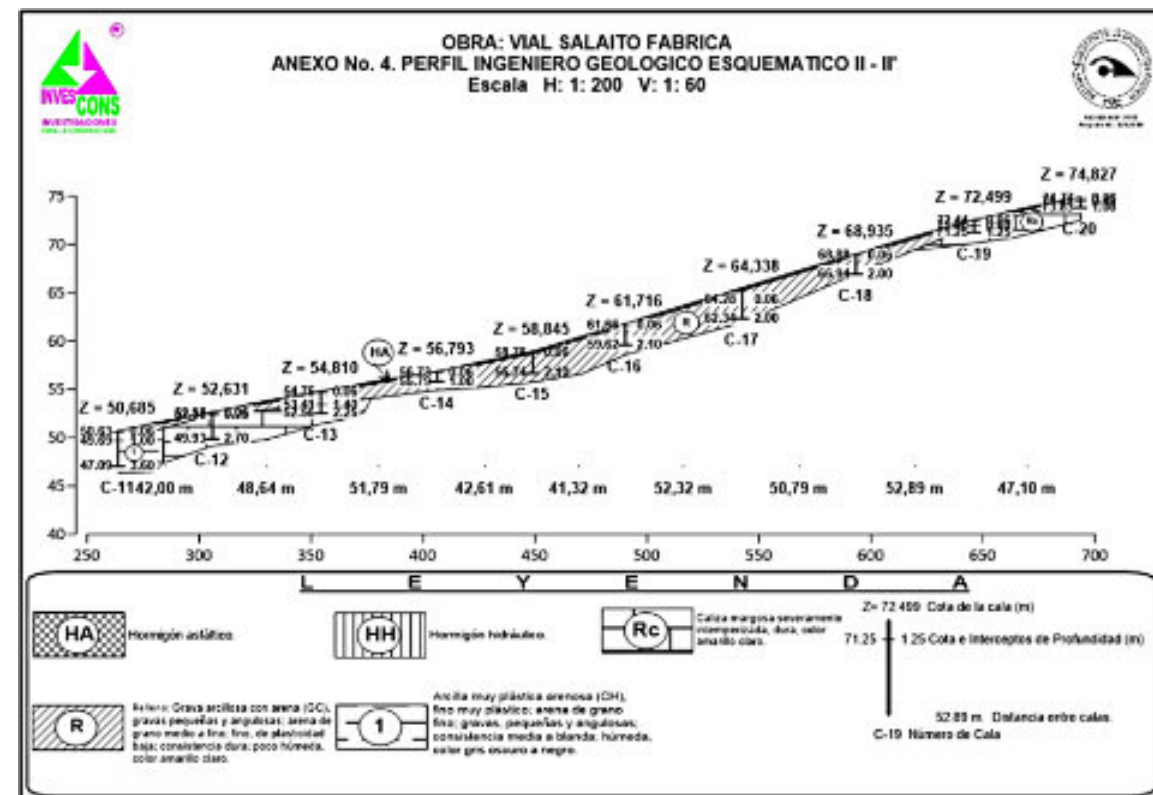
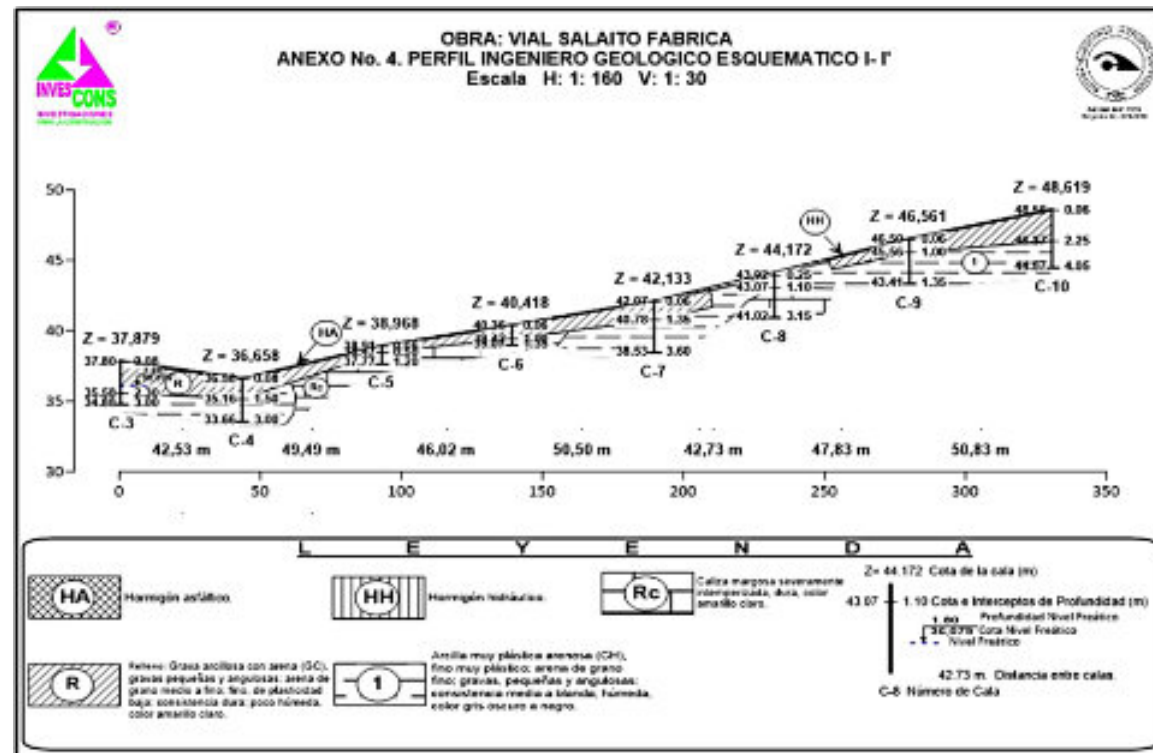
► Trabajos de Perforación y Muestreo

Los trabajos de perforación se realizaron con una máquina Rolatec 45 de fabricación española, por el método de perforación vertical a percusión con cuchara Terzagui de tubo dividido, limpiador Bx, con selección de testigos y registros del número de golpes por cada 30 cm de penetración. Se ejecutaron 25 perforaciones de 27 programadas las calas 1 y 2 no realizaron a causa de que en los límites de sus respectivas ubicaciones existen elementos soterrados sensibles, tales como tuberías de agua, cables de alta tensión y cable coaxial. En total se ejecutaron más de 64,35 m de perforación. Adicionalmente se realizaron 7 calicatas para la realización de ensayos CBR in situ y de laboratorio. Se realizó un muestreo integral, representativo, por capas en el cual transportaron un total de 11 pomos parafinados y 12 nylon de transporte de muestras hacia el Laboratorio de Materiales de Santiago de Cuba.

Se realizaron 77 ensayos de laboratorio divididos entre: 17 ensayos de granulometría, 13 límites de Atterberg, 17 pesos específicos de los suelos, 15 densidades y 15 humedades.



► Litología del área



- **Hormigón Asfáltico (HA):** En ocasiones algo deteriorado con espesor entre 0.08 y 0.06 m
- **Hormigón Hidráulico (HH):** Losa de hormigón masivo en buen estado técnico. Con espesor de 0.25 m, aparece en las calas 8 (Est. 30 + 4.60) y 25 (Est. 116 + 4.00).
- **Relleno (R):** Grava arcillosa con arena (GC): Grava 50 %, pequeñas y angulosas; Arena 28 %, de grano medio a fino; Fino 22 %, LL=26 %, IP=8 %, de plasticidad baja; consistencia dura; poco húmeda, color amarillo claro, esta capa aparece en todas las calas perforadas con espesores de 0.25 hasta 1.25 m. Es un terraplén tecnificado. $N_{stp}(30 \text{ cm})$ 40.
- **Suelo 1:** Arcilla muy plástica arenosa (CH): Fino 65 %, LL=57 %, IP=33 %, muy plástica; Arena 30 %, de grano fino; Grava 5 %, pequeñas y angulosas; consistencia media a blanda; húmeda, color gris oscuro a negro, esta capa aparece en las calas perforadas en la zona baja (3, 4, 7, 9, 10 y 11) del trazado y en la cala 26 con espesores de 0.25 hasta 2.00 m, $N_{stp}(30 \text{ cm})$ 22.
- **Roca (Rc):** Caliza margosa severamente intemperizada, muy fragmentada, dura, color amarillo claro. Fue cortada en la mayoría de las calas perforadas, se desconoce el espesor de esta hasta la profundidad estudiada (4.05 m).

Análisis y discusión de los resultados

Los valores de los CBR tomados en el campo, oscilan entre valores de 15% hasta 54%.

Ensayo	Estacionado	X (m)	Y (m)	Z (m)	Valor (%)
CBR-1	Est: 5+7.36	611998,03	151414,29	37,87	15
CBR-2	Est: 16+8.95	611967,42	151310,06	39,2	53
CBR-3	Est: 26+0.00	611939,37	151220,91	42,37	22
CBR-4	Est: 38+0.00	611912,10	151107,89	47,2	54
CBR-5	Est: 92+9.73	611770,19	150577,11	75,6	24

Conforme a los resultados obtenidos de la investigación de suelos realizadas se muestran las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- ▶ El terraplén sobre el que se apoya la capa de asfalto clasifica como un A-2-4, cumpliendo con los requisitos para ser utilizada como subrasante, no cumpliendo con los requisitos planteados en la tarea de solicitud de servicios como base de pavimento.
- ▶ El terraplén que soporta la capa de rodadura, sufrió lesiones al ser sometido a determinadas acciones para la ubicación de tuberías de agua y registros, provocando deformaciones y pérdida de su capacidad resistente.
- ▶ El material que compone la capa de terraplén tecnificado bajo condiciones de saturación baja considerablemente el índice CBR a valores menores al 42 %.
- ▶ El CBR obtenido "In Situ" sobre el terraplén tecnificado, no se corresponde con el exigido para un tráfico de diseño pesado.
- ▶ El terraplén mantiene un 98 % de compactación para la energía modificada.
- ▶ A modo general la carpeta asfáltica presenta deterioros expresados en:

Baches superficiales y profundos, Exposición de agregados y segregación, Hundimientos, Desplazamientos, Ahuellamiento, Piel de cocodrilo, Agrietamiento y Capacidad de soporte del pavimento reducida por infiltración de agua.

- ▶ Se propone como diseño de pavimento una estructura sobre base pétreo basada en el esquema mostrado a continuación pudiendo tener variantes de hormigón asfáltico o losa de hormigón.
- ▶ Considerar soluciones de diseño conforme a la norma NC 334-2004 CARRETERAS—PAVIMENTOS FLEXIBLES—METODO DE CALCULO, acorde al índice de CBR alcanzado por la prueba realizada in situ con la utilización de materiales acorde a las exigencias establecidas por el diseño de la estructura del pavimento.
- ▶ Garantizar un diseño de mezcla asfáltica estable, duradera y antideslizante, capaz de resistir la deformación producida por las cargas pesadas que incidirán sobre ella.
- ▶ Garantizar una adecuada superficie de rodadura libre de ondulaciones e irregularidades.
- ▶ Levantar las losas de hormigón existentes en caso de reparar con hormigón asfáltico para evitar deformaciones en el pavimento entre un elemento rígido y otro flexible y la formación de juntas.
- ▶ Realizar un adecuado diseño de hormigón asfáltico con una apropiada compactación in situ de la mezcla asfáltica o hormigón hidráulico propiciando un correcto sellado contra la infiltración de las aguas superficiales, solicitando a la Filial de Investigaciones Aplicadas el diseño de mezcla en laboratorio para su producción en planta y del control de la calidad del hormigón.
- ▶ Realizar un adecuado diseño de hormigón asfáltico con una apropiada compactación in situ de la mezcla asfáltica o hormigón hidráulico propiciando un correcto sellado contra la infiltración de las aguas superficiales, solicitando a la Filial de Investigaciones Aplicadas el diseño de mezcla en laboratorio para su producción en planta y del control de la calidad del hormigón.
- ▶ Evitar los efectos nocivos que se derivan de la concentración del tránsito sobre un mismo carril.
- ▶ Programar mantenimientos periódicos del vial eliminando obstáculos, surcos de erosión, malas hiervas, baches, corrimientos y disgregación de asfalto.
- ▶ Perfilar las pendientes, reparación de cunetas y revisión del estado del drenaje.
- ▶ Limitar la velocidad de circulación por medio de señales de tránsito para evitar deterioros de la vía por frenado bruscos o fatigas por circulación recargada en una misma senda.

El tema tratado posee una altísima importancia que incide directamente en la calidad de las obras y que se relaciona con la rentabilidad económica. Se determinaron las causas geotécnicas que conllevan al deterioro del vial, siguiendo las normas cubanas establecidas para la determinación de las propiedades físico mecánicas de los materiales. Estos resultados permiten ahorrar trabajo y recursos a las empresas que puedan emplear el procedimiento y garantizar seguridad a la carretera.

Utilización de la bibliografía

Se muestran un total de 59 bibliografías consultadas, de ellas 8 corresponden a los últimos cinco años y el resto a los últimos veinte años para un 58.62% y 81% respectivamente que corresponden a revistas, artículos, informes técnicos, libros y normas relacionadas con el tema. No se emplean los gestores bibliográficos, aunque si están referidas siguiendo las normas establecidas.



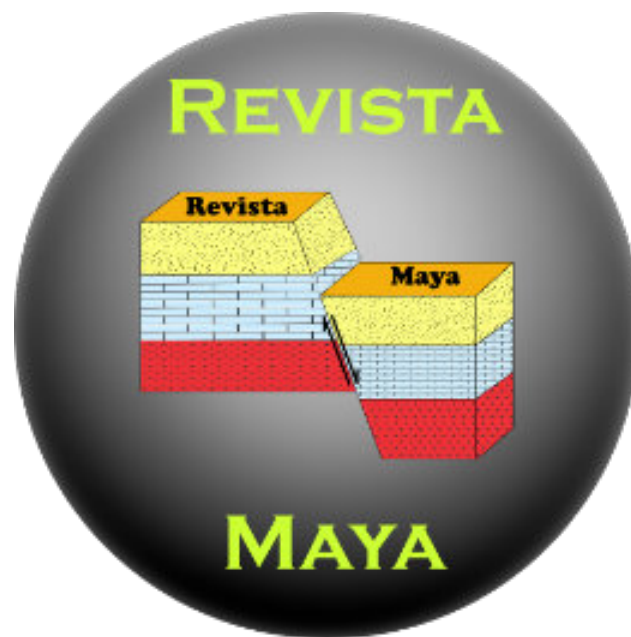
CARLOS ALBERTO MATOS PÉREZ

Ingeniero geólogo

Máster en Geología

Graduado en la Universidad de Moa, Holguín, Cuba

Especialista Ejecutor de Proyectos e Ingeniería de Investigaciones geotécnicas



Solution to the puzzle of the origin of the Gulf of Mexico-Gulf of America, during the breakup of Pangea, 200 million years ago.

Edinson Alvarez 8/8



INTRODUCTION

This work aims to contribute to the geoscientific knowledge of an area of importance to the global oil, gas, and mining (O&G&M) industry: the Jurassic evolution of the Gulf of America, Gulf of Mexico, and the Colombian and Venezuelan territories (Northwestern Corner of South America-Gondwana). This study seeks to demonstrate, with technical and scientific evidence, the relationship between plate tectonics, magmatic arcs, volcanic arcs, and the development of rift zones and subduction zones, combined to understand the origin, growth, and development of sedimentary basins of interest to the global mining and energy industry.

Solving the 18 specific uncertainties or unanswered questions raised by renowned contemporary geoscientists and researchers worldwide, posed over more than 100 years of history and development of the petroleum industry in the Gulf of Mexico region, and resolved in this research (Articles 5 and 6 of this series). We will proceed to expand the number of scientific tests (from 15 to 19) that corroborate, support, and strengthen the presented model. We will also examine the implications of this problem for petroleum systems in a very general way.

We would like to highlight the various companies, and individuals that have contributed to the development of knowledge in these areas, such as the Colombian Geological Service (SGC), the Colombian Petroleum Company Ecopetrol, the Institute of Petroleum and Transition Energy Research (ICPET), the National Hydrocarbons Agency (ANH), and state and private universities such as the University of Caldas, its Institute of Stratigraphic Research (IIES), the National University of Colombia (UNAL), the Industrial University of Santander

(UIS), the Pedagogical and Technological University of Colombia (UPTC), EAFIT University, the University of Pamplona, and the University of the Andes, among others. Important researchers and Geoscientists from the Mining and Energy Industry, including the National Autonomous University of Mexico (UNAM), And Texas University.

METHODOLOGY

To overcome the structural and stratigraphic obstacles and difficulties posed by the tectonic and structural complexity of the area, the following activities are carried out:

- Compilation of information from oil exploration, geochemical, geophysical, geological, stratigraphic, tectonic-structural, petroleum systems, and other studies in the study area.

- As part of the Author's independent professional activity, several integrated studies have been carried out to address the issue of the structural tectonic complexity of the study area, and its implications for oil and gas exploration and production activity in Colombia and the Gulf of Mexico. This case relates to tectonostratigraphic evolution, primarily during the Jurassic geological period (145 to 201.3 million years ago), also including the Upper Triassic (201.3 to 237 million years ago) (201.3-210 m. years ago).

RESULTS

1. Analysis

For this chapter, we incorporate valuable structural mapping data from rift zones, related to the works of: Diego Osorio-Afanador, Francisco Velandia. 2021; Fabio Cediél, Robert Peter Shaw 2019, Andreína García Reyes 2018, Thesis Doctoral-Sorbonne University; Germán Bayona 2018; Pemex 1994, cited in Hernandez Martinez Oscar 2014. Tesis de Grado UNAM.

Complementing the above with information from studies conducted by important and recognized geoscientists described in the Bibliography, all integrated with the advanced tools of the SCT Complex Source Theory (Edinson Alvarez 2025). Results of the tectonic evolution of the Gulf of Mexico, which can be observed in Figures 1,2,7,8,9,10, for the Upper Triassic period (201.3 to 210 million years ago) –Early Jurassic. 190 m. years, in this article

Based on the above premises, we will focus in this chapter on reconfirming our theory of the origin and evolution of the Gulf of Mexico, Gulf of America, adding four new pieces of evidence to the 15 existing pieces of evidence, referred to in article 7-Summary Articles 5 and 6 of this series (Four new pieces of the Puzzle):

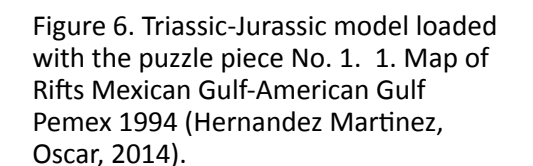
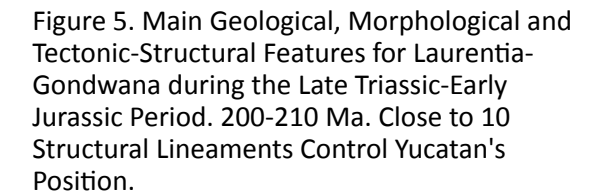
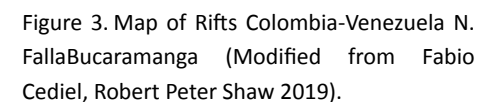
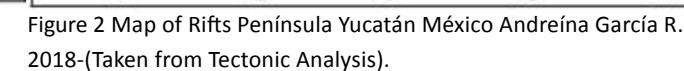
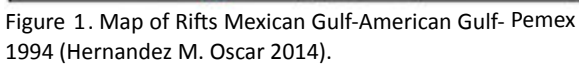
1. Evidence with Paleogeographic Tie-Down
2. Geomorphological Tie-Down
3. Structural Tie-Down
4. Paleontological Tie-Down
5. Sedimentological-Mineralogical-Facial Tie-Down
6. Stratigraphic Tie-Down
7. Tectonic Tie-Down
8. Geochemical Tie-Down
9. Geophysical Tie-Down
10. Geological Tie-Down
11. Volcanical Arc Tie-Down
12. Magmatic Arc Tie-Down
13. Geochronological Tie-Down (Radiometric Dating in Granitoids)
14. Geochronological Tie-Down (Radiometric Dating on Detrital Zircons)
15. Roll Back Tie-Down Plate Farallones in Mexico-USA (Laurentia), Colombia-Venezuela (Gondwana)
16. Map of Rifts Mexican Gulf-American Gulf-Pemex 1994 (Hernandez Oscar 2014)

The aforementioned maps have been rescaled, since the work was done on different base maps; preserving and maintaining the spatial relationships of their structural elements. The four pieces of the Rift Puzzle and/or maps underwent restoration and fit together perfectly, like a jigsaw puzzle, in the Gulf of Mexico origin model presented by Dr. Edinson Alvarez in 2025-2026. His Complex Source Theory transformed a century-old problem into a simple board game for children.

The aforementioned maps have been rescaled, since the work was done on different base maps; preserving and maintaining the spatial relationships of their structural elements. The four pieces of the Rift Puzzle and/or maps underwent restoration and fit together perfectly, like a jigsaw puzzle, in the Gulf of Mexico origin model presented by Dr. Edinson Alvarez in 2025-2026. His Complex Source Theory transformed a century-old problem into a simple board game for children.

2.1.2 Pieces of the Puzzle No 2. Map of Rifts Península Yucatán México (Andreína García Reyes 2018-Tomado de Tectonic Analysis). Figure 2.

2.1.4 Pieces of the Puzzle No 4. Map of Rifts Colombia-Venezuela (Modified from Diego Osorio-Afanador, Francisco Velandia. 2021). Figure 4.



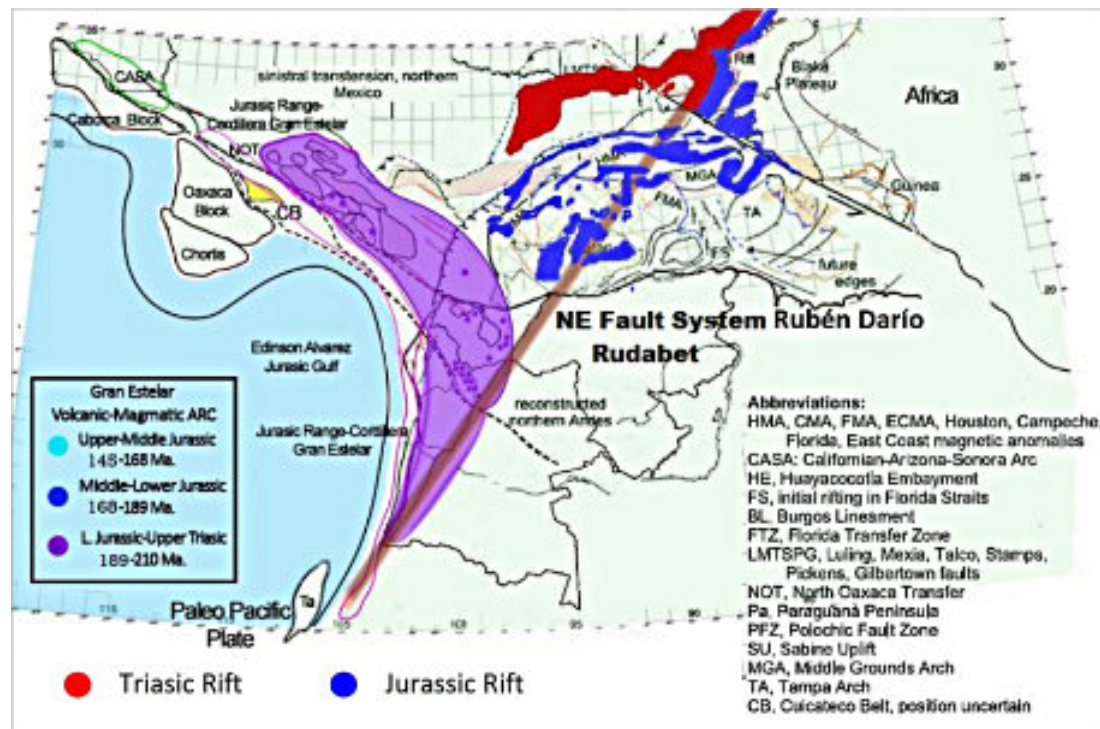


Figure 7. Triassic-Jurassic model loaded with the puzzle piece No. 2. 1. Map of Rifts Mexican Gulf-American Gulf Pemex 1994 (Hernandez Martinez, Oscar 2014), 2. Map of Rifts Península Yucatán México (Andreína García Reyes, 2018-Taken from Tectonic Analysis).

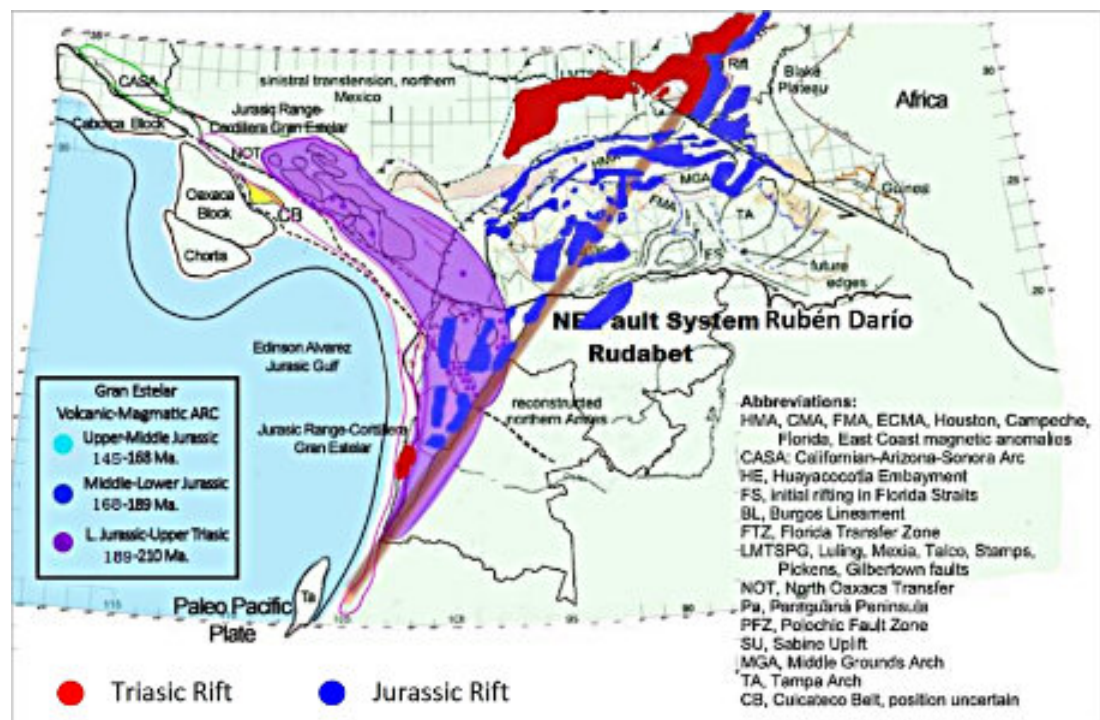


Figure 8. Triassic-Jurassic model loaded with the puzzle piece No. 3 and 4. 1. Map of Rifts Mexican Gulf-American Gulf Pemex 1994 (Hernandez Martinez Oscar, 2014), 2. Map of Rifts Península Yucatán México (Andreína García Reyes 2018-Tomado de Tectonic Analysis), 3. Map of Rifts Colombia-Venezuela, Fabio Cediell, Robert Peter Shaw 2019, 4. Map of Rifts Diego O. Afanador, Francisco Velandia, 2021.

In Figures 5, 6, 7, 8, it can be observed how the puzzle pieces fit together perfectly and harmoniously within the great structural escarpment of Laurentia (Gulf of Mexico-Gulf of America), controlled to the south by the Great System of Faults, Rifts, Lineaments Ruben Dario – Rudabet (Honor Ruben Dario Alvarez Betancourt Sr.) See Articles 5 and 6 of this series.

DISCUSSION

This work unlocks several existing limitations in the geoscientific world related to the tectonic evolution of one of the main oil sources in the world, the Gulf of Mexico (Gulf of America-Gulf of Mexico) and in parallel the Jurassic petroleum system of the Colombian basins.

One of the main geological features is the discovery of the Ruben Dario-Rudabet Great Fault System-Lineament (Honor to Ruben Dario Alvarez Betancourt (Father), Figures 5). This system controls the base of the large continental structural scarp of Laurentia (Figure 5). This discovery helps resolve several contemporary questions, which are central to this study Articles 5 and 6, and which address uncertainties raised by leading geoscientists worldwide: James Pindell, Diego Villagómez, Roberto Molina-Garza, Rod Graham and Bodo Weber 2020-2021; Mildred Del Carmen Zepeda Martinez - Tesis Doctoral UNAM. 2021; Alarcón CM, Clavijo-Torres J, Mantilla-Figueroa LC, Rodríguez JG.2020; Irina Filina, James Austin, Tony Dor'e, Elizabeth Johnson, Daniel Minguez, Ian Norton, John Snedden, Robert J. Stern. 2022. Spikings, R. & Paul, A. 2019, Camilo Bustamante Londoño 2020. (Grupo de Investigación Tectónica-estratigráfica Egeo-Universidad Unal, Grupo Tectónica-Universidad Eafit), And others. This feature demonstrates that the Restrepo and Toussaint 2020 Chibcha Terrane constitutes.

According to this study, the westernmost part of the large Laurentian structural escarpment (Figure 5). It occupies approximately one-third of the size of the basin that gave rise to the Gulf of Mexico-Gulf of America (including the Paleobasin of the Eastern Cordillera of Colombia) during the Triassic-Jurassic period.

Although improvements, refinements, and modifications can be made to the proposal presented in this study, the

fact remains that the perfect tied up obtained through the Ruben Dario-Rudabet Fault-Lineament System (Honor Ruben Dario Alvarez Betancourt-Father., Figures 5 is and will be the starting point for future reconstructions of tectonic evolution forward or backward from this tie-down point or constraint in geological time. The issue that still warrants review is determining whether this tie-down point corresponds to the 200 Ma age of the Dr. Pindell et al. 2020-2021 model, or to a slightly earlier age between 200 and 210 Ma. This would require considering the travel velocities of the Chortis-Oaxaca blocks and their implications for past reconstructions, a topic beyond the scope of this work.

New and Additional Implications for Colombian Petroleum Systems

From the corresponding analysis of the items in section 4.0 of Articles 5,6 of this Series, we can conclude that we are faced with three new plays and/or hypothetical unexplored petroleum systems in the Cundinamarca Basin, belonging to the Jurassic paleobasin of the Eastern Cordillera of Colombia.

1. Lower Jurassic Play: Formed by the deposition of organic shales, carbonates, chert from the Lower Jurassic - Hypothetical Zipa Formation of Edinson Alvarez 2025 (Source Rock) contemporaries with Morrocoyal and Montebel formations (Marine and Marines Facies). Interdigitated towards the edges of the Basin with detrital volcanosedimentary, slope deposits, debris flows, turbidites (Reservoir Rock) and a 3 to 4 km seal of salt deposited during the Middle Jurassic.

2. Upper Jurassic Play: Formed by the deposition of organic shales, carbonates, chert from the Upper Jurassic - Hypothetical Toca or Tocancipá Formation of Edinson Alvarez 2025 (Source Rock) contemporaries with Mexican Gulf-American Gulf Oil Source Formations, (Marine and Marines Facies). Interdigitated towards the edges of the Basin with detrital volcanosedimentary, slope deposits, debris flows, turbidites (Reservoir Rock) and seal of Fomeque formation and allochthon salt. It is also the source rock for the Une Formation Reservoir Rock. (A more comprehensive analysis of evidence for this play can be obtained from the author of this article).

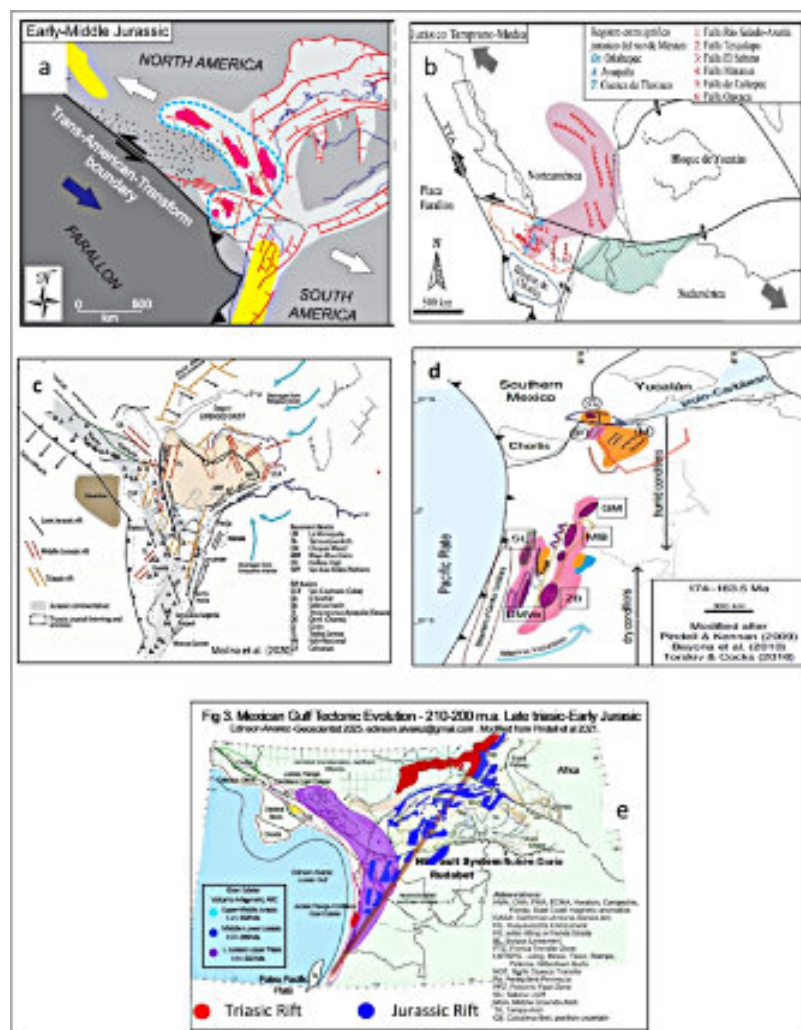


Figure 9. Comparison of the model presented in this work Edinson Alvarez 2025-26, with tie down structural, tectonic, geochronological, geochemical, stratigraphic, sedimentological, petrographic, paleontological, volcanological, among others, with respect to recent models published in a. Parolari M, Martini M. Et al., 2022. b. María Patricia Velasco de León 2024. c. Molina et al., 2020, taken from Bayona 2021d. Modified from Bayona et al., 2019-20. e. Edinson Alvarez, 2025-2026.

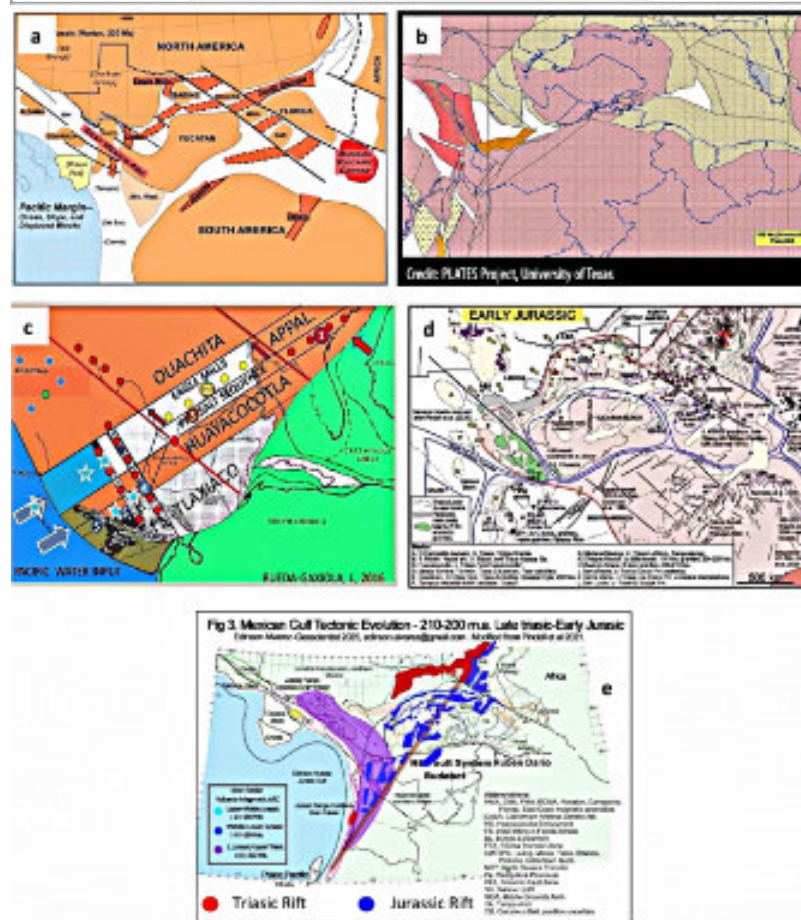


Figure 10. Comparison of the model presented in this work Edinson Alvarez 2025-26, with tie down structural, tectonic, geochronological, geochemical, stratigraphic, sedimentological, petrographic, paleontological, volcanological, among others, with respect to recent models published in a. Tom Ewing- 2016. b. Plates Project Texas University, taken from Robert J. Stern and Randy Keller, 2018. c. Rueda-Gaxiola J., 2016-2019. d. Pindell and Heyn 2022, e. Edinson Alvarez, 2025-2026, Upper Triassic-Lower Jurassic.

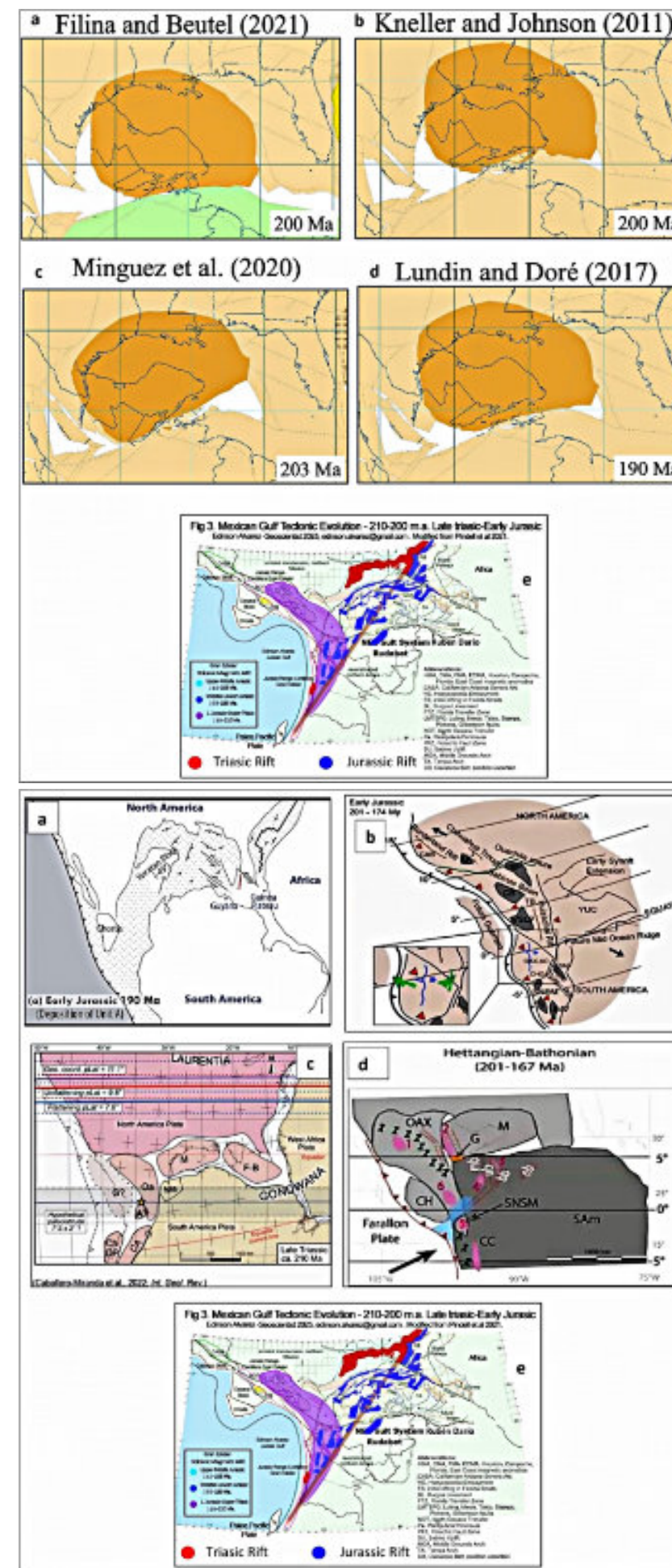


Figure 11. Comparison of the model presented in this work Edinson Alvarez 2025-26, with tie down structural, tectonic, geochronological, geochemical, stratigraphic, sedimentological, petrographic, paleontological, volcanological, among others, with respect to recent models published in a. Filina am Beutel, 2021. b. Kneller and Jhonson 2021. c. Minguez et al., 2020. d. Ludín and Doré, 2017 e. Edinson Alvarez 2025-2026, Upper Triassic-Lower Jurassic. Taken from Irina Filina , James Austin, Tony Dor'e , Elizabeth Johnson , Daniel Minguez , Ian Norton , John Snedden , Robert J. Stern, 2022.

Figure 12. Comparison of the model presented in this work Edinson Alvarez 2025-26, with tie down structural, tectonic, geochronological, geochemical, stratigraphic, sedimentological, petrographic, paleontological, volcanological, among others, with respect to recent models published in a. Oliviera de Sa, A.,Et al., 2024. b. -Diego Alberto Osorio-Afanador, 2020. c. Caballero-Miranda et al., 2022, Taken from Bernardo Ignacio García Amador, 2024 d. Nova et al., 2019. Taken from Bayona 2021-2022, e. Edinson Alvarez, 2025-2026, Upper Triassic-Lower Jurassic.

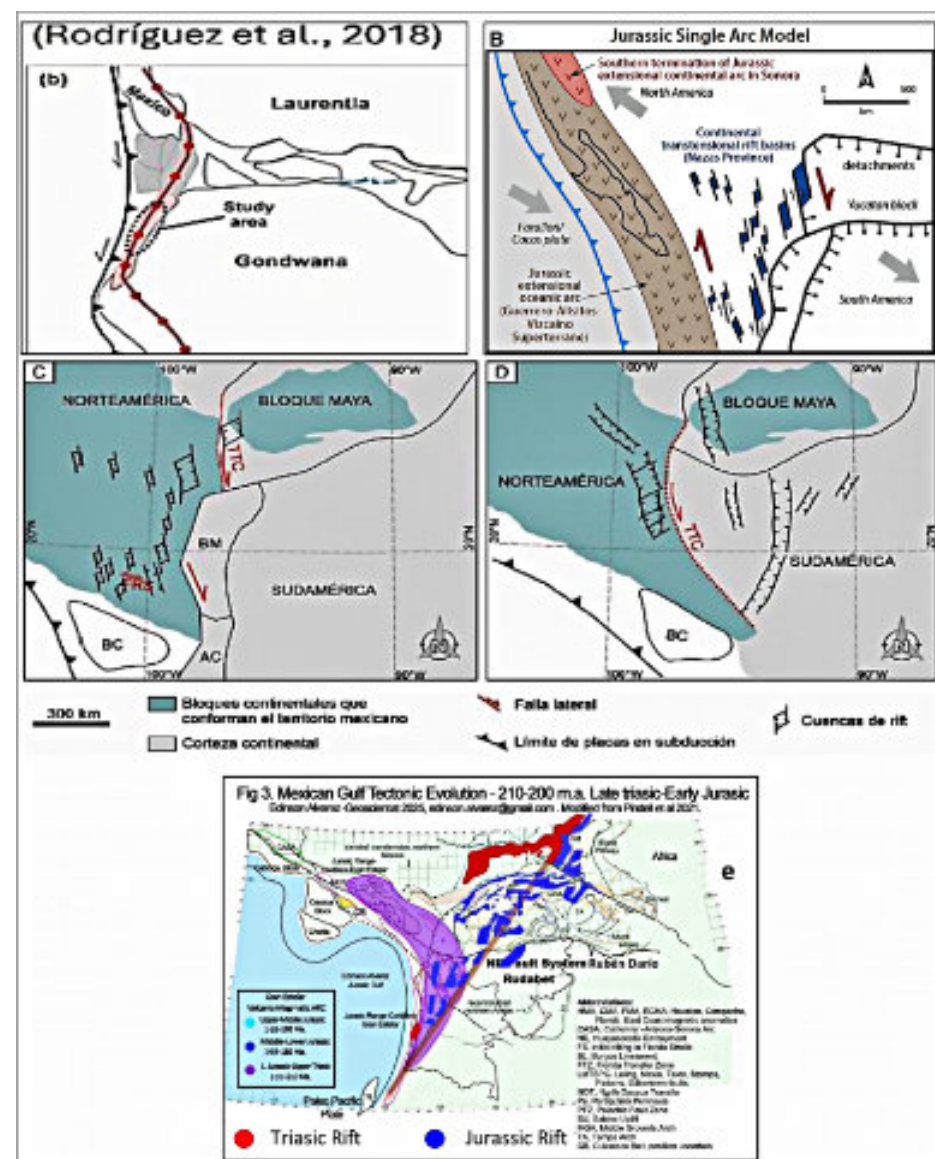


Figure 13. Comparison of the model presented in this work Edinson Alvarez 2025-26, with tie down structural, tectonic, geochronological, geochemical, stratigraphic, sedimentological, petrographic, paleontological, volcanological, among others, with respect to recent models published in a, Rodriguez et al., 2018, taken from Camilo Bustamante, 2026. b. Martini y Ortega-Gutierrez. 2018, taken from C.J. Busby and E. Centeno-García, 2022, c. Martini y Ortega Gutierrez, 2018 d. Nova et al., 2019, (c.d. taken from Mildred Del Carmen Zepeda Martínez - Tesis Doctoral UNAM. 2021, e. Edinson Alvarez 2025-2026, Upper Triassic-Lower Jurassic.

3. Cretaceous play associated with salt seal: Source Rock: Fómeque Formation, Reservoir Rock: Une Formation, Seal Rock: Migrated Salt. The same applies to upper sequences.

CONCLUSION

Through this analysis, I have demonstrated how the SCT's postulates have been corroborated and proven over time, revealing their predictive power. And in this article I have just reconfirmed our model on the origin and tectonic evolution of the Gulf of Mexico-Gulf of America, with its positive implications for the processes of new discoveries,

exploration, and production in the mining and oil fields of the countries that are part of this study.

The evidence presented in this article No. 8 of this series will be referred to as pieces of the puzzle of the Origin of the Gulf of Mexico-Gulf of America, which help to reconfirm the model presented in this series to the international scientific community, corresponding to items 16, 17, 18, 19 of the list of evidence. The aforementioned maps have been rescaled, since the work was done on different base maps; preserving and maintaining the spatial relationships of their structural elements. The four pieces of the Rift Puzzle and/or maps underwent

restoration and fit together perfectly, like a jigsaw puzzle, in the Gulf of Mexico origin model presented by Dr. Edinson Alvarez in 2025-2026. His Complex Source Theory transformed a century-old problem into a simple board game for children. Fig 8.

A New Upper Jurassic Play, is projected: Formed by the deposition of organic shales, carbonates, chert from the Upper Jurassic - Hypothetical Toca or Tocancipá Formation of Edinson Alvarez 2025 (Source Rock) contemporaries with Mexican Gulf-American Gulf Oil Source Formations, (Marine and Marines Facies). Interdigitated towards the edges of the Basin with detrital volcanosedimentary, slope deposits, debris flows, turbidites (Reservoir Rock) and seal of Fomeque formation and allochthon salt. It is also the source rock for the Une Formation Reservoir Rock. (A more comprehensive analysis of evidence for this play can be obtained from the author of this article). See articles 5,6 complete 3-three New Petroleum system-Plays).

The Regional Stratigraphic and Structural Analysis indicates the possibility that, beneath the Jurassic Play described above, the Triassic sequence comprised of the Saldaña, Payandé, and Luisa Formations and/or their equivalents may lie in the Cundinamarca Basin, Colombia. This possibility must be confirmed or refuted through 2D-3D seismic analysis and interpretation, and deep drilling in the basin.

REFERENCES

- Andreína García Reyes 2018, Thesis Doctoral-Sorbonne University. Magnetic anomalies and plate tectonic history of the caribbean plate and Mexican Gulf. 218p.- Bayona, G., Bustamante, C., Nova, G. and Salazar-Franco, A.M. 2020. Jurassic evolution of the northwestern corner of Gondwana: Present knowledge and future challenges in studying Colombian Jurassic rocks., <https://doi.org/10.32685/pub.esp.36.2019.05>
- Berlaine Ortega-Flores, Luigi A. Solari & Felipe De Jesús Escalona-Alcázar. 2015. The Mesozoic successions of western Sierra de Zacatecas, Central Mexico: provenance and tectonic implications. 22 p. Geol. Mag. 153 (4), 2016, pp. 696-717. c_ Cambridge University Press 2015 696 doi:10.1017/S0016756815000977.
- Bernardo Ignacio García Amador 2024. Seminario "Paleomagnetismo, magnetismo de rocas y fábrica magnética aplicados a la tectónica". Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=zBVlzy236Jc>

www.youtube.com/watch?v=zBVlzy236Jc Instituto de geofísica de la UNAM.

Camilo Bustamante 2026. Tectónica Norandina : Magmatismo y Metalogénesis – Universidad Eafit. Video de Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=IXNSvxtNRbY>

C.J. Busby1 and E. Centeno-García2.2022. The “Nazas Arc” is a continental rift province: Implications for Mesozoic tectonic reconstructions of the southwest Cordillera, U.S. and Mexico. 23 p.

Diego Alberto Osorio-Afanador, 2020. Paleomagnetismo y estratigrafía del Jurásico del Sur de México y sus implicaciones en Pangea. Video de Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ovym0szeYpY>

Diego Osorio-Afanador, Francisco Velandia. 2021. Late Jurassic syn-extensional sedimentary deposition and Cenozoic basin inversion as recorded in The Girón Formation, northern Andes of Colombia 30p. AndeanGeology 48 (2):237-266. May, 2021 doi:10.5027/andgeoV48n2-3264

Fabio Cediél, Robert Peter Shaw 2019. Geology and Tectonics of Northwestern South America The Paci-fic-Caribbean-Andean Junction. 1010 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76132-9>

German Bayona PHD 2018. El paleogeno en la esquina NW de Suramérica. Universidad EIA. Video Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=DWUjk6ar3TE> .

Hernandez Martinez Oscar 2014. Desarrollo de Yacimientos petroleros en cuencas Sin Rift con Ejemplos de México. Tesis de Grado UNAM.260 p.

Irina Filina , James Austin, Tony Dor'e , Elizabeth Johnson , Daniel Minguez , Ian Norton , John Snedden , Robert J. Stern. 2022. Opening of the Gulf of Mexico: What we know, what questions remain, and how we might answer them. 30 p. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2021.229150>

Irina Filina and Erin Beutel. 2022. Geological and Geophysical Constraints Guide New Tectonic Reconstruction of the Gulf of Mexico. University of Nebraska – Lincoln College of Charleston. November 22, 2022. 36p.

James Pindell, Diego Villagómez, Roberto Molina-Garza, Rod Graham and Bodo Weber. 2020. A revised synthesis of the rift and drift history of the Gulf of Mexico and surrounding regions in the light of improved age dating of the Middle Jurassic salt. 2020. Geological Society, London, Special Publications, 504, <https://doi.org/10.1144/SP504-2020-43>

James Pindell 2021. Cátedra Selecta – Tectonic evolution Mexican Gulf-Conferencia Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=8CAhxGbnL9w>

James Pindell 2022. 52.2 James Pindell - Dynamo-thermal subsidence and sag-salt section deposition-Conferencia Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=sM5ykC-p9dU>

Jaime Rueda Glaxiola 2019. Geodynamic Evolution Of The Gulf Of Mexico. Youtube Conference. <https://www.youtube.com/watch?v=mb11VZO46Lw>

María Patricia Velasco de León 2024. Paleobiota y Geología del Jurásico del Sur de México Universidad Nacional Autónoma de México. 292 p.

Mildred Del Carmen Zepeda Martínez - Tesis Doctoral UNAM. 2021. Reconstrucción de la Evolución tectono sedimentaria del jurásico temprano-medio de la cuenca Tlaxiaco, Sur de México. Implicaciones en la Historia de Atenuación continental del margen occidental de Pangea. 213 p.

Oliviera de Sa, A., Leroy, S., d'Acremont, E., Lafuerza, S., Granja-Bruna, J.-L., Moreno, B., et al. (2024). The protracted evolution of a plate boundary: Eastern Cuba block and Old Bahamas Channel. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 25, e 2023GC011230 . <https://doi.org/10.1029/2023GC011230> 28 p.

Parolari M, Martini M, Gómez-Tuena A, Ortega-Gutiérrez F, Errázuriz-Henao C, and Cavazos-Tovar JG (2022) The petrogenesis of Early–Middle Jurassic magmatism in southern and central Mexico and its role during the break-up of Western Pangea. Geological Magazine 159: 873–892. <https://doi.org/10.1017/S0016756822000061> 20p.

Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F. 2020. Tectonostratigraphic terranes in Colombia: An up-date. First part: Continental terranes. In: Gómez, J. & Mateus-Zabala, D. (editors), The Geology of Colombia, Volume 1 Proterozoic – Paleozoic. Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales 35, p. 37–63. Bogotá. <https://doi.org/10.32685/pub.esp.35.2019.03> 28p.

Robert J. Stern and Randy Keller 2018. New Strategies For Studying The Crust, Lithosphere, And Tectonics Of The Gulf Of Mexico Region. The University of Texas at Dallas The University of Oklahoma. Youtube Conference <https://www.youtube.com/watch?v=tMBCGOWUMcl>

Tom Ewing- 2016. Texas Geologic History Quick Overview. Conference Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=A1zGgOktFQ8&>

Article-5(páginas-175-192): Alvarez Serrato Edinson Dario, 2025. The third part of the Gulf of Mexico that belongs to Colombia. A Marvelous, Magical, And Cinematic Journey Through The Jurassic Period, Told By Edinson Alvarez.2025. Cordillera Oriental de Colombia. Diciembre 2025. 39 p. <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/12/Revista-Maya-Geociencias-EDICION-ESPECIALXXVII-2025.pdf>

Article-6(páginas-177-215): Alvarez Serrato Edinson Dario, 2026. The Five Giganuclear Geological And Tectonic Forces That Gave Rise To The Gulf Of Mexico. Told By Edinson Alvarez. 42 p. <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/02/Revista-Maya-Geociencias-EDICION-ESPECIAL-XXVIII-2026.pdf>

Article-7(páginas-128-136): Alvarez Serrato Edinson Dario, 2026. Resume Art 5- 6. The Five Giganuclear Geological And Tectonic Forces That Gave Rise To The Gulf Of Mexico. And The third part of the Gulf of Mexico that belongs to Colombia. Told By Edinson Alvarez. 12 p. <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/03/Revista-Maya-Geociencias-Marzo-2026.pdf>



Edinson Alvarez

edinson.alvarez@gmail.com,
[yahoo.com,573134966709-Linkedin](https://www.linkedin.com/in/edinsonalvarez573134966709/)

GEOLOGIST- GEOPHYSICIST- GEOSCIENTIST SPECIALIST

Exploration Geologist, Geophysicist, Geoscientist. Expert in integrated oil-gas and mining studies with significant economic implications. Working for various multinational companies in Mexico, Peru, and Colombia.

The God Grace allow us to Develop The "Complex Source Theory", a new technique help us increasing traditional Oil, Gas and Mining discoveries – production - reserves. Providing answers to more than 100 questions of the world's most renowned Geoscientists. Twenty five (25) of them published in six articles.

Uncertainties have been unresolved for more than 100 Years. Key to finding the Giants Oil, Gas and Mining Fields for Energetic Transition. Seeking investors and large multinational corporations for the current technological development.

Geologist – Caldas University. (Manizales-Col.1998)

International Petroleum Industry Multimedia System (IPIMS-2011-2012)- Schlumberger Co (2013-2014). Gedco Canadian – (Texas-USA, Bogotá Col). Acquisition and processing of 2D-3D seismic data, Advanced geophysical interpretation, Petroleum Systems, Reservoir Characterization, Oil and Gas Reservoir Engineering.

Autonomous University of Bucaramanga (Mar-Dec,2022)

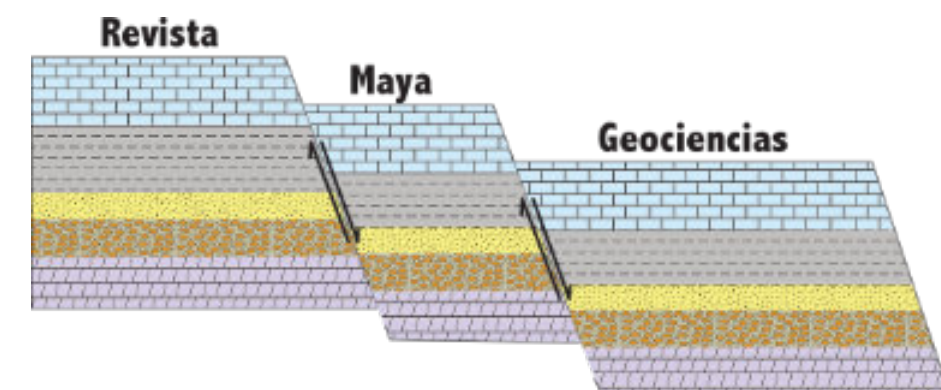
Software development Labor technician.

IBM – Distrital University of Colombia (Sep23-Nov2024)

Data science, Big Data, Data Analytic, Artificial Intelligence-AI, Deep Learning, Machine Learning, Python.

Diplomaed HSEQ-Certified Auditor. ColombianSchoolofSafety - Bog,08.

In 2025, the prestigious Colombian Geological Society recognized Edinson Alvarez for his professional and academic achievements.



Foro de discusión Discussion Forum

A sugerencia de uno de nuestros lectores, a partir de ahora, 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.

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 STATE DARWIN MUSEUM, MOSCOW

Haz click en la imagen





COMITÉ DE EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN DE GEOLATINAS

Ven y participa con nosotros en nuestra iniciativa de divulgación técnica y científica:

GeoSeminarios

¡QUEREMOS DAR A CONOCER TU TRABAJO!

Presenta con nosotros tu:

- ✦ Tesis de licenciatura, maestría o doctorado
- ✦ Especialidad en la industria o academia
- ✦ Proyecto de investigación
- ✦ Etc...

Click aquí o bit.ly/GeoSeminarios2025

**TE INVITAMOS A LLENAR NUESTRO FORMULARIO
Y SER PARTE DE NUESTRA INICIATIVA!**

¡TE ESPERAMOS!

@GeoLatinas








Transmisión

[Checa nuestros GeoSeminarios en:](#)



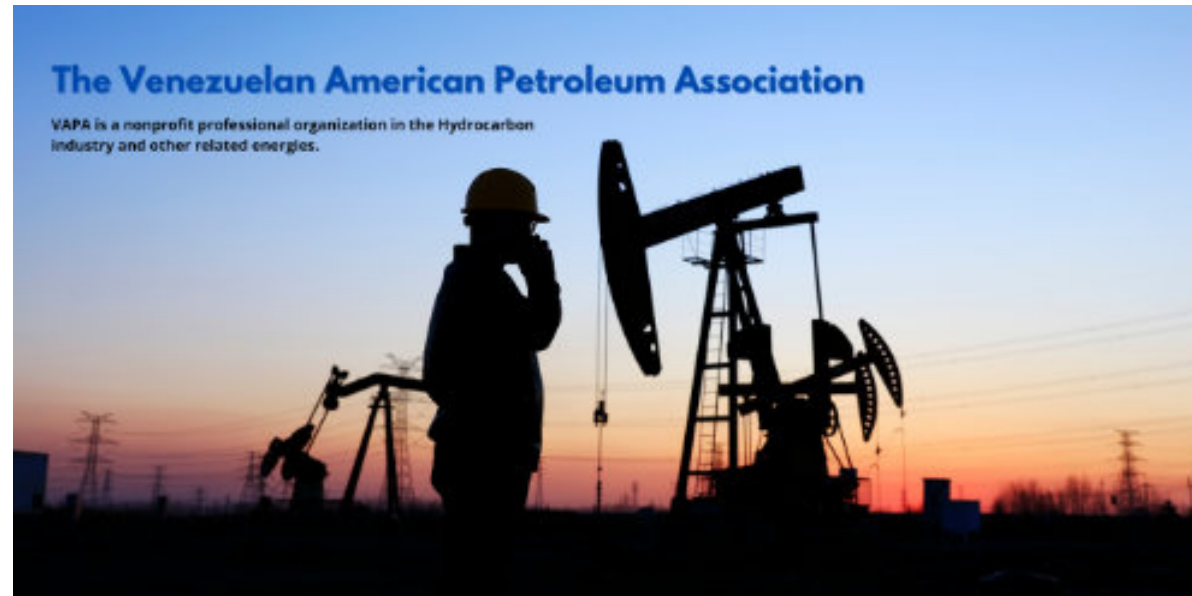
GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences

geolatinaslatinas@gmail.com - 444 subscribers - 34 videos

Worldwide Globalized Women



<https://vapa-us.org>



The Venezuelan American Petroleum Association

VAPA is a nonprofit professional organization in the Hydrocarbon industry and other related energies. It was founded in the state of Texas, USA in July 2019 and aims to establish relationships with organizations and institutions that can provide technical support, education and training to help the sustainable development of the Venezuelan energy industry.

VAPA is committed to promote technical events in upstream, midstream and downstream of both Oil and Gas and alternative energies that are of benefit to its members

Our Goal

The main Goal of VAPA is to bring together all the professional talent available in the Venezuelan Energy industry.

Our Purpose

Promote the professional growth of its members in technologies applied to the value chain of the energy sector while maintaining a high standard of conduct

Provide technical support, education, and training for the sustainable development of the Venezuelan Energy Industry.

<https://svhgc.blogspot.com/>

<https://share.google/GpSn4qVCP6Scav65g>

La Junta Directiva de la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias los invita a visitar el Blog de la Sociedad donde encontraran información actualizada de nuestras actividades. Nuestra misión es preservar y difundir el legado de la Historia de las Geociencias en Venezuela.

¡Te invitamos al 1er ciclo 2026 de los Seminarios Institucionales del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGF-UNAM)!

Recuerda que los seminarios son tanto presenciales y online, y también puedes seguirlos por las redes sociales del IGF-UNAM: <https://www.geofisica.unam.mx/>



SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026
INSTITUTO DE GEOFISICA

- 10 de febrero de 2026**
MTRO. OCTAVIO GÓMEZ RAMOS
Jefe del Servicio Mareográfico Nacional, IGF
Colaboración internacional en el proyecto SATREPS para la modelación numérica de tsunamis en El Salvador
- 11 de marzo de 2026**
DR. ARTURO IGLESIAS MENDOZA
Jefe del Servicio Sismológico Nacional, IGF
Fortalecimiento de la Red Sísmica Mexicana
- 7 de abril de 2026**
DR. LUIS X. GONZÁLEZ MÉNDEZ
Jefe del Servicio de Clima Espacial México, IGF
Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX)
- 6 de mayo de 2026**
DR. ENRIQUE CABRAL CANO
Jefe del Servicio de Geodesia Satelital, IGF
Contribuciones del Servicio de Geodesia Satelital al estudio de peligros geológicos
- 9 de junio de 2026**
MTRO. HÉCTOR R. ESTÉVEZ PÉREZ
Colaborador del Servicio Solarimétrico Mexicano, IGF
Climatología de la capa de ozono estratosférico sobre la República Mexicana
- 12 de agosto de 2026**
DR. GERARDO CIFUENTES NAVA
Jefe del Servicio Magnético, IGF
Objetivo y operación del Observatorio Geomagnético

12:00 H | Auditorio Tlayolotl
Dr. Ismael Herrera Revilla
TRANSMISIÓN EN VIVO
@GeofisicaUNAM

¡Te invitamos al 1er ciclo 2026 de los Seminarios Institucionales del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGF-UNAM)!

Recuerda que los seminarios son tanto presenciales y online, y también puedes seguirlos por las redes sociales del IGF-UNAM: <https://www.geofisica.unam.mx/>



SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026
INSTITUTO DE GEOFISICA

Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX)

DR. LUIS X. GONZÁLEZ MÉNDEZ
Jefe del Servicio de Clima Espacial México, IGF

7 de abril de 2026 | 12:00 H.
Auditorio Tlayolotl-Dr. Ismael Herrera Revilla

Se entregará constancia
Regístrate AQUÍ
<https://luma.com/d2s1c5th>

TRANSMISIÓN EN VIVO
@GeofisicaUNAM



SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026
INSTITUTO DE GEOFISICA

¿Cómo los antiguos purépechas domesticaron el entorno volcánico michoacano? Paisaje, Arqueología y volcanismo

DR. GRÉGORY PEREIRA
Director de investigaciones del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia

29 de abril de 2026 | 12:00 H.
Auditorio Tlayolotl-Dr. Ismael Herrera Revilla

Se entregará constancia
Regístrate AQUÍ
<https://luma.com/oen0e72w>

TRANSMISIÓN EN VIVO
@GeofisicaUNAM

<https://www.2docongresoalvo.org/>



Postergación 2do Congreso ALVO



This 2-pound dinosaur is rewriting what scientists know about evolution

A 90-million-year-old “Rosetta Stone” fossil is finally revealing how some of the smallest dinosaurs evolved and spread across the ancient world.

Date: March 10, 2026. Source: University of Minnesota

Summary

A nearly complete dinosaur skeleton discovered in Patagonia is helping scientists crack the mystery of alvarezsaur, a bizarre group of bird-like dinosaurs. The fossil of *Alnashetri cerropoliciensis* reveals that these animals became tiny before developing their later specialized features, such as stubby arms and ant-eating adaptations. Weighing under two pounds, the dinosaur is one of the smallest known from South America.

Their findings, published in the peer reviewed journal *Nature*, describe a nearly complete skeleton of *Alnashetri cerropoliciensis*. This dinosaur belonged to a peculiar group of bird like theropods called alvarezsaur. These animals are known for their tiny teeth and unusually short arms that end in a single enlarged thumb claw.

<https://www.sciencedaily.com/releases/2026/03/260309225231.htm>



Scientists stunned to find signs of ancient life in a place no one expected

A surprising discovery in Morocco suggests deep-sea microbes were leaving their wrinkled fingerprints in the ocean's darkness 180 million years ago.

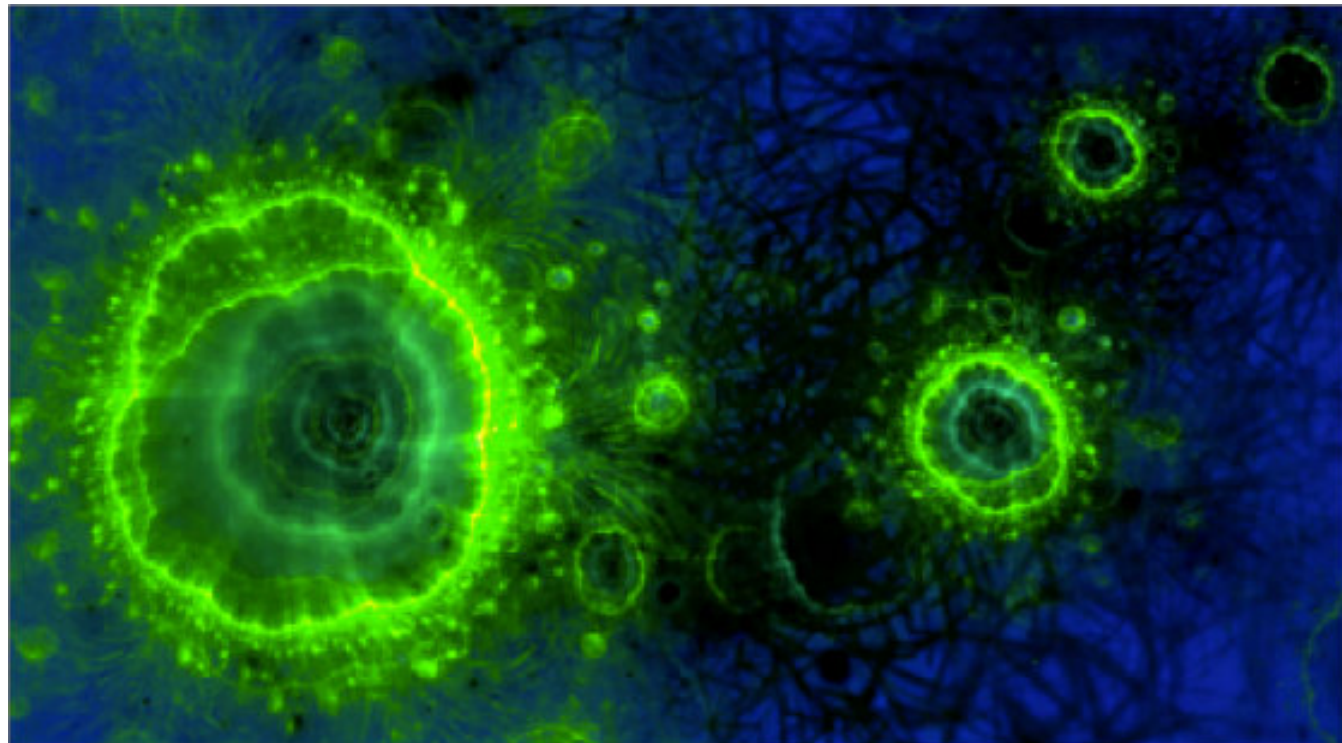
Scientists trekking through Morocco's mountains discovered mysterious wrinkle patterns in ancient deep-sea sediments where they shouldn't exist. The structures likely formed from chemosynthetic microbial mats living in total darkness, revealing a hidden ecosystem in the ancient ocean.

Dr. Rowan Martindale, a paleoecologist and geobiologist at the University of Texas at Austin, was hiking through the Dadès Valley in Morocco's Central High Atlas Mountains when something unusual caught her attention and made her stop.

Martindale and her research team, including Stéphane Bodin of Aarhus University, were exploring the rugged valley to study the ecology of ancient reef systems that once existed there when the area lay beneath the ocean. Reaching those reefs required crossing numerous layers of turbidites, sediments formed by dense underwater debris flows. Ripple patterns often appear on these deposits. However, Martindale noticed small ridges and wrinkles layered on top of the ripples that seemed unusual.

Source: Geological Society of America.

<https://www.sciencedaily.com/releases/2026/03/260307213247.htm>



400 million-year-old fish fossils reveal how life began moving onto land

Date: March 12, 2026. Source: Flinders University

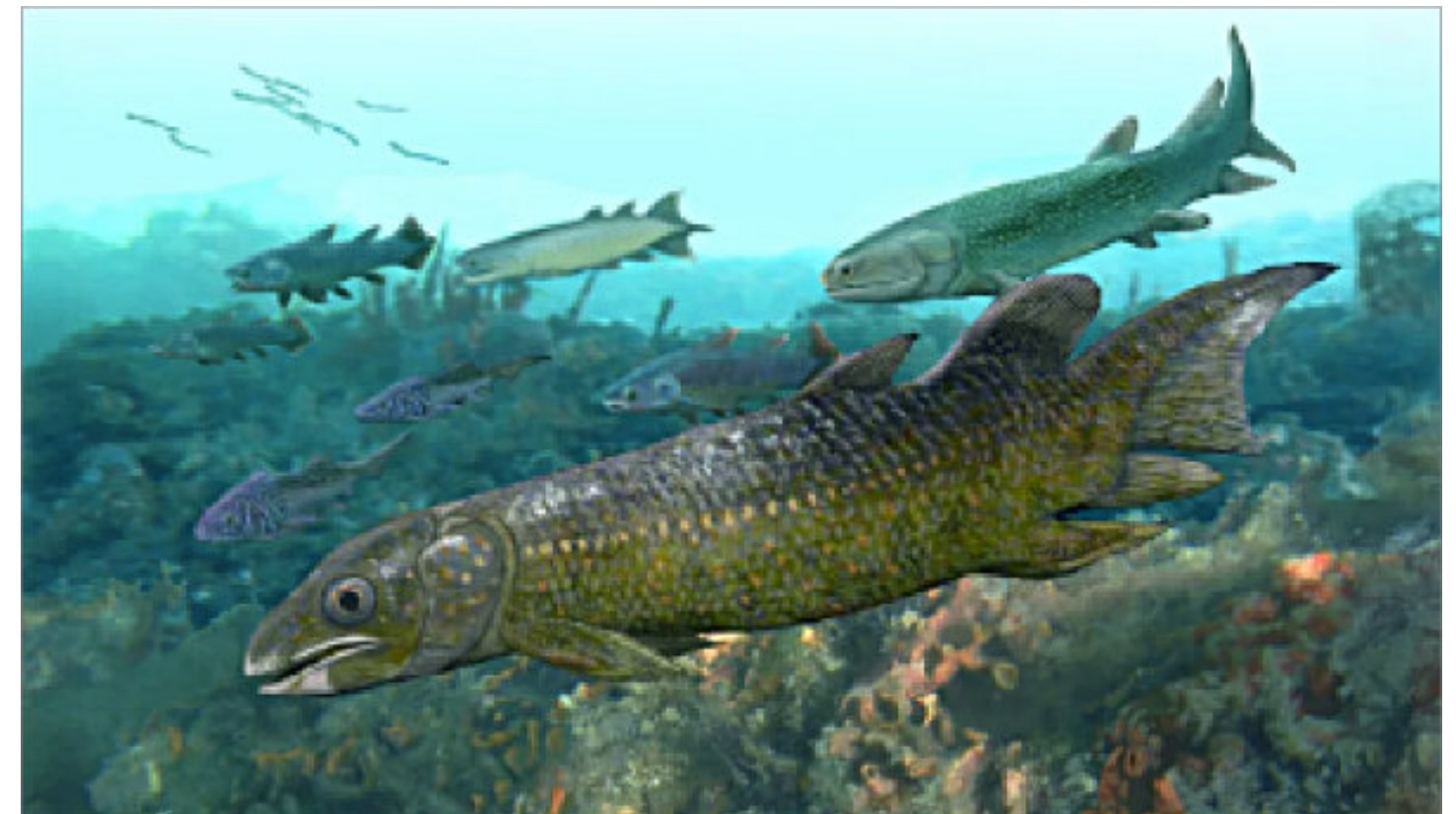
Summary

Scientists have uncovered new clues about some of Earth's earliest fish, shedding light on the ancient origins of vertebrates that eventually moved onto land. By reanalyzing mysterious fossils from Australia's famed Gogo Formation and studying a newly reconstructed 410-million-year-old lungfish skull from China, researchers are revealing how these primitive creatures evolved.

The discoveries come from work led by teams in Australia and China. Their research expands on decades of investigation by Flinders University paleontologists studying fossils from the famous Gogo Formation in northern Western Australia, as well as collaborations with scientists at the Chinese Academy of Sciences.

Research on both living and fossil lungfish provides important anatomical evidence about how tetrapods evolved. Tetrapods are vertebrates with limbs, including humans, that eventually made the transition from water to life on land.

<https://www.sciencedaily.com/releases/2026/03/260311213457.htm>



A Group of Scientists Just Discovered Fossils in Greenland That Are 3.7 Billion Years Old

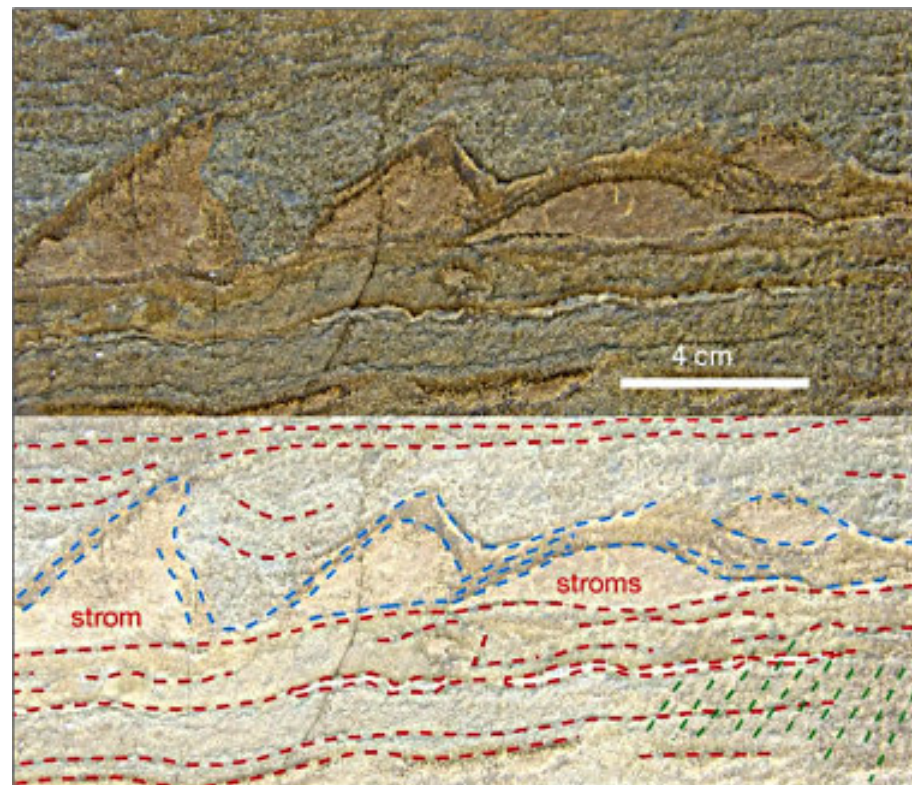
The icy depths of Greenland have revealed fossils that date back 3.7 billion years, and what scientists are learning from them is nothing short of extraordinary. Scientists have discovered the oldest known fossils on Earth, 3.7 billion-year-old microbial remnants, uncovered in Greenland's Isua Greenstone Belt. This exceptional discovery suggests that life emerged rapidly in Earth's ancient past, shortly after the planet's formation, challenging previous ideas about the origins of life.

The study, led by researchers from Australia and the UK, pushes back the known timeline of life on Earth by 220 million years. The fossils were found in rocks exposed by the recent melting of a perennial snow patch. These findings open new perspectives on the rapid emergence of life on our planet and suggest that microbial life may have been more diverse and complex than previously believed.

The 3.7-billion-year-old fossils were found in the Isua Greenstone Belt, located along the edge of Greenland's icecap. Led by Professor Allen Nutman from the University of Wollongong, the team discovered stromatolites, layered structures created by microbial communities in shallow marine environments. These fossils, made of metacarbonate rocks, are the oldest evidence of life to date, pre-dating previous discoveries from the Dresser Formation in Western Australia by over two centuries. The authors of the study, published in Nature.

Published on March 17, 2026. Sarah Jones

<https://dailygalaxy.com/2026/03/a-group-of-scientists-just-discovered-fossils-in-greenland-that-are-3-7-billion-years-old/>



Massive insect body size 300 million years ago may not have been due to high atmospheric oxygen

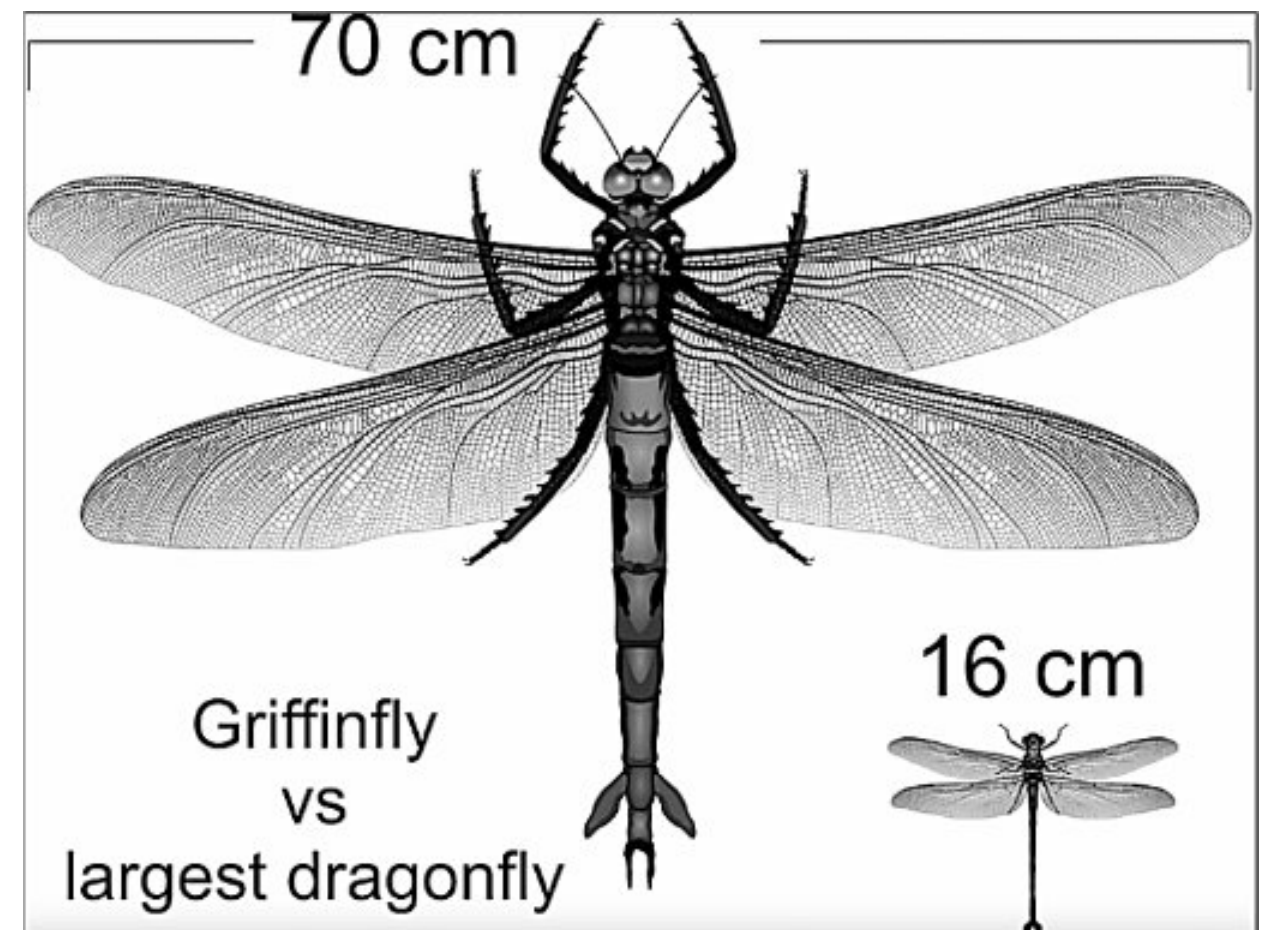
Three-hundred-million years ago, Earth was very different. The continents had coalesced into Pangea, which was dominated in its equatorial regions by vast coal-swamp forests. With high atmospheric oxygen levels, wildfires were common.

The waters teemed with fishes, the land was dominated by amphibians, reptiles, crawling arthropods and giant cockroaches, and the skies were ruled by flying insects, some of which took on truly gigantic proportions.

Among them were giant mayfly-like species with 17 inch (45 cm) wingspans and enormous dragonfly-like species with 27 inch (70 cm) wingspans. These "griffinflies" were first discovered as fossilized impressions in fine-grained sedimentary rock in Kansas nearly a century ago.

by Arizona State University. Edited by Sadie Harley, reviewed by Robert Egan

https://phys.org/news/2026-03-massive-insect-body-size-million.html?utm_source=nwletter&utm_medium=email&utm_campaign=weekly-nwletter



Bizarre 400-million-year-old fossil was an unknown life form

Enigmatic organism known as Prototaxites cannot be fungus, new analysis finds

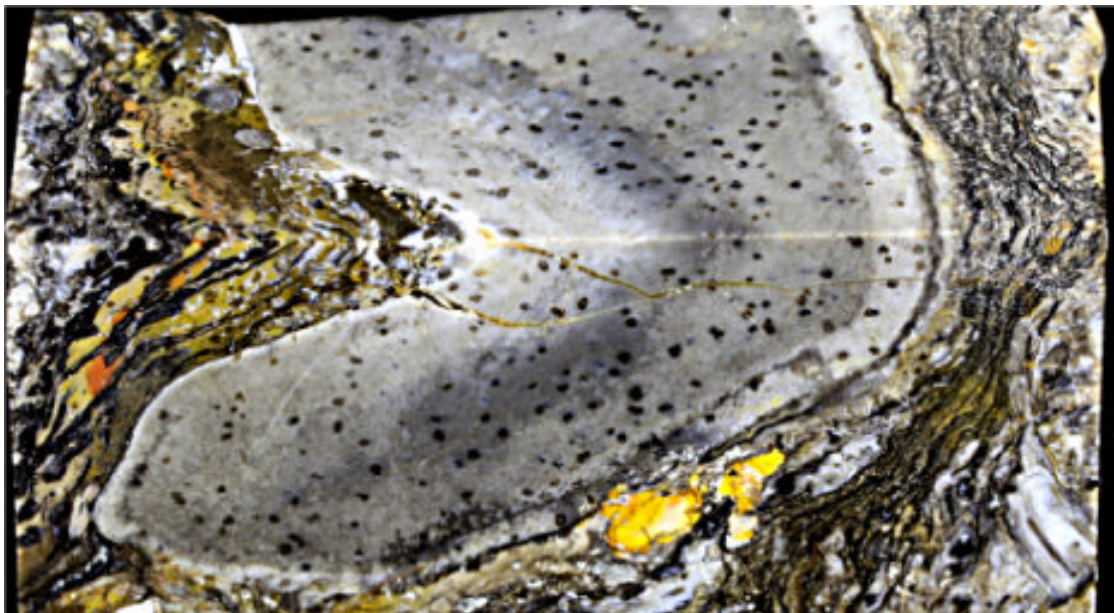
About 400 million years ago—long before the first giant dinosaurs—a massive and strange organism up to 8 meters long loomed over the Lilliputian plants, mushrooms, and bugs that carpeted the land. Ever since its discovery in 1859, paleontologists have argued about the identity of this log-shaped giant, known as Prototaxites. Was it an ancient conifer, a mass of algae, a rolled-up mat of liverworts, or, as many paleontologists now believe, “the Godzilla of fungus”: a gigantic mushroom? “There are very few things in paleontology that are so mysterious,” says Anne-Laure Decombeix, a paleobotanist with AMAP, a botanical research institute.

Now, a group of scientists proposes that Prototaxites was something else entirely—and far weirder than Godzilla. After analyzing a new and extremely well-preserved specimen, researchers argue today in *Science Advances* that its chemistry and cellular structure mean Prototaxites cannot be a fungus and is instead an unknown type of multicellular life. “That’s a really interesting hypothesis, and they have good points supporting it,” says Decombeix, who was not involved with the new study.

Discovered in the Scottish Highlands, the new fossil was embedded in a rock formation called the Rhynie chert, which formed 400 million years ago, when the land that’s now the United Kingdom was near the equator and parts of it bubbled with hot springs—think Yellowstone in Panama. These springs’ silica-rich water preserved a wide range of fossil plants, fungi, lichens, arthropods, and worms—and a grayish, speckled blob smaller than a soup can. “I had absolutely no idea what it was,” says Alexander “Sandy” Hetherington, a paleobotanist at the University of Edinburgh who co-led the new study.

By Etbyerik Stokstad

<https://www.science.org/content/article/bizarre-400-million-year-old-fossil-was-unknown-life-form>



Paleontologists uncover a new Spinosaurus species by following a clue from a decades-old book into the Sahara Desert

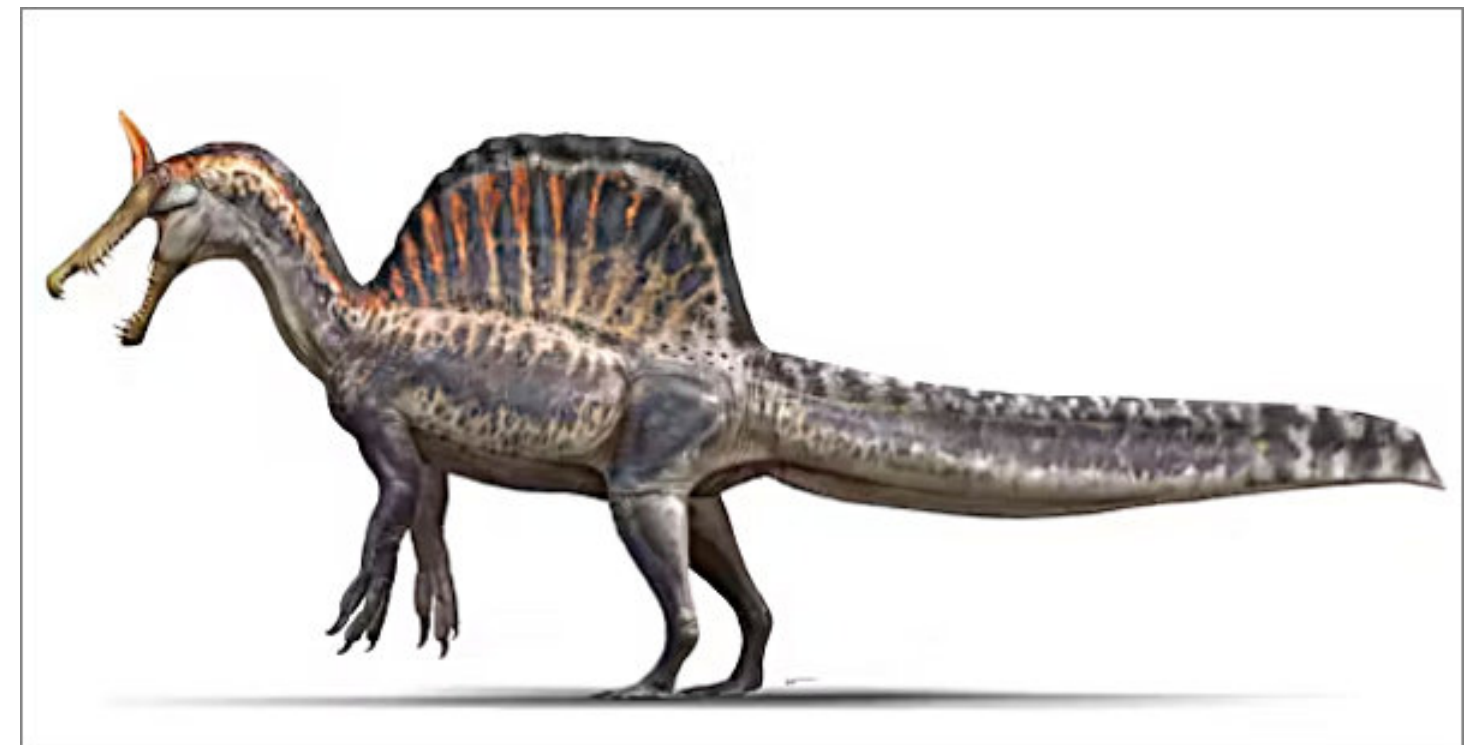
My fixation on a small, desolate locale in the heart of the Sahara Desert started with a single line buried in a 630-page tome in French about the rocks of the central Sahara: “Dent de Carcharodontosaurus saharicus Depéret,” which translates to “tooth of Carcharodontosaurus saharicus Depéret” – “Depéret” refers to the scientist who originally named the species.

The intrepid French geologist Hugues Faure (1928-2003) had collected one saber-shaped tooth in the early 1950s at a small exposure he labeled “Akarazeras” on one of his maps, identifying the tooth as belonging to the T. rex-size predator Carcharodontosaurus. That beast was named years before based on fossils in the Western Desert of Egypt, and Faure correctly figured the tooth and outcrop in Niger might be the same age. Faure’s tooth, unfortunately, was never figured or photographed and has been lost.

In the 70 years since Faure’s account, no paleontologist had ventured back to this hyperarid, windswept landscape to attempt to relocate Akarazeras. In truth, the tooth might have been all that was there, and the site itself could easily have disappeared under drifting dunes. Yet, after reading about it early in my career as a paleontologist, Akarazeras became my fossil Shangri-La, a place I dreamed of visiting.

Published: March 16, 2026 8:22am EDT Updated: March 16, 2026 1:39pm EDT

<https://theconversation.com/paleontologists-uncover-a-new-spinosaurus-species-by-following-a-clue-from-a-decades-old-book-into-the-sahara-desert-274182>



Caverna del arte

Cuento: Una Solución

Mi tía Sarela tuvo una maravillosa, larga y productiva vida. Desde su niñez en la Coruña, España, empezó a mostrar interés por la naturaleza, desde el origen de las plantas y la variedad de insectos en su granja de Pontedeume. Durante sus estudios de primaria a pre-bachillerato ya había desarrollado un conocimiento profundo de la naturaleza, aunque le intrigaba, en lo particular, cómo había evolucionado el ser humano. Obtuvo su grado de bachillerato en biología en la Universidad Complutense de Madrid, graduándose con honores. Posteriormente decidió estudiar una maestría en antropología en la Universidad de Oxford, con una tesis acerca del hombre de Neanderthal, con la cual se le otorgó un importante reconocimiento académico. Sarela entonces se inscribió en el doctorado en paleoantropología en la Universidad de la Sorbona en París, donde llevó a cabo una profunda y crucial investigación sobre el *Homo sapiens* y su evolución a través del tiempo.

Su trabajo de investigación en varios continentes le permitió publicar decenas de artículos y libros sobre la evolución del ser humano a partir de su migración desde África central y del este. Impartió cientos de cursos, clases, y ponencias en innumerables congresos internacionales, y participó en grupos de investigación sobre el tema.

Su importante trayectoria científica, académica, y de investigación la realizó por más de cincuenta años, hasta el día en que Sarela se jubiló. Pero, desafortunadamente, pronto empezó a mostrar problemas en su memoria. El diagnóstico médico indicó principios de la enfermedad de Alzheimer. La impresionante historia de éxitos y productividad estaba por desaparecer si no se hacía algo.

Sarela se puso en las manos de los neurólogos de la Clínica Neuroviva en Rochester, Minnesota (USA), y les propuso que le realizaran múltiples imágenes de resonancia magnética tridimensionales, con el objeto de identificar, por medio de ondas electromagnéticas y de radio, sus memorias cerebrales a través del tiempo: identificándolas, organizándolas cronológicamente, y salvándolas como impulsos eléctricos, para su futura re-inserción en su cerebro.

Era la primera vez en la historia de la humanidad que un grupo de neurocientíficos y neurocirujanos habían logrado tal descubrimiento. El asombroso avance de la ciencia en el conocimiento de la consciencia, la mente, y la memoria se desarrollaba en este laboratorio. Sin embargo, una vez reinsertada la nueva memoria, el procedimiento era permanente y no había vuelta atrás, y eso lo sabía Sarela.

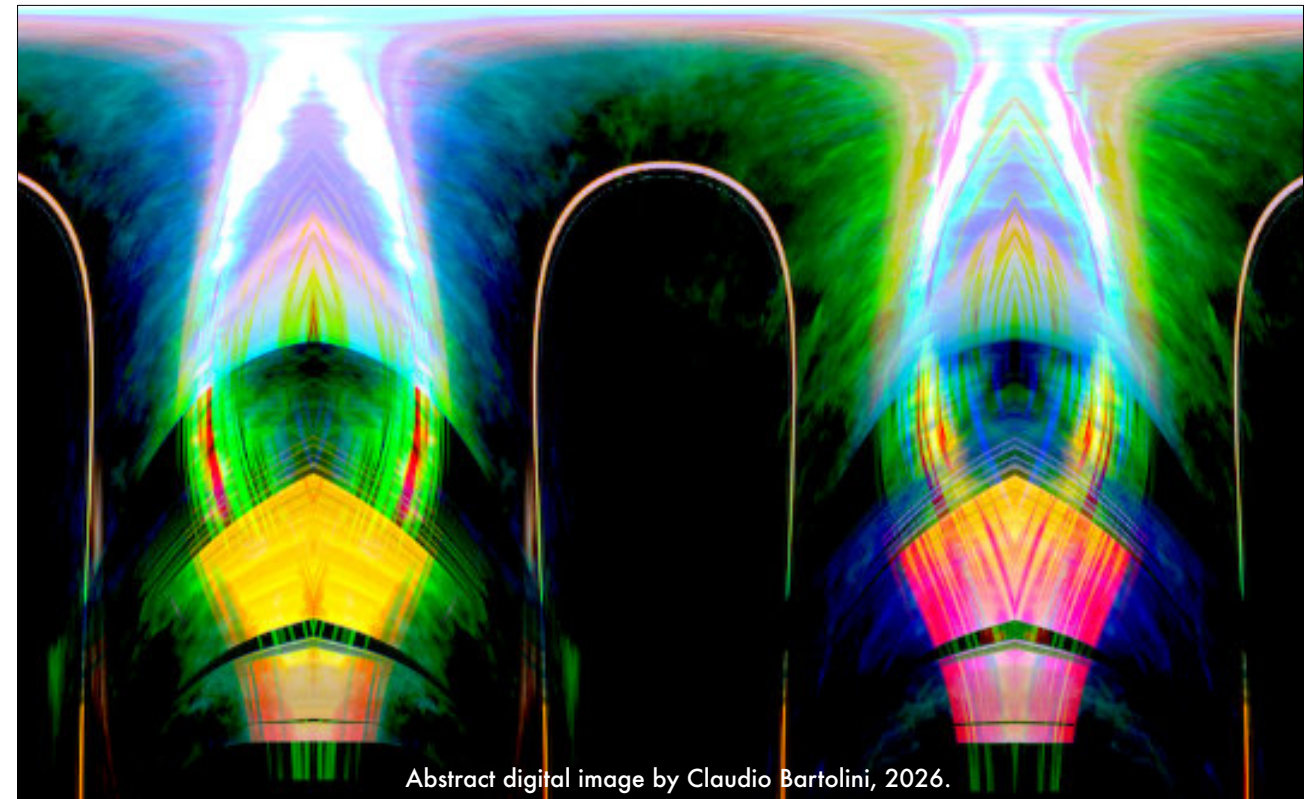
Con el apoyo de la inteligencia artificial, absolutamente todas las memorias de Sarela fueron recuperadas, y posteriormente re-integradas en su viejo cerebro, lo que le permitió recobrar de nuevo su memoria completa. ¡Eureka, con esto se había descubierto la cura para el Alzheimer!

Sarela pronto continuó su vida normal, y se instaló en un complejo de apartamentos para adultos. La primera noche fue a un bar y después de una larga conversación, se llevó al hombre a su departamento, y mientras éste

se tomaba un vino, ella le cortó la arteria ahorta con un cuchillo. Su cuerpo lo echó en un vertedero de basura. Al día siguiente invitó un té a su vecino, y desde atrás lo acuchilló varias veces en la espalda, e igual se deshizo de su cuerpo. Días después, en un callejón oscuro, asesinó a un vagabundo con un machete. Lo más sorprendente, es que Sorela se sentía muy feliz y complacida cada vez que asesinaba a una persona, no existían ni remordimientos ni culpa.

Las siguientes dos semanas asesinó a otras siete personas, y fue cuando decidió ir a la Clínica Neuroviva para que revisaran su memoria. Una vez allí, solo les dijo que tenía horribles pesadillas de crímenes y que estaba muy confusa. Los neurólogos realizaron todo tipo de pruebas disponibles para determinar que había sucedido, y pronto se dieron cuenta de que erróneamente a Sarela le habían reinsertado la memoria del estrangulador de Boston.

Loco a veces



Abstract digital image by Claudio Bartolini, 2026.

No somos una sola historia; somos el conjunto de todas nuestras versiones posibles en mundos paralelos.

Chimamanda Ngozi Adichie

Story – A solution

My aunt Sarela had a marvelously long and productive life. Since her youth in Coruña, Spain she showed an interest in nature, from the origins of plants to the varieties of insects at her farm in Pontedeume. During her pre-university studies she had already developed a deep understanding of nature, although she was particularly intrigued by how human beings had evolved. She obtained her Bachelor's degree in Biology at the Universidad Complutense of Madrid, graduating with honors. Later, she obtained a Master's degree in Anthropology at Oxford University with a thesis about Neanderthal Man and she was awarded major academic recognition. Sarela then undertook her doctorate in Paleoanthropology at the Sorbonne in Paris where she carried out a crucial in depth investigation about evolution through time of *Homo sapiens*.

Her research on several continents allowed her to publish dozens of books and articles about the evolution of humanity beginning with its migration out of central and east Africa. She gave dozens of courses, classes and speeches at innumerable international conferences, and participated in investigative groups on this subject.

Her important scientific, academic and research trajectory continued for over 50 years until the day Sarela retired. Unfortunately, however, soon she began to have problems with her memory. Medical diagnosis indicated the beginnings of Alzheimer's. Her impressive history of successes and productivity was going to disappear if nothing were done.

Sarela placed herself in the hands of the neurologists of the Neuroviva Clinic in Rochester, Minnesota (U.S.A.), where she proposed that they take multiple three dimensional magnetic resonance images with the objective of identifying, through electro-magnetic and radio waves, her cerebral memories through time, i.e. to identify them, organize them chronologically and store them as electrical impulses for future reinsertion into her brain.

This was the first time in the history of humanity that a group of neuroscientists and neurosurgeons had managed such a discovery. Scientific advances about understanding consciousness, the mind and memory was developed at this laboratory. However, once the new memory was reinserted, it was permanent, with no going back. This Sarela knew.

With the support of artificial intelligence absolutely all of Sarela's memories were saved, and later reintegrated into her old brain. This allowed her to completely recover her memory, Eureka! With this, the cure for Alzheimer's was discovered.

Sarela soon continued her normal life. She moved into an apartment complex for adults and on the first night she went to a bar. After a long conversation she took a man back to her apartment, and while he drank some wine she cut his carotid artery with a knife. Then she threw his body into a dumpster. The next day she invited her neighbor over for tea, and from behind she stabbed her several times with a knife and then disposed of her body in the same way. Days later, on a dark street she murdered a vagrant with a machete. Surprisingly, Sarela felt very happy and satisfied each time she killed someone. She felt no remorse or guilt.

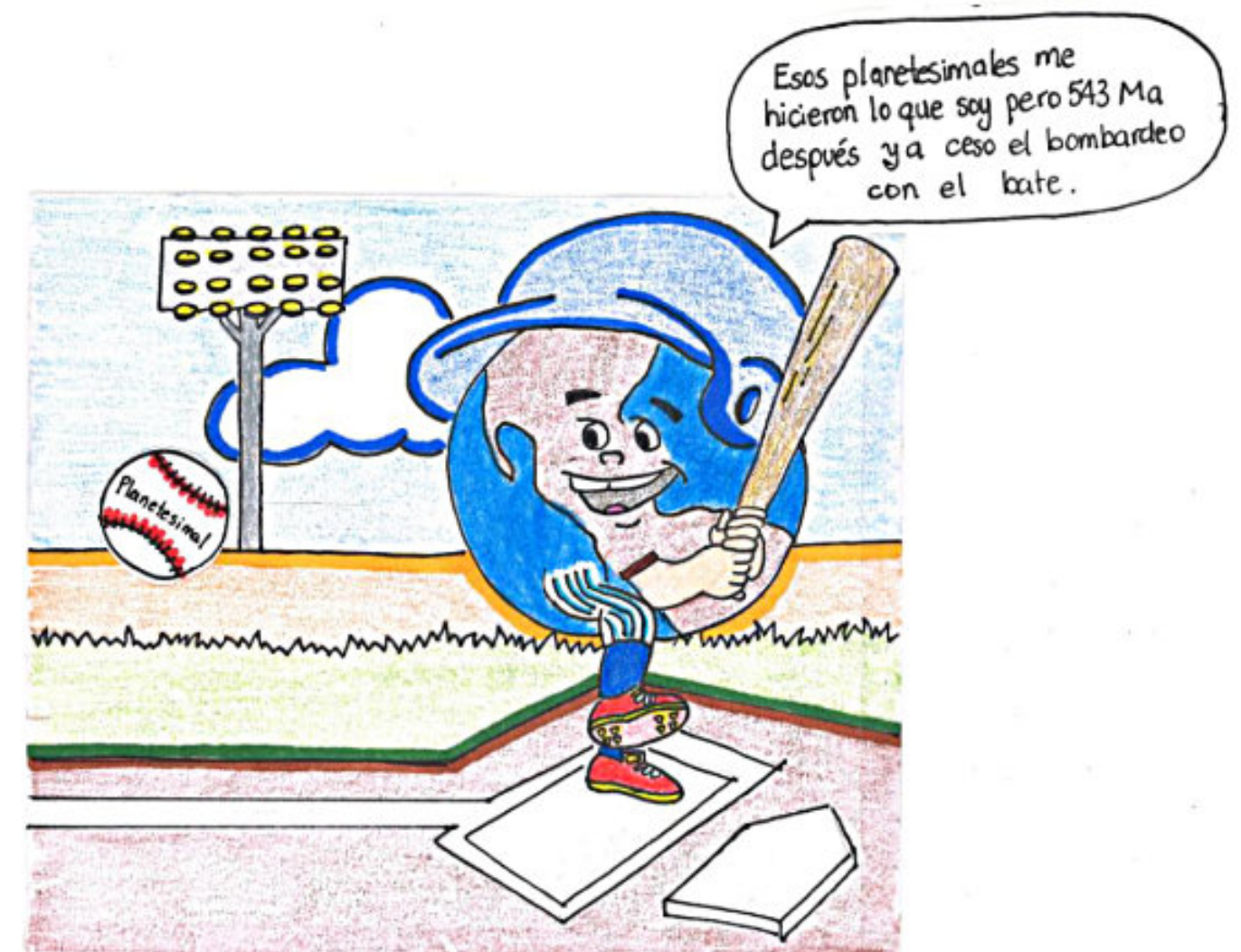
Over the next two weeks she murdered six more people, and this was when she decided to return to the Neuroviva Clinic to have her memory checked. Once there, she only said that she had horrible nightmares of crimes, and that she was very confused. The neurologists performed every available test in order to determine what had happened, and soon discovered that they had mistakenly reinserted the memory of the Boston Strangler.

Crazy sometimes

Línea del tiempo de la evolución geológica de México

En el desarrollo de las actividades prácticas de la asignatura de estratigrafía en el grupo 1 de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se tiene contemplada la construcción de una línea del tiempo que incluya los principales eventos geológicos de carácter mundial y específicos para el territorio de México, con el objetivo de que el estudiantado se vaya familiarizando en ubicar en el tiempo la evolución geológica de la región. El ejercicio promueve el desarrollo de la creatividad y síntesis de la información tratando de que el estudiantado lo asocie con una imagen significativa que le permita recordarlo a largo plazo. A continuación se muestra un ejercicio de la estudiante de Ingeniería Geológica: Jimena Itzel Ramírez Zavala, quien realizó las siguientes ilustraciones bajo la tutoría de Isabel Domínguez. **Agradecimientos:** Al Ing. Javier Arellano Gil por compartir el material que se utilizó como base para el desarrollo de la actividad y al Dr. Enrique Alejandro González Torres por apoyar en la actualización de las fechas de los eventos incluidos, profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Formación del Sistema Solar y Tierra sólida por la acreción de planetesimales que posteriormente cesa el bombardeo de los mismos, dando lugar a la formación de la corteza – ~4600 Ma.



Elevación de concentración de oxígeno detiene precipitación de uraninitas – Formaciones bandeadas de hierro – ~2400 Ma



Francisco Goitia: Pintor mexicano

https://es.wikipedia.org/wiki/Francisco_Goitia



Jimena Itzel Ramírez Zavala Estudiante de la carrera en Ingeniería Geológica de la UNAM. Ha participado en la elaboración de cartografías para proyectos Estatales y corrección de textos, de manera conjunta para la empresa Defensegrid y Oleum.

Su área de interés profesional es la Geología Ambiental y uno de sus intereses profesionales/personales es la divulgación de las ciencias naturales para todas las edades.

jimenarz1@hotmail.com



Isabel Domínguez Trejo Ingeniera Geóloga y Maestra en Ingeniería Petrolera y Gas Natural egresada de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Su línea de trabajo es el área de la Exploración de Hidrocarburos, ya que conjunta la aplicación de ramas de la Geología con la finalidad de comprender la evolución geológica de una región. Se dedica principalmente a la interpretación sísmica y de estratigrafía de secuencias enfocada en la industria petrolera.

Desde 2013 es profesora en la Facultad de Ingeniería a nivel licenciatura para las carreras de Ingeniería Geológica y Geofísica, así como en la Especialidad de Exploración Petrolera y Caracterización de Yacimientos. Coordinadora de la carrera de Ingeniería Geológica en la Facultad de Ingeniería.

isabeldt@unam.mx



Julio Ruelas: Pintor mexicano

<https://museoblaisten.com/Artista/411/Julio-Ruelas>

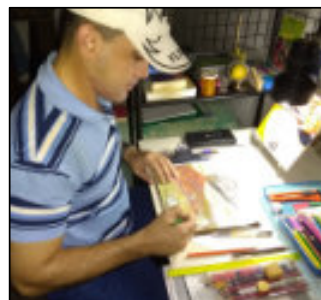


Residente feliz en Gammon Gulch, Arizona.



Sonoran-Arizona Desert sunset. Photo by 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

La casa de las cascadas

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

<https://endemico.org/cascadas-ecosistema-movimiento/>

<https://www.fundacionaquae.org/wiki/cascadas-y-cataratas-un-espectaculo-natural/>

<https://www.iagua.es/respuestas/cuales-son-cataratas-y-cascadas-mas-grandes-mundo>

<https://www.enel.com.co/es/historias/a202008-agua-el-gran-generator-de-energia.html>

<https://www.civitatis.com/blog/cataratas-altas-mundo/?srsltid=AfmBOop0yBGzj47ib06ecztTz0zCCq0SZHtPROe63RgKJGZqKRucwh1u>

<https://www.infobae.com/america/mundo/2026/03/14/el-secreto-mejor-guardado-del-sur-de-africa-cascadas-baobabs-y-costumbres-milenarias/>

<https://www.thewellnessway.com/por-que-a-tu-cuerpo-le-encanta-estar-cerca-del-agua-los-beneficios-para-la-salud-de-las-cascadas-rios-y-lagos/>

El Salto Ángel, Venezuela. La cascada más alta del mundo.



The Rio Grande Rise: South Atlantic Ocean

The Rio Grande Rise separates the Santos and Campos Basins and is composed of western and eastern areas, which have different geological backgrounds. The western area has numerous guyots and seamounts and a basement dated to 80 to 87 million years ago. The eastern area is covered by fracture zones and may represent an abandoned spreading centre. In the western area, volcanic breccia and layers of ash indicate widespread volcanism during the Eocene, which coincides with the formation of volcanic rocks onshore. During this period, parts of the western plateau were uplifted over sea level and short-lived volcanic islands formed.

When West Gondwana (i.e. South America) broke away from Africa during the Early Cretaceous (146 to 100 Ma), the South Atlantic opened up from its southern to its northern end. In this process, the voluminous Paraná and Etendeka continental flood basalts formed in what is now Brazil and Namibia. This event is linked to the Tristan-Gough hotspot, now located near the Mid-Atlantic Ridge, close to Tristan da Cunha and the Gough Islands. During the Maastrichtian (60 Ma), the orientation of spreading changed, which is still visible on the African side, and volcanism ended on the American side. This process resulted in the Tristan-Gough seamount chains on either side of the Tristan-Gough hotspot.

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

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264817219303459>

<https://agencia.fapesp.br/study-shows-that-rio-grande-rise-was-once-a-giant-mineral-rich-tropical-island-near-brazil/50731>

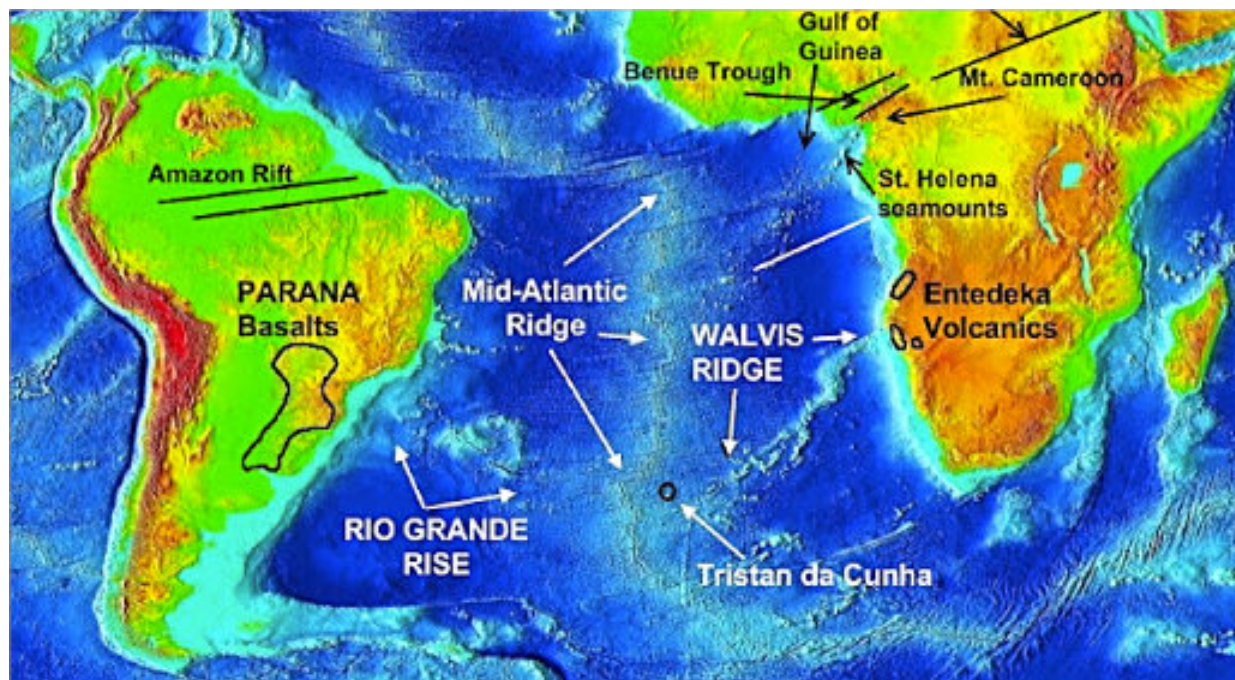
https://usoceandiscovery.org/wp-content/uploads/2016/05/Workshop_Report_SouthAtlantic.pdf

<https://www.marinetechologynews.com/blogs/subsea-mountains-in-the-south-atlantic-brazilian-expedition-uncovers-striking-biodiversity-at-the-rio-grande-rise-700209>

<https://usoceandiscovery.org/past-workshops-old/scientific-drilling-in-the-south-atlantic-rio-grande-rise-walvis-ridge-and-surrounding-areas/>

<https://www.usgs.gov/programs/cmhrp/news/dredging-clues-geologic-history-and-mineral-resources-rio-grande-rise-southwest>

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.

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



Geología Médica

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



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



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

Sociedad Venezolana de Historia
de las Geociencias.

SVHGc@yahoo.com



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

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



Asociación de Geólogos y Geofísicos
Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Sociedad Cubana de Geología

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



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



Universidad Tecnológica
del Cibao Oriental,
República Dominicana

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





Piezade Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA