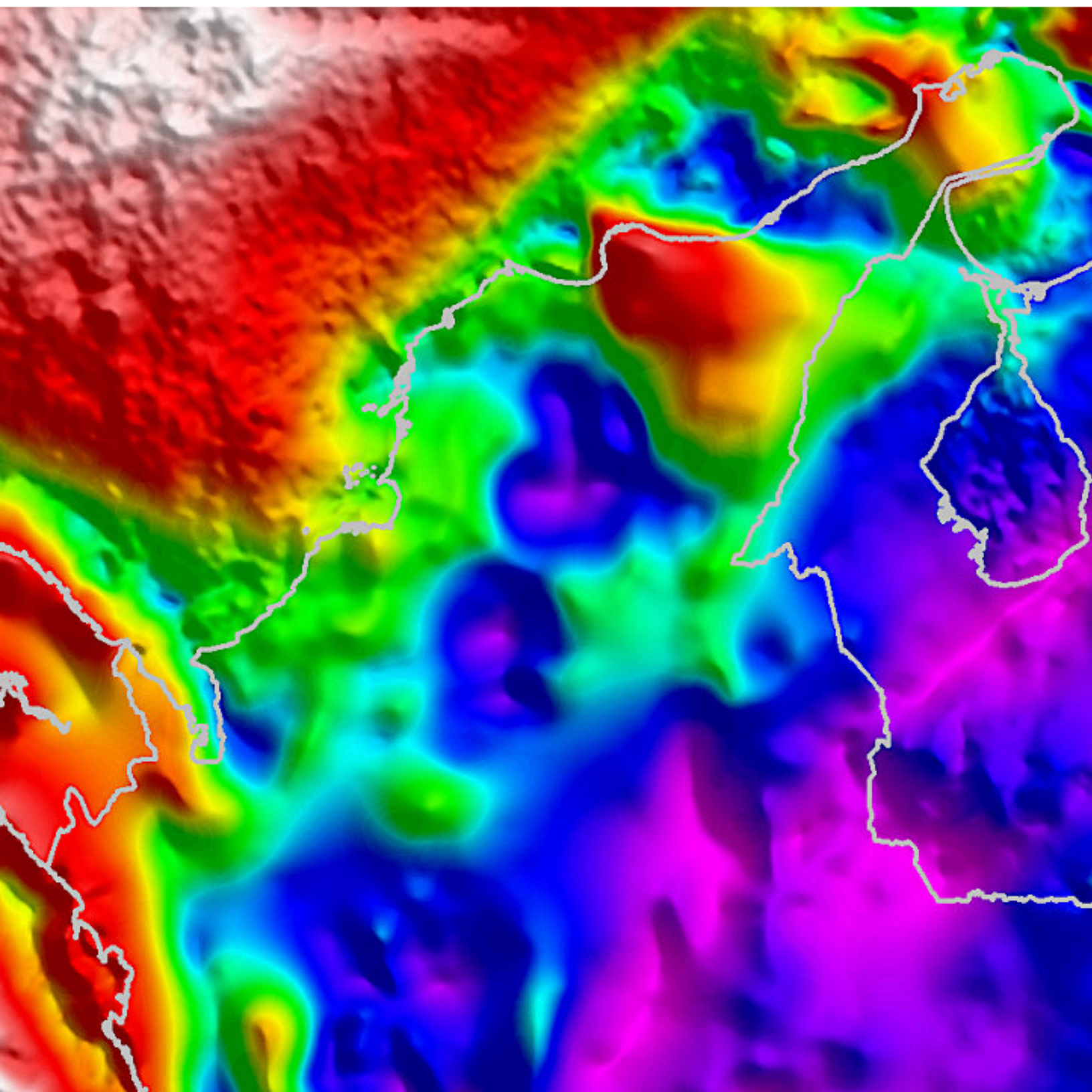


SEPTIEMBRE
2026



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



SEPTIEMBRE
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 deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores.

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

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

Portada de la revista: Mapa de Anomalía Completa de Bouguer del este de Panamá, norte de Colombia y oeste de Venezuela. Datos compilados por Getech y licenciados por Repsol. **Antonio Olaiz**, Repsol.

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.

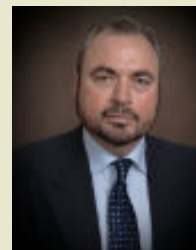
luis.valencia.11@outlook.com
lvalenciaf@ipn.mx



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



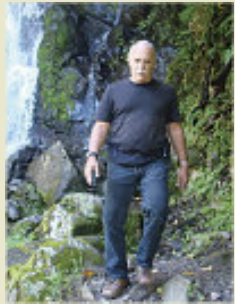
Claudio Bartolini (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio was an associate editor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

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



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



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 es Profesora en la Universidad Tecnológica de Corregidora. 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). (6) Análisis de caracterización de microplásticos en el medio ambiente.

daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx

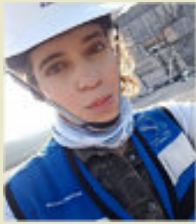


Rafael Tenreyro Pérez, se gradúa de ingeniero en geofísica de exploración de petróleo en 1974 en la Academia Estatal de Petróleo de Azerbaiyán, Master en Ciencias en Geología del Petróleo en la Universidad Politécnica CUJAE de la Habana en 1981 y Doctor en ciencias en Geofísica de Exploración la Universidad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



José Alonso Fernández López es Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación y Maestro en Educación. Con casi dos décadas de experiencia en educación superior, ha trabajado en innovación educativa, diseño de programas académicos y formación en tecnologías emergentes, inteligencia artificial y analítica de datos. En 2016 recibió el Premio Nacional del

Trabajo por sus aportaciones a la innovación aplicada a la educación. Es un apasionado de la historia, la tecnología y la divulgación de la ciencia, temas sobre los que escribe con el propósito de acercar el conocimiento a un público amplio.

alonso.fernandez@utcorregidora.edu.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 Petroleo 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 inicio dando clases de petrología ígnea y metamórfica.

Actualmente es Tutor del Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM. Su maestría fue sobre yacimientos minerales metálicos y su doctorado sobre geoquímica ambiental. Actualmente sus líneas de investigación son: Metales Pesados en Medio Ambiente, Hidrogeoquímica, Geoquímica Isotópica de Metales Pesados e Hidrogeoquímica de Salmueras Petroleras. A la fecha es responsable de un Proyecto UNAM 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.

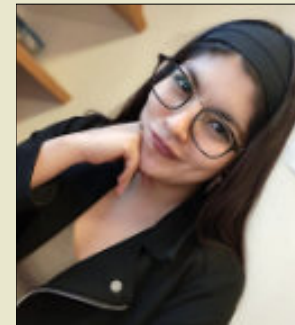
Bajo la dirección del Dr. Carlos Gay, su investigación doctoral analizó por medio del uso de mapas cognitivos difusos los posibles impactos que el cambio climático puede tener sobre la vulnerabilidad hídrica de la ZMVM. Su tesis doctoral fue galardonada con el Primer Lugar del Primer Premio a la Investigación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



La **Dra. Karla Rubio Sandoval** es investigadora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es doctora en Geociencias por el Centro de Ciencias Marinas Ambientales (MARUM) de la Universidad de Bremen, Alemania. Su investigación se centra en reconstruir la variabilidad espacio-temporal del nivel relativo del mar y comprender la evolución de los sistemas costeros mediante un enfoque interdisciplinario que integra la geomorfología, la sedimentología, indicadores biológicos y datos climáticos. Fue durante sus estudios doctorales cuando consolidó su trayectoria en el estudio de la dinámica costera, analizando depósitos del Plioceno al Holoceno en las costas

argentinas y a lo largo del Atlántico suroccidental. Ha participado en diversos proyectos nacionales e internacionales y sus investigaciones han dado lugar a diversas publicaciones científicas. Es una apasionada de la divulgación de las ciencias de la Tierra, participa activamente en charlas, talleres y foros dirigidos a niñas, niños y jóvenes, convencida de que acercar la ciencia a la sociedad es fundamental para comprender y enfrentar los retos ambientales del presente. Actualmente desarrolla investigaciones sobre la evolución de las costas del Golfo de México para comprender la respuesta de estos ecosistemas frente al cambio climático.

karla.zrusa@cmarl.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.

Estimados lectores,

Es un placer informarles que el Dr. Joshua Rosenfeld ha realizado un índice de todos los Temas de Interés y las Notas Geocientíficas que fueron publicadas por autores de diferentes partes del mundo en la Revista Maya durante el 2021 y 2025.

Este índice le permite a ustedes, los lectores de la revista, encontrar más fácilmente los artículos de su interés. Los años anteriores tendrán también un índice que se publicará mensualmente en el futuro.

Esteemed readers,

We are pleased to inform you that Dr. Joshua Rosenfeld has indexed the Temas de Interés and Notas Geoscientificas published by authors from different parts of the world in the Revista Maya during 2021 and 2025.

This Index will allow readers of the Revista, to more easily find articles of interest. The preceding years of the Revista are also being indexed, and will appear on this website in the near future.

índice (index) 2025: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/12/Indice-de-Notas-Geologicas-y-Temas-de-Interes-2025.pdf>

índice (index) 2024: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/12/Indice-de-Notas-Geologicas-y-Temas-de-Interes-2024.pdf>

índice (index) 2023: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/01/INDICE-2023.pdf>

índice (index) 2022: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/01/INDICE-2022.pdf>

índice (index) 2021: <https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/01/INDICE-2021.pdf>

Academia de Ingeniería de México.

Se llevaron a cabo las elecciones para el periodo 2026-2028, ya que el Vicepresidente en turno en automático es el presidente, por lo que hay que elegir al Vicepresidente, Secretario, Prosecretario, Tesorero y Protesorero, los que conformarán el Consejo Directivo, y se eligieron los presidentes y secretarios de cada una de las 18 especialidades de la Ingeniería Mexicana, que conformarán junto con el Consejo Directivo el Consejo Académico; el día 28 de julio se llevó a cabo el cambio y protesta de la nueva mesa directiva y Consejo Académico, pero desafortunadamente no pudo estar presente el Presidente (Vicepresidente anterior), ya que ese día lo operaron de urgencia, pero si se llevó a cabo el evento, por lo que legalmente debería estar presente el Nuevo presidente y protestar para que sea legal y protocolizar el acta ante notario, por lo que se tuvo que repetir el acto el 17 de agosto ya con el presidente presente y los participantes electos del nuevo Consejo Directivo y el Consejo Académico del que formamos parte cada uno de los presidentes y secretarios de cada especialidad.

Dr. Rigoberto Ruiz



Dr. Mariano Cerca Martinez



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>



Semblanzas.....17

Obituarios.....25

Miscelanea de imágenes.....31

Resúmenes de tesis y publicaciones.....37

Los libros recomendados.....45

Temas de interés

Sostenibilidad en la transición energética. ¿Nos están pagando por usar electricidad limpia?

Natalia Silva Cruz.....55

Ensayo de tracción en pilotos

Pedro Suarez Florit.....57

Fotografías de afloramientos/microscopio.....60

Notas Geocientíficas

Gestión de la información post-sísmica del 24 de junio de 2026 en Venezuela

José Antonio Rodríguez A.....71

La Tierra en frecuencias: una introducción al análisis de Fourier aplicado a las Ciencias de la Tierra

Luis Ángel Valencia Flores.....79

¿Existen realmente los desastres naturales? De la dinámica de la Tierra a la construcción social del riesgo

Norma Elizabeth Olvera Fuentes.....89

Cuando la URSS apago un pozo de gas incontrolado con una bomba nuclear (Campo Urtabulak, Uzbekistán)

Jhonny E. Casas.....95

Pozo og-1 (oficina-1): el pozo que cambio la historia de la Cuenca Oriental de Venezuela

Jesús S. Porras M., Hernán R. Meneses C.....100

De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental, México

Rogelio Ramos Aracen.....112

Misceláneos

Museos de historia natural.....118

GeoLatinas - GeoSeminarios.....119

Venezuelan American Petroleum Association.....120

Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias.....121

Seminario Institucional de Geofísica.....122

IX Reunión Bienal TatinMag, Brasilia.....123

Congresos y simposios de Geociencias en las Américas en 2026 y 2027.

Melanie Serrano Salinas y María Guadalupe Nicasio Perea.....124

Caverna del Arte.....131

Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....144

La casa de la Luna.....145

Jeju Volcanic Island And Lava Tubes: South Korea.....146

Asociaciones geológicas hermanas.....147

SEMBLANZAS



Nuestro universo se expande sin límites, al igual que nuestra imaginación y ficción infinitas.

Claudio Bartolini

Inge Lehmann: 1888 – 1993

Calvo-Ramos Daniela K

Universidad Tecnológica de Corregidora. Carretera Estatal
413, Km 11.2, Santa Bárbara, C. P. 76924, Corregidora,
Querétaro, México.

*daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx

Muchos niños y niñas crecieron con las aventuras fantásticas de un escritor y visionario como Julio Verne, quien imaginó con el viaje a la Luna. Sin embargo, hubo otras de sus historias que la ciencia terminó por situar definitivamente en el ámbito de la ficción. Una de ellas fue la posibilidad de viajar al centro de la Tierra, un lugar que durante mucho tiempo permaneció envuelto en misterio llegando a pensar que el planeta era hueco. Pero mientras la imaginación intentaba explicar qué podía esconderse en las profundidades de nuestro mundo, la ciencia comenzó a buscar respuestas.

La respuesta llegaría de la mano de una mujer que dedicó buena parte de su extraordinariamente larga vida a escuchar las señales que provenían desde las profundidades de la Tierra. Su nombre era Inge Lehmann, una sismóloga danesa que vivió durante 104 años y que, gracias al estudio de las ondas producidas por los terremotos, consiguió revelar uno de los secretos más importantes del planeta: la verdadera naturaleza de su núcleo.

A principios del siglo XX, estas preguntas todavía escondían grandes misterios. Y fue una mujer la Dra. Inge Lehmann, armada con matemáticas, sismología y una extraordinaria capacidad para interpretar aquello que otros no podían ver, quien encontró una de las piezas fundamentales para resolver ese enigma.

Inge Lehmann nació el 13 de mayo de 1888 en Copenhague, Dinamarca. Desde muy joven tuvo la fortuna de crecer en un entorno que favorecía la educación de las mujeres. Su padre, Alfred Georg Ludvik Lehmann, era psicólogo experimental, mientras que su madre, Ida Sophie Torsleff, apoyó su formación. Inge estudió en una escuela progresista dirigida por Hanna Adler, donde niñas



y niños recibían la misma educación. Para una época en la que todavía era común considerar que las mujeres no necesitaban una formación científica avanzada, aquel entorno resultó fundamental para que Inge pudiera desarrollar una mente curiosa, rigurosa e independiente.

Su fascinación por las matemáticas la llevó a estudiar en la Universidad de Copenhague y posteriormente en Cambridge. Su trayectoria académica no fue sencilla: sus estudios se prolongaron durante años y estuvieron interrumpidos por problemas de salud. Finalmente, en 1920 obtuvo su título en Matemáticas después de doce años de estudios universitarios y de posgrado. Sin embargo, las matemáticas serían solamente una parte de la herramienta que utilizaría para descifrar uno de los mayores misterios del planeta.

En 1925 comenzó a trabajar junto al geodesta Niels Erik Nørlund, quien le encargó una tarea que cambiaría para siempre su vida: colaborar en la creación de observatorios sismológicos en Dinamarca y Groenlandia. Fue entonces cuando Inge comenzó a adentrarse en el mundo de los terremotos y las ondas sísmicas. En 1928 se convirtió en la

primera jefa del Departamento de Sismología del Instituto Geodésico de Dinamarca, posición que mantuvo durante 25 años.

En aquella época, los científicos ya sabían que las ondas producidas por los terremotos podían viajar a través del interior de la Tierra y que su comportamiento podía revelar información sobre las capas que se encontraban a enormes profundidades. Era, en cierto sentido, como intentar descubrir la estructura de una casa sin poder entrar en ella, únicamente escuchando cómo se propaga un sonido a través de sus paredes. Y fue precisamente escuchando a la Tierra como Inge Lehmann hizo su descubrimiento más importante.

En 1936 publicó un breve pero revolucionario trabajo titulado simplemente "P". A partir del análisis de los registros de ondas sísmicas producidas por terremotos, Lehmann detectó algo que no encajaba con los modelos existentes. Algunas ondas sísmicas que deberían haber sido desviadas o absorbidas de determinada manera parecían comportarse como si, dentro del núcleo terrestre, existiera otra estructura capaz de modificar su trayectoria y velocidad.

Su interpretación fue extraordinaria: el núcleo terrestre no era una masa uniforme. Existía un núcleo externo líquido y, en su interior, un núcleo interno sólido. Entre ambos se encontraba una frontera que hoy conocemos como discontinuidad de Lehmann.

Aquella conclusión cambió para siempre nuestra imagen del planeta. Hasta entonces, el modelo del interior de la Tierra contemplaba un núcleo que no estaba dividido de la manera que Lehmann propuso. Gracias a la observación minuciosa de las ondas sísmicas, una científica que jamás podía viajar hasta el centro del planeta logró descubrir una estructura situada a miles de kilómetros bajo nuestros pies.

Inge Lehmann no necesitó excavar hasta el centro de la Tierra para descubrir cómo era, únicamente supo escuchar los terremotos.

Su descubrimiento fue especialmente importante porque permitió comprender que nuestro planeta está lejos de ser una esfera homogénea. La Tierra posee una estructura interna extraordinariamente compleja, una corteza sobre el manto y, en las profundidades, un núcleo dividido en una región externa líquida y una región interna sólida. El comportamiento de las ondas sísmicas permitió revelar esa arquitectura invisible.

Pero la historia de Inge Lehmann también es la historia de una mujer que tuvo que abrirse camino en un mundo científico en el que las mujeres todavía eran una minoría. Su presencia en las matemáticas, la geodesia y la

sismología representaba, por sí misma, una ruptura con las expectativas de su época. Sin embargo, Lehmann no permitió que las barreras de género definieran hasta dónde podía llegar.

Su trabajo fue reconocido con el paso de los años y recibió numerosas distinciones científicas. En 1971 recibió la Medalla William Bowie, la máxima distinción de la Unión Geofísica Americana, convirtiéndose en la primera mujer en obtenerla. Para entonces, su descubrimiento ya había transformado la geofísica y se había convertido en una pieza fundamental para comprender el interior de nuestro planeta.

Y quizá exista algo todavía más impresionante en su historia: Inge Lehmann nunca dejó de hacerse preguntas.

Después de retirarse del Instituto Geodésico de Dinamarca en 1953, continuó trabajando e investigando en Estados Unidos. Siguió estudiando las profundidades de la Tierra durante décadas, demostrando que la curiosidad científica no tiene fecha de jubilación. Continuó investigando hasta una edad extraordinaria y falleció en Copenhague el 21 de febrero de 1993, a los 104 años.

Hoy cuando hablamos del núcleo interno de la Tierra, de las ondas sísmicas o de la estructura profunda de nuestro planeta, estamos hablando también del legado de una mujer que supo interpretar señales que parecían invisibles.

Inge Lehmann nos enseñó que algunas de las respuestas más importantes no siempre se encuentran mirando directamente aquello que queremos conocer. A veces hay que aprender a escuchar sus huellas.

Gracias a ella comprendimos que el corazón de nuestro planeta no era una estructura uniforme, sino un mundo complejo, dinámico y dividido en capas. Y gracias a su perseverancia, una mujer logró ocupar un lugar fundamental en una ciencia que durante mucho tiempo había sido dominada por hombres. Porque Inge Lehmann no solamente descubrió una nueva frontera en el interior de la Tierra. Demostró que también era posible romper las fronteras que la sociedad había impuesto a las mujeres en la ciencia.

Y quizá esa sea una de las mayores lecciones de su historia, que todavía hay mundos enteros esperando ser descubiertos, incluso cuando nadie cree que una mujer debería ser quien los descubra.

Referencias

Bolt, Bruce (1997). Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society 43: 285-301.

<https://web.archive.org/web/20150516080509/http://www.physics.ucla.edu/~cwp/articles/bolt.html>

RUTH AGNES McCALL ROBERTSON MARIETTA (MAYO 24, 1905 – FEBRERO 17, 1998).

El legado de una fotoperiodista estadounidense en Venezuela

Marianto Castro Mora
notasgeologiavenezuela@gmail.com



Figura 1: Ruth Robertson, Photojournalist. Kate Kelly. <https://americacomesalive.com/ruth-robertson-photojournalist-war-correspondent-explorer/>

Ruth Agnes McCall Robertson nació en Taylorville, Illinois, el 24 de mayo de 1905. Su madre provenía de una familia dedicada al periodismo en Somerset, Kentucky. Su padre era un pintor paisajista y fotógrafo escocés. Su madre falleció cuando ella tenía siete años y vivió con su abuela hasta su adolescencia, cuando se mudó a Peoria, Illinois, para vivir con su padre, con quien aprendió no solo sobre cámaras, sino también sobre cómo revelar e imprimir las fotografías que tomaba.

Ruth Robertson estudió en el Knox College de Galesburg, Illinois, y en la Universidad de Bradley en Peoria, Illinois, aunque nunca se graduó. Dejó los estudios en 1939 para trabajar en el Peoria Evening Star, donde fue la primera fotógrafa del periódico y creó la columna "Peoria y su gente".

En el año 1942, Ruth se mudó a Chicago y comenzó a trabajar para Acme News Pictures, que más tarde se convertiría en United Press International. Mientras trabajaba para Acme, Ruth cofundó un servicio de noticias

independiente llamado Press Syndicate. Gracias a esta conexión, recibió encargos fotográficos que la convirtieron en la primera mujer fotógrafa a la que se le permitió entrar al campo de béisbol de Wrigley Field, Chicago, en 1943, y en la única mujer fotógrafa en las convenciones demócrata y republicana de 1944, que se celebraron también en la ciudad de Chicago.

Durante la Segunda Guerra Mundial, Ruth Robertson ejerció como periodista, experiencia profesional que marcó profundamente su trayectoria. Sin embargo, tras reincorporarse a sus funciones habituales en el New York Herald Tribune, percibió que la rutina de su actividad profesional había perdido el dinamismo y la intensidad que habían caracterizado su experiencia durante el conflicto bélico. En este contexto, en 1949 aceptó con particular entusiasmo una misión periodística en Venezuela, decisión que marcaría un punto de inflexión decisivo en su trayectoria profesional y en su posterior relación con el país (Figura 2).



Figura 2: Ruth Robertson cubriendo noticias durante la Segunda Guerra Mundial en la isla de Unalaska, parte de la cadena de islas Aleutianas, 1945. Kate Kelly <https://americacomesalive.com/ruth-robertson-photojournalist-war-correspondent-explorer/>

La mudanza de Ruth a Venezuela fue un punto de inflexión en su carrera, ya que le brindó diversas oportunidades. Escribió y fotografió para periódicos y revistas, como El Farol y Nosotros, y para varias compañías petroleras, y comenzó a realizar documentales. Viajó por Venezuela, Guayana Francesa, Colombia y Brasil con el apoyo de las compañías petroleras, documentando sus yacimientos, operaciones de perforación y oleoductos. Con estas fotografías, Robertson produjo calendarios a color para Standard Oil, Shell Oil y Esso. En 1947 filmó un documental para el Ministerio de Desarrollo de Venezuela sobre buceadores de perlas cerca de la Isla Margarita, y a principios de la década de 1950 filmó otro para Shell sobre su oleoducto bajo el lago de Maracaibo.

Durante los dos primeros años que Ruth vivió en Venezuela, ansiaba realizar una expedición a las Cataratas del Ángel. Las cataratas habían sido descubiertas y posteriormente bautizadas en honor a su amigo Jimmy Angel, el piloto de avioneta que las sobrevoló por primera vez en 1933 y calculó que tenían una altura de una milla. Desde entonces, cuatro expediciones habían intentado, sin éxito, medir y demostrar la gran altura de las cataratas. Ruth estaba decidida a emprender el viaje, cartografiar con precisión las cataratas y fotografiarlas desde tierra por primera vez. Aunque la National Geographic Society se negó a patrocinar su viaje debido a la alta tasa de fracaso, accedió a publicar la historia de Ruth Robertson si tenía éxito. El 23 de abril de 1949 partió en una expedición que incluía a Oley Olsen, un piloto de avioneta; Alejandro Laime, un letón que había explorado la selva y quien contrató guías nativos para que los ayudaran; Ernest Knee, un cineasta; Perry Lowrey, un ingeniero; y Enrique Gómez, su encargado de comunicaciones. El equipo llegó a las cataratas el 12 de mayo y, en pocos días, completaron su estudio. La historia y las fotografías de Ruth se publicaron en *“Viaje por la jungla a la cascada más alta del mundo”* en la edición de noviembre de 1949 de National Geographic. Sus fotografías se publicaron posteriormente en Time, Newsweek y periódicos de todo el mundo. Su hazaña también le permitió unirse a la Sociedad de Mujeres Geógrafas. Más tarde, Robertson narraría la expedición en su libro *“Churún Merú: El ángel más alto”* publicado por Whitmore Publishing Company en 1975 (Figura 3).



Figura 3: Fotos pertenecientes al archivo fotográfico de Ruth Robertson. Hubbard 2025. <https://www.ruthrobertson.org/the-forgotten-expedition-1>

Ruth Robertson siguió viviendo y trabajando en Venezuela durante la mayor parte de la década de 1950. Junto con otros periodistas, fundó el Daily Journal, un periódico en inglés de Caracas. Escribió una columna, *“El cuaderno de Ruth Robertson”*, para el Daily Journal y también trabajó como corresponsal de Time-Life. En 1951, se casó con Charles Marietta, graduado de la Universidad de Texas en Austin e ingeniero de la Atlantic Refining Company. Ruth continuó utilizando su apellido de soltera en su trabajo.

Debido a la creciente inestabilidad política en Venezuela, Ruth y Charles se mudaron a México en 1958. Durante los siguientes diez años, Robertson trabajó como editora asistente del Boletín de la Sociedad Americana de México, desempeñando diversas funciones. Finalmente, ella y su esposo se mudaron a Brazoria, Texas. A lo largo de su vida, viajó extensamente por todo el mundo, continuó escribiendo columnas para el Daily Journal e impartió conferencias en varios clubes. Robertson falleció en Rosenberg, Texas, el 17 de febrero de 1998.

El legado de la fotoperiodista estadounidense Ruth Robertson está profundamente ligado a la historia del auge petrolero en Venezuela, sirviendo como puente visual de Venezuela durante la expansión energética del país a mediados del siglo XX y las inversiones extranjeras que la moldearon. Fue pionera en el fotoperiodismo femenino, desarrolló su carrera en una época en la que esta actividad estaba dominada por hombres. Su permanencia en Venezuela produjo un extraordinario registro fotográfico de paisajes, comunidades indígenas, actividades petroleras, infraestructura y territorios entonces escasamente documentados. La exploración y documentación del Salto Angel marcó un hito cuando dirigió una expedición que alcanzó su base, documentó fotográficamente la catarata y realizó mediciones que contribuyeron a establecerla como la caída de agua más alta del mundo. Su trabajo combinó fotografía, periodismo, exploración, observación, investigación, escritura y divulgación (Figura 4).



Figura 4: Foto de Ruth Robertson tomada de Mantz Drake 2015.

<https://ww2.peoriamagazines.com/node/9536/printable/print>

Los archivos de Ruth Robertson se encuentran preservados en el Harry Ransom Center de la Universidad de Texas en Austin, constituyéndose en un acervo documental de excepcional valor histórico, fotográfico y testimonial. La colección reúne miles de materiales vinculados con su trayectoria profesional en Estados Unidos, Alaska y Venezuela, entre ellos fotografías, negativos, transparencias, manuscritos, artículos,

correspondencia y diversa documentación asociada con su actividad periodística y fotográfica.

Este patrimonio documental comprende 6.714 piezas y representa una fuente primaria de extraordinaria relevancia para la investigación de su trayectoria profesional, así como para la reconstrucción de aspectos fundamentales de la historia visual, periodística y cultural de Venezuela durante mediados del siglo XX. Por su diversidad, alcance y valor documental, el acervo constituye un referente indispensable para el estudio de la obra de Robertson y de su contribución al registro fotográfico de la realidad venezolana de su época (Figura 4).



Figura 5: Centro Harry Ransom de la Universidad de Texas en Austin donde se preserva la colección de Ruth Robertson.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a Omar Colmenares por el tiempo, la dedicación y revisión de este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

Adventure. Survival film. Venezuela. USA. 2026. *Angel Fall*. <https://www.walkingonthewall.com/angel>

Angel-Eco Tours. *Early Explorers in Canaima*. <https://angel-ecotours.com/about/early-explorers-canaima/>

KELLY, K. *Ruth Robertson: Photojournalist, War Correspondent, Explorer*.

Heroes&Trailblazers, Inspirational Woman. <https://americacomesalive.com/ruth-robertson-photojournalist-war-correspondent-explorer/>

KELLY, K. 2011. *Ruth Robertson: Photojournalist, War Correspondent, Explorer*. America Comes Alive. Retrieved 2020-04-17.

HAGERTY M. 2023. *How Ruth Robertson's expedition to the world's tallest waterfall succeeded when many men failed*. Houston Matters.

<https://www.houstonpublicmedia.org/articles/shows/houston-matters/2023/10/12/466520/how-ruth-robertsons-expedition-to-the-worlds-tallest-waterfall-succeeded-when-many-men-failed/>

HUBBARD, P. 2025. *Ruth Robertson, Angel Falls. This photograph made history*. <https://www.ruthrobertson.org/angel-falls>

HUBBARD, P. 2025. *Ruth Robertson. Churún Merú – The Tallest Angel*. <https://www.ruthrobertson.org/press-and-media>

HUBBARD, P. 2025. *The Extraordinary Life of Ruth Robertson: A History Talk by Patricia Hubbard*. <https://rocklandmaine.gov/Calendar.aspx?EID=1136>

Jimmie Angel Historical Project 2026. *Ruth Robertson: An Exhibition*. Fresno State University Fresno, California <https://jimmieangel.org/ruth-robertson-an-exhibition/>

MANTZ Drake, B. 2015. *Ruth Robertson: The Hero Within*. Peoria Magazine. <https://ww2.peoriamagazines.com/node/9536/printable/print>

ROBERTSON, R. 1975. *Churún Merú: El ángel más alto*. Whitmore Publishing Company.

Travel Feed 2019. *70 years ago, Ruth Robertson was able to defeat the puri-puris and arrived at the Angel Falls Part 1*. <https://travelfeed.com/@yomisomsoy/70-years-ago-ruth-robertson-was-able-to-defeat-the-puri-puris-and-arrived-at-the-angel-falls-part-1>

WIKIPEDIA. *Ruth Robertson*. https://en.wikipedia.org/wiki/Ruth_Robertson

BREVE NOVEDAD PARA EL ESTUDIO DEL TERREMOTO DE 1900 EN CARACAS, COLL Y UNAMUNO

¹José Antonio Rodríguez A.

¹rodriguez.arteaga@gmail.com

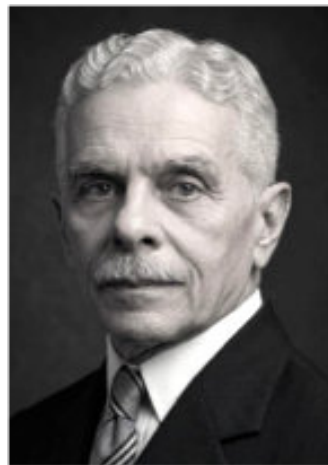
Colaborador de la Revista

RESUMEN

La relación entre Pedro Emilio Coll (1872–1947) -uno de los máximos exponentes y precursores del modernismo literario en Venezuela- y el *Terremoto del 29 de octubre de 1900*, llamado “de San Narciso”, emprende una valiosa intersección entre la crónica testimonial, la correspondencia intelectual y el registro de la *memoria urbana caraqueña* de finales del siglo XIX.

EL INTELLECTUAL FRENTE AL DESASTRE

Para octubre de 1900, Pedro E. Coll contaba con 28 años. Había fundado años antes la influyente revista *Cosmópolis* (1894-1895) y venía de ejercer como cónsul de Venezuela en *Southampton* (Inglaterra). De regreso en Caracas, ejercería en 1900 como director en el Ministerio de Fomento bajo el gobierno de Cipriano Castro, tiempo en el cual colaboró activamente en *El Cojo Ilustrado* (Prensa CENAL, 2018).



El 29 de octubre de 1900 a las 4:42 a.m., un devastador terremoto cuya magnitud osciló entre 7,6 y 8,0 Mw (FUNVISIS, S/F), sacudió violentamente el centro-norte de

Venezuela, destruyendo numerosos edificios en Caracas, Macuto, Naiguatá, Guarenas y Guatire. El evento no solo causó estragos materiales y pérdida de vidas, sino que trastocó profundamente la vida social y la psicología colectiva de la capital.

La correspondencia con Miguel de Unamuno

Uno de los testimonios documentales e intelectuales más notables que vinculan a Coll con el evento telúrico, se haya en su epístola al rector de la Universidad de Salamanca, Don Miguel de Unamuno (Fig. 1)



Fig. 1 Miguel de Unamuno y Jugo en el año 1926

Fuente: National Geographic; <https://historia.nationalgeographic.com.es/a/miguel-unamuno-escritor-critico-todos-15027>

Coll mantuvo una fluida correspondencia con Unamuno entre 1899 y los años subsiguientes, en la que analizaba la situación cultural, política y social de Venezuela.

A propósito del *Sismo de San Narciso*, Coll le transmitió en sus cartas no solo el impacto físico de la sacudida en Caracas, sino el ambiente de desolación, incertidumbre y pánico en que había quedado sumida la sociedad.

En este intercambio epistolar le ofreció a Unamuno una mirada lúcida e íntima de cómo la catástrofe natural se sumaba a la inestabilidad política de la época, secuelas de la Revolución Liberal Restauradora y las recurrentes amenazas de guerra civil.

Es necesario advertir que en la síntesis biográfica de P. E. Coll aparecida en las fuentes consultadas (véase MCNbiografías, S/F), el hecho que no se mencione la correspondencia con Miguel de Unamuno no significa que ella no exista; las cartas entre Pedro Emilio Coll y Miguel de Unamuno sí existieron y son un hecho histórico documentado, que no será discutido en esta nota; ello solo obedece a una omisión editorial o de síntesis más no una prueba de inexistencia.

El Cojo Ilustrado y el registro del sismo

Pedro Emilio Coll fue uno de los prosistas más refinados del magazine *El Cojo Ilustrado*, revista pionera en Venezuela por el uso del fotograbado mecánico y de la que hemos reseñado en ocasiones anteriores. En los meses posteriores al sismo de 1900, la publicación se convirtió en el principal archivo visual e historiográfico del evento, intercalando fotografías y grabados de los estragos sufridos por iglesias como San Francisco, Santa Capilla y San José en Caracas y templos ubicados en costa varguense como las ruinas de la iglesia de Naiguatá, además de viviendas particulares.



Fig. 2. Campamentos en Caracas en clara muestra del temor que padeció la población a las réplicas que se sucedieron post-sismo de 1900 (Fuente: A, Leal, 2022; <https://sismologiahistorica.blogspot.com/2022/10/el-terremoto-del-29-de-octubre-de-1900.html>)

Crónicas y reflexiones redactadas en un círculo de escritores modernistas

Junto a Coll bien podemos nombrar a Luis Manuel Urbaneja Achepohl (1873-1937) y a Manuel Díaz Rodríguez (1871-1927), entre otros. Ellos capturaron el ambiente de una ciudad que debió acampar temporalmente en plazas y solares por miedo a las réplicas (Fig. 2) y de ello existen testimonios fotográficos (Leal, 2022).

Repercusión del sismo de San Narciso en la mirada urbana y literaria

El sismo de 1900 aceleró cambios urbanísticos fundamentales que Coll y los intelectuales de su generación atestiguaron y registraron en sus escritos, reflexivos posteriores compilados más tarde en volúmenes como *El Castillo de Elsinor*, 1901 o *El paso errante*, 1948). El derrumbe de las viejas casonas coloniales de tapia y adobe impulsó la expansión de Caracas al sur del río Guaire rumbo a El Paraíso y el surgimiento de las primeras quintas metálicas probablemente con resistencia sísmica,

obras conocidas elaboradas por el ingeniero venezolano Alberto Smith.

La fragilidad de las estructuras urbanas reforzó en la prosa de Coll ese tono sobrio, melancólico, irónico, y casi sombrío, característico de sus obras, donde la fragilidad humana se contrapone a las fuerzas de la naturaleza y los vaivenes de la historia.

CONCLUSIONES

El Terremoto de San Narciso de 1900 no solo transformó el paisaje urbano y arquitectónico de Caracas, sino que dejó una huella imborrable en la sensibilidad y memoria de la generación modernista venezolana; la correspondencia de Pedro Emilio Coll con Miguel de Unamuno sumadas a El Cojo Ilustrado constituyen un testimonio invaluable que entrelaza la vivencia de la catástrofe natural con la inestabilidad política de la época, reflejando de manera

lúcida la fragilidad humana y la capacidad de resiliencia de la población caraqueña a finales del siglo XIX.

FUENTES CONSULTADAS

CEPAL, 2018. *2 de julio de 1872. Nace Pedro Emilio Coll*.

[Documento en línea]; (agosto 3, 2026); <https://cenal.gob.ve/?p=5674>

FUNVISIS, S/F. *El Sismo de San Narciso*. [Documento en línea]; (agosto 3, 2026); <http://www.funvisis.gob.ve/old/reportaje3.php>

LEAL G., A. 2022. *El terremoto del 29 de octubre de 1900, en el nororiente de Venezuela*. [Documento en línea]; (agosto 3, 2026);

<https://sismologiahistorica.blogspot.com/2022/10/el-terremoto-del-29-de-octubre-de-1900.html>

MCN BIOGRAFÍAS, S/F. *Pedro Emilio Coll (1872-1947): El pensador que forjó la conciencia filosófica de Venezuela*, [Documento en línea]; (agosto 3, 2026); <https://mcnbiografias.com/coll-pedro-emilio>



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

OBITUARIOS

Roger G. Walker: 1939 - 2026



Roger G. Walker, D. Phil, FRSC, MMR (26 March 1939 – 14 August 2026) was a geologist and an award-winning emeritus professor at McMaster University in Hamilton, Ontario, Canada. Roger obtained his D.Phil. at St Johns College, Oxford University. Roger remembered how lucky he was to have been at Oxford between 1958 and 1961, as an undergraduate and as a student in Harold Reading's class on *Depositional Environments*. None of the under-graduates realized that this was the first time (1959-60) Harold had taught the course, but it inspired him to continue in sedimentary geology. After graduating with his D.Phil. in 1964, he was fortunate to be awarded a postdoctoral fellowship (funded by NATO) to work at the John Hopkins University (Baltimore) with Francis Pettijohn. He wanted to continue work on turbidite to shallow marine successions, and Pettijohn suggested the Devonian section in Maryland and Pennsylvania. An important event in his life at that time was meeting his wife Gay Parsons in Baltimore in 1964, and getting married in 1965, without whom all his later achievements would not have been possible.

Interest in turbidites continued, and he met Gerry Middleton at the 1965 AAPG meeting in New Orleans. Subsequently, Roger visited him at Caltech and observed some of his famous turbidity current experiments. In February 1966, Middleton invited Roger to interview for a job at McMaster University, and he began teaching there in July 1966. Over the years, Roger kept a close association with the applied side of sedimentology, beginning with a sabbatical leave at the Marathon Oil research laboratory in Littleton, Colorado (1972-73), and a second sabbatical with Amoco Canada (1982), where he began working on the subsurface aspects of the Western Canadian Sedimentary Basin. The courses and consultancies that Roger have taught for industry and other professional groups were always a constant source of stimulation, and a learning experience in seeing problems from other points of view. In Roger's words: interactions and teamwork with geophysicists, petrophysicists and reservoir engineers have shed valuable light on specific industry problems as well as fundamental sedimentological problems.

He taught at McMaster University for many years, but in 1998, Walker left McMaster after 32 years, to be a consultant in Calgary (Alberta). He decided on a career change having faith that he could learn to apply his academic background to the search for the oil and gas industry. During his period in Calgary, Norsk Hydro (Norway) arranged a series of contracts, and hence the opportunity for Roger to live and work in Bergen for a period of time, while travelling all over Norway and many other parts of Europe.



Roger Walker “surfing” a swaley-cross stratification section (Alberta, Canada).

Roger had conducted personal field research in Britain, Germany, Norway, New Zealand, Australia, Brazil, Appalachia (Canada and USA), California, Oregon, Wyoming, and the Canadian Rockies and the Foothills. He has taught close to 100 short courses around the world for more than 20 different oil and gas companies, and six professional societies. So excellent a teacher was, that he was an invited guest lecturer at 63 universities and 23 professional societies. His career total of publications was more than 150 articles.

He has made major contributions to the subsurface geology of the plains of Alberta and Saskatchewan. His research topics include the interpretation of sedimentary structures and of ancient sedimentary environments, and the development of facies models based on both recent and ancient sediments. He has made significant contributions to fields as diverse as Archaean sedimentation in the Canadian Shield and the development of applied models for oil and gas exploration. His research encompassed the deep-water clastics, flysch sequences, turbidites and debris flows; clastics facies models; coarse and fine-grained fluvial sediments; shoreline, shelf, and shallow marine sediments; sedimentary structures; and basin analysis.



Roger Walker (red coat) and his students performing a stop during a geological field visit (Alberta, 1996)

Roger has supervised 34 MSc (including mine) and 15 PhD theses, as well as 5 postdoctoral fellows. Many of his graduate students have gone on themselves to be excellent teachers and many more to be successful oil and gas explorationists around the world.



Roger Walker with his 55th birthday cake showing a “Bouma sequence” made by my wife. McMaster University classroom.

Roger's approach to sedimentary geology is best captured in the book *Facies Models* which he edited for the Geological Association of Canada in 1979, 1984, and 1992 (*Facies Models – Response to Sea-Level changes*, edited along Noel James). The book originated when Geoscience Canada editor Gerry Middleton—acting on a suggestion by Erich Dimroth—asked Roger to author and solicit articles on various depositional environments for general geoscientists. Writing the introduction allowed Roger to formalize his interpretive methods and demonstrate how the rapidly evolving body of knowledge on recent sediments could be used in the interpretation of ancient rocks. His ideas about sea-level changes and marine ravinement surfaces were in. Though its most vital contribution varies by reader, the book remains indispensable to innumerable generations of geologists working on the practical applications of sedimentology at the university or in oil and gas exploration and development, who keep a copy of Roger Walker's *Facies Models* book on their desks and use it on almost a daily basis, as I did for decades. In 2006, a SEPM special publication called *Facies Models Revisited* edited by Henry W. Posamentier and Roger G. Walker, published this volume focused on the state of the art with respect to facies modeling in several key depositional environments.

On the personal side, he was a fanatical downhill skier (he had a special love for Utah), a bona fide classical music and opera nut, a mean ragtime piano player, a serious model railroader (with an amazing display at his basement's house in Dundas), and a connoisseur of wines and single malt whiskies, many of which passions he shared with his wife Gay. I remember him as a constant source of stimulation, both in the field and in the classroom, on informal weekend field trips, and at evening seminars (in his house or in Middleton's) where ideas were lubricated by beer, peanuts and Gay's homemade baking. During the last months of my thesis (1995), many weekends were spent in Roger's house where we were discussing all aspects and ideas about my thesis, while my little kids were enjoying his swimming pool, and Gay was showing quilt to my wife. In July 1996 I brought Roger to Caracas (Venezuela) in order to give technical courses to Maraven (subsidiary of Petróleos de Venezuela).



Roger and Gay inviting all his students for my thesis celebration at their home (February 1996).

To me, Roger G. Walker was an amazing geologist and human being, because of his passion for science, his numerous contributions to sedimentology, and for moving it along over a lifetime of research, publications and teaching. His many students along 32 years at McMaster University and colleagues alike, have a genuine and profound respect for Roger, all his knowledge, his intellect, his passions and enthusiasms, his clever but sometimes ironic sense of humor, his legacy to several generations of sedimentologists, and his numerous truly outstanding scientific accomplishments.



Roger Walker receiving the SEPM Honorary Membership plaque from President Gail M. Ashley (1992).

Record of achievements

- Fellow of the Royal Society of Canada (1988)
- Past Presidents' Medal by the Geological Association of Canada (1975)

- R. J. W. Douglas Medal by the Canadian Society of Petroleum Geologists (1990)
- Honorary member of Society of Sedimentary Geology (1992)
- Francis J. Pettijohn Medal (Excellence in Sedimentology) by the Society of Sedimentary Geology (1997)
- Logan Medal by the Geological Association of Canada (1999)
- Henry Clifton Sorby Medal by the International Association of Sedimentologists (IAS) in 2003
- Distinguished Educator Award by the American Association of Petroleum Geologists (AAPG) in 2011
- In 2013, Walker achieved the title of Master Model Railroader from the National Model Railroad Association.

Dr. Roger G. Walker passed peacefully surrounded by family on Friday evening, August 14th. He leaves his wife for almost 61 years, two children (son and daughter), and four grandchildren.

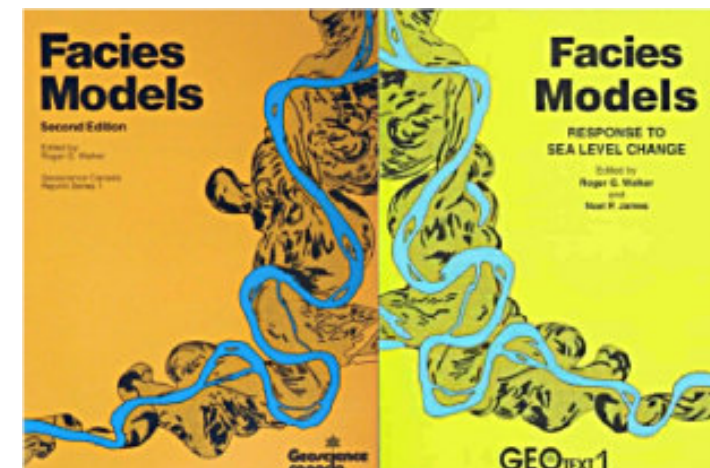


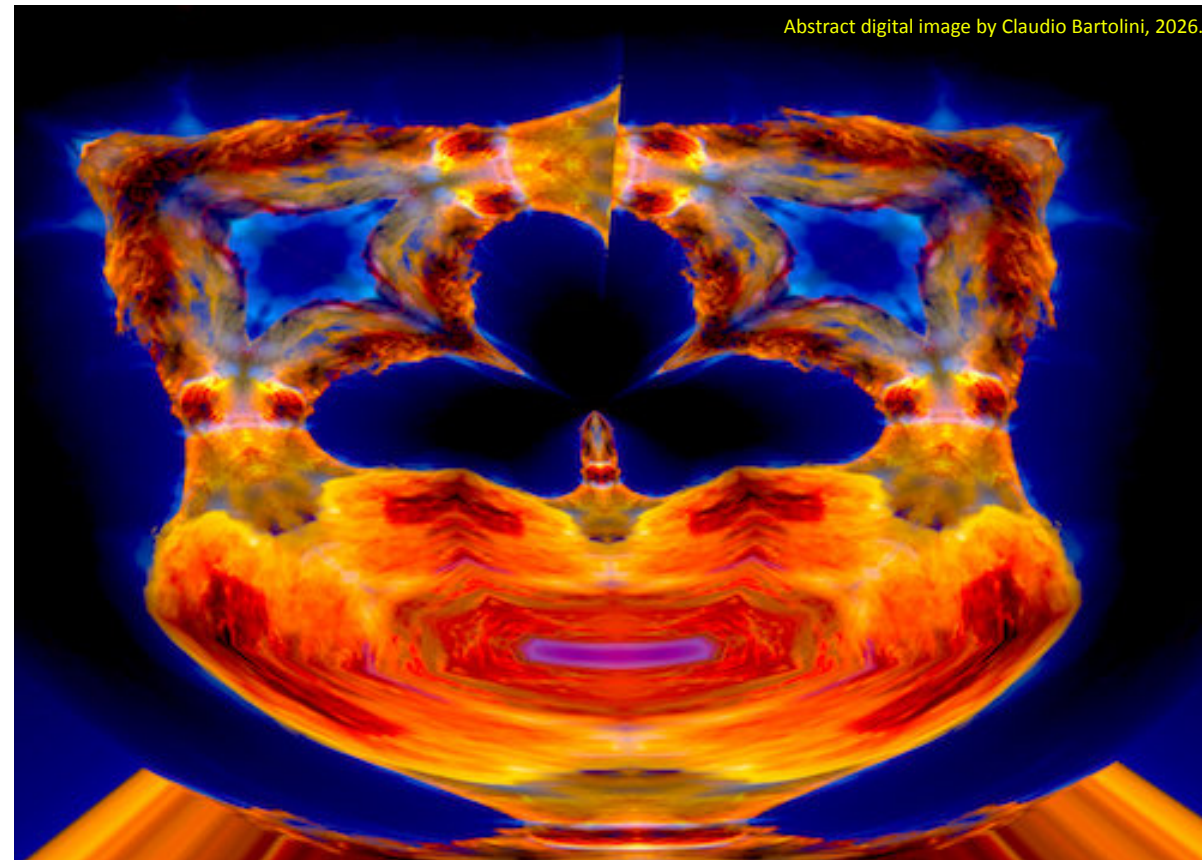
Visiting Roger in Calgary in 2013.

Por: JHONNY E. CASAS

Escuela de Geología, Minas y Geofísica & Escuela de Petróleo. Universidad Central de Venezuela.

jcasas@geologist.com

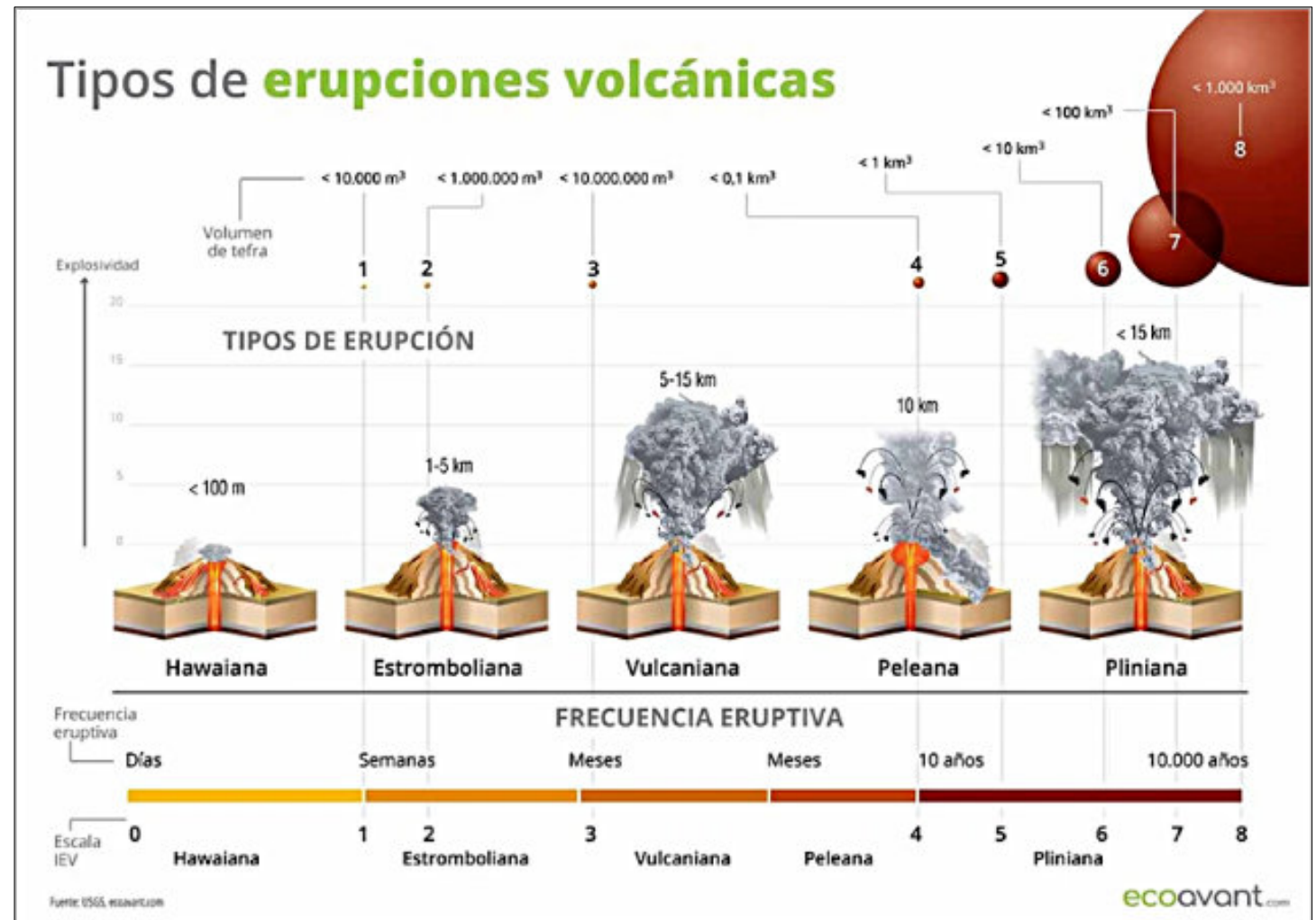




Abstract digital image by Claudio Bartolini, 2026.

To see something different gives you a chance to be something different.

Mehmet Murat Ildan



Clasificación de los tipos de erupciones volcánicas:

https://www.ecoavant.com/ciencia/es-volcan-analisis-sobre-estos-fascinantes-fenomenos-geologicos_14653_102.html

Erupción del Popocatépetl 2023:

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65678418>



Lassen Volcanic Center, California:

<https://www.univision.com/noticias/erupcion-volcanica/los-18-volcanes-de-eeuu-que-son-una-verdadera-amenaza-el-kilauea-es-el-mas-peligroso-fotos>

Volcán Augustine, Alaska:

<https://www.univision.com/noticias/erupcion-volcanica/los-18-volcanes-de-eeuu-que-son-una-verdadera-amenaza-el-kilauea-es-el-mas-peligroso-fotos>



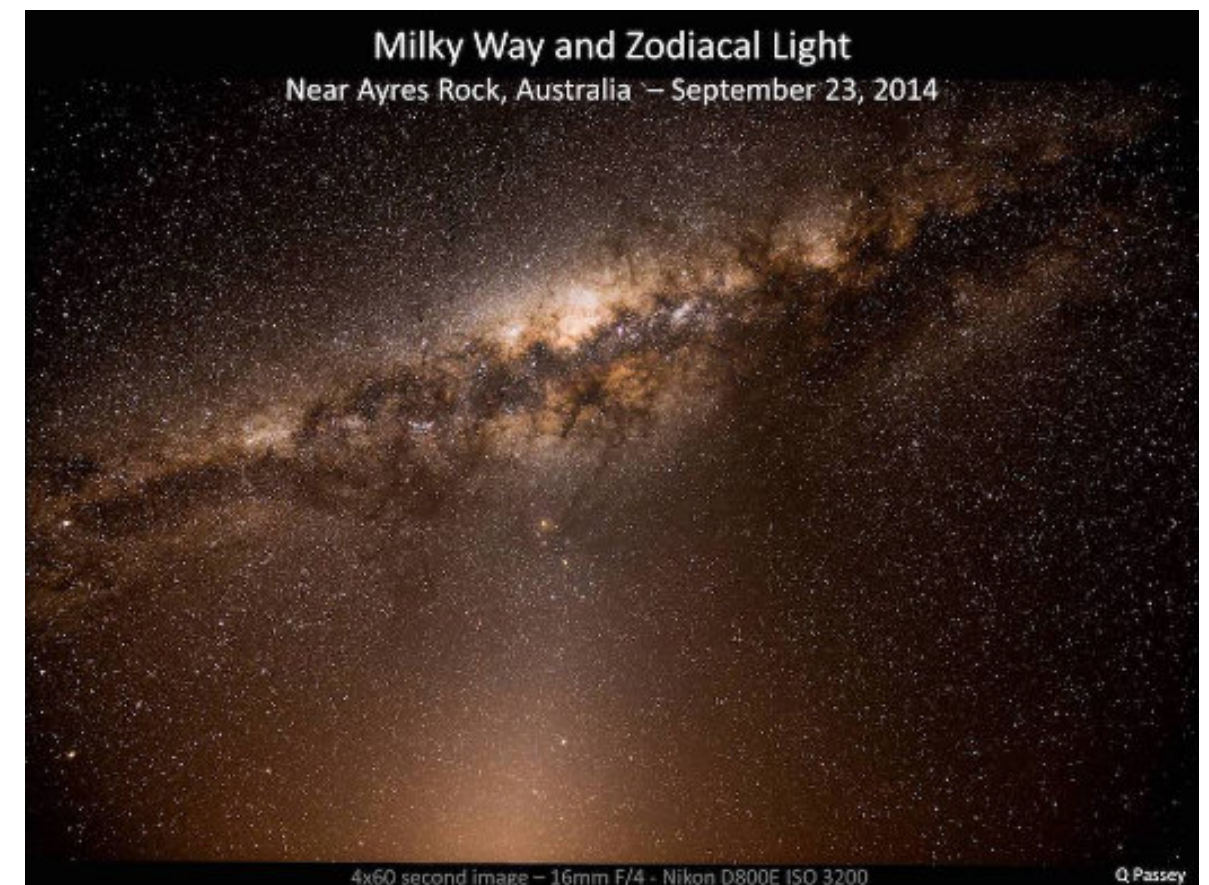
Mount Spurr, Alaska:

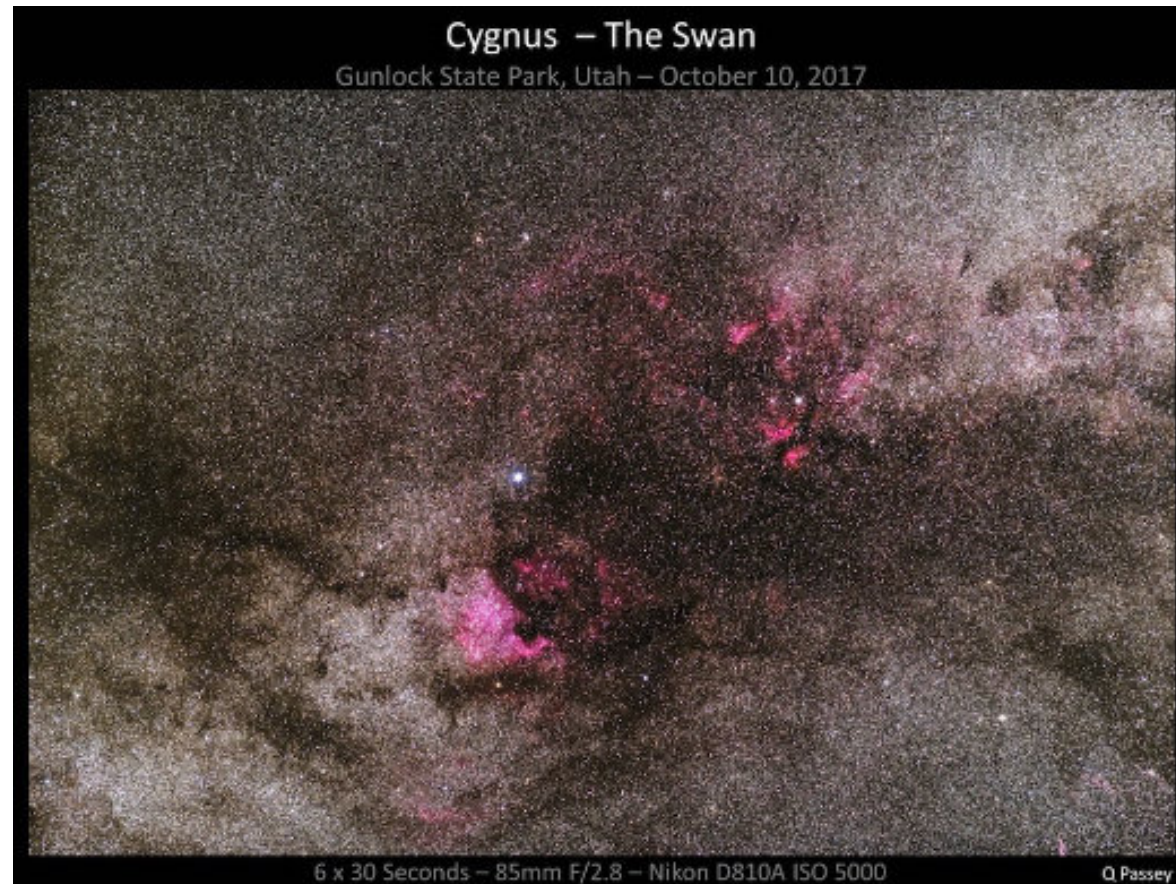
<https://www.univision.com/noticias/erupcion-volcanica/los-18-volcanes-de-eeuu-que-son-una-verdadera-amenaza-el-kilauea-es-el-mas-peligroso-fotos>

Our Milky Way galaxy contains our Solar System and is approximately 100,000 light-years in diameter and contains 100-400 billion stars. It is called the Milky Way because of the hazy appearance as a bright band across the night sky, when viewed away from city lights during clear, moonless nights. The attached five images of the Milky Way were taken from both the Northern and Southern Hemispheres

The center of our galaxy has a dense central bulge housing a supermassive black hole in the constellation of Sagittarius. Billion of stars are in the Scutum Star Cloud which resides in a spiral arm nearer to us than the central bulge of our galaxy. One image from Australia shows a bright band extending up from the horizon which is not the light from a distant city, but rather is the Zodiacal light comprised of illuminated comet and asteroid debris and dust spread along the ecliptic (or Zodiac) in the plane of the Earth's orbit around the Sun. The image of the constellation Cygnus in the Northern Hemisphere, contains the bright star Deneb as well as the photogenic North American Nebula, that spans about 100 light-years across and covers an apparent area ~10 times the size of a full moon.

Quinn Passey





PUBLICACIONES

TESIS & RESÚMENES

Marcos J. Mollo-Yaulli

Optimización del sistema de transporte de mineral a cargo de la Empresa DCR Minería y Construcción, en la unidad minera Inmaculada

Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, Perú

Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero de Mina, 2022

Director de Tesis: *Dr. Valenzuela Salas, Marco Antonio.*

Resumen

Las actividades relacionadas con el transporte en la industria minera, representan aproximadamente el 30% de los costos totales de producción, puesto que éstas, en su gran mayoría, se llevan a cabo de manera empírica sin contar con un programa de transporte enfocado en optimizar los tiempos, el costo y, por ende, obtener una mayor relación costo/beneficio.

Este estudio se lleva a cabo en DCR Minería y construcción y se orienta en plantear una propuesta para optimizar el actual sistema de transporte en la Unidad Minera “Inmaculada”. El estudio se enfoca en el análisis del transporte desarrollado por los volquetes, la empresa cuenta con una flota de 24 volquetes que desarrollan actividades tanto en el interior como en la superficie de la mina.

El análisis determina que las demoras innecesarias en los puntos de carga, descarga y pesaje incrementan el tiempo de ciclo de transporte, por otro lado, gran parte de los viajes realizados, especialmente por los volquetes FMX 6x4 llevan aproximadamente 30% menos de su carga optima lo que implica realizar más viajes para una misma cantidad de material.

Finalmente, se determina que la empresa tiene un alto número de paradas de mantenimiento correctivo, siendo que el 60% de las paradas de mantenimiento corresponden a mantenimiento correctivo, lo que implica mayores costos en el sistema de producción.

Por tanto, la propuesta de optimización se enfoca en mitigar estos tres principales problemas, su implementación permite disminuir el tiempo ciclo de transporte, incrementar la productividad diaria por volquete y minimizar el número de paradas por mantenimiento correctivo.

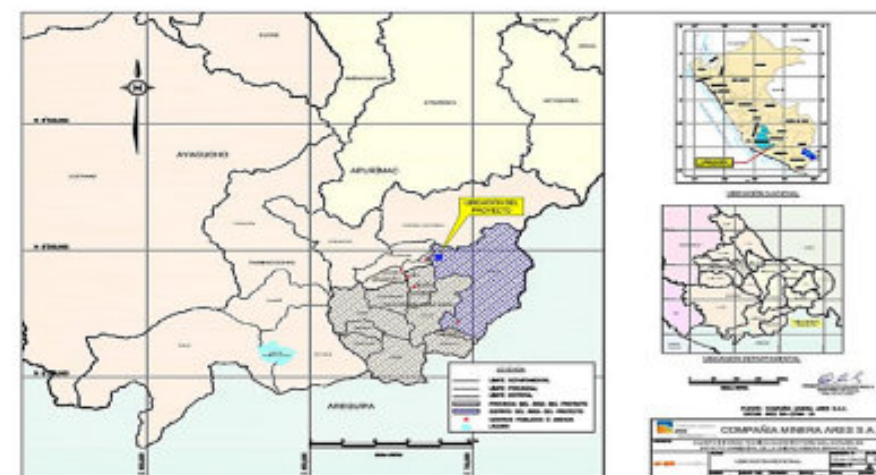


Figura 1.1. Ubicación de la Unidad Minera Inmaculada
Fuente: (ARES, 2016).

New Taxa of Spiriferids (Brachiopoda) from the Emsian (Lower Devonian) of North-East Eurasia

V. V. Baranov* and A. I. Nikolaev**

^a Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, 677000 Russia

*e-mail: baranovvalera@yandex.ru

**e-mail: ex1de19@gmail.com

Received July 3, 2025; revised July 30, 2025; accepted July 30, 2025

Abstract—New taxa of spiriferids are described from the Late Emsian of North-East Eurasia (Ulahan-Sis Ridge). These are the genus *Trushelevia* gen. nov. with the type species *T. yania* sp. nov. from the subfamily Delthyridinae Phillips, 1841 and the genus *Kirichkovia* gen. nov. with the type species *K. sibirica* sp. nov. from the subfamily Howellellinae Johnson et Hou, 1994. The valves of this species consist of three layers: primary, secondary and prismatic. The secondary layer is permeated with pores, with fossil microorganisms found within them.

Keywords: Lower Devonian, Late Emsian, Spiriferidae, Brachiopoda, microstructure, porosity, fossil microorganisms, North-East Eurasia

DOI: 10.1134/S0031030125600994

INTRODUCTION

Spiriferids are common in the Lower Devonian deposits of North-East Eurasia. They play a key role in dating, biostratigraphy, regional and interregional correlation, and paleobiogeographic reconstructions. They have been described in a number of publications (Baranov and Alkhovik, 2004, 2007; Baranov, 2009a, 2009b, 2014; Baranov and Blodgett, 2015; Baranov and Nikolaev, 2024, 2025). The studied spiriferids were found in deposits of the Geremgandzhinian regional stage (Late Emsian) of the Ulakhan-Sis Ridge in deposits of the *Elythina salairica*, *Alekseevaella sulcata* brachiopod zone (Alkhovik and Baranov, 2001).

The authors of the article below describe: the subfamily Delthyridinae Phillips, 1841 includes the genus *Trushelevia* gen. nov. with the type species *T. yania* sp. nov. and the subfamily Howellellinae includes the genus *Kirichkovia* gen. nov. with the type species *K. sibirica* sp. nov.; in the latter species, the microstructure of the dorsal valve was studied, which is represented by three layers: the primary—fine-grained, the secondary—lamellar, and the third—prismatic. Oleneva (2016), when studying late Devonian spiriferids, detailed the structure of the microstructure of the valves: in the primary layer, she identified two sublayers—an outer fine-grained and an inner acicular one, in the secondary layer—two sublayers directed in different directions, and in the prismatic layer—also two sublayers. Up to six sublayers in the secondary layer have been observed in rhynchonellids (Erlanger, 1981).

Interestingly, in the species *Kirichkovia sibirica* sp. nov., the prismatic layer in cross section is composed of diamond-shaped crystals, the same as in Late Devonian spiriferids (Oleneva, 2016). Two sublayers in the structure of the secondary layer were found in *K. sibirica* sp. nov.: the first has pore canals oriented gently toward the valve surface, and the second does not have pore canals and overlaps the crystalline layer at a slight angle (Fig. 4).

MATERIAL

The collection of spiriferids is housed in the geological museum of the Diamond and Precious Metals Geology Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (GM DPMGI SB RAS), Yakutsk, coll no. 260.

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

Order Spiriferida

Suborder Delthyridina

Superfamily Delthyridoidea Phillips, 1841

Family Delthyrididae Phillips, 1841

Subfamily Delthyridinae Phillips, 1841

Genus *Trushelevia* Baranov et Nikolaev, gen. nov.

Etymology. In honor of the well-known Russian paleontologist and stratigrapher A.M. Trushelev, who studied Triassic bivalves of North-East Asia.

Conos piroclásticos de aguas Zarcas: Evidencia de la transición de un régimen magmático de arco a trasarco, Costa Rica

Universidad De Costa Rica.

Tesis para para optar por el grado de licenciatura en Geología, Enero 2020

Sustentante: **Esteban Jarquín Sánchez**

Directores de tesis: *Madrigal Quesada, María del Pilar.*

Resumen.

Los Conos Piroclásticos de Aguas Zarcas, son un grupo de ocho conos de escoria y lava ubicados al norte del volcán Platanar de Costa Rica de edad 300 ka. Se desarrolló un estudio petrológico en estos conos, donde se realizó cartografía geológica, se levantaron columnas tefroestratigráficas, y se recolectaron muestras de bombas y lavas para su posterior análisis petrográfico y geoquímico. Esta información fue posteriormente procesada con el fin de estimar las condiciones que intervinieron en el origen de estos conos. Se determinó la existencia de dos componentes magmáticos. El primero, enriquecido en elementos de alto potencial iónico (HFSE), presenta alta influencia de la cuña mantélica y es típico de una tectónica extensional de trasarco que originó cinco conos alineados en una fractura (Morera, Juan Murillo, Vuelta Kooper, Valle Hermoso y Los Chiles) así como el cono Pital, que se encuentra aislado del resto. La actividad eruptiva de estos conos inició con una actividad efusiva fisural, que generó flujos de lava basálticos de baja viscosidad y posteriormente ocurrió una actividad más explosiva que formó los conos piroclásticos. El otro componente se evidencia solo en el cono Buenos Aires y está enriquecido en elementos móviles, por tanto, muestra mayor influencia de la losa de subducción. Loma Barrantes muestra características mixtas entre ambos componentes magmáticos. En Loma Barrantes y Buenos Aires la actividad ocurrió en una sola fase eruptiva de carácter explosivo. Se concluye que los Conos Piroclásticos de Aguas Zarcas representan una transición de un magmatismo de arco a trasarco, debido a que presentan características intermedias entre ambos ambientes geotectónicos, además, seis de los conos muestran más afinidad con un volcanismo de trasarco, mientras que los otros dos conos son más afines a un volcanismo de arco. Estas diferencias entre los conos se atribuyen a distintas fuentes magmáticas y a diferencias en la profundidad de la losa, la cual presenta un cambio en el ángulo de subducción al extremo noroeste de la Cordillera Volcánica Central, donde se encuentran los Conos de Aguas Zarcas.

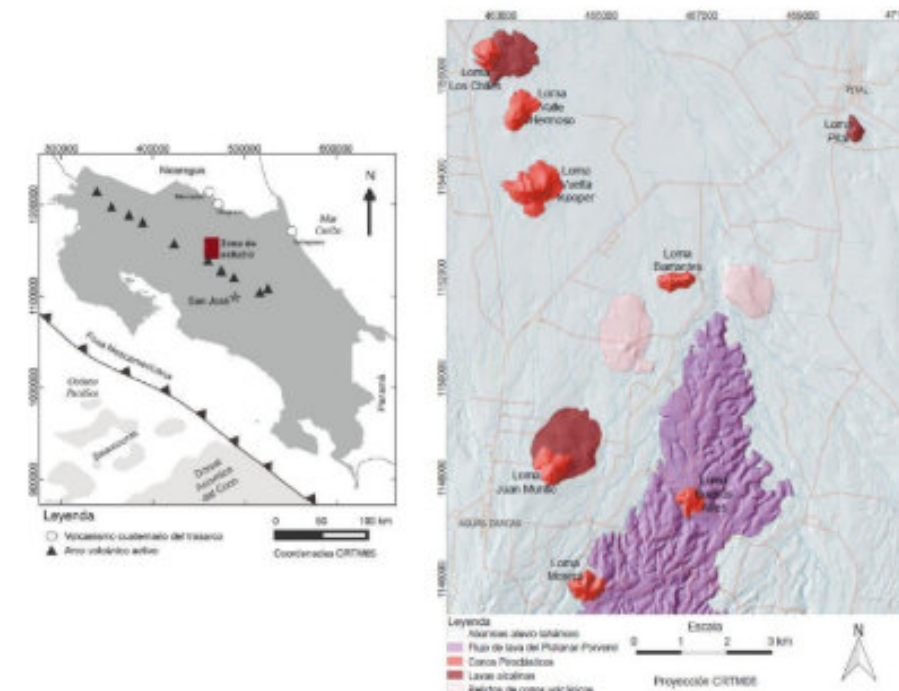


Figura 1.1. Ubicación de la zona de estudio.

Geochemistry, Geophysics, Geosystems[®]

RESEARCH ARTICLE

10.1029/2023GC010933

Special Section:

A fresh look at the Caribbean plate geosystems

Key Points:

- We integrate gravimetric, magnetometric, and seismic reflection data to identify oceanic crust in the Yucatan back-arc basin
- Heat flow and depth to the seafloor constrain a Late Paleocene-Middle Eocene age for the oceanic crust adjacent to the Cuban volcanic arc
- Similar back-arc basins nearby were inverted, subaerially exposed, and left-laterally offset during the late Eocene-Recent

Correspondence to:

J. P. Ramos and P. Mann,
jramosvargas@uh.edu;
pmann@uh.edu

Citation:

Ramos, J. P., & Mann, P. (2023). Late Cretaceous-recent tectonostratigraphic evolution of the Yucatan back-arc basin, northern Caribbean Sea. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 24, e2023GC010933. <https://doi.org/10.1029/2023GC010933>

Received 1 MAR 2023

Accepted 27 JUN 2023

© 2023 The Authors. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* published by Wiley Periodicals LLC on behalf of American Geophysical Union. This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License](#), which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

Late Cretaceous-Recent Tectonostratigraphic Evolution of the Yucatan Back-Arc Basin, Northern Caribbean Sea

Juan Pablo Ramos¹ and Paul Mann¹

¹Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Houston, Houston, TX, USA

Abstract The 110,000 km² Yucatan Basin in the northern Caribbean Sea is critical for understanding the Late Cretaceous to Recent tectonic evolution of the Caribbean-North American plate boundary. This study integrates gravity, magnetic, and a 5,500 km grid of 2D seismic data to carry out a tectonostratigraphic analysis of the Yucatan Basin. These data provide the first recognition of 38–102 km-long spreading ridges that constrain a SW-NE opening direction in the western Yucatan Basin. The age of this oceanic crust is constrained to be late Paleocene-middle Eocene (57–42 Ma) based on heat flow measurements, depth-to-seafloor, and three sedimentary sequences inferred to be Eocene–Recent in age based on stratigraphic correlations to distant wells. We interpret the Yucatan Basin as a back-arc basin formed during the northeastward movement of the Caribbean volcanic arc that is now exposed in Cuba, evolved during the early Cretaceous to middle Eocene, and was terminated by collision with the Bahama carbonate platform during the late Paleocene to middle Eocene. We identify regional, left-lateral strike-slip faults that extend into the Cuban volcanic arc, as observed in other active back-arc basins. We propose that the Yucatan back-arc basin once formed the northwestern extension of age-equivalent back-arc basins in Hispaniola, where the basin is inverted, topographically elevated, and strongly shortened, and in the Lesser Antilles where the Paleogene back-arc basin has remained undeformed and submarine. This once-continuous back-arc basin was disrupted and left-laterally offset by ~500 km during the Late Eocene-Recent formation of the Cayman trough strike-slip system.

Plain Language Summary This study utilizes seismic reflection data to carry out a tectonostratigraphic analysis of the Yucatan Basin.

1. Introduction and Significance

Geologic and geophysical data from decades of previous work has led to a widespread consensus that the present-day Caribbean area evolved as a consequence of the Great Arc of the Caribbean (GAC) moving in a northeastward and eastward direction and subducting an extensive area of the Proto-Caribbean Sea of Jurassic and early Cretaceous age that had formed as the result of the opening between North and South America (Boschmann et al., 2014; Burke, 1988; Burke et al., 1984; Escalona & Mann, 2011; Pindell & Dewey, 1982) (Figure 1). The importance of the formation, subduction, volcanic history, and collision of the GAC have led to detailed studies of its various volcanic arc segments that can be traced as a semi-continuous feature over a 4,300-km-long and strongly curved arc that can be traced on bathymetric-topographic maps (Figure 1a) and gravity maps (Figure 1b) from southern Mexico and northern Central America (Pindell et al., 2023; Ratschbacher et al., 2009; Rogers et al., 2007); western Cuba (Gordon et al., 1997; Hu et al., 2022; Pardo, 2009), southeastward through Hispaniola (Escuder-Virue et al., 2023; Hernáiz-Huerta & Pérez-Estaún, 2002; Mann et al., 1991) and Puerto Rico and the Virgin Islands (Román et al., 2021), southward to the small volcanic islands of the Lesser Antilles volcanic arc and largely submarine Aves Ridge remnant arc (Allen et al., 2019; Bouysse, 1988; Garroq et al., 2021), and westward along the subaerial and submarine Caribbean margins of Trinidad and Tobago (Christeson et al., 2008), Venezuela, and Colombia (Gorney et al., 2007; Kroehler et al., 2011; Neill et al., 2011; Vence & Mann, 2020; Ysaccis, 1997; Ysaccis & Bally, 2021).

The terminal collision between the northeastward and eastward-moving Great Arc and continental masses of North and South America with its accompanying deformation and cessation of arc volcanism has been described for segments of the northern and southern boundaries of the Caribbean including studies in southern Mexico and northern Central America (Pindell et al., 2023), western Cuba (Gordon et al., 1997; Saura et al., 2008), central Cuba (Cruz-Orosa et al., 2012; Rojas-Agramonte et al., 2008), southern Cuba (Rojas-Agramonte et al., 2011), Hispaniola (Dolan et al., 1991; Escuder-Virue et al., 2016), Puerto Rico and the Virgin Islands (Laó-Dávila, 2014;

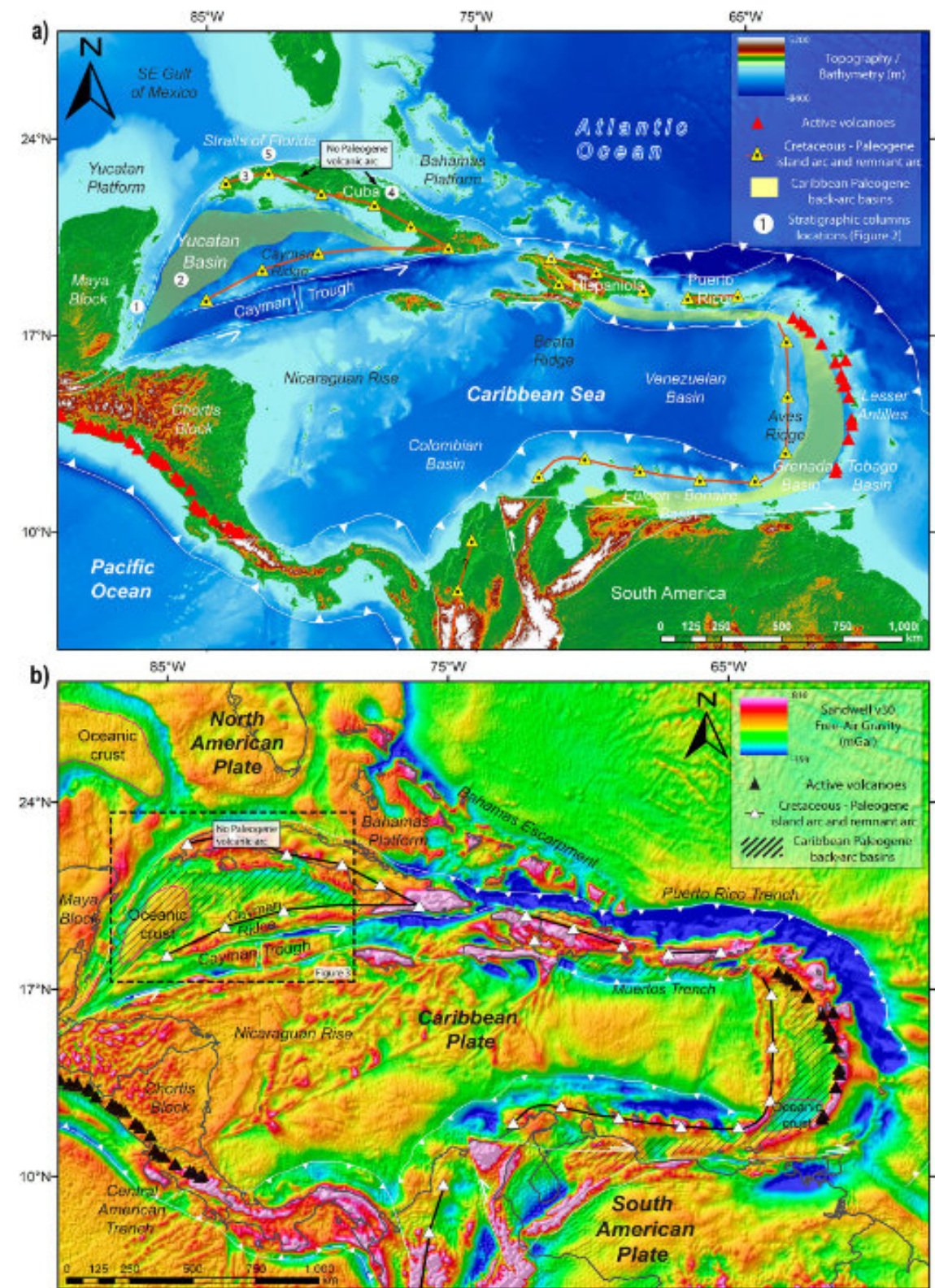


Figure 1. (a) Bathymetric-topographic map of the Caribbean region compiled from Tozer et al. (2019) and GEMCO Compilation Group (2020) showing the location of the study area of the Yucatan back-arc basin in the northern Caribbean Sea and the extent of the extinct, Cretaceous-Paleogene Great Arc of the Caribbean (GAC) and the still-active Lesser Antilles arc in the eastern Caribbean. Numbers 1–5 are keyed to the stratigraphic columns from the Belize margin, the Yucatan back-arc basin, and the Cuban segment of the GAC that are shown in Figure 2. The proposed continuation of the Yucatan back-arc basin into Hispaniola and the Lesser Antilles is shown by the yellow-shaded areas. The continuity of the back-arc basin has been disrupted by 500 km of Eocene-Recent eastward displacement of the Caribbean Plate relative to the area of the Yucatan back-arc basin and Cuban arc segment that has remained sutured to the North American Plate. (b) Free-air gravity from Sandwell et al. (2014) showing the distinctive high gravity anomaly related to the elongated basement high of the GAC. The area of the more detailed map of the Yucatan back-arc basin is boxed and shown in Figure 3.

REVISTA
MEXICANA DE
CIENCIAS GEOLÓGICASRevista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 43, núm. 2, agosto 2026, 102–121
ISSN-L 2007-2902
<https://rmcg.unam.mx>

Tipo: Investigación original

Revisión estratigráfica de las
formaciones Novillo y Olvido en el noreste de MéxicoSamuel Eguluz y de Antuñano^{1,*} y Jerjes Rigoberto Pantoja-Irys^{2,*,**}¹ Consultor independiente, Bonampak 103, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04700, México.² Corporación Ambiental de México, Texcoco 100, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64960, México.Corresponding author (S. Eguluz y de Antuñano): * seguluz662@gmail.com; ** jerjes.pantojai@unahuac.mx
ORCID: 0000-0003-0030-8681, 0000-0003-0802-3218Editores:
Natalia Pardo Villaveces
Luigi A. SolaríCómo citar:
Eguluz y de Antuñano, S., & Pantoja-Irys, J. R.
(2026) Revisión estratigráfica de las formaciones
Novillo y Olvido en el noreste de México.
Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 43(2),
102–121. DOI: <https://doi.org/10.22201/rmcg.20072902e.2026.2.1921>Manuscrito recibido: diciembre 5, 2025
Manuscrito corregido recibido: marzo 26, 2026
Manuscrito aceptado: abril 21, 2026
Publicado en línea: agosto 1, 2026Copyright
© 2026 Los autores.
Este es un artículo de acceso abierto publicado y
distribuido por la Universidad Nacional Autónoma
de México bajo los términos de una Licencia
Creative Commons Atribución-Reconocimiento
4.0 Internacional (CC BY), que permite el uso,
distribución y reproducción sin restricciones en
cualquier medio, siempre que se de crédito al autor
original y la fuente.

RESUMEN

Los nombres Novillo y Olvido fueron propuestos como formaciones para sucesiones de rocas sedimentarias (como unidades litoestratigráficas), de edad Jurásico. El Léxico Estratigráfico de México reconoce el nombre Novillo para designar a una unidad litodémica precámbrica formada por gneis; sin embargo, no registra al apelativo para la unidad sedimentaria del Jurásico, argumentando sinonimia de nomenclatura. El mismo Léxico no acepta a la Formación Olvido por no cumplir los requisitos que establece el Código Estratigráfico Norteamericano para designar unidades formales. El nombre Novillo originalmente fue dado a estratos de caliza, arenisca y marga con moluscos, en esta definición se incluyó un cuerpo de arenisca en la base, este cuerpo posteriormente fue segregado para incluirlo como Formación La Joya, y en ella, se omitieron pormenores para modificar a la unidad estratigráfica superior. El contacto superior de la Formación Novillo se describió subyacente a terrígenos con evaporita y caliza de la Formación Olvido. Las relaciones estratigráficas de los estratos Novillo (capas continentales abajo y yesos arriba) originaron remplazar equivocadamente el nombre Novillo por el de Zuloaga y constreñir, de manera equívoca, su contenido fósil al Oxfordiano. Este criterio erróneo ocasionó correlaciones estratigráficas regionales impropias. La Formación Olvido se definió de forma lacónica para designar estratos de yeso, arenisca y caliza, motivo por el cual se restringe ser aceptada con la categoría litoestratigráfica formal.

Este trabajo describe las características litológicas y cronoestratigráficas de las formaciones Novillo y Olvido para dar formalidad litoestratigráfica a estas rocas y admitir su debida inclusión en el Léxico de Nomenclatura Estratigráfica de México. En la Formación Olvido se reconocen tres miembros. Isotopía U/Pb en circones de la Formación Olvido arroja para la base edades de ~164 Ma y hacia la cima de ~155.5 Ma, que ubican su depósito entre el Caloviano y Oxfordiano. Los afloramientos estudiados permiten interpretar los ambientes de depósito y hacer las correlaciones estratigráficas regionales apropiadas con depósitos isócronos. Se acepta designar a la unidad litodémica Gneis Novillo, como Complejo Metamórfico Novillo. La revisión estratigráfica de las formaciones Novillo y Olvido se justifica por la importancia económica para la exploración de recursos naturales.

Palabras clave: Formación Novillo; Formación Olvido; litoestratigrafía; Jurásico Medio; Jurásico Superior; correlaciones; datación U-Pb; México

ABSTRACT

The names Novillo and Olvido were proposed as formations for successions of sedimentary rocks (as lithostratigraphic units) of Jurassic age. The Stratigraphic Lexicon of Nomenclature of Mexico recognizes the name Novillo to designate a Precambrian lithodemic unit formed of gneiss; however,

Magmatic and rare Eocene to Precambrian xenocrystic
zircons in Dominica reveal discrete crystallization
episodes and multiple sediment sourcesHolli M. Frey[†], Matthew R.F. Manon, Sarah Kittross, Mollie D. Pope[§], and Sarah K. Brehm[#]

Department of Geosciences, Union College, Schenectady, New York 12308, USA

ABSTRACT

The effects of sediment contribution to the Lesser Antilles island arc have been well explored with whole-rock trace-element chemistry and isotopic studies. To better understand the source of these sediments, we analyzed >400 zircons for U-Pb ages and trace-element chemistry in eight andesitic-dacitic ignimbrites and lavas younger than 100 ka from the island of Dominica in the central Lesser Antilles arc. The overwhelming majority of the zircons analyzed were magmatic in origin, with U-Pb ages younger than 10 Ma, but predominantly younger than 300 ka. Zircon trace-element chemistry is consistent with derivation from an oceanic-island arc, and positive $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ values (+5 to +15) support a juvenile depleted mantle source.

Rare Precambrian to Eocene xenocrystic zircons (36) were also found in the Dominican volcanics and record sediment dispersal from several different terranes as the Caribbean plate migrated eastward along the northern margin of South America. Although some previous detrital zircon studies in the region suggested zircons younger than 100 Ma were derived from the Great Arc of the Caribbean, the younger Dominican zircon xenocrysts (300–50 Ma) have elevated Th/Yb and U/Yb, as well as variable positive/negative $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ values, inconsistent with an oceanic arc origin. These zircons in Dominica were most likely derived from

the Eastern and Central Cordillera of the Andes, which experienced a flare-up in magmatism ca. 65–45 Ma. As the Great Arc of the Caribbean traversed along the South American margin, terrigenous sediments transported via river systems and turbidites accumulated in the forearc basin. Older zircons (1800–300 Ma) have a slightly different chemistry and equivocal source(s), including the Andes, northern Venezuelan coastal ranges, and/or the Guyana Shield.

INTRODUCTION

The genesis and evolution of the Caribbean region are complex and have been explored through seismic reflection data, marine magnetic anomalies, geochemistry, isotopes, and geochronology, with various models and mechanisms proposed. The most recent and active island arc, the north-south-trending Lesser Antilles arc, emerged in the middle Miocene (Aitken et al., 2011) or late Oligocene (Garroccq et al., 2021) through extension in the oceanic Grenada basin. It features a wide range of magmatic compositions (Macdonald et al., 2000) and isotopic heterogeneities (e.g., White and Dupré, 1986) that correlate in part to geographic position and proximity to South America, which provides high sediment flux into coastal basins. The northern islands of the Lesser Antilles arc have typical oceanic arc compositions, whereas the central and southern Lesser Antilles arc lavas are considerably more isotopically heterogeneous, with some whole-rock isotopic ratios (e.g., $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, and $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) recording “continental” values (e.g., Davidson, 1985; White et al., 1985; van Soest et al., 2002). This along-arc heterogeneity has long been a subject of much debate, and two processes have been proposed to account for the variation: (1) incorporation of sediment into the mantle source (e.g., White and Dupré, 1986; Carpentier et al., 2008, 2009; Labanieh et al., 2010, 2012) and (2) assim-

ilation of sediment-rich arc crust (e.g., Thirlwall and Graham, 1984; Davidson, 1987; Davidson and Harmon, 1989; Smith et al., 1996; Thirlwall et al., 1996; van Soest et al., 2002; Bezard et al., 2014). Irrespective of the process that involved the sediment (subducted sediment or crustal assimilation), the primary sediment source in the Lesser Antilles arc has been inferred to be South America, with sediments transported by the Orinoco River Delta (e.g., Carpentier et al., 2008, 2009) and precursor drainage basins east of the Maracaibo Basin. However, additional sediment sources, including the Great Arc of the Caribbean and the Central and Eastern Cordilleras of the Andes, should also be considered in light of the age and chemistry of xenocrystic zircons reported in this study.

Herein, we report >400 U-Pb laser-ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) ages of zircons from the relatively young (younger than 100 ka) andesite-dacite eruptions across the island of Dominica in the central Lesser Antilles arc, which provide insight into the crystallization history of the modern arc and preexisting crustal material through which the magmas ascended. In addition to establishing that Dominican magmatism is younger than 10 Ma, we found a unique age distribution of xenocrystic zircons that suggests the Dominica magmas assimilated sediment derived from multiple sources in South America.

GEOLOGIC BACKGROUND

Great Arc of the Caribbean and Lesser Antilles Arc

Today, the Lesser Antilles arc in the eastern Caribbean is ~750 km in length and extends from Saba in the north to Grenada in the south with a total of 11 volcanic islands (Fig. 1). It is the most recent manifestation of island-arc migration in the eastern Caribbean that began in the Early Cretaceous in the paleo-Pacific Ocean (Bouysse,

Holli M. Frey <https://orcid.org/0000-0002-3981-9043>[†]freyh@union.edu[§]Present addresses: Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, Laramie, Wyoming 82107, USA[#]Present address: Atmospheric and Geological Sciences Department, State University of New York–Oswego, Oswego, New York 13126, USAGSA Bulletin;
published online 16 January 2024<https://doi.org/10.1130/B37238.1>

LIBRO RECOMENDADO

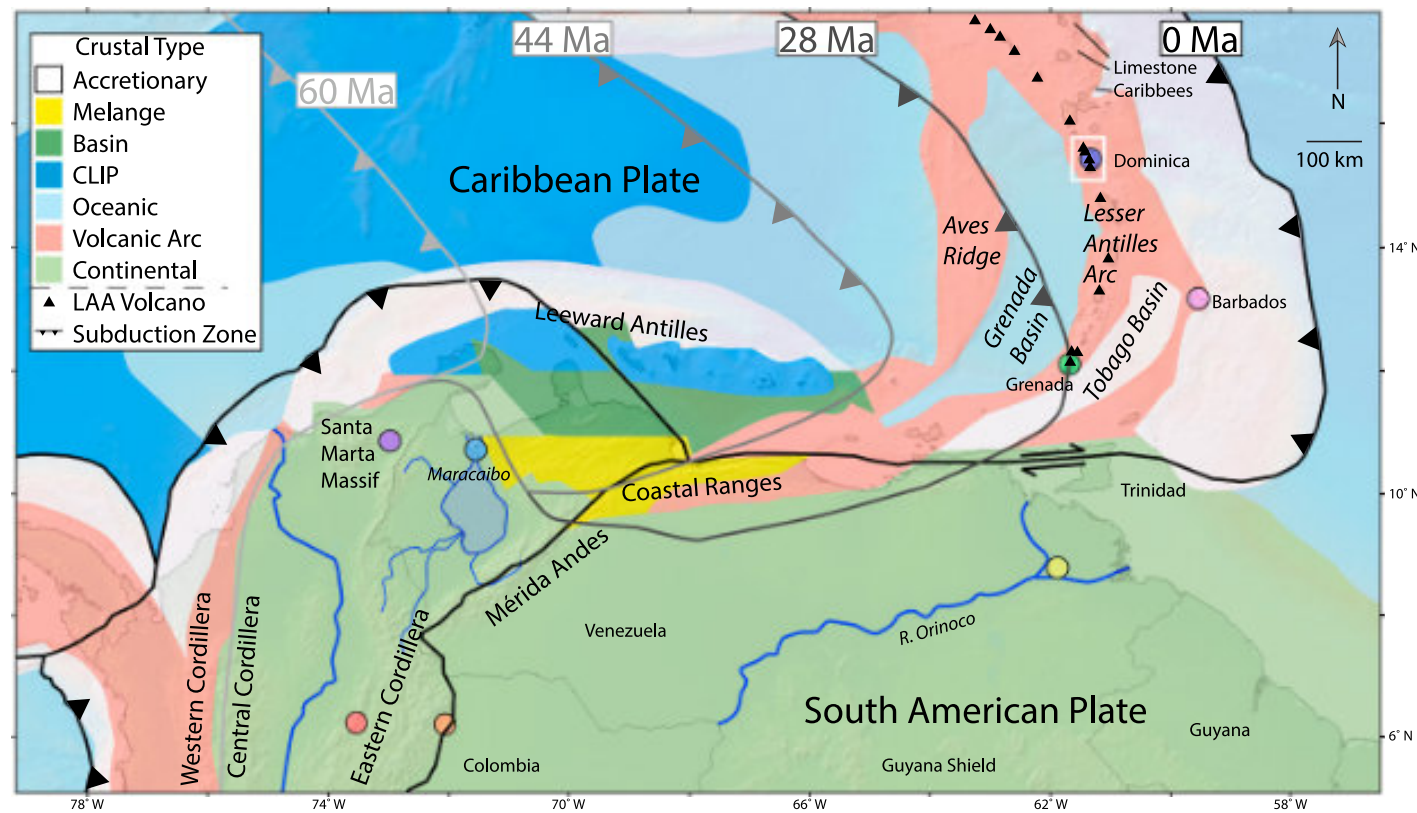


Figure 1. Overview map of the present-day Caribbean, with crustal types (modified from Zimmermann et al., 2021). The inferred position of the leading edge of the Great Arc of the Caribbean (GAC) as it migrated eastward is denoted by the labeled subduction zones (adapted from Xie et al., 2010). Volcanoes in the Lesser Antilles arc (LAA) are denoted by black triangles. Colored circles correspond to locations of comparative detrital zircon studies discussed in the text and shown in Figure 13. CLIP—Caribbean large igneous province.

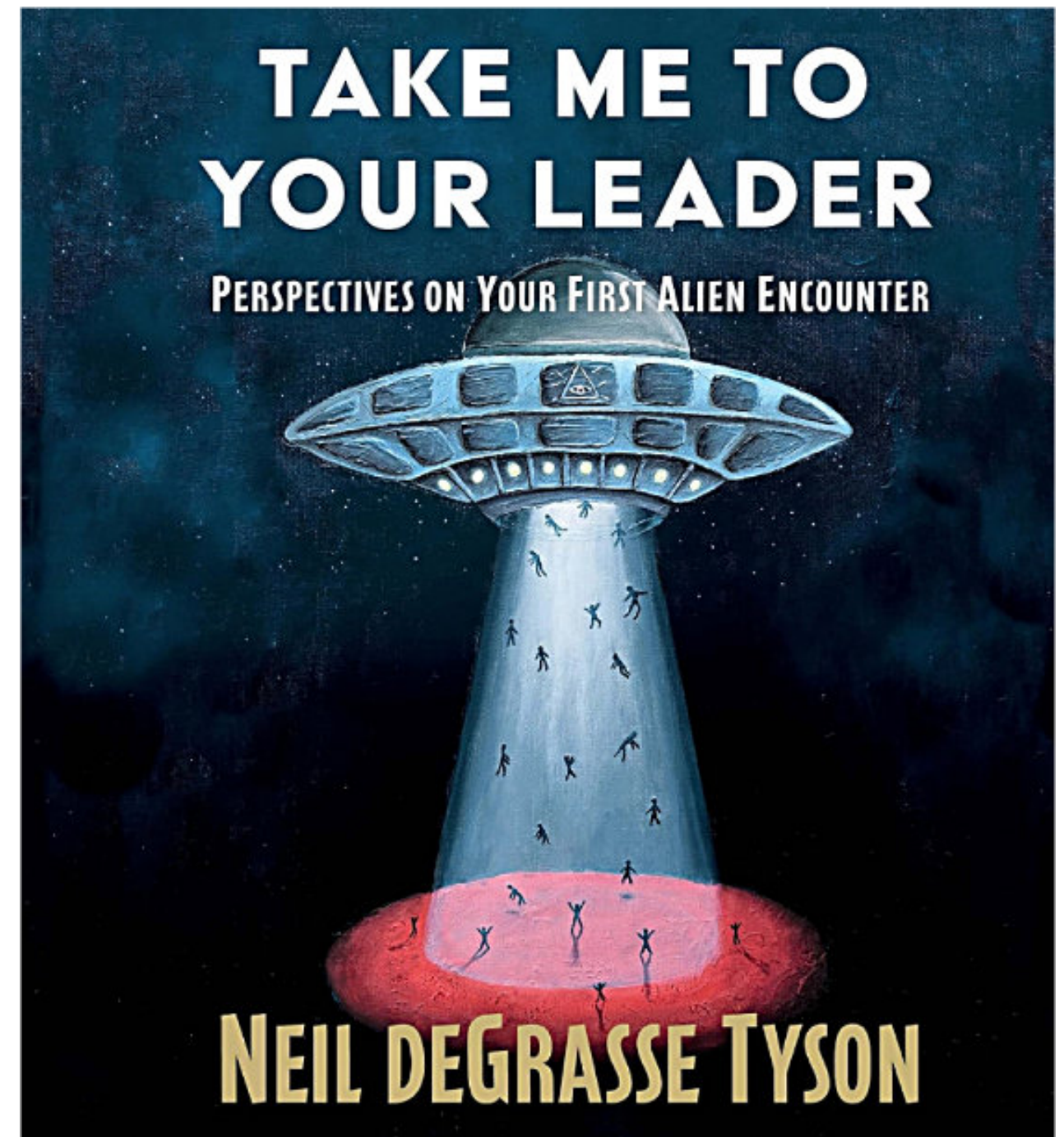
Si deseas que publiquemos tu tesis o resumen de algún artículo, por favor envíalo a **Miguel Vazquez Diego Gabriel**.



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



https://www.amazon.com/Take-Your-Leader-Practical-Encounter/dp/B0GHLLNNPY/ref=sr_1_2?crid=1WW5BJ4D35BO2&dib=eyJ2IjojMSJ9.OWXR88u9cGVT0VlKetlizzXi1W8Wb20ONGwASklh7KMITEOU6EgethHZ7iB5iTSBOB-Ry2RGrinPmG0dVutiXI4YpzUXsCA-KZF9TuS4coC_aZjQRNxsmeEHv6N1Xv9KdR58zx3qN-e_C_x_v_J_e_c_e_9_I_T_T_H_W_M_K_F_1_Y_Y_J-T3Jjgx2AUiosdabt0kHG1eLYfCN384ZEE5EWNnk31LzE7GnJkcgV0i4QailPWwlksDeYzU5KnAzDMP3aExvPlui6dExXgn45cfxHzj0Kx1OaeFQJyNzXULgqqdFXUf5LWB6daDzIKo.LyoWNet_8-5i1Wlkh47Bn_MsaBRE48521jDge7VNkdQ&dib_tag=se&keyword=s=neil+degrasse+tyson+book&qid=1786476499&srefix=Neil+deGrasse+Tyson%2Caps%2C199&sr=8-2

Reseña: Take Me to Your Leader: Perspectives on Your First Alien Encounter

Ficha bibliográfica

- **Autor:** Neil deGrasse Tyson
- **Editorial:** Simon & Schuster
- **Año de publicación:** 2026
- **Género:** Divulgación científica
- **Número de páginas:** 240 páginas
- **Edición leída:** Libro electrónico

Valoración general

Calificación (1-5): 4

Sinopsis breve

Take Me to Your Leader busca ser un manual de etiqueta para quienes comparten con el autor, Neil deGrasse Tyson, el deseo de ser abducidos por una civilización extraterrestre. A través de un divertido análisis que toma como referente a la cultura popular a partir de la década de 1950, el autor reflexiona sobre las distintas visiones que existen alrededor del concepto de la vida extraterrestre. Pero sobre todo, revela cómo el mito moderno de los visitantes de otro mundo es el reflejo de lo que somos, social y culturalmente.

Contexto de lectura

¿Por qué elegí este libro?

Admiro el trabajo de divulgación de Neil deGrasse Tyson, quien ha tomado como referente el estilo de Carl Sagan y se ha convertido en un referente de nuestra cultura popular actual. Con ayuda de las plataformas digitales ha adoptado un estilo propio que permite reflexionar sobre la relevancia que tiene la ciencia en nuestras vidas. Nunca había leído alguno de sus libros, pero su trabajo en la nueva versión de *Cosmos* y su relajado estilo en el podcast *StarTalk* atrajeron mi atención y mi curiosidad para explorar lo que tenía que decir al respecto de este tema.

¿Qué esperaba encontrar?

El concepto de vida extraterrestre ha permeado de tal manera nuestra cultura actual, que los visitantes de otro mundo, nuestra relación con ellos o las tramas políticas en galaxias muy lejanas forman parte de nuestras narrativas. Sin embargo, la línea entre la seriedad y la especulación con la que puede ser tratado este tema es muy delgada. Resulta cada vez más complejo convencer al gran público de que la pregunta ¿estamos solos? puede tratarse con rigor científico, mucho más allá de las teorías de conspiración. En este libro encontré una reflexión interesante y divertida al respecto de la forma en la que construimos este mito, apegándonos totalmente a nuestros temores y, en muchos casos, haciendo de los extraterrestres un reflejo de nuestro espíritu conquistador y del temor a los otros.

Análisis

Trama / Estructura

El autor utiliza un estilo narrativo y muy personal desde donde aborda, a veces con ironía, cómo sería un posible encuentro con un visitante extraterrestre.

Personajes / Ideas principales

La existencia de aliens que visitan o habitan la Tierra forma parte de un sistema de creencias basado en testimonios y donde se carece de evidencia verificable. A pesar de esto, el fenómeno sigue creciendo y los científicos están dispuestos a analizar cualquier pedazo de evidencia. Más que un fenómeno externo, parece imitar aquello que somos social y culturalmente para reflejarlo en una civilización alienígena que, como los dioses griegos, posee todas las cualidades, ambiciones y defectos humanos. Es como depositar en otros aquello que negamos reconocer de nosotros mismos.

Estilo y lenguaje

El libro está escrito como un ensayo, con una narrativa sencilla en donde constantemente se utiliza el humor y referencias a la cultura popular para sostener la idea del autor: que el fenómeno alien ha sido construido por nosotros con ayuda de nuestras narrativas, miedos y expectativas sociales.

Temas y mensajes

La soberbia humana como motor del mito.

El argumento principal del libro es la soberbia del humano al autonombrarse el ser más inteligente del planeta, y de ahí la fascinación que provocan los visitantes extraterrestres. Tyson recuerda que, en proporción del tamaño del cuerpo con el cerebro, ocupamos apenas el tercer lugar entre los seres vivos. También juega con la perspectiva: en un planeta cubierto de agua y con tan pocas zonas habitadas, un punto elegido al azar sobre la superficie muy probablemente no estaría habitado por humanos; y un observador extraterrestre que mirara una ciudad desde el espacio bien podría concluir que los seres inteligentes son los automóviles, que se desplazan de un lado a otro llevando en su interior una especie de parásito al que expulsan de vez en cuando. Lleva la ironía todavía más lejos con las bacterias, que en los hechos dominan el planeta y a nosotros mismos: nuestro comportamiento está estrechamente ligado a nuestra salud intestinal, y no somos más que un instrumento que almacena materia fecal con un extenso bioma en su interior. Es el recurso que más disfruté del libro: usar el humor para desinflar, capítulo tras capítulo, la idea de que somos el centro de cualquier historia cósmica.

Ciencia frente a testimonio.

Buena parte del libro contrasta el método científico con la lógica del testimonio, que sostiene la mayoría de las historias ovni. Para Tyson, el testimonio representa una carencia de evidencia, porque está siempre lleno de sesgos relacionados con el estado mental, las expectativas, los deseos, la imaginación y la presión de los pares y las autoridades. Ubica el origen de las teorías de conspiración en la Guerra Fría, y las describe como parte de un campo del pensamiento que llama "necesito una respuesta ahora mismo": todas comparten una brecha entre la forma en que se obtienen los datos y la conclusión a la que se llega, y evitan cruzar información cuando esta entra en conflicto con lo que se pretende afirmar. Un dato que me pareció revelador: son los países de habla inglesa los que estadísticamente presentan más avistamientos. También reconstruye cómo, en las décadas de 1950 y 1960, las primeras fotografías de "platillos voladores" en carreteras fueron tomadas por quienes entonces tenían cámaras a la mano —periodistas y turistas—, y cómo el fenómeno decayó cuando la industria automotriz dejó de usar elementos con forma de plato en las ruedas. En contraste, ubica a los astrónomos aficionados como la comunidad que de verdad vigila el cielo, porque conoce en todo momento la posición del Sol, la Luna, las estrellas y los planetas.

Comunicarnos con lo distinto.

Tyson también cuestiona nuestra soberbia intelectual recordando que el Homo sapiens es solo una de varias especies de homínidos que alguna vez existieron: ¿somos los más inteligentes o los más afortunados? De ahí salta a la dificultad de comunicarnos con otras especies, incluidos los chimpancés, de quienes nos separa apenas un 2% del ADN. Si ya nos cuesta

entendernos con un pariente genético tan cercano, ¿qué posibilidad real tendríamos de comunicarnos con una especie alienígena con la que no compartiríamos absolutamente nada de nuestra estructura genética, y cuya base de vida ni siquiera tendría que estar hecha de carbono? El tema se extiende a las unidades de medida: al ser creación nuestra, científicos alienígenas tendrían dificultad para comprender nuestros números y escalas. Y aquí Tyson aporta un argumento de física que me pareció de los más contundentes del libro: seres con tejidos similares a los nuestros no podrían sobrevivir a las velocidades y cambios de dirección que suelen describir los testigos de avistamientos, pues superan con facilidad las 50 G. Incluso si una civilización lograra viajar al 20% de la velocidad de la luz, dada la edad de la galaxia habría tenido tiempo de sobra para recorrerla y poblarla entera, incluida la Tierra —lo que hace más extraño aún que, de existir, no se hayan dejado ver con claridad.

El espejo cultural: de los discos dorados a las momias de Nazca.

Uno de los pasajes que más disfruté es el de los discos dorados enviados en las sondas Pioneer 10 y 11 durante la década de 1970, un proyecto en el que participó el propio Carl Sagan. Los discos incluían imágenes de un hombre y una mujer (caucásicos) desnudos, además de un mapa con la ubicación de la Tierra y notación sobre los elementos relacionados con la vida en nuestro planeta. Tyson, discípulo y continuador del trabajo de Sagan, no deja pasar la oportunidad de señalar lo curiosos —y hasta chuscos— que resultan hoy esos esfuerzos criptográficos: los planetas están dibujados en orden pero sin escala ni distancias correctas, y se omiten seis lunas más grandes que Plutón. El resultado, dice con ironía, es que un hipotético alienígena conquistador podría confundirse al no encontrar una región con ocho planetas y seis lunas grandes, y simplemente pasar de largo. Plutón, así, terminaría salvando a la humanidad.

El libro conecta también con la cultura mexicana en dos momentos que me parecieron los más entrañables del libro. El primero es el eclipse solar del 11 de julio de 1991, visto por millones de personas en México, muchas de las cuales ignoraban que junto al eclipse también eran visibles Marte, Venus y Regulus, la estrella más brillante de la constelación de Leo; en los audios de los videos de la época, registrados por astrónomos aficionados y profesionales, se escucha a varias personas señalar estos cuerpos celestes y afirmar que se trataba de ovnis. El segundo es mucho más reciente: en 2022, ante el Congreso mexicano, defensores del fenómeno mostraron dos momias humanoides recuperadas en Nazca, Perú. Tyson narra su propio intercambio de correos con uno de los supuestos descubridores, quien le invitaba a validar sus hallazgos con rigor científico.

Citas destacadas

¿Quién declaró a los humanos como la especie más inteligente? Respuesta: los humanos. (p. 66).

Así pues, los alienígenas podrían ser las criaturas más pacíficas del universo, poseedoras de un código moral superior a todo lo que la civilización humana ha alcanzado hasta la fecha. Sin embargo, nuestras narraciones han proyectado en ellos los peores comportamientos de la humanidad. Hemos visto al enemigo, y somos nosotros mismos. (p. 114).

Mientras que todos evadimos a abogados amateurs o a cirujanos amateurs, la etiqueta de amateur, cuando se aplica a la astronomía, es un honor, nunca un insulto. (p. 151-152).

Los científicos, curiosos y escépticos, seguirán investigando por su cuenta. El resto de nosotros aguardamos con expectación a que los alienígenas sean conducidos desde las recónditas salas de oficinas gubernamentales secretas hasta las audiencias del Congreso, o a que sean recibidos en las plazas públicas de todo el país. (p. 195).

Fortalezas

Es un análisis ligero en su narrativa, pero con una claridad de intención en su autor: silenciar nuestra credulidad y reemplazarla por un cuestionamiento profundo y lleno de fascinación sobre quiénes somos, qué lugar ocupamos en el cosmos y lo lejos que estamos de afirmar, con evidencia, que los aliens habitan entre nosotros.

Debilidades

Es un texto corto que deja con ganas de conocer y profundizar más, y que por ahora solo está disponible en inglés.

Conexiones

Libros relacionados o similares:

- Sagan, C. (2006). *Cosmos*. Editorial Planeta.
- Sagan, C. (2014). *El mundo y sus demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad*. Editorial Planeta.
- Sagan, C. (2016). *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana*. Editorial Crítica.

Conclusión

Un libro para quienes, como el autor, han deseado alguna vez ser abducidos por una civilización alienígena para conocer los secretos del universo y una realidad distinta. Recomendado para quienes gustan de la divulgación con algo de humor, y también para quienes buscan sus primeras lecturas en inglés: al ser corto y sencillo, puede resultar una grata experiencia para practicar una segunda lengua.



José Alonso Fernández López es Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación y Maestro en Educación. Con casi dos décadas de experiencia en educación superior, ha trabajado en innovación educativa, diseño de programas académicos y formación en tecnologías emergentes, inteligencia artificial y analítica de datos. En 2016 recibió el Premio Nacional del

Trabajo por sus aportaciones a la innovación aplicada a la educación. Es un apasionado de la historia, la tecnología y la divulgación de la ciencia, temas sobre los que escribe con el propósito de acercar el conocimiento a un público amplio.

alonso.fernandez@utcorregidora.edu.mx

<http://www.ucm.es/logo/ambiente.png>

Ilustradoras científicas en la sombra «Dibujantas» en la Universidad Central

Ana Cabeza Llorca y
Victoria López-Acevedo Cornejo



Hemisferios de Igualdad

EDICIONES
COMPLUTENSE

El trazado invisible de la ciencia: El valor geocientífico e histórico de las ilustradoras en la Universidad Central

Título: Ilustradoras científicas en la sombra. «Dibujantas» en la Universidad Central

Autoras: Ana Cabeza Llorca y Victoria López-Acevedo Cornejo Editorial: Ediciones Complutense (Colección Hemisferios de Igualdad)

Año y datos de edición: Madrid, 2026 | 166 págs. | ISBN: 978-84-669-4031-3 (Papel) / 978-84-669-4032-0 (PDF)

Acceso y descarga: Disponible en acceso abierto en el repositorio Docta UCM (<https://docta.ucm.es/bitstreams/a3e682e9-c739-4932-89e2-193c5bb7fba/download>)

Durante el periodo de consolidación y expansión de las ciencias naturales modernas en la primera mitad del siglo XX (1920–1960), la representación gráfica en los libros y artículos científicos no era solo un accesorio ornamental o didáctico, sino un pilar instrumental insustituible. En disciplinas como la paleontología, la geología, la botánica y la histología, donde la morfología de los fósiles, los cortes geológicos, las láminas delgadas de rocas y tejidos, los especímenes biológicos, etc. debían registrarse con rigurosa precisión milimétrica, la figura del ilustrador científico desempeñaba un papel tan esencial como el del propio investigador, tanto en el campo como en el laboratorio.

La obra Ilustradoras científicas en la sombra. «Dibujantas» en la Universidad Central, de las investigadoras Ana Cabeza Llorca y Victoria López-Acevedo Cornejo publicada por Ediciones Complutense, rescata del injusto olvido de la historia la vida y obra de nueve mujeres cuyas manos permitieron visualizar el conocimiento científico producido en la antigua Universidad Central de Madrid (actual Universidad Complutense).

El volumen, condensado en 166 páginas está magníficamente escrito y profusamente ilustrado y nos adentra en el papel no reconocido de la mujer en esos años. El texto es de fácil y agradable lectura y, se organiza en cuatro áreas institucionales clave:

La Facultad de Ciencias de la Universidad Central (pp. 23–78), es el capítulo más amplio del libro, y en él se examina la labor gráfica de tres mujeres en las cátedras de ciencias naturales, geología, paleontología y zoología. Como geóloga y conocedora de los libros de texto donde figuran las ilustraciones, quizás es el capítulo que más me ha gustado, sin desmerecer al resto.

La Escuela de Cajal (pp. 79–99), dedicado a la ilustración micrográfica e histológica, heredera de la célebre tradición analítica instaurada por Don Santiago Ramón y Cajal.

El Museo Nacional de Ciencias Naturales (pp. 101–123), un espacio dedicado a la zoología con ilustradoras especializadas sobre todo en fauna marina.

El Real Jardín Botánico (pp. 125–144), enfocado en la taxonomía y la morfología vegetal, área de íntima conexión con la paleoecología y la bioestratigrafía.

Hoy en día, todos estos dibujos, ha sido sustituidos por fotografías digitales, que en muchos casos no tienen el detalle, la luz, el enfoque, etc. del objeto de estudio. Las autoras demuestran cómo estas «dibujantas» no se limitaban a realizar copias serviles de especímenes, sino que ejecutaban un trabajo de síntesis e interpretación profundamente científico.

El texto combina con maestría el análisis sociológico, la perspectiva de género y la historia de la ciencia. Si bien las convenciones sociales de la época relegaban con frecuencia a la mujer a tareas auxiliares, "calladas y opacadas", el estudio de Ana Cabeza y Victoria López-Acevedo demuestra la firme determinación de estas nueve ilustradoras por firmar sus láminas, reclamar su lugar profesional y dejar una huella perdurable en la literatura académica.

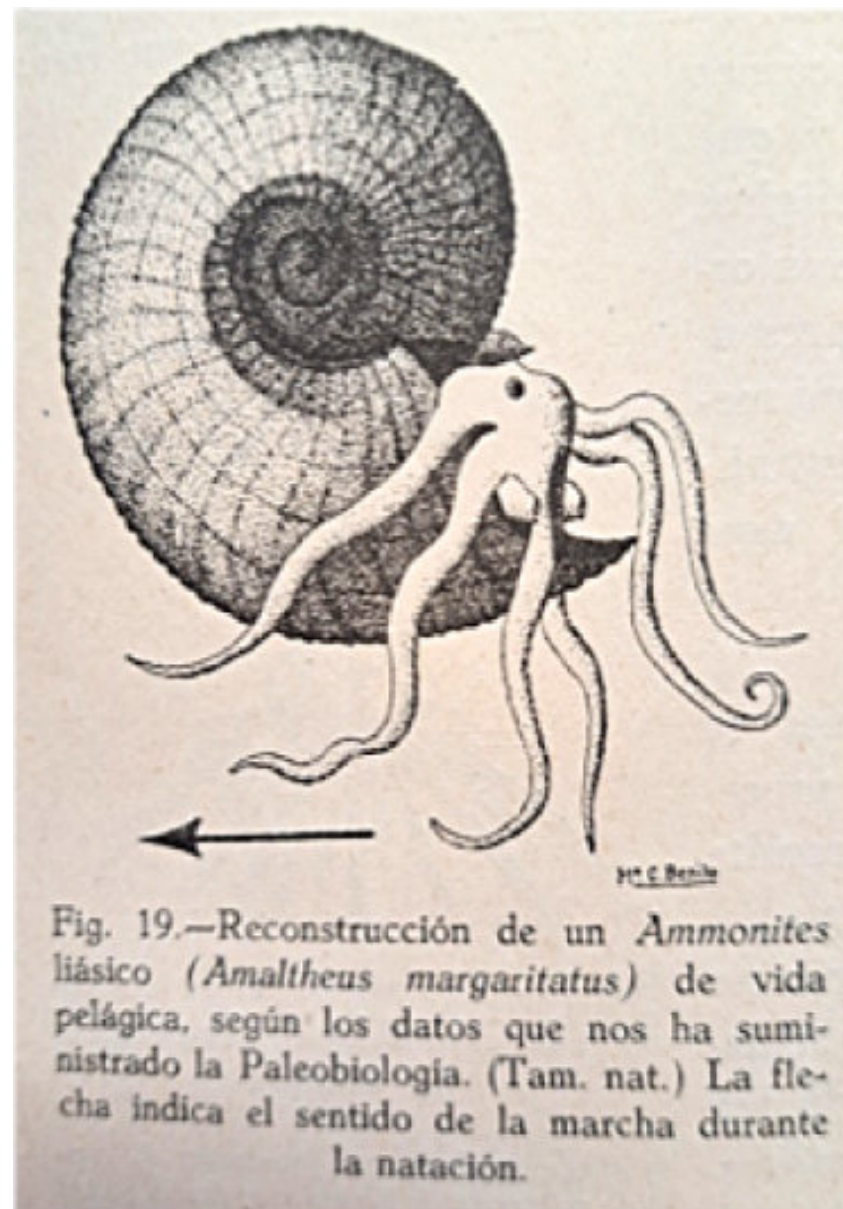
Ilustradoras científicas en la sombra es una obra imprescindible no solo para los historiadores del arte o de la ciencia, sino para todo profesional de las Ciencias de la Tierra y de la Vida que valore la imagen como lenguaje riguroso de conocimiento. Su disponibilidad en libre acceso a través del repositorio Docta UCM facilita que estudiantes, profesores, investigadores y divulgadores accedan a este fascinante homenaje a las mujeres que, desde la discreción del tintero y el pincel, ilustraron los cimientos de la ciencia contemporánea.

Sol López Andrés

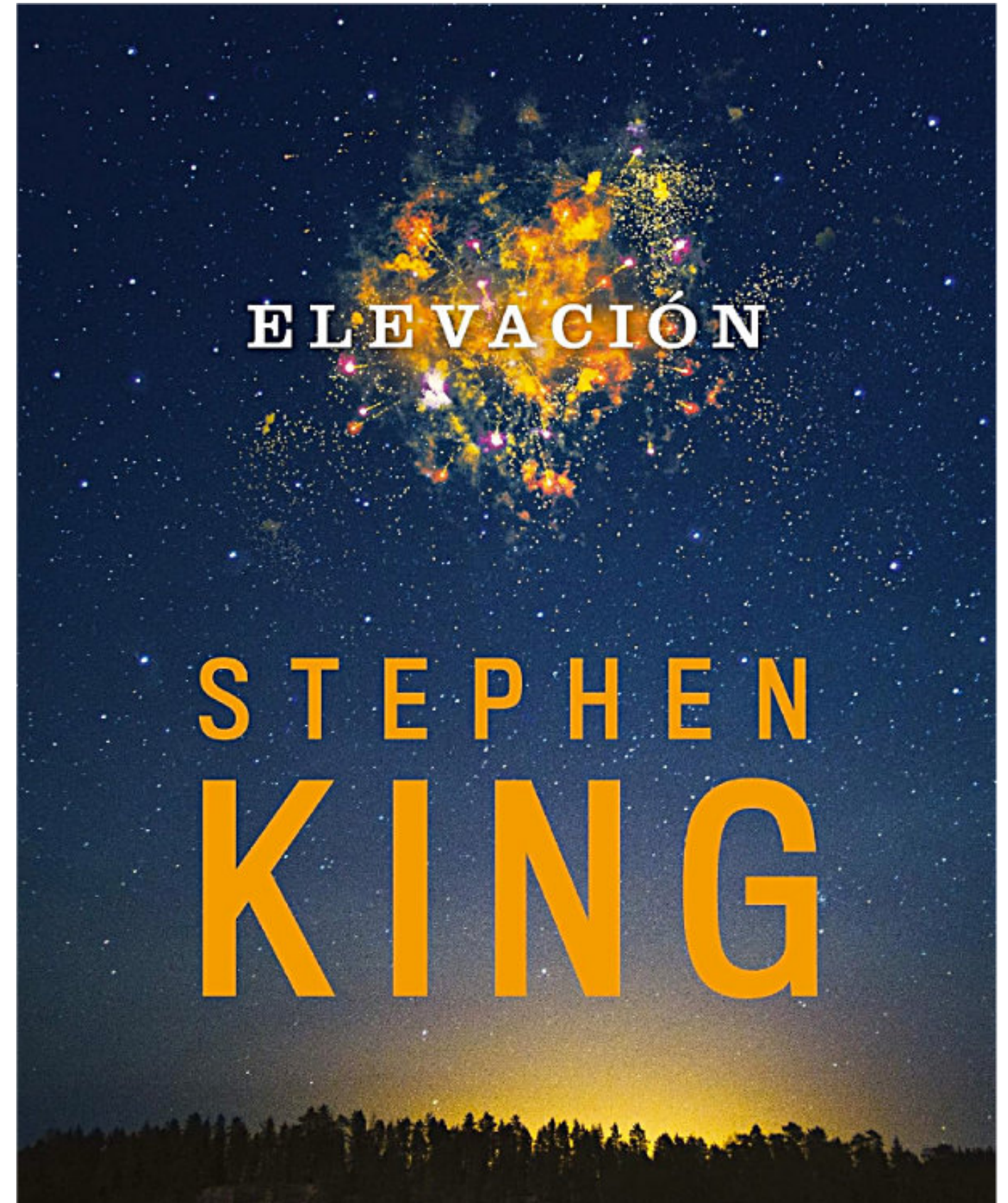
Catedrática del Departamento de Mineralogía y Petrología

Facultad de Ciencias Geológicas

Universidad Complutense de Madrid



<https://www.amazon.com.mx/Elevaci%C3%B3n-Stephen-King/dp/6073189915>



Elevación

Stephen King

Cesar Alberto Arriaga Bautista

Scott Carey sufre de una condición muy extraña: cada día pierde más y más peso. Lo curioso no sólo radica en eso, sino que su cuerpo no presenta adelgazamiento y, además, sin importar qué tan abrigado esté (o incluso si tiene o no ropa puesta), su cuerpo sigue pesando lo mismo. Su situación es confiada únicamente a su amigo Ellis, quien es doctor, ya que la ciudad en que habitan es muy pequeña, y los rumores se esparcen de inmediato.

Teniendo en cuenta que diariamente está perdiendo algo de peso, hay una sola pregunta que le atormenta: “¿Qué pasará cuando la báscula indique cero?”. A partir de ese momento, nuestro protagonista decide no perder su tiempo en nimiedades como las pequeñas discusiones con los vecinos, se dedica a probar cosas nuevas como la vestimenta y alimentos. Hace actividades que incluso tenía pendientes en su lista de “Hacer antes del día del Juicio Final”.

En su trayecto que le depara el disfrute de sus últimos momentos, conoce a gente nueva, hace amistades con quien jamás imaginó y es una fuente de inspiración y motivación para quienes le rodean.

Stephen King es un escritor increíblemente reconocido por sus exitosas novelas del género de terror. Pero también se ha dado a la tarea de explorar más allá. *Elevación* es una de sus novelas fuera del género característico del autor que nos inspira a ser mejores. Es una novela que, personalmente, ayuda a romper con la monotonía haciéndonos conscientes de nuestro entorno: las cosas y quienes nos rodean merecen ser observados. Todos merecemos ser valorados, y todos merecemos ser respetados.

Una novela que inspira y me hizo ver una vez más que, en esta vida, todos necesitamos de la ayuda de otros, sin importar lo capaces que seamos. Somos humanos, y no hay nada más hermoso que reconocerse como tal: con nuestros defectos y virtudes.



Soy estudiante de Ingeniería En Tecnologías de la Información e Innovación Digital en la Universidad Tecnológica de Corregidora. Tengo un gusto enorme por la lectura, indicando gran preferencia por el género de terror. Mundos distópicos e historia son otros géneros de mi agrado. Mis libros favoritos son “Misery” de Stephen King, la saga completa de “Los Juegos del Hambre” por Suzanne Collins, “Un Mundo Feliz” de Aldous Huxley. Actualmente, Milan Kundera es uno de mis escritores favoritos.

Correo: arriaga.bautista.cesar@gmail.com

TEMAS DE INTERÉS

Sostenibilidad en la transición energética. ¿Nos están pagando por usar electricidad limpia?

Natalia Silva Cruz

Colaboradora de la Revista

Durante los últimos años se han publicado titulares y comentarios de prensa casi descabellados: “Alemania registró 576 horas con valores negativos en 2025, con un precio medio de liquidación de -10,89 €/MWh y un mínimo de -250,32 €/MWh”, o más escandaloso aún: “En 2025, la Australia Meridional registró precios de electricidad inferiores a cero durante casi el 30% del tiempo”². Aunque de entrada suena como una excelente noticia, la realidad es que este fenómeno es la respuesta a un sistema de aprovechamiento energético que todavía no se adapta a las condiciones de generación, transmisión y demanda actuales.

Una simplificación de nuestros requerimientos energéticos es que cada día utilizamos más electricidad, que existen centros de datos consumiendo cantidades enormes de recursos y que estamos acelerando la electrificación de industrias. Es decir, el meollo es de escasez eléctrica. La realidad es mucho más compleja. Si bien la demanda está aumentando, la generación también lo hace, y el crecimiento global de producción a partir de fuentes renovables está superando el de los combustibles fósiles e inclusive, el de fuentes sostenibles no renovables, como la energía nuclear. Y en la medida en que las renovables representan una proporción mayor dentro de la matriz energética, es sustancial adaptarnos y aprender a consumir, almacenar y transportar electricidad de acuerdo con el momento en que está disponible.

Hoy analizaremos casos puntuales en los que hemos observado precios negativos de la electricidad, y evidenciaremos que la causa de la falta de armonía entre generación y demanda no es algo exclusivo de las energías renovables o de los sistemas de transmisión limitados, sino en general, de qué tan flexibles son nuestros sistemas eléctricos ante condiciones cambiantes o no previstas.

Alemania. Es el caso más extremo de Europa. La capacidad de generación solar y eólica está teniendo una expansión agigantada, lo que representa una generación que excede

la demanda durante los meses más calientes hacia mediados del día, que es cuando la generación solar alcanza su cúspide. Aunque este fenómeno está aumentando en los últimos años, ya se están previendo mecanismos de mitigación para fomentar un aprovechamiento eficiente de la energía. En primera medida, el gobierno está retirando subsidios para aquellos generadores que exceden cierto número de horas en las que el precio de venta es negativo, buscando impulsar la implementación de sistemas de almacenamiento energético para que la electricidad sea enviada en horas en la que no haya generación, pero sí demanda, como en las noches. Ver la Ley de Energías Renovables de Alemania (*Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG), parágrafo 51.

Francia. En mayo de este año la electricidad llegó a unos precios en el mercado de -498 €/MWh, y en lo corrido de enero a junio, ya llevaba 40% más horas con valores de cero o negativos que durante el mismo período en 2025³. Pero la razón no está simplemente relacionada a la generación solar, parte del motivo es la limitación de flexibilidad de las plantas de energía nuclear (que tienen una proporción del 78% en la matriz energética francesa) y la falta de planeación ante lo períodos vacacionales.

Texas, Estados Unidos. Este estado tiene la primera posición en cantidad total de electricidad generada a partir de fuentes renovables entre todos los Estados Unidos, siendo el responsable del 17% de toda la energía limpia del país. Sin embargo, dentro de su matriz energética, la renovables solo cuentan con una participación del 30%. Aun así, esto no blindó su sistema eléctrico de interrupciones, en el pasado mes de abril, Reuters reportó que tanto la electricidad como el gas natural mostraron precios negativos debido a que se presentó un período de clima más ligero y templado del anticipado, por lo que la demanda energética cayó, dando lugar a un excedente de recursos que tuvieron que ser ofrecidos en el mercado con valores negativos. Y el impacto no hubiera sido tan grande si la red de transmisión y los mercados locales energéticos estuvieran mejor distribuidos o si existiera una mayor capacidad de interconexión entre Texas y otros estados, permitiendo la comercialización hacia otras zonas de consumo.

Australia Meridional. Este ejemplo muestra dos extremos radicales, si bien durante 2025 se registró que casi el 30%

del tiempo el precio de la electricidad tuvo valores negativos, también se presentaron ocasiones en las que los precios alcanzaron los 300 \$/MWh o más⁴. Esto es un síntoma de que la infraestructura y los mecanismos de flexibilidad del sistema todavía están adaptándose a las condiciones de producción actuales, Australia tiene una capacidad de generación solar enorme, no obstante, una parte importante de esa electricidad es producida en momentos en los que no es requerida, y cuando la demanda aumenta, los sistemas tradicionales no dan abasto y los precios suben a valores exorbitantes. La solución requiere inversiones de capital enormes para la implementación de baterías, flexibilización de la demanda, o la integración de mercados que permita el flujo de energía hacia otros estados.

Los precios negativos no son un indicativo de que la electricidad se esté abaratando. Si continúan existiendo sistemas en los que se alterna la abundancia con la escasez

energética, lo único que vamos a conseguir es una volatilidad de precios. El objetivo debe ser utilizar los recursos cuando y donde estén disponibles de manera eficiente.

Entonces, ¿nos están pagando por usar electricidad limpia? No es tan así, y tampoco es lo que se desea porque entonces no existiría inversión para la investigación ni construcción de plantas generadoras. Al final del día, los precios negativos son compensados por las alzas en épocas de alta demanda, y lo ideal sería que la energía generada sea gestionada manteniendo precios estables y que la curva de demanda sea cubierta sin forzar el sistema. Durante más de un siglo hemos aprendido a que la generación debe responder a la demanda. Esos días están llegando a su fin. La mentalidad del siglo XXI consiste en flexibilizar el consumo y la generación, actualizar la interconexión de redes y ampliar el almacenamiento según lo requiere el nuevo orden energético.

¹Ricardo PLC. Europe's negative electricity price hours double in Q1 amid renewables surpluses, market imbalances. Mayo 2026.

²Mercer, D. Big swings in Australia's electricity market have a frustrating effect on our power bills. ABC News. Febrero, 2026.

³Deboutte, G. France sees negative spot price of -€498/MWh. PV Magazine. Junio 2026.

⁴Mercer, D. Big swings in Australia's electricity market have a frustrating effect on our power bills

By energy reporter Daniel Mercer. Febrero 2026.



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

Ensayo de tracción en pilotes

Autor:

Ing. Pedro Suarez Florit.

Coautores:

Ing. José Rafael Navarro Limia

Tec. Aurelio Cuesta Quinta

Tec. Eduardo Cobas Matos

El presente trabajo aborda el tema de los ensayos de tracción en pilotes, el mismo es un tema que se ha tratado con poca frecuencia en Cuba y las bibliografías nacionales consultadas tratan este tema muy someramente por eso es de gran importancia este trabajo. El problema a resolver estaba centrado en los posibles estragos que pudiera ocasionar un huracán de gran intensidad, específicamente la extracción de los pilotes cortos que sustentan las mesas fotovoltaicas debido a la inclinación de estas y de la longitud de empotramiento de los pilotes. La tarea principal fue iniciar una investigación, sobre el tipo de equipo apropiado para la ejecución de los ensayos y que se pudiera ofrecer una respuesta apropiada al problema planteado, también con la correspondiente metodología de ensayos a ejecutar.

Bibliografía principal

ASTM Designation: D 3689 – 90 (Reapproved 1995)

Standard Test Method for Individual Piles Under Static Axial Tensile Load

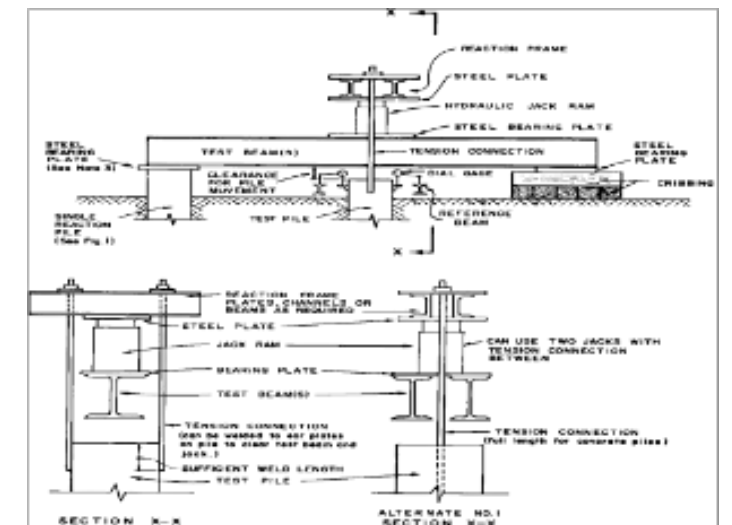
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428

Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards.
Copyright ASTM

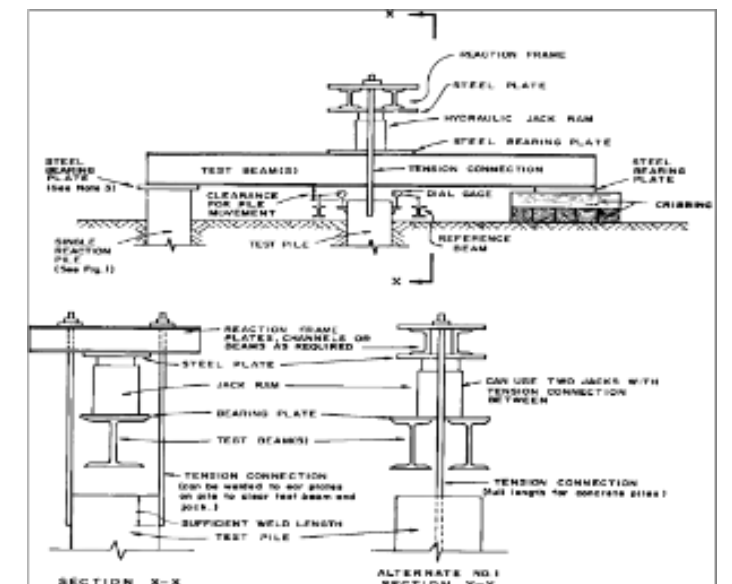
De la Norma ASTM D 3689 – 90 se analizaron las metodologías de los ensayos en sus diferentes modalidades y el equipo adecuado según nuestras posibilidades.

Para la construcción del equipo el Ing. J. M Alfaro Suárez decidió trabajar con los mismos materiales (vigas de aceros de perfiles U, los zapatos utilizados para el agarre de las patas con el bastón amarrado con soldadura



Proyecto definitivo, con pequeñas modificaciones.

(Basado en la Norma ASTM - D 3689-90)



A continuación se muestran las partes de equipo.
Barras deslizantes, unidas en la parte superior por una viga I y por la parte inferior por una pieza denominada zapato que es donde se fija el tornillo que sobresale del pilote.
Barra soporte es donde se apoya el gato hidráulico y se conecta con el anillo dinamométrico y este ultimo a la unión superior de las vigas deslizantes.

A continuación se muestran algunas fotos del equipo.
Soportes de madera recia (2 burros), es donde se apoya la viga soporte y ayuda a la nivelación horizontal de equipo.
Los instrumentos de mediciones utilizados son los siguientes: Anillo dinamométrico, cronometro, nivel y termómetro.



Metodologías utilizadas en la ejecución de los ensayos.
Para la preparación de las metodologías de los ensayos analizamos dos aspectos fundamentales:
Las indicaciones que proporciona la Norma ASTM D 3689 – 90.
Las condiciones reales que se van a crear durante un huracán de gran intensidad, en el lugar donde se encuentra el Parque fotovoltaico .
Se ejecutaron pruebas rápidas y lentas, simulando la rachas de viento rápidas (pruebas rápidas) y las rachas de vientos sostenidos (pruebas lentas)-
En las pruebas lentas se aplicaron incrementos de cargas a tracción axiales de 25 % de la carga máxima (1.5 t) con

intervalos de tiempo de hasta 30 minutos, para evaluar posibles deformaciones en el perno de anclaje.
En las pruebas rápidas se aplicaron las cargas axiales de tracción rápidamente, hasta alcanzar la carga máximo o sea 1.5 t, en este caso se mantuvo la carga máxima unos 30 minutos.
En ambos casos no se observaron deformaciones en el equipo ni señales de extracción de los pilotes cortos.
Cálculo de la fuerza de tracción con del anillo dinamométrico.
(Hojas de cálculo Excel)

Ton/div	Divisione	%	Ton/div	Divisione	%
0,047	5		1,128	120	75%
0,094	10		1,175	125	
0,188	20		1,222	130	
0,235	25		1,269	135	
0,282	30		1,316	140	
0,329	35		1,363	145	
0,376	40	25%	1,41	150	
0,423	45		1,457	155	
0,47	50		1,504	160	100%
0,517	55		1,551	165	
0,564	60		1,598	170	
0,611	65		1,692	180	
0,658	70		1,786	190	
0,705	75		1,88	200	125%
0,752	80	50%	1,974	210	
0,799	85		2,068	220	
0,846	90		2,115	225	
0,893	95		2,162	230	
0,94	100		2,209	235	
0,987	105		2,256	240	
1,034	110		2,303	245	
1,081	115		2,35	250	

Instrumento de medición: Anillo dinamométrico de 5 t, factor de corrección 0.094 t/div.
Prueba No1 Explanada No1 Fecha 13/0814
Hora 10:30 AM

CONCLUSIONES

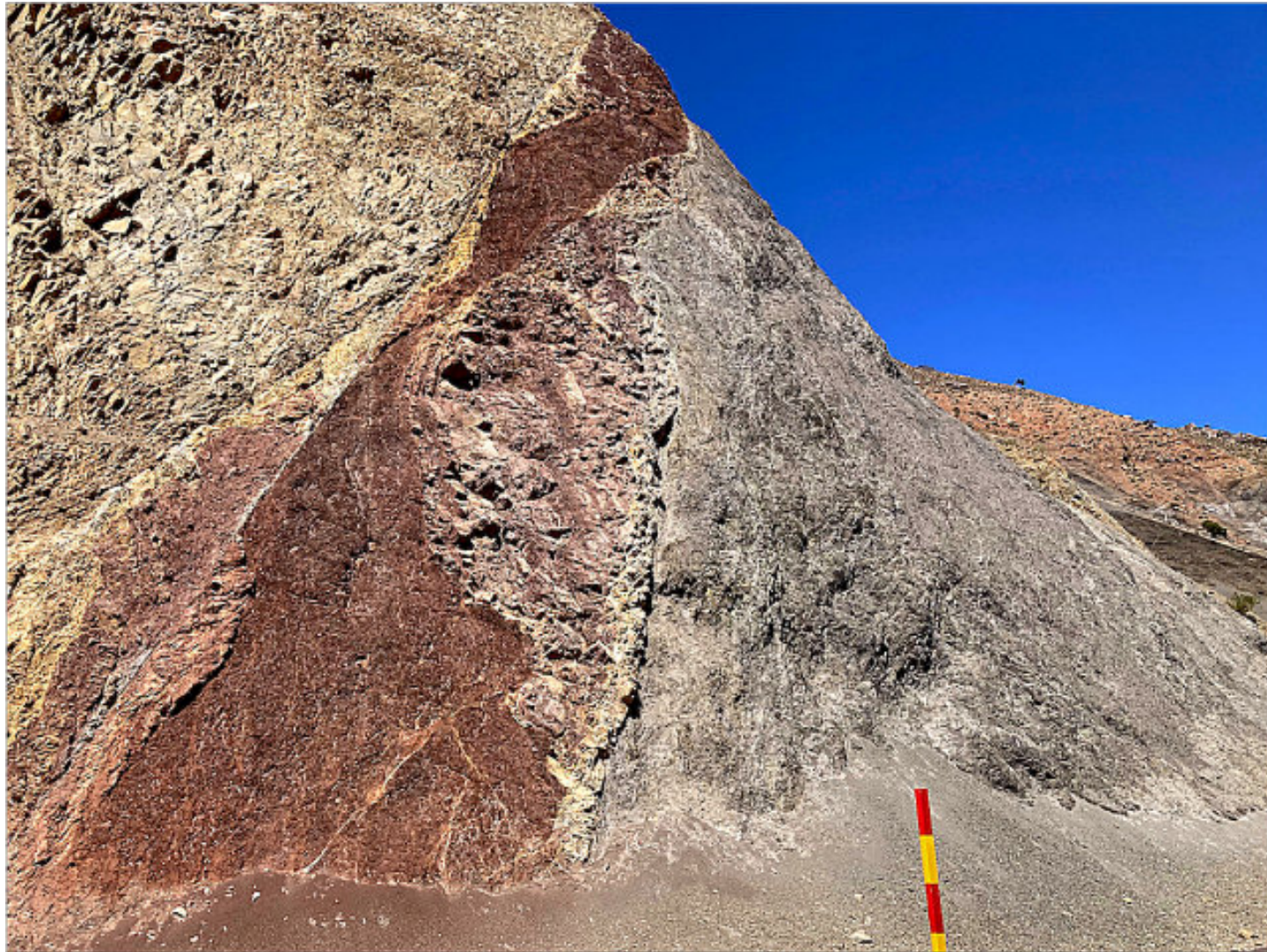
El trabajo realizado es de carácter novedoso, donde se obtuvo un equipo, construido con medios propios de la EFIA Santiago de Cuba, para ejecutar ensayos de tracción en pilotes.
Las modificaciones realizas fundamentalmente, esta en la incorporación de un anillo dinamométrico de 5 t.
Los materiales utilizados en la construcción del equipo, así como las soldaduras y demás aditamentos resistieron, las

cargas axiales de tracción aplicadas , sin producirse deformaciones ni roturas en el equipo.
No se poseen antecedentes en Cuba de la ejecución de estos ensayos.

La metodología empleada esta basada fundamentalmente en la Norma ASTM D 3689 – 90, pero adaptada en un 50 % a las condiciones fijadas por proyecto (huracán de gran intensidad) y la carga de tracción concebida.

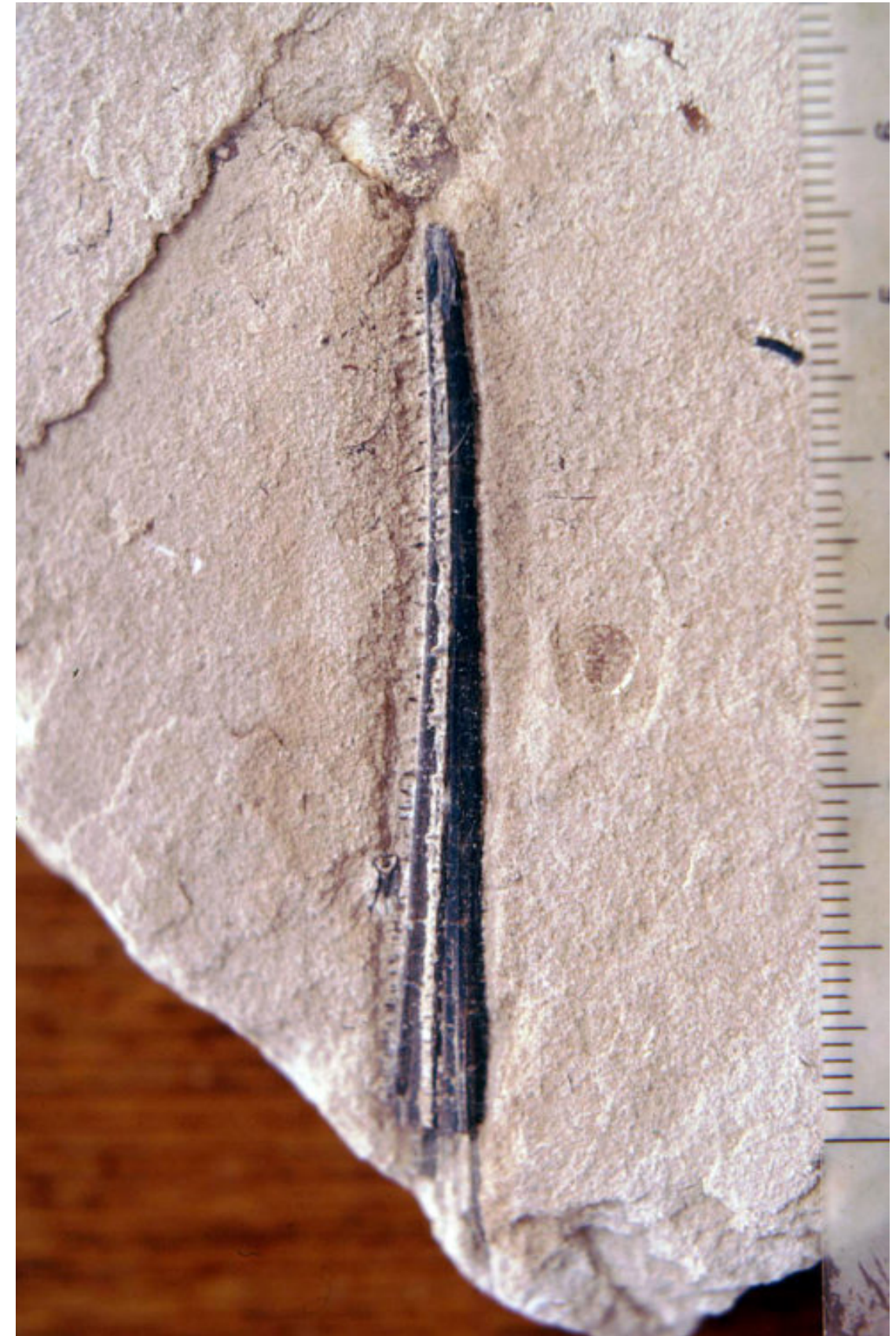


Ing. Pedro Suarez Florit
Esp. A de Proyecto e Ingeniería
EFIA Santiago de Cuba, ENIA, Invescons



This roadcut on the west side of highway N9 in the High Atlas of Morocco exposes the **Tizi n'Tichka Fault** that has both a component of right-lateral strike-slip and reverse offset. The east-northeast-trending fault, part of the South Atlas Fault zone, juxtaposes Cambro-Ordovician gray marine shales on the north with Triassic terrestrial redbeds on the south.

This is one of many locations described in the High Atlas-AntiAtlas self-guided geotour of Morocco that will be part of an upcoming book on geotourism in the Mediterranean region by **G.L. Prost** and published by CRC Press.

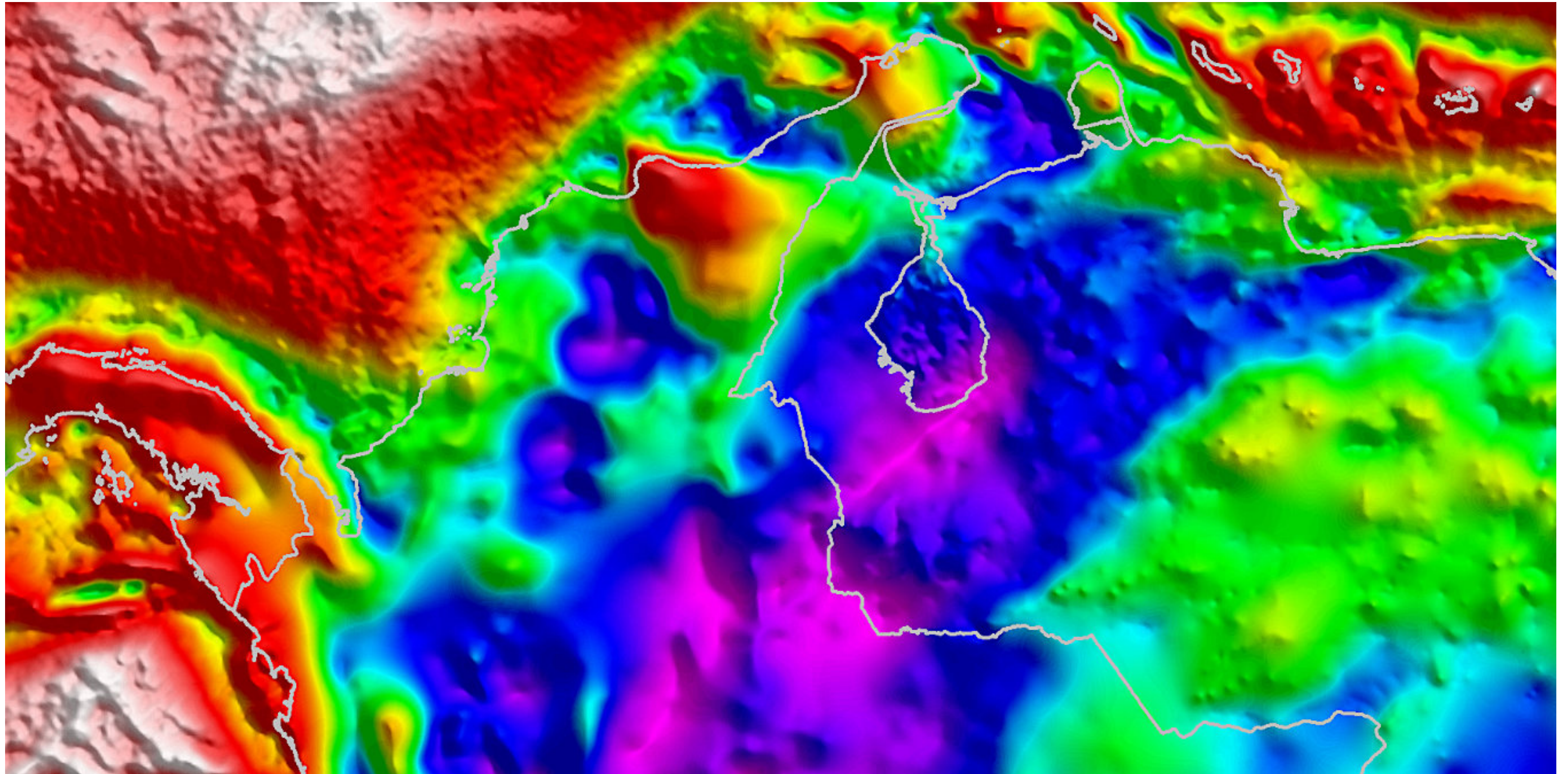


Fragmento del rostro del pez *Belonostomus* sp. (Familia Aspidorhynchidae). Escala en cm. Foto de **Jhonny E. Casas**.



Trabajo de campo para coleccionar muestras de nieve en un transecto desde los 5 380 metros de altitud hasta la base del glaciar, a 4 800 metros, en el Nevado Yanapaccha, Cordillera Blanca, Andes peruanos. Las muestras se utilizan para determinar microplásticos, carbono negro y metales pesados. El estudio integral incluye modelar posibles trayectorias atmosféricas y fuentes de partículas con el modelo HYSPLIT (<https://www.arl.noaa.gov/hysplit/>). Fotografía de Jehu Hinojosa.

Mapa de Anomalía Completa de Bouguer del este de Panamá, norte de Colombia y oeste de Venezuela. Datos compilados por Getech y licenciados por Repsol. Antonio Olaiz, Repsol.





La Piedra del Elefante, es un prominente relieve dómico tipo “bornhardt” asociado a procesos de exfoliación y descompresión en clima tropical de rocas gneisico-graníticas precámbricas del Escudo Guayanés. Su rasgo más distintivo es su morfología zoomorfa, que evoca la figura de un elefante en reposo. Se localiza en unos 25 km al oeste de Ciudad Guayana, en el estado Bolívar, Venezuela (Foto **J. Porras**).



Secuencia de limolitas, calizas silíceas y margas altamente inclinadas, fracturadas y deformadas del Grupo Guayuta (Cretácico Superior) al este de la Playa Puinare, Isla Chimana Grande, Mar Caribe, NE Venezuela. Hacia la base se identifican pliegues apretados, flexuras y oquedades de pequeñas dimensiones (Foto **J. Porras**).

El Mundo a través del Microscopio

Participación en el Curso de Verano Biodiversión 2026, Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro, México.

Plancarte Velasco Sharon Massiel, Regalado Arreola Fátima Monserrat, Martínez Sierra María Fernanda y Calvo-Ramos Daniela K.

Universidad Tecnológica de Corregidora. Carretera Estatal 413, Km 11.2, Santa Bárbara, C. P. 76924, Corregidora, Querétaro, México.

*daniela.calvo@utcorregidora.edu.mx

Como parte del Curso de Verano Biodiversión 2026, organizado por el Jardín Botánico Regional de Cadereyta, se llevó a cabo el taller “*El mundo a través del microscopio*”, una experiencia de divulgación científica dirigida a niñas y niños de la región de Cadereyta y municipios cercanos.

El Jardín Botánico Regional de Cadereyta cuenta con una importante colección de carácter regional dedicada a documentar y conservar la diversidad vegetal del Semidesierto Queretano-Hidalguense, una región ecológicamente vinculada con el Desierto Chihuahuense, considerado el desierto más extenso de América del Norte y uno de los de mayor diversidad biológica del mundo. Esta región se localiza en el centro de México y comprende parte de los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.

Cada año, el Jardín Botánico abre sus puertas a las nuevas generaciones mediante sus cursos de verano, en los que niñas y niños tienen la oportunidad de acercarse a la naturaleza y descubrir la riqueza biológica de su entorno a través de actividades educativas, recreativas y científicas.

En este contexto surgió el taller “*El mundo a través del microscopio*”, cuyo propósito fue despertar la curiosidad y el interés científico de los participantes mediante la observación de microorganismos y diferentes muestras a través del microscopio. A lo largo de la actividad, los pequeños científicos descubrieron que existe un mundo que permanece oculto a nuestros ojos y que, con ayuda de una herramienta científica, puede convertirse en un universo lleno de formas, estructuras y detalles sorprendentes.

Durante el taller se explicó de manera sencilla y divertida la importancia del microscopio, su funcionamiento y las posibilidades que ofrece para estudiar aquello que no podemos observar a simple vista. Los participantes tuvieron la oportunidad de utilizar el equipo, explorar diferentes muestras y descubrir estructuras presentes en elementos de su entorno cotidiano.

Más que aprender a utilizar un instrumento científico, la actividad buscó transformar la curiosidad natural de los niños en una oportunidad para hacer preguntas, observar, explorar y descubrir. De esta manera, el microscopio se convirtió en una ventana hacia un mundo invisible, demostrando que la ciencia puede encontrarse en los lugares más cotidianos y que observar con atención puede ser el primer paso para comenzar a comprender nuestro entorno.



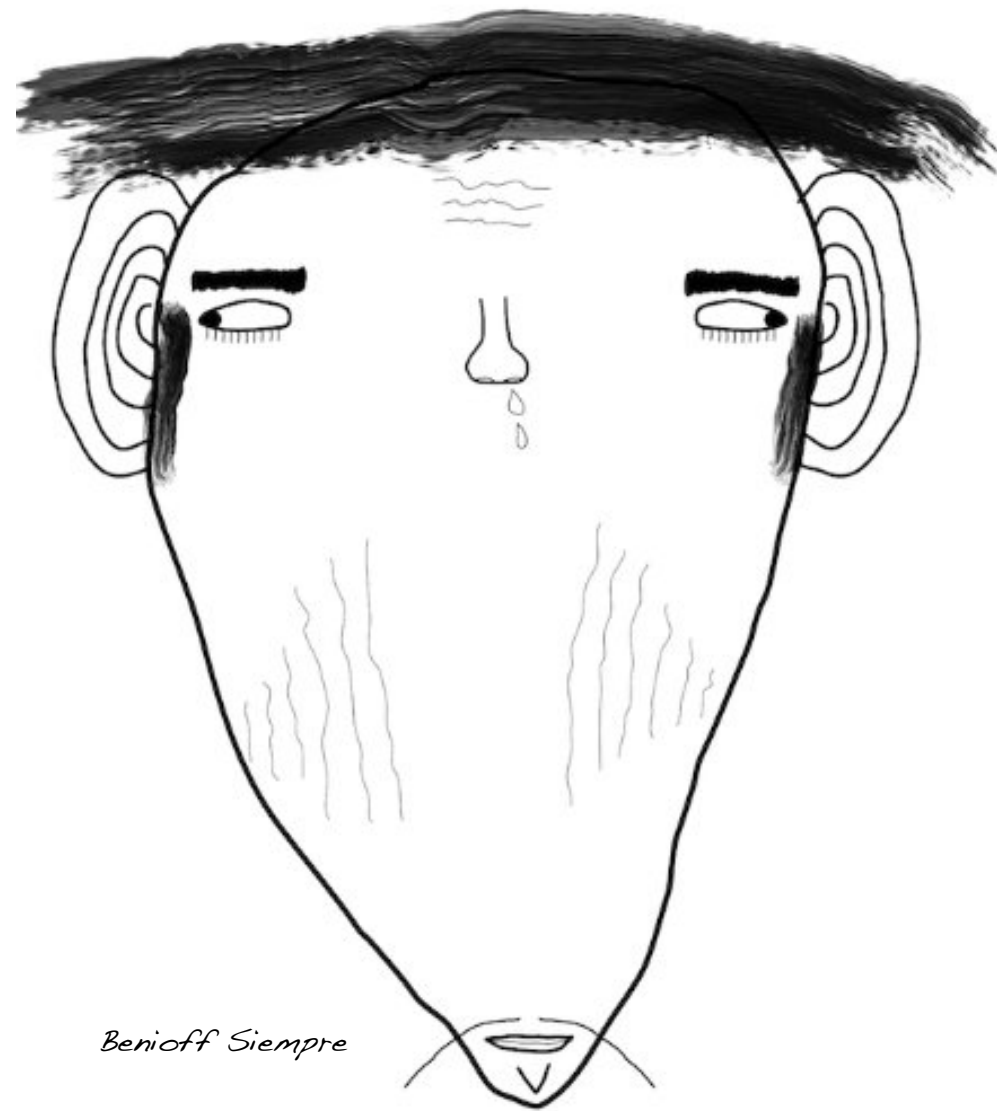
Niñas y niños participantes identificando las partes del microscopio mediante una actividad didáctica y reforzando conceptos relacionados con el microscopio mediante una sopa de letras.



Integrantes del equipo de trabajo junto con las niñas y niños participantes del taller “El mundo a través del microscopio”, como parte del Curso de Verano Biodiversión 2026.



Niñas y niños participantes explorando el mundo microscópico mediante la observación de diversas muestras, entre ellas plantas, rocas, insectos y piel de serpiente, descubriendo estructuras que no pueden apreciarse a simple vista.



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.

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

Comunícate con

Luis Ángel Valencia Flores
luis.valencia.11@outlook.com

quien está a cargo de organizar esta información.

NOTAS GEOCIENTÍFICAS

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN POST-SÍSMICA DEL 24 DE JUNIO DE 2026 EN VENEZUELA

¹José Antonio Rodríguez A.

¹rodriguez.arteaga@gmail.com

Colaborador de la revista

RESUMEN

La lección fundamental que dejan los terremotos locales incluyendo aquellos fuera de territorio venezolano es que la *física terrestre no es negociable*. La reducción del riesgo a futuro exige que los avances de la ingeniería sismorresistente, la sismología, la geología y la geofísica deban ser “documentos de consulta académica” y se conviertan en instrumentos legales de obligatorio cumplimiento en el desarrollo territorial.

Por ello, la gestión de la información post-sísmica luego de la ocurrencia del denominado *doblete sísmico* (seismic-double en inglés en el original) del 24 de junio de 2026 en Venezuela y su denominación en consecuencia cual óptimo nombre dependerá del contexto de aplicación: divulgativo-geo/histórico o técnico-sismológico), pero el término formal y científicamente más completo será formalmente el término técnico más preciso y adecuado dentro de la sismología moderna, *Secuencia sísmica de La Guaira del 24 de junio de 2026*, aunque ello plantea un reto técnico y comunicacional importante.

No obstante, es el término más completo y riguroso concepto referido al evento global (que incluye el sismo principal y sus réplicas o eventos asociados, describiendo formalmente la totalidad del fenómeno espacio-temporal en la corteza terrestre. El término doblete sísmico, aunque es un término técnico específico, aplica al origen y solo debe emplearse si el reporte sismológico oficial (como el

de FUNVISIS u otros organismos internacionales) determina que ocurrieron dos sismos de magnitud similar en un intervalo corto de tiempo y en la misma estructura de fallas (por ejemplo, el sistema de fallas de San Sebastián). Si hubo un sismo principal (mainshock) seguido de réplicas (aftershocks) de menor magnitud, llamarlo “doblete” sería incorrecto desde el punto de vista geofísico.

La ocurrencia casi simultánea de 2 eventos mayores, un precursor de 7,2 Mw en el estado Yaracuy seguido a los 39” por el evento principal de 7,5 Mw frente a las costas del estado Vargas (actualmente denominado La Guaira), provocó un solapamiento de ondas visibles a nivel de sismogramas globales.

Tal fenómeno ha “dificultado” la localización inmediata de los epicentros y la estimación precisa de magnitudes en las primeras horas por parte de la institución sismológica encargada de ello en el país.

En este ensayo se pretende analizar el conflicto entre los tiempos de procesamiento analítico del sector académico-científico y la información y consiguientes acciones por parte del sector público representado por las políticas del instituto del caso, recayendo tal responsabilidad en la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

Se proponen criterios metodológicos para integrar la *incertidumbre científica en los protocolos de respuesta ante emergencias*, estableciendo un balance funcional que minimice la desinformación general sin comprometer el rigor técnico venido de la academia.

Palabras claves: *doblete sísmico, 24 de junio de 2026, Terremoto de La Guaira, política comunicacional.*

ABSTRACT

The key lesson from local earthquakes, including those outside Venezuelan territory, is *that Earth's physics is non-negotiable*. Reducing future risk requires that advances in earthquake-resistant engineering, seismology, geology, and geophysics become 'academic reference documents' and turn into legal tools that must be followed in territorial development.

Therefore, the management of post-seismic information after the so-called seismic doublet of June 24, 2026, in Venezuela, and its naming will depend on the context of application: popular-geographic/historical or technical-seismological. However, the formal and scientifically most complete term will formally be the most precise and suitable technical term within modern seismology: *La Guaira Seismic Sequence of June 24, 2026*, although this presents a technical and common challenge. Important. However, it is the most complete and rigorous term; a concept reforming to the global event (which includes the main earthquake and its aftershocks or associated events, formally describing the entirety of the space-time phenomenon in the Earth's crust).

The almost simultaneous occurrence of two major events, a 7.2 Mw foreshock in the state of Yaracuy followed 39 seconds later by the main 7.5 Mw event off the coast of the state of Vargas (now called La Guaira), caused overlapping waves visible on global seismograms. This phenomenon has “complicated” the immediate pinpointing of the epicenters and the precise estimation of magnitudes during the first hours by the country's official seismological institution.

This essay aims to analyze the conflict between the processing times of the academic-scientific sector and the information and subsequent actions by the public sector represented by the policies of the institute in this case, with such responsibility falling on the Venezuelan Foundation for Seismological Research (FUNVISIS). Methods are proposed to integrate scientific uncertainty into emergency response protocols, establishing a

functional balance that minimizes general misinformation without compromising the technical rigor coming from academia.

Keywords: *seismic doublet, June 24, 2026, La Guaira earthquake, communication policy.*

INTRODUCCIÓN

El 24 de junio de 2026, a las 18:04 hora local (22:04 UTC), el sistema de fallas del norte de Venezuela registró un evento telúrico complejo catalogado como un "doblete sísmico", término venido de la traducción literal del inglés como ha sido manifestado anteriormente.

El primer evento, con una magnitud de 7,2 Mw, tuvo su origen preliminar a 23 km de San Felipe, estado Yaracuy y a una profundidad hipocentral de 20,3 km. Apenas 39-40" después, se produjo *El Terremoto de La Guaira*, evento principal de 7,5 Mw de magnitud momento, con epicentro ubicado a 17 km al oeste de Catia La Mar, estado La Guaira y a una profundidad hipocentral de 10 km. (Fig. 1)

El intervalo tan reducido entre ambos eventos implicó que las fases iniciales del 2° sismo quedaran enmascaradas por la energía liberada por el primero. Esta particularidad física generó discrepancias iniciales en las coordenadas publicadas por diversas agencias sísmicas internacionales y locales (como el USGS, el SGC y la ya mencionada FUNVISIS, como entidad del estado venezolano), situando tentativamente ambos eventos en la misma región interior antes de completar las relocalizaciones analíticas.

En un escenario de tal magnitud y a la fecha de elaboración del presente trabajo, contado a partir del viernes 7 de agosto al 15 al 15 de agosto de 2026, ambos inclusive, extraoficialmente se da cuenta de 51.000 inspecciones en todo el país con reporte de 865 daños parciales, 190 edificaciones colapsadas o declaradas con pérdida total en su totalidad (Protección Civil nacional, 2026).

Así la información deja de ser un simple dato y se convierte en un *recurso crítico de protección ciudadana*. No obstante, la falta de articulación entre los boletines



Fig. 1. Epicentro del evento principal de Mw 7,5 en La Guaira según la actualización técnica del USGS. (Fuente: Efecto Cocuyo, 2026, <https://efectococuyo.com/la-humanidad/usgs-determina-que-epicentro-de-sismo-de-75-fue-en-costas-de-la-guaira-y-no-en-yaracuy/>)

sísmicos emanados y las interpretaciones institucionales rápidas ha propiciado escenarios de confusión pública.

METODOLOGÍA

Para evaluar la gestión informativa de este evento, se aplicó un enfoque metodológico descriptivo-evaluativo articulado en 3 fases: (1) Cotejo cronológico de los boletines sismológicos preliminares y posteriores actualizaciones publicadas por agencias internacionales como por ejemplo el USGS, el SGC y organismos regionales; (2) Línea de tiempo comunicacional desde los primeros reportes post-evento hasta los informes

consolidados (Fig 2). Tal como señala la figura mencionada a manera de ejemplo: desde el 24-6 al 31-07 (infografía tomada de FUNVISIS, 2026).

Análisis cualitativo del discurso público-político y académico-técnico

Tal situación como la planteada en cuanto a la evaluación de comunicados de emergencia, órdenes de evacuación y medidas preventivas institucionales (corte de suministros de gas, suspensión de actividades) frente al avance del conocimiento técnico del evento debería ser lo ideal, más en una “alocución de Estado” frente al análisis académico-

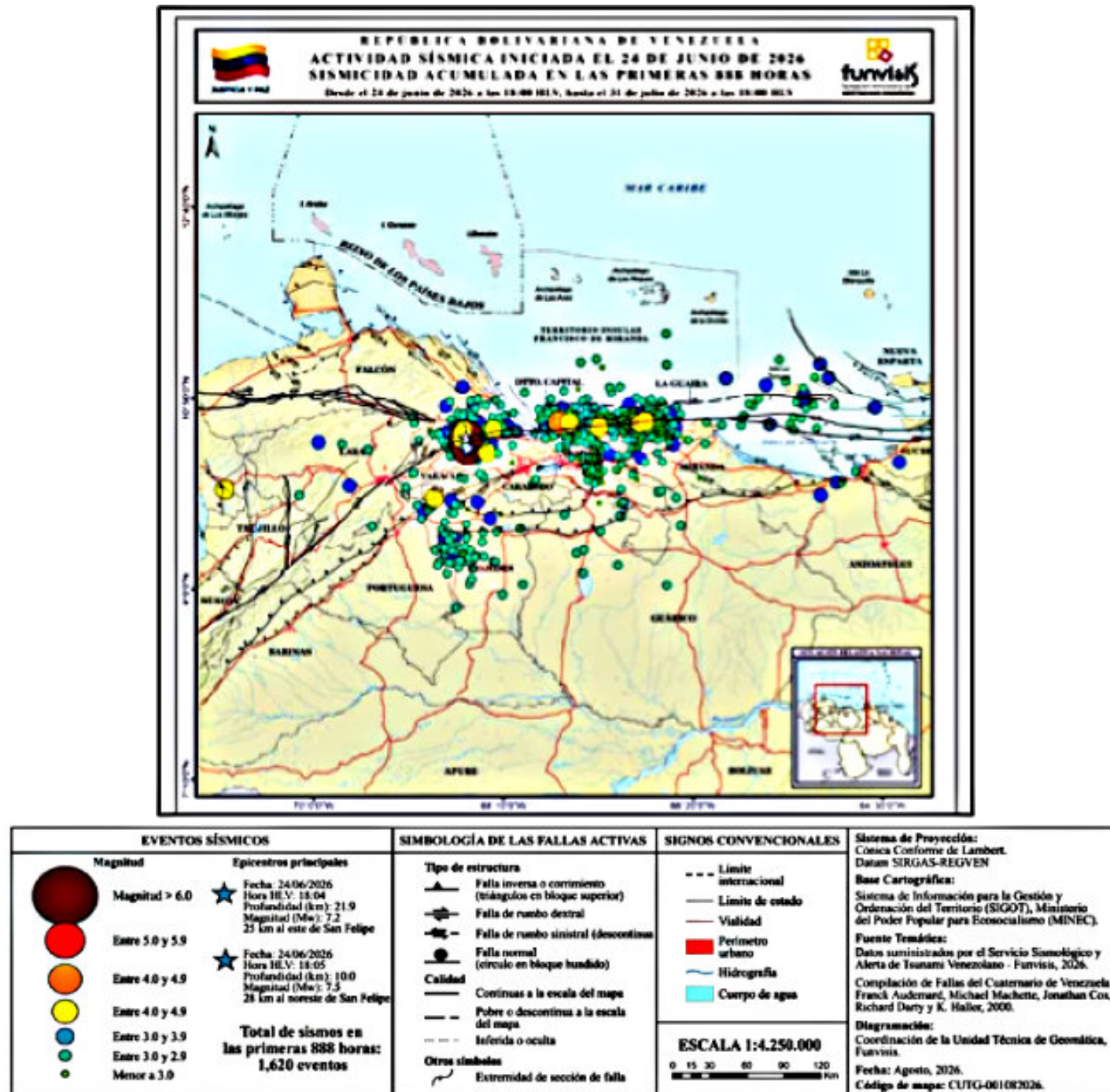


Fig. 2. Línea de tiempo comunicacional desde los primeros reportes post-evento hasta el 31-07-2026. (Fuente: Modificado de L. Alvarado, Dpto. de Sismología, FUNVISIS).

técnico cuya muestra sustenta este ensayo la respuesta obtenida basada en la “alocución académica” es considerada en un porcentaje alto de información transmitida en redes sociales, RRSS por grupos de interesados o por particulares ávidos de información obtenida que en la mayoría de los casos y cuya actuación

fue distribuida frente al desastre, Esta ha contado al 15-08-2026 con 44 equipos internacionales de búsqueda y rescate urbano (USAR) de 27 países movilizand; 2246 especialistas y 140 perros (Noticias ONU). Además de ello se contó con Protección Civil y Bomberos de Venezuela de la que no se posee mayor dato.

Queda claro que la desinformación o ausencia de la misma puede producir “brechas de incertidumbre” en las que la identificación de puntos álgidos ocasiona *falta de consenso técnico inicial*, que alimenta las contradicciones

públicas en los partes informativos diferentes a las expuestas por las instituciones o miembros de la academia. Un ejemplo de información técnica bien puede representarse en los gráficos; (Fig. 3) y (Fig. 4).

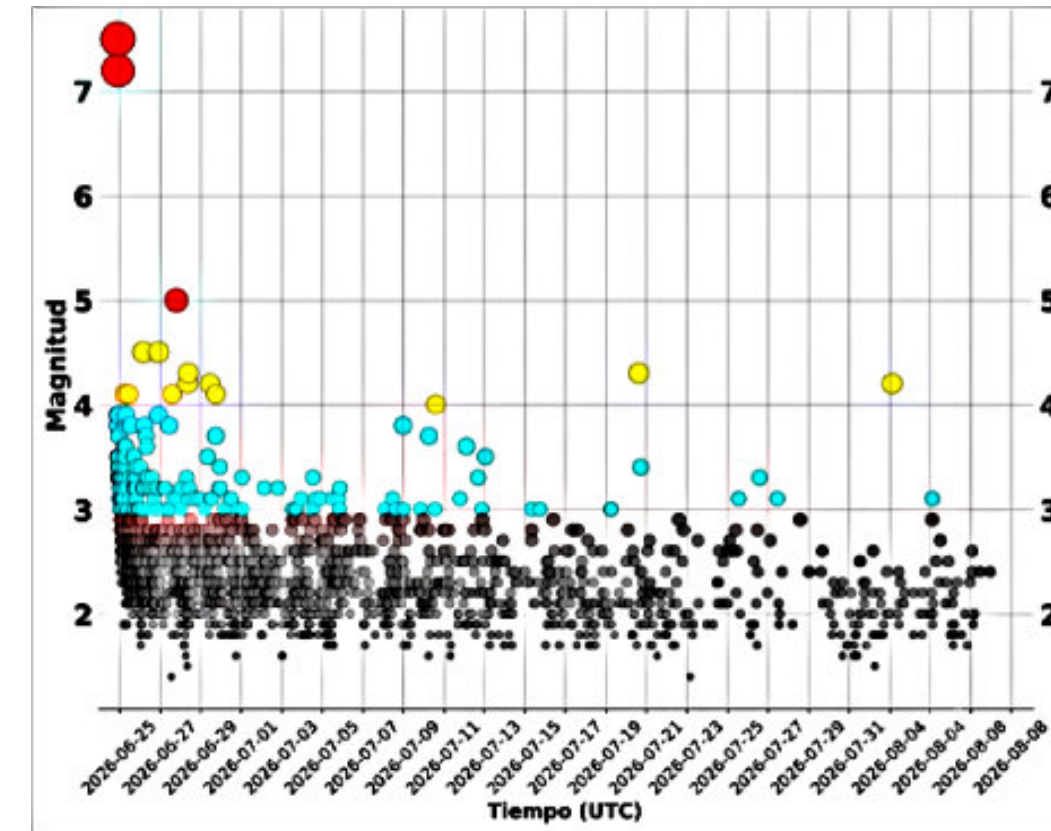


Fig. 3. Distribución de los epicentros y las réplicas de la secuencia de eventos del 24-06-2026 (Fuente: L. Alvarado, Dpto. de Sismología, FUNVISIS, 2026).

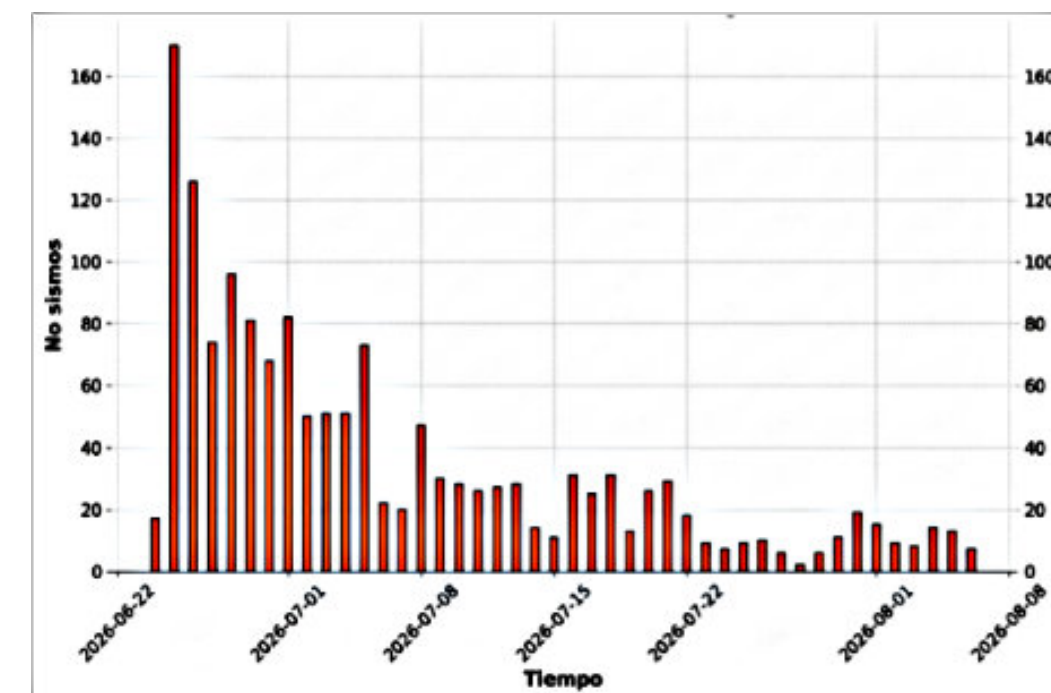


Fig. 4. Decaimiento de la secuencia sísmica al 8 de agosto de 2026. (Fuente: L. Alvarado, Dpto. de Sismología, FUNVISIS, 2026).

El discurso académico

El discurso técnico-académico y de algunos de sus profesionales hechos *in situ*, solicitado o no por la población afectada, entiende que el *doble evento sísmico* generó un nivel de destrucción elevado debido a la interacción de factores geológico-sismológicos y a la acumulación del daño estructural en el entorno construido. En cuanto a la influencia gubernamental, aunque la ocurrencia del fenómeno telúrico se califica como *un proceso estrictamente natural*, el nivel de desastre final ha dependido directamente de las políticas públicas previas implementadas (¿?) y de la gestión del riesgo de desastres (¿?). Todo ello muy *a posteriori* de los equipos internacionales de búsqueda y rescate urbano (USAR) sumado al voluntariado habitante de las zonas seriamente afectadas por el siniestro.

¿Queda en todo caso por descifrar, si ello ha sido verdaderamente gestionado, teniendo particularmente la duda del suscrito en función de la apreciable cantidad de información que por el uso de RRSS, se ha obtenido?

La academia vs. la información público-política

La interacción entre el ámbito académico-científico y el sector gubernamental durante esta crisis ha evidenciado 2 lógicas operativas distintas para la institución encargada de estudiar en el terreno: (1) El rigor geológico-geotécnico, claramente demostrado en los trabajos de campo emprendidos por profesionales del Departamento de Geología de Terremotos de FUNVISIS con la participación activa de dos geólogos PhD., profesores universitarios de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, de la Universidad Central de Venezuela (UCV); una MSc. de la misma casa de estudios con experticia en interferometría y de la misma unidad técnica *funvisiana* que ha venido elaborando estudios regionales desde el “día cero” al presente, acompañados de unos cuantos miembros del profesorado de la FI-EGMyG de la UCV, que

con precisión buscaron el ajuste de parámetros epicentrales, evidencias cosísmicas de dicha actividad dinámica, junto a la caracterización del mecanismo focal por la asistencia de un físico-sismólogo, MSc. del Departamento de Sismología de FUNVISIS y otras entidades, representando así la información público-política, pero sobre todo académico-científica (aún sin publicar). En geociencias ello requiere tiempo para filtrar el ruido instrumental; desacoplar las formas de onda solapadas del llamado “doblete” y realizar las inversiones del tensor momento, actividad propia del sismólogo en el ejercicio de su profesión. En el caso geológico, ello está dispuesto en evidencias cosísmicas de los eventos.

ADMITIR LA INCERTIDUMBRE COMO PARTE DEL PROCESO CIENTÍFICO

Como parte del manejo de datos, la rectificación de un epicentro posee la visión de un avance metodológico normal y necesario desde el punto de vista de un estudio técnico-académico. Razón necesaria y suficiente del por que el USGS llegó a necesarios cambios luego de un mes de ocurrido el fenómeno sísmico.

Rectificación USGS en el 2^{do} evento de 7,5 Mw

El desfase temporal entre la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud y la publicación de su localización epicentral definitiva, el cual puede extenderse desde varias horas hasta semanas en redes regionales como la red sismológica venezolana, obedece a restricciones físicas, instrumentales y procesales bien delimitadas en la sismología moderna (Fig. 5.).

Como quiera que la explicación técnica es esencialmente sismológica, fuera del alcance de la gestión informativa post-terremotos que hemos abordado e interesa, se ha decidido obviar la información ingenieril para no entorpecer y confundir al lector por su alto “índice de niebla” que la explicación conlleva.

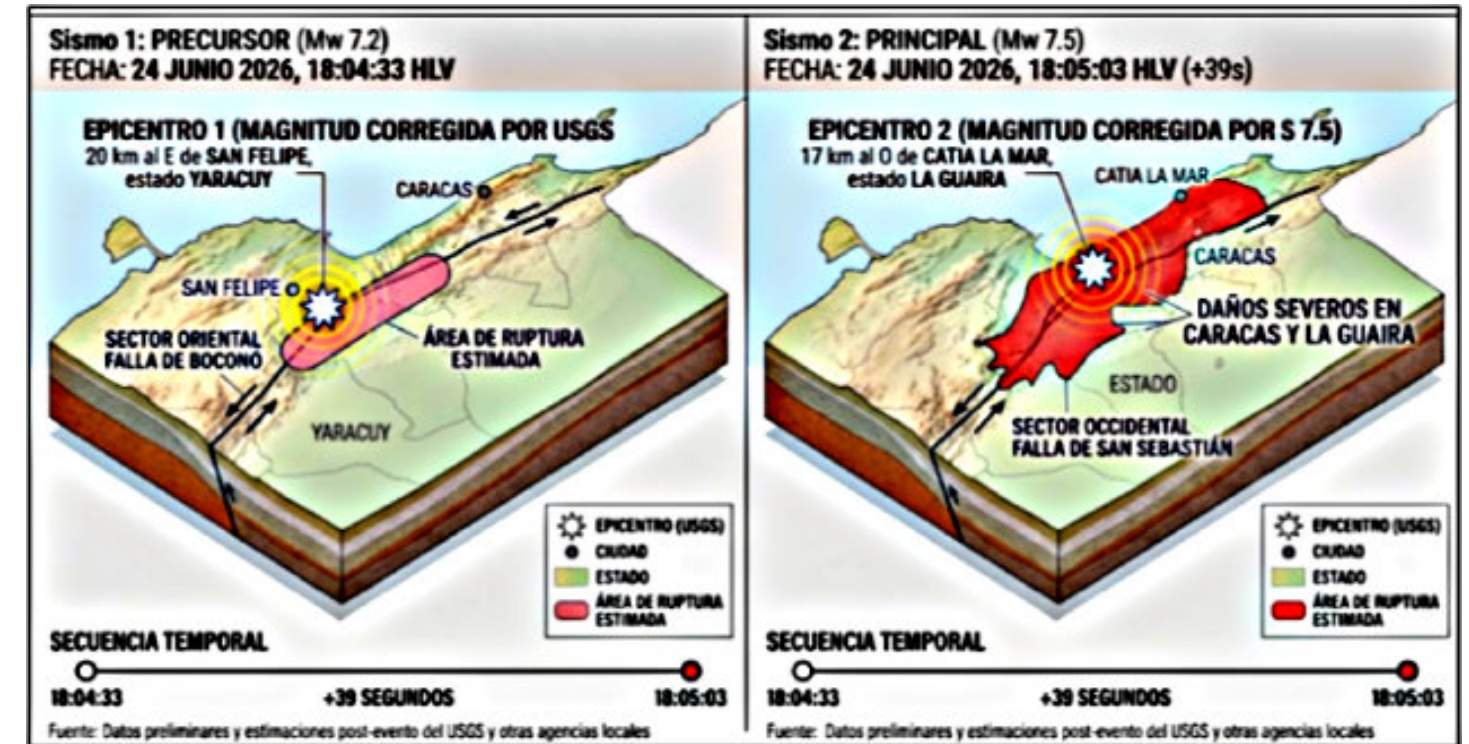


Fig. 5. A cualquier efecto, se ha considerado suficiente el aporte del gráfico cuya información sísmica se encuentra representada solo a título informativo.(sin escala, solo con fines ilustrativos).

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de mis excolegas del otrora Departamento de Ciencias de la Tierra (actualmente Geología de Terremotos) de FUNVISIS pertenecientes al área técnica; a los colegas que ya se encuentran en situación de retiro de la institución y se guían por un Dios interior: *el entusiasmo*. A todos aquellos amigos con quienes hemos compartido información del fenómeno y de las acciones emprendidas o por emprender. Este artículo ha sido concebido en función de su actividad y de la experiencia del suscrito; rigurosamente es absolutamente válido faltando la conformación del informe. Si bien puede carecer de detalles, el autor considera que sería imperdonable no hacer pública la información, mientras se consolida la información que cada uno trabaja.

CONCLUSIONES

La franja costera del estado La Guaira presenta una combinación crítica de (1) vulnerabilidad física; (2) exposición sísmica alta; (3) microclima salino de elevada agresividad (4) opacidad en la *memoria técnica* y, (5) proliferación de edificaciones construidas en general sin criterios de durabilidad y menos, diseño sismorresistente. Queda la duda entonces sobre las edificaciones ubicadas en las cercanías de la línea de costa, falsamente aprovechadas desde el denominado *Alud Torrencial de Vargas, en 1999*, hace 27 años aproximadamente. (...) *sabiendo que se combinaron la opacidad en la gestión informativa-política (...)*, la falta de rigor técnico en ambientes agresivos como el de La Guaira por quienes han intervenido en él, ha permitido la sustitución de la ingeniería de detalle por simples promesas.

Se hace necesario recuperar la confianza en la construcción y la gestión del riesgo en Venezuela exige transitar de la *improvisación a un modelo basado en la evidencia, la transparencia y el rigor normativo*.

Para abordar esta crisis de credibilidad y reconstruir sobre bases sólidas, la práctica técnica y la política pública deben

articularse en torno a sus ejes fundamentales correspondientes a aquellos aspectos de ingeniería civil, que si bien, su ausencia es obvia en este ensayo en que se ha tratado información del orden geológico-sismológico, deberán abordarse claras sugerencias ingenieriles.



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

La Tierra en frecuencias: una introducción al análisis de Fourier aplicado a las Ciencias de la Tierra

M. C. Luis Ángel Valencia Flores

**Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA),
Instituto Politécnico Nacional (IPN), México.**

Editor de la Revista

Resumen

Las Ciencias de la Tierra producen y registran señales que pueden presentar comportamientos complejos cuando se observan únicamente como variaciones en el tiempo o en el espacio. El análisis de Fourier proporciona una manera alternativa de estudiar esas señales: en lugar de observar solamente cómo cambia una magnitud, permite identificar las frecuencias o longitudes de onda que contribuyen a formarlas. El origen de esta perspectiva se encuentra en el trabajo de Joseph Fourier sobre la propagación del calor, desarrollado durante las primeras décadas del siglo XIX. Las series de Fourier permitieron representar funciones mediante combinaciones de senos y cosenos y, posteriormente, el desarrollo de la transformada de Fourier amplió esta perspectiva a señales no periódicas. En geofísica, estas ideas se aplican al análisis de formas de onda sísmicas, al procesamiento digital de datos y al tratamiento de distribuciones espaciales como mapas de gravedad y magnetismo. Este artículo introduce de manera gradual los conceptos de señal, frecuencia, amplitud, fase, armónico y espectro; explica la relación entre los dominios temporal y frecuencial; presenta la Transformada Rápida de Fourier (FFT) y muestra por qué el análisis espectral debe interpretarse considerando el muestreo, el ruido y las características del instrumento.

Palabras clave

Fourier; series de Fourier; transformada de Fourier; FFT; análisis espectral; geofísica; señales geofísicas; sismología.

Una puerta de entrada: ¿quién fue Joseph Fourier?

Cuando se habla de análisis de Fourier, es frecuente que el primer contacto del lector sea una ecuación. Sin embargo, detrás de esa ecuación existe una historia científica que ayuda a entender por qué surgió la necesidad de una herramienta capaz de descomponer fenómenos complejos. Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) fue un matemático y físico francés cuyo trabajo estuvo estrechamente ligado al estudio de la propagación del

calor. La Académie des Sciences de Francia lo identifica como uno de los iniciadores de la teoría matemática de los fenómenos físicos y registra su elección como miembro de la institución en 1816–1817 y como secretario perpetuo para las ciencias matemáticas en 1822. (Académie des sciences, 2005)

La vida de Fourier se desarrolló en una época de grandes transformaciones políticas y científicas. Participó en la expedición francesa a Egipto y posteriormente desempeñó funciones administrativas, entre ellas la de prefecto del departamento de Isère. Durante su estancia en Grenoble continuó sus investigaciones sobre la propagación del calor. La Encyclopaedia Britannica señala que comenzó a trabajar en su teoría del calor en Grenoble y que la completó en París en 1822. (Encyclopaedia Britannica, s. f.)

Su obra más conocida, *Théorie analytique de la chaleur*, apareció en 1822. En ella desarrolló una formulación matemática de la conducción del calor y utilizó series de senos y cosenos para resolver problemas asociados con la distribución de temperatura. La importancia histórica del trabajo no se limita a la conducción del calor: las series e integrales de Fourier terminaron convirtiéndose en herramientas generales para el estudio matemático de fenómenos físicos. (Académie des sciences, 2005; Bernardin y Flandrin, 2019)

Para las Ciencias de la Tierra, esta historia resulta especialmente sugerente. Una herramienta concebida para estudiar un problema de transferencia de calor puede emplearse, con las formulaciones desarrolladas posteriormente, para analizar ondas sísmicas, señales geofísicas y distribuciones espaciales. El vínculo no está en que Fourier hubiera desarrollado la geofísica moderna, sino en que proporcionó una forma de representar fenómenos complejos mediante sus componentes frecuenciales.

1. Introducción: ¿por qué observar la Tierra en frecuencias?

Una parte importante de la información utilizada por las Ciencias de la Tierra llega en forma de señales. Un sismómetro registra el movimiento del terreno; una línea de exploración puede registrar variaciones de una propiedad geofísica; una estación puede obtener una serie temporal; un levantamiento puede producir una distribución espacial de valores. En todos estos casos existe una magnitud que cambia con el tiempo o con la posición.

La representación más inmediata consiste en colocar la magnitud en función del tiempo o de la distancia. Esta representación pertenece al dominio temporal o espacial.

Sin embargo, una señal compleja puede contener oscilaciones de diferentes escalas superpuestas. El análisis de Fourier permite cambiar la pregunta: en lugar de preguntar únicamente cómo varía la señal, también puede preguntarse qué frecuencias o longitudes de onda participan en su construcción.

En los textos de exploración geofísica, esta distinción se presenta como dos formas equivalentes de describir una misma señal. Una señal puede expresarse en el dominio del tiempo mediante su amplitud como función del tiempo, o en el dominio de la frecuencia mediante la amplitud y la fase de sus componentes sinusoidales. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

La utilidad de esta perspectiva es especialmente clara cuando una señal contiene componentes que no son fáciles de distinguir visualmente. Una forma de onda puede parecer irregular en el tiempo y, sin embargo, presentar concentraciones claras de amplitud alrededor de determinadas frecuencias. El espectro hace visibles esas concentraciones.

La pregunta central del artículo puede formularse entonces de una manera sencilla: ¿qué información

adicional puede obtenerse cuando una señal de la Tierra se observa desde el dominio de la frecuencia?

2. Antes de Fourier: ¿qué es una señal?

Para comprender el análisis de Fourier conviene comenzar con una señal sencilla. Una señal es una magnitud que cambia y que puede registrarse como función de una variable independiente. Cuando la variable es el tiempo, puede escribirse de manera general como $x(t)$. Si la variable es la distancia, puede escribirse como $s(x)$. En este caso resulta más apropiado hablar de frecuencia espacial o número de onda.

En una oscilación periódica aparecen tres conceptos básicos. El primero es la amplitud, que describe la magnitud de la variación. El segundo es el periodo, T , que corresponde al tiempo necesario para completar un ciclo. El tercero es la frecuencia, f , que indica cuántos ciclos ocurren por unidad de tiempo. Ambas magnitudes están relacionadas mediante:

$$f = 1/T$$

y la frecuencia se expresa habitualmente en hertz (Hz), equivalentes a ciclos por segundo.

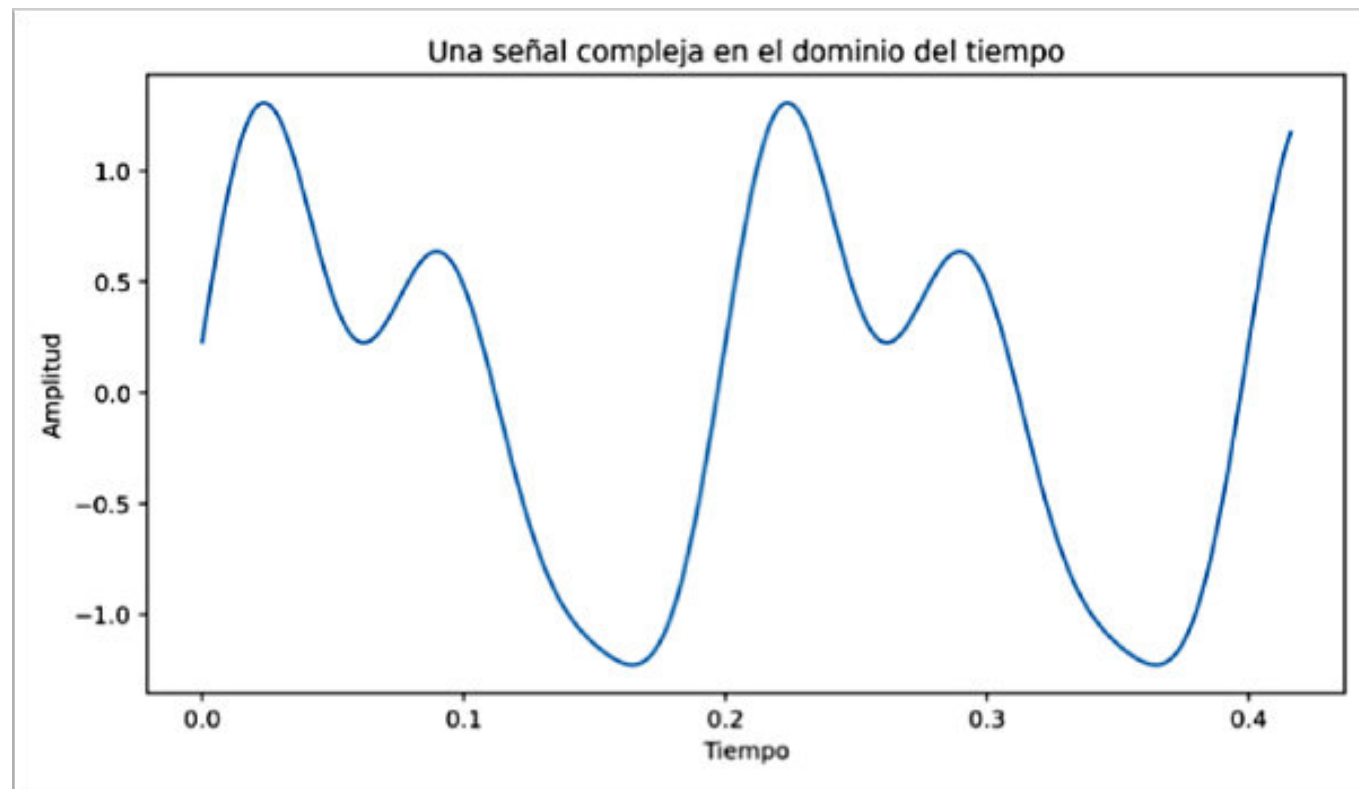


Figura 1. Ejemplo ilustrativo de una señal en el dominio del tiempo.

Cuando una señal contiene una sola frecuencia, su comportamiento puede representarse mediante una función sinusoidal. Las señales geofísicas reales, sin embargo, suelen ser más complejas. Una forma de onda puede contener simultáneamente varias frecuencias, diferentes amplitudes y diferencias de fase.

En exploración sísmica se distingue, además, entre señales periódicas, que se repiten con un periodo definido, y señales transitorias, que no se repiten. Los textos de procesamiento geofísico muestran que las primeras producen espectros discretos, mientras que las segundas pueden describirse mediante espectros continuos; al digitalizar una señal, ese espectro continuo se representa mediante un conjunto finito de componentes de frecuencia. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

3. La idea fundamental de Fourier

La idea que hizo célebre a Fourier puede expresarse sin comenzar con una demostración: una forma de onda compleja puede representarse como la suma de ondas sinusoidales más simples. En otras palabras, una señal aparentemente complicada puede entenderse como una combinación de componentes elementales.

Para una señal periódica, la frecuencia más baja que determina su repetición se denomina frecuencia fundamental. Las componentes que aparecen a frecuencias enteras de esa frecuencia fundamental

reciben el nombre de armónicos. Los textos de geofísica muestran esta construcción mediante la suma de senos de frecuencias f , $2f$, $3f$ y sucesivas. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

La amplitud indica cuánto contribuye cada componente a la señal. La fase, por su parte, indica la posición relativa de cada componente dentro de su ciclo. Dos ondas con la misma frecuencia y amplitud pueden producir formas diferentes si se modifica su relación de fase.

La combinación de amplitud y fase contiene la información necesaria para describir la contribución de cada componente sinusoidal. Por eso un espectro no debe imaginarse únicamente como una gráfica de amplitudes: para una descripción completa de la señal también es relevante la fase.

El libro *Methods of Mathematical Modelling* presenta la serie de Fourier mediante una combinación de términos de seno y coseno y define sus coeficientes mediante integrales. En forma general, para una función periódica puede escribirse:

$$f(x) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\pi x/L) + b_n \sin(n\pi x/L)]$$

donde los coeficientes a_n y b_n determinan la contribución de cada componente.

En forma general, una serie de Fourier puede expresarse como donde los coeficientes a_n y b_n determinan la contribución de cada componente. Esta formulación

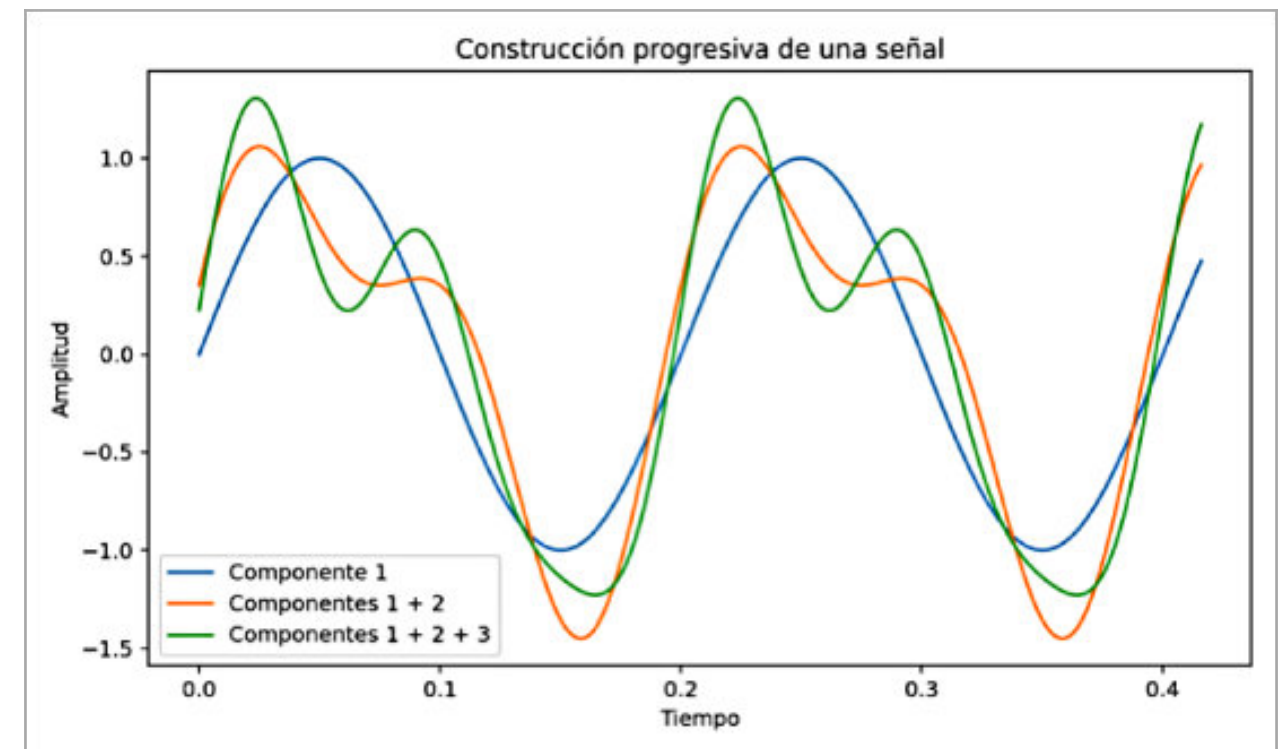


Figura 2. Construcción progresiva de una señal mediante la suma de componentes sinusoidales.

permite pasar de una descripción global de la señal a una descripción basada en componentes sinusoidales. (Witelski y Bowen, 2015).

Para el lector geocientífico, la idea esencial puede resumirse así: una señal compleja no necesariamente debe analizarse como un bloque único. Puede separarse conceptualmente en componentes de diferentes frecuencias y estudiar la importancia relativa de cada una.

4. De la serie de Fourier a la Transformada de Fourier

Las series de Fourier son particularmente naturales para funciones periódicas. Pero muchas señales geofísicas no se repiten exactamente. Un pulso sísmico o una señal transitoria constituye un ejemplo. Para este tipo de problemas se utiliza la Transformada de Fourier, que permite representar una señal mediante un continuo de frecuencias.

$$G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t)e^{-2\pi i f t} dt$$

La transformación puede entenderse como un cambio de representación. Una función $g(t)$ puede transformarse en una función compleja $G(f)$, que contiene información sobre amplitud y fase. La relación entre ambas constituye un par de Fourier: la señal temporal puede transformarse al dominio frecuencial y, mediante la transformada inversa, puede recuperarse la representación temporal.

En procesamiento geofísico, la representación de una forma de onda mediante su espectro de amplitud y su espectro de fase es una práctica fundamental. El material de exploración geofísica señala que una forma de onda y su representación frecuencial son dos maneras de describir la misma información. (Gadallah y Fisher, 2009; Kearey, Brooks y Hill, 2013).

Este punto es importante para evitar una interpretación equivocada. Pasar del tiempo a la frecuencia no significa que la señal física haya cambiado. Lo que cambia es la forma de organizar la información para hacer visibles sus componentes.

En términos conceptuales:

dominio del tiempo → Transformada de Fourier → dominio de la frecuencia

dominio de la frecuencia → Transformada inversa → dominio del tiempo

Esta equivalencia es uno de los pilares del procesamiento digital de señales y permite que las operaciones se realicen en el dominio donde resulten más convenientes.

5. ¿Qué muestra realmente un espectro?

El espectro es la representación que permite observar cómo se distribuyen las componentes de una señal en función de la frecuencia. En una representación sencilla, el eje horizontal corresponde a la frecuencia y el eje vertical a la amplitud de las componentes.

Un pico espectral indica que existe una contribución importante alrededor de una determinada frecuencia. Si la señal es periódica, pueden aparecer componentes discretas asociadas con la frecuencia fundamental y sus armónicos. Si se trata de una señal transitoria, el espectro puede ocupar un intervalo continuo de frecuencias.

La relación entre la duración temporal de un pulso y su contenido frecuencial también resulta importante. En el material de exploración geofísica se muestra que un pulso más estrecho en el tiempo posee un espectro más amplio, mientras que un pulso más largo presenta un ancho de banda más reducido. En el límite ideal, un impulso contiene todas las frecuencias. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

Esta relación ayuda a comprender por qué las señales geofísicas de corta duración pueden contener un intervalo amplio de frecuencias y por qué la duración de una señal tiene consecuencias directas para su representación espectral.

La fase completa la interpretación. Una variación lineal de fase con la frecuencia puede desplazar una señal en el tiempo sin modificar su forma, mientras que una variación no lineal puede modificar su forma. Por ello, amplitud y fase deben considerarse conjuntamente cuando se pretende reconstruir una señal. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

6. Fourier en las Ciencias de la Tierra

6.1 Sismología y formas de onda

La sismología constituye uno de los ejemplos más claros para comprender la utilidad del análisis de Fourier. Un registro sísmico contiene variaciones de amplitud a lo largo del tiempo y puede presentar diferentes fases y componentes de frecuencia. En consecuencia, una señal que parece compleja en el dominio temporal puede estudiarse mediante su espectro.

En exploración sísmica, los geófonos registran el movimiento del terreno y las señales obtenidas se procesan digitalmente. El análisis de formas de onda constituye una parte esencial del procesamiento y la interpretación de datos geofísicos. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

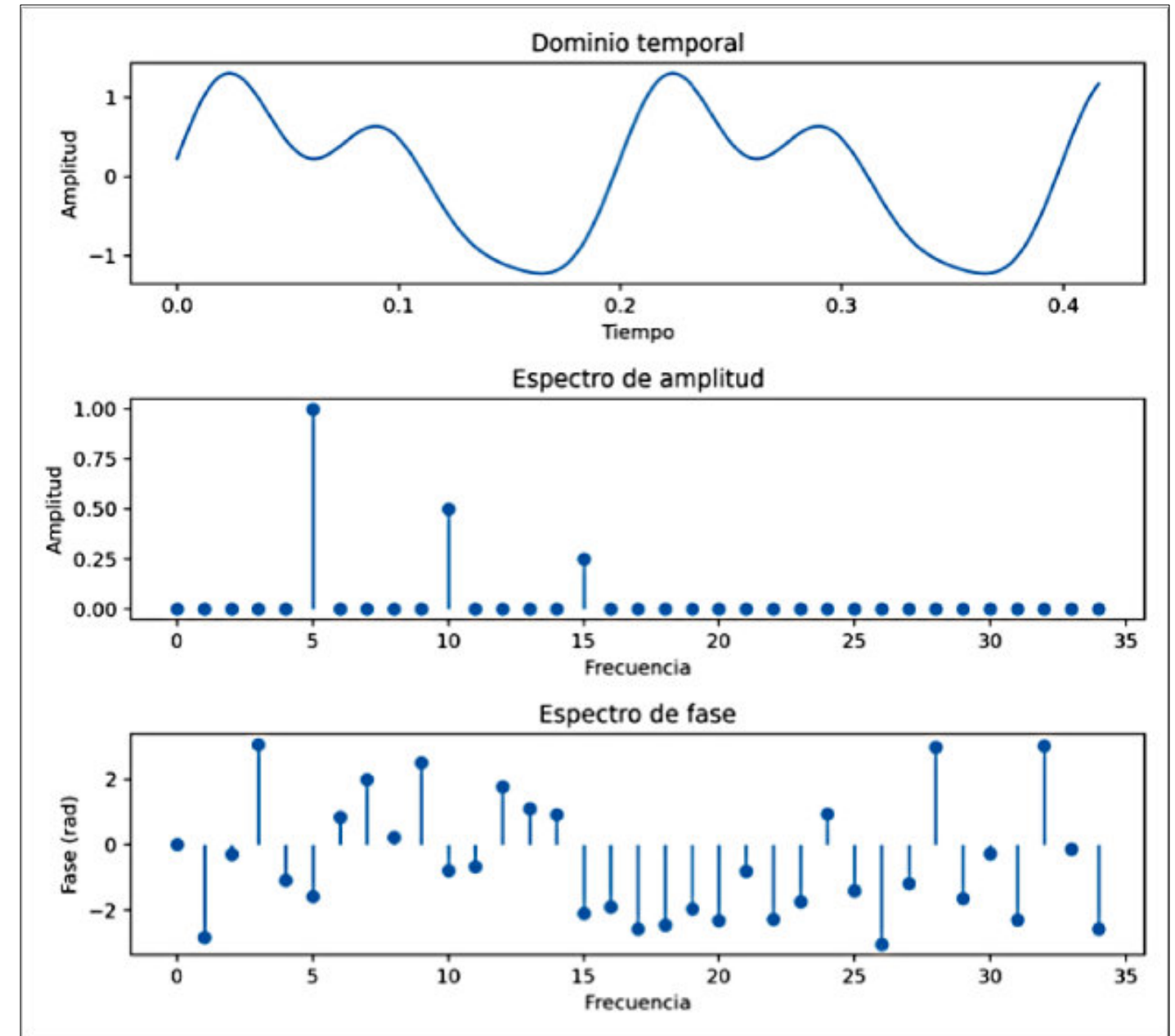


Figura 3. Relación entre una señal temporal, su espectro de amplitud y su espectro de fase.

La respuesta instrumental también está relacionada con la frecuencia. El material proporcionado sobre geofísica de exploración muestra que los geófonos poseen una frecuencia de resonancia y una respuesta de amplitud y fase que debe considerarse para conservar adecuadamente la forma de la señal en el intervalo de interés.

6.2 Exploración geofísica y procesamiento de datos

El análisis frecuencial se encuentra integrado en numerosos procedimientos de procesamiento geofísico. Una razón práctica es que ciertas operaciones pueden ser

más eficientes cuando se realizan en el dominio de la frecuencia. La convolución, por ejemplo, puede formularse en el dominio temporal, pero también puede realizarse transformando las funciones al dominio frecuencial, multiplicando sus componentes y regresando posteriormente al dominio temporal mediante una transformación inversa. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

Este principio es especialmente útil en el filtrado digital. Una señal puede contener componentes que interesan y otras que dificultan su interpretación. Al trabajar en frecuencia es posible diseñar filtros que atenúen determinados intervalos y conserven otros.

6.3 Gravedad y magnetismo: cuando la variable es el espacio

El análisis de Fourier no está limitado a señales que cambian con el tiempo. Cuando una propiedad varía con la distancia, la frecuencia temporal se sustituye por una frecuencia espacial o número de onda. Esta extensión es especialmente importante para datos geofísicos distribuidos sobre una superficie.

El material de Fundamentals of Geophysics muestra que una transformación de Fourier bidimensional de un mapa de gravedad permite realizar filtros espaciales. En el dominio de Fourier, un filtro puede diseñarse para eliminar determinadas longitudes de onda y conservar otras; posteriormente la transformada inversa devuelve el resultado al dominio espacial. (Lowrie, 2007).

Un filtro de paso bajo conserva las componentes de menor frecuencia espacial, asociadas con longitudes de onda largas, y atenúa las variaciones de menor escala. Un filtro de paso alto realiza la operación contraria y resalta componentes de menor longitud de onda. En mapas de gravedad o magnetismo, esta separación puede ayudar a distinguir tendencias regionales de variaciones más locales; la interpretación geológica de esas componentes requiere, sin embargo, considerar la geometría de las fuentes y otros controles geológicos.

Esta aplicación muestra que el concepto de frecuencia puede ampliarse. En una serie temporal se habla de ciclos por unidad de tiempo; en un mapa espacial puede hablarse de frecuencia espacial, expresada como ciclos por unidad de distancia, o de número de onda, que suele expresarse como $k = 2\pi/\lambda$. La lógica de la descomposición permanece.

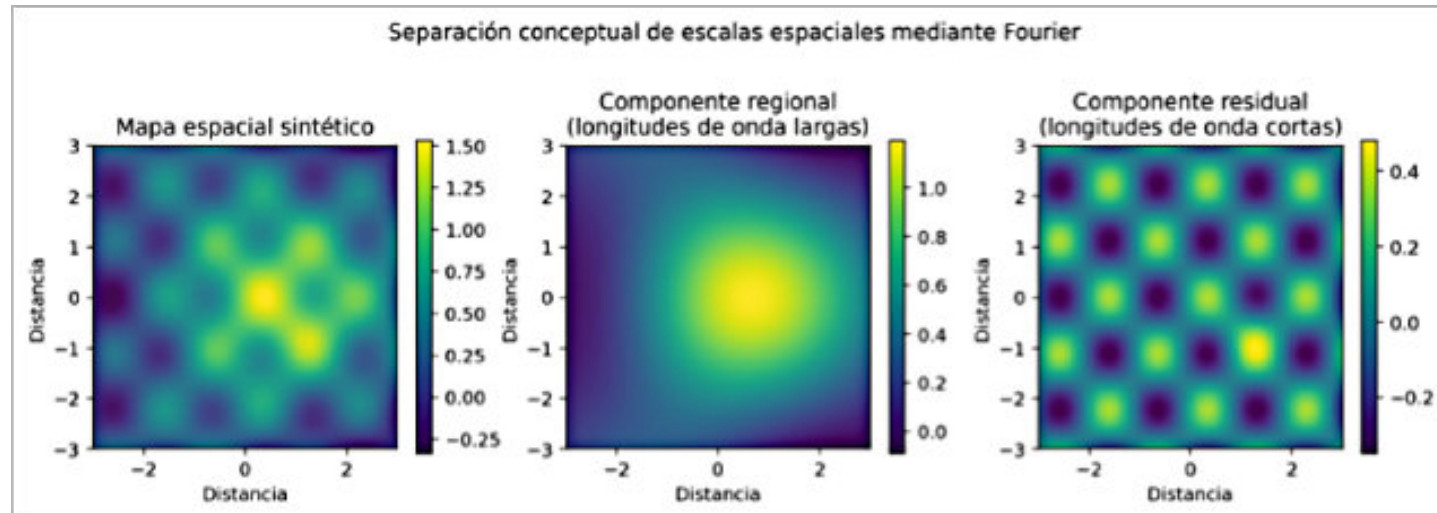


Figura 4. Separación conceptual de componentes espaciales mediante un mapa sintético: señal original, componente regional y componente residual. La figura es ilustrativa y no corresponde a datos geofísicos reales.

7. Fourier como herramienta para el procesamiento de señales

Una de las consecuencias más útiles de pasar al dominio frecuencial es que ciertas operaciones de procesamiento se vuelven conceptualmente sencillas. Si una señal contiene componentes de diferentes frecuencias, un filtro puede diseñarse para modificar selectivamente esas componentes.

En términos generales, un filtro de paso bajo permite conservar las componentes de baja frecuencia y atenuar las de alta frecuencia. Un filtro de paso alto realiza la operación contraria. En datos espaciales, estas componentes se interpretan como longitudes de onda largas y cortas, respectivamente.

El procesamiento de señales geofísicas utiliza estas ideas para mejorar la relación señal-ruido, modificar el contenido frecuencial y preparar los datos para su interpretación. En exploración sísmica, el objetivo general del procesamiento incluye mejorar la relación señal-ruido y la resolución vertical de las trazas. (Kearey, Brooks y Hill, 2013).

La relación entre convolución y multiplicación en frecuencia proporciona además una razón computacional para utilizar Fourier. Operaciones que pueden resultar laboriosas en el dominio temporal pueden realizarse de manera más eficiente mediante transformaciones al dominio frecuencial, operaciones algebraicas y una transformación inversa.

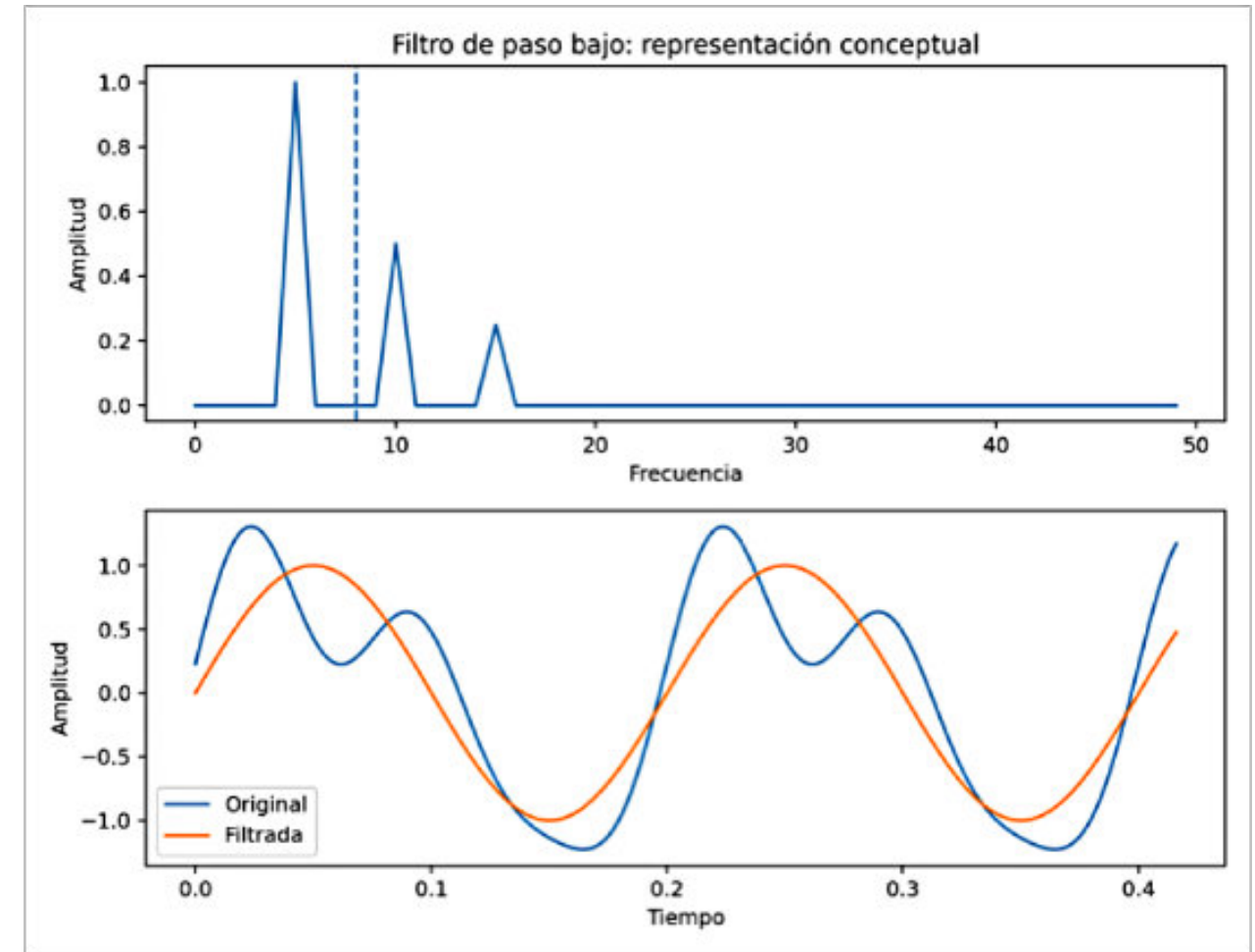


Figura 5. Ejemplo ilustrativo de filtrado en el dominio de la frecuencia.

8. Del Fourier clásico a la Transformada Rápida de Fourier

El análisis de Fourier adquirió una dimensión práctica extraordinaria con la digitalización de las señales y el desarrollo de algoritmos computacionales eficientes. Una señal continua puede convertirse en una secuencia de valores mediante muestreo a intervalos regulares. Esa representación digital puede procesarse con computadoras.

El texto de Kearey, Brooks y Hill señala que la transformación de formas de onda digitalizadas puede programarse mediante algoritmos de Transformada Rápida de Fourier (FFT), como el algoritmo de Cooley-Tukey, y que las rutinas FFT pueden incorporarse de manera habitual a programas de procesamiento de datos geofísicos.

La FFT no constituye una nueva teoría física distinta de Fourier. Es un procedimiento computacional eficiente para calcular la transformada discreta de Fourier. Su

importancia práctica radica en que permite analizar rápidamente grandes cantidades de muestras, haciendo posible que el análisis espectral forme parte de los flujos rutinarios de procesamiento.

La secuencia puede resumirse de manera sencilla:

señal digital → FFT → espectro → análisis → transformada inversa → señal reconstruida

9. Fourier no sustituye la interpretación geocientífica

El atractivo de un espectro puede llevar a una interpretación excesivamente directa: encontrar un pico y atribuirlo inmediatamente a un proceso geológico. Sin embargo, una componente espectral no contiene por sí sola la explicación física de su origen.

La señal que llega al análisis depende de la forma en que fue adquirida, de la respuesta del instrumento, del intervalo de muestreo, del ruido, de los filtros aplicados y

de la duración del registro. Por ello, la interpretación espectral debe considerar la cadena completa de adquisición y procesamiento.

Uno de los conceptos fundamentales es la frecuencia de Nyquist. Si una señal se muestrea a una frecuencia de muestreo f_s , la frecuencia de Nyquist es $f_s/2$ y establece, en el marco de un muestreo uniforme, el límite superior de frecuencia que puede representarse sin ambigüedad. Las componentes por encima de esa frecuencia pueden aparecer, después del muestreo, como componentes aparentes dentro del intervalo permitido; este fenómeno se denomina aliasing.

El aliasing es especialmente importante porque, una vez producido durante la digitalización, no puede eliminarse mediante un procesamiento posterior. Por esta razón se emplean filtros antialias antes de la digitalización para atenuar las componentes por encima de la frecuencia de Nyquist. (Kearey, Brooks y Hill, 2013; Gadallah y Fisher, 2009).

Este ejemplo muestra una idea fundamental: Fourier es una herramienta para analizar información, pero la calidad de la interpretación depende de la calidad y de las características de los datos que entran al análisis.

10. Un ejemplo geofísico integrado

Puede imaginarse una señal sísmica registrada por un instrumento durante un intervalo determinado. En el dominio temporal, el registro aparece como una sucesión de variaciones de amplitud. A primera vista pueden distinguirse eventos y cambios de amplitud, pero la mezcla de componentes puede dificultar la identificación de las frecuencias que dominan la señal.

El primer paso consiste en digitalizar la señal mediante un muestreo adecuado. Antes de aplicar una transformada, debe verificarse que la frecuencia de muestreo sea compatible con las frecuencias de interés y que las componentes superiores a Nyquist estén adecuadamente controladas.

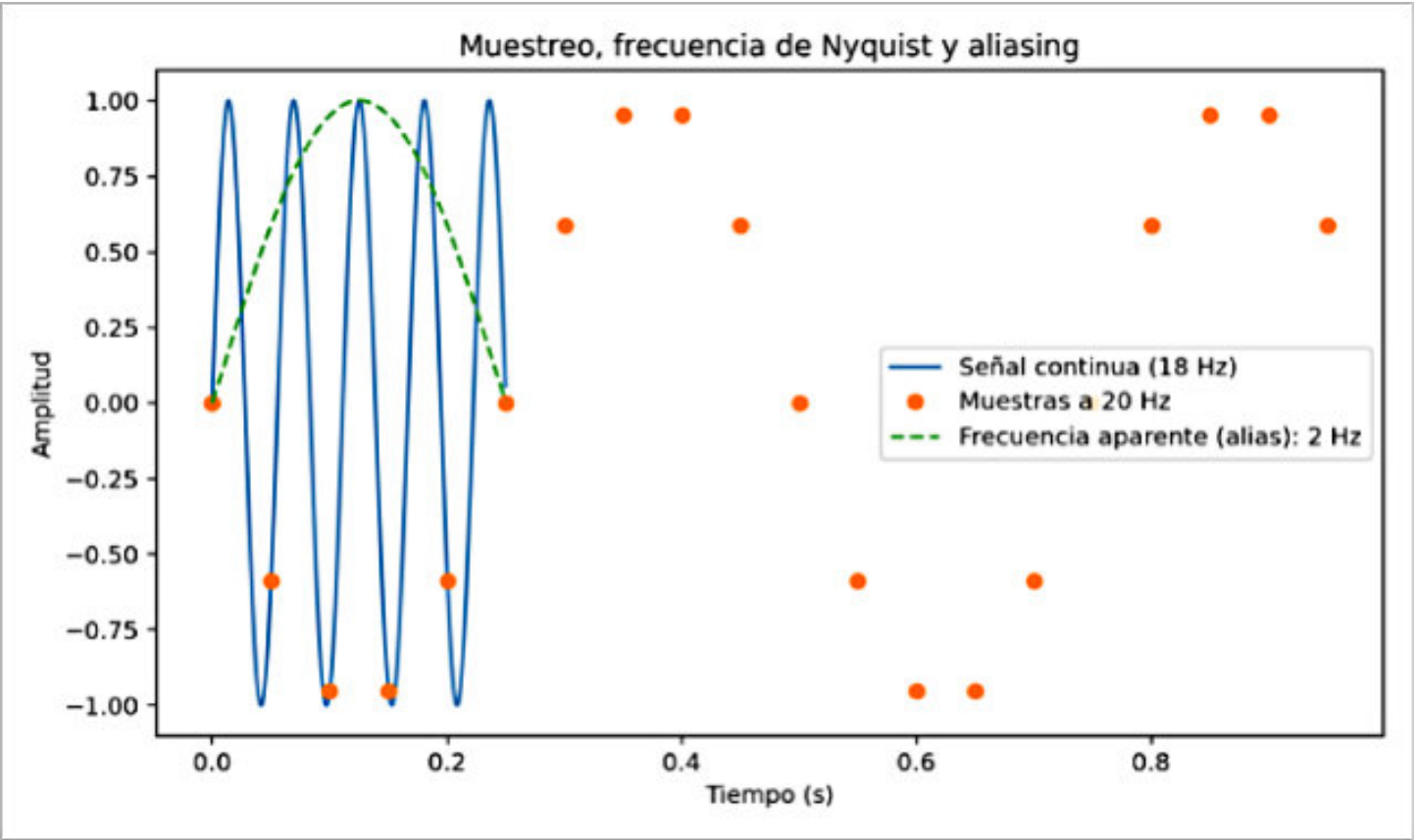


Figura 6. Muestreo de una señal y aparición de aliasing cuando la frecuencia de muestreo no es suficiente. La figura es ilustrativa.

El segundo paso consiste en aplicar una FFT. El resultado es una representación frecuencial en la que pueden observarse las componentes de amplitud y, de manera complementaria, la fase. Una concentración de amplitud alrededor de determinadas frecuencias indica que esas componentes tienen una contribución importante en el registro.

El tercer paso depende de la pregunta geofísica. Si el objetivo es examinar el contenido frecuencial, el espectro puede analizarse directamente. Si se requiere filtrar la señal, puede diseñarse una operación en el dominio de la frecuencia y después utilizar la transformada inversa para obtener la señal procesada en el dominio temporal.

La ventaja de este recorrido es que permite observar el mismo fenómeno desde dos perspectivas complementarias. La señal temporal conserva la relación con el momento en que ocurre cada variación, mientras que el espectro permite reconocer las escalas frecuenciales que contribuyen a la forma de la señal.

El ejemplo también permite comprender por qué no basta con identificar el pico más grande. La interpretación debe considerar el ancho de banda, la fase, la respuesta instrumental, el muestreo y el objetivo específico del análisis.

11. ¿Por qué Fourier sigue siendo importante?

La importancia de Fourier para las Ciencias de la Tierra no reside únicamente en una ecuación histórica. Su principal aporte conceptual es haber proporcionado una manera de pensar los fenómenos complejos mediante componentes más simples.

En geofísica, esta perspectiva permite pasar de una descripción de amplitud frente al tiempo a una descripción basada en frecuencias; y cuando la variable es espacial, permite estudiar longitudes de onda y números de onda. En ambos casos, el objetivo es el mismo: identificar las escalas que participan en la señal.

El desarrollo de la computación hizo que esta perspectiva dejara de ser una operación reservada para cálculos especializados y se convirtiera en una herramienta rutinaria de procesamiento. Las fuentes de exploración geofísica destacan precisamente que los procedimientos de análisis de formas de onda pueden implementarse mediante herramientas digitales y que la FFT permite realizar el análisis espectral de señales digitalizadas.

Por eso, cuando un lector observa un espectro sísmico o un mapa geofísico filtrado mediante Fourier, está viendo la aplicación contemporánea de una idea que nació en un problema físico muy diferente: comprender cómo se distribuye el calor.

Conceptos fundamentales

Concepto	Significado dentro del análisis
Periodo (T)	Tiempo necesario para completar un ciclo de una señal periódica.
Frecuencia (f)	Número de ciclos por unidad de tiempo; $f = 1/T$.
Amplitud	Magnitud de la contribución de una componente de la señal.
Fase	Posición relativa de una componente sinusoidal dentro de su ciclo.
Frecuencia fundamental	Frecuencia básica asociada con la repetición de una señal periódica.
Armónico	Componente cuya frecuencia es un múltiplo entero de la fundamental.
Espectro	Representación de las componentes de una señal en función de la frecuencia.
Frecuencia de Nyquist	Mitad de la frecuencia de muestreo; establece el límite superior para representar frecuencias sin aliasing.
FFT	Algoritmo eficiente para calcular la transformada discreta de Fourier.

12. Conclusiones

1. Las señales de las Ciencias de la Tierra pueden describirse tanto en el dominio temporal o espacial como en el dominio frecuencial.
2. Las series de Fourier permiten representar señales periódicas mediante combinaciones de senos y cosenos, mientras que la Transformada de Fourier amplía la perspectiva al análisis de señales no periódicas.
3. El espectro permite identificar las componentes de frecuencia que contribuyen a una señal y debe interpretarse considerando amplitud y fase.
4. El análisis de Fourier tiene aplicaciones directas en el procesamiento de señales geofísicas, particularmente en sismología y en el filtrado de datos espaciales de gravedad y magnetismo.
5. La FFT constituye una herramienta computacional eficiente para aplicar el análisis de Fourier a datos digitalizados.
6. La interpretación geocientífica no puede separarse de las condiciones de adquisición, muestreo, respuesta instrumental, ruido y procesamiento de los datos.

Referencias

- Académie des sciences. (2005). Joseph Fourier (21 mars 1768 – 16 mai 1830). Dossier biographique des membres de l'Académie des sciences.
- Bernardin, C., & Flandrin, P. (2019). Foreword. Comptes Rendus Physique, 20(5), 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2019.09.002>
- Fourier, J. (1822). Théorie analytique de la chaleur. Paris.
- Gadallah, M. R., & Fisher, R. (2009). Exploration Geophysics. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85160-8>
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2013). An Introduction to Geophysical Exploration (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Lowrie, W. (2007). Fundamentals of Geophysics (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Witelski, T., & Bowen, M. (2015). Methods of Mathematical Modelling: Continuous Systems and Differential Equations. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23042-9>



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

¿Existen realmente los desastres naturales?

De la dinámica de la Tierra a la construcción social del riesgo

Dra. Norma Elizabeth Olvera Fuentes
Colaboradora de la Revista

En apenas unas semanas de 2026, distintas regiones del planeta han vuelto a recordarnos que habitamos una Tierra dinámica. El 24 de junio, Venezuela fue sacudida por dos grandes terremotos de magnitudes 7.2 y 7.5; el 17 de julio, un sismo de magnitud 7.3 ocurrió frente a las costas de Chiapas, México; el 10 de agosto, un terremoto de magnitud 7.4 afectó el occidente de Colombia, y sólo unos días después, el 15 de agosto, un nuevo terremoto de magnitud 7.7 sacudió el este de Indonesia (U.S. Geological Survey [USGS], 2026). Todos fueron grandes sismos, con magnitudes sorprendentemente cercanas entre sí. Sus consecuencias, sin embargo, fueron profundamente diferentes: mientras Venezuela, Colombia e Indonesia enfrentaron importantes pérdidas humanas y materiales, el terremoto ocurrido frente a las costas mexicanas no produjo víctimas ni daños mayores. La diferencia obliga a formular una pregunta aparentemente sencilla, pero profundamente importante: *¿es el fenómeno natural, por sí mismo, el que produce el desastre?*

Para quienes vivimos en México, y particularmente para quienes habitamos la Ciudad de México y su zona metropolitana, los sismos forman parte de una memoria colectiva difícil de separar de nuestra relación con el territorio. Mi propia comprensión de estos fenómenos comenzó mucho antes de estudiar Ciencias de la Tierra. El 19 de septiembre de 1985, a las 7:19 de la mañana, la Tierra comenzó a sacudirse violentamente. Yo era una niña. Mis padres lograron sacarnos a mi hermana y a mí hacia un lugar seguro. Recuerdo la casa moviéndose, los transformadores explotando y a las personas gritando mientras intentaban comprender lo que estaba ocurriendo.

Cuando pregunté qué había pasado, recibí una explicación semejante a la que durante décadas escucharon millones de personas: había ocurrido un “**desastre natural**”.

Crecí entonces con una asociación aparentemente evidente: sismo y desastre parecían formar parte de una misma cadena inevitable. Lo mismo podía decirse de una erupción volcánica, un tsunami, una inundación o un huracán. La naturaleza producía el fenómeno y, casi como consecuencia automática, aparecía el desastre.

La propia dinámica terrestre parecía reforzar esa interpretación. La colisión de placas tectónicas levanta grandes sistemas montañosos; la actividad volcánica contribuye a formar nuevos relieves y puede generar suelos de gran fertilidad; los ciclones tropicales redistribuyen enormes cantidades de energía y agua dentro del sistema climático. Vivimos, en otras palabras, sobre un planeta extraordinariamente dinámico.

Pero de esta realidad física no se desprende que las sociedades deban asumir un papel pasivo frente a sus consecuencias. Un sismo es un proceso físico; también lo son una erupción volcánica, un tsunami o un huracán. Sus mecanismos de generación y evolución forman parte del funcionamiento de la Tierra. El desastre, en cambio, pertenece a otra dimensión del problema: la que surge cuando esos procesos interactúan con sociedades y territorios expuestos y vulnerables.

¿Los desastres son realmente naturales?

Desde la perspectiva contemporánea de la gestión del riesgo, la respuesta es **no**.

Esto no significa, desde luego, que los desastres sean imaginarios. En absoluto. Sus consecuencias son reales y pueden ser devastadoras. Conviene detenernos un momento en esta idea porque, cuando la comprendí por primera vez, me dejó varios días pensando: cuestionaba una concepción que había dado por cierta desde mi infancia. Los fenómenos naturales existen y algunos pueden alcanzar intensidades extraordinarias. Sin embargo, un fenómeno potencialmente dañino no constituye por sí mismo un desastre. Esta distinción, que podría parecer únicamente terminológica, modifica

profundamente nuestra manera de comprender el problema y, sobre todo, nuestra capacidad para actuar frente a él.

CENAPRED advierte que es equivocado atribuir los desastres exclusivamente a los peligros. Cuando ocurre una emergencia solemos identificar al sismo, al huracán o a cualquier otro fenómeno como el responsable de las pérdidas. Sin embargo, la sociedad se encuentra con esos fenómenos mediante su población, infraestructura, organización, preparación y condiciones de vulnerabilidad. **Los desastres son, por tanto, resultado de**

condiciones de riesgo en las que intervienen tanto el fenómeno perturbador como las características de aquello que puede resultar afectado.

Para comprender esta relación es necesario distinguir algunos conceptos. El **peligro** se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino; la **vulnerabilidad** expresa la susceptibilidad al daño de los elementos considerados, mientras que la **exposición** se relaciona con las personas, bienes, infraestructura y sistemas que pueden encontrarse sujetos a sus efectos. El **riesgo** surge de la interacción entre estos componentes.



Figura 1. Componentes del riesgo y comparación de dos escenarios contrastantes. Representación conceptual de la interacción entre peligro (P), exposición (E) y vulnerabilidad (V) en la configuración del riesgo (R). Los dos escenarios mantienen un peligro de igual valor, pero presentan diferentes condiciones de exposición y vulnerabilidad, lo que permite ilustrar cómo la modificación de estos componentes puede producir niveles de riesgo considerablemente distintos. Los valores empleados son únicamente ilustrativos y tienen fines didácticos. **Fuente: elaboración propia con base en CENAPRED (2006).**

Esta forma de entender el riesgo rompe la aparente relación inevitable entre fenómeno y desastre. Un sismo de gran magnitud puede ocurrir lejos de grandes concentraciones de población y producir consecuencias relativamente limitadas, mientras que otro puede interactuar con una ciudad densamente poblada, edificaciones vulnerables, infraestructura crítica y condiciones particulares del terreno y ocasionar pérdidas extraordinarias. Por ello, conocer la magnitud de un terremoto es indispensable para caracterizar el fenómeno, pero no basta para explicar las dimensiones del desastre.

Ésta es precisamente la enseñanza que podemos extraer del contraste entre los grandes sismos ocurridos recientemente en distintas regiones del mundo: **fenómenos de magnitudes comparables no necesariamente producen consecuencias comparables.** Entre la liberación de energía en el interior de la Tierra y las pérdidas que finalmente experimenta una sociedad existen numerosos factores que modifican el resultado.

Esta distinción devuelve a las sociedades una capacidad de acción que prácticamente desaparece cuando pensamos en términos de “desastres naturales”. No podemos impedir el movimiento de las placas tectónicas ni modificar a voluntad la magnitud o la localización de los terremotos. CENAPRED señala, sin embargo, que sí es posible intervenir de manera significativa sobre la vulnerabilidad mediante mejores materiales, técnicas y normas de construcción, entre otras acciones. La ocurrencia del fenómeno puede estar fuera de nuestro control; sus consecuencias no necesariamente lo están.

De esta manera, la pregunta deja de concentrarse únicamente en **qué fenómeno puede ocurrir** y comienza a considerar **qué encontrará ese fenómeno cuando ocurra.**

Volvamos entonces a aquella mañana del 19 de septiembre de 1985 y a la Ciudad de México. Para comprender por qué un gran sismo puede producir consecuencias tan distintas incluso dentro de una misma ciudad, es necesario mirar debajo de nuestros pies.

La Ciudad de México se asienta en un territorio cuya configuración actual es resultado de una prolongada

historia geológica. La Cuenca de México se desarrolló mediante procesos tectónicos y volcánicos y se encuentra rodeada por importantes estructuras montañosas, entre ellas las sierras de las Cruces, Nevada y Chichinautzin. El volcanismo asociado con esta última contribuyó al cierre natural de la cuenca hacia el sur y favoreció el establecimiento de una condición endorreica.

El agua y los sedimentos se concentraron entonces en las partes bajas, dando origen al antiguo sistema lacustre formado por las subcuencas de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Durante largos periodos, los escurrimientos provenientes de las sierras transportaron materiales hacia la planicie, construyendo progresivamente un relleno sedimentario complejo y espacialmente heterogéneo.

Mucho tiempo después, una de las mayores concentraciones urbanas del planeta se desarrollaría precisamente sobre ese territorio.

La ciudad que hoy habitamos conserva, debajo del concreto, la memoria geológica de aquella antigua cuenca.

Esta historia resulta fundamental para comprender el comportamiento actual del terreno. La Ciudad de México no está construida sobre un sustrato homogéneo y, por tanto, la respuesta del suelo ante un sismo tampoco es uniforme. CENAPRED señala que en grandes valles y zonas aluviales donde existen importantes concentraciones urbanas debe considerarse la respuesta particular del terreno, especialmente la amplificación del movimiento sísmico y sus periodos dominantes.

El terremoto de 1985 mostró dramáticamente la importancia de estas condiciones locales. Las ondas sísmicas generadas a cientos de kilómetros de la capital interactuaron con los materiales del subsuelo de la cuenca y produjeron respuestas muy diferentes dentro de la propia ciudad. La geología local no originó el terremoto, pero sí desempeñó un papel fundamental en la manera en que el movimiento del terreno se manifestó en distintas zonas.



Figura 2. La Cuenca de México: del antiguo sistema lacustre a la Gran Zona Metropolitana. Representación esquemática de la Gran Zona Metropolitana asentada sobre el antiguo sistema lacustre de la Cuenca de México y su relleno sedimentario heterogéneo. Se muestran de manera conceptual las antiguas subcuencas lacustres, el aporte de sedimentos desde las sierras circundantes, los depósitos lacustres y la ocurrencia diferencial de subsidencia en sectores de la cuenca. **La representación no está a escala y las zonas de subsidencia son ilustrativas. Fuente: elaboración propia**

Aquí debemos hacer una distinción especialmente importante. Las características geológicas del territorio no son, por sí mismas, sinónimo de vulnerabilidad. Pueden modificar las características del peligro o la respuesta física del sitio, pero la vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad al daño de los elementos expuestos. Una edificación, una red de agua, un hospital, una escuela o una comunidad pueden presentar diferentes niveles de vulnerabilidad aun encontrándose frente al mismo fenómeno.

Por eso, afirmar simplemente que “la Ciudad de México es vulnerable a los sismos” resulta insuficiente. La

vulnerabilidad no se distribuye homogéneamente en el territorio. Depende de qué elemento se analiza, de sus características físicas y funcionales, de su localización, de las condiciones socioeconómicas y ambientales y de su capacidad para resistir, responder y recuperarse frente a un evento adverso.

La complejidad aumenta porque los sismos no constituyen el único fenómeno geológico relevante para la ciudad. Su propia configuración territorial favorece la presencia de otros procesos que interactúan con la urbanización.

Uno de ellos es la **subsidencia**. En sectores asentados sobre depósitos compresibles, la extracción intensiva de agua

subterránea favorece el descenso progresivo del terreno. Cuando este proceso ocurre de manera diferencial pueden generarse desniveles, deformaciones y agrietamientos capaces de afectar edificaciones, vialidades, sistemas de drenaje y redes de abastecimiento de agua. La subsidencia muestra con especial claridad cómo un proceso del terreno puede adquirir una dimensión de riesgo al interactuar con una ciudad densamente urbanizada.

En las zonas de relieve elevado aparece otro conjunto de condiciones. La inestabilidad de laderas puede estar asociada con las características geológicas y geomorfológicas del terreno y ser detonada o favorecida por lluvias intensas, saturación del suelo, sismos, cortes, excavaciones, sobrecargas o pérdida de vegetación. Cuando viviendas e infraestructura ocupan laderas, barrancas u otras áreas de peligro, la exposición adquiere una importancia decisiva.

La Ciudad de México constituye así un ejemplo particularmente ilustrativo de una idea central en la gestión del riesgo: **un mismo territorio puede contener múltiples peligros, diferentes elementos expuestos y vulnerabilidades que cambian espacialmente y a lo largo del tiempo.**

Esta última característica es fundamental. El riesgo no es estático. La historia geológica de la Cuenca de México se desarrolló durante enormes escalas temporales; la ciudad que se encuentra sobre ella puede transformarse profundamente en apenas unas décadas. La expansión urbana, el crecimiento de la población, los cambios en el uso del suelo, la construcción de nueva infraestructura o el deterioro de la existente modifican continuamente las condiciones de exposición y vulnerabilidad.

La geología puede permanecer prácticamente invariable durante muchas generaciones mientras el riesgo cambia rápidamente sobre ella.

Esta perspectiva modifica también nuestra relación con la prevención. No podemos eliminar todos los peligros naturales, pero podemos conocerlos mejor. Podemos identificar dónde y cómo se manifiestan, evitar incrementar innecesariamente la exposición, disminuir

vulnerabilidades, fortalecer las normas de construcción, mejorar la planeación territorial, proteger infraestructura crítica, desarrollar sistemas de información y preparar a las comunidades para actuar antes, durante y después de una emergencia.

En este sentido, las geociencias tienen una responsabilidad que trasciende la descripción de los fenómenos. Comprender la tectónica permite caracterizar el peligro sísmico; estudiar el volcanismo ayuda a construir escenarios eruptivos; analizar el relieve y las propiedades de los materiales permite reconocer condiciones de inestabilidad; conocer el subsuelo contribuye a explicar la respuesta sísmica del terreno, la subsidencia y el agrietamiento. Ese conocimiento constituye una de las bases sobre las cuales pueden construirse estrategias de prevención y reducción del riesgo.

En las páginas de una revista dedicada a las geociencias contemplamos continuamente algunas de las expresiones más extraordinarias de la dinámica terrestre: montañas levantadas por procesos tectónicos, volcanes que construyen nuevos paisajes, cuencas que guardan la memoria de antiguos lagos, fallas que revelan la deformación de la corteza y territorios transformados durante millones de años. Los mismos procesos que despiertan nuestra fascinación científica pueden, bajo determinadas condiciones de exposición y vulnerabilidad, representar importantes desafíos para las sociedades que habitan esos territorios.

Décadas después de aquella mañana del 19 de septiembre de 1985, la explicación que recibí siendo niña adquiere para mí un significado diferente. El sismo fue un fenómeno natural. La liberación de energía y la propagación de las ondas sísmicas fueron procesos naturales. Pero las consecuencias que experimentó la sociedad no pueden explicarse únicamente mediante la dinámica de la Tierra.

Entre el fenómeno y el desastre existe un territorio habitado.

Existen personas, viviendas, escuelas, hospitales, vialidades, redes de agua y energía; existen formas de ocupación del territorio, normas de construcción,

instituciones, capacidades de prevención y respuesta, así como diferentes condiciones de exposición y vulnerabilidad. Es precisamente sobre muchos de esos componentes donde podemos actuar.

Quizá por ello abandonar la expresión “**desastre natural**” sea mucho más que realizar una corrección del lenguaje. Significa abandonar también una visión en la que las sociedades aparecen como espectadoras impotentes frente a la naturaleza y sustituirla por otra en la que comprender el riesgo implica reconocer nuestra capacidad y nuestra responsabilidad para reducirlo.

Habitamos una Tierra dinámica y siempre lo haremos. Comprender sus procesos no nos permitirá impedir que tiemble, que los volcanes hagan erupción o que las montañas continúen transformándose. Pero sí puede ayudarnos a construir sociedades mejor preparadas para convivir con ellos.

Los fenómenos naturales son inevitables; que se conviertan en desastres no necesariamente lo es. El

conocimiento, la prevención, la reducción de la vulnerabilidad y la exposición, así como una adecuada preparación y planeación, pueden hacer la diferencia.

En memoria de todas las personas que han perdido la vida como consecuencia de los recientes eventos.

Referencias:

U.S. Geological Survey. (2026). *Significant earthquakes—2026*. Earthquake Hazards Program. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/significant.php?year=2026>

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2006). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos: Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica*. Secretaría de G o b e r n a c i ó n . <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>

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

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

CUANDO LA URSS APAGO UN POZO DE GAS INCONTROLADO CON UNA BOMBA NUCLEAR (Campo Urtabulak, Uzbekistán)

JHONNY E. CASAS

Escuela de Petróleo y Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela



Fuente: Pozo No11 incendiado en Ortabulak (Anisimov 2023)

INTRODUCCIÓN

A principios de la década de 1960, la división ideológica de la Guerra Fría había culminado en un sistema de paridad estratégica caracterizado por una aguda inestabilidad geopolítica. Estados Unidos y la Unión Soviética se encontraban en una disputa global por la hegemonía, impulsada no solo por la ambición territorial, sino por una competencia existencial entre el capitalismo liberal y el socialismo marxista-leninista. Un elemento central de esta confrontación fue la acelerada proliferación nuclear vertical, con miles de armas nucleares inactivas a lo largo de sus respectivos países.

Pero también, durante el apogeo de la Era Atómica, tanto Estados Unidos como la Unión Soviética exploraron el uso de Explosiones Nucleares Pacíficas (PNE, por sus siglas en inglés) para la ingeniería civil y aplicaciones industriales. El uso de armas nucleares en el sector del petróleo y el gas fue uno de los conceptos evaluados más exhaustivamente y, sorprendentemente, más prácticos. La Unión Soviética llevó a cabo pruebas

más extensas bajo el programa «Explosiones Nucleares para la Economía Nacional». Mediante pequeñas explosiones nucleares, exploraron el suelo en busca de depósitos de petróleo, crearon enormes cavernas subterráneas para almacenar gas natural, trituraron mineral en minas a cielo abierto, excavaron canales y construyeron presas. Sin embargo, no todo fueron aplicaciones positivas, ya que en una ocasión, mientras exploraban en busca de petróleo, gases radiactivos contaminaron una parte significativa de una región densamente poblada cerca del río Volga.

APLICACIONES PRINCIPALES DE LAS ARMAS NUCLEARES EN EL SECTOR DEL PETRÓLEO Y EL GAS Fracturación hidráulica (Fracking) y estimulación de yacimientos

Antes de que la fracturación hidráulica moderna (fracking) se generalizara, los geólogos luchaban por extraer el gas natural atrapado en rocas densas y no porosas («gas de lutitas» o tight gas).

- **Cómo funcionaba:** Se bajaba una ojiva nuclear subterránea a millas de profundidad en una formación de hidrocarburos. Al detonar, la explosión trituraba la roca circundante, creando una cavidad subterránea masiva y altamente fracturada conocida como «chimenea de escombros» (rubble chimney). El gas podía entonces fluir fácilmente hacia esta caverna y subir por la cabeza de un pozo convencional.
- Experimentos de EE. UU. (Proyecto Plowshare): La Comisión de Energía Atómica de EE. UU. realizó tres pruebas específicamente para la estimulación de gas:
 - Proyecto Gasbuggy (1967): Una explosión de 29 kilotones en Nuevo México.
 - Proyecto Rulison (1969): Una explosión de 40 kilotones en Colorado.
 - Proyecto Rio Blanco (1973): Tres dispositivos de 30 kilotones detonados simultáneamente a diferentes profundidades en Colorado.
- **Resultado:** Aunque las explosiones aumentaron drásticamente el flujo de gas, el gas natural extraído era radiactivo (contaminado principalmente con tritio y kriptón-85). Las empresas de servicios públicos no podían distribuir gas radiactivo a los hogares de los consumidores, lo que hizo que el proceso no fuera viable comercialmente.

Extinción de reventones de pozos fuera de control

Cuando las técnicas convencionales no lograban extinguir los incendios masivos de pozos subterráneos de gas o petróleo, la Unión Soviética recurrió varias veces a la fuerza nuclear.

- **Cómo funcionaba:** Los trabajadores perforaban un pozo inclinado hacia un punto cercano al revestimiento del pozo dañado, a gran profundidad bajo tierra. Se detonaba una carga nuclear dirigida, lo que aplastaba el revestimiento del pozo y compactaba la roca circundante, sellando de forma efectiva el flujo de gas desde abajo.
- El incidente de Urtabulak (1966): Una erupción en el campo de gas de Urtabulak, en Uzbekistán, había ardido de forma incontrolada durante casi tres años, desperdiciando millones de metros cúbicos de gas diariamente. En septiembre de 1966, se detonó una carga nuclear de 30 kilotones a 1500 metros bajo tierra. En 23 segundos, el pozo quedó sellado por aplastamiento, extinguendo por completo el infierno.
- **Tasa de éxito:** La URSS utilizó con éxito este método para extinguir al menos cuatro reventones de gas fuera de control entre 1966 y 1981.

Creación de cavidades para almacenamiento subterráneo

Ambas naciones, especialmente la URSS, necesitaban contenedores de almacenamiento profundo para petróleo, gas natural y condensados, así como para químicos tóxicos.

- **Cómo funcionaba:** Se detonaban dispositivos nucleares en depósitos profundos de sal subterránea. El calor intenso derretía y vaporizaba la sal, creando enormes cavernas subterráneas impermeables y revestidas de una capade material vitrificado, capaces de albergar vastas cantidades de combustible bajo presión.
- **Escala:** La Unión Soviética detonó docenas de dispositivos para formar depósitos de almacenamiento de gas condensado, particularmente alrededor del campo de gas de Astrakhan, ubicado al sur de Rusia, cerca del Mar Caspio.

EL CASO DEL CAMPO DE URTABULAK (UZBEKISTÁN)

El campo de gas de Urtabulak, en el sur de Uzbekistán, es un importante depósito de hidrocarburos dentro de la región de Bukhara-Khiva, famoso por sus yacimientos en arrecifes carbonatados del Jurásico Superior. Los principales horizontes con hidrocarburos (como los horizontes XV-P) consisten en formaciones densas de caliza arrecifal y dolomitas, asignadas al Jurásico Superior (Oxfordiense). Capas gruesas de arcillas plásticas y evaporitas (sal/anhidrita) se superponen a los yacimientos de carbonato, proporcionando un sello de roca impermeable, crucial para atrapar gas y petróleo a alta presión.

Los hidrocarburos están atrapados en complejas estructuras anticlinales y controladas por las facies de arrecifes, y caracterizadas por fallas localizadas con una alta variabilidad lateral. Los yacimientos de Urtabulak Norte y Urtabulak Principal operan como unidades hidrodinámicas relativamente cerradas con una actividad mínima de agua de fondo, manteniendo presiones de yacimiento elevadas (que históricamente alcanzaron hasta 4400 psi). Las reservas de gas natural se estimaron en algo más de 7758.4 BCF (miles de millones de pies cúbicos) en 1968. Se considera que el campo de Urtabulak es una trampa combinada, con el gas acumulado entre una capa de anhidrita y los carbonatos arrecifales.

EL ACCIDENTE

El 1 de diciembre de 1963, se perdió el control durante la perforación del pozo N.º 11 en Urtabulak Sur a una

profundidad de 2450 m (8038 pies) tras encontrar una zona de gas natural a una presión anormalmente alta, con presiones que superaban los 4409 psi, junto con concentraciones de sulfuro de hidrógeno superiores a las esperadas. La combinación de un cabezal de pozo que no estaba equipado con un sistema de prevención de erupciones (blowout preventer) y un acero que no poseía las propiedades químicas para resistir ambientes corrosivos provocó la falla del cabezal del pozo. Una fuente de ignición incendió el gas natural, expulsando la cabeza del pozo del sondeo y derritiendo una parte del equipo de perforación.



Figura 1. El pozo No 11 con llamaradas en la noche
Fuente: (Anisimov 2023).

El fuego continuó ardiendo durante 1064 días, con llamaradas que alcanzaban los 100 metros de altura y consumiendo aproximadamente 420.000.000 pies³ de gas natural al día y matando a numerosa fauna silvestre. El jefe del grupo de trabajo dedicado a extinguir el incendio, Kamil Mangushev, escribió en su diario que:

«Por la noche, bandadas de aves migratorias y nubes de insectos, atraídos por la luz, caían en esta danza mortal de fuego y, al caer, se quemaban, a menudo antes de llegar al suelo».

Los intentos de sofocar el fuego no tuvieron éxito; la desviación del gas hacia pozos cercanos se vio dificultada por las altas concentraciones de sulfuro de hidrógeno; además, los 1000 metros inferiores del pozo aún no se habían cementado y se desconocía la ubicación exacta del fondo del pozo, ya que no se había corridos registros (logged) en el momento del

accidente. Cuando fallaron todos los métodos convencionales para controlar el fuego, el gobierno soviético recurrió a sus científicos nucleares en busca de ayuda.

LA OPCIÓN NUCLEAR

No fue hasta 1966 cuando se propuso la idea de detonar una carga nuclear cerca del pozo para desplazar las capas de roca y sellarlo. Los físicos calcularon que, si se detonaba una bomba nuclear a una profundidad de unos 1500 metros y cerca del pozo, la presión resultante podría apagar el fuego. Los investigadores calcularon finalmente que la bomba debía ser de 30 kilotones, el doble de la potencia de la bomba lanzada sobre Hiroshima.

Los empleados de la Oficina de Diseño en Sarov ya habían investigado en teoría el uso de explosiones nucleares pacíficas y recibieron la tarea de resolver la erupción en el campo de gas de Urtabulak. Al llegar el otoño de 1966, la Oficina de Diseño de Sarov había desarrollado un explosivo nuclear especializado con una potencia de 30 kilotones de TNT para sellar el pozo. El explosivo se bajó a un pozo inclinado cerca del Pozo N.º 11 (se habían perforado dos de ellos para intentar lograr la máxima proximidad al pozo original).

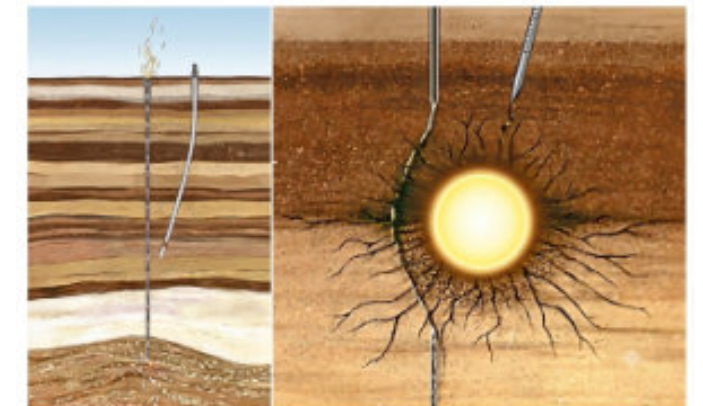


Figure 2. A la izquierda imagen del pozo vertical No 11 y del pozo desviado, perforado para acercarse a la capa de gas. En la figura de la derecha, la explosion sella el pozo de gas, acabando con las llamas de superficie en pocos segundos.

Fuente: <https://www.dailymail.com/news/article-4883402/The-gas-fire-extinguished-NUCLEAR-BOMB.html>

Con la aprobación del entonces Secretario General del Partido Comunista de la Unión Soviética, Leonid Brézhnev (1906-1982), el explosivo fue detonado a una profundidad de 1500 m, el 30 de septiembre de 1966. El agujero por el que se bajó el explosivo también se selló con cemento para evitar la contaminación radiactiva

atmosférica. Bastaron solo 23 segundos luego de la explosión, para que las llamas que habían ardido durante 3 años se apagaran.



Figura 3. Bajando la bomba nuclear en el pozo desviado.

Fuente: <https://www.dailymail.com/news/article-4883402/The-gas-fire-extinguished-NUCLEAR-BOMB.html>

Las imágenes y videos históricos de esta increíble operación muestran el momento en que detonó la bomba nuclear y la posterior extinción del fuego, marcando la primera vez que se utilizaba una explosión nuclear pacífica para sellar un pozo de gas. No hay mejor manera de entender cómo fue aquel día que el relato del periódico soviético Pravda Vostoka de Tashkent:

«En aquel frío día de otoño de 1966, un temblor subterráneo de una fuerza sin precedentes sacudió el [suelo] con una rala cubierta de hierba sobre arena blanca. Una bruma de polvo se levantó sobre el desierto. La antorcha anaranjada del pozo ardiente disminuyó, primero lentamente, luego más rápidamente, hasta que parpadeó y finalmente se apagó. Por primera vez en 1064 días, la tranquilidad descendió sobre la zona. El rugido similar a un motor a reacción del pozo de gas se había silenciado».

MÁS PRUEBAS

Meses después se produjo otro incendio en el cercano campo de gas de Pamuk, y el fuego se extendió a la superficie a través de orificios adicionales. Esta vez se

bajó un arma nuclear de 47 kilotones a una profundidad de 2440 metros y se detonó. Debido a que la fuga era grande, el flujo continuó durante siete días antes de apagarse finalmente. Este segundo éxito dio a los científicos soviéticos gran confianza en su nueva técnica para controlar pozos de gas y petróleo desbocados.



Figura 4. El pozo No 11 luego de la explosión nuclear.

Fue después de este segundo intento exitoso de sofocar grandes incendios de gas cuando los soviéticos encontraron lo que consideraban un uso altamente práctico para las explosiones nucleares. En los años siguientes surgieron una serie de oportunidades para el uso de explosiones nucleares con el fin de extinguir incendios en pozos de gas fuera de control. Utilizaron bombas nucleares para detener un incendio en mayo de 1972, con una explosión de 14 kilotones a una profundidad de 1700 metros selló una fuga de gas de dos años de antigüedad en el campo de gas de Mayskii, a unos 30 km al sureste de la ciudad de Mary, en Asia Central. Posteriormente, en julio del mismo año, otro pozo de gas incendiado en Ucrania se selló con una explosión nuclear de 3.8 kilotones a una profundidad de más de 2400 metros. La bomba se bajó al pozo, se rellenó con cemento como antes y se detonó. Tras unos días, el fuego se detuvo.

El último intento ocurrió en 1981 en un pozo incontrolado en el depósito de gas de Kumzhinskiy, ubicado en la costa norte de la Rusia europea. Se detonó una explosión nuclear de 37.6 kilotones a una profundidad de 1511 metros, pero esta vez el pozo no se selló porque no se conocía con precisión la posición de la fuga. De todas las explosiones, la segunda, en el campo de gas de Pamuk, fue la más profunda y potente. Así culmina la historia de cómo el exceso de armas nucleares, la inventiva de curiosos ingenieros soviéticos, y la existencia de descontrolados incendios de gas

natural, llevaron a la detonación subterránea de bombas nucleares durante la Guerra Fría.

CONSIDERACIONES FINALES

En 1966, la Unión Soviética utilizó una explosión nuclear para extinguir un pozo de gas natural que había estado ardiendo sin control. Los ingenieros perforaron un pozo de alivio, colocaron un dispositivo nuclear especialmente diseñado a gran profundidad bajo tierra, cerca del pozo incendiado, y lo detonaron. La explosión subterránea colapsó la roca circundante, sellando el yacimiento de gas y cortando el suministro de combustible al incendio.

La operación tuvo éxito sin crear una explosión nuclear en la superficie porque la detonación quedó completamente contenida bajo tierra. En ese momento, la Unión Soviética exploró varias aplicaciones pacíficas para la tecnología nuclear, incluido el sellado de pozos de gas, la creación de cavidades de almacenamiento subterráneo y proyectos de movimiento de tierras a gran escala. Aunque la técnica demostró ser realmente efectiva, nunca se convirtió en una práctica estándar en



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 69 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 mas de 64 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).

la industria. Los avances en la tecnología de perforación, los métodos de control de pozos y las consideraciones ambientales han hecho que las soluciones de ingeniería convencional sean el enfoque preferido para gestionar los incendios de pozos en la actualidad.

REFERENCIAS

Video del pozo No 11:

<https://www.youtube.com/shorts/jVQxgwxTmWc>

ANISIMOV, L. (2023). Drilling of wells that provoked natural and man-made disasters. In Feng Yongcun (ed.) *Oil and Gas Wells - Recent Advances in Drilling and Completion Technologies*. p. 1-17. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.112301>

POZO OG-1 (OFICINA-1): EL POZO QUE CAMBIO LA HISTORIA DE LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

Jesús S. Porras M.¹, Hernán R. Meneses C.²

(1,2) Consultor Independiente

RESUMEN

El descubrimiento del pozo Oficina Gulf-1 (OG-1) en junio de 1937 constituye uno de los hitos más importantes en la historia de la exploración petrolera venezolana. Aunque el desarrollo inicial de la industria se concentró en la Cuenca de Maracaibo y el primer descubrimiento comercial del oriente ocurrió en Quiriquire en 1928, fue el pozo OG-1 el que demostró el enorme potencial petrolero del interior de la Cuenca Oriental de Venezuela. Este hallazgo inició la exploración intensiva de la Mesa de Guanipa y condujo posteriormente al descubrimiento de numerosos campos gigantes en Anzoátegui y Monagas. El artículo revisa los antecedentes exploratorios desde finales del siglo XIX, la evolución de los métodos geológicos y geofísicos empleados entre 1890 y 1937, las características técnicas y antecedentes del pozo OG-1 y su trascendencia en el desarrollo de la industria petrolera venezolana.

El presente trabajo trasciende la reconstrucción cronológica e histórica de los hechos y propone el descubrimiento del pozo OG-1 como un punto de inflexión en la historia de la exploración petrolera venezolana.

Palabras clave: Cuenca Oriental de Venezuela, pozo OG-1, Oficina, exploración petrolera, historia del petróleo, geofísica, Mene Grande Oil Company.

INTRODUCCIÓN

La historia del petróleo venezolano suele asociarse con dos hitos fundamentales: el descubrimiento del pozo Zumaque-1 en 1914 y el reventón del Barroso-2 en 1922, ambos en la Cuenca de Maracaibo, que proyectaron internacionalmente el potencial petrolero del país. Sin embargo, estos acontecimientos representan únicamente la consolidación de la provincia petrolera occidental.

La apertura de la provincia petrolera oriental fue un proceso distinto, más prolongado y caracterizado por importantes avances metodológicos en exploración. Durante casi cuatro décadas, numerosas compañías realizaron reconocimientos geológicos y perforaciones exploratorias con resultados limitados. La ausencia de estructuras evidentes en superficie, la extensa cobertura sedimentaria de los llanos orientales y el predominio de crudos pesados dificultaban la evaluación del verdadero potencial de la región.

El descubrimiento del pozo OG-1, perforado por la Mene Grande Oil Company en la Mesa de Guanipa, transformó la percepción geológica de la Cuenca Oriental de Venezuela. Más que un simple hallazgo de un nuevo campo, confirmó que extensas áreas del interior de la cuenca, alejadas de manifestaciones superficiales y de los campos conocidos, contenían acumulaciones comerciales de petróleo. Este

descubrimiento redefinió la estrategia exploratoria nacional y sentó las bases para el desarrollo de una de las provincias petroleras más importantes del país y del mundo.



Figura 1. Monumento erigido en El Tigre, Venezuela, para conmemorar el descubrimiento del pozo Oficina Gulf No. 1 (OG-1). El sitio recuerda el hallazgo realizado por la Mene Grande Oil Company en 1937, considerado un punto de inflexión en la

historia de la exploración petrolera venezolana al confirmar el potencial de la Mesa de Guanipa y dar inicio al desarrollo del Área Mayor de Oficina y la Cuenca Oriental.

LOS PRIMEROS INTENTOS EXPLORATORIOS EN LA CUENCA ORIENTAL (1890–1928)

El interés por el potencial petrolero del oriente venezolano surgió mucho antes del descubrimiento del campo Oficina. Según Renz et al. (1958), la primera perforación exploratoria se realizó en 1890 cerca de manifestaciones naturales de petróleo y gas en la isla Capure, próxima a Pedernales. Estos trabajos fueron motivados por los descubrimientos obtenidos por la Graham Company of Trinidad en el área de La Brea, al otro lado del golfo de Paria, donde varios pozos someros habían comprobado la presencia de petróleo pesado. D'Orazio (2016) señala que los descubrimientos realizados alrededor del Pitch Lake de Trinidad estimularon a la General Asphalt Company a extender sus actividades hacia Venezuela. La estrategia exploratoria respondía al conocimiento geológico de la época y se basaba en localizar estructuras anticlinales asociadas a manifestaciones superficiales de hidrocarburos (menes) para posteriormente perforarlas.

El descubrimiento temprano de manifestaciones naturales de asfalto y gas, observado desde finales del siglo XIX a lo largo del frente montañoso del borde norte de la Cuenca Oriental, en el estado Monagas, impulsó la perforación de numerosos pozos exploratorios entre 1913 y 1927. Sin embargo, la mayoría de estas perforaciones no produjo resultados comerciales (Mencher et al., 1953).

Dentro de este programa exploratorio se perforó, entre 1912 y 1913, el Bababui No. 1, cerca del Lago de Asfalto de Guanoco, considerado por algunos autores como el primer pozo productor comercial de petróleo del país. El pozo produjo aproximadamente 900 barriles diarios desde unos 600 pies de profundidad, demostrando la presencia de hidrocarburos en el extremo oriental de Venezuela. Posteriormente se perforaron los pozos Baboso y Bacante, así como más de una docena de pozos entre Guanoco y Pedernales. Aunque estos trabajos confirmaron la presencia de petróleo en profundidad, el crudo era pesado y de baja gravedad API, lo que limitó su desarrollo comercial.

Durante esta primera etapa, la exploración dependió casi exclusivamente de la geología de superficie. Los afloramientos de sedimentos terciarios, las manifestaciones naturales de hidrocarburos (menes) y la

teoría anticlinal constituyeron los principales criterios para seleccionar las áreas de perforación, ya que los métodos geofísicos aún no se habían incorporado a la exploración petrolera.

El primer éxito comercial importante del oriente venezolano ocurrió en 1928, cuando la Standard Oil Company of Venezuela perforó el pozo Moneb-1, descubridor del campo Quiriquire. El pozo produjo aproximadamente 438 barriles diarios de petróleo de 16,3° API, confirmando el potencial petrolero de la región y estimulando nuevas inversiones exploratorias. Dado que aún no se habían aplicado métodos geofísicos en esta área, el éxito del pozo se atribuye fundamentalmente a la interpretación geológica de superficie. Como señala Borger (1952) el descubrimiento se basó en la interpretación de la geología de superficie, apoyada en un conjunto de manifestaciones naturales de hidrocarburos localizadas sobre el flanco sur de un anticlinal expuesto en el piedemonte de las montañas cretácicas del norte y con la hipótesis de contactar petróleo buzamiento abajo de la estructura.



Figura 2. Distribución de los principales campos productores de petróleo de Venezuela hacia 1940. El mapa refleja el predominio de la actividad petrolera en las cuencas de Maracaibo y Falcón y el desarrollo inicial de la Cuenca Oriental con los campos Quiriquire y Pedernales. La ubicación de El Tigre se incorporó de manera referencial para indicar el área donde se descubrió el campo Oficina en 1937 (Modificado de Miller, 1940).

El descubrimiento de Quiriquire representó un importante avance para la exploración petrolera del oriente venezolano y confirmó la existencia de acumulaciones comerciales de hidrocarburos en la Cuenca Oriental. Sin embargo, el potencial de las extensas llanuras del centro y sur de la cuenca permanecía aún sin demostrar. Su evaluación requería un cambio en el modelo exploratorio, basado en la incorporación de métodos geofísicos y en una

nueva interpretación del subsuelo, proceso que culminaría con el descubrimiento del pozo Oficina-1 (OG-1) en 1937.

El creciente interés por la Cuenca Oriental coincidió con un período de fuerte expansión de las inversiones petroleras en Venezuela. Entre 1927 y 1935, el país recibió la mayor parte de la inversión directa estadounidense destinada a exploración y producción (McBeth, 2009). Este contexto permitió a compañías como Mene Grande Oil Company, Creole Petroleum Corporation y Standard Oil ampliar sus programas exploratorios hacia regiones poco conocidas del interior oriental que conducirían pocos años después al descubrimiento del campo Oficina.

EVOLUCIÓN DEL MODELO EXPLORATORIO EN 1928-1937: DEL RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL A LA EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Aunque el descubrimiento del campo Quiriquire demostró la existencia de acumulaciones comerciales de hidrocarburos, la exploración del interior de la Cuenca Oriental continuaba siendo altamente riesgosa. Hopkins y Wasson (1929) señalaron que la exploración sistemática del oriente venezolano mediante perforación y métodos geofísicos aún no producía resultados comparables con los obtenidos en la Cuenca de Maracaibo.

Tras el descubrimiento de Quiriquire, la exploración en la Cuenca Oriental se intensificó y dio lugar a nuevos hallazgos. En 1933 se descubrieron los campos de Orocuai y Pedernales, seguidos por los de Pilón (julio de 1936), Temblador (septiembre de 1936) y Uraoa (1937), que confirmaron el potencial petrolero del sector suoriental de la cuenca. Paralelamente, se iniciaron varias perforaciones exploratorias tanto hacia la zona central en el estado Anzoátegui que condujeron posteriormente al descubrimiento del campo Santa Ana (1936) como hacia el sur de la provincia. Sin embargo, todos estos campos presentaron resultados modestos y no lograron demostrar el potencial de las extensas llanuras del centro y sur de la cuenca.

Antes de la perforación del pozo Oficina No. 1 (OG-1), la exploración de la región se apoyaba principalmente en levantamientos de sismica de refracción y, en menor medida, en líneas de balanza de torsión. La ubicación de los primeros pozos exploratorios se definió a partir de la interpretación conjunta de estos datos geofísicos (Hedberg et al. 1947).

Durante este mismo período comenzó una transformación fundamental en la exploración petrolera venezolana con la incorporación de métodos geofísicos, como la sismica de refracción, la balanza de torsión y la magnetometría, que permitieron identificar estructuras en el subsuelo imposibles de reconocer mediante la geología de superficie (Hedberg et al., 1947; Mencher et al., 1953, Renz et al., 1958; Young, 1971)).

Estas técnicas fueron posteriormente complementadas con la sismica de reflexión, la gravimetría y los registros eléctricos, mejorando sustancialmente la interpretación del subsuelo y sentando las bases para una nueva etapa de la exploración en la Cuenca Oriental.

En este escenario de avances metodológicos y de resultados aún limitados en las llanuras interiores, comenzó a consolidarse un nuevo modelo exploratorio basado en la integración de la geología y los métodos geofísicos, particularmente la sismica de refracción y, posteriormente, en 1939, la de reflexión. En este contexto, resulta especialmente significativa la interpretación presentada por Kamen Kaye (1936), apenas un año antes del descubrimiento del Oficina Gulf-1 (OG-1).

A partir de la información geológica y geofísica disponible, propuso que bajo la extensa cobertura sedimentaria de los llanos existían estructuras muy suavemente deformadas, posiblemente de origen deposicional y desarrolladas sobre antiguos altos o anomalías del basamento, las cuales constituían objetivos altamente favorables para la exploración petrolera. Asimismo, señaló que las perforaciones exploratorias dirigidas a evaluar estas estructuras ya estaban proporcionando resultados alentadores.

Kamen Kaye (1936) resumió esta interpretación al indicar que: "...las estructuras aparentes bajo los llanos meridionales son tan suaves y su relación con el basamento inferido es tan uniforme, que bien podrían ser de origen completamente deposicional, desarrolladas por encima y alrededor de antiguas anomalías del basamento."

Tabla 1. Lista selectiva de pozos pioneros de la región centro-sur del Edo Anzoátegui Años 1934-1939 (datos de Hedberg et al., 1947; Funkouser et al., 1948)

Area	Pozo	Campo	Inicio Perf	Completación	Prof Final	Producción Inicial
ANACO (Central Anzoátegui)	RG-1	Santa Rosa	14-02-1934	08-05-1936	7214	Abandonado
	AM-1	Santa Ana	09-02-1936	07-11-1937	7628	80
	AM-2	Santa Ana	15-01-1938	07-05-1940	8840	985
	AM-3	Santa Ana	14-05-1938	21-04-1941	8988	666
	JMN-1	San Joaquín	15-05-1938	04-04-1939	6040	850
	JMN-2	San Joaquín	18-06-1938	08-05-1939	9414	1338
OFICINA (Sur Anzoátegui)	Oficina -1	Oficina	23-02-1933	16-06-1937	6184	1327
	Areo-1	Areo	07-01-1934	17-03-1937	4477	435
	OG-2	Oficina	05-02-1934	15-09-1937	6700	3912
	Merey-1	Merey	15-05-1934	14-04-1937	5855	618
	Tigre-1	Pando	14-06-1936	22-05-1937	6425	0
	Yopales-1	Yopales	24-04-1937	02-10-1937	6015	1558
	Tigre-2	Leona	16-06-1937	30-03-1938	7815	1392
	Merey-2	Merey	06-10-1937	22-02-1938	6039	Swbd 13 ^o oil
	OG-3	Oficina	09-11-1937	24-05-1938	6323	0
	OS-1	Oficina	25-3-1939	16-06-1939	2060	1434

Esta interpretación representó un cambio conceptual importante en la exploración petrolera venezolana. Por primera vez se planteaba que el potencial hidrocarburífero del oriente del país no dependía exclusivamente de estructuras anticlinales aflorantes o de manifestaciones superficiales de hidrocarburos, como los menes o los volcanes de lodo, sino también de trampas enterradas reconocibles mediante la integración de la geología y la geofísica.

El descubrimiento del OG-1, pocos meses después, confirmó la validez de este enfoque y marcó el inicio de una nueva etapa en la exploración de la Cuenca Oriental de Venezuela.

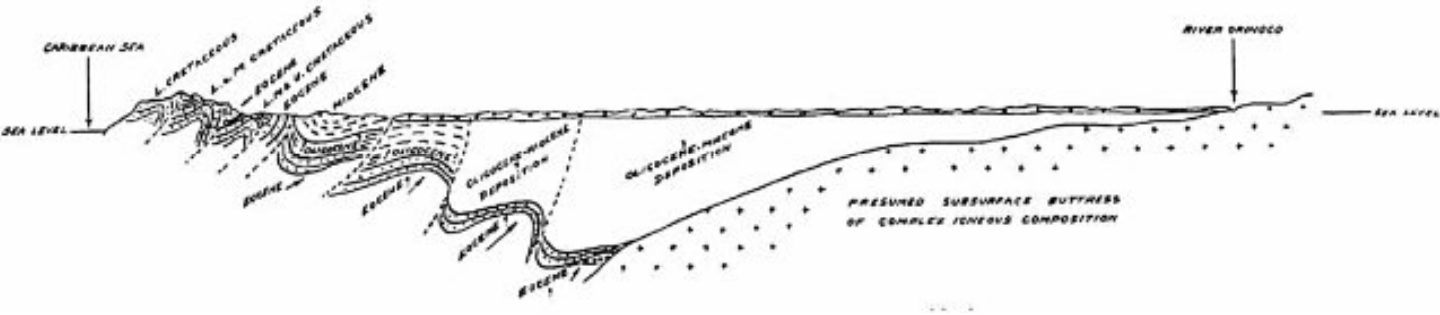


Figura 3. Modelo exploratorio conceptual de Kamen Kaye (1936) para las llanuras interiores de la Cuenca Oriental de Venezuela. La figura ilustra la hipótesis de que estructuras de bajo relieve, desarrolladas sobre anomalías del basamento bajo la cobertura sedimentaria terciaria, constituían objetivos favorables para la exploración petrolera. Este modelo precedió al descubrimiento del campo Oficina en 1937.

La incorporación de métodos geofísicos durante la década de 1930 marcó el inicio de una transformación en la exploración de la Cuenca Oriental. Inicialmente, la localización de los pozos se apoyó en la integración de la

geología de superficie con la balanza de torsión, la gravimetría y la sismica de refracción. Con el avance del conocimiento estructural de la cuenca, estas técnicas fueron progresivamente reemplazadas por la sismica de

reflexión y la perforación de pozos estructurales, que permitieron mejorar el cartografiado del subsuelo y definir con mayor precisión las fallas e identificar trampas favorables para la acumulación de hidrocarburos (Young, 1971).

Antes de la perforación del OG-1, la región sur de la cuenca ya había sido investigada mediante sísmica de refracción y levantamientos con balanza de torsión, y todas las primeras localizaciones exploratorias se basaron en esos estudios. Los campos del sur de Monagas (Pilón, Temblador y Uraoa) fueron perforados también basados en métodos sísmicos ante la ausencia de manaderos de petróleo u otras manifestaciones de hidrocarburos. En el área de Anaco, donde tampoco se conocían manifestaciones superficiales de hidrocarburos, la localización de pozos se fundamentó en estudios de geología de superficie y fotogeología realizados en 1934, los cuales permitieron delinear los domos estructurales de Santa Ana y San Joaquín.

LA MENE GRANDE OIL COMPANY EN LA MESA DE GUANIPA

Aunque existen referencias sobre la presencia de exploradores foráneos en la zona rural de El Tigre hacia 1918, quienes luego de sus labores aparentemente pernoctaban en la oficina del telégrafo, la única edificación acondicionada del sector, no fue sino hasta finales de 1932 cuando comenzaron las campañas exploratorias en el área (Díaz Añez, 2007).

Los Llanos se convirtieron en escenario de una gran actividad exploratoria a principios de la década de los treinta, a medida que los geólogos y perforadores regresaban del extranjero. Lieuwe (2016) señala que el éxito exploratorio alcanzado por la Standard Oil Company en Quiriquire despertó el interés de otras compañías, entre ellas Socony, Pantepec y The Texas Company, que se establecieron en el oriente venezolano y desplegaron extensos programas de reconocimiento geológico. Siguiendo el modelo exploratorio predominante de la época, sus geólogos recorrieron la región en busca de filtraciones naturales de hidrocarburos (menes) y estructuras anticlinales que sirvieran de guía para la localización de nuevos pozos exploratorios.

Del manual “Handbook for New Residentes of San Tome”, editado por la petrolera para recibir a sus empleados foráneos se extrae: “...la historia de la región productora de petróleo que tiene ahora a San Tomé como su centro, data de antes de 1925, el año en el cual le fue otorgada a

la Mene Grande la primera de varias concesiones que ahora tienen en el este de Venezuela. Después de un periodo inicial de exploración y evaluación de las concesiones llevado a cabo por el staff de geofísicos enviados por la Gulf Oil Corporation, quien es nuestra organización matriz en Estados Unidos, la compañía inició las operaciones de perforación. La mudanza de equipos, el transporte de personal y suministros, la limpieza de tierras, la construcción de carreteras y el levantamiento de viviendas temporales fue realizado tan pronto como fue seleccionado el sitio más prometedor para perforar. Este lugar, llamado “OG-1” estaba ubicado en el área que ahora llamamos Campo Oficina”.

Propuesta del pozo y Locación

La Mene Grande Oil Company MGO (Venezuela Gulf Oil Corporation, VGOC) propuso la perforación del pozo Oficina Gulf-1, en la parte centro-sur del estado Anzoátegui. Según Hedberg et al. (1947), el pozo presentaba características extraordinarias para la época. Se localizaba aproximadamente a 107 km de la manifestación superficial de petróleo más cercana, y a 170 km del campo productor de Quiriquire, convirtiéndose en el primer pozo exploratorio perforado en el interior de las extensas llanuras orientales de Venezuela.

Aunque la literatura menciona, sin precisar su localización, la existencia de algunos manaderos de petróleo en las cercanías de Cantaura, en Anzoátegui central, no existe evidencia de manifestaciones naturales de hidrocarburos en el área de Oficina. Las ocurrencias documentadas más próximas corresponden al volcán de lodo de Yagrumito, en las afueras de Maturín, y al Breal de Orocuá, ambos ubicados a unos 150-155 km en línea recta de Oficina (actual ciudad de El Tigre).

De manera consistente con otras referencias de la época, un mapa elaborado por la Creole Petroleum Corporation y publicado por Link (1952) localiza manifestaciones naturales de petróleo y gas en la zona de Santa Bárbara, estado Monagas, aproximadamente a 140 km del área de Oficina. Esta ausencia de indicios superficiales es corroborada por una comunicación interna de la Mene Grande Oil Company (MGO), en la que se informa que, tras un recorrido de reconocimiento efectuado con un grupo de pobladores locales, no se encontraron manaderos de petróleo ni de gas en la zona. Los pobladores únicamente señalaron la presencia de tres manantiales de agua en las cercanías de San Joaquín (Archivo del pozo OG-1).

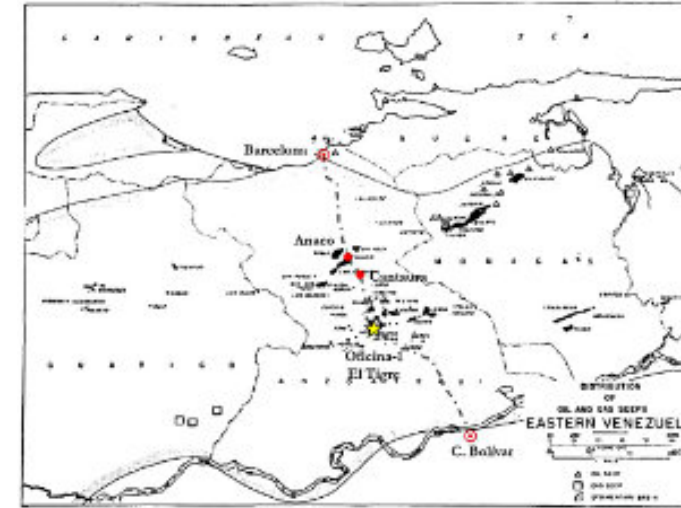


Figura 4. Distribución de las principales manifestaciones superficiales de petróleo y gas conocidas en el oriente de Venezuela. El mapa muestra que los indicios de hidrocarburos más próximos al pozo Oficina No. 1 (OG-1) se localizaban a más de 100 km hacia el noreste, en los estados Monagas y Delta Amacuro (Pedernales), lo que resalta la ausencia de manifestaciones superficiales en el área del descubrimiento. (Modificado de Link (1952), con datos de Creole Petroleum Corporation).

A diferencia de otras áreas de la Cuenca Oriental, en la región no se conocían manifestaciones superficiales de petróleo ni de gas. En consecuencia, la ubicación de los primeros pozos exploratorios que condujeron al descubrimiento de los campos petroleros se sustentó principalmente en la interpretación de datos obtenidos mediante sísmica de refracción (Renz en Mencher et al., 1958). La ubicación del pozo Oficina No. 1 (OG-1), se definió mediante la integración de datos obtenidos con balanza de torsión y sísmica de refracción, los cuales revelaban una anomalía estructural dentro del buzamiento regional e interpretada inicialmente como un anticlinal de orientación noreste-suroeste, ubicándose el pozo sobre su eje estructural. Estudios posteriores demostraron que la anomalía correspondía, en realidad, a un alto estructural asociado al bloque levantado de una falla, cuyo efecto de sello favoreció la acumulación de hidrocarburos (Hedberg, 1947).

La selección de esta ubicación evidenciaba la confianza depositada en la interpretación geológica y geofísica del subsuelo, en contraste con la práctica tradicional de perforar cerca de los menes petroleros. Esta decisión, representó, sin duda, un cambio conceptual profundo. Con el pozo se planteaba evaluar una “estructura geofísica” identificada sobre la cobertura sedimentaria cretácica o terciaria suprayacente al basamento compuesto por rocas

del escudo de Guayana (Well file OG-1). El pozo fue estimado para alcanzar una profundidad de 8000-9000 pies con un costo aproximado de 250.000 dólares.

“... Una gran cuenca petrolífera nació en la costa atlántica, entre los dedos de la desembocadura del Orinoco, y se introducía en los llanos orientales de Venezuela como un lanzazo. Las líneas del sismógrafo, los instrumentos que empleaban los geólogos para leer en el mudo corazón de las piedras, el minucioso examen de antiguos caracoles y hojas petrificadas que realizaban los paleontólogos en sus laboratorios, todo indicaba la presencia de henchidos coágulos de jugo negro soterrados en las entrañas de aquella meseta tras siglos y más siglos de cataclismos y transformaciones” (Miguel Otero Silva, Oficina N° 1)

El Campamento

En noviembre de 1932, una vez que la Venezuela Gulf Oil Company, a través de su subsidiaria Mene Grande Oil Company (MGO), obtuvo la autorización oficial para explorar la concesión, comenzó la movilización de personal, equipos, herramientas, combustible y maquinaria desde el terminal fluvial de La Peña, ubicado a unos 135 km al sur sobre la margen del río Orinoco, hacia la Mesa de Guanipa. La instalación del campamento Oficina representó un importante desafío logístico en una región prácticamente despoblada y carente de infraestructura. Además del traslado de la torre de perforación y de todos los materiales necesarios para las operaciones, el suministro de fuel oil se efectuaba mediante tres camiones cisterna, mientras que una tubería provisional conducía agua desde el río Tigre hasta la localización del pozo para la preparación del cemento. Paralelamente, se levantaron las primeras instalaciones del campamento, inicialmente constituidas por alojamientos provisionales y construidos con palos y palma de moriche para los trabajadores, un comedor, dos barracones y un comisariato. Para diciembre de 1932, los baños, las viviendas permanentes, el taller de soldadura y la estación de calderas aún se encontraban en construcción, esta última con un avance cercano al 20 %. (Archivo del pozo OG-1)

El campamento final estuvo integrado por cuatro viviendas de madera, un comedor y una casa de baños, todos elevados sobre pilotes de aproximadamente 0,9 m (3 pies) de altura y comunicados entre sí por pasarelas de madera. Además disponía de una planta eléctrica, una herrería y un garaje. El campamento tenía capacidad para alojar aproximadamente a 15 empleados extranjeros. En sus

inmediaciones se habían construido además alojamientos para el personal local.

Esta inusual actividad en el sur del estado Anzoátegui, eminentemente ganadero y agrícola, atrajo la atención de muchos nativos, quienes comenzaron a llegar desde todas partes del país y hasta de islas vecinas. Los obreros y trabajadores levantaban tiendas con lonas, retazos de madera y láminas para albergarse cerca de los taladros de perforación. Estos precarios e improvisados campamentos residenciales fabricados de rudimentarias carpas complementarían el campamento Oficina que a la postre les dieron el nombre a las nacientes ciudades de El Tigre y San Tomé. El pozo Oficina-1 estaría ubicado a 12000 metros aproximadamente, azimuth 264º del campamento, en la concesión V-93.

Apenas dos meses después, se empezó a construir la cabria y terminar de instalar motores y bombas. La tarde del 23 de febrero de 1933, se inició la perforación del pozo Oficina Gulf-1 (OG-1), al mando de la terna de perforadores norteamericanos Cater, Turney y Mc Spadden (Daily Drilling Report OG-1; Díaz Añez, 2007).

Este resultado del OG-1 demostró que el interior de la Cuenca Oriental contenía importantes acumulaciones de hidrocarburos y abrió una extensa región que hasta entonces había permanecido prácticamente inexplorada.

“...la colosal serpiente negra, sepultada por millones de siglos en las oquedades de la llanura, había sido alcanceada por la tubería del taladro, a 6.184 pies de profundidad. Sus primeros goterones libres se abrían a la luz del sol como una oscura palmera”. (Miguel Otero Silva, Oficina N° 1)



Figura 5. Documentos y fotografías históricas del descubrimiento y desarrollo inicial del campo Oficina: (Izquierda) Plano original de localización del pozo Oficina Gulf No. 1 (OG-1). (Centro) Personal técnico junto al taladro utilizado en la perforación del OG-1. (Derecha) Vista del campamento Oficina durante las primeras campañas de perforación. Las fotografías B y C corresponden a reconstrucciones digitales realizadas a partir de imágenes originales, con fines exclusivamente ilustrativos y de mejora visual, sin alterar su contenido histórico (original de Diario El Vistazo, 2017)

Perforación del pozo OG-1

La perforación comenzó el 23 de febrero de 1933 con una cabria Parkersburg de 122 pies de altura de sistema de perforación rotatorio. En agosto 14 de 1933, a una profundidad de 5.212 pies, después de cementar la tubería de revestimiento de 8½ pulgadas a 5.210 pies y durante una prueba, el pozo sufrió una arremetida (blowout) de gas. Durante el incidente produjo una gran cantidad de gas seco, aunque sin petróleo ni agua. Tras controlar el pozo mediante el desfogue del gas, las operaciones permanecieron suspendidas durante varios días. La perforación se reanudó posteriormente y se alcanzó la profundidad final de 6.184 pies el 31 de octubre de 1933.

Posteriormente, tras instalar una sarta combinada de revestimiento y tubería de producción de 8½ pulgadas desde 6.184 pies y cementar hasta 5995 pies, los trabajos fueron suspendidos, ya que la Mene Grande Oil Company decidió mantener los resultados en reserva y restringido el acceso al equipo, así como la divulgación de información a los empleados mientras la concesión permanecía aún en su etapa de exploración. El trabajo con el equipo de perforación culminó el 31 de enero de 1934.

El influjo, por la cantidad de gas producida, se atribuyó en ese entonces a la ubicación del pozo, que, según el mapa de Richmond, se encontraba en la cresta de una estructura

de rumbo OSO-ENE, conforme al trend estructural conocido de la cuenca.

Pruebas y Terminación

A pesar de que durante la perforación se registraron indicios alentadores de hidrocarburos evidenciados por rastros de petróleo en núcleos y muestras de canal, así como manifestaciones de gas durante las pruebas de formación (DST) y las operaciones de suabeo en hoyo abierto, la Mene Grande Oil Company no aceleró la terminación del pozo. Por el contrario, las operaciones avanzaron lentamente y la completación como productor no se realizó sino hasta junio de 1937 (Archivo del pozo OG-1; Hedberg et al., 1947).

Después de cuatro años se decide completar el pozo. Para la completación fue movilizad el taladro desde el pozo Merey No. 1 y armado y montado entre el 3 y 12 de mayo de 1937. Las pruebas de suabeo se iniciaron el 20 de mayo de 1937 y de producción el 31 de Mayo 1937.

La terminación final fue el 16 de Junio de 1937. El pozo fue completado en conjunto, en flujo natural, en las arenas La S, entre 5.292 y 5.995 pies, con una producción inicial de 1.327 barriles diarios de petróleo de 28,5° API y 3300 MMpcd de gas con estrangulador de ½ pulgada.

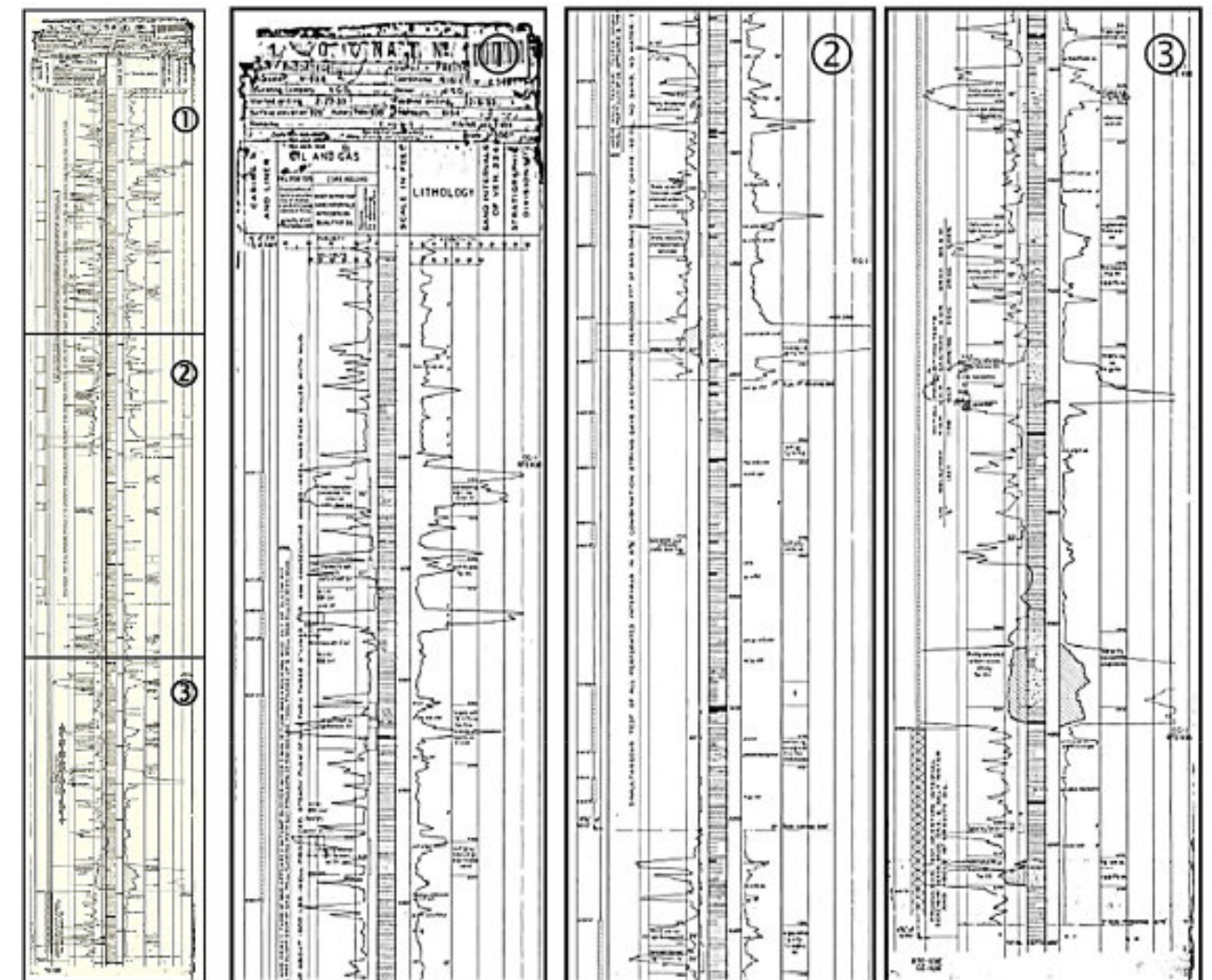


Figura 6. Perfil gráfico compuesto original del pozo Oficina No. 1 (OG-1). Los paneles (1), (2) y (3) corresponden a los intervalos superior, medio e inferior de la sección perforada, respectivamente (izq). Los registros documentan la información utilizada para la evaluación del pozo, incluyendo litología, intervalos ensayados, manifestaciones de gas y petróleo y las arenas productoras que condujeron al descubrimiento comercial del campo. La barra punteada indica el intervalo abierto en la completación original 5292-5995 pies (arenas L-S).

La secuencia de ensayos de la Tabla 2 muestra cómo la interpretación de este pozo exploratorio fue un proceso progresivo y no el resultado de una única prueba. Los primeros intervalos evaluados fueron negativos, mientras que el hallazgo de gas a presión por debajo de los 4000 pies indicó que el pozo había penetrado un sistema petrolero activo y funcional. Esta evidencia llevó a profundizar la perforación a 6184 pies, tramo donde finalmente se obtuvo producción comercial de petróleo, en el intervalo 5292-5995 pies (arenas L-S).

Tabla 2. Resumen de pruebas de formación y producción Pozo OG-1 (fuente: Archivo del Pozo OG-1, Summary of tests)

FECHA INICIO	INTERVALO	METODO	RESULTADOS
Mayo 8, 1933	3409-3615'	DST*	Probador Keefe abierto durante 15 minutos. Se observó una ligera entrada de aire. No se detectó petróleo ni gas. Se recuperaron 5 barriles de lodo fluido.
Mayo 22, 1933	4055-4369'	DST*	Probador Keefe abierto durante 12 minutos. Sin actividad. Se recuperaron 5½ barriles de lodo.
Junio 3, 1933	4083-4600'	DST*	TD 4600'. Durante la prueba, el gas expulsó lodo pesado por la tubería de perforación. El probador no logró cerrarse. El pozo fue controlado bombeando fluido por la tubería. Presión registrada en la sarta: 500 psi.
Agosto 14, 1933	4015-5184'	Swabbing	TD 5212'. Se ensayaron múltiples intervalos (10). Tras 10 maniobras de pistoneo (swabbing) el pozo produjo gas seco. Producción estimada: 100.000 MCFD. La presión en boca de pozo era superior a 1000 psi, sin instrumentos adecuados para medirla con precisión.
Mayo 20, 1937	5292-6141'	Swabbing	TD 6176'. Se completó el intervalo 5292-6141 pies con tubería combinada de 6½" y tubing de 3" asentado a 5094 pies. El pozo comenzó a producir después del tercer pistoneo. Los fluidos recuperados fueron aproximadamente 45 % agua salobre, 35 % petróleo de 18° API, 15 % arena y 5 % lodo. Presión en tubing: 1425 psi; presión en cabezal: 1025 psi. Flujo a través de un estrangulador de ½": aproximadamente 950 bpd
Mayo 30, 1937	5292-5995'	Swabbing	Completación definitiva entre 5292 y 5995 pies (arenas L-S) con tapón de cemento a 5995 pies y tubing de 3" asentado a 5094 pies. Producción de petróleo y gas de 28,7° API, con un corte de agua de 0,04 %. Producción inicial: 1327 barriles de petróleo por día y 4309 MCFD, a través de un estrangulador de ½". El petróleo apareció después del 6to pistoneo.

Nota: el probador de formación fue del tipo Keefe Well Tester utilizado durante la perforación para aislar temporalmente un intervalo y evaluar la presencia de petróleo, gas, agua y presión del yacimiento antes de decidir la completación del pozo. Constituye uno de los precursores de las modernas pruebas DST (Drill Stem Test).

EL DESCUBRIMIENTO DEL CAMPO OFICINA: UN NUEVO PARADIGMA EXPLORATORIO

El descubrimiento comercial del pozo Oficina No. 1 (OG-1), anunciado el 16 de junio de 1937, constituyó uno de los hitos más importantes en la historia de la exploración petrolera venezolana. Su éxito validó de manera definitiva el nuevo enfoque exploratorio basado en la integración de la geología con los métodos geofísicos modernos, demostrando que era posible descubrir importantes acumulaciones de hidrocarburos en áreas sin manifestaciones superficiales de petróleo o gas.

El hallazgo confirmó el enorme potencial petrolero de la Mesa de Guanipa y abrió una nueva etapa en el conocimiento geológico de la Cuenca Oriental de Venezuela. Asimismo, permitió reconocer un sistema petrolero regional diferente al conocido hasta entonces y

En 1939 (WO #1) estas capas fueron abandonadas y se abrió la capa P1 sencillo, en flujo natural. En 1948 se le hizo servicio al pozo y fue completado en la misma arena con gas lift. En 1955 se abandonan las arenas P1 y E1 y se prueba la arena C2, abandonada luego en 1964 en el WO #3. En este mismo trabajo se completa el pozo en la arena P1 como inyector de agua.

dio inicio al desarrollo sistemático del centro y sur de la cuenca, impulsando una intensa actividad exploratoria en los estados Anzoátegui y Monagas.

Desde el punto de vista comercial, el descubrimiento también representó una ventaja significativa. A diferencia de los crudos pesados producidos en Quiriquire y de los yacimientos del Distrito Bolívar (estado Zulia), el petróleo de Oficina era un crudo relativamente liviano y de bajo contenido de azufre.

Según Cáceres (2014), estas características permitían obtener productos refinados de mayor valor, por lo que su precio en el mercado internacional podía superar entre un 50 y un 90 % al de los crudos promedio producidos hasta entonces en Venezuela.

“...¿Para qué sirve esa torre de acero, y esa tubería de 6.184 pies y, esa plataforma que gira y gira y gira? ¿Para qué sirve esta sabana hinchada de petróleo? ¿Para qué servimos los hombres que hemos buscado ese petróleo como perros cazadores y lo hemos encontrado? (Miguel Otero Silva, Oficina N° 1)

IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LA CUENCA ORIENTAL E INDUSTRIA PETROLERA VENEZOLANA

El éxito del OG-1 desencadenó una rápida expansión de las actividades de exploración y desarrollo en la Cuenca Oriental de Venezuela. Al finalizar 1938, el campo Oficina mostraba claras perspectivas de convertirse en una de las principales áreas productoras del país, con seis equipos de perforación operando simultáneamente (Zavoico, 1939). Paralelamente, se construía un oleoducto entre Oficina y el terminal de Guanta, en la costa del Caribe, cuya entrada en operación estaba prevista para 1939, permitiendo el transporte y la comercialización de la producción.

El descubrimiento también impulsó una extensa campaña exploratoria que condujo, durante 1938, al reconocimiento de nuevas acumulaciones comerciales en El Tigre y Jusepín. Estos hallazgos demostraron que el éxito del OG-1 no constituía un hecho aislado, sino la confirmación del extraordinario potencial petrolero de la Cuenca Oriental, que en las décadas siguientes se consolidaría como una de las principales provincias productoras del país.

La trascendencia del pozo OG-1 excedió ampliamente el descubrimiento de un nuevo campo petrolero. Su éxito marcó la apertura definitiva de la provincia petrolera oriental, facilitó el descubrimiento y desarrollo posterior de importantes campos productores como Anaco, Jusepín, Temblador, Santa Rosa, Chimire, Guara, Yopales y Nipa, impulsó el desarrollo petrolero de la Mesa de Guanipa y dio origen al establecimiento del campamento Oficina, antecedente directo de la ciudad de San Tomé, así como al crecimiento de El Tigre como el principal centro urbano y operativo de la región.

La rápida consolidación de esta nueva provincia petrolera quedó reflejada en la producción nacional. Según Corfield (1948), los campos orientales, cuya participación era prácticamente insignificante antes de los descubrimientos de Quiriquire y Oficina, aportaban ya el 26 % de la producción venezolana en 1940, porcentaje que aumentó al 31 % en 1946, confirmando el extraordinario impacto del desarrollo petrolero del oriente del país.



Figura 7. Mapa geológico-estructural del campo Oficina, indicando la localización del pozo descubridor Oficina No. 1 (OG-1), la red de fallas y los primeros pozos de desarrollo. El recuadro azul (parcela) y la flecha fueron incorporados por el autor para resaltar la localización del pozo descubridor (Modificado de Hedberg, 1947).

CONCLUSIONES

La historia del pozo Oficina No. 1 (OG-1) refleja la evolución de la exploración petrolera en la Cuenca Oriental de Venezuela, desde los primeros trabajos basados en manifestaciones superficiales de hidrocarburos y estructuras anticlinales hasta la aplicación metódica de técnicas geofísicas para identificar trampas en el subsuelo. Este cambio metodológico permitió reducir la dependencia de los indicios superficiales y abrió nuevas posibilidades para explorar las extensas llanuras orientales.

El descubrimiento comercial del campo Oficina, el 16 de junio de 1937, confirmó el enorme potencial petrolero de la Mesa de Guanipa y demostró la eficacia de integrar la geología con la geofísica en la localización de pozos exploratorios. A diferencia de los primeros descubrimientos del oriente venezolano, el OG-1 se localizó en un área sin manifestaciones naturales de petróleo o gas, validando un nuevo paradigma exploratorio que posteriormente sería aplicado con éxito en toda la Cuenca Oriental.

El análisis de la documentación histórica también revela un aspecto poco conocido del OG-1. Aunque el pozo alcanzó su profundidad final de 6.184 pies en octubre de 1933, permaneció suspendido y no fue completado como productor hasta junio de 1937. Este intervalo de casi cuatro años evidencia que la evaluación del descubrimiento fue un proceso gradual, desarrollado mientras continuaban las actividades exploratorias en la concesión, y ayuda a explicar por qué el hallazgo del campo

Oficina no fue anunciado inmediatamente después de la perforación del pozo.

La trascendencia del OG-1 fue mucho más allá del descubrimiento de un nuevo yacimiento. Confirmó el potencial del interior de la Cuenca Oriental, permitió reconocer un petróleo de mejor calidad y mayor valor comercial, impulsó el desarrollo de los campos de Anzoátegui y Monagas y favoreció el crecimiento de nuevos centros petroleros, como El Tigre y posteriormente San Tomé. En pocas décadas, la Cuenca Oriental se consolidó como la segunda gran provincia petrolera del país y modificó de manera permanente la distribución geográfica de la industria petrolera venezolana.

En perspectiva histórica, si el Zumaque-1 marcó el inicio de la producción comercial de petróleo en Venezuela y el Barroso No. 2 reveló al mundo el extraordinario potencial de la Cuenca de Maracaibo, el Oficina No. 1 (OG-1) inauguró la exploración y el desarrollo sistemático de la Cuenca Oriental. Su éxito no solo dio origen al campo Oficina, sino que estableció un modelo de exploración sustentado en la interpretación científica del subsuelo, cuyo impacto definiría la expansión de la industria petrolera venezolana durante gran parte del siglo XX.

El pozo OG-1 no solo fue un descubrimiento importante, sino el punto de inflexión que transformó la exploración petrolera en la Cuenca Oriental de Venezuela.

REFERENCIAS

Borger H.D., 1952. Case History of Quiriquire Field, Venezuela. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, Vol. 36, No. 12 (December. 1952). Pp. 2291-2330. 22 Figs.

Cáceres Alejandro E., 2014, Mene Grande y el desarrollo de la industria petrolera en el oriente venezolano. Publicado en Venezuela 1914-2014: Cien Años de Industria Petrolera. Memorias de las XIII Jornadas de Historia y Religión. Varios Autores. Ediciones UCAB.

<https://diarioelvistazo.com/aniversario-84-tigre-conoce-juan-raydan-los-norteamericanos-margaritenos-fundaron-la-ciudad/> Aniversario 84 de El Tigre: Conoce con Juan Raydán a los norteamericanos y margariteños que fundaron la ciudad 23 Febero 2017 por Nilsa Varela Vargas, de Juan Raydán y su libro El Tigre, historia gráfica de un pueblo petrolero (1993)

Díaz Añez V., 2007. Las Huellas de El Tigre, Publicación Especial Petroritupano, Ediciones Mercurio, 119 p.

Funkhouser, H. J., Sass, L. C., and Hedberg, H. D., 1948. Santa Ana, San Joaquín, Guarío, and Santa Rosa Oil Fields (Anaco Fields), Central Anzoátegui, Venezuela, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 32, No. 10, pp. 1851-1908.

Hedberg H. D., Sass L. C., Funkhouser H. J., 1947. Oil Fields of Greater Oficina Area Central Anzoátegui, Venezuela, Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, Vol. 31, No. 12 (December 1947).

Hopkins E.B. and Wasson H.J., 1929. Geologic and Economic Notes On Venezuelan Oil Developments, AAPG Fort Worth Meeting March 11, 1929

Kamen Kaye M., 1937. Reconnaissance Geology in State of Anzoategui, Venezuela, South America. Bulletin of The American Association of Petroleum Geologists, Vol. 21. No. 2 (February, 1937), Pp. 233 245. 3 Figs.

Link W.K., 1952. Significance of Oil and Gas Seeps in World Oil Exploration, AAPG Bulletin, Vol 36, No 8.

Lieuwen E., 2016. Petróleo en Venezuela, una historia. Fundación Editorial El perro y la rana, Ministerio de la Cultura, Biblioteca Juan Pablo Pérez Alfonzo.

McBeth, Brian S., 2009. Venezuela's Nascent Oil Industry and the 1932 U.S. Tariff on Crude Oil Imports, 1927–1935. Revista de Historia Económica 427, Journal of Iberian and Latin American Economic History, Año XXVII. Invierno 2009. Nº 3: 427-462

Mencher E. H., Fichter J., Renz H. H., Wallis W. E., Renz H. H., Patterson J. M.; and Robie R. H., 1953. Geology of Venezuela and its Oil Fields. AAPG Bulletin (1953) 37 (4): 690–777.

Mene Grande Oil Company (Circa 1948-49). Handbook for New Residents of San Tome” (Fotografía: Nicholas Ryder/Venezuela Oil Brats through the 1980's/Facebook Group), 34 p

Otero Silva M., 1975. Oficina Nº 1. Editorial Seix Barral, S.A. Colección: Nueva narrativa hispánica

Pozo OG 1- Well File (Informes Geologicos, Reportes Operacionales, Daily Driling Report, Testing, Informes Financieros y Costos, Perfiles)

Renz H.H.; Alberding H.; Dallmus K.F.; Patterson J.M.; Robie R.H.; Weisbord N.E.; MasVall J., 1958. The Eastern

Venezuelan Basin, en Habitat of Oil, AAPG Special Publication, Lewis G. Weeks (eds) <https://doi.org/10.1306/SV18350>

Young G., 1971. Exploring for Statigraphic Traps in the Oficina Area, Venezuela, 8th World Petroleum Congress, Moscu, p 249-257.

Young G., 1971, Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, Volumen 14, Número 5, Mayo 1971.

Zavoico B., 1939. Foreign Oil Developments in 1938. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists Vol, 23, No. 6 (June, 1939), Pp. 949-967, 2 Figs.

SOBRE LOS AUTORES



Jesús S. Porras M. es Ingeniero Geólogo por la Universidad de Oriente y Magíster en Ciencias Geológicas por la Universidad Central de Venezuela. Cuenta con una amplia trayectoria en la industria petrolera, participando en proyectos de exploración y desarrollo de reservorios convencionales y no convencionales. Actualmente se desempeña como Geólogo Consultor Senior. Sus principales áreas de interés incluyen el patrimonio geológico, la geodiversidad, la geoconservación, la comunicación en geociencias, la geología urbana y el geoturismo. Es autor o coautor de más de 80 publicaciones presentadas en congresos y revistas especializadas.



Hernán R. Meneses Calderón Geólogo egresado de la Universidad de Oriente (UDO), con amplia experiencia en la industria petrolera. Ha participado en proyectos de perforación, evaluación, caracterización y desarrollo de yacimientos de hidrocarburos. Posee un Diplomado en Docencia para la Educación Superior (UDO) y se desempeñó como asesor de la Gerencia de Yacimientos de la División Ayacucho. Actualmente trabaja como Consultor Independiente de la industria petrolera. Sus principales áreas de interés son petrofísica, micropaleontología, tectónica de placas, desarrollo de yacimientos y conservación del medioambiente.

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

Ing. Rogelio Ramos Aracen

ramosrogelio51@gmail.com



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

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



Capas Rojas Fm. Huizachal

Area de Aramberri, N.L., México.

Localidad, El Mezquital.

Título, Capas Rojas de la Formación Huizachal.

Desarrollo del trabajo: En los recorridos de estudios de Geología regional y específicamente de la Geología Estructural de la Sierra Madre Oriental y de la Tectónica local de esta región, analizamos la columna estratigráfica del área, en este caso los afloramientos de capas gruesas y medianas de areniscas y lutitas de color rojo características de esta formación de edad Triásico.

Descripción del Dibujo. En la figura 1, se observan una serie de capas gruesas y medianas hacia la parte superior izquierda capas gruesas de areniscas de unos 40 cm., de espesor encima de un paquete de lutitas compactas, intercaladas entre capas de areniscas todas ellas de color rojo, pertenecientes a la base estratigráfica sedimentaria, las cuales se encuentran sobre yaciendo en franca discordancia sobre los esquistos Aramberri de edad Paleozoico.



Formación Olvido.

Localidad, Salida de Aramberri, N.L., México

Título, Yesos de la Fm. Olvido

Desarrollo del trabajo: En los recorridos de estudios de Geología regional y específicamente de la Geología Estructural de la Sierra Madre Oriental y de la Tectónica local de esta región, analizamos la columna estratigráfica del área, en este caso, los afloramientos de capas de evaporitas y yesos en capas delgadas y laminares ligeramente perceptibles, debido a su propia constitución litológica, son muy propensas a ser atacadas por el intemperismo y la erosión, sin embargo se identifican por los restos y remanentes de fragmentos de capas de yesos de color blanco en este lugar.

Descripción del Dibujo. En el dibujo se presenta un afloramiento formado por restos y remanentes de capas y laminas de evaporitas y yesos de color blanco, en fragmentos dispersos embebidos dentro de unas capas muy intemperizadas, sin embargo, el hecho de que solo hallan fragmentos de este tipo de litologías, nos conducen a inferir que se tratan de rocas "in situ" pertenecientes a la Formación Olvido de edad Calloviano-Kimmeridgiano del Jurásico superior.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Co Autor del Libro

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

Principales Conferencias Impartidas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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 MUSEUM OF NATURAL HISTORY, MARSEILLE, FRANCE

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](#)



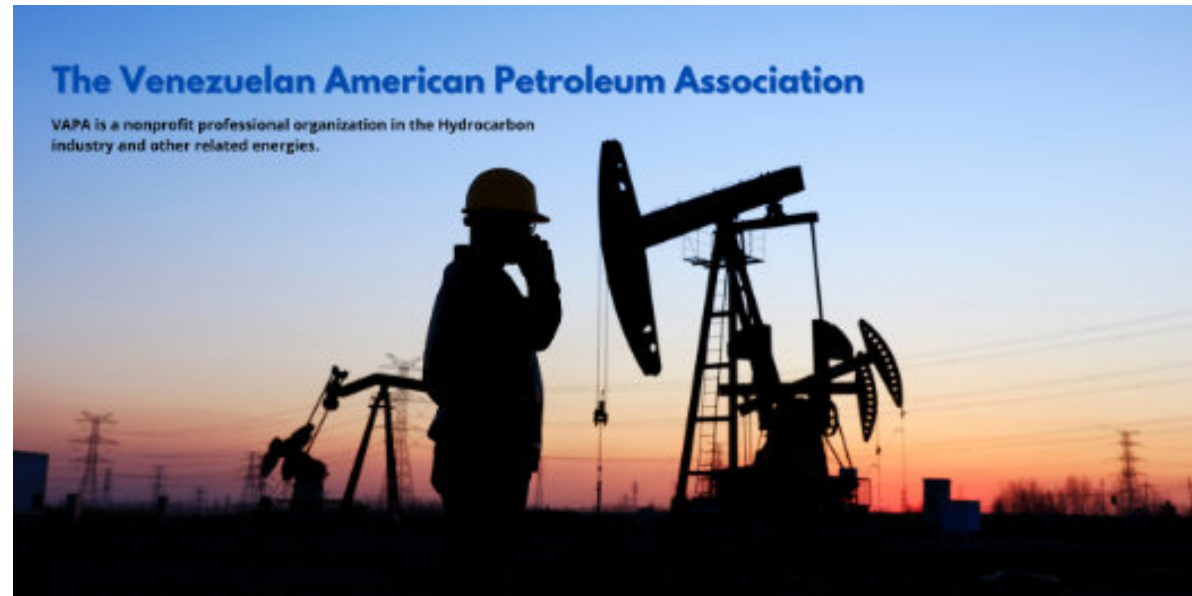

GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences

@geolatinaslatinas 12.5K subscribers • 50 videos

More about this channel... more



<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/>



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.



geofísica
UNAM

SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026
INSTITUTO DE GEOFISICA

**Del acuífero al socioecosistema:
Experiencias de trabajo
interdisciplinario para la
gestión integral del agua**

 **DRA. GRACIELA HERRERA ZAMARRÓN**
Investigadora del Instituto de Geofísica

8 de septiembre de 2026 | 12:00 H
Auditorio Tlayótl - Dr. Ismael Herrera Revilla

 Se entregará constancia
Regístrate AQUÍ
<https://tuma.com/ehong5ff>

TRANSMISIÓN EN VIVO
f y @GeofisicaUNAM



geofísica
UNAM

SEMINARIO INSTITUCIONAL 2026
INSTITUTO DE GEOFISICA

12 de agosto de 2026
 **DR. GERARDO CIFUENTES NAVA**
Jefe del Servicio Magnético, ISM
**Objetivo y operación del
Observatorio Geomagnético**

7 de octubre de 2026
 **DR. J. AMÉRICO GONZÁLEZ ESPARZA**
Investigador de la Unidad Michoacán, IG
**Cuando las auroras boreales llegaron a
México (1789-2024): una reconstrucción
de dos siglos de observaciones de
auroras boreales en bajas latitudes
utilizando registros históricos,
mediciones regionales del clima
espacial y ciencia ciudadana**

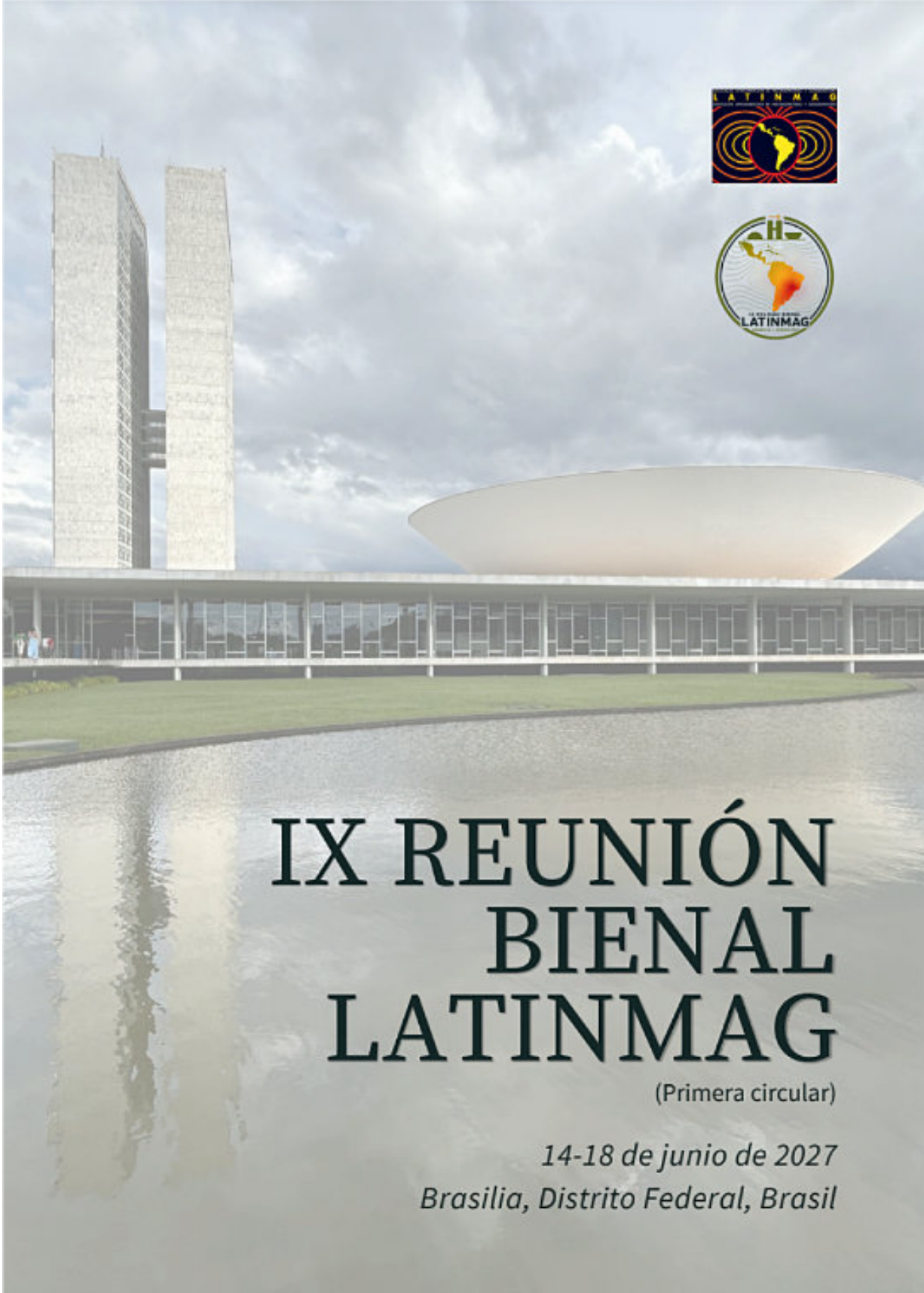
8 de septiembre de 2026
 **DRA. GRACIELA HERRERA ZAMARRÓN**
Investigadora del Instituto de Geofísica
**Del acuífero al socioecosistema:
Experiencias de trabajo
interdisciplinario para la gestión
integral del agua**

17 de noviembre de 2026
 **DRA. NORMA B. PALACIOS GARCÍA**
Profesora de Algebrata de la Facultad de Ingeniería
**La calcita como geocronómetro
para resolver historias de
deformación en la corteza superior**

**12:00 H | Auditorio Tlayótl
Dr. Ismael Herrera Revilla**

TRANSMISIÓN EN VIVO
f y @GeofisicaUNAM

https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2026/08/Circular_01_ESP-1.pdf



LATINMAG

LATINMAG

**IX REUNIÓN
BIENAL
LATINMAG**
(Primera circular)

14-18 de junio de 2027
Brasilia, Distrito Federal, Brasil

Congresos y simposios de Geociencias en las Américas en 2026 y 2027.

Melanie Serrano Salinas y María Guadalupe Nicasio Perea

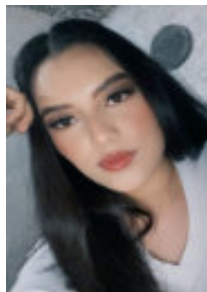
Universidad Tecnológica de Corregidora. Carretera Estatal 413, Km 11.2, Santa Bárbara, C. P. 76924, Corregidora, Querétaro, México.

Las ciencias de la Tierra es un campo en constante evolución. Cada año, investigadores, estudiantes, docentes y profesionales de las Geociencias generan nuevos conocimientos que permiten comprender mejor nuestro planeta, sus procesos y los desafíos que enfrenta nuestra sociedad. En este contexto, los congresos, simposios y reuniones científicas representan mucho más que espacios para presentar resultados, son puntos de encuentro donde el conocimiento se comparte, se cuestiona y se transforma a partir del diálogo entre especialistas de diferentes disciplinas y regiones.

Asistir a estos eventos nos permite conocer las investigaciones más recientes, descubrir nuevas metodologías y tecnologías, intercambiar experiencias y establecer vínculos con otros integrantes de la comunidad científica. Para estudiantes y jóvenes investigadores, además, participar en un congreso puede representar una oportunidad para presentar por primera vez su trabajo, recibir retroalimentación y comenzar a construir una red de colaboración que puede acompañar su desarrollo profesional.

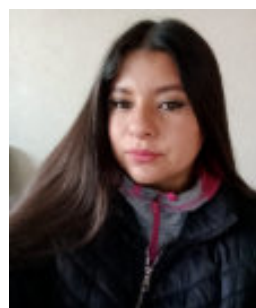
El continente Americano cuenta con una amplia comunidad dedicada al estudio de la Tierra, desde la geología, geofísica y geoquímica hasta la paleontología, las ciencias ambientales, los recursos naturales y el estudio de los riesgos geológicos. A lo largo de 2026 y 2027 se llevarán a cabo diversos congresos y simposios en países del continente que reunirán a especialistas para discutir algunos de los grandes retos científicos y sociales relacionados con nuestro planeta.

A continuación, presentamos una selección de algunos de los principales congresos, reuniones y simposios de Geociencias que se realizarán en América durante 2026 y 2027, con información sobre sus fechas, sedes y áreas temáticas, como una guía para quienes buscan mantenerse actualizados, compartir sus investigaciones y formar parte activa de la comunidad de las Ciencias de la Tierra.



Soy **Melanie Serrano Salinas**, estudiante de Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC), con interés en la microbiología, la biotecnología ambiental, los procesos biotecnológicos y la investigación aplicada, especialmente en proyectos orientados al cuidado del medio ambiente y la innovación científica. En mi tiempo libre disfruto viajar, convivir con los animales y participar en el rescate de perros en situación de abandono junto con mi familia. También me gusta conocer nuevos lugares, escuchar música y seguir desarrollando habilidades que contribuyan a mi crecimiento personal y profesional.

2310415033@utcorregidora.edu.mx



Soy **María Guadalupe Nicasio Perea**, estudiante de Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC). Tengo un gran interés por la microbiología y por adquirir nuevas habilidades en técnicas de laboratorio y aplicaciones de la biotecnología. Me caracterizo por ser una persona curiosa, autodidacta y comprometida con su desarrollo profesional y personal.

Además disfruto aprender distintos oficios relacionados con el emprendimiento, desarrollar proyectos de remodelación y fabricación de muebles, así como viajar, conocer nuevas culturas y conducir motocicleta, actividades que fortalezcan mi creatividad, independencia y gusto por enfrentar nuevos retos.

gnicasio962@gmail.com

Congresos y simposios	Fechas	Lugar	Objetivo	Link del evento
1er Encuentro Mesoamericano de Ecotoxicólogos	7 – 9 octubre de 2026	Cholula, Puebla, México	El 1er Encuentro Mesoamericano de Ecotoxicólogos. para compartir avances en ecotoxicología y química ambiental, fortalecer redes de colaboración y proyectar soluciones frente a los retos ambientales actuales.	https://www.ameqa.org/encuentro-2026
XXXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica	19–23 de octubre de 2026	Valparaíso y Viña del Mar, Chile	Promover el intercambio de conocimientos y experiencias sobre el manejo sostenible del agua, así como analizar los desafíos relacionados con el cambio climático, los riesgos hídricos, la conservación de los recursos naturales y la resiliencia de los territorios.	https://www.iahr-chile2026.com
IX Simposio Internacional de Montañas MONFU 2026 "Las Montañas, Nuestro Futuro"	21 – 24 de octubre de 2026	Huancayo, Perú	Con el objetivo de intercambiar experiencias y divulgar los avances de las investigaciones en ecosistemas de montaña y glaciares. En el marco del Año Internacional de los pastizales y pastores, el simposio se centrará en fortalecer	https://simposio.inai.gem.gob.pe/?ID=MzE%3D
8ª Conferencia de la Red de Geoparques de América Latina y el Caribe y VI Simposio Mexicano de Geopatrimonio y Geoparques	21–23 de octubre de 2026	Ciudad de México, México	Reunir a especialistas, investigadores y representantes de geoparques para intercambiar conocimientos sobre geodiversidad, patrimonio geológico, conservación, biodiversidad y gestión sostenible	https://geolac2026.org

			del territorio.	
VI Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales (CGGA)	27–29 de octubre de 2026	Guatemala	Reunir a especialistas para presentar y discutir investigaciones relacionadas con las geociencias ambientales, los peligros y amenazas geológicas, así como estrategias de monitoreo, prevención y mitigación para la protección de las comunidades.	https://sites.google.com/view/cgga26/inicio
Reunión Anual 2026 de la Unión Geofísica Mexicana (RAUGM)	26–30 De octubre de 2026	Puerto Vallarta, Jalisco, México	Reunir a investigadores, estudiantes y especialistas en Ciencias de la Tierra y del Espacio para presentar avances científicos, promover la colaboración académica y discutir soluciones a problemas relacionados con el planeta, sus recursos y sus procesos naturales.	https://www.raugm.org.mx/
107th AMS Annual Meeting	10–14 de enero de 2027	Denver, Colorado, Estados Unidos	Reunir a científicos y profesionales para intercambiar investigaciones sobre meteorología, climatología, atmósfera, cambio climático y ciencias ambientales, promoviendo la colaboración científica y el desarrollo de soluciones ante los desafíos ambientales.	https://annual.ametsoc.org/2027

4th ILTER Open Science Meeting	8–12 de marzo de 2027	Bariloche, Argentina	Reunir a investigadores para compartir conocimientos sobre ecosistemas, biodiversidad, cambio climático, conservación, resiliencia y sostenibilidad mediante la investigación ecológica a largo plazo.	https://www.ilter.net/work/latest/events
2027 Ocean Decade Conference	7–9 de abril de 2027	Río de Janeiro, Brasil	Reunir a la comunidad científica internacional para impulsar la cooperación y el desarrollo de soluciones basadas en la ciencia frente a los principales desafíos relacionados con los océanos y su sostenibilidad.	https://www.ioc.unesco.org/en/2027-ocean-decade-conference-officially-announced-rio-de-janeiro
XXIII Congreso Geológico Argentino	19–23 de abril de 2027	San Juan, Argentina	Promover el intercambio de conocimientos y experiencias sobre las diferentes ramas de las ciencias geológicas, incluyendo tectónica, sedimentología, geoquímica, petrología, recursos naturales y geología ambiental.	https://congresogeologico.org.ar
SSA Annual Meeting 2027 (Seismological Society of America)	20–24 de abril de 2027	Seattle, Washington, EE. UU.	Reunir a investigadores, estudiantes y especialistas de todo el mundo para compartir avances en la ciencia de los terremotos, incluyendo estudios sobre sismología,	https://meetings.seismosoc.org/

			actividad sísmica, propagación de ondas, estructura interna de la Tierra, monitoreo sísmico y reducción del riesgo por fenómenos naturales.	
XVII Congreso Latinoamericano de Hidrogeología	5–7 de mayo de 2027	Punta del Este, Uruguay	Reunir a especialistas para presentar y discutir avances en hidrogeología, recursos hídricos subterráneos, contaminación, modelación, geofísica aplicada y gestión sostenible del agua.	https://congresohidrogeologia2027.org
InterPore 2027 – 19th Annual Meeting	10–13 de mayo de 2027	Río de Janeiro, Brasil	Reunir a investigadores para presentar avances en el estudio de medios porosos y sus aplicaciones en agua, suelo, subsuelo, ambiente, almacenamiento de carbono y transición energética.	https://interpore.org/event/interpore2027
Congreso Mexicano del Petróleo 2027	26–29 de mayo de 2027	Puebla, México	Promover el intercambio de conocimientos y tecnologías relacionadas con la exploración y explotación de hidrocarburos, incluyendo geología, geofísica, caracterización de yacimientos y nuevas tecnologías.	https://congresomexicanodelpetroleo.com
VII Simposio Brasileño de Paleoinvertebrados	1–5 de junio de 2027	Río de Janeiro, Brasil	Promover el intercambio de conocimientos sobre paleontología de invertebrados, evolución, biodiversidad del	https://sbpbrasil.org/la-circular-do-vii-simposio-brasileiro-de-paleoinvertebrados-vii-sbpi

			pasado y registro fósil, fortaleciendo la investigación paleontológica en Brasil y Latinoamérica.	
59° Congreso Internacional de Americanistas (ICA 2027)	5-9 de Julio de 2027	Medellín, Colombia	Promover el intercambio académico interdisciplinario sobre los principales desafíos y transformaciones de las Américas, integrando perspectivas científicas, sociales, ambientales y culturales. Busca generar diálogo entre investigadores para comprender la relación entre los territorios, las comunidades y los procesos de cambio actuales.	https://congresoica.org/inicio/sede/
V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Murciélagos (V COLAM)	9–13 de agosto de 2027	Santo Domingo, República Dominicana	Reunir a investigadores y especialistas para compartir avances sobre biodiversidad, ecología, conservación y manejo de murciélagos y sus ecosistemas en América Latina y el Caribe.	https://www.relcomlatinoamerica.net/colam
Reunión Anual 2027 de la Unión Geofísica Mexicana (RAUGM)	25–29 De octubre de 2027	Puerto Vallarta, Jalisco, México	Reunir a investigadores, estudiantes y especialistas en Ciencias de la Tierra y del Espacio para presentar avances científicos, promover la colaboración académica y discutir soluciones a problemas	https://www.raugm.org.mx/

			relacionados con el planeta, sus recursos y sus procesos naturales.	
SBGf Conference Rio'27 – Geophysics in the Age of Artificial Intelligence	9–11 de noviembre de 2027	Río de Janeiro, Brasil	Reunir a investigadores, profesionales y estudiantes para presentar avances en geofísica, inteligencia artificial, innovación y sostenibilidad, promoviendo el intercambio científico y tecnológico.	https://home.sbgf.org.br/Pages/congresso_eventos.php
AGU26 Annual Meeting (American Geophysical Union)	7 al 11 de diciembre de 2027	San Francisco, CA	Reunir a científicos, investigadores, estudiantes y especialistas de todo el mundo para presentar avances en las ciencias de la Tierra y del espacio, promover la colaboración científica y discutir soluciones para comprender y proteger el planeta.	https://www.agu.org/annual-meeting
AGU27 Annual Meeting	13–17 de diciembre de 2027	Washington, D.C., Estados Unidos	Reunir a investigadores, estudiantes y profesionales de las ciencias de la Tierra y del espacio para presentar investigaciones, establecer colaboraciones y discutir los principales desafíos científicos relacionados con nuestro planeta.	https://www.agu.org/meetings



TELÉFONO CELULAR

Gabor no podía creerlo, así que preguntó de nuevo, en serio tienen ésta oferta en estos momentos? El dueño de Telenor, la tienda de teléfonos le respondió con prontitud, efectivamente, estamos ofreciendo el iPhone 8 Plus con servicio de llamadas telefónicas ilimitadas a todo el mundo. La internet satelital también es ilimitada así como el servicio de texto que incluye el envío de imágenes digitales de formato grande. Además estamos incorporando sin costo alguno la garantía para componer el teléfono a domicilio por si dejara de funcionar y se reemplaza el teléfono en cuanto sale al mercado el modelo nuevo. La tienda de teléfonos Telenor está localizada en la céntrica Avenida Karoly Körút de Budapest, Hungría. Es una área muy concurrida por los turistas ya que cuenta con bares y restaurants populares tales como el Café Haverok, los bares Skal y Kupak y el Restaurante Aranypince. La tienda de telefonía es muy popular entre los jovenes porque tiene la selección más amplia de teléfonos celulares y los servicios telefónicos más baratos.

Anímese joven dijo el dueño, las ofertas son reales, por ese motivo miles de jóvenes vienen a apostar a nuestra tienda y aunque algunos pierden, la mayoría se lleva su teléfono de marca y el paquete de servicios de su predilección, somos la tienda de más éxito en la ciudad. En el 2016 la cámara de comercio de Budapest nos otorgó un reconocimiento al comercio de mayor éxito.

Gabor dijo, si todo esto es gratis por solo una apuesta yo quiero el iPhone 8 Plus con todos los servicios que me describes, el reemplazamiento cuando salga un modelo nuevo, además de la garantía de por vida por si acaso el teléfono se descompone. El dueño de la tienda exclamó, no hay problema en darte lo que pides, pero este equipo no lo puedes conseguir apostando dinero como en los modelos inferiores. Para que puedas tener el iPhone Plus y el paquete superior, tendrás que apostar algo muy muy importante, tu alma por ejemplo, dijo con plena seguridad.

Gabor había sido un niño prodigio y a los trece años fue aceptado en el Departamento de Matemáticas de la Universidad Eötvös Loránd Tudományegyetem. Era el clásico geniecillo con conocimientos profundos y extensivos en ciencias, humanidades y artes. Gabor estaba consciente de su inteligencia superior, era pedante, por lo que pensó para sus adentros, “que puede preguntarme este tipo mediocre que yo no sepa”. El dueño de Telenor dijo de nuevo, piénsalo bien, esta es una decisión muy importante en tu vida, todavía puedes echarte atrás. Adelante dijo Gabor en tono burlón, hazme la pregunta. Déjame explicarte la apuesta, te haré una sola pregunta, y si no sabes la respuesta pierdes tu alma al

instante. A partir de ese momento seguirás vivo y con apariencia normal, pero no tendrás sentimientos ni razonamiento, serás un zombi.

El dueño de la tienda hizo la pregunta: Cuantos cabellos tienes en tu cabeza? Gabor se puso blanco como la nieve, esa era una pregunta que nunca esperó y sabía perfectamente que no tenía la respuesta correcta, perdería su alma. Bajó la cabeza con resignación y tristeza aceptando la derrota, y de momento ya estaba en el infierno, era una pesadilla. Bienvenido le dijo un demonio joven con actitud muy amable. Te mostraré las amenidades que tiene el infierno para aquellos viciosos de la Internet y en especial para aquellos que abusan de las redes sociales como WhatsApp, Twitter y Facebook. Nunca hubiera podido imaginar ver millones de almas con teléfonos de fierro incandescente pegados a sus orejas, o con los dedos hundidos en teclados de fuego, o con lava fluyendo a través de los auriculares en sus oídos, solo para mencionar algunas torturas. Conforme Gabor veía azorado esos castigos inimaginables, más pensaba en cómo salir de allí. Esto no es parte de su vida pensaba, soy Budista no Cristiano, era y el infierno no es parte de mis creencias.

El mismo día que llegó al infierno, Gabor solicitó una entrevista con el demonio y le fue concedida. Este último esperaba un poco impaciente, ya que no estaba acostumbrado a dar concesiones. Qué es lo que deseas preguntó el demonio? Mira, yo llegué al infierno por una tonta apuesta dijo Gabor, por lo tanto te suplico que me des la oportunidad de marcharme de la misma forma, haciéndote yo una apuesta y si no sabes la respuesta me dejas ir. El diablo se quedó pensativo pero finalmente contestó: estoy de acuerdo porque estoy seguro de que perderás de nuevo y te quedarás conmigo eternamente. Además, subrayó, no quiero que después hablen mal de mí, que no soy un tipo equitativo. Cuál es la pregunta? Gabor lanzó la pregunta: Cuándo se formó el planeta Tierra?, cuál es su edad? El diablo se puso más rojo y caliente que de costumbre y sus ojos destellaban fuego. El rey de las tinieblas, el gran malévolo en la historia de la humanidad, el segundo ser más poderoso del mundo después de Julián Assange de WikiLeaks....no sabía la respuesta!. Y lo que el demonio también ignoraba, es que él mismo fue creado apenas hace 2026 años, mientras que la tierra tiene una edad de 4.5 billones de años. El demonio desconsolado, conocido por su fama de perverso y malvado, demostró ser todo un caballero y cumplió su palabra, dejó que Gabor se marchara para continuar su vida normal en la tierra.

Loco a veces

CELLULAR TELEPHONE

Gabor couldn't believe it, so he asked again whether the deal was still available. The owner of Telenor, the telephone retailer, quickly responded: "Yes, we are offering the Phone 8 Plus with unlimited calls to anywhere in the world, as well as unlimited satellite internet and unlimited texting, including the transmission of large format digital images to anyplace in the world. Moreover we are including at no cost a guarantee to repair the telephone in your home if it fails to function, and replacement of the phone whenever a newer model comes to market." The Telenor store is located downtown in Budapest, Hungary on the Karoly Körút Avenue. This area is frequented by tourists, having popular bars and restaurants such as the Café Haverok, the Skal y Kupak bars and the Aranyince restaurant. The telephone store is very popular with young people because it has the greatest selection of cellular telephones and the lowest cost telephone plans.

The owner said: "Make your decision young man. The offer is real. Many young people come in to place bets at our store and although some lose, most walk away with their favorite telephone and deal package. We are the most successful store in the city. In 2016 the Budapest Chamber of Commerce named us as the most successful business in the city."

Gabor asked: "Would everything be free by merely winning a bet? If so, I would also ask for a lifetime guarantee should the phone need to be repaired." The owner of the business exclaimed that there would be no problem granting what he wanted, but this would require betting more than money, as was the case for the inferior models. To obtain an iPhone Plus with a superior deal something much more important than money must be wagered. "Your soul, for example."

Gabor had been a gifted student, and at the age of thirteen was accepted by the Mathematics Department of the University of Eötvös Loránd Tudományegyetem. He was the classic case of a young genius with a deep understanding of the sciences, humanities and arts. Gabor was aware of his superior intelligence, and for this reason thought to himself: "This mediocre person couldn't ask any question that I can't answer." The owner of Telenor again said: "Think about it carefully since it is a very important decision in your life. You can still say no." Gabor said in a mocking tone: "Ask me the question." The owner said: "Let me explain the bet. I will ask you only one question and if you don't know the answer you will lose your soul instantly. From that moment you will continue to have a normal appearance but you won't have sentiments nor reason. You will become a zombie."

The owner of the store then asked the question: “How many hairs do you have on your head?” Gabor turned as white as snow. He never expected this question and knew he would lose his soul if he didn’t give the correct answer. He lowered his head in resignation and sadness as he accepted defeat, and in that nightmarish moment he found himself in Hell. “Welcome!” said a demon in a friendly way. I’ll show you the amenities in Hell available to internet addicts, especially those that abused social websites such as WhatsApp, Twitter and Facebook. He never imagined that he would see millions of souls with incandescent metal phones attached to their ears, or with their fingers sunken into fiery keyboards, or with lava flowing through earphones into their ears, just to mention some of the tortures. Gabor was flustered by these unimaginable punishments and thought about how he could get out of there. This wasn’t part of his life. He thought: “I’m a Bhuddist, not a Christian.” and Hell wasn’t part of his beliefs.

The same day that he arrived in Hell, Gabor asked for an interview with the Devil, which was granted. The Devil awaited him impatiently as he wasn’t accustomed to granting concessions. “So, what is it you want to ask the Devil?” “Gabor replied: “Look, I only arrived in Hell because of a stupid bet, and therefore I beg you to give me a chance to leave the same way by making a bet with you. If you don’t know the answer then you would let me go”. The Devil thought this over and finally answered: “I agree, since I’m sure you will lose again and will stay with me for eternity. I don’t want them to speak badly of me, because I am a fair individual. What is the question?” Gabor asked this question: “When did the planet Earth form, and what is its age? The Devil became more red and overheated than usual, and fire shot out of his eyes. The King of Darkness, the most malevolent being in human history, the second most powerful being in the history of humanity, after Julián Assange of WikiLeaks, didn’t know the answer! What the Devil failed to realize is that he himself was created only 2026 years ago, while the Earth had the age of 4.5 billion years. The Devil was desconsolate, but despite his reputation as being perverse and evil, he was a complete gentleman and kept his word by letting Gabor leave to continue his normal life on Earth.

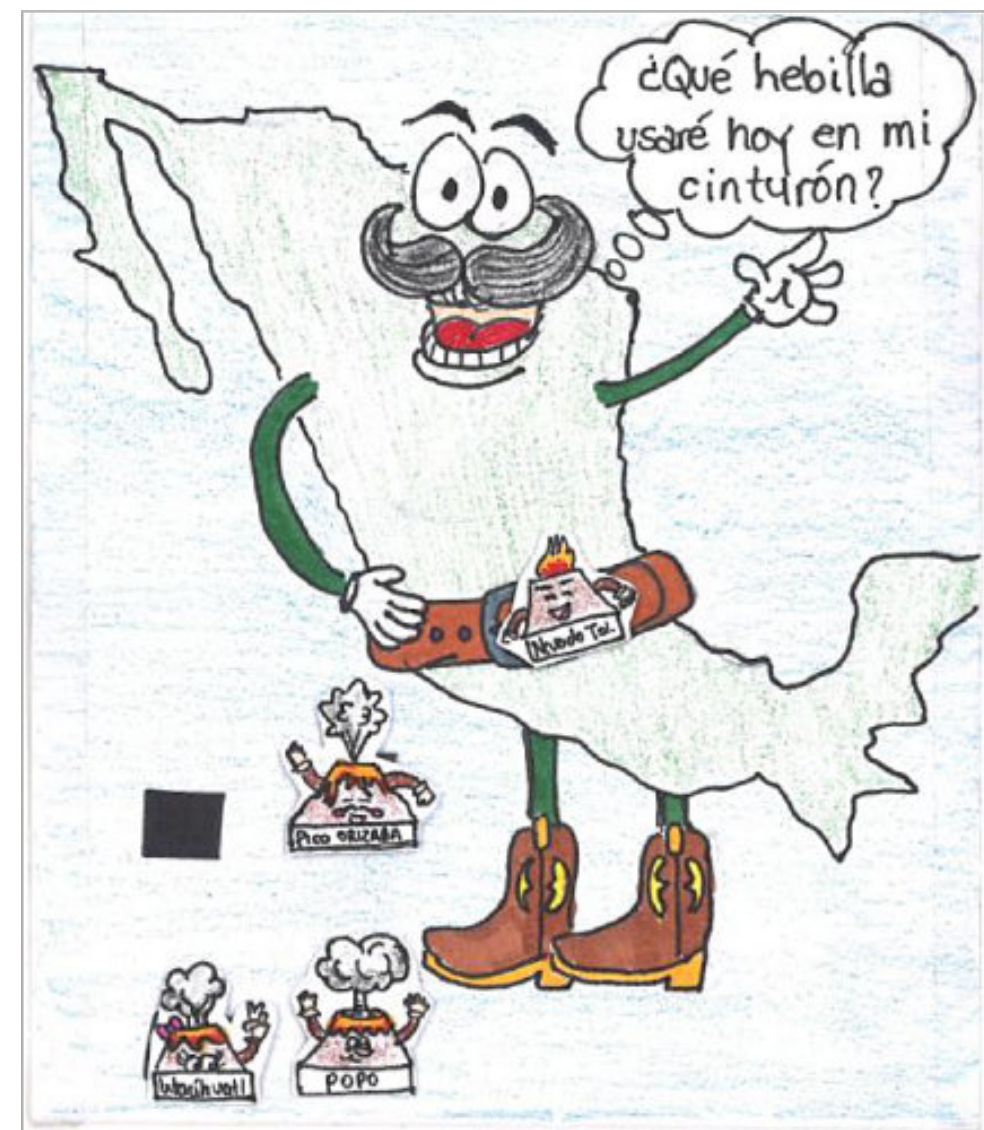
Author: Sometimes crazy

Translator: Aways crazy

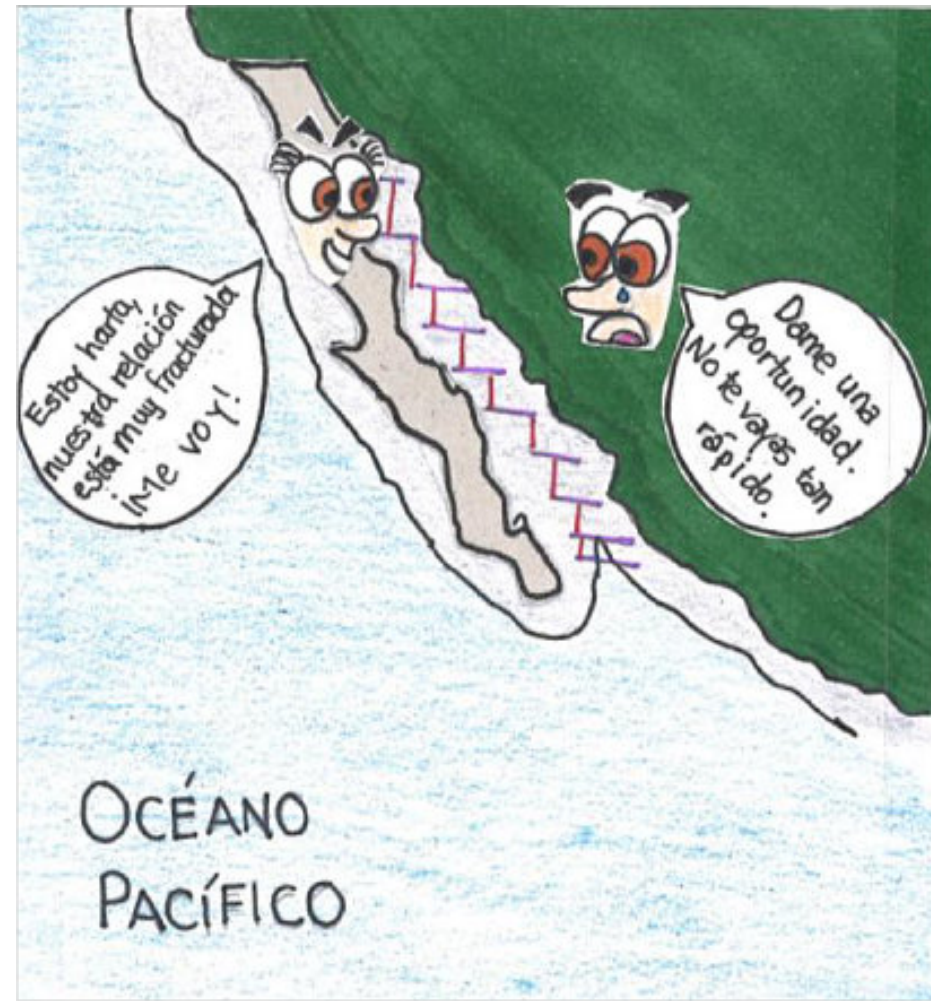
Línea del tiempo de la evolución geológica de México

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.

Desarrollo del volcanismo en el Cinturón Volcánico Transmexicano – ~23 Ma - reciente



Inicia apertura del Golfo de California – ~12.5 Ma



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

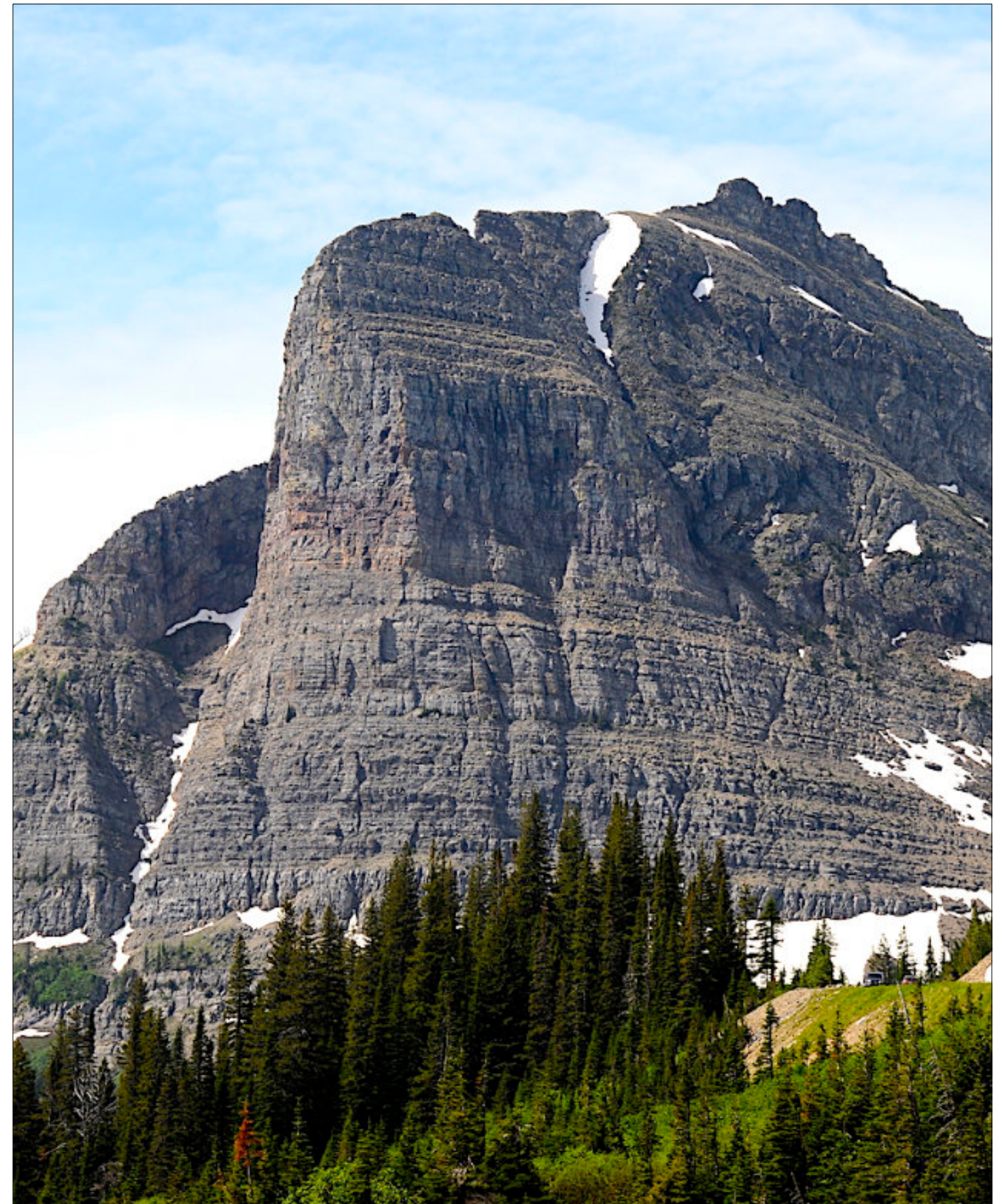


Isabel Domínguez Trejo Ingeniera Geóloga y Maestra en Ingeniería Petrolera y Gas Natural egresada de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Su línea de trabajo es el área de la Exploración de Hidrocarburos, ya que conjunta la aplicación de ramas de la Geología con la finalidad de comprender la evolución geológica 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

Glacier National Park, Montana, USA. Foto de Gilda Yolid Muñoz.





San Juan de Busa. Manuel Arribas.

Iglesias del Serrablo. Huesca. España.

La comarca del alto Gállego, durante los siglos centrales de la Edad Media, fue prolífera en la construcción de numerosas iglesias en lo que hoy denominamos arte románico del Serrablo. Estas iglesias son generalmente pequeñas, de una nave y ábside semicircular. Os iré mostrando algunas. Quiero comenzar por la que siempre ha sido mi predilecta. San Juan de Busa con su forma de “naveta” se hace destacar en medio de un paisaje lleno de naturaleza.

La iglesia de San Juan Bautista de Busa, se sabe que fue mandada construir por Ramón Guillén entre 1060 y 1070. El estilo constructivo es el típico del románico del Gállego: Iglesia de una sola nave, rematada en ábside de tambor con presbiterio atrofiado muy marcado al exterior, al estar rehundida la separación entre él y la nave. La puerta de ingreso a la nave, enmarcada en un alfiz rehundido, está formada por dos arquivoltas doveladas en degradación; de las cuales, la interior, tiene sus impostas salientes y biseladas, constituyendo un falso arco de herradura. En la arquivolta superior, una decoración de palmetas continuas; rara e infrecuente en el románico del Gállego, una de cuyas características es la ausencia de decoración gráfica o escultórica. Para Enríquez de Salamanca, es una inscripción en caracteres cúficos



San Juan de Busa. Manuel Arribas.



Iglesia de San Martín de Oliván. Manuel Arribas.

que reza: “la ilaha illa Allah”: “No hay (otro) dios que Dios”; lo que no deja de ser chocante tratándose de un templo cristiano.

Decoran la cabecera cinco arcuaciones lombardas sobre lesenas, erigidas sobre moldura tórica y rematadas por el emblemático friso de baquetones corriendo entre otras dos molduras tóricas. Un ventanal alargado centra el ábside. Su constructor, con técnica aprendida en San Pedro de Lárrede, la aplicó en esta iglesia; pero con evidentes limitaciones. No se atrevió a cerrar las bóvedas de ábside y nave con piedra, por temor al desplome; y la solución fue prolongar “en quilla” el cilindro absidal para cubrir todo el edificio con tejado a dos aguas.

En el hastial occidental una preciosa ventana rehundida de tres vanos, formada a base de dos fustes cilíndricos y tres arcos de herradura; viene a constituir el “santo y seña” del mozarabismo del Gállego.

En mi recorrido por la ruta de las iglesias del Serrablo llegué a Oliván, situado en una ladera a la izquierda del río Gállego. Su iglesia parroquial recibe el nombre de San Martín, a quien está consagrada. Edificada hacia 1060, su estilo románico es como el del conjunto de las iglesias de la zona. Su planta es trapezoidal, con ábside de tambor cubierto con bóveda de

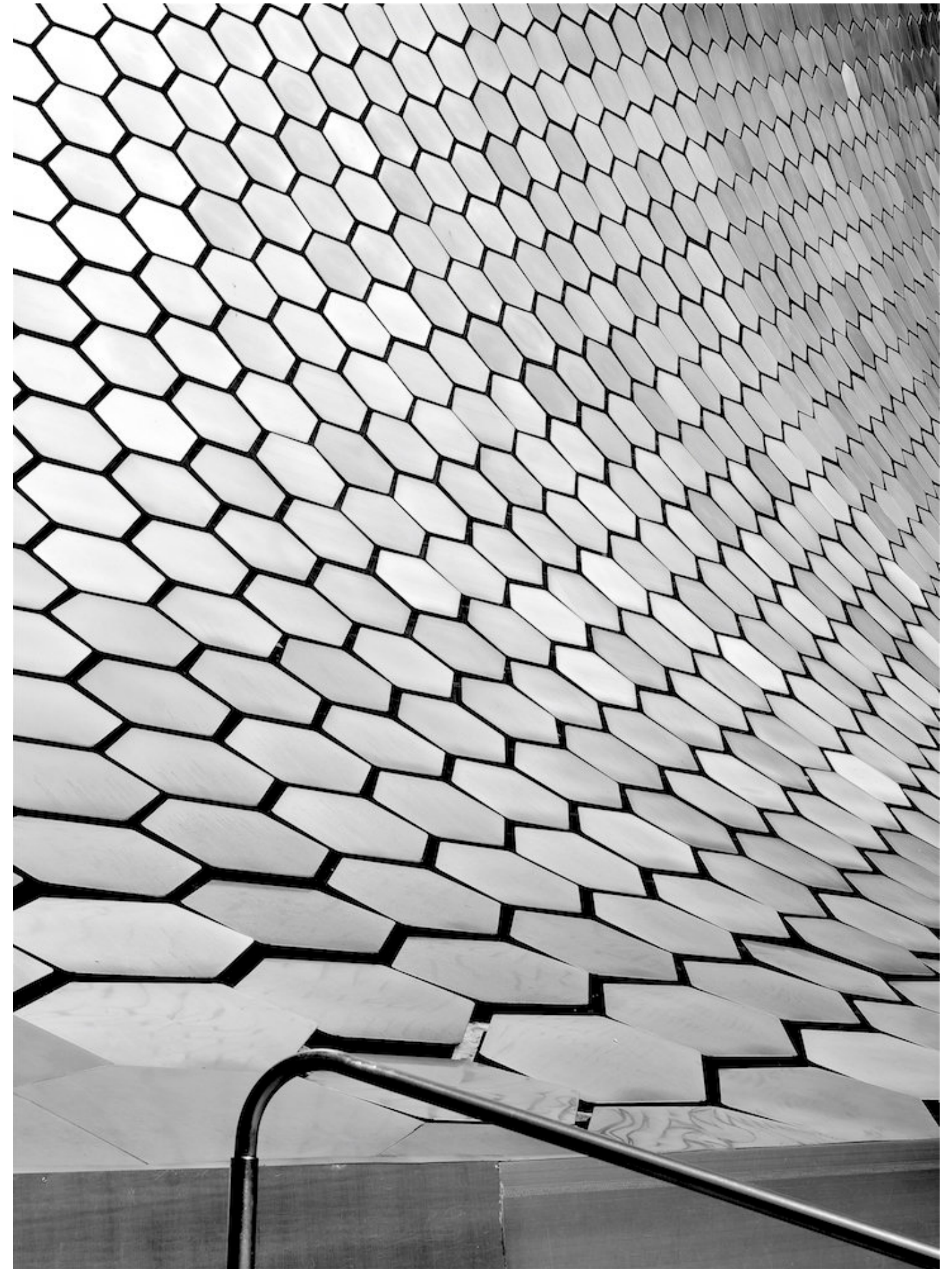
cuarto de esfera. “La embocadura más externa, presenta imposta biselada, dándole sensación de falsa herradura, como es norma en la zona. La torre-campanario adosada al muro norte, debió de tener en su parte alta ventanitas del estilo de Lárrede o San Bartolomé de Gavín; pero se sustituyeron -lamentablemente- por grandes vanos aptos para campanas. Sus hechuras son lombardas y muestra mechinales pareados como muestra de su proceso constructivo.”

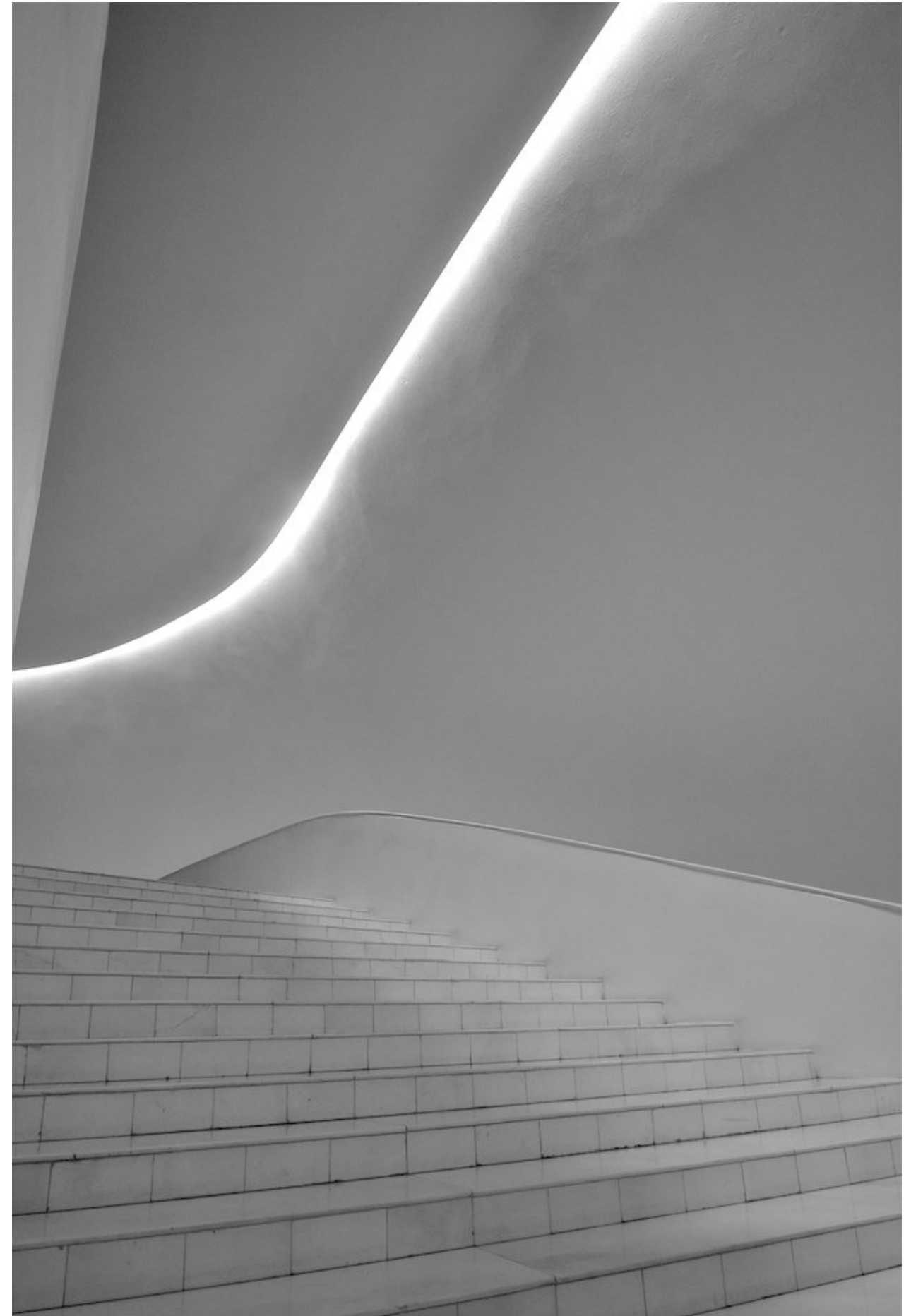
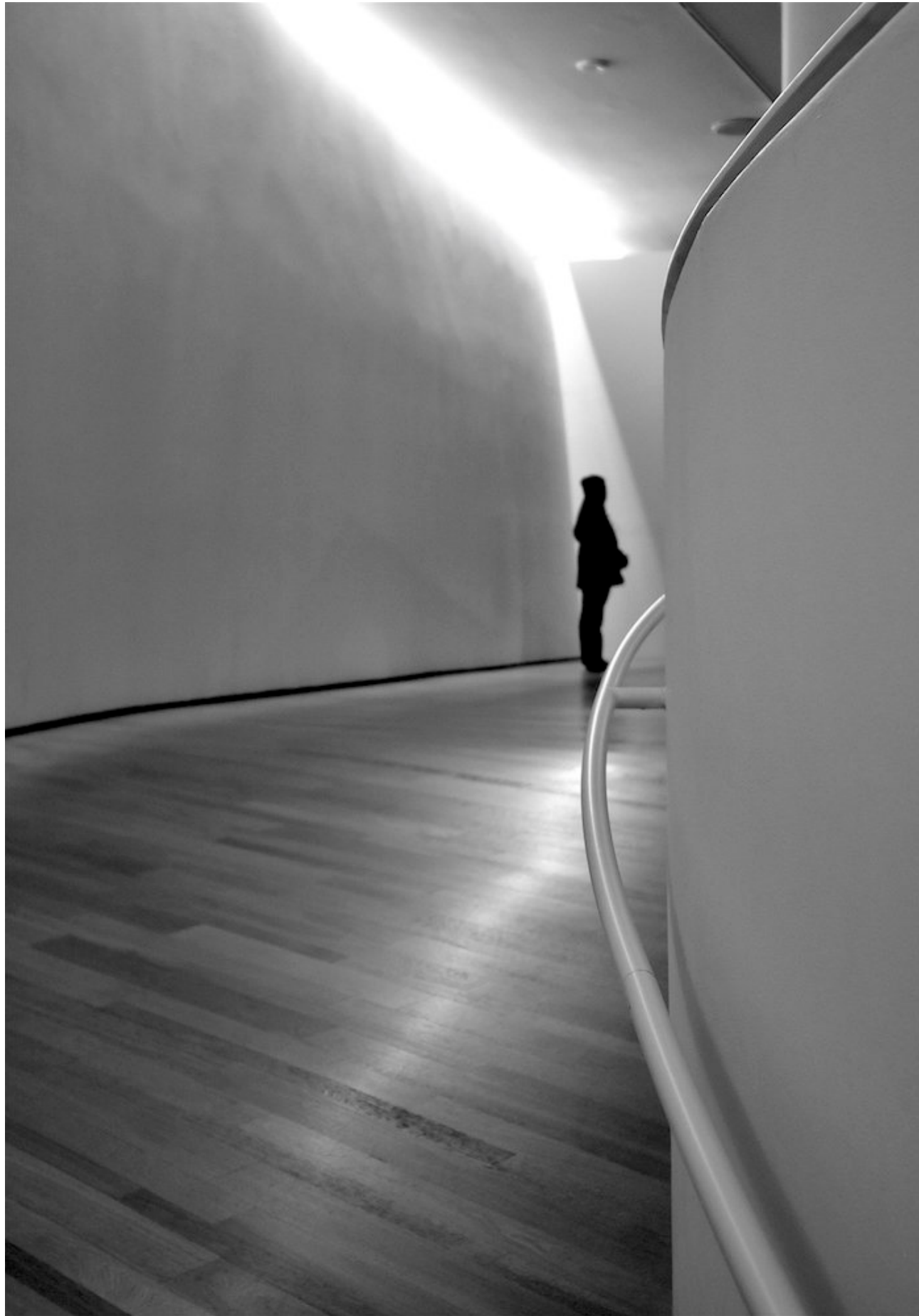
En la decoración exterior del ábside, volvemos a ver la que nos encontramos en Larrede, arcadas ciegas y molduras tóricas; y como sucede en otras parroquias, en torno a este se encuentra un pequeño camposanto.

Manuel Arribas Andrés

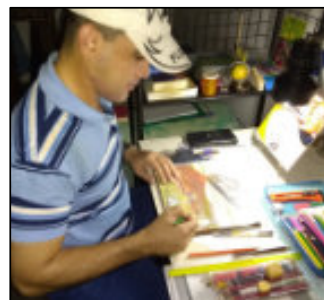
Zaragoza, agosto de 2026

Museo Soumaya, Ciudad de México: Fotos de Claudio Bartolini





La casa de la luna



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

<https://science.nasa.gov/moon/>

<https://science.nasa.gov/moon/facts/>

<https://www.sciencealert.com/moon>

<https://www.britannica.com/place/Moon>

<https://science.nasa.gov/moon/daily-moon-guide/>

<https://www.space.com/18880-moon-phases.html>

<https://education.nationalgeographic.org/resource/moon/>

<https://www.nhm.ac.uk/discover/how-did-the-moon-form.html>

<https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/solar-system/moon.asp>

<https://www.space.com/55-earths-moon-formation-composition-and-orbit.html>

<https://www.lpi.usra.edu/education/explore/marvelMoon/background/moon-influence/>

<https://www.lpi.usra.edu/education/explore/marvelMoon/background/moon-formation/>



Jeju Volcanic Island And Lava Tubes: South Korea

The Jeju Volcanic Island and Lava Tubes is a World Heritage Site in Jeju Province, South Korea. It was inscribed as one of the UNESCO World Heritage Sites in 2007 because of the Geomunoreum Lava Tube System and the exhibition of diverse and accessible volcanic features which are considered to demonstrate a distinctive and valuable contribution to the understanding of global volcanism. Jeju is a volcanic island 130 kilometers from the southern coast of the Korean Peninsula. The largest island and smallest province in South Korea, the island has a surface area of 1,846 square kilometers.

<https://ijto.or.kr/english/?cid=11>

<https://www.youtube.com/watch?v=oy34y24Gcl4>

<https://comeonkorea.com/en/jeju-lava-tube-unesco/>

<https://mtp.travel/whss/1264-jeju-volcanic-island-and-lava-tubes>

<https://www.nps.gov/havo/learn/management/sisterpark-jeju.htm>

<https://nature.new7wonders.com/wonders/jeju-island-korea-south/>

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

<http://world-heritage-datasheets.unep-wcmc.org/datasheet/output/site/jeju-volcanic-island-lava-tubes/>

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/>



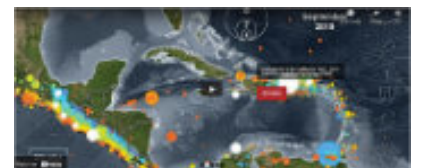
Sociedad Cubana de Geología

<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