

MAYO
SUPLEMENTO
2026



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS





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 desear participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comuníquese con cualquiera de los editores.

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

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

Portada de la revista: Bryce Canyon is a national park of the United States located in southwestern Utah (https://en.wikipedia.org/wiki/Bryce_Canyon_National_Park). The major feature of the park is Bryce Canyon, which, despite its name, is not a canyon but a collection of giant natural amphitheaters along the eastern side of the Paunsaugunt Plateau. Bryce is distinctive due to geological structures called hoodoos, formed by frost weathering and stream erosion of the river and lake bed sedimentary rock. The red, orange, and white colors of the rocks provide distinctive views for park visitors. Bryce Canyon National Park is much smaller and sits at a much higher elevation than nearby Zion National Park. The rim at Bryce varies from 8,000 to 9,000 feet (2,400 to 2,700 m). Photo by **Claudio Bartolini**.

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



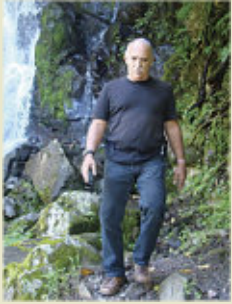
Claudio Bartolini (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio was an associate editor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



José Antonio Rodríguez Arteaga es Ingeniero geólogo, egresado de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, con más de 30 años de experiencia. En sus inicios profesionales laboró como geólogo de campo por 5 años consecutivos en prospección de yacimientos minerales no-metálicos de la región Centro-Occidental de Venezuela.

Tiene en su haber labores de investigación en Geología de Terremotos y Riesgo Geológico asociado o no a la sismicidad. Es especialista en Sismología Histórica, Historia de la Sismología y Geología venezolanas. Ha recibido entrenamiento profesional en

Metalogenia, Ecuador y Geomática Aplicada a la Zonificación de Riesgos en Colombia. Tiene en su haber como autor y coautor, tres libros dedicados a la catalogación sismológica del siglo XX; a la historia del pensamiento sismológico venezolano y la coordinación de un atlas geológico de la región central del país, preparado junto al Dr. Franco Urbani, profesor por más de 50 años de la Escuela de Geología de la Universidad Central. Actualmente prepara un cuarto texto sobre los estudios de un inquieto naturalista alemán del siglo XIX y sus informes para los terremotos destructores en Venezuela de los años 1812, 1894 y 1900.

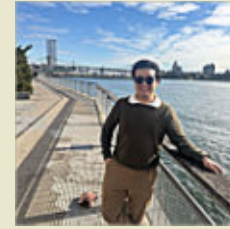
rodriguez.arteaga@gmail.com



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

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

ensilvacruz@gmail.com



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

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

diegogabriel807@gmail.com



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

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

dcalvo@geociencias.unam.mx



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

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

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

tenreyro2015@gmail.com



Laura Itzel González León / Ingeniera geóloga ambiental

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

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

gleon.laura@gmail.com



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

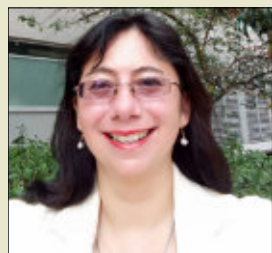
de análisis de Mineralogía Avanzada, estudiando variaciones en especies minerales, texturas, asociaciones, grados de cristalinidad, emulsiones por exsolución y elementos menores en solución sólida. Es divulgador científico centrado en la astronomía, historia de la ciencia y cultura desde 2015 en la plataforma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

r.avalos@astrocamp.mx



Dr. Alejandro Carrillo-Chávez. Ingeniero Geólogo del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en La Universidad de Cincinnati, y Doctorado en la Universidad de Wyoming. Inició su trabajo en el Instituto Mexicano del Petróleo y después inició vida académica en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En 1998 ingresó al a Unidad Investigación en Ciencias de la Tierra (UNICIT) UNAM, Campus Juriquilla (actual Centro de Geociencias). Su trabajo inicial fue sobre petrografía ígnea y metamórfica. En academia inició dando clases de petrología ígnea y metamórfica.

Actualmente es Tutor del Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM. Su maestría fue sobre yacimientos minerales metálicos y su doctorado sobre geoquímica ambiental. Actualmente sus líneas de investigación son: Metales Pesados en Medio Ambiente, Hidrogeoquímica, Geoquímica Isotópica de Metales Pesados e Hidrogeoquímica de Salmueras Petroleras. A la fecha es responsable de un Proyecto UNAM y CONAHcyT sobre Concentraciones de metales e isotopía estable de Zn y Hg en agua de lluvia, nieve y núcleos de hielo en glaciares mexicanos. ambiente@geociencias.unam.mx



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

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

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

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

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

norma.olvera@atmosfera.unam.mx



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

Estimados Colegas

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

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

*Nuestro agradecimiento a **Manuel Arribas Andrés**, un gran fotógrafo y excelente diseñador gráfico Español, por la creación del nuevo logotipo de la Revista Maya de Geociencias y sus indicaciones para la compaginación de la misma.*

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

Normas editoriales de la Revista Maya de Geociencias:

Semblanzas: un máximo de 3 cuartillas.

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

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

Notas Geocientíficas: un máximo de 12 cuartillas.

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

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

Editorial norms for the Revista Maya de Geociencias:

Biographical sketches: A maximum of 3 pages.

Geoscience pioneer notes: A maximum of 4 pages.

Community themes of interest: A maximum of 6 pages.

Geoscience notes: A maximum of 12 pages.

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

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

Reglamento de la Revista Maya de Geociencias (RMG)

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

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

Nuevo Canal Youtube de la Revista Maya de Geociencias

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

Estimados colegas,

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

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



Visítanos en Revista Maya de Geociencias

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



MAYO SUPLEMENTO 2026

EDICIÓN ESPECIAL XXX



TABLA DE CONTENIDOS

Cuevas, cavernas y grutas: Ritos, religión y arte se fusionan en el mundo subterráneo
Jhonny E. Casas.....[12](#)

La piedra del elefante: Centinela del Caruachi, Guayana Venezolana
Jesús S. Porras, Genaro Stabilito.....[40](#)

Formaciones y litodemas en la nomenclatura estratigráfica cubana
Humberto Álvarez Sánchez, Jorge De Huelbes Alonso, Luis R. Bernal Rodríguez.....[58](#)

José María Vargas: Precursor de las Geociencias en Venezuela
Jesús S. Porras.....[81](#)

Nehil Duque: Un baluarte de Upata, estado Bolívar, Venezuela
Mariano Castro Mora.....[92](#)

Geólogos, mineros y naturalistas en el siglo XIX cubano. II parte 1835 – 1868
Rafael Tenreyro Pérez.....[102](#)

Geólogos, mineros y naturalistas en el siglo XIX cubano. III parte 1868 - 1898
Rafael Tenreyro Pérez.....[130](#)

CUEVAS, CAVERNAS Y GRUTAS Ritos, religión y arte se fusionan en el mundo subterráneo

JHONNY E. CASAS^{1,2}

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



<https://es.council.science/news/year-caves-karst-2021-22/>

INTRODUCCION

Para los seres humanos, el interior de la tierra siempre se ha percibido como el límite entre lo mágico y lo desconocido. Nuestros antecesores, utilizaron originalmente las cuevas y cavernas como refugios, dejando impresa su huella mediante pinturas y grabados. Civilizaciones más recientes como la egipcia, hindú, griega y la maya, lo denominaban el inframundo, dándole una interpretación religiosa.

En Grecia, cuna de la cultura occidental, las cavernas no escaparon al significado mágico bajo el cual fueron concebidas por aquellos seres humanos que aún estaban descubriendo su mundo, utilizando los recursos de la naturaleza para entender su propia existencia. Para los helenos estos sitios representaron lugares sagrados, en donde muchas veces se situaban templos y oráculos, las grutas surgían en su imaginación como residencia de poderosos dioses, bellas ninfas y seres monstruosos.

El mundo subterráneo ha sido ligado a diversos mitos como por ejemplo el de origen griego donde sitúan en

las entrañas terrestres al inframundo, donde reinaba Hades, el señor de los infiernos. El perro del dios Hades, Cerbero (Cancerbero), era un monstruo de tres cabezas que vigilaba la entrada al reino subterráneo asegurándose de que los muertos no salieran y que los vivos no pudieran entrar. Para el mundo heleno, el fin de la vida nunca significó una manera de ascender a la gloria como en otras culturas, pues ésa sólo estaba reservada para dioses y héroes, sin embargo, la muerte era el camino de retorno hacia los orígenes primigenios del ser, al penetrar nuevamente a las entrañas de Gea, «la madre tierra», principio y fin de la existencia.

De la misma manera que los griegos, los romanos, árabes y cristianos, veían en las cuevas un mundo mágico, alrededor del cual giraban leyendas y mitos (CASAS 2026). Es común descubrir acerca de rituales que se han realizado históricamente en cuevas, en distintas partes del mundo o incluso sacrificios en forma de ofrendas a dioses, como lo hacían los sacerdotes de la civilización maya para pedir por ejemplo que lloviera.

Analizando el concepto y la definición de cueva, cavidad, gruta o caverna, podemos decir que la palabra cueva es una forma arcaica del latino *cavus* (excavado, cóncavo, vacío). Físicamente, se considera como cueva a toda oquedad natural en el subsuelo, accesible o no, sin importar sus dimensiones, disposición, origen o litología involucrada. Habitualmente corresponden al resultado de algún tipo de disolución o erosión por corrientes por agua, aunque también existen cavidades en hielo, y otras generadas durante flujos de lava, o menos común, una combinación de estos factores. En el origen de las cavidades suelen coincidir una combinación de factores, mediante procesos de espeleogénesis que involucran actividad química, física, geológica, tectónica, así como influencias de tipo atmosférico. Se reconocen principalmente varios tipos de tipologías que definen a las cavernas: cuevas kársticas, cuevas en areniscas, cuevas volcánicas, cuevas de hielo y cuevas marinas.

Se entiende por cuevas o sistemas kársticos, el conjunto de cavidades, o sistemas de drenajes, formados por conductos que se extienden de forma continua, desde los puntos de entrada de las aguas superficiales a una red subterránea, hasta los puntos de salida denominados manantiales. Las cuevas kársticas son formaciones geológicas creadas principalmente por la disolución de rocas carbonáticas que son relativamente solubles, como la caliza, el mármol, la dolomita y las margas.

En el caso de las rocas calcáreas, muchas están formadas fundamentalmente por antiguos depósitos de microorganismos, algas, crustáceos, y otros seres que fijaban el calcio, generando un sustrato que luego fue convertido en roca. Al emerger un estrato por encima de la línea costera, la acción de las aguas de lluvia ligeramente ácidas, debido tanto a la presencia de CO₂ en la atmósfera, como demás ácidos orgánicos del suelo, genera una serie de fenómenos de disolución tanto superficiales como subterráneos (Figura 1). Todas estas formas han recibido el nombre genérico de kársticas, por el nombre de su localidad tipo en la zona limítrofe entre Eslovenia e Italia.

Así, el término karst, a veces traducido al castellano como carso, denomina históricamente a un relieve muy particular en la región italo-eslovena de Kras. Este relieve, originado por un proceso químico que sufre la roca carbonática, trae como consecuencia inicial, un desarrollo rocoso muy particular, caracterizado por la

abundancia de diminutos espacios vacíos, desde diaclasas hasta microfisuras. La génesis del karst se basa en las reacciones químicas que producen la disolución y la precipitación de sales de calcio, en presencia de agua y CO₂, que progresivamente van ampliando los conductos naturales dentro de los macizos, formando posteriormente en su interior, los llamados salones, pozos y galerías (ROBLEDO et al. 2020).

La evolución del concepto de espeleología comenzó con un incipiente conocimiento científico y geológico, a partir del reconocimiento sistemático de las cavernas, originado en Francia, por iniciativa del abogado francés Édouard-Alfred Martell (1859-1938), un apasionado de las ciencias naturales y la geografía, quien adoptó el vocablo espeleología, originalmente enunciado por el prehistoriador Émile Rivière (1835-1922). Años después, en 1893, el concepto de karst fue introducido por el geógrafo serbio, especialista en geomorfología, Jovan Cvijić (1865-1929) en su tesis doctoral «Das Karstphänomen» (1893), cuya traducción es «El fenómeno kárstico» (GUNN 2004). El proceso básico de disolución, es decir la karstificación, que originalmente se había aplicado únicamente a las rocas calizas, se extendió a otras rocas solubles como la dolomía o el yeso, y posteriormente una serie de disciplinas científicas adicionales amplió el concepto a lo que hoy conocemos como «ciencias del karst».

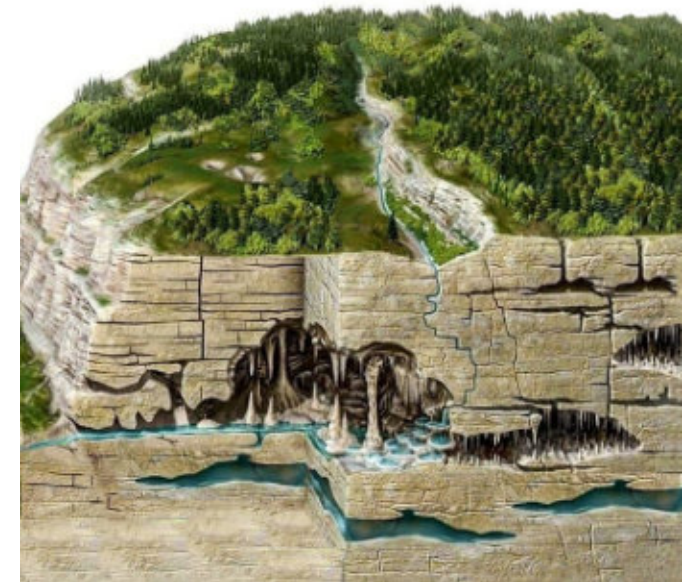


Figura 1. Modelo conceptual del desarrollo de formas kársticas. Fuente: Modificado de Dariusz Andrulonis.

Comprender las cuevas y el karst es importante porque el 10% de la superficie terrestre está ocupada por

paisaje kárstico y hasta una cuarta parte de la población mundial depende del agua proveniente de las zonas kársticas. Aunque es más abundante en regiones húmedas con presencia de roca carbonatada, el terreno kárstico se presenta tanto en ambientes templados, tropicales, alpinos y polares. Las características kársticas varían en escala, desde microscópicas hasta sistemas de drenaje completos y ecosistemas que cubren cientos de kilómetros cuadrados y extensas mesetas kársticas.

EL MUNDO SUBTERRANEO

El karst ocupa actualmente un lugar destacado en el ámbito de las Ciencias de la Tierra, debido a que en la última parte del siglo XX y lo que ha transcurrido del siglo XXI, la evolución en el estudio de este fenómeno en diferentes líneas de investigación ha sido exponencial. Aunque en sus inicios el karst contemplaba únicamente la investigación de las formas de disolución superficiales, en la actualidad ya es un concepto integral y, por tanto, engloba formas y procesos tanto en la superficie como en el subsuelo (ROBLEDO et al. 2020).

Es significativo destacar que el karst, más allá del paisaje o de la ciencia, forma parte de la historia de la humanidad, de la cultura, la literatura, la pintura y de la identidad territorial de muchas regiones del planeta; y con el correr de los siglos, ha dado lugar a un sinnúmero de leyendas, mitos y teorías, publicándose desde hace centurias, memorables libros como, por ejemplo, el «Mundus subterraneus quo universae denique naturae divitiae», publicado en 1665, por el naturalista Athanasius Kircher (1602-1680), sacerdote jesuita alemán, políglota, erudito, estudioso orientalista, y uno de los científicos más destacados de la época barroca. La obra (Figura 2), parte de su experiencia como explorador de las cuevas del volcán Vesubio, cerca de Nápoles, y de las cuevas de Maredocle, en Palermo, Italia.

Kircher creó una serie de mapas como parte de su libro, basados en sus teorías sobre el mundo que se encontraba bajo sus pies. En particular, creía en la existencia de un sistema complejo e interconectado con corredores subterráneos, por el cual el fuego viajaba desde el núcleo de la Tierra hasta su superficie, abriéndose paso a través de las erupciones volcánicas.

Según Kircher, el fuego, o pirofilacia (casas de fuego), no era lo único que circulaba por el subsuelo. También existían hidrofilacias, o «casas de agua», que interactuaban con el ignis centralis o núcleo central, y

se desplazaban a través de canales y lagos (Figura 3). Kircher no solo era conocido por sus teorías geológicas, ya que entre sus otros logros se incluyen teoría musical, magnetismo, medicina, biología, y como curiosidad, el cartografiado de la mítica isla de la Atlántida, así como estudios pioneros en egiptología.

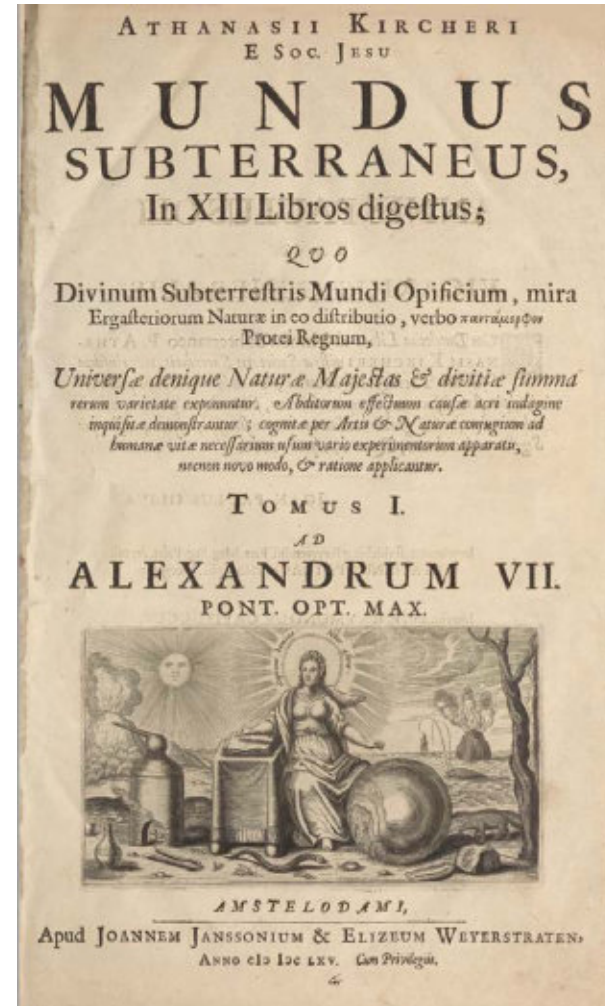


Figura 2. Portada del libro *Mundus subterraneus* de Athanasius Kircher, publicado en 1665. Fuente: <https://archive.org/details/athanasiikircher12kirc/page/n7/mode/2up>

En América, los relatos mitológicos indígenas dieron paso al interés de los primeros cronistas en las cuevas subterráneas del Nuevo Mundo, como el catalán Fray Ramón Pané (segunda mitad del siglo XV), monje de la Orden de San Jerónimo, quien acompañó a Cristóbal Colón (1451-1506) en su segundo viaje a las Indias y fue autor del primer libro escrito en América, titulado «Relación acerca de las antigüedades de los indios». En esa relación, Fray Pané en el capítulo I, describe los mitos de los indígenas que habitaban la Española (hoy día ocupada por República Dominicana y Haití), donde

menciona la creencia de que la gente que pobló originalmente la isla, salió de una cueva llamada Cacibayagua (PANÉ s. f.). Otra mención destacada debe hacerse a Fray Bernardino de Sahagún (1499-1590), quien, en el actual México, reseñó la importancia de las cavernas y sus distintas morfologías en el denominado «Códice Florentino», que recopila enciclopédicamente los saberes prehispánicos y las tradiciones legendarias o religiosas vinculadas a las cavernas, relatadas por sus informantes náhuatl o aztecas (URBANI y URBANI 2024). Otro cronista importante de mencionar es el Padre José de Acosta (1540-1600), científico jesuita, protoantropólogo y naturalista español que desempeñó importantes misiones en América a partir de 1571, y que debe su fama de observador sagaz y lúcido expositor a la «Historia natural y moral de las Indias», obra publicada en Sevilla en 1590.



Figura 3. Concepto del *Ignis Centralis* o interior de la Tierra por Athanasius Kircher (*Mundus subterraneus*), mostrando las «casas de fuego» y las «casas de agua» interconectadas en el interior de la Tierra. Fuente: <https://archive.org/details/athanasiikircher12kirc/page/n7/mode/2up>

Posteriormente, el interés por las cuevas alcanza importancia secular, representada por la obra del famoso naturalista prusiano Alexander von Humboldt (1769-1859), con su exploración y descripción en 1799 de la cueva de El Guácharo en Venezuela (Figura 4). Humboldt exploraría la cueva hasta una profundidad de 472 metros, en compañía del botánico francés Aimé Bonpland (1773-1858) (LAGARDE y CRESPO 2003). El científico la describió como «una joya escénica, geológica y biológica [...] No he visto caverna alguna en

ambos continentes que tenga una estructura tan uniforme y regular».

Tanto la expedición de Humboldt como una efectuada por el geógrafo italiano Agustín Codazzi (1793-1859) en 1835, despertaron el interés científico de los europeos por lo que, entre los años 1843 y 1892, la caverna fue visitada por científicos de la talla de los botánicos Karl Moritz (1797-1866), Hermann Karsten (1817-1908) y Nikolaus Funck (1767-1857), el ornitólogo Antón Goering (1836-1905) y el pintor alemán Ferdinand Bellermann (1814-1889), quien levanta el primer plano de la cueva (URBANI 1999, LAGARDE y CRESPO 2003).



Figura 4. Cueva de El Guácharo. Fuente: Rafael Carreño, Sociedad Venezolana de Espeleología (2024).

En el plano espeleológico, fueron muchos los aventureros que iniciaron los primeros contactos con la exploración del mundo subterráneo a lo largo de los siglos. Sin embargo, la investigación verdaderamente científica de las cuevas comenzó a desarrollarse durante la segunda mitad del siglo XIX. Fue el científico francés, Édouard Alfred Martel (1859-1938), considerado el

padre de la espeleología moderna, a quien se le atribuye su nacimiento como ciencia. En 1888, explorando el abismo de Bramabiau (Gard, Francia), Martel (Figura 5), dio el primer paso en lo que hoy se conoce como espeleología moderna. Se adentró con algunos compañeros en una cueva atravesada por el arroyo Bonheur (felicidad) y reaparecieron más lejos, en Bramabiau (bramido del buey). Esta primera gran expedición llegó a recorrer dos kilómetros de galerías de dicha cavidad. Ese mismo año, Martel exploró con el mismo equipo la Gruta de Dargilan, bordeando las gargantas del río Jonte (Lozère, Francia) a lo largo de un kilómetro y medio (ROBLEDO et al. 2020).

Desde 1888 hasta 1893, Martel visitó y enumeró más de 230 cuevas y grutas en Europa. Reconoció más de 250 kilómetros de galerías, de las que realizó levantamientos y descripciones muy precisas. En 1895, amplió su campo de investigación y organizó expediciones en Irlanda e Inglaterra. Descubrió el lago subterráneo de Marble Arch en Irlanda del Norte, uno de los sistemas kársticos más importante de Europa. Ese mismo año, fundó en Francia la Sociedad de Espeleología (ROBERTS 1947; ROBLEDO et al. 2020), la primera organización dedicada exclusivamente al estudio de cuevas.

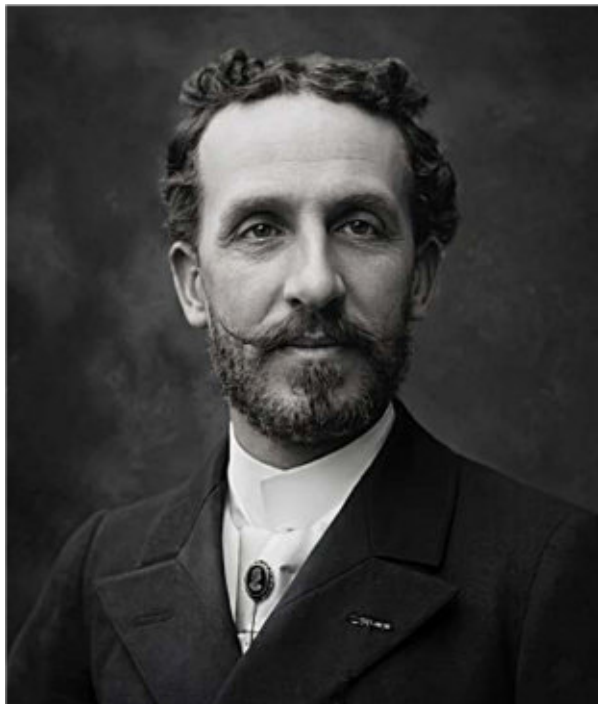


Figura 5. Retrato de Édouard Alfred Martel. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%89douard-Alfred_Martel#/media/Archivo:%C3%89douard-Alfred_Martel_\(Nadar\).jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%89douard-Alfred_Martel#/media/Archivo:%C3%89douard-Alfred_Martel_(Nadar).jpg)

Martel fue pionero también en la exploración de cavidades en España, ya que, en 1896, fue invitado por el archiduque Luis Salvator (1847-1915), primo del emperador austríaco Francisco José (1830-1916). Con su compañero Louis Armand, y el cartógrafo M. F. Will, exploraron el subsuelo de la isla de Mallorca (Baleares), una región rica en formaciones kársticas. En las cuevas del Drach, cerca de Porto Cristo, descubrió el lago subterráneo más grande de la época, que se bautizó con su nombre (ROBERTS 1947).

EN UN LUGAR DE LA REGIÓN ITALO-ESLOVENIA

Se le llama karst, relieve cárstico, relieve kárstico, carso o carsto (de la voz alemana Karst o Kras, que corresponde a la región italo-eslovena de Carso) a una forma de relieve originada por la meteorización química de ciertas rocas como el yeso, la dolomita y la caliza, las cuales están formadas por minerales solubles en agua. La primera investigación científica de un relieve kárstico, que se conoce hoy como karst clásico, tuvo lugar en esa región de Eslovenia. El nombre proviene del paleoeuropeo «karra», que quiere decir piedra, y «carusardius» en latín. No obstante, desde el año 1177 se encuentran registros de una forma variante, también de origen esloveno, llamada «grast» (ROBLEDO et al. 2020). En 1689, Johann Weikhard von Valvasor (1641-1693), quien fue miembro de la Royal Society de Londres y precursor del estudio del karst en Eslovenia, utilizó dicho término para referirse a las corrientes subterráneas de los ríos, al describir el lago Cerknica (el más grande de los lagos intermitentes europeos), ubicado en la región suroccidental de Eslovenia.

A finales del siglo XIX, Jovan Cvijić (1865-1927), geógrafo, etnólogo y académico serbio, hizo avanzar enormemente el conocimiento de las regiones kársticas, tanto así que llegó a ser conocido como el «padre de la geomorfología kárstica». La antes mencionada tesis doctoral de Cvijić, denominada «Das Karstphänomen» (El fenómeno kárstico), publicada en 1893, trató principalmente de las regiones kársticas de los Balcanes y describió formas del relieve como poljes y dolinas. Posteriormente, estudios relacionados con la hidrología kárstica surgieron como disciplina en Francia a finales de los años 1950. Debemos recordar que, durante muchas décadas, las actividades de los exploradores de cuevas, hoy llamados espeleólogos, habían sido consideradas más como un deporte que como una ciencia, por lo que las cuevas kársticas subterráneas y sus cursos de agua asociados, estuvieron poco estudiados desde una perspectiva puramente científica.

También dentro de Eslovenia, en la zona sur-central, merece ser mencionada una obra de finales del siglo XVI, que combinó lo natural con lo artificial, mezclando un entorno geológico de tipo kárstico con la construcción de un curioso castillo, dando lugar a una joya medieval. El majestuoso castillo de Predjama («Predjamski grad» en esloveno) se consideró en la época, la puerta de entrada al mundo del karst (Figura 6). Predjama es una obra renacentista, considerada una de las fortalezas más grandes del mundo, construida en la boca de un complejo de cuevas de unos 14 kilómetros. Detrás del castillo se encuentra una gran cavidad, denominada «La cueva debajo del Castillo de Predjama», que hizo posible no solo el emplazamiento de dicha fortaleza, sino que permitiera a sus habitantes tener una retaguardia segura por donde escapar ante cualquier ataque, dando a la construcción una enorme ventaja estratégica, con respecto a cualquier enemigo (CASTILLO DE PREDJAMA 2025).



Figura 6. Vista del Castillo de Predjama (Eslovenia), construido parcialmente al abrigo de la entrada de la cueva. Source:

https://es.wikipedia.org/wiki/Castillo_de_Predjama#/media/Archivo:H%C3%B6hlenburg_Predjama_in_Slovenien.jpg

EL APROVECHAMIENTO PATRIMONIAL DE LAS CUEVAS Y GRUTAS

Las cuevas, en diversas partes del mundo, son sitios de gran valor por sí mismas, o por lo que conservan en su interior, es por ello que se consideran una parte importante del patrimonio de una región. Funcionan como una especie de cápsula del tiempo que protege y mantiene en excelente estado una parte crucial de la

historia natural (elementos geológicos y paleontológicos) y humana (arqueológicos y artísticos) de un determinado lugar.

Hoy en día, las cavidades que contienen restos paleontológicos y arqueológicos son especialmente importantes. Su valor radica en que nos ofrecen un profundo conocimiento sobre nuestros ancestros, sus formas de vida y, en definitiva, sobre la evolución humana. En los últimos años, el estudio de la paleontología y la arqueología dentro de las cuevas, han cobrado una relevancia enorme, convirtiéndose en uno de los aspectos más significativos al investigar estos entornos subterráneos.

Se han descubierto muchísimas cuevas en diferentes continentes que han sido clave para entender la evolución humana, gracias al hallazgo e investigación de restos de homínidos o sus utensilios. Existen numerosas cuevas, por ejemplo, en Sudáfrica, China e Indonesia, y por supuesto, en el continente europeo, que son de gran interés para diversas ramas de la ciencia (ROBLEDO et al. 2020).

En España, el más notable es el conjunto de cuevas de Atapuerca (Burgos); siendo dicho yacimiento Patrimonio de la Humanidad. Aquí, cuevas de rocas carbonáticas han revelado fósiles del Homo antecessor, con al menos 800 000 años de antigüedad (CASADO 2024), así como homínidos de 1,2 millones de años, los más antiguos jamás descubiertos en Europa. Las cuevas estuvieron habitadas continuamente durante milenios, ofreciendo hoy día a los arqueólogos un tesoro de hallazgos, así como fascinantes pistas sobre la evolución y la vida cotidiana de los primeros ancestros humanos en Europa.

El arte parietal, con especial énfasis en pinturas rupestres como las de Altamira en España y Lascaux en Francia, es otro de los elementos patrimoniales más valorados, como lo son, en general, todas las cuevas con arte paleolítico, del resto de la península ibérica y del sur de Francia (GRÖNEN 2012). Esta región es relevante para el estudio de estas evidencias ancestrales porque durante el Cuaternario, la región quedó fuera de la cobertura glacial continental, especialmente en el Pleistoceno, por lo que las cuevas ubicadas en los piedemontes, se mantuvieron accesibles fuera del manto congelado.

LAS CUEVAS COMO LUGAR DE REFUGIO Y MAGIA DE LOS ANCESTROS HUMANOS

En el Paleolítico muy probablemente se creía en la existencia de espíritus que favorecían la caza, la fertilidad y evitaban la enfermedad y la muerte. La supervivencia de los primeros homínidos dependía de la caza mayor y de la recolección de frutos, es decir, de seres y ofrendas concedidas por la madre naturaleza. Para garantizar su existencia celebraban rituales en el interior de las cuevas como culto a la fertilidad y a la diosa madre de la naturaleza.

Enclavado en la ondulada campiña, desde el suroeste de Francia hasta la costa norte de España, se encuentra un tesoro de artefactos y arte dejados por los primeros humanos hace decenas de miles de años. Estas civilizaciones de la Edad de Piedra ocuparon desde la impresionante región de Dordoña pasando por el País Vasco francés y español, hasta la región de Cantabria, donde se pueden encontrar yacimientos prehistóricos declarados Patrimonio de la Humanidad. En esta región se conservan en numerosas cuevas, algunas de las obras de arte más antiguas del mundo desde las famosas cuevas de El Castillo, Tito Bustillo, Nerja, Rouffignac, Chauvet o Cosquer, donde puede admirarse la enorme destreza artística y la sensibilidad de nuestros antepasados.

En la región de Dordoña, Francia, abundan también los vestigios de la presencia humana, específicamente en el Valle del Vézère, también conocido como «valle de la prehistoria», declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, presenta un interés excepcional desde el punto de vista etnológico, antropológico y estético, donde unos 150 yacimientos prehistóricos, así como más de 25 cuevas decoradas, se esconden entre colinas boscosas.

Las Pinturas Rupestres

Se localizan en las paredes y techos de las cuevas y en solapas ó abrigos de las rocas más grandes; de ahí su nombre: arte rupestre o parietal. Se aprovechaba la oscuridad del interior de estas cuevas para celebrar rituales y cultos a la fertilidad. Estos espacios fueron decorados con pinturas que representan animales, como los bisontes y ciervos de la Cueva de Altamira (Santander). Esta constituye el ejemplo más representativo de la zona franco-cántabra, destacando por la naturalidad de sus figuras, lograda gracias al uso de colores rojizos y negros (policromía). Además, se

aprovechaban los salientes de la superficie para conseguir una mayor sensación de tridimensionalidad.

Otras manifestaciones artísticas de estas cuevas santuario de la zona franco-cántabra son los caballos de la Cueva de Tito Bustillo o los ciervos monocromos de La Pasiega. Hay que destacar también la representación de escenas de caza o de la vida cotidiana con figuras humanas más alargadas, expresivas, que probablemente trataban de dar la sensación de movimiento. Quizá el mejor ejemplo de la pintura rupestre levantina sea la escena de danza hallada en la Cueva del Cogull (Lleida), que desataca por su esquematismo, monocromía y marcado movimiento (Figura 7).

La técnica de este arte se basó en el uso de pigmentos minerales (sobre todo carbón vegetal), aglutinados con grasa animal para mejorar su aplicación en la superficie rupestre, ya sea con pinceles de pelo animal, con plumas, con los dedos o bien con la técnica del soplado. En cualquier caso, estos restos atestiguan el uso humano del hábitat cavernario, con un asentamiento estacional y la creencia en el más allá a través de ritos de magia que dan culto a la fertilidad, y con ritos funerarios para sus difuntos.



Figura 7. Representación de danza ritual vinculada a la fertilidad, perteneciente al conjunto rupestre La Roca dels Moros, Cueva de El Cogull. Fuente: <https://patrimoni.gencat.cat/es/monumentos/monumentos/el-cogull>

Algunas de las cuevas más importantes donde se han encontrado increíbles muestras de arte rupestre son:

Cueva de Lascaux: Es un sistema de cuevas en Dordoña (Francia) en donde se han descubierto significativas muestras del arte rupestre y paleolítico. Lascaux es uno de los yacimientos de arte prehistórico más famosos del

mundo, y fue descubierto accidentalmente por jóvenes locales en 1940. Contiene unas 600 pinturas y 1500 grabados repartidos en varias salas (Figura 8). Pertenecen al Paleolítico Superior, en concreto al Magdaleniense antiguo o Solutrense final, aproximadamente entre 17.000 y 15.000 a. C. (STEVENSON 2022).

Entre 1948 y 1963, casi un millón de visitantes descendieron a la cueva de Lascaux. Pero el dióxido de carbono, el aumento de temperatura y humedad alteraron el estado de las paredes lo largo de los años, con incremento de la corrosión, además del crecimiento descontrolado de algas y hongos que amenazaron la conservación de las pictografías. En 1963, André Malraux, entonces Ministro de Cultura, tomó la decisión de cerrar la cueva para su conservación, creándose la nueva Lascaux IV, inaugurada en 2016, como una réplica exacta del yacimiento. Otras cavernas como la de Altamira, también adoptaron el desvío del espeleoturismo hacia una neocueva artificial.



Figura 8. Uros, caballos y ciervos pintados en el techo de la cueva de Lascaux. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cueva_de_Lascaux#/media/Archivo:Lascaux_painting.jpg

Cueva de Rouffignac: La cueva de Rouffignac, que se extiende a lo largo de ocho kilómetros, ubicada en la región de Dordoña al suroeste de Francia, y es conocida por sus más de 250 grabados, así como dibujos al trazo y tallas de mamuts, que datan del Paleolítico Superior (Magdaleniense, de más de 13.000 años).

Cueva Pech Merle: Hacia el sur, adentrándose en la región del Lot, Occitania (Francia), se encuentra la enorme cueva de Pech Merle. En sus galerías de arte natural, se pueden contemplar representaciones excepcionales del cuerpo humano y reproducciones

realistas de mamuts, caballos moteados y mucho más. Fue aquí donde se descubrieron huellas de niños de 17.000 años de antigüedad, preservadas en la arcilla.

Las Grutas de Gargas: En el suroeste de Francia, y en el corazón de los Pirineos centrales, se encuentran las Grutas de Gargas. Esta cueva contiene importantes ejemplos de arte mural del Paleolítico, incluyendo grabados de imágenes de animales y numerosas imágenes de manos negativas realizadas por la técnica de la plantilla (Figura 9). Las imágenes de las manos son de color rojo (ocre) o negro (óxido de manganeso) por el uso de una combinación de óxido de hierro y de manganeso mezclada con grasa animal y untada o pulverizada alrededor de la mano contra la pared. Su arte rupestre es del período Paleolítico Superior, distribuyéndose a lo largo de un periodo prolongado, entre 25.000 y 28.000 años antes del presente (FOUCHER et al. 2022).



Figura 9. Panel de manos. Gruta de Gargas. Fuente: <https://arqueologiacognitiva.blogspot.com/2014/11/las-manos-paleoliticas-la-cueva-de.html>

Cuevas de El Castillo: El arte más antiguo se ha encontrado en las cuevas de Puente Viesgo (El Castillo, Pasiega, cueva de las Monedas y cueva de las Chimeneas), ubicadas en Cantabria, España. En particular, la sala de El Castillo, alberga pinturas que datan de al menos 40 800 años, posiblemente realizadas por neandertales (GRÖENE 2011). La cueva de El Castillo es la más importante, tanto por el propio yacimiento en su vestíbulo, como por las manifestaciones artísticas que contiene.

Existen representaciones de cabras, toros, bisontes, ciervas y manos humanas en negativo, silueteadas en tonalidades rojas, además de otras figuras simbólicas esquemáticas y alineaciones de puntos rojos, cuyo significado es aún desconocido. En el fondo de la cueva aparece un elefante, manifestación muy rara en la cornisa cantábrica (CUEVAS PREHISTÓRICAS s. f.).

Cueva de El Pendo: Descubierta a finales del siglo XIX en la región de Cantabria, en ella aún hoy día se siguen realizando importantes descubrimientos, incluyendo evidencia de un asentamiento neandertal permanente. Se desarrolla sobre calizas arrecifales en una de las zonas kársticas costeras más importantes de Cantabria (CUEVA EL PENDO s. f.).

La cueva contiene una serie de pinturas que representan unas 24 figuras de animales, incluyendo caballos y cabras montesas, que datan de la fase arcaica del arte paleolítico. El famoso «Friso de las Pinturas», un panel de 25 metros de largo y visible desde cualquier parte de la sala principal, contiene, como un cuadro de grandes proporciones situado en la pared preferente de un gran salón, en el cual probablemente muchas de sus obras contiguas se realizaron en diferentes épocas, una veintena de figuras pintadas en color rojo. Destacan las ciervas, con doce ejemplares, acompañadas de una cabra, un caballo, dos zoomorfos indeterminados y varias formas de signos (como puntos, discos y líneas) que generalmente se localizan segregados por los paneles en los que se localizan los cuadrúpedos.

Cuevas de Altamira: Es una cavidad natural en la que se conserva uno de los ciclos pictóricos y artísticos más importantes de la prehistoria. Se sitúa en la región central de Cantabria (España), a unos 158 metros sobre el nivel del mar, en la parte superior de un karst de origen plioceno. Su estructura geológica está formada por estratos casi horizontales de calcarenitas de hasta un metro de espesor, separados por finas capas de arcillas (GEOLOGÍA DE ALTAMIRA s. f.). No obstante, apenas quedan señales de la circulación subterránea del agua, ya que su formación se debe a desplomes del techo y compactación del subsuelo.

Desde su descubrimiento en 1868 por Modesto Cubillas, y su posterior estudio por Marcelino Sanz de Sautuola (1831-1888), ha sido excavada y estudiada por los principales prehistoriadores de cada una de las épocas, una vez que se admitió su atribución al Paleolítico. Las pinturas y grabados de la cueva, pertenecen

principalmente a los períodos Magdaleniense y Solutrense, y al comienzo del Auriñaciense, esto último según pruebas más recientes utilizando series de uranio, que han arrojado una edad mínima para las figuras de caballos pintados en rojo, entre 22 600 y 32 000 años. De esta forma se puede asegurar que la cueva se utilizó durante varios periodos, sumando unos 22 000 años de ocupación, desde hace unos 36 500 hasta hace alrededor de 15 000 años (Paleolítico superior), cuando la entrada principal de la cueva quedó sellada por procesos geológicos de colmatación y por un derrumbe (GEOLOGÍA DE ALTAMIRA s. f.).

En cuanto a su techo de motivos policromos, ha recibido calificativos como «Capilla Sixtina» del arte rupestre, representando la manifestación más extraordinaria del arte paleolítico. El animal más representado es el bisonte (Figura 10). Hay dieciséis figuras policromas y una en negro, de diversos tamaños, posturas y técnicas pictóricas. Junto a estos bisontes, hay caballos, ciervos y jabalíes. Las representaciones rupestres de Altamira podrían ser imágenes que confirmaban el significado religioso, ritos de fertilidad, ceremonias para propiciar la caza, magia simpática, simbología sexual, totemismo, o podría interpretarse como la confrontación entre dos clanes representados por la cierva y el bisonte. Parte de las pinturas se encuentran en sitios de difícil acceso de las cuevas y, por tanto, de difícil exhibición.

Las preocupaciones por la alteración del microclima dentro de la cueva, y el amplio número de personas que deseaban ver la misma, con un largo periodo de más de un año de espera para acceder a ella, hicieron plantearse la necesidad de construir una réplica. Desde 2001, junto a la cueva, se levantó el Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira. En su interior destaca la denominada Neocueva, una reproducción completamente fiel a la original y muy similar a como se encontraba hace unos 15 000 años. En ella se puede contemplar la reproducción de las famosas pinturas del «gran techo de la cueva» (GEOLOGÍA DE ALTAMIRA s. f.). En esta reproducción se utilizaron las mismas técnicas de dibujo, grabado y pintura que debieron emplear los artistas paleolíticos, obtenidas a partir de ejercicios de antropología experimental.



Figura 10. Bisonte pintado en la Cueva de Altamira.

Fuente:

<https://www.worldhistory.org/uploads/images/3537.jpg?v=1745655736-0>

La Cueva del Tesoro: Por último, vale la pena mencionar otra cavidad importante, pero esta vez ubicada más hacia la región del Mediterráneo. Es la denominada «Cueva del Tesoro en el Rincón de la Victoria», situada a unos 10 kilómetros de la ciudad de Málaga. Esta cueva cuenta con las huellas de manos humanas más antiguas del Mediterráneo ibérico, impresas en las paredes durante un período entre 70 000 y 35 000 años antes del presente. De las 44 cavidades naturales que se han documentado en el gran acantilado carbonático de El Cantal, once estuvieron habitadas durante el Paleolítico. Estudios científicos recientes en dichas cuevas, confirmaron su ocupación humana por más de 40 000 años (CUEVA DEL TESORO 2025),

La Cueva del Tesoro es al parecer, la única cueva originalmente submarina de Europa y una de las tres que se conocen en el mundo. Se formó como una cueva submarina hace millones de años, emergiendo luego a la superficie, donde las filtraciones de agua dulce y ríos subterráneos, la fueron modelando durante miles de años, dando origen a estalactitas y estalagmitas como en las cuevas de origen terrestre. Por lo tanto, no solo se ha convertido en la única cueva de origen submarino de Europa (CUEVA DEL TESORO 2025), sino que cuenta con la peculiaridad de tener formas relacionadas tanto con cuevas marinas como con cuevas terrestres, lo que la convierte en una verdadera singularidad.

La cueva de Kapova: Emplazada en el corazón de los bosques de la república rusa de Bashkortostán, en los Urales meridionales, se denominada «Shulgan-Tash» en

lenguaje bashkiriano local. Siendo uno de los testimonios del arte rupestre paleolítico más importantes de la Europa oriental. La cueva de Kapova constituye un singular enclave que fue incluido en el año 2025, en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Situada a más de 4000 kilómetros de distancia de los principales centros pictóricos de las provincias franco-cantábricas, Kapova emerge como una isla cultural que reconfiguró el mapa simbólico del Paleolítico superior (RUIZ et al. 2020). Este descubrimiento resultó extraordinario, ya que era la primera vez que se documentaba arte parietal paleolítico, fuera del ámbito atlántico europeo.

Los análisis de radiocarbono, las dataciones U/Th sobre depósitos de calcita y las evidencias arqueológicas más sólidas, sitúan la ejecución de las pinturas de Shulgan-Tash entre los 19 600 y los 16 000 años antes del presente (RUIZ et al. 2020), al final del último máximo glacial, un período en el que las condiciones del permafrost o gelisuelo, obligaron a las comunidades humanas a sobrevivir en un entorno hostil.

Las representaciones zoomórficas se componen mayoritariamente de mamuts (9), caballos (8), rinocerontes (2), un bisonte y un único camello, todas descubiertas en el 2017 tras limpiar una costra de carbonato de calcio. De hecho, se trata del único camello documentado en el arte paleolítico europeo (Figura 11). Aunque escasas, se han encontrado tentativamente cinco figuras antropomórficas (RUIZ et al. 2020). Uno de los rasgos más sorprendentes del conjunto es el dinamismo de las figuras. A excepción de tres animales y un humano, todas las representaciones muestran animación, así como trazas de movimientos complejos, como el trote o la carga. Un caso notable lo representa una hembra de mamut que parece embestir mientras protege a su cría. También los dos rinocerontes del mismo panel, adoptan posturas agresivas, con el cuerpo bajo y el cuerno proyectado hacia adelante en posición de carga.

En términos técnicos, casi todas las pinturas se realizaron con ocre rojo diluido, aunque existen algunas excepciones ejecutadas en negro, muy probablemente, con carbón vegetal (RUIZ et al. 2020). La cueva de Kapova constituye una expresión cultural compleja, rica y diferenciada, que amplía la comprensión de la diversidad simbólica de las sociedades del Paleolítico superior.



Figura 11. Representación de un camello junto a una figura geométrica. Fuente: <https://www.prensa-latina.cu/2025/07/13/pinturas-rupestres-de-bashkortostan-en-la-lista-de-patrimonio-mundial/>

EL SIGNIFICADO Y USO DE LAS CUEVAS EN DISTINTAS RELIGIONES

Las cuevas han desempeñado un papel importante en muchas religiones del mundo como lugares de culto, meditación, significado espiritual, refugio, conexión con el inframundo, transformación espiritual y muerte/resurrección. Cada religión tiene su propia relación con las cuevas, pero todas reconocen el poder y la importancia de estos espacios naturales. Uno de los usos culturales más extendidos y que más visitantes ha atraído y atrae a las cuevas y grutas son los ritos religiosos. Muchas cavidades en el mundo se utilizan como templos o capillas, y como centros de peregrinación.

Budismo

Las cuevas son lugares de gran significado en el budismo, ya que simbolizan la meditación, la soledad, la protección y el refugio para los monjes, especialmente en sus inicios. Se dice que el propio Buda meditó en cuevas durante su búsqueda de la iluminación. De hecho, muchos de los sitios budistas más importantes de la India, como Ellora y Ajanta (MAYANS 2022), son templos rupestres, al igual que las grutas de Longmen y Yungang en China. Estas cuevas se utilizaban para la meditación, la oración y como lugares de culto.

Islamismo

Aunque en menor medida que en otras religiones, las cuevas también tienen un significado especial en el islam. Hira es una cueva situada a 3,2 kilómetros de La Meca, ubicada en la montaña llamada Jabal al-Nour, en

la actual Arabia Saudita. La cueva tiene apenas unos 4 metros de largo y 1,60 metros de ancho. Alrededor de 5000 musulmanes suben a la cueva de Hira a diario, a ver el lugar donde según sus creencias, Mahoma recibió la primera revelación del Corán (TARIK 2000).

Hinduismo

Las cuevas tienen una larga historia en el hinduismo y se consideran espacios sagrados. El ejemplo más famoso es la cueva de Amarnath en Jammu y Cachemira, India. Se cree que esta cueva es el hogar del dios Shiva, y un importante lugar de peregrinación para los hindúes. Además, muchas otras cuevas en toda la India están asociadas con diversos dioses y diosas, y se consideran lugares de poder espiritual.

Otra de las más destacadas, incluso a nivel mundial, es la cueva de Batu en Malasia (Figura 12). La cual recibe en torno a los 2 millones de visitantes al año, concentrados en épocas puntuales, y asociadas al culto religioso. Durante el festival hindú de Thaipusam, una procesión finaliza en las cuevas de Batu, donde se dejan ofrendas para Lord Murugan (BATU CAVES s. f.), también conocido como Skanda, Subrahmanya o Shanmukha, quien es el dios hindú de la guerra, y el que dirige las huestes del dios Shiva contra los ejércitos de los demonios.



Figura 12. Imagen de la Cueva de Batu (Malasia), con el templo de Murugan en su interior. Fuente: <https://www.malaysia.travel/explore/batu-caves>

Cristianismo

Las cuevas se han utilizado como lugares de culto y refugio en el cristianismo. Uno de los ejemplos más famosos es la Cueva de la Natividad en Belén, considerada el lugar de nacimiento de Jesús. Actualmente, es un importante lugar de peregrinación para los cristianos. Además, muchos ermitaños

cristianos primitivos vivían en cuevas como una forma de aislarse del mundo y centrarse en su vida espiritual.

Las cuevas tienen una rica historia en el cristianismo, además de que muchos ermitaños primitivos cristianos vivieron en cuevas, como una forma de aislarse del mundo y centrarse en su vida espiritual. La veneración de santos cristianos en cuevas es un tema con raíces históricas y simbólicas. Las cuevas, como lugares de refugio y revelación, han sido asociadas con la vida y obra de varios santos, especialmente en los primeros tiempos del cristianismo. La Virgen María, por ejemplo, es a menudo representada en cuevas, simbolizando la tierra fértil y el útero que dio a luz al niño Jesús (MOLINA 2006).

El simbolismo de las cuevas esta atado a:

- Refugio y protección: Las cuevas ofrecían un lugar de seguridad para los primeros cristianos perseguidos, así como un espacio para la oración y la contemplación.
- Lugar de revelación: Se cree que varios santos tuvieron visiones o experiencias místicas en cuevas, lo que refuerza la idea de que son lugares de conexión con lo divino.
- Simbolismo de la resurrección: La cueva es también un símbolo de muerte y resurrección, ya que la resurrección de Jesucristo ocurrió en una cueva.

CUEVAS SANTAS EN ESPAÑA

La veneración de santos en cuevas es una tradición cristiana que se basa en el simbolismo de estos lugares como refugio, revelación y resurrección. Varios santos a través de la historia, han tenido experiencias significativas en cuevas, y estas siguen siendo lugares de peregrinación y oración para muchos creyentes algunos de los más grandes santos de la Iglesia católica huyeron de las comodidades del mundo y buscaron refugio en cuevas. Estas cuevas, en muchos casos, son lugares de peregrinación y oración, donde los creyentes buscan la intercesión de los santos.

La lista de santos es larga e incluye a San Benito, San Antonio de Egipto, San Jerónimo, San Juan Crisóstomo, por citar algunos, e incluso a San Francisco de Asís durante ciertos períodos de su vida en las cuevas de Monte Subasio, unas estrechas grutas de piedra, denominadas «celle carceri» (celdas de prisión), como se las conocía en la época, y que se conservan casi intactas, impresionando al visitante por su emplazamiento (SPOTO 2007). San Ignacio de Loyola tuvo una visión en la cueva La Storta, cerca de Roma, lo

cual fue un evento importante en su vida y en la fundación de la Compañía de Jesús. Además, las cuevas también fueron una elección espiritual, recordando al ermitaño más famoso del Antiguo Testamento, el profeta Elías, el cual cuando vivió en una cueva, alegó haber encontrado la presencia de Dios. Para muchos santos, las cuevas fueron inicialmente una opción práctica y segura. En toda Europa, Tierra Santa y África del Norte, las cuevas son una característica natural del paisaje, que muchos de estos santos aprovecharon.

Numerosos ejemplos se podrían citar a lo largo y ancho de la geografía española, donde se concentran un gran número de cuevas santas. Las peculiaridades que esconden algunas de ellas, no solo las han convertido en un lugar de peregrinaje para los más creyentes, sino también en importantes puntos de interés turístico. Las historias, milagros, apariciones, tallas y reliquias que aguardan tras sus piedras hacen de estas grutas unos emplazamientos que una buena parte de la población aun hoy en día visita. Solo algunas de las más importantes se citan a continuación:

Santa Cueva de Covadonga

La Cueva de Covadonga (Figura 13), es una gruta ubicada en el monte Auseva, ubicado en el concejo de Cangas de Onís, Asturias. La leyenda narra que en esta gruta se adoraba a la Virgen María, y es el lugar donde se refugió el rey Don Pelayo con sus tropas, suponiendo la primera victoria de un contingente cristiano rebelde contra las fuerzas sarracenas que ocupaban la península ibérica.

Pelayo esperó a los musulmanes en un lugar estratégico: el angosto valle de Cangas en los Picos de Europa, cuyo fondo cierra el monte Auseva. Las crónicas sugieren que la Virgen María intercedió por los cristianos cuando un desprendimiento de rocas provocó numerosas bajas entre los sarracenos, siendo entonces atribuido al milagro de la Virgen de Covadonga. La emboscada, la ayuda divina y la muerte del líder sarraceno Al Qama, provocaron que los musulmanes se retirasen (JIMENEZ 2025). El posible enfrentamiento se produjo en la cueva de Covadonga, en el año 722 (718 para otros historiadores), y se saldó con la completa derrota de los sarracenos. Don Pelayo consolidó su poder y estableció el primer reino cristiano independiente en la península ibérica desde la invasión musulmana. Este evento se ha marcado en la historiografía tradicional como el inicio de la reconquista (SANTA CUEVA DE COVADONGA 2025),

haya sucedido realmente o no la mencionada batalla (CORRAL 2024). Covadonga, por tanto, ha tenido una gran trascendencia como «mito fundacional», además de haber convertido a la región, en un importante lugar de peregrinaje religioso.



Figura 13. El autor y su hija Alexia, frente a la Santa Cueva de Covadonga más arriba.

La primera construcción se llevó a cabo en tiempos de Alfonso I el Católico, quien, para conmemorar la victoria de Don Pelayo en Covadonga, mandó erigir una capilla dedicada a la Virgen María. Además, se alzaron otras dos para San Juan Bautista y San Andrés. La cueva estaba recubierta de madera, pero en el siglo XVIII, un incendio destruyó la talla original de la Virgen, y la actual talla es del siglo XVI (VELAZQUEZ 2025). El sepulcro del rey Don Pelayo, fundador del reino de Asturias, que contiene un sarcófago hecho en piedra, puede ser visto también dentro de la Santa Cueva de Covadonga.

Santas Cuevas de la Abadía del Sacromonte

Las Cuevas del Sacromonte en Granada nacen como consecuencia del descubrimiento de las reliquias de los mártires cristianos San Cecilio y sus seguidores, San Hisicio y San Patricio. En su origen, estos fueron hornos de cal utilizados por los romanos. A finales del siglo XVI,

entre 1595 y 1597, se realizaron las primeras excavaciones en las que los restos del santo fueron descubiertos, apareciendo un conjunto de cuevas (Las Santas Cuevas), decoradas con círculos, estrellas, flores y el escudo del fundador. Posteriormente se reforzaron y valoraron aquellas grutas donde se tuvo constancia de que habían sido el lugar de martirio. La lámina sepulcral encontrada en esta localización narra el tormento sufrido por San Cecilio, obispo de Ilíberis y discípulo de Santiago Apóstol (LA ABADIA DE SACROMONTE 2021).

Santuario de la Cueva Santa de Altura

Este santuario (Figura 14), se encuentra ubicado en Castellón, y es parte de uno de los más emblemáticos símbolos tradicionales, culturales, históricos y religiosos del Arciprestazgo de Segorbe. Esta gruta kárstica, de unos 20 metros de profundidad, alberga una advocación mariana con el título de la «Virgen de la Cueva Santa», patrona de la diócesis de Segorbe-Castellón, y patrona además de los espeleólogos (SANTUARIO DE NUESTRA SEÑORA LA VIRGEN DE LA CUEVA SANTA s. f.). Se le atribuyen numerosos milagros, entre los que se encuentra la creación del manantial del Berro de la Villa de Altura. La cueva en sí es relativamente pequeña, alcanzando solo unos 100 metros de profundidad.



Figura 14. Santuario de la Cueva Santa. Fuente: <https://www.comunitatvalenciana.com/es/castello-castellon/altura/monumentos/santuario-de-nuestra-senora-la-virgen-de-la-cueva-santa>

Santa Cueva de Montserrat

La Santa Cueva o «Santa Cova» es un importante lugar de peregrinación religiosa, situado en el Monasterio de Montserrat de Barcelona. Esta gruta es el lugar donde se encontró la imagen de la Virgen en el año 880, originando su culto y consagración como patrona de Cataluña. Se accede a ella a través del llamado «Camino

de la Santa Cueva», que está excavado en la montaña y fue construido entre los años 1691 y 1704 (MONSERRAT MONASTERY s. f.).

Cueva de Santo Domingo de Guzmán

Esta cueva se sitúa en Segovia, en las afueras de la ciudad y próxima al río Eresma. Durante siglos, esta gruta fue un lugar de peregrinaje para los cristianos. Santo Domingo de Guzmán se hospedó en ella por unos meses a finales del año 1218, entregándose a la predicación durante el día, y a la oración y penitencia durante la noche. Su estancia en Segovia coincidió con una época de sequía que tenía desanimados a los agricultores. Ante la situación, elevó una oración a Dios implorando la lluvia. Algo que, al suceder rápidamente, hizo que los segovianos le consideraran su santo y protector. En agradecimiento a este, se construyó en el lugar, el primer convento de la Orden de los Frailes Predicadores (MORALES 2013).

ALGUNOS EJEMPLOS DE CUEVAS ASOCIADAS CON RITOS O RELIGIONES EN OTRAS PARTES DEL MUNDO

Grecia (Creta)

Cuevas Minoicas de la Edad del Bronce: Creta posee más de 3000 cuevas, muchas de ellas vinculadas a los dioses de la mitología griega y a cultos a diosas, practicados por los minoicos, una civilización de la Edad del Bronce que perduró del 2600 al 1100 a. C. La tradición señala que una de las más conocidas es la caverna del Dicte o cueva de Dikteon. La mitología sostiene que Rhea abandonó a su marido Cronos en razón de su inclinación a devorar a sus propios hijos; para dar a luz a Zeus en la intimidad de la cueva. Zeus, en su tierna infancia habría sido dejado ahí al cuidado de unos seres demoníacos denominados curetes, protectores de Zeus (CERUTI 2013).

La entrada a la importante cueva de Dicte, se encuentra localizada a 1000 metros sobre las laderas de una montaña conocida como Monte Dikti, en las cercanías de la villa de Psychro. La cueva penetra profundamente en el substrato carbonático de la montaña, conduciendo a cámaras con estalactitas y estalagmitas, que culminan en un pequeño lago. La cueva, albergaba un santuario del periodo minoico antiguo, que estuvo en uso aproximadamente desde el 2800 hasta el 2300 a. C., aunque los hallazgos más destacados son del minoico medio (hacia el 1800 a. C.), y según los estudios, permaneció en uso ininterrumpidamente hasta el siglo VII a. C. También se han hallado huellas de presencia humana durante la época romana. En las

excavaciones de esta cueva, se ha encontrado una mesa de piedra para ofrendas, ubicada en una antecámara, abundantes figuras antropomórficas y zoomórficas. Entre las ofrendas destacan, cerámicas, sellos de metal, espadas votivas y joyas de oro (CERUTI 2013).

Francia

La Gruta de Massabielle También denominada como «la gruta de Lourdes» (Figura 15), es una cueva conocida por ser un lugar de peregrinaje católico, ubicada en la ciudad de Lourdes (Altos Pirineos, Francia). La gruta de Massabielle tiene apenas 3,80 metros de altura, 9,50 metros de profundidad y 9,85 metros de ancho, y es parte de una grieta en la pared de una roca, de 27 metros de altura.

En ella fue donde Bernadette Soubirous (1844-1879), afirmó haber presenciado dieciocho apariciones de la Virgen María en el año 1858 y donde, bajo las indicaciones de la misma Virgen, descubrió una fuente de agua considerada milagrosa hoy día por los fieles católicos. Lourdes recibe alrededor de 4 a 6 millones de peregrinos y turistas cada año. Este lugar es considerado el santuario cristiano más visitado del mundo.



Figura 15. Gruta de Lourdes. En su parte interior brota un pequeño manantial considerado milagroso por los millones de peregrinos que visitan el lugar. Foto del autor.

Egipto

La Iglesia de la Cueva: Miles de cristianos evangélicos se reúnen cada semana en una cueva para participar de los cultos de adoración y exaltar el nombre de Jesucristo. La Iglesia de la Cueva, Monasterio de San Simón o también conocida como la Iglesia de la Virgen María y

Simón el Curtidor (Figura 15), se encuentra dentro del monte Mokattam, en la ciudad de Zabbaleen, ubicada en la orilla este del río Nilo (El Cairo). La iglesia recibe su nombre de Simón el Curtidor, un santo copto que vivió en la cueva, durante el siglo X d. C. (MONASTERIO DE SAN SIMÓN s. f.).

La historia de la Iglesia de la Cueva se remonta al viaje de la Sagrada Familia a Egipto, y fue expandida o excavada dentro de la cueva original en el siglo X d.C. durante el reinado del califa fatimí Al Muizz. La Iglesia de la Cueva es una obra de arte notable, adornada con esculturas y tallas que representan historias bíblicas, como el nacimiento de Jesús y la resurrección de Lázaro. Esta iglesia es una de las más grandes de Egipto, Oriente Medio y el mundo, con capacidad para 20 000 personas (MONASTERIO DE SAN SIMÓN s. f.), lo que la convierte en un importante monumento religioso e histórico (Figura 16).



Figura 16. Iglesia de la Cueva. Fuente: <https://www.unviajemilaventuras.com/monasterio-de-san-simon-la-joya-del-cairo-escondida-entre-montanas-de-basura/>

Etiopia

Sof Omar Caves: Estas cuevas son las más largas de Etiopía, con 15,1 kilómetros de longitud, siendo la cueva más larga de África continental, con más de 40 entradas y salidas. Desde hace mucho tiempo es un centro religioso y sagrado, tanto para el islam como para la religión tradicional local animista. Se dice que Alá reveló la apertura de este sistema de cuevas de rocas carbonáticas, al sij Sof Omar en el siglo XII. El sij y sus seguidores usaron la cueva como mezquita, un propósito para el que era completamente idónea, ya que la erosión había creado columnas, contrafuertes, cúpulas, bóvedas y pilares: una maravilla arquitectónica natural que los musulmanes locales aún utilizan como lugar de reunión (HOLQA SOF OMAER s. f.).

Italia

Cuevas del Monte Sant'Angelo: Aquí se encuentra el Santuario de San Miguel Arcángel, La leyenda cristiana sostiene que este santuario en una cueva del monte Sant'Angelo, fue escogido por el arcángel Miguel, mientras se le apareció al obispo de Siponto en el 490 d. C., ordenándole que dedicara el lugar al culto cristiano y prometiendo: «donde las rocas se abran de par en par, los pecados de los hombres serán perdonados». Se dice que San Miguel dejó un altar, un paño rojo y su huella en la piedra para marcar el lugar. El Santuario de San Miguel Arcángel (Figura 17), en el Monte Sant'Angelo, junto con la cueva, es uno de los dos santuarios cristianos más importantes en el Gargano (Apulia), y uno de los más importantes de Europa. Este santuario se encuentra en el cruce de tres caminos de peregrinación medievales: la Vía Francígena, el Camino de Santiago y el Camino de San Miguel (CRISTOFORI 2019).



Figura 17. Santuario de San Miguel Arcángel dentro de las cuevas del Monte Sant'Angelo. Fuente: https://www.getyourguide.com/peschici-l2049/apulia-monte-sant-angelo-tour-with-guide-t208833/?ranking_uid=77fc1740-23df-45d0-a2b5-35658bdf7722

Grutas Pertosa-Auletta: Un ejemplo muy significativo de cuevas utilizadas por miles de años, llegando incluso a usarse en el periodo helenístico, romano y medieval, lo constituyen las grutas de Pertosa-Auletta (Figura 18). Situadas en el macizo de los Montes Alburnos, en la provincia de Salerno, estas grutas son reconocidas por su singularidad geológica y arqueológica. Están enclavadas en el geoparque del Cilento, Vallo di Diano, y son además, únicas en Italia por otro motivo: en ellas, es posible navegar por un río subterráneo, el río Negro.

Además, alberga el único asentamiento palafítico subterráneo conocido en Europa, que data del II milenio a. C.. Un descubrimiento reciente volvió a poner en el mapa este singular yacimiento arqueológico, gracias a un misterioso santuario del siglo IV a. C. hallado durante la campaña de excavación del 2025 (COUTO 2025).

Las grutas de Pertosa-Auletta han sido testigos de una prolongada interacción humana que se extiende a lo largo de milenios. Los primeros indicios de actividad de comunidades humanas en estas cuevas se remontan al Neolítico, hace aproximadamente 8000 años (COUTO 2025). Durante este período, las comunidades prehistóricas comenzaron a utilizarlas como refugio y espacio para múltiples actividades cotidianas.



Figura 18. Imagen de la Gruta Pertosa-Auletta. Fuente: <https://fondazionemida.com/grotte-pertosa-auletta>

Durante la época helenística (siglos IV-I a. C.), las grutas adquirieron una nueva dimensión en lo que respecta a su uso. Se han encontrado evidencias de que estas cuevas fueron empleadas con fines religiosos y ceremoniales. El reciente descubrimiento del mencionado santuario helenístico en el interior de las grutas, refuerza la hipótesis de que este espacio subterráneo desempeñó un papel significativo en las prácticas culturales de las civilizaciones antiguas de la región (COUTO 2025). Este hallazgo, por tanto, sugiere que las cuevas no solo servían como refugio o espacio habitacional, sino también como lugar de culto y rituales religiosos. Se han encontrado también testimonios de la era romana que indican una adaptación del espacio, para realizar en él actividades relacionadas con el culto. Es posible que el espacio también se hubiese usado como lugar de retiro espiritual. La reutilización de las cuevas en diferentes períodos históricos demuestra su persistente importancia en la vida cultural y religiosa de las comunidades locales.

En la Edad Media, las grutas mantuvieron su relevancia, adaptándose a las necesidades y creencias de las comunidades de la época. Se han encontrado indicios de que las grutas de Pertosa-Auletta sirvieron de eremitorios o lugares de retiro monástico, lo que refleja la continuidad de su uso como espacios sagrados y de contemplación (COUTO 2025). Esta continuidad en la ocupación y uso de las grutas a lo largo de diferentes épocas históricas europeas, refleja aspectos culturales y sociales de las comunidades que ocuparon las grutas.

MESOAMERICA Y LA ENTRADA AL MUNDO SUBTERRANEO

Para los pueblos prehispánicos las cuevas tuvieron una pluralidad de significados: refugio, sitio de habitación, boca o vientre de la tierra, inframundo, morada de los dioses del agua y los de la muerte, recinto funerario, lugar de ritos, observatorio astronómico e incluso de canteras para extracción de materiales.

Por ejemplo, las cuevas se describen a menudo como entradas al inframundo acuático maya. Para los grupos mesoamericanos, incluidos los mayas, la vida y la muerte se dan en zonas liminales entre este mundo y el inframundo. Las cuevas se asociaban tanto con la vida como con la muerte. Cuando algo emergía del inframundo, estaba vivo, y cuando descendía a él, moría. Las cuevas también se consideraban lugares de nacimiento donde los humanos y sus ancestros nacían y vivían.

México

En el México prehispánico, las oquedades naturales (cuevas, grutas, túneles o abrigos rocosos) estuvieron íntimamente ligadas a la religión y a la mitología. Varios mitos por ejemplo refieren la creación del Sol y de la Luna haciéndolos surgir de una caverna.

En general, las cuevas suelen asociarse con procesos de transformación. Los mayas de Yucatán también creían que el sol y la luna nacían en el inframundo. En el cenote X-Cotón, una figura de piedra representa a un humano haciendo una ofrenda, con la piel de un jaguar y el rostro humano asomando por su boca. Además de rituales de agua y sacrificios, el cenote pudo haber sido utilizado para transformaciones «wayob». Este vocablo es el plural de «way», una palabra maya con un significado básico de «dormir», pero que en el maya yucateco es un término que denota específicamente al nagual, es decir, una persona que puede convertirse en

un animal mientras duerme para causar daño, o bien se refiere al resultado de la transformación en sí misma (MAYA CAVE SITES 2025).

Los productos agrícolas son ofrendas comunes en las cuevas. Los mayas modernos creen que el maíz se originó bajo tierra, una idea quizás expresada por las representaciones clásicas del «Dios del Maíz», emergiendo del inframundo. Esta creencia otorgaba a las cuevas el poder de dar vida, ya que los relatos del Popul Vuh (nombre de una recopilación bilingüe de narraciones míticas, legendarias e históricas del pueblo maya), indicaban que los humanos estaban hechos de masa de maíz. Las plantas domesticadas halladas en cuevas de tierras bajas probablemente se utilizaban en rituales para deidades relacionadas con la fertilidad agrícola (MAYA CAVE SITES 2025).

Los sacrificios humanos ofrecidos a los dioses vinculados a las cuevas también eran comunes. Estos sacrificios se realizaban dentro de la cueva o el cuerpo se depositaba en ella posteriormente. Arqueólogos han demostrado que en Yucatán era común sacrificar niños. Ejemplos de estos mismos sacrificios se han comprado en cuevas selladas, ubicadas en áreas cercanas a Yucatán, como la Cueva del Duende en el Peten guatemalteco.

Cenote del Sacrificio de Chichén Itzá

Chichén Itzá es un sitio arqueológico muy conocido, localizado en Yucatán; y más después de haber sido seleccionada su pirámide de Kukulcán, como una de las nuevas siete maravillas del mundo, el 7 de julio de 2007. Tal conjunto arqueológico, consiste en una ciudad o un centro ceremonial que pasó por diversas épocas constructivas e influencias de los distintos pueblos que la ocuparon y que la impulsaron desde su fundación. Vestigio importante de la civilización maya, las construcciones principales que ahí perduran corresponden al periodo denominado Clásico Tardío o Postclásico Temprano (800-1100 d. C.).

La pirámide o templo de Kukulcán (Figura 19), también conocido con el nombre de «El Castillo», es el más importante y reconocido edificio construido en Chichén Itzá durante el siglo XII d. C. por los mayas itzáes en su capital. En esta construcción, se rindió culto a la entidad maya Kukulcán (serpiente emplumada), razón por la cual se pueden apreciar motivos serpentinos en la decoración arquitectónica.



Figura 19. Pirámide o Templo de Kukulcán, Chichen Itzá. El autor con su hija Alexia.

A corta distancia del templo de Kukulcán, unos 600 metros, se encuentra un cenote sagrado o Cenote del Sacrificio de Chichén Itzá, el cual era y es considerado uno de los más importantes lugares de peregrinación de la cultura maya, y a él acudían personas de lugares muy distantes de Centroamérica.

Como todos los cenotes, el de Chichén Itzá (Figura 20), es un pozo abierto de formación natural en roca caliza, cuyo diámetro de norte a sur es de 50 metros y de este a oeste, de 60 metros, con unos 15 metros de profundidad. Como parte del culto ofrecido al dios del agua, los mayas prehispánicos realizaban ofrendas ceremoniales, arrojando al pozo numerosos objetos preciosos. Luego, introdujeron la práctica de los sacrificios humanos, donde las víctimas eran guerreros, niños y doncellas, que eran arrojados al fondo del cenote. Hasta la fecha, se han encontrado más de 200 cuerpos, joyas, cerámicas y piezas de oro como parte de los hallazgos arqueológicos en el cenote (CENOTE SAGRADO CHICHÉN ITZÁ s. f.). Hasta el día de hoy, el Cenote del Sacrificio de Chichén Itzá es uno de los cenotes que más tributos y sacrificios ha albergado en su interior.

Los mayas contemporáneos aún utilizan productos agrícolas en sus rituales, así como el jade, el cual es una ofrenda frecuente en muchas cuevas. La mayor parte del jade ha sido hallado por arqueólogos, dentro del «Cenote del Sacrificio». Ofrendas de metal, son comunes durante el periodo postclásico, y sus mayores colecciones provienen del mencionado cenote. La leyenda de que el «Señor de la Tierra» guardaba

grandes riquezas en su cueva podría provenir de esta tradición oral.

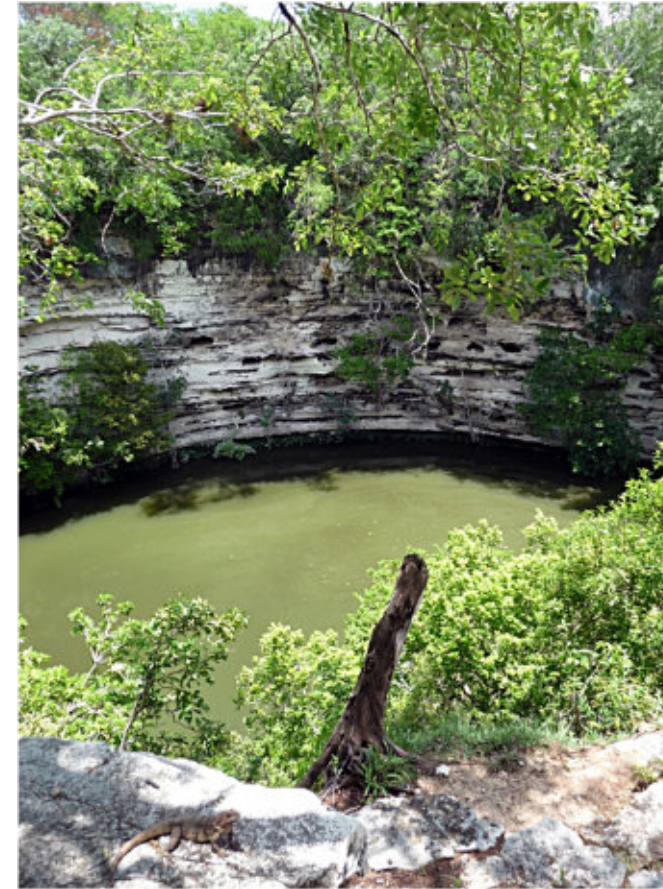


Figura 20. Cenote del Sacrificio, Chichen Itzá. Foto del autor.

En 1997, un estudio de radar realizado en la zona de Chichén Itzá por las Universidades de Minnesota y San Francisco, y publicado por CHÁVEZ et al. (2018), reveló la presencia de un cenote oculto debajo de la pirámide de Kukulcán. En 2015, el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México realizó resonancias magnéticas que permitieron representar gráficamente, a unos ocho metros de profundidad, bajo la pirámide, dicho cenote. Un par de años después, un equipo de investigación inició exploraciones en cuevas cercanas para descubrir las conexiones a este cuerpo de agua, concluyendo que debajo de la pirámide no solo hay un cenote, sino todo un sistema de conexiones, con entradas y salidas de agua. Algunos arqueólogos piensan que la cavidad puede estar conectada con un cenote al sur de la pirámide, llamado Xtoloc, y este, a su vez, con el cenote sagrado, hacia el norte. Se cree que este cenote se ocultó con la pirámide, por representar el centro del mundo maya (CHÁVEZ et al. 2018).

Cuevas de Loltún

Otro grupo de cuevas que se consideran las más espectaculares de México, se conocen como cuevas de Loltún (Figura 21). Están ubicadas cerca de las ruinas mayas de Uxmal, en las afueras de la población de Oxtutzab, al sureste del estado de Yucatán y rodeada por pequeñas colinas, abundantes árboles y gran variedad de aves. El nombre de Loltún proviene del maya yucateco: «lol» (flor) y «tún» (piedra), significando «flor de piedra». Estas cavidades fueron usadas principalmente para explotar los yacimientos de arcilla y material pétreo, con el fin de elaborar cerámicas, habiendo proporcionado además invaluable información, debido a la preservación de fósiles del Pleistoceno en su interior, y datos acerca de la ocupación de dicha región hacia el 5000 a. C. (MANZANILLA 1994).

Este sistema de cuevas subterráneas se extiende por más de 5 kilómetros, considerándose las más grandes conocidas en la parte sur de la península de Yucatán, encontrándose a lo largo de ellas abundante cantidad de huesos humanos, cerámicas rotas, piedras talladas, puntas de flecha y vasijas que los mayas utilizaban para almacenar agua. La importancia del dios del agua o «Chaac», era enorme debido a que en esta zona no hay cenotes ni ríos y las ciudades cercanas como Sayil, Uxmal o Labná dependían principalmente de la lluvia para abastecerse del preciado líquido (LA OCUPACIÓN EN LOLTÚN s. f.).



Figura 21. Cueva de Loltún. Fuente: <https://www.yucatan.gob.mx/?p=loltun>

Hasta ahora han sido localizadas 145 pinturas murales y 42 petroglifos. También se han encontrado fósiles de animales como mastodontes, bisontes, camellos, lobos, caballos y una gran variedad de mamíferos, muchos ya extintos (MANZANILLA 1994). Se conocen nueve cavidades, dos de ellas, Loltún y Nahcab sirven de

entrada y salida al sistema, y todo el conjunto abarca unas 20 hectáreas.

Guatemala

Cueva de Sangre: Bajo la antigua ciudad maya de Dos Pilas, en el norte de Guatemala, arqueólogos hicieron recientemente un sombrero descubrimiento que revela hasta dónde llegaban los mayas para congraciarse con los dioses en época de cosecha. En las profundidades de una cueva inundada conocida (apropiadamente) como Cueva de Sangre, los arqueólogos descubrieron, en los años 90, cientos de huesos humanos fragmentados, muchos de los cuales presentaban marcas inconfundibles de ataques violentos, literalmente descuartizados (JORGE 2025).

La naturaleza de los restos sugiere que se realizaron sacrificios rituales de seres humanos, que posiblemente tuvieron lugar hace casi 2000 años. Los arqueólogos han quedado desconcertados, no solo por la brutalidad, sino por su complejidad simbólica: lo que se ofrece al dios de la lluvia no son cuerpos, sino partes, cuidadosamente desmembradas, y dispuestas como si la fragmentación misma fuese la esencia del sacrificio. Las evidencias son múltiples e inobjtables: huesos sin enterrar, traumatismos infligidos alrededor del momento de la muerte, marcas de herramientas de filo biselado tipo hachas, e incluso elementos simbólicos como ocre rojo y cuchillas de obsidiana (JORGE 2025).

La disposición de la cueva también proporciona un contexto importante, ya que es accesible únicamente por una estrecha abertura que conduce a un pasaje bajo y luego a un estanque. La cueva permanece inundada la mayor parte del año, y durante la estación seca, aproximadamente entre marzo y mayo, era probablemente el único momento en que se podía acceder al lugar. Esta fecha puede ser clave para comprender el propósito de los sacrificios humanos en dicha cueva (JORGE 2025). El 3 de mayo se celebra el Día de la Santa Cruz, un ritual que aún se observa en algunas comunidades mayas modernas. El día ocurre justo antes del inicio normal del periodo lluvioso anual e incluye visitas a las cuevas para pedir por la llegada de la lluvia, clave para una civilización agrícola como la maya.

Belize

Actun Tunichil Muknal: (cueva del Sepulcro de Piedra): En la mitología, los viajes al inframundo nunca son

fáciles y, tras entrar en la cueva Actun Tunichil Muknal, cualquier visitante se da cuenta de que atravesarla es toda una prueba épica. Para llegar al lugar de sacrificios maya dentro de la cueva hay que caminar, vadear y nadar, casi 1,6 kilómetros bajo tierra, luego de los cuales se descubre el lugar de reposo de la llamada «doncella de cristal», un esqueleto femenino completo que resplandece a la luz de las linternas, gracias a miles de años de calcificación, que generaron la precipitación de innumerables cristales de calcita. La cueva también contiene fragmentos de cerámica maya y muchos muestran el denominado «hoyo de la muerte» (COLLETTE 2022). Estos hoyos o agujeros en las vasijas mayas, supuestamente tenían la función de liberar a los seres representados en la cerámica con el fin de acompañar al difunto.

En la cueva Actun Tunichil Muknal (Figura 22), también conocida por su acrónimo ATM, los detalles de los antiguos sacrificios religiosos mayas cobran protagonismo a medida que nuevas investigaciones establecen una imagen de cómo se utilizaban los rituales para recrear la historia de la creación maya. La cueva contiene gran cantidad de fragmentos de cerámica esparcida sobre el suelo arcilloso, piedras sobre las cuales se molía manualmente el maíz y otros granos (metates), así como grandes ollas de barro. Para los mayas, esta increíble cueva era una entrada sagrada al «Xibalbá», el inframundo maya (COLLETTE 2022).

Por más de 1000 años, el sistema subterráneo de la cueva ATM, de 5 kilómetros de longitud, permaneció intacto, hasta que, en 1986, unos lugareños redescubrieron la entrada, y poco después, el espeleólogo Thomas Miller encontró esqueletos humanos en su interior. En las décadas siguientes, la prístina cueva ATM se convirtió en objeto de numerosos estudios, ofreciendo a los científicos una visión mucho más profunda de la religión y la sociedad maya del periodo 700-900 a. C. (COLLETTE 2022). Las investigaciones realizadas en este y otros sitios de Belice, dieron las pruebas a los arqueólogos de que los mayas se adentraban en las cuevas para conectarse con sus dioses, aunque los detalles de cómo llevaban a cabo esas ceremonias y rituales, permanecen envueltos en el misterio.

Todos los artefactos encontrados en la cueva ATM se han datado justo antes del llamado «Colapso Maya», correspondiente a la decadencia y abandono de las grandes ciudades mayas durante el periodo Clásico

Tardío, específicamente entre los siglos VIII y IX en las tierras bajas de Mesoamérica. Toda la cerámica de la cueva ATM datada por radiocarbono se ubica entre el 700 y el 900 d. C. Los mayas para esa época, se encontraban en plena sequía, alrededor del año 820, y ya para el 850 d. C., la zona se encontraba bastante despoblada, por lo que seguramente la utilización de la cueva alcanzó su máximo apogeo durante el punto álgido de la sequía, en el cual, los desesperados mayas ofrendaban pidiendo por la lluvia y por el retorno del éxito agrícola. Pocos años después, la cueva fue abandonada (COLLETTE 2022).



Figura 22. Interior de la Cueva Actun Tunichil Muknal. Fuente: <https://belizefuntours.com/belize-tours/actun-tunichil-muknal/>

Todos los artefactos encontrados en la cueva ATM se han datado justo antes del llamado «Colapso Maya», correspondiente a la decadencia y abandono de las grandes ciudades mayas durante el periodo Clásico Tardío, específicamente entre los siglos VIII y IX en las tierras bajas de Mesoamérica, probablemente debido a prolongadas sequías. Toda la cerámica de la cueva ATM datada por radiocarbono se ubica entre el 700 y el 900 d.C. Los mayas para esa época, se encontraban en plena sequía, alrededor del 820 d.C., y para el 850 d.C., la zona ya estaba prácticamente despoblada, por lo que seguramente el uso de la cueva alcanzó su máximo durante punto álgido de la sequía, el cual los desesperados mayas ofrendaban pidiendo por la lluvia y por el retorno del éxito agrícola. Pocos años después se interpreta que la cueva fue abandonada [27].

USO CULTURAL Y RECREACIONAL DE LAS CUEVAS

Bajo este concepto de uso, se agrupan diferentes actividades que se desarrollan en el interior de algunas cavidades. En muchos países del mundo, las grutas y

cuevas se utilizan como salones musicales en los que se imparten conciertos, espectáculos u obras de teatro. También se han habilitado cavidades como museos subterráneos con diversos motivos de exposición. Se calcula que el número de visitantes al conjunto de cuevas turísticas del mundo está alrededor de 600 millones de personas al año. EE. UU. fue el primer país que estableció leyes efectivas para la protección de cuevas/grutas, declarando desde 1930 algunas de ellas como parques nacionales (ROBLEDO et al. 2020). Hoy en día, muchos países y regiones en el mundo, disponen de leyes y normativas que protegen en forma directa, estas formaciones geológicas tan vulnerables.

Las llamadas cuevas de exhibición o turísticas, son cuevas accesibles al público para visitas guiadas, y califican dentro de lo que hoy conocemos como geoturismo. Estas cuevas turísticas (show caves) pueden estar gestionadas por un gobierno o una organización comercial, y ser accesibles al público general, normalmente mediante el pago de una tarifa de entrada. Las mismas ofrecen un horario de apertura, visitas guiadas, algunas senderos y escaleras, iluminación artificial, espectáculos musicales, de vídeo y láser, conciertos en vivo, ascensores, trenes pequeños, e incluso botes, si contienen fuentes de agua subterránea navegables. Algunas cuevas abiertas al público, principalmente en Asia, albergan templos, monasterios y estatuas o monumentos religiosos. Algunas de las cuevas de exhibición más famosas, reciben la visita de cientos de miles de turistas anualmente, como por ejemplo las cuevas Carlsbad (New Mexico), las cuales reciben unos 400.000 turistas al año (CAVERNAS DE CARLSBAD s. f.).

El término cuevas de exhibición o cuevas turísticas se usa de forma inconsistente entre diversos países, ya que muchos tienden a utilizar esa denominación para todas aquellas cuevas abiertas al público, a diferencia de aquellas a las que no se permite el acceso libre. Sin embargo, muchas de estas cuevas, a pesar de no estar acondicionadas con senderos, iluminación, ni paseos guiados, son visitadas por muchísima gente. Este tipo de cueva se suele denominar cueva semisalvaje. El acceso puede implicar desde un paseo fácil hasta una escalada peligrosa. La mayoría de los accidentes en cuevas ocurren en este tipo de cuevas, ya que los visitantes subestiman las dificultades y los peligros dentro de las mismas.

Un buen ejemplo de cuevas utilizadas con fines recreativos en la península de Yucatán (México), son los llamados cenotes, denominación que proviene de la palabra maya «ts'ono'ot», que significa «agujero lleno de agua». Centenas de cenotes son usados para actividades de nado libre, esnórquel, buceo, tabla de remo o «paddleboard», actividades de rapel y tirolina. El agua de muchos de los cenotes tiene una agradable temperatura constante todo el año, de alrededor de 26 °C, por lo que estar en ella es una experiencia verdaderamente gratificante (ST-JEAN 2024). Algunos de los cenotes más visitados por los turistas son el Ik Kil, el Gran Cenote de Tulum, el Cenote Azul, el cenote Dos Ojos, Suytun y el cenote Maya Park, con la bóveda más grande de todo Yucatán (Figura 23).



Figura 23. Bajada en rappel en el Cenote Maya Park, Fuente: Fotografía por Víctor Casas, hermano del autor. Las cuevas son lugares de maravilla, misterio y majestuosa belleza, es por ello que las cuevas turísticas de todo el mundo están asumiendo su papel en la

protección y preservación de las mismas, ofreciendo un espacio para que la gente aprenda sobre estos recursos naturales, culturales e históricos tan especiales. Las cuevas turísticas también desempeñan un papel importante en el ecoturismo, contribuyendo al desarrollo económico sostenible, generando empleos y contribuyendo a la economía de sus regiones.

CONCIERTOS MUSICALES EN CUEVAS NATURALES

Sea cuestionable o no, numerosos conciertos han sido celebrados en cuevas y grutas, lo que al parecer ofrece una experiencia única e inmersiva tanto para los artistas como para el público. Algunos recintos, cuentan con salas de conciertos subterráneas exclusivas. A continuación, se mencionarán algunos ejemplos que han tenido o que continúan teniendo conciertos musicales en su interior.

Cuevas del Drach, Mallorca (España)

En la isla de Mallorca es posible asistir a conciertos de música clásica en vivo, en uno de los mayores lagos subterráneos del mundo. El escenario son las cuevas del Drach (Figura 24), un lugar muy especial con impresionantes formaciones carbonáticas. Las cuevas del Drach, están ubicadas en el pueblo de Porto Cristo, en la costa oriental de la isla. Estas cuevas ya eran conocidas en la Edad Media, aunque no fue hasta 1896 cuando el espeleólogo francés Martel descubrió la cavidad con el gran lago que lleva su nombre.

El recorrido organizado dentro de la cueva pasa por lagos espectaculares como el «Baño de Diana» (su color azul turquesa parece irreal), el cual fue iluminado por el ingeniero Carles Buigas (1898-1979), conocido como «el mago de la luz». Entonces llega el momento que hace que la experiencia de esta visita sea original: aparece ante los ojos del visitante el lago Martel, midiendo 117 metros de largo por 20 metros de ancho, con una profundidad de 4 a 12 metros. En él, varios músicos surgen de la oscuridad en barcas iluminadas y tocan un pequeño concierto de música clásica en directo, hasta que poco a poco aumenta la intensidad de las luces y «amanece» en este lago subterráneo (CUEVAS DEL DRACH s. f.).

El concierto en vivo del lago Martel se lleva a cabo desde 1935, y consta de cuatro piezas de música clásica interpretadas por un cuarteto de músicos. «Barcarola - Los cuentos de Hoffmann» por Jacques Offenbach (1819-1880), es una de las piezas musicales más interpretadas (CUEVAS DEL DRACH s. f.).



Figura 24. Vista parcial del Lago Martel en las Cuevas del Drach. Fuente:

<https://www.cuevasdeldrach.com/en/la-cueva.php>

Cuevas de Nerja, Málaga (España)

Las denominadas cuevas de Nerja son un complejo cavernario ubicado en la población de Nerja, en la provincia de Málaga. Las cuevas (Figura 25), fueron descubiertas en 1959 por un grupo de jóvenes que buscaban murciélagos. Está situada a 158 metros sobre el nivel del mar, con un trazado de 4823 metros, y es una de las de mayor extensión topográfica de Andalucía. Cuenta con tres entradas: dos dolinas subcirculares y, junto a ellas, una entrada abierta en 1960, un año después de su descubrimiento, para el acceso de los visitantes. Un festival de música y danza, con el ballet Le Tour de Paris y la Orquesta Sinfónica de Málaga, marcó su inauguración oficial. Desde entonces, y hasta el 2020, se celebró este festival anualmente para conmemorar el descubrimiento de la cueva (BERROCAL y WALLACE 2002).

Las cuevas de Nerja son famosas por sus espectaculares estalactitas, estalagmitas y otras formaciones carbonáticas. También son conocidas por sus pinturas rupestres, que datan desde el 2000 hasta el 14 000 a. C. Su ocupación por el hombre prehistórico abarca todo el Paleolítico Superior (Auriñaciense, Solutrense y Magdaleniense), como se ha demostrado en las excavaciones llevadas a cabo en los últimos años, y son algunas de las más antiguas ocupadas en Europa, desde hace al menos 25 000 años (BERROCAL y WALLACE 2002). Las cuevas tienen casi 5 kilómetros de longitud, y la casi totalidad está expuesta a la visita turística.

Además de las visitas turísticas, este sistema cavernario ha sido utilizado como escenario para conciertos y eventos culturales debido a su impresionante acústica natural. También se han celebrado ceremonias de boda en la denominada «sala de la cascada», una de las mayores salas del recinto. En el 2020, luego de 60 años, la cueva de Nerja ya no acoge más conciertos o espectáculos en su interior, como venía siendo habitual en el marco del festival veraniego que llegó a alcanzar 60 ediciones. Tras media docena de décadas albergando este tipo de actividades, el patronato de su fundación aprobó la propuesta para que dentro de la propia gruta no se celebren más eventos musicales. La decisión de continuar celebrando el festival en el exterior se justificó por las recomendaciones que realizaron distintos expertos e investigadores que trabajan en la cueva de Nerja, alegando motivos de conservación del monumento natural (BERROCAL y WALLACE 2002).



Figura 25. Imagen de un salón en las Cuevas de Nerja.

Fuente: <https://cuedadenerja.es/>

Cueva Postojna (Eslovenia)

Descubierta en 1818, tiene 24 kilómetros de galerías y pasadizos, aunque solo 5,3 están abiertos al público.

Hoy en día, es la cueva de mayor tamaño y la más visitada de Europa. La sala principal (Concert Hall), es una sala utilizada para conciertos en el interior de la monumental caverna de Postojna. Los expertos aseguran que no existe una experiencia sonora más excitante, que acudir a una función en esta sala que se ubica dentro de la cueva Postojna. Este monumental sistema de cavernas es, comprensiblemente, una de las principales atracciones turísticas en Eslovenia (CUEVA DE POSTOJNA s. f.).

Con una capacidad para recibir a más de 10 000 personas, la sala se utiliza para llevar a cabo memorables sesiones de música clásica, ópera y teatro, y desde el 2004 es sede del: Festival de Blues de Postojna. Este espacio goza de una espectacular acústica, que ha ofrecido funciones musicales desde el siglo XVIII, ya que desde 1884 contó con iluminación eléctrica (CUEVA DE POSTOJNA s. f.). Curiosamente, mientras emperadores como Luis XV de Francia (1710-1774) se esforzaban por construir opulentas salas de concierto para realizar fastuosas funciones, Postojna, que durante aquella época era controlada por la monarquía de Habsburgo, contaba con un insuperable escenario, construido con la perfección arquitectónica que solo la naturaleza puede alcanzar (CUEVA DE POSTOJNA s. f.). Admirando dicho espacio, sería difícil no reconocer la denominada «Sala de Conciertos» de Postojna como un lugar francamente privilegiado, ya que ahí converge toda una serie de aspectos que van desde lo geológico hasta lo histórico, pasando por lo artístico, y lo arquitectónico.

Cueva de Valporquero (León, España)

La entrada a la cueva está situada a unos 1309 metros de altitud, bajo el pueblo que le da nombre. El nivel superior, de 1300 metros de longitud, se encuentra habilitado para el turismo, acondicionado con iluminación eléctrica (Figura 26), y un camino que hace uso de puentes y escaleras para completar el recorrido (CUEVA DE VALPORQUERO s. f.). En un nivel inferior, de 3150 metros de largo, discurre una corriente subterránea de agua que solamente es accesible por espeleólogos y expertos. La temperatura en la cueva se encuentra durante todo el año en torno a los 7 °C, por lo que los visitantes acostumbran a equiparse con ropa de abrigo para recorrerla.

La cueva de Valporquero acogió en el 2016, por primera vez en su historia, un concierto en su interior. La denominada «Gran Rotonda» fue el escenario de un nutrido concierto, con una representación de todas las

corales de la provincia, donde las mismas fueron las encargadas de dar vida a 15 piezas del cancionero popular leonés que retumbaron en las entrañas de la gruta. El concierto nació de la invitación que realizó la Diputación de León, para que dichas corales se sumaran a los actos conmemorativos del 50 aniversario de la apertura de la cueva (CONCIERTO EN EL INTERIOR DE LA CUEVA DE VALPORQUERO s. f.). Con motivo de dicho aniversario, se realizaron dentro de la cueva múltiples actividades y eventos, como diferentes muestras de artesanías leonesas, talleres de fotografía subterránea, y una exposición de fósiles y minerales de la provincial de León.



Figura 26. Imagen de una cavidad dentro de la Gran Rotonda, Cuevas de Valporquero. Foto del autor.

La Caverna Peak, Liverpool (Inglaterra):

Este recinto es también conocido como el «Año del Diablo». La entrada a la cueva es una de las más grandes de las Islas Británicas, con 100 metros de largo, 20 metros de alto y 35 metros de ancho. Adentro, contiene los restos de un pueblo cordelero. La entrada fue utilizada entre 1642 y 1880 por personas llamadas «los cordeleros», quienes fabricaban cuerdas para la industria minera del plomo en los alrededores de la villa de Castleton. La denominada «Escalera del Diablo» luego de la entrada, conduce a otros 21 kilómetros de sistema de cuevas naturales (PEAK CAVERN s. f.). La cueva tiene una larga trayectoria albergando conciertos dentro de su enorme espacio natural, siendo los más famosos, los conciertos de villancicos (Figura 27).

Es difícil imaginar un lugar más evocador e impresionante para un concierto de Navidad. Las bandas de música, interpretan una variedad de clásicos navideños, tanto canciones modernas como villancicos tradicionales. Además, numerosas filmaciones han

tenido lugar en esta cueva, incluyendo películas como «Las Crónicas de Narnia», «La Silla de Plata», «Furia de Santos», «Sherlock Holmes», «La Mente Medieval», «Most Haunted» y «Countryfile».



Figura 27. Imagen de un concierto de Navidad en Peak Cavern. Fuente: <https://peakcavern.co.uk/>

The Caverns (Las Cavernas), Pelham, Tennessee (EE.UU.)

Ubicadas en el condado de Grundy, Tennessee, The Caverns es un destino de renombre mundial, conocido por sus conciertos de música en vivo. Dentro del recinto subterráneo, los asistentes pueden contemplar el denominado «mayor espectáculo bajo tierra», donde se pueden deleitar con la acústica y la belleza natural del lugar.

La acústica natural es considerada perfecta y permite que el sonido rebote en las paredes, creando un espacio vibrante, ideal para un concierto (Figura 28). La cueva también está equipada con la última tecnología de sonido e iluminación. La forma en que los láseres y las

luces se reflejan en las paredes de roca es un fascinante efecto que se añade al trepidante espectáculo subterráneo. Existe un programa de PBS (Public Broadcasting Service), la red de televisión pública de los Estados Unidos, que presenta conciertos en la cueva, denominados «The Cavern Sessions», y que antes se conocían como «Bluegrass Underground», presentando artistas dentro de un amplio espectro de géneros que incluyen «roots-rock», «jam band», «R&B», «country», «soul», «folk» y «bluegrass» (THE CAVERNS s. f.).



Figura 28. Concierto dentro de la cámara principal de Las Cavernas. Fuente: <https://www.thecaverns.com/>

Las Cavernas Cumberland, Tennessee (EE.UU.)

También en el estado de Tennessee, en la vía denominada Dark Hollow Road, que conduce a un denso bosque al pie de una colina, se encuentran las Cumberland. Estas cavernas se conocen desde principios de los 1800, pero no fue sino hasta los años 70 cuando su exploración la llevó de unos 10 kilómetros, hasta 44 kilómetros de sección conocida.

Las cavernas contienen un escenario natural a unos 100 metros de profundidad, cavado por la acción del agua subterránea y denominado el «cuarto del volcán», el cual puede acomodar a unas 600 personas. Algunos asistentes se posan en los afloramientos rocosos junto al escenario, donde las luces de neón acentúan las paredes de rocas carbonáticas, y donde una lámpara de araña gigante cuelga del irregular techo (Figura 29). Increíblemente, también se celebran bodas, banquetes, fiestas de cumpleaños y fiestas navideñas (CUMBERLAND CAVERNS s. f.).

El público se sorprende de que la sala principal de esta caverna abovedada no genere eco como cabría esperar. Los ingenieros de sonido afirman que las superficies

irregulares de la cueva dispersan las ondas sonoras y las fragmentan, como sucedería en un estudio de sonido especialmente diseñado para ello. Interesante mencionar el tema de la temperatura, ya que los asistentes a los conciertos se deben abrigar con mantas, a pesar de ser en la época más calurosa del verano. Aquí, la temperatura se mantiene constante a 14 °C todo el año. Por desgracia, la humedad es insoportable, así que afinar los instrumentos es siempre complicado (CUMBERLAND CAVERNS s. f.). Antes de convertirse en un lugar de música y conciertos, esta cueva era simplemente una atracción turística local que albergaba grupos religiosos y tropas de scouts. Durante el año 2025, las cavernas Cumberland programaron más de 60 conciertos.



Figura 29. Concierto en las cavernas Cumberland.
Fuente: <https://cumberlandcaverns.com/bluegrass-underground-taping-2017/>

Cavernas Natural Bridge, Texas (EE.UU.)

Son las cavernas comerciales más grandes del estado de Texas, y están ubicadas cerca de la ciudad de San Antonio. El desarrollo comercial de la caverna comenzó en 1962 y se abrió al público el 3 de julio de 1964. Durante la excavación del sendero de la entrada, se encontraron puntas de flecha y puntas de lanza que datan del 5000 a. C. Su nombre deriva de un puente o losa de piedra caliza natural de 18 metros de longitud, que cruza el anfiteatro de la entrada de la caverna. El denominado «Salón de Baile» o «Underground Ballroom», una cámara subterránea natural a 55 metros de profundidad, es la segunda de las dos cavernas descubiertas en Natural Bridge, y tiene una calidad de sonido increíble que la convierte en un espacio perfecto para presentaciones musicales (HEIDEMANN 1995).

Natural Bridge presentó su primer concierto subterráneo en vivo en agosto del 2023, en el mencionado «Salón de Baile». El concierto contó con la

participación del guitarrista americano Monte Montgomery, considerado uno de los 50 mejores de la historia, y fue el evento inaugural de una serie de conciertos, con un limitado aforo de apenas 200 plazas.

Cueva de la Cruz o Križna Jama (Eslovenia)

La Cueva de la Cruz (Figura 30), también denominada «Cueva fría bajo la montaña de la cruz», está ubicada a 50 kilómetros de la ciudad de Liubliana, siendo descubierta en 1832; con una extensión de 8 273 metros, constituyendo el cuarto ecosistema cavernario más grande del mundo en términos de biodiversidad. La Cueva de la Cruz, exhibe uno de los mayores depósitos de esqueletos de oso de las cavernas, en esta parte de Europa, habiéndose encontrado hasta la fecha en su interior, más de 2000 huesos de este animal. Además de la abundancia de restos de oso, se descubrieron en la entrada de la cueva, al comienzo del primer lago, restos cerámicos del Eneolítico, un período prehistórico de transición entre el Neolítico y la Edad del Bronce (THE WORLD-FAMOUS WATER KARST CAVE s. f.).



Figura 30. Imagen de una de las cavernas de la Cueva de la Cruz. Fuente: https://krizna-jama.si/he/krizna-cave-tours/kristalna-gora_small-2/

Entre las cuevas kársticas, la Cueva de la Cruz es conocida en el mundo por sus lagos subterráneos. Dentro del sistema, existen 22 lagos que se pueden recorrer en bote, pero si se cuentan también los lagos más pequeños, el número asciende a 45. Con la autorización exclusiva del Ministerio de Medio Ambiente y el Parque Nacional de Eslovenia, desde hace unos años se efectúan conciertos acústicos en esta, una de las maravillas naturales más impresionantes de Europa (THE WORLD-FAMOUS WATER KARST CAVE s. f.). Como curiosidad, se puede mencionar que los boletos de entrada para los conciertos, incluyen equipo de espeleología (botas de agua y linterna),

recomendándose además pantalones largos, chaqueta de manga larga y calcetines abrigados.

Cueva de La Salamandra, Gard (Francia)

Esta increíble cueva se considera una de las más hermosas de Europa (Figura 31), siendo descubierta en 1965 y abierta al público por primera vez en el año 2013. Se la conoce también por el sobrenombre de «El reino de los cristales gigantes», por sus estalactitas y estalagmitas gigantes. Todos los viernes del verano, dentro de La Salamandra, se organizan conciertos y festivales. Cada semana se efectúa un espectáculo sensorial denominado «Inmersión», que combina luces y música, alimentado con energía solar para garantizar un turismo sostenible. Esto invita a los espectadores a pasear libremente por la cueva, en un viaje audiovisual que muestra las formaciones monumentales de la cueva al ritmo de música cinematográfica de grandes compositores como Hans Zimmer o John Williams (GROTTE DE LA SALAMANDRE s. f.).



Figura 31. Salón de la Cueva de la Salamandra. Fuente: <https://www.uzes-pontdugard.com/es/equipement/grotte-de-la-salamandre/>

CONCLUSIONES

Las cuevas, cavernas y grutas han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de nuestra civilización a lo largo de decenas de miles de años. Han proporcionado desde tiempos inmemorables, refugio y protección contra los elementos del clima; luego

evolucionaron para ser utilizadas como lugares de enterramiento y ritos espirituales, lo cual poco a poco ha permitido estudiar la evolución de los seres humanos, así como las creencias y prácticas de culturas pasadas. Desde el punto de vista arqueológico, cuevas como Altamira, en España, Lascaux en Francia, o Kapova en los Urales, actuaron como capsulas de tiempo, ya que contienen maravillosas pinturas prehistóricas muy bien conservadas, de entre 15 000 a 36 000 años de antigüedad. Estas pinturas indican un salto evolutivo en cuanto al pensamiento abstracto, representando principalmente animales y escenas de caza, que probablemente tenían un propósito espiritual o ritualista. La creación de arte dentro de cuevas demuestra una capacidad mental avanzada, tratando de representar su visión del mundo.

Las cuevas también se han utilizado para otras prácticas religiosas como la meditación, la oración y los rituales. La oscuridad y el silencio de las cuevas proporcionan un entorno propicio para la introspección de los seres humanos. Sin embargo, los mayas prehispánicos, por ejemplo, realizaban al principio, ofrendas ceremoniales, arrojando a los cenotes objetos preciosos, pero posteriormente, introdujeron la práctica de los sacrificios humanos, tanto en cuevas, como en los mismos cenotes, con el fin de complacer o apaciguar a los dioses del mundo subterráneo. Otras características naturales de las cuevas, como las estalactitas y estalagmitas, también se han considerado a menudo símbolos de un gran significado espiritual.

Los sistemas cavernarios han sido importantes para la evolución cultural humana desde el Paleolítico. Sin embargo, una de las funciones más importantes que han desempeñado para los seres humanos, es su uso como espacios con fines espirituales en diversas culturas y religiones. A menudo se consideran lugares sagrados, donde las personas pueden conectar con lo divino. Por ejemplo, en el hinduismo, las cuevas se consideran moradas de dioses y diosas, mientras que en el cristianismo, las cuevas se asocian con el nacimiento de Jesucristo y el entierro de su cuerpo, así como apariciones marianas.

En las últimas décadas, las cuevas y grutas también han cobrado una importancia cultural. Se han utilizado como espacios para el arte, la música, obras de teatro, así como para mostrar al público, el maravilloso mundo subterráneo y todas las formas naturales que se han

desarrollado en su interior, a lo largo de decenas, cientos de miles o millones de años.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a Rafael Carreño, presidente de la Sociedad Venezolana de Espeleología, y a Pamela Navarro, editora AFICMAN, por sus excelentes comentarios y anotaciones, los cuales enriquecieron enormemente este manuscrito.

REFERENCIAS CONSULTADAS

BATU CAVES (s. f.). Recuperado el 15 abril, 2025 de <https://www.malaysia.travel/explore/batu-caves>

BERROCAL, J.A. & WALLACE, L. 2002. Guía de las Cuevas de Málaga. Málaga. Centro de Ediciones Diputación de Málaga. 90, 279 p. https://www.espeleo.es/pdf/publicaciones/libros/Cuevas%20de%20M%C3%A1laga_Berrocal%20y%20Wallace-2002.pdf

CASADO, D. 2024. Atapuerca, el hogar del homínido europeo más antiguo que se conoce. Recuperado el 4 de mayo, 2025 de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/atapuerca-hominido-europeo-mas-antiguo_7021

CASAS, J.E. 2026. CUEVAS, CAVERNAS Y GRUTAS. Una conexión ritual, religiosa y artística con el mundo subterráneo. *Boletín de la Academia de Ingeniería y el Hábitat*. 70(1): 30-53.

CASTILLO DE PREDJAMA (2025, marzo 10). En Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Castillo_de_Predjama#/media/Archivo:H%C3%B6hlenburg_Predjama_in_Slovenien.jpg

CAVERNAS DE CARLSBAD (s. f.). Recuperado el 19 de mayo, 2025 de https://www-nps-gov.translate.google.com/cave/planyourvisit/accessibility.htm?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sge#:~:text=Experience%20Carlsbad%20Cavern,access%20the%20Big%20Room%20Trail.

CENOTE SAGRADO CHICHÉN ITZÁ (s. f.). Recuperado el 4 mayo, 2025 de <https://www.chichenitza.com/es/cenote>

CERUTI, M. 2013. Santuarios de Altura en Creta: Una mirada a las montañas sagradas de la Civilización Minoica Cuadernos Universitarios. *Publicaciones Académicas de la Universidad Católica de Salta*. 6: 5-17

CHÁVEZ, R., TEJERO, A., CIFUENTES, G., ARGOTE, D. y HERNANDEZ, E. 2018. Karst Detection Beneath the Pyramid of El Castillo, Chichén Itzá, Mexico, by Non-Invasive ERT-3D Methods. *Scientific Reports* 8(15391). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33888-9>

COLLETT, R. 2022. An eerie portal to the Maya underworld. Recuperado el 3 mayo, 2025 de <https://www.bbc.com/travel/article/20220624-an-eerie-portal-to-the-maya-underworld>

CONCIERTO EN EL INTERIOR DE LA CUEVA DE VALPORQUERO (s. f.). Recuperado el 17 marzo, 2025 de https://leoncultural.com/?tribe_events=concierto-interior-la-cueva-valporquero

CORRAL, J.R. 2025. *Covadonga, la batalla que nunca fue*. Penguin Random House Grupo Editorial, España. 499 p.

COUTO, E. 2025. Arqueólogos descubren un misterioso santuario del siglo IV a.C. en las profundidades subterráneas de la gruta de Pertosa-Auletta (Italia). Recuperado el 5 mayo, 2025 de <https://www.muyinteresante.com/historia/misterioso-santuario-siglo-iv-ac-gruta-pertosa-auletta.html>

CRISTOFORI, R. 2019. El Santuario de San Miguel en Monte Sant'Angelo y el culto al arcángel en el Gargano. Recuperado el 22 de mayo, 2025 de <https://www.finestresullarte.info/es/obras-y-artistas/el-santuario-de-san-miguel-en-monte-sant-angelo-y-el-culto-al-arcangel-en-el-gargano>

CUEVAS DEL DRACH (s. f.). Recuperado el 14 abril, 2025 de <https://www.cuevasdeldrach.com/en/la-cueva.php>

CUEVA DE POSTOJNA (s. f.). Recuperado el 17 abril, 2025 de <https://www.postojnska-jama.eu/es/cueva-de-postojna/>

CUEVA DEL TESORO (2025, abril 10). En Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Cueva_del_Tesoro

CUEVA DE VALPORQUERO (s. f.). Recuperado el 17 marzo, 2025 de https://www.cuevadevalporquero.es/la_cueva/index.html

CUEVA EL PENDO (s. f.). Recuperado el 8 abril, 2025 de <https://cuevas.culturadecantabria.com/el-pendo/>

CUEVAS PREHISTÓRICAS (s. f.). Recuperado el 7 abril, 2025 de https://puenteviesgo.es/Turismo_Cuevas.html

CUMBERLAND CAVERNS (s. f.). Recuperado el 22 marzo, 2025 de https://en.wikipedia.org/wiki/Cumberland_Caverns

FOUCHER, P., FOUCHER, C. y ANGAS, J. 2022. La Cueva de Gargas (Hautes-Pyrénées, Francia): contribución de la documentación 3D al estudio y la conservación de una cavidad con arte parietal. En: Angas, J., Bea, M. y Juste, M. (eds), *Actas del Seminario Internacional de documentación y conservación del arte rupestre*, UIMP-Pirineos (Huesca), 21 al 23 de septiembre, 67-80

https://www.researchgate.net/publication/387335199_La_Cueva_de_Gargas_Hautes-Pyrenees_Francia_contribucion_de_la_documentacion_3D_al_estudio_y_la_conservacion_de_una_cavidad_con_arte_parietal

GEOLOGÍA DE ALTAMIRA (s. f.). Recuperado el 8 abril, 2025 de <https://www.cultura.gob.es/mnaltamira/cueva-altamira/geologia-arqueologia.html>

GRÖNEN, M. 2011. Présences humaines dans la grotte ornée d'El Castillo (Cantabrie, Espagne): dépôts et traces d'actions. *Actes du Colloque Microanalyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique*. París, 16-18.

GRÖNEN, M. 2012. *Arte sin artistas. Una mirada al Paleolítico* (Catálogo exposición). Publisher: Museo Arqueológico de la Comunidad de Madrid, 354-371.

GROTTE DE LA SALAMANDRE (s. f.). Recuperado el 1 abril, 2025 de <https://www.uzes-pontdugard.com/es/equipement/grotte-de-la-salamandre/>

GUNN J. 2004. Encyclopedia of Caves and Karst Science. London, 928 p.

HEIDEMANN, C. 1995. Explore Natural Bridge Caverns: Texas' Largest Cavern. Recuperado el 27 de mayo, 2025 de <https://www.tshaonline.org/handbook/entries/natural-bridge-caverns>

HOLQA SOF OMAER (s. f.). Recuperado el 5 de mayo, 2025 de <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5651/>

JIMÉNEZ, G. 2025. La Batalla de Covadonga que convirtió a Don Pelayo en el primer héroe de la Reconquista. Recuperado el 25 abril, 2025 de https://www.eldebate.com/historia/20250528/batalla-covadonga-convirtio-don-pelayo-primer-heroe-reconquista_301497.html

JORGE, M. 2025. Una cueva ha revelado la macabra ceremonia maya para honrar a sus dioses: hay 100 huesos y ninguno está donde debería. Recuperado el 9 mayo, 2025 de <https://www.xataka.com/magnet/cueva-ha-revelado-macabra-ceremonia-maya-para-honrar-a-sus-dioses-hay-100-huesos-ninguno-esta-donde-deberia>

LA ABADIA DE SACROMONTE. 2021. Recuperado el 19 de abril, 2025 de <https://www.upo.es/patio-colorado/2021/06/09/la-abadia-del-sacromonte-una-reliquia-en-el-monte/>

LAGARDE, J. & CRESPO, L. 2003. Parque Nacional El Guácharo, Venezuela Tierra Mágica. Ediciones Corpoven, Caracas, 26 p.

LA OCUPACIÓN EN LOLTÚN (s. f.). Recuperado el 30 abril, 2025 de https://web.archive.org/web/20091117000543/http://dti.inah.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=3889&Itemid=329

MANZANILLA, L. 1994. Las cuevas en el mundo Mesoamericano. *Ciencias*, 36: 59-66.

MAYA CAVE SITES (2025, mayo 2). En Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Maya_cave_sites

MAYANS, C. 2022. Las cuevas de Ajanta: el tesoro oculto del arte indio. Recuperado 29 de abril, 2025 de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/cuevas-ajanta-tesoro-oculto-arte-indio-2_18524

MOLINA, J.A. 2006. La cueva y su interpretación en el cristianismo primitivo. *Antigüedad y Cristianismo*. 23: 861-882. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=99>

MONASTERIO DE SAN SIMÓN (s. f.). Recuperado el 10 abril, 2025 de <https://www.unviajemilaventuras.com/monasterio-de-san-simon-la-joya-del-cairo-escondida-entre-montananas-de-basura/>

MONSERRAT MONASTERY (s. f.). Recuperado el 21 de mayo, 2025 de <https://montserratmonastery.com/santa-cova-de-montserrat/>

MORALES, L. 2013. Segovia: La Cueva de Santo Domingo de Guzmán. Recuperado el 29 abril, 2025 de <https://www.unaventanadesdemadrid.com/otras-comunidades/cueva-santo-domingo.html>

PANÉ, R. (s. f.). Relación acerca de las antigüedades de los indios. Recuperado el 19 de mayo, 2026 de <https://ciudadseva.com/texto/relacion-acerca-de-las-antiguedades-de-los-indios/>

PEAK CAVERN (s. f.). Recuperado el 22 marzo, 2025 de <https://peakcavern.co.uk/>

ROBERTS, E. 1947. Edouard Alfred Martel. The Yorkshire Ramblers Club Journal. 8(24): 104-116. <https://www.yrc.org.uk/wp-content/uploads/2020/05/YRCJ-7-24-1947.pdf>

ROBLEDO P., DURAN, J y PARDO, E. 2020. *Karst y Cuevas*. La cuarta dimensión de la naturaleza. Instituto Geológico y Minero de España, 144 p.

RUIZ, A., YANOVSKAYA, K. y ZHITENEV, V. 2020. The Easternmost European Palaeolithic Artist: Iconography and Graphic features at Kapova Cave (Southern Urals, Russia). *Journal of Paleolithic Archaeology*. 3: 967-988 <https://link.springer.com/article/10.1007/s41982-020-00065-2>

SANTA CUEVA DE COVADONGA (2025, abril 25). En Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Santa_Cueva_de_Covadonga

SANTUARIO DE NUESTRA SEÑORA LA VIRGEN DE LA CUEVA SANTA (s. f.). Recuperado el 20 abril, 2025 de <https://www.comunitatvalenciana.com/es/castello-castellon/altura/monumentos/santuario-de-nuestra-senora-la-virgen-de-la-cueva-santa>

SPOTO, D. 2007. Francisco de Asís. El santo que quiso ser hombre. Ediciones B.S.A., Barcelona, 174 p. <https://ofmvocaciones.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/10/san-francisco-de-asis-spoto-donald.pdf>

ST-JEAN, A. 2024. Las maravillas ocultas de los cenotes, el mundo submarino sagrado de México. Recuperado el 15 de mayo, 2025 de <https://www.bbc.com/mundo/articles/cp39qx9zzvlo>



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 39 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 67 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Geophysics, The Leading Edge, Asociación Paleontológica Argentina, Paleontology, Journal of Petroleum Geology, Caribbean Journal of Earth Sciences, Academia de Ciencias y Academia de Ingeniería; 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 62 artículos de divulgación científica e histórica.

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 Councilor para AAPG LACR (2023-2026).

STEVENSON, J. 2022. Lascaux Cave Paintings. Recuperado el 27 de marzo, 2025 de <https://www.ebsco.com/research-starters/anthropology/lascaux-cave-paintings>

TARIK, A. 2000. Cueva de Hira – También conocida como Jabal Al-Hira. Recuperado el 1 de mayo, 2025 de <https://thepilgrim.co/es/cave-of-hira/>

THE CAVERNS (s. f.). Recuperado el 23 abril, 2025 de <https://www.thecaverns.com/>

THE WORLD-FAMOUS WATER KARST CAVE (s. f.). Recuperado el 25 marzo, 2025 de <https://krizna-jama.si/en/>

URBANI, F. 1999. Historia Espeleológica Venezolana, Parte 10. Una cronología de la cueva del Guácharo. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*. 33, 51-69 https://www.mediafire.com/file/pi9yyamctrtrtkuq/N%C2%B033_1999.pdf_lq.pdf

URBANI F. y URBANI, B. 2024. *Americae Sub Terra: crónicas sobre cavernas americanas en los siglos XV y XVI*. ANIH, SVE, UCV. 654 pp. <https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/10/Libro-2024-ANIH-SVE-UCV-UrbaniUrbani-Americae-sub-terra.pdf>

VELÁZQUEZ, I. 2025. La leyenda de Don Pelayo, el héroe de la batalla de Covadonga que dio comienzo a la Reconquista. Recuperado el 25 abril, 2025 de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/don-pelayo-comienzo-reconquista_20690

LA PIEDRA DEL ELEFANTE: CENTINELA DEL CARUACHI, GUAYANA VENEZOLANA

Jesús S. Porras¹; Genaro Stabilito²

(1) Consultor Independiente; (2) Orinoco Company, C.A

RESUMEN

La Piedra del Elefante, ubicada en el estado Bolívar (Venezuela), es un prominente relieve gnéisico-granítico aislado, desarrollado sobre el basamento precámbrico del Escudo Guayanés. Su rasgo más distintivo es su morfología zoomorfa, que evoca la figura de un elefante en reposo, controlada por patrones de fracturamiento y prolongados procesos de meteorización superficial. Cercano al monolito, se desarrolla un abrigo rocoso natural, la Cueva del Indio, donde se documentó la presencia de pinturas rupestres, petroglifos y materiales arqueológicos como alfarería y artefactos líticos, indicativos de una ocupación humana prehispánica, posiblemente recurrente, del lugar.

Este trabajo presenta la caracterización geológica y geomorfológica del geosito, interpretándolo como un domo residual (inselberg), modelado por meteorización intensa en clima tropical y posterior erosión diferencial. Se describen también las principales microformas geomorfológicas reconocidas en el domo y áreas adyacentes.

Se analiza, además, su valor patrimonial integral, destacando su relevancia científica y cultural, incluyendo su significado arqueológico y antropológico, así como sus dimensiones históricas y recreativas.

INTRODUCCIÓN

El sur de Venezuela forma parte del Cratón Amazónico, uno de los dominios geológicos más antiguos del planeta, con edades que superan los 3.000 millones de años. En esta región se desarrolla el Escudo Guayanés, un extenso basamento precámbrico constituido por rocas ígneas y metamórficas que han permanecido tectónicamente estables durante largos periodos de tiempo. Esta estabilidad ha propiciado la evolución de paisajes controlados por la meteorización y la erosión, originando relieves residuales característicos, entre los que se

reconocen amplias superficies erosionadas o penillanuras, junto con formas más destacadas como tepuyes (mesetas tabulares), inselbergs y domos graníticos.

La Piedra del Elefante constituye un ejemplo representativo de relieve residual. Se trata de un remanente erosional de aproximadamente 220 m de altura, cuya morfología actual es el resultado de procesos de erosión diferencial que han modelado progresivamente el macizo rocoso hasta conferirle la forma característica que da origen a su nombre.

Este geosito, considerado un símbolo local, es visitado anualmente por numerosos turistas, favorecido tanto por su proximidad a centros urbanos, como por su valor paisajístico, recreativo e histórico. La vista panorámica desde su cima, así como la presencia de elementos culturales asociados, incrementan su relevancia dentro del contexto regional.

El presente trabajo tiene como objetivo describir e interpretar este relieve desde una perspectiva geológica y geomorfológica, incorporando y destacando además su valor patrimonial y cultural.

UBICACIÓN

La Piedra del Elefante se localiza en las cercanías de Ciudad Guayana, en el estado Bolívar, a unos 25 km de esta población y a un costado de la antigua carretera que la comunica con Ciudad Bolívar, capital del estado y con el Cinturón Ferrífero de Guayana.

Se le ubica en las coordenadas 8°05'31.8"N; 63°00'49.3"W y dentro de la peniplanicie de la Provincia de Imataca, en el dominio fisiográfico del Escudo Guayanés. Se limita al sur y este por el río Caroní y el lago Caruachi formado por el embalse del mismo nombre. Sus límites norte y oeste los representan las características planicies de la Provincia Geológica de Imataca.

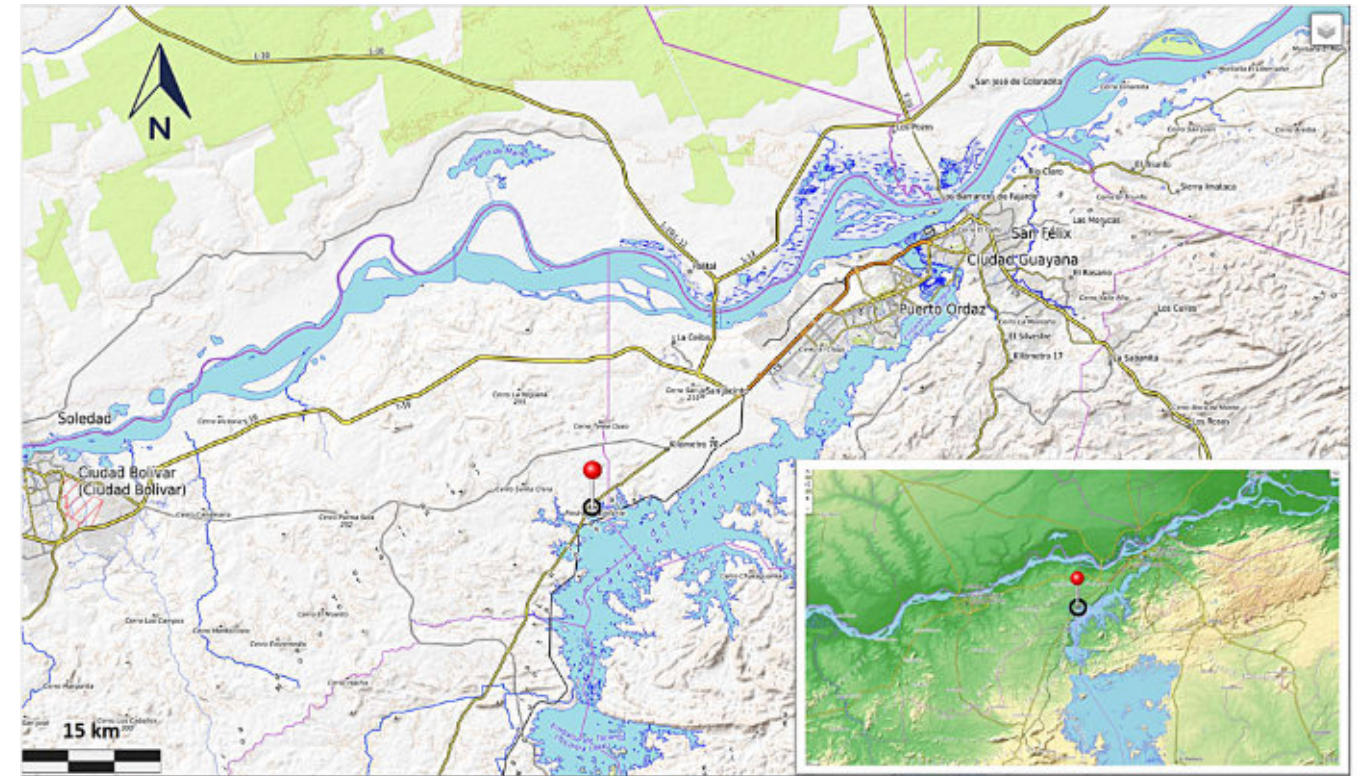


Figura 1. Mapa de ubicación de la Piedra del Elefante, prominente relieve residual aislado tipo inselberg

GEOLOGÍA

El Escudo Guayanés forma parte del Cratón Amazónico, uno de los dominios geológicos más antiguos del planeta, con edades que oscilan entre 1.700 y más de 3.400 millones de años. Constituye un cratón compuesto por complejos gneísicos arqueanos, intrusiones graníticas, secuencias metavolcánicas y metasedimentarias y coberturas sedimentarias poco deformadas tipo Roraima, caracterizadas por su alta resistencia a la erosión y su estabilidad, lo que ha favorecido su preservación a lo largo del tiempo.

El Escudo, se subdivide en cuatro provincias geológicas principales: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima, de características tectono-estructurales, estilos de deformación, litológicas y metalogénicas completamente diferentes (Martin-Bellizzia, 1968; González de Juana et al., 1980; Sidder y Mendoza, 1995; Mendoza, 2000; Mendoza et al., 2014; Rodríguez, 2025). Estas provincias están

constituidas predominantemente por rocas ígneas y metamórficas poco deformadas, las cuales han sido sometidas a prolongados procesos de meteorización y erosión. Como resultado, el relieve actual del escudo se caracteriza por extensas planicies onduladas, junto con mesetas de características paredes verticales y cimas planas (tepuyes) y relieves residuales remanentes, entre ellos inselbergs y domos graníticos.

El Complejo de Imataca, donde se localiza la Piedra del Elefante, constituye una franja de aproximadamente 550 km de longitud por unos 80 km de ancho, con orientación predominante SO-NE, situada al norte del Escudo Guayanés. Se extiende desde el río Orinoco, al norte, hasta la Falla de Guri, al sur, que actúa como un límite estructural regional (González de Juana et al., 1980; Mendoza, 2014; Rodríguez, 2025). Fue afectado durante el evento tectono-magmático pre-Trans-Amazónico, entre 2800 y 2700 Ma, cuando se formaron gneises de inyección y migmatitas (Sidder y Mendoza, 1995)

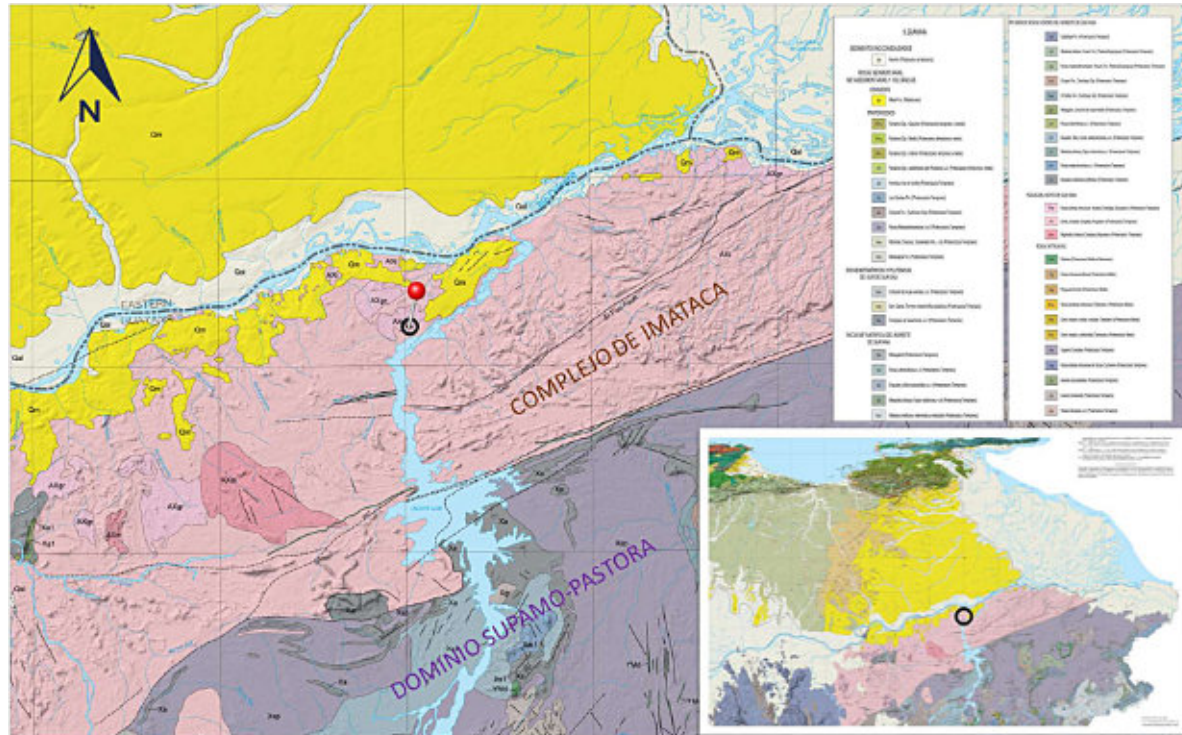


Figura 2. Mapa Geológico de la zona de estudio señalando la ubicación de la Piedra del Elefante (modificado de Hackley et al., 2006)

Está conformado por un conjunto de rocas metamórficas de alto grado que incluye principalmente gneises félsicos y máficos, granulitas, anfibolitas y cuarcitas ferruginosas, además de cuerpos intrusivos graníticos y niveles subordinados de formaciones de hierro bandeado (BIF).

Desde el punto de vista estructural, la provincia esta organizada en varios dominios tectónicos separados por sistemas de fallas de corrimiento con orientación preferente NO-SE. La deformación es intensa y se caracteriza por plegamiento isoclinal, con variaciones en la orientación de los ejes estructurales: predominan rumbos NO en el sector norte y direcciones cercanas a N60°-70°E en el sector sur, en concordancia con el patrón tectónico regional (Martín-Bellizzia, 1968; Rodríguez, 2025). Las estructuras son cerradas y presentan flancos con buzamientos variables. Martín-Bellizzia (1968) señala que los pliegues son alargados, llegando algunos a estar volcados. Indica que hacia el sector occidental de la franja se desarrollan domos equidimensionales orientados en dirección norte-sur.

Las fallas del Complejo de Imataca presentan orientación variable, NNO-SSE y SSO-NNE. Se distinguen al menos tres grandes sistemas de fallas, de carácter regional, de rumbo

SO-NE, estas son: la Falla de Guri-Santa Bárbara, falla Río Carapo y falla de El Pao (Stewart et al., 1994)

GEOMORFOLOGIA Y RELIEVE

Relieve Regional

El relieve de la Provincia Geológica de Imataca, está dominado por extensas llanuras suavemente onduladas, interrumpidas por sierras y colinas de baja a moderada altitud (300-600 m), originadas por procesos de erosión diferencial. Destacan las serranías de Nuria e Imataca como principales rasgos morfológicos.

La litología ejerce un control directo sobre el modelado del terreno: las cuarcitas ferruginosas forman crestas elevadas, mientras que los granitos y gneises generan formas más redondeadas y superficies intensamente meteorizadas, en ocasiones con pequeñas lagunas. La región es además conocida por sus importantes yacimientos de hierro, como Cerro Bolívar, el Cuadrilátero Ferrífero Ciudad Piar (San Isidro, Las Pailas, Los Barrancos y San Joaquín) Altamira, Grupo Redondo (Cerro Redondo, Ricardo y La Estrella), María Luisa y El Pao, entre los más destacados (González de Juana et al., 1980; Arismendi, 2007; CVG Ferrominera Orinoco, 2026).

Méndez et al. (2014) señalan que el relieve del Complejo de Imataca, se caracteriza por amplias planicies, suave a moderadamente onduladas, sobre las cuales se han desarrollado relieves residuales aislados tipo inselberg, que emergen de manera abrupta como promontorios conformados por bloques irregulares de rocas, o bien como colinas de morfología cómica o abovedada, tipo bornhardt. Estas geoformas son el resultado de prolongados procesos de meteorización química y erosión diferencial, controlados en gran medida por la estructura del macizo rocoso.

Según Muñoz (2007), los lomeríos corresponden a colinas bajas y lomas (menores a 250 m.s.n.m.), de formas redondeadas y afectadas por intensa erosión. En este paisaje destacan los montes isla o inselbergs, relieves residuales formados por erosión diferencial del basamento rocoso, que quedan como elevaciones aisladas sobre superficies más bajas. Indica que este tipo de relieve es característico del noroccidente del estado Bolívar, a lo largo del eje Ciudad Bolívar-Caicara del Orinoco-Puerto Ayacucho.

Estos relieves, de alturas entre 150 y 270 metros, están conformados generalmente por metasedimentitas, rocas metamórficas derivadas de sedimentos originales (protolitos) que han sufrido cambios texturales y mineralógicos debido a altas presiones y temperaturas, granitos, gabros y gneises graníticos. En las rocas más compactas se desarrollan amplias superficies lisas y convexas, conocidas como “dorsos de ballena” mientras que, en otros sectores, las diaclasas controlan la formación de surcos, huecos y pequeñas depresiones. Las cimas y laderas evidencian señales de desgaste natural y meteorización, como exfoliación en láminas (sheeting), desarrollo de cavidades y microformas tipo tafoni, generadas por la acción del agua, sales y variaciones en la humedad.

Todos estos relieves presentan una coloración generalmente oscura, asociada tanto a la composición máfica de las rocas como a procesos de meteorización química en condiciones tropicales, que favorecen la formación de pátinas superficiales.



Figura 3. Imagen satelital con los relieves del complejo gnéisico-granítico Piedra del Elefante-Piedra del Indio.

Relieve Local

La Piedra del Elefante

La Piedra del Elefante constituye una de las elevaciones rocosas que emergen en este sector de la provincia de

Imataca, formando parte de un conjunto de relieves residuales entre los que destacan el Cerro Chirino, Piedra Agoge, Cerro Santa Clara, Cerro Taruná, El Coloso, Piedra El León y Piedra La Leona. Esta última se asocia geomorfológicamente con la Piedra del Elefante,

conformando en conjunto una estructura de gran extensión areal, que supera los 1.2 km².

Pertenece, junto con un conjunto de rocas granitoides intrusivas, entre las que se reconocen granitos, granodioritas y cuarzomonzonitas porfíricas, a la Suite Encrucijada (2187 ± 94 Ma), la cual aflora en el sector más septentrional del Complejo de Imataca, al oeste del río Caroní, en las inmediaciones de Ciudad Bolívar (Rodríguez, 1989; Texeira et al., 2002)

Desde el punto de vista geomorfológico, la unidad se desarrolla dentro de un paisaje de penillanura ampliamente denudada, típico de la Guayana, donde la acción prolongada de la meteorización química profunda y

la erosión diferencial ha originado relieves residuales tipo inselberg. En este contexto, la Piedra del Elefante corresponde a un relieve dómico tipo “bornhardt”, asociado a procesos de exfoliación y descompresión en rocas graníticas.

Se trata de una estructura masiva y compacta, de morfología dómica ligeramente elongada, con orientación preferente O-NO. Presenta aproximadamente 1200 m de longitud, 380 metros de ancho, alcanza una altura máxima cercana a 220 m y ocupa un área de unos 0.35 kilómetros cuadrados. Sus superficies son lisas, convexas y redondeadas, con escasa cobertura de regolito y pocas discontinuidades.

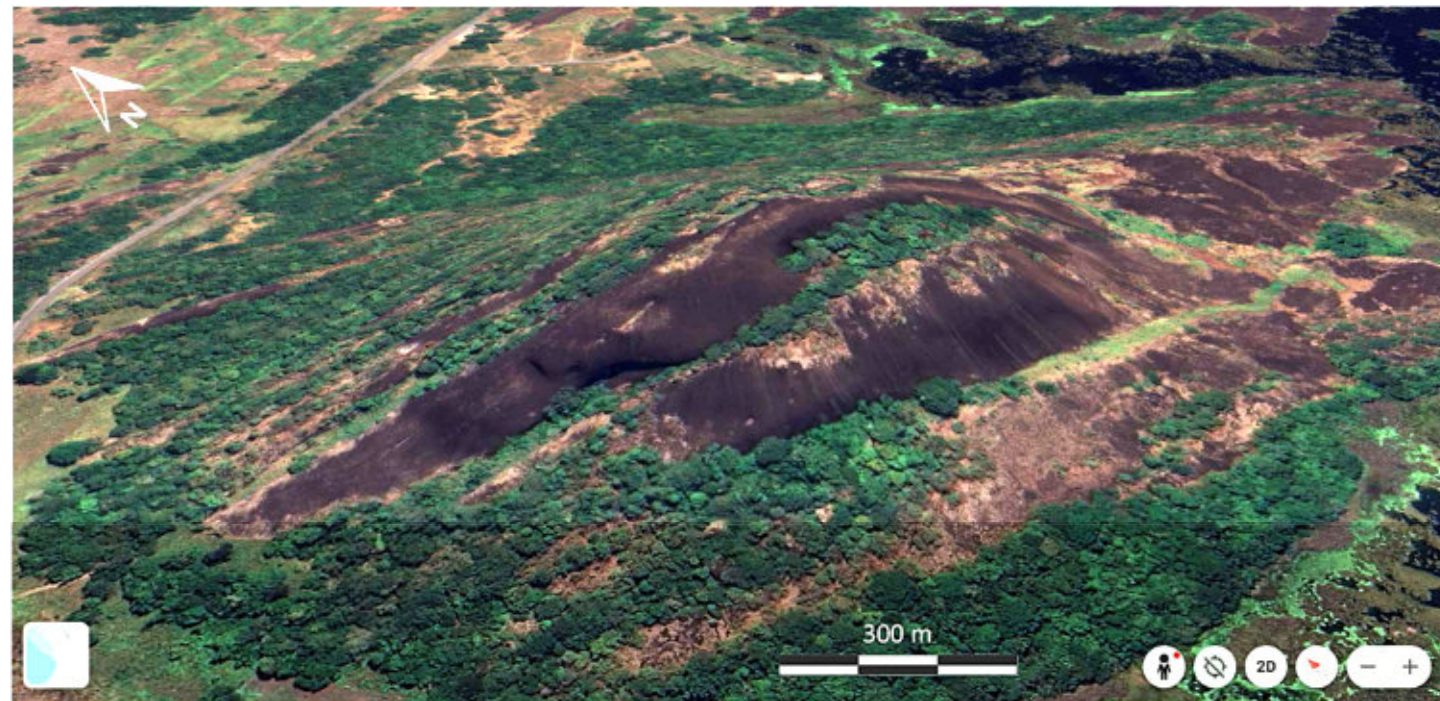


Figura 4. (Arriba) Imagen satelital de la Piedra del Elefante (Google) (Abajo) Diversas tomas del famoso monolito (Fotos cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

Por su geometría, se clasifica como un bornhardt (Twidale & Vidal-Romaní, 1995; Migon´, 2006; Allred, 2009), aunque su forma alargada y suavemente convexa permite también asociarla a relieves tipo “dorso de ballena”. Se encuentra próxima a la Piedra La Leona, de la cual está separada por una amplia acanaladura ocupada por aguas del río Caroní. Ambas elevaciones corresponden a inselbergs elongados, controlados por fracturas del basamento, y se caracterizan por cimas redondeadas, flancos relativamente empinados y superficies rocosas expuestas, con escasa vegetación en las partes altas.

La Piedra del Elefante exhibe una silueta irregular de marcada apariencia zoomorfa, que evoca la figura de un elefante en posición de reposo, origen de su denominación. Desde el punto de vista geomorfológico, se distinguen tres lóbulos principales, subparalelos y de disposición semirecta, orientados hacia el oeste y separados por depresiones que coinciden con zonas de debilidad estructural asociadas a sistemas de fracturas.

Los lóbulos laterales, de menor altura, presentan morfologías masivas y redondeadas, lo que sugiere un mayor grado de resistencia relativa frente a la meteorización; pueden interpretarse, en términos descriptivos, como las extremidades anteriores del animal. Por su parte, el lóbulo central, más prominente y de geometría alargada, define la porción frontal de la estructura, evocando la trompa y el cráneo. Esta configuración responde a un patrón de meteorización diferencial y erosión selectiva controlado por la red de discontinuidades, donde la alteración progresa preferentemente a lo largo de diaclasas y zonas fracturadas, favoreciendo la individualización de volúmenes convexas y el desarrollo de formas redondeadas características de relieves graníticos. El resultado es una geoforma de alta expresividad morfológica, fácilmente reconocible en el paisaje.

Su superficie evidencia meteorización avanzada, con exfoliación en láminas y desarrollo de pequeñas cavidades y depresiones. Corresponde a un remanente erosionado de gneises graníticos más resistentes, cuya morfología actual está controlada por fracturamiento y erosión diferencial. En las zonas más bajas y bordes se observa

mayor desarrollo de suelos, vegetación y drenaje periférico, así como zonas inundables, lo que acentúa el contraste con los sectores rocosos elevados.

La Piedra La Leona

La Piedra La Leona, en contraste, corresponde a un inselberg más amplio, también alargado y más segmentado y compartimentalizado, con una orientación ligeramente distinta, tendiendo más hacia el suroeste. Presenta una topografía irregular, aunque en conjunto mantiene una forma elongada, con varias crestas suaves y laderas de pendientes moderadas a fuertes. Tiene una elevación de unos 180 metros y ocupa un área total de 0.55 kilómetros cuadrados, aproximadamente.

Presenta sectores con mayor cobertura vegetal, asociados a zonas de alteración, acumulación de regolito y áreas de fracturamiento que condicionan su geometría. La disposición de sus formas sugiere un control estructural marcado, probablemente relacionado con sistemas de diaclasas o fracturas.

El domo desarrolla ramificaciones laterales expresadas como crestas y espolones, dispuestas de manera perpendicular o subparalela a las discontinuidades estructurales, lo que genera una morfología irregular y segmentada. Estas geoformas reflejan la influencia directa de la estructura en el modelado del relieve y son consistentes con patrones típicos de inselbergs desarrollados en rocas cristalinas.

La meteorización diferencial y la erosión han favorecido la disección del relieve, generando superficies irregulares y la formación de microformas asociadas. En la parte inferior de los domos se desarrollan pendientes cóncavas acampanadas (flared slopes), originadas por meteorización química y erosión más intensa en la zona de contacto roca-regolito. Asociadas a estas formas se observan cavidades y pequeñas cavernas, entre ellas la denominada “Cueva del Indio”, que habría servido como refugio natural para pobladores originarios y sitio con presencia de numerosos petroglifos y grabados rupestres.

INTERPRETACION GEOMORFOLÓGICA, EVOLUCIÓN DEL RELIEVE Y COMPARACIÓN REGIONAL

La Piedra del Elefante puede interpretarse como un inselberg o domo residual tipo bornhardt, característico de escudos precámbricos desarrollados sobre litologías graníticas y gnéisicas. Este tipo de relieve, ampliamente documentado en escudos precámbricos de África, Australia y el norte de Sudamérica, representa remanentes de antiguas superficies de erosión, donde los materiales más resistentes quedan en resalte tras la denudación del entorno.

Su evolución refleja la interacción entre factores estructurales y climáticos: por un lado, el control ejercido por sistemas de diaclasas, que condicionan la geometría del macizo y facilitan la circulación de fluidos; y por otro, la meteorización química profunda bajo condiciones tropicales, responsable de la alteración del sustrato. La posterior exfoliación por descompresión, combinada con la erosión diferencial favorecen la remoción progresiva del material alterado, dando lugar a la exhumación del núcleo rocoso y a la configuración actual del domo, caracterizado por superficies suavemente convexas, aspecto masivo y una notable variedad de microformas asociadas.

La Piedra del Elefante presenta claras analogías con otros relieves del Escudo Guayanés, particularmente con domos graníticos e inselbergs desarrollados en ambientes de basamento cristalino. Entre estos destacan los domos graníticos del Amazonas y los inselbergs asociados al sistema del río Orinoco, los cuales, al igual que la unidad estudiada, se manifiestan como elevaciones aisladas que emergen abruptamente sobre superficies penillanuradas (Méndez et al. 2014). Ejemplos representativos son la Piedra del Cocuy y Piedra La Tortuga, inselbergs graníticos que se elevan aproximadamente 400 m sobre la penillanura circundante y presentan una morfología dómica bien desarrollada. Estas formas comparten características como cimas redondeadas o abruptas, escasa cobertura vegetal en las partes altas y fuerte control estructural, a diferencia de los tepuyes, de naturaleza sedimentaria y morfología tabular.

MICROFORMAS GEOMORFOLÓGICAS

El relieve del área está dominado por superficies convexas, lisas a ligeramente rugosas, con pendientes moderadas a fuertes que se organizan en una sucesión de lomos

alargados y redondeados. Estas formas presentan crestas suaves y continuas, sin aristas agudas, superficies pulidas y desnudas, observándose transiciones graduales entre laderas y cimas, sin rupturas abruptas y con presencia parches de vegetación concentrados en depresiones o zonas de acumulación de humedad. En conjunto, el paisaje corresponde a un inselberg compuesto, donde varios domos coalescentes forman una unidad morfológica mayor.

El macizo presenta una notable diversidad de microformas asociadas a meteorización química y física y la erosión. Entre las más notables están:

a) Piletas y depresiones (Gnammas)

La superficie del tope del domo presenta un patrón de meteorización caracterizado por cavidades someras, coalescentes y dispuestas en una red de geometría irregular a poligonal. Estas formas corresponden a gnammas o pías graníticas, cuyo desarrollo está controlado por diaclasas superficiales.

La acumulación de agua en estas microdepresiones favorece la meteorización química y la desagregación granular, generando una superficie tipo mosaico en estadios avanzados (Twidale & Bourne, 2018). Este patrón refleja una prolongada exposición subaérea y la interacción entre control estructural y meteorización diferencial.

En las superficies planas, se observan pequeñas depresiones o cavidades (weathering pits), de tamaño variable y escasa profundidad. Algunas presentan formas lenticulares y se alinean a lo largo de diaclasas verticales (water eyes). Su origen está asociado a la infiltración de agua en microfracturas, donde los ciclos de humedad y secado intensifican la meteorización.

Asimismo, la actividad bioquímica de microorganismos y vegetación pionera favorece la disolución de la roca, promoviendo el crecimiento y profundización progresiva de estas cavidades



Figura 5. Vista general y detalle de depresiones lenticulares alineadas a lo largo de diaclasas (water eyes) desarrolladas por la acción conjunta de la descamación de la roca e infiltración del agua en fracturas y diaclasas (Fotos cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

b) Formas de exfoliación

Exfoliación (sheeting)

En la cima y laderas de los domos se desarrollan estructuras tipo “sheeting” consistentes en bloques alargados, lajas y láminas grandes de superficies curvas, resultantes de la descompresión del domo durante el proceso de exhumación. Su escala varía de decimétrica a submétrica. Generan geometrías poligonales o en “turtleback”.

Descamación (spalling /flaking)

Otro de los mecanismos presentes en el área, es la desintegración del granito por el desprendimiento de múltiples fragmentos laminares desde las superficies externas de la roca, proceso conocido como “spalling” o descamación. Este fenómeno implica la separación de láminas, escamas de espesores milimétricos, o delgadas placas de roca, debido a la generación de tensiones internas asociadas a cambios térmicos, descompresión, ciclos de humedad-sequedad o cristalización de sales, que provocan la pérdida progresiva de cohesión en las capas superficiales.

Estas formas, al estar interconectadas y por efectos de la meteorización generada por la acumulación de agua en las microdepresiones inter laminares, desarrollan patrones poligonales o en “piel de reptil”.



Figura 6. Detalle de la superficie del domo con desarrollo de microformas de meteorización, controladas por fracturas y meteorización diferencial. Se observan evidencias locales de spalling superficial, subordinadas a procesos de exfoliación que dominan la configuración del relieve (Foto izq. cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

c) Cuevas y cavernas

Tafoni Lateral Cavernoso

En el flanco del domo se identifican cavidades con rasgos de meteorización diferencial cavernosa, y puede interpretarse como un tafoni lateral o un nicho de meteorización. Presentan morfología cóncava, profunda, y parcialmente cerrada, así como un techo o saliente (overhang) bien desarrollado.

Tafoni o espacios ampliados (abrigo rocoso)

En el complejo Piedra del Elefante-Piedra La Leona, específicamente en esta última, se localiza la denominada Cueva del Indio, que por sus reducidas dimensiones y escasa profundidad corresponde más propiamente a un abrigo rocoso natural que a una cueva en sentido estricto (Sanoja, 1977; Twidale & Bourne, 2008). Este tipo de

geoforma se caracteriza por cavidades someras desarrolladas generalmente en la base de afloramientos rocosos, producto de procesos de meteorización diferencial y socavamiento basal. El sitio ha sido estudiado en el marco del Proyecto Orinoco, donde se reconoce como un espacio de ocupación humana prehispánica en el Bajo Orinoco (Sanoja y Vargas, 1970, 1999; Sanoja, 1977).

Geomorfológicamente, el abrigo corresponde a una cavidad somera desarrollada en la base del afloramiento gnéisico-granítico. Su origen está asociado a meteorización diferencial, favorecida por la mayor retención de humedad en la zona inferior y control estructural ejercido por sistemas de diaclasas. Estos factores promovieron la alteración físico-química y la desagregación progresiva de la roca, seguida por la remoción del material meteorizado. La mayor resistencia del techo genera una cornisa sobresaliente, mientras que procesos complementarios,

como la exfoliación y el desarrollo de cavidades tipo tafoni, contribuyen al ensanchamiento lateral del abrigo y al retroceso del frente rocoso.

El abrigo presenta una apertura amplia (25-30 m), con alturas de 7-10 m en la zona externa de la cornisa que disminuyen progresivamente hacia el interior hasta unos 3 m o menos, lo que confirma su carácter somero. En el sector externo predominan superficies curvas y redondeadas, mientras que hacia el interior se desarrollan formas erosivas irregulares y tafoni. El piso está constituido por material fino, seco y suelto, de naturaleza arcilloso-caolinítica, y el techo es inclinado y de roca masiva. En paredes y piso se identifican sistemas de diaclasas verticales y subhorizontales y superficies de exfoliación que controlan tanto la geometría de la cavidad como su evolución morfodinámica.



Figura 7. Vista de la “Cueva del Indio”, abrigo rocoso desarrollado en la base del domo granítico, caracterizado por una cavidad somera con techo en voladizo, originada por meteorización diferencial y exfoliación. El piso está constituido por material fino, seco y suelto y el techo es inclinado y de roca masiva. Se observan estructuras tipo tafoni, muy alteradas, con algunas fracturas verticales y subhorizontales y signos de descamación (spalling) en la roca fresca. (Fotos cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

Desde el punto de vista arqueológico, se han recuperado materiales líticos, lascas, artefactos bifaciales y

herramientas diversas, así como fragmentos cerámicos y elementos ornamentales, evidenciando una ocupación

humana discontinua pero recurrente del abrigo (Sanoja y Vargas, 1970; 1999; Sanoja, 1977). También se registran pictografías cuya distribución y contenido han sido analizados distinguiéndose al menos dos estilos: uno figurativo, asociado a formas reconocibles del entorno y otro geométrico, compuesto por signos abstractos, patrones lineales y motivos simplificados, sin que pueda establecerse con certeza su asociación con fases específicas de ocupación (Sanoja, 1977).

Las dataciones radiocarbónicas arrojaron edades de 490 a.C (2440 ± 85 A.P.), 370 a.C. (2320 ± 100 A.P.) y 1460 d.C. (490 A.P.) sugiriendo al menos dos momentos de ocupación, correspondientes a grupos distintos. Estas cronologías se enmarcan entre el período Barrancas Pre-Clásico hasta las fases tardías prehispánicas del Medio-Bajo Orinoco (~ 1000 d.C.), lo que indica una ocupación del sitio por sociedades con distintos niveles de organización y modos de vida (Sanoja y Vargas, 1970, 1999; Sanoja, 1977). La coexistencia de diversas tradiciones de artefactos líticos y óseos, así como por la presencia de manifestaciones rupestres, evidencia un período de transición cultural y tecnológica en la región, desde grupos con estrategias de subsistencia basadas en la caza y recolección hasta sociedades más organizadas, posiblemente vinculadas a economías agro-alfareras (Gassón, 2002).



Figura 8. Pictografías en el abrigo rocoso, con motivos geométricos y figurativos. La variedad de estilos sugiere diferentes momentos de ejecución dentro de la ocupación prehispánica del sitio. (Fotos cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

Las características morfológicas y dimensionales confirman que se trata de un abrigo rocoso de gran desarrollo lateral y escasa profundidad, con techo en resalte y frente en retroceso activo. Esta geoforma representa una etapa evolutiva del macizo y del inselberg,

generando espacios que fueron aprovechados como refugio natural y lugar de actividad humana a lo largo del tiempo.

Pseudo-cuevas

Cavidades de diferentes formas, de pequeño a mediano tamaño y muy poca profundidad llegan a observarse en las superficies inclinadas del domo. Son cavidades poco profundas, como nichos, esculpidas en la roca. Presentan morfología compatible con formas tipo “armchair basins” y evidencian un control estructural vinculado a fracturas de exfoliación y son el resultado de retención de humedad y meteorización sobre superficies inclinadas. Son cavidades precursoras de otras de mayores dimensiones, como los abrigos rocosos.

En el flanco del domo central, se reconocen cavidades de gran tamaño y poca profundidad que corresponden a abrigos rocosos o cacholas, desarrollados en zonas de socavamiento basal (De Uña-Alvarez, 2005). Estas formas resultan de la interacción entre meteorización subsuperficial tipo flared slope y procesos de meteorización cavernosa (tafoni), favorecidos por la presencia de diaclasas de exfoliación que controlan la infiltración de agua y la desagregación progresiva del macizo rocoso.

En general, son microformas semicerradas, elípticas, elongadas y asimétricas desarrolladas de forma aislada sobre superficies inclinadas, con la pared posterior abrupta, con cornisa de bordes redondeados y el frente libre hacia el descenso de la pendiente.

En ninguno de los casos constituyen pseudocuevas en sentido estricto, ya que carecen de techo y de un volumen interno penetrable. Por sus características, parecen corresponder a abrigos rocosos de muy poca profundidad.



Figura 9. Vista aérea de la Piedra del Elefante, donde se observan cavidades de diferentes tamaños y poca profundidad o pseudo-cuevas, sobre las superficies del domo. Las mayores corresponden a abrigos rocosos incipientes, desarrollados en zonas de socavamiento basal. (Foto Google Earth)

d) Microformas alveolares

Tafoni

Las formas alveolares características de este tipo de paisaje se encuentran escasamente desarrolladas en el área; sin embargo, en el interior de la cueva se reconocen zonas de la roca afectados por procesos de desagregación granular y alteración físico-química o arenización. Estas evidencias sugieren el establecimiento de microambientes húmedos que favorecen la meteorización diferencial y el desarrollo progresivo de estructuras tipo tafoni. La forma identificada corresponde a un pilar rocoso residual, muy alterado, con algunas fracturas verticales y subhorizontales. Se ven signos de descamación (spalling) en la roca fresca.

Flared slopes (vertientes cóncavas)

En diversos sectores del domo se reconocen formas cóncavas suavizadas, desarrolladas a distintas escalas en la base de las lajas, bloques y bolos, así como en el pie del afloramiento. Estas morfologías corresponden a concavidades tipo flared slope, generadas por meteorización diferencial en condiciones de mayor humedad, que localmente pueden evolucionar hacia cavidades más definidas asociadas al desarrollo incipiente de tafoni, como sucedió con la Cueva de El Indio.



Figura 10. Concavidades tipo flared slope, generadas por meteorización diferencial en la base de la roca.

Cavidades por meteorización diferencial

Son visibles en distintos sectores del domo, tanto en superficie planas como en las laderas. Las cavidades son de diversos tamaños y formas y suelen contener fragmentos de lajas y detrito de variada granulometría, muy degradado. Este relleno es de colores claros, contrastante con marcado color oscuro de la roca granítica fresca.

Ciertas zonas del domo presentan un patrón de meteorización caracterizado por el desarrollo de cavidades poco profundas, coalescentes y organizadas en una red de geometría poligonal. Este patrón refleja una prolongada exposición subaérea y una fuerte interacción entre control estructural y procesos de meteorización diferencial.

e) Formas residuales

Bloques y tors

En la cúspide del domo, hacia la zona central se desarrollan bloques residuales masivos, multidimensionales, irregulares y de bordes redondeados, dispuestos en apilamientos que configuran un "tor" granítico. Esta

morfología corresponde a un remanente rocoso más competente, donde la meteorización diferencial ha progresado a lo largo de sistemas de diaclasas.

La geometría en bloques sugiere la intersección de fracturas subverticales y subhorizontales, que han favorecido la compartimentación del macizo y la

individualización de volúmenes de roca aun parcialmente integrados al cuerpo principal.

Las zonas más degradadas muestran crecimiento de vegetación media-alta, visible también en los espacios intra-diaclasas.



Figura 11. Cima del domo granítico con desarrollo de bloques residuales tipo tor (flechas), formados por meteorización diferencial controlada por diaclasas. Los bloques residuales son masivos, irregulares y de bordes redondeados, organizados en apilamientos característicos. (Adaptado de Video de Adrian Huber (<https://www.youtube.com/watch?v=K6oTasod1pE>))

Berrocales y Pedrizas

En algunos sectores del área se logran observar bloques multidimensionales, masivos e irregulares resultado del desprendimiento y colapso de láminas exfoliadas producto del fracturamiento del granito. Incluye losas, láminas, placas, bloques y cantos de variados tamaños y formas. Están dispuestos tanto ordenadamente como en forma caótica o dislocados en las laderas y/o base del domo.

Losas residuales

Se reconocen en diversos sectores del domo y corresponden a fragmentos derivados de la desintegración de las capas superficiales de roca, que posteriormente se movilizan pendiente abajo por acción gravitacional. Su origen está vinculado al desarrollo de planos de rotura subparalelos a la superficie del afloramiento, asociados a procesos de exfoliación o meteorización en capas, que generan estructuras concéntricas comparables a capas de cebolla agrietadas (onion-skin). Estas discontinuidades se

originan como resultado de la liberación de presión, la expansión térmica y la acción de agentes físico-químicos, que favorecen la fragmentación progresiva de las capas externas en lajas o bloques.

Domos y vaguadas inter-domos degradados

En las depresiones o vaguadas interdomales se identifican acumulaciones de material degradado de origen coluvial, compuesto por fragmentos rocosos de tamaños variables (desde gravas hasta bloques), dispuestos de manera desigual, variada e irregular y generalmente subangulosa.

En sectores donde la estabilidad superficial lo permite, estas depresiones aparecen parcial a totalmente cubiertas por vegetación de porte pequeño a mediano, favorecida por la retención de humedad y el desarrollo incipiente de suelos.

El sector este del domo está intensamente afectado por el fracturamiento y meteorización, por lo que reúne una buena cantidad de material degradado de variada granulometría. Esta zona está parcialmente cubierta por vegetación.

f) Acanaladuras y drenaje

Estrías y pequeñas ranuras. Redes de drenaje

Sobre la superficie del domo se reconocen estrías y ranuras alargadas (acanaladuras), desarrolladas preferencialmente siguiendo la pendiente y, en muchos casos, controladas por microfracturas o irregularidades de la roca. Estas formas corresponden a canales incipientes de escorrentía, generados por la concentración y conducción de aguas pluviales sobre la superficie expuesta.

Su desarrollo está estrechamente vinculado a la circulación superficial de agua, la cual erosiona selectivamente el sustrato y remueve los productos de meteorización, profundizando progresivamente las ranuras. En muchos casos, estas acanaladuras se integran a pequeños sistemas de drenaje superficial, conectando cavidades o depresiones, y favoreciendo la organización de redes hidrológicas a pequeña escala.

Canales de escorrentía

En la superficie del domo se desarrollan acanaladuras y surcos de escorrentía (rills), generados por la concentración del flujo superficial sobre la roca desnuda.

Estos canales, generalmente poco profundos y alargados, pueden integrarse en redes de drenaje que conectan microformas como gnammas y cubetas. Se forman por la acción combinada de escorrentía superficial, abrasión por sedimentos y meteorización química localizada.

g) Diaclasas y fracturas de exfoliación

El domo está controlado por un sistema de fracturas que define su geometría y compartimentalización. Destacan diaclasas subparalelas a la superficie (exfoliación), generadas por descompresión y esfuerzos internos, junto con diaclasas y fracturas ortogonales que favorecen la meteorización. La interacción entre este patrón estructural, una litología homogénea y los procesos de meteorización y erosión ha dado lugar a su configuración actual. Las zonas de fracturas son claramente localizadas por el desarrollo de vegetación en ellas. En los flancos del domo, especialmente en el flanco sur, se observan claramente sistemas de diaclasas y fracturas de exfoliación de geometría poligonal. Son el resultado de la descompresión progresiva asociada a la exhumación del cuerpo rocoso y relativamente paralelas a la superficie topográfica. Los polígonos definidos por la intersección de estas fracturas pueden presentar tamaños y formas variables, dependiendo de la densidad del fracturamiento y de la interacción con otros sistemas de diaclasas.



Figura 12. Sistemas de diaclasas y fracturas de exfoliación de geometría poligonal. Son el resultado de la descompresión progresiva asociada a la exhumación del domo (Foto Google Earth).

También se reconocen diaclasas ortogonales, generalmente más estrechamente espaciadas, que subdividen las losas generadas por exfoliación en bloques de menor tamaño. Estas discontinuidades secundarias favorecen la penetración de agua y el avance de la meteorización físico-química, contribuyendo a la desagregación progresiva del domo y al desarrollo de formas residuales

VALOR CIENTÍFICO, PATRIMONIAL e HISTÓRICO

La Piedra del Elefante es un espacio natural que reúne elementos geológicos, geomorfológicos, arqueológicos y culturales, lo que permite entender el paisaje de manera integral. Como sitio de interés geológico, no solo refleja la evolución natural del paisaje, sino también la relación histórica entre las personas y su entorno, lo que le da un significado que va más allá de la ciencia. Su importancia patrimonial radica en la integración de elementos naturales y culturales que muestran la evolución del territorio y la construcción de identidades locales a lo largo del tiempo.

Valor científico

La Piedra del Elefante está emplazada en la Provincia de Imataca, la más antigua unidad del Escudo de Guayana, un terreno arqueano de edad entre 2700-2800 Ma, y de rocas, depósitos minerales y tectonismo correlativo con el cratón de Africa Occidental (Sidder & Mendoza, 1995) razón por la cual constituye un testimonio de la historia geológica regional y mundial y evolución del supercontinente de Gondwana.

Desde el punto de vista geomorfológico, la Piedra del Elefante además de representar un relieve residual precámbrico del Escudo Guayanés constituye un excelente ejemplo de modelado granítico, donde se reconocen estructuras y formas asociadas a procesos de exfoliación, fracturación y meteorización diferencial. La presencia de microformas como gnammas, cubetas, tafoni y superficies tipo flared slope permite interpretar la evolución geomorfológica del domo, constituyendo un laboratorio natural para el estudio de la dinámica de meteorización en ambientes tropicales.

La presencia del refugio natural rocoso conocido como Cueva del Indio, con manifestaciones de arte rupestre y restos arqueológicos, aporta un valor adicional al geosito.

Este contexto permite analizar la interacción entre el medio físico y la ocupación humana, constituyendo un caso de interés para la arqueología y la antropología.

Valor patrimonial y educativo

La singularidad morfológica y el buen estado de conservación de la Piedra del Elefante la posicionan como un elemento destacado del patrimonio geológico local. Como registro natural de procesos geológicos y geomorfológicos de larga duración, posee un alto potencial para la educación ambiental, la divulgación científica e interpretación del paisaje.

Valor histórico

Las cavidades y abrigos rocosos presentes en la zona sugieren su uso como espacios de refugio natural en épocas pasadas. Además, su prominencia en el paisaje pudo haberlo convertido en un punto de referencia territorial.

La presencia de artefactos, utensilios y herramientas líticas, junto con restos orgánicos y manifestaciones de arte rupestre en su entorno, evidencia una ocupación humana prehispánica. Estas expresiones muestran una notable diversidad estilística, que incluye motivos geométricos, antropomorfos y simbólicos. Este tipo de manifestaciones, ampliamente documentadas en la región del Orinoco, puede alcanzar varios miles de años de antigüedad y refleja el modo de vida de las sociedades cazadoras-recolectoras del Bajo Orinoco y del oriente venezolano, así como su vinculación con otros grupos del norte de Sudamérica (Sanoja y Vargas, 1999).

El geosito registra no solo la historia geológica y reconstruye el ambiente sedimentológico de la época, sino que rememora los cambios climáticos y variaciones del nivel del mar en la región. También interpreta parte de la historia cultural del territorio durante el Pleistoceno tardío al Holoceno temprano (Sanoja y Vargas, 1999)

Valor cultural

En diversas regiones de Venezuela, y del mundo, las grandes rocas y relieves aislados han sido considerados elementos simbólicos y sagrados, asociados a relatos míticos y tradiciones orales. Estas formaciones adquieren significado cultural más allá de su naturaleza geológica,

siendo percibidas como entidades con valor espiritual, místico o identitario.

La forma característica del domo, evocando la figura de un elefante en reposo, ha favorecido su incorporación en el imaginario colectivo, otorgándole un nombre y significado que refuerzan su valor cultural. Este tipo de asociaciones entre formas naturales y elementos reconocibles contribuye a fortalecer el vínculo entre la comunidad y su entorno geológico, consolidando su identidad territorial.

Valor recreativo y turístico

El carácter escénico, la accesibilidad y la singularidad de la Piedra del Elefante la convierten en un sitio de alto potencial para actividades recreativas y de geoturismo. Su morfología distintiva, junto con la diversidad de formas menores presentes, favorece la interpretación del paisaje, el senderismo y la educación ambiental contribuyendo al aprovechamiento sostenible del entorno.



Figura 12. Actividades recreativas y turísticas en la Piedra del Elefante y su entorno, que incluyen senderismo y observación paisajística, complementadas con servicios locales y el uso del Lago Caruachi para actividades acuáticas como navegación y canotaje (Fotos cortesía Daniel Moser Ramírez, Kayoas Adventures)

4.5. Protección y acceso

A pesar de su alto valor patrimonial, el sitio presenta riesgos significativos de deterioro asociados principalmente a la intervención humana, la ausencia de protección formal y su alta vulnerabilidad al vandalismo, especialmente en las manifestaciones de arte rupestre. Prácticas como la realización de grafitis, la manipulación no especializada y alteración de petroglifos, incluyendo la

Actualmente, el sitio es utilizado para actividades de senderismo, excursionismo y observación paisajística, lo que refuerza su atractivo como destino turístico a escala regional. Su relativa facilidad de acceso ha despertado un creciente interés tanto de visitantes como de comunidades locales. Asimismo, se han desarrollado iniciativas locales orientadas a la divulgación de su valor y a la promoción del turismo, mediante recorridos guiados en rutas certificadas y la participación en actividades recreativas especializadas.

En sus alrededores existen infraestructuras y servicios básicos que complementan la experiencia recreativa, tales como áreas deportivas, parque infantil, espacios de descanso, churuatas, mirador y oferta gastronómica local.

Además, su proximidad al Lago Caruachi permite el desarrollo de actividades acuáticas como natación, pesca y deportes náuticos, incluyendo navegación, canotaje y kayak, práctica que ha ganado relevancia como alternativa de turismo en la región.

superposición de pigmentos modernos, y el uso de vehículos rústicos para ascender o circular sobre las superficies rocosas constituyen amenazas directas que pueden generar daños irreversibles.

Por estas razones, resulta imprescindible implementar estrategias de conservación y manejo sostenible, que incluyan control de acceso, regulación del uso del espacio

y medidas de protección orientadas a garantizar su preservación a largo plazo.

CONCLUSIONES

La Piedra del Elefante constituye un geosito de alta significación, donde convergen procesos geomorfológicos de larga duración y evidencias de ocupación humana prehispánica. Su configuración como domo residual y la presencia de un abrigo rocoso explican tanto su evolución como su uso recurrente por distintos grupos humanos.

Su representatividad y singularidad lo posicionan como un componente clave del geopatrimonio regional, con alto potencial para la investigación, la educación y el geoturismo. Su preservación demanda la implementación de estrategias de geoconservación y manejo sostenible para garantizar su continuidad como recurso científico, cultural y territorial.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a Daniel Moser Ramírez, Director de la empresa Kayoas Adventures (@kayoasadventure), por el suministro de material fotográfico y por la valiosa información proporcionada sobre la Piedra del Elefante y Cueva del Indio, particularmente en lo relativo a su uso, características del sitio y actividades asociadas. Su colaboración contribuyó significativamente a la documentación y comprensión integral del área de estudio.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE IMÁGENES

Las ilustraciones incorporadas en este documento tienen una función estrictamente académica e informativa. Todas pertenecen a sus respectivos autores, instituciones o empresas. Este trabajo no reclama propiedad intelectual sobre ellas y su uso se limita al análisis crítico y académico, sin fines comerciales.

REFERENCIAS & CONSULTAS

- <https://arqueologiavenezuela.blogspot.com/2013/12/la-cueva-de-el-elefante-estado-bolivar.html?m=1>
- Arismendi J. (2007) Presentación geográfica de las formas de relieve, Capítulo 11 en Colección GeoVenezuela, Tomo II, Tercera Parte, Medio Físico y Recursos ambientales, p 128-182, Editorial FEP/Biblioteca

Fundación Polar
(<https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org>)

Crónica Uno / El Carabobeño. Pinturas rupestres en Bolívar

CuriosoTeatro. Piedras míticas naturales en Venezuela

CVG/Ferrominera
(<https://www.ferrominera.com/publicaciones/yacimiento-s-tipo-cerro-bolivar-investigacion-documentada-por-aldo-cantafio/>)

De Uña-Alvarez E. (2005) Definición de Formas Graníticas Tipo Tafone: Nomenclatura y Significado Geomorfológico, Minius XIII, pp. 331-342.

Fundación Empresas Polar. Arte rupestre y petroglifos en Venezuela

Gassón R.A. (2002). Orinoquia: The Archaeology of the Orinoco River Basin. Journal of World Prehistory, Vol. 16, No. 3, September 2002

González, A. (2024). Arte rupestre y patrimonio cultural en Venezuela.

González de Juana, C., Iturralde de Arozena, J. M., & Picard, X. (1980). Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Caracas: Ediciones Foninves.

Hackley P.C., Urbani F., Karlsen A. W. and Garrity C.P. (2006) Mapa Geológico de Venezuela, USGS Open-File Report 2006-1109

Infobae (2024). Hallazgos recientes de arte rupestre en Venezuela.

Jaimes, A. (s.f.). Significado simbólico de las piedras en culturas indígenas.

Martín-Bellizzia C. (1968). Edades Isotópicas de Rocas Venezolanas. Boletín Geología, Volumen X, Número 19. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, p. 356-379.

Méndez W., Cartaya S. y Benítez J. (2014) Algunos aspectos geológicos y geomorfológicos del hato La Vergareña, noroeste del Bajo Paragua, estado Bolívar, Venezuela, Revista de Investigación Nº 81 Vol. 38 Enero-Abril, 2014, 169-199. Recuperado en 24 de marzo de 2026, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142014000100008&lng=es&tling=es.

Mendoza V. (2000). Evolución Geotectónica y Recursos Minerales del Escudo de Guayana en Venezuela (Y Su Relación con el Escudo Sudamericano) Cátedra Geología de Venezuela, Universidad de Oriente, Escuela Ciencias de la Tierra

Mendoza, V., Márquez, H., Petit, P., & Brojanigo, A. (2014). Historia geológica del Escudo de Guayana, Venezuela, y sus recursos minerales. Revista Geológica de Venezuela.

Migon' Piotr (2006). Granite Landscapes of the World. Oxford University Press Inc., New York, 384 p. + ilustraciones

Muñoz Ospino José Enrique. Estado Bolívar Capitulo 42 en GeoVenezuela, Tomo 5 , Quinta parte: Geografía de la división político-territorial del país, p 576-683, Editorial FEP/Biblioteca Fundación Polar (<https://bibliofep.fundacionempresaspol.org>)

Páez, L. (2017). Arqueología del arte rupestre en Venezuela. Boletín Antropológico.

Rodríguez I. (2025). Interpretación Integrada de Anomalías Gravimétricas y Magnéticas, a Partir de Datos Satelitales, en el Escudo De Guayana: Estados Bolívar y Amazonas, Compendio del Trabajo de Incorporación Académica (TIA) ante la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH) de Venezuela, p 72-110.

Rodríguez S. (1997). Fajas comerciales de granitos ornamentales en Bolívar norcentral, Venezuela. VIII Congreso Geológico Venezolano. Memorias. Tomo II. Venezuela: Sociedad Venezolana de Geólogos.

Rodríguez S. (1989). Yacimientos de Minerales Industriales de Venezuela, Areas Investigadas entre 1983 Y 1988. Boletín de Geología Ministerio de Energía y Minas, Vol. XVII, No. 30, Diciembre 1989,

Rupestreweb. Arte rupestre en Venezuela.

Sanoja Obediente M. y Vargas, I. (1970). La Cueva de El Elefante (Investigaciones arqueológicas en el Bajo Orinoco: Estado Bolívar, Venezuela), Proyecto Orinoco, Informe No. 2, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, FACES, UCV y CVG, Impreso en Caracas, 58 p. con fotos BN., Dibujos y mapa de la cueva

Sanoja Obediente M. (1977). Nuevas Fechas de Radiocarbón para la Cueva de El Elefante. Estado Bolívar, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología 8, no. 15 (1977): 47-50.

Sanoja Obediente M. y Vargas I. (1999). La Formación de Cazadores Recolectores del Oriente de Venezuela, Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social, 2, 1999. 179-219. Universidad de Cádiz.

Sidder G.B. and Mendoza V. (1995) Geology of the Venezuelan Guayana Shield and its Relation to the Entire Guayana Shield, in Geology and Mineral Deposits of the Venezuelan Guayana Shield, Edited by Gary B. Sidder, Andrés E. Garcia, and Judith W. Stoesser, USGS Bulletin 2124-B.

Stewart J.H., Martinez F., and Brooks W.E. (1994) Geologic Map of the Ciudad Piar and Part of the Ciudad Bolivar 2°x3° Quadrangles, Bolivar State, Venezuela, USGS

Teixeira W., Tassinari C. G. C., Mondin M. (2002) Características Isotópicas (Nd e Sr) do Plutonismo Intrusivo no Extremo NW do Cráton Amazônico, Venezuela, e Implicações para a Evolução Paleoproterozóica, Revista do Instituto de Geociências – USP, Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v.2, p. 131-141, dezembro 2002.

Twidale C.R., Bourne J.A. & Romani V. (1999). Bornhardt inselbergs in the Salt River Valley, south of Kellerberrin, Western Australia (with notes on a tessellated pavement in granite and pinnacles in laterite), Journal of the Royal Society of Western Australia, 82:33-49,1999.

Twidale C.R. and Bourne J.A. (2008) Caves in granitic rocks: types, terminology and origins. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 2008. Vol. 33, pp. 35 – 57.

Twidale C.R. and Bourne J.A. (2018) Rock Basin (gnammas) revisited. Géomorphologie: relief, processus, environment, Vol. 2, Nº 2, p 134-149. Open Edition Journals (<https://doi.org/10.4000/eomorphologie.11880>)

Wikimedia Commons. Piedra del Elefante, estado Bolívar.

SOBRE LOS AUTORES:



Jesús S. PORRAS M. es Ingeniero Geólogo de la Universidad de Oriente con Maestría en Ciencias Geológicas de la Universidad Central de Venezuela. Posee amplia experiencia profesional en la industria petrolera donde ha desempeñado diversos cargos en proyectos tanto de exploración como de desarrollo de reservorios convencionales y no convencionales.

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

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

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



Genaro STABILITO C. es Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad de Oriente con una Mención en Recursos Petroleros, también ha realizado Estudios en la Especialidad de Reducción Directa en la Universidad Nacional Experimental de Puerto Ordaz (UNEXPO). Posee amplia experiencia en el área de Mud Logging (Control de variables de Perforación de Pozos Petroleros).

Adicionalmente se desarrolló en el área de Minería de Hierro, Plantas de Peletización y Plantas de Reducción Directa (Midrex).

Actualmente se desempeña como Asesor en Orinoco Company, C.A., empresa venezolana de Extracción, Transporte y Comercialización de Mineral de hierro, tanto para el Mercado Nacional como Internacional.

FORMACIONES Y LITODEMAS EN LA NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA CUBANA

Humberto Álvarez Sánchez ⁽¹⁾ Jorge De Huelbes Alonso ⁽²⁾, Luis R. Bernal Rodríguez ⁽²⁾

(1) Miramar Mining Corporation. República de Panamá. (2) Instituto de Geología y Paleontología. La Habana, Cuba

Memorias en CDROM. VI Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, 2015. La Habana. Cuba.

Resumen

El léxico estratigráfico cubano posee algunas características nacionales, ya que una parte significativa de las unidades litoestratigráficas fueron definidas en informes inéditos, tanto de geólogos extranjeros como cubanos. Un ejemplo es la gran cantidad de unidades definidas por los geólogos petroleros que trabajaron en Cuba (e.g. Hatten, 1957) en las décadas de los 40 y 50, aceptadas sin nunca haber sido publicadas y otras que aún se siguen empleando, aceptadas o no (Pardo; 1975; 2009). Existe la necesidad de uniformar la nomenclatura estratigráfica. Este fin puede lograrse por la acción de una autoridad estratigráfica nacional única, formada por geólogos competentes, que realice un arbitraje riguroso en la definición de unidades de rocas. Se discute sobre el uso correcto de la categoría “litodema”; empleada por primera vez en Cuba en el Complejo Mabujina y se enfatiza sobre los requisitos obligatorios durante su aplicación, entre ellos el incumplimiento de la Ley de Superposición. Para profundizar en el uso correcto de las categorías “formación” y “litodema”, se discute sobre una unidad litodémica y una formación litoestratigráfica pertenecientes al Macizo Metamórfico Escambray de Cuba Central. El examen abreviado de una parte de la secuencia estratigráfica en dicha región muestra que una cartografía regional, sostenida y competente, apoyada por un conocimiento adecuado de su compleja estructura; pone de manifiesto la naturaleza litoestratigráfica de la mayoría de sus secciones litológicas, independientemente de su grado metamórfico y de sus complejidades tectónicas.

Palabras clave: Unidades litoestratigráficas y litodémicas. Criterios del uso en la estratigrafía.

Abstract

The Cuban stratigraphic lexicon possesses certain national characteristics, as a significant portion of lithostratigraphic units were defined in unpublished reports by both foreign and Cuban geologists. An example is the large number of units defined by petroleum geologists working in Cuba (e.g. Hatten, 1957) during the 1940s and 1950s, which were accepted without ever being published, alongside others that continue to be used today, whether formally accepted or not (Pardo, 1975; 2009). There is a clear need to standardise stratigraphic nomenclature. This objective can be achieved through the action of a single national stratigraphic authority, composed of competent geologists, to carry out rigorous arbitration in the definition of rock units. The correct use of the category ‘lithodem’ is discussed; first employed in Cuba within the Mabujina Complex, with emphasis placed on the mandatory requirements for its application, including the non-fulfilment of the Law of Superposition. To further explore the correct use of the categories ‘formation’ and ‘lithodem’, a lithodem unit and a lithostratigraphic formation belonging to the Escambray Metamorphic Massif in Central Cuba are discussed. A brief examination of part of the stratigraphic sequence in this region shows that sustained and competent regional mapping, supported by an adequate knowledge of its complex structure, reveals the lithostratigraphic nature of most of its lithological sections, regardless of their metamorphic grade or tectonic complexities.

Keywords: Lithostratigraphic and lithodem units. Criteria for use in stratigraphy.

1-Introducción.

No es el objetivo del artículo discutir los principios filosóficos de la nomenclatura estratigráfica en la actualidad mundial. Excelentes trabajos pueden consultarse por los interesados (p.e., Reguant, 1989; Hedberg, 1980) sobre la validez y fundamentos de las categorías estratigráficas; sino examinar los progresos obtenidos en Cuba, desde la década de los 90, en contraste con ciertas características de la nomenclatura estratigráfica cubana y discutir la utilización correcta de las categorías estratigráficas principales, litoestratigráficas y litodémicas.

Precisamente, la correcta aplicación de las categorías litoestratigráficas y litodémicas en la estratigrafía de Cuba y, de paso, la creación de un arbitro institucional que controle y ejerza el establecimiento de nuevas unidades y el cumplimiento de las reglas; constituyen importantes necesidades actuales de la estratigrafía cubana. Su cumplimiento puede resolver, la proliferación indiscriminada de términos que no cumplen satisfactoriamente las reglas de la nomenclatura; situación que crea dificultades en los requerimientos de la literatura científica y afectan el progreso de la ciencia estratigráfica.

Sin embargo, no debe olvidarse que, a un territorio geológicamente complejo con amplia diversidad litológica y geográfica, pueden corresponderle numerosos nombres estratigráficos. Por eso no se justifica un excesivo temor a la abundancia de nombres, en tanto designen con rigor unidades reales, fundamentadas en los hechos de campo, que contribuyan a la comprensión de la estructura geológica, satisfagan las reglas básicas de definición y precedencia y sirvan a las necesidades de la economía y la ciencia.

Varias dificultades acumuladas desde hace tiempo en la estratigrafía de Cuba, se relacionan con la ausencia de publicaciones geológicas periódicas, con suficiente frecuencia y espacio para que un proceso de continuidad en el tiempo, pueda permitir una publicación regular de los reportes de unidades estratigráficas. También la ausencia de reglas obligatorias, observadas por todos, y de nuevo, instituciones con autoridad para realizar la censura de los posibles incumplimientos. Existen muchos problemas relacionados con este tema y no será una tarea sencilla llegar a buen puerto con una solución aceptable para todos.

2-La nomenclatura y el léxico de estratigrafía cubana devienen de una historia.

La formación del léxico estratigráfico de Cuba, es un ejemplo de una rica historia de contribuciones relevantes para el conocimiento de la naturaleza geológica del país; hoy integradas en una base de información científica fundamental. Ya en 1938, el eminente geólogo cubano Pedro Joaquín Bermúdez, en su obra “Bibliografía Geológica Cubana”, registró 605 referencias sobre la geología de la isla; varias con las primeras referencias a unidades litológicas; su posición estratigráfica y contenido fosilífero. Esta obra fue seguida por la "Contribución al Estudio del Cenozoico Cubano (1950) y en 1961 la publicación de la importantísima obra del Doctor Bermúdez, titulada "Las Formaciones Geológicas de Cuba", de indispensable consulta para los geólogos, cubanos y extranjeros. Esta obra, sin duda, puede considerarse como el antecedente del léxico estratigráfico de Cuba.

Un rasgo significativo de la lexicografía estratigráfica cubana, consiste en que gran parte de las definiciones de las unidades estratigráficas, se formaron por las contribuciones de geólogos extranjeros y cubanos que, indistintamente, las publicaron en revistas extranjeras y algunas veces en la escasa prensa científica de la Cuba republicana. Pero simultáneamente, otra parte considerable, fueron definidas en informes inéditos; hecho que no fue obstáculo para que las conociéramos, utilizáramos en trabajos de geología regional y se entronizaran en la geología de Cuba. Tales son, por ejemplo, los nombres de muchas unidades litoestratigráficas cubanas, definidas y descritas por los geólogos petroleros que trabajaron en Cuba (v.g. Hatten, 1957) en las décadas de los 40 y 50, varias de las cuales son aceptadas, sin nunca haber sido publicadas y otras que aún se siguen empleando, aceptadas o no (Pardo; 1975; 2009)

Es decir, la formación del léxico estratigráfico tiene una historia progresiva que debe tomarse en cuenta; determinada por el desarrollo de las ciencias geológicas en Cuba y que tiene su continuación en la actualidad; pero sin contar aún con una nomenclatura estratigráfica uniforme, una autoridad nacional única que realice un arbitraje competente y sin órganos de la prensa científica con tiradas frecuentes y con volumen adecuado.

3-Progreso en la observación de las reglas de nomenclatura.

Otra de las particularidades importantes del proceso de formación de nuestro léxico estratigráfico, es lo relacionado con el cumplimiento de los requisitos contextuales de la definición de las unidades de roca con características propias; tales como “formaciones”; “miembros” y, en las últimas décadas con los nuevos conceptos definidos en las últimas ediciones de los códigos estratigráficos de América del Norte (litodemas). Al respecto cabe observar que, una parte de las unidades estratigráficas de Cuba quedaron definidas en épocas muy tempranas, cuando las reglas y requisitos de los códigos no se encontraban tan detalladamente formuladas; por ejemplo en las décadas del 20 y 30 del pasado siglo. En décadas posteriores, las bases formales para definir nuevas unidades, fueron paulatinamente cumplidas y aproximadamente satisfechos los esquemas descriptivos y requisitos establecidos por los códigos; proceso que se aprecia en Cuba aún en trabajos no publicados, o no publicables por causa de restricciones específicas. Este mayor apego a los requisitos se enfatizó a finales de la década del 80, cuando extensas cartografías ejecutadas por el servicio geológico y los institutos de investigación básica cubrieron el territorio nacional y la celebración frecuente de convenciones científicas y técnicas y, finalmente por la organización de las primeras comisiones del léxico estratigráfico de Cuba, a mediados de esa década.

En resumen: Observamos dos características significativas. Por una parte la incorporación al léxico estratigráfico cubano de unidades inéditas, pero conocidas mediante la exhumación de informes de archivo. Por otra parte; un apego general, no siempre explícito, a los principios de los códigos de nomenclatura estratigráfica de Norteamérica. Sin embargo; raramente cumpliendo la totalidad de los requisitos obligatorios, a veces con la falta de una declarada intención de nombrar y definir una unidad nueva y con la ausencia de una descripción mediante un esquema formal y consecutivo de características, exigidas por los códigos; independiente del hecho de que la mayor parte de las descripciones ofrecieron información suficientemente sustancial y completa, aunque desordenada.

4-Léxico Estratigráfico de Cuba.

El primer texto del Léxico Estratigráfico de Cuba, fue elaborado en el Instituto de Geología y Paleontología de Cuba por un colectivo de redactores (González García; *et al.*, 1994) dirigidos por el Doctor Franco Álvarez; como resultado de la labor de la Comisión del Léxico Estratigráfico de Cuba. Precisamente en la introducción de ese documento, se explican varios de los asertos, brevemente comentados en este artículo, sobre las particularidades de la formación histórica de la lexicografía cubana. El Léxico (1994) contiene cientos de unidades litoestratigráficas, mediante un trabajo bien ordenado, preciso y suficientemente adecuado a la época de su confección. Un esfuerzo notable y respetable.

Las descripciones básicas en el léxico siguen un esquema de descripción de las unidades que presenta una satisfactoria coincidencia con las reglas establecidas en los códigos de Norteamérica, anteriores a 1983 (y parcialmente a los posteriores) y consigue sintetizar la información de acuerdo a dichas reglas, de manera, incluso más ordenada, en una serie de casos, que las descripciones originales de varios autores.

Sin embargo, ya en aquel entonces había surgido, como una ampliación y generalización conceptual con un importante sentido filosófico para la ciencia estratigráfica; la categoría de litodemas (NASC, 1983)

5-Primera aplicación del concepto de litodema en la estratigrafía de Cuba.

A principios de 1983, la Expedición Checoslovaquia-Cuba Escambray II, había concluido la segunda campaña de cartografía geológica; esa vez a escala 1:50,000, del Complejo Mabujina (Somin y Millán, 1981), al lograr un mapa muy detallado, pero litológico puro, que enfrentaba las dificultades específicas, llegada la hora de proveer terminología estratigráfica a un macizo metamórfico.

La intrincada estructura del complejo Mabujina, con su entrelazamiento plegado de intrusiones subvolcánicas, coladas de lavas, capas piroclásticas, intrusiones ácidas y básicas de multifase, ofiolitas y metamorfismo variable; condujo a los autores (Mlcoch y Álvarez-Sánchez, en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985) a sustentar la estratigrafía de las anfibolitas y las intrusiones plutónicas ácidas, sobre la base del nuevo concepto de litodemas, propuesto por el North American Stratigraphic Code (1983), al estimarla particularmente apropiada para establecer las categorías estratigráficas de esta faja metamórfica (Figura 1).

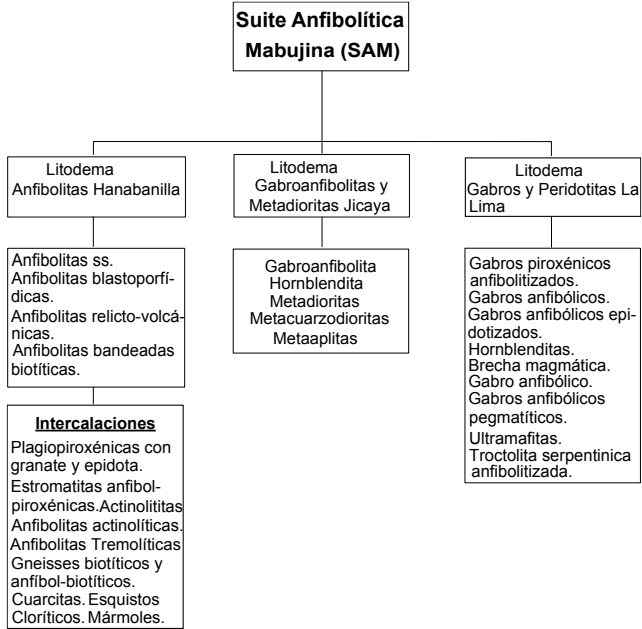


Figura.1. Diagrama de la división de la Suite Anfibolítica Mabujina correspondiente a la nomenclatura primaria empleada en Zona Centro (Mlcoch y Álvarez-Sánchez, en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1986).

Al contrario de varios nombres existentes, en su mayoría sin una definición detallada, los autores citados emplearon el término “Suite Anfibolítica Mabujina¹”, dividida en varios litodemas y “Suite Intrusiva Manicaragua” para los intrusivos ácidos no metamórficos. En sentido general esa nomenclatura continuaba en equivalencia material con las divisiones anteriores.

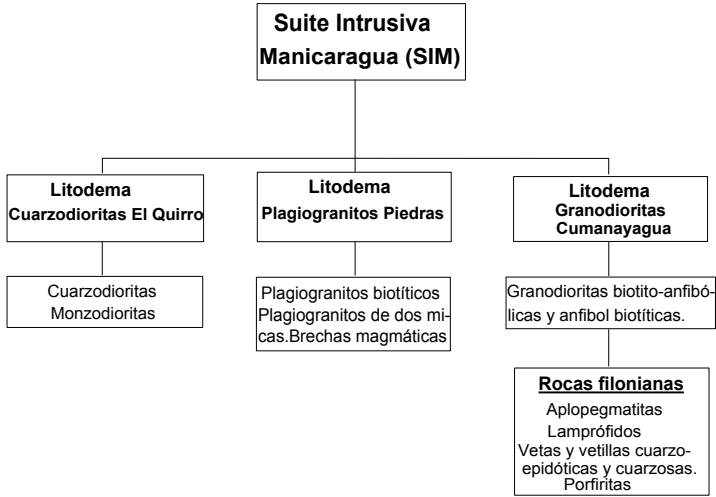


Figura.2. Diagrama de la Suite Intrusiva Manicaragua. La nomenclatura primaria empleada en el Informe Zona Centro (según Mlcoch y Álvarez-Sánchez; en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985).

La Suite Anfibolítica Mabujina (Complejo Mabujina de Millán y Somin, 1981) incluía el complejo metamórfico y la Suite Intrusiva Manicaragua (Granitoides Manicaragua) comprendía el complejo magmático no metamórfico (Figura 2). Entre ellos se encuentra la Formación Porvenir (Mlcoch y Álvarez-Sánchez; en Dublan y Álvarez-Sánchez *et al.*, 1985), volcánica, metamorfozada en la facies de esquistos verdes, perteneciente al Arco Volcánico de Zaza. La categoría “Suite”, llegó a difundirse a partir de la publicación del Código de 1983. Además de su aplicación corriente

¹ A suite (metamorphic suite, intrusive suite, plutonic suite) is the lithodemic unit next higher in rank to lithodeme. It comprises two or more associated lithodemes of the same class (e.g., plutonic, metamorphic). For cartographic and hierarchical purposes. Suite is comparable to group (North American Stratigraphic Code, 1983; Article 35)

en Estados Unidos y México, llegó a emplearse en Latinoamérica, en español y portugués y formó parte de códigos nacionales, como en Venezuela (Código de 1997), ya abandonado (Código Geológico de Venezuela, 2005). El término Suite a veces se tradujo como “Asociación” (Urbani, 2002). “Asociación” también se utiliza en Cuba (Fonseca, 1988; Andó, *et al.*, 1996; Cobiella-Reguera, 2008); pero en otro sentido: Asociación metamórfica; asociación ígnea, plutónica; etc. Actualmente el término “Suite” se abandonó en la mayor parte de los escenarios donde obtuvo aceptación; pero el término y categoría litodema se mantiene con capacidad de resolución satisfactoria en Cuba (Figuras 3 y 4). En una obra actualmente en redacción (Geología de Cuba Occidental y Central; Álvarez-Sánchez, en preparación) su autor emplea para el Complejo Anfibolítico, el Código Estratigráfico Norteamericano (2010). Al respecto, cabe comentar que el término “Suite” se ha sustituido en ese Código, por el término “Ensamble” (Tabla II).

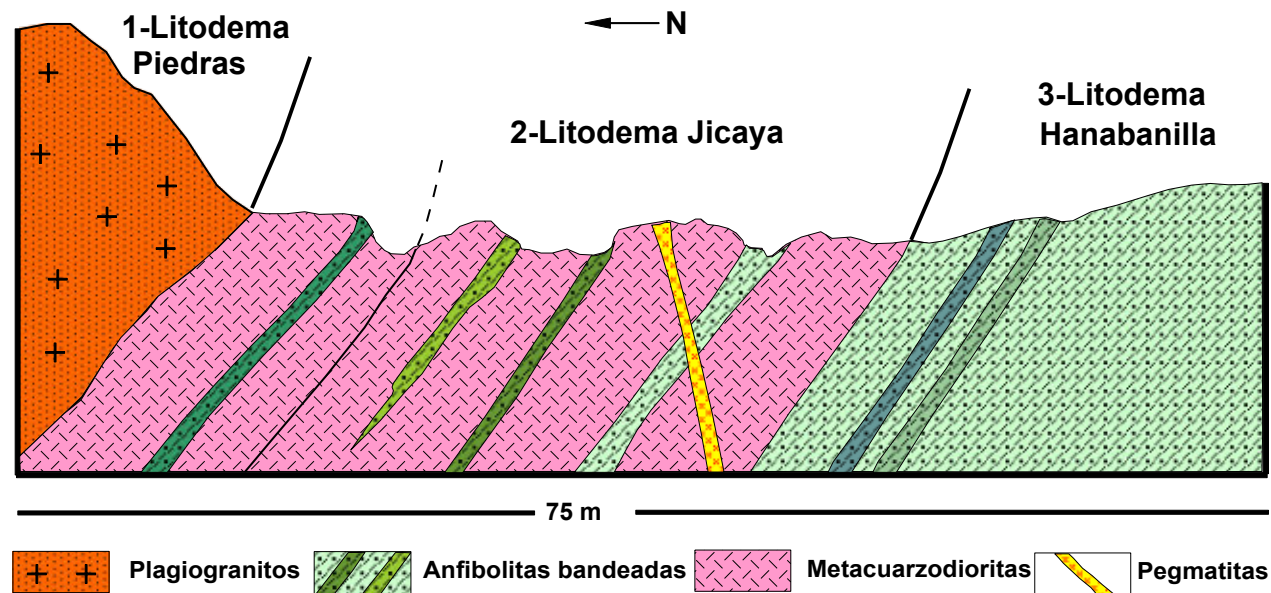


Figura.3. Esquema de las relaciones entre algunos litodemas de la Suite Anfibolítica Mabujina y de la Suite Intrusiva Manicaragua (según Mlcoch y Álvarez-Sánchez, 1985, op cit.); también pertenecientes respectivamente al Ensamble Mabujina y al Ensamble Manicaragua (según Álvarez-Sánchez, en preparación). 1-Plagiogranitos Piedra. 2-Gabroanfibolitas y Metadioritas Jicaya. 3-Anfibolitas Hanabanilla. (Gráfica de Álvarez-Sánchez, 1986).

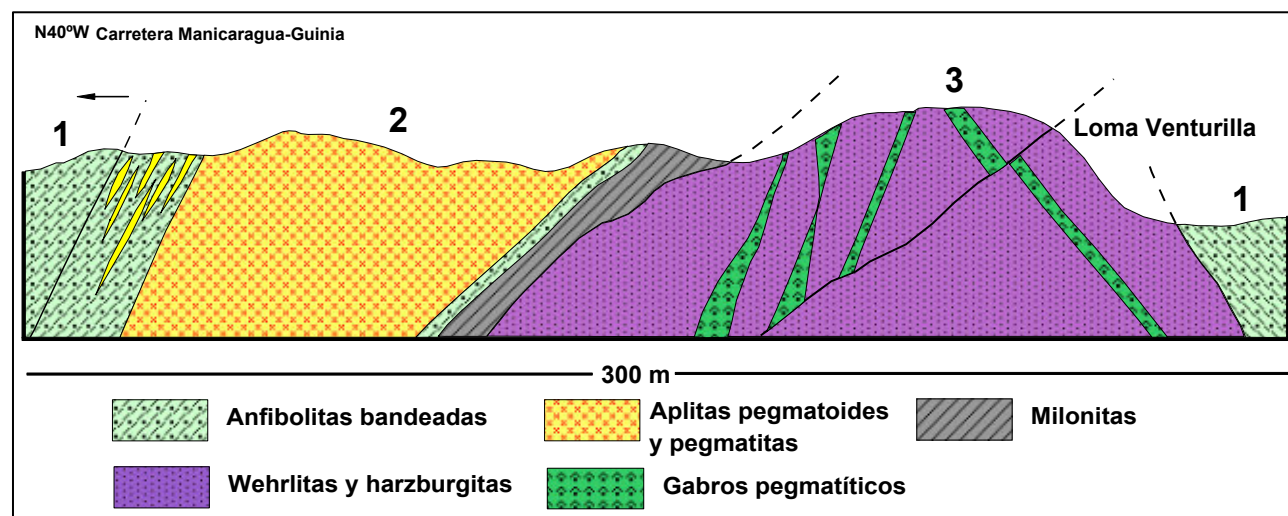


Figura.4. Esquema de relaciones entre algunos litodemas de la Suite Anfibolítica Mabujina y de la Suite Intrusiva Manicaragua (según Mlcoch y Álvarez-Sánchez, 1985, op cit.). 1-Litodema Anfibolitas Hanabanilla. 2-Litodema Granodioritas Cumanayagua. 3-Litodema Gabros y Peridotitas La Lima. (Gráfica de Álvarez-Sánchez, 1986).

La palabra en español parece derivarse del francés “assembler”, o del inglés “assemble” que, en ambos casos, significan literalmente: formar conjuntos de piezas. En español (ensamblar) tiene acepciones de uso muy corriente (Diccionario de la lengua española, 2005), con sentidos muy distantes de la geología. Los autores son de la opinión que la palabra “Ensamble” provoca una cierta sensación de disonancia en español al aplicarla a la estratigrafía y en Cuba es un término estratigráfico desconocido. Es de esperar que problemas de uso con las nuevas terminologías, puedan resolverse mediante la actualización del Léxico Estratigráfico de Cuba; trabajo que se realiza actualmente en el Instituto de Geología y Paleontología de Cuba.

6-Unidades litodémicas.

¿Cuál es el contenido esencial del concepto de litodema? En nuestra opinión, es la condición de que un litodema, no cumple generalmente la Ley de la Superposición. Tal distinción establecida por la nueva categoría, que permanece derivada de su base material física, al igual que las unidades litoestratigráficas; se diferencia de ellas por una tan importante excepción. De acuerdo al Código Norteamericano de Nomenclatura Estratigráfica (NASC, 1983; con la definición originaria de litodema), seguido por las versiones muy posteriores (Código Estratigráfico Norteamericano; 2010) una unidad litoestratigráfica “es un cuerpo definido de estratos sedimentarios, ígneos extrusivos, metasedimentarios o metavolcánicos, que se distingue y delimita por sus características líticas y su posición estratigráfica. Por lo general, una unidad litoestratigráfica se apeg a la Ley de la Superposición, es estratificada y de forma tabular”

Mientras que un litodema “es un cuerpo definido de rocas predominantemente intrusivas, altamente deformadas y/o altamente metamorfoseadas, que se distingue y delimita por las características de la roca. En contraste con las unidades litoestratigráficas, una unidad litodémica generalmente no obedece la Ley de la Superposición. Sus contactos con otras unidades de roca pueden ser sedimentarios, extrusivos, intrusivos, tectónicos o metamórficos” (Figura 5).

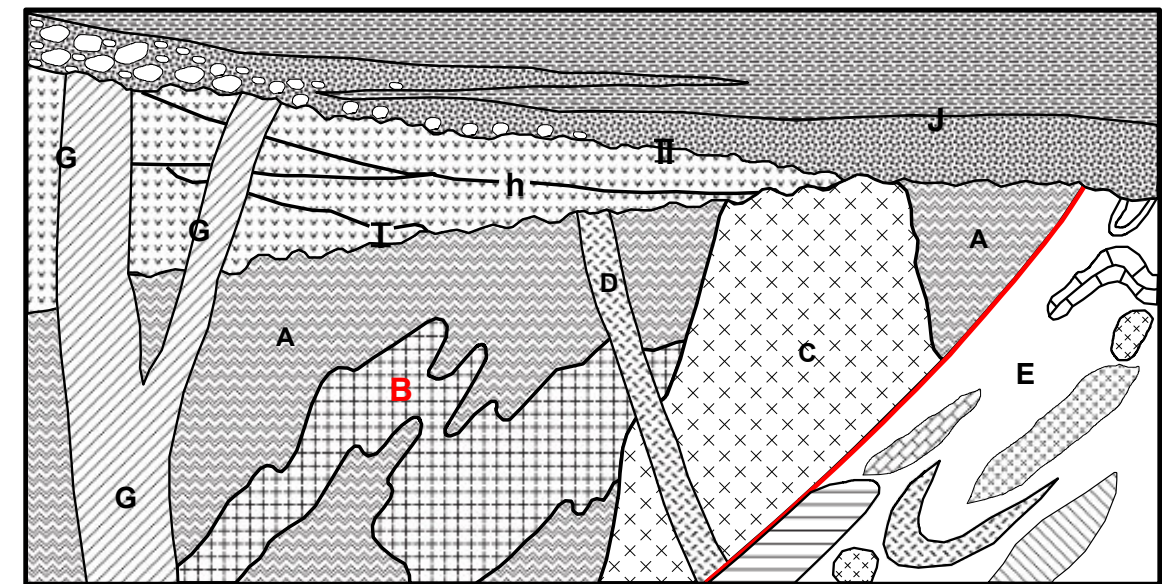


Figura. 5. Unidades litodémicas (mayúsculas) y litoestratigráficas (minúsculas). Un litodema de gneis (A) contiene una intrusión de diorita (B) que fue deformada con el gneis. A y B pueden ser tratadas juntas como un complejo. Un granito más joven (C) está cortado por un dique de sienita (D), el cual es a su vez cortado por la discordancia I. Todos estos elementos se encuentran en contacto de falla con un complejo estructural (E). El complejo volcánico (G) se formó sobre la discordancia I y sus diques alimentadores cortan la discordancia. Los estratos volcánicos lateralmente equivalentes en sucesión ordenada y cartografiable (h) se tratan como unidades litoestratigráficas. Donde el gabro alimentador (G') del complejo volcánico se encuentra rodeado por gneis, se le diferencia fácilmente como un litodema independiente y se designa como gabro o intrusión. En la discordancia II, todas las unidades antes mencionadas se encuentran cubiertas por rocas sedimentarias (j) divididas en formaciones y miembros. (Modificada de la Figura 3 de Código Estratigráfico Norteamericano; 2010).

En un caso, unos cuerpos de roca cumplen “generalmente” la Ley de Superposición; pero además, “son estratificados y de forma tabular”. En el otro “generalmente no obedecen a la Ley de Superposición” y pueden tener cualquier clase de contacto con otras unidades y, al parecer, cualquier tipo de forma.

A primera vista, se aprecian en ambas definiciones dos matices diferenciables que expresan cierta ambigüedad. Esta posible anfibología quizá esta relacionada con el hecho de la morfología no-euclidiana de los cuerpos geológicos; a causa de que el campo gravitacional terrestre, en conjugación con la forma preexistente de los lechos primarios, determina en ellos curvaturas no homogéneas, causadas por la distribución de las concentraciones de masa. Nos gustaría agregar un concepto adicional, que fácilmente puede tomarse como una tautología: Las unidades litoestratigráficas tabulares, como son los cuerpos sedimentarios y coladas de lava, están sujetas, pasivamente, a la ley de la gravitación. Es decir; la “Ley de Superposición” es, precisamente, una consecuencia de la Ley de la Gravitación terrestre. Un cuerpo intrusivo, por ejemplo, el emplazamiento de una masa de granito que asciende hacia la superficie, lo hace en contra de la gravedad, activamente; oponiéndose a ella.

En resumen. La línea crítica que separa conceptualmente una Formación litoestratigráfica de un litodema, es, en última instancia, la Ley de Superposición. Los restantes factores limitantes serían el grado elevado de metamorfismo que puede borrar completamente los caracteres originales; o el grado tan intenso de tectonismo que consigue el mismo resultado o la combinación de ambos, que determinan que no se pueden reconocer las condiciones originales de la unidad, de modo que pueda concluirse si la masa de rocas “era o fue” una secuencia que cumplía (previa al metamorfismo/deformación) la Ley de la Superposición. Por ejemplo, una mezcla tectónica metamorfizada (mélange).

Algunos principios importantes a señalar son los siguientes, varios ya contenidos en los códigos:

- La naturaleza metamórfica o ígnea de una unidad de rocas, no es obstáculo para que sea denominada como una formación litoestratigráfica, en tanto se encuentre en conformidad con la Ley de Superposición (Artículo 22; NASC, 1983)-
- Las formaciones constituidas por rocas metamórficas de bajo grado (definidas a propósito como rocas en las cuales las estructuras primarias son claramente reconocibles) son, igual que las formaciones sedimentarias, diferenciadas principalmente por sus características líticas. Las facies minerales pueden cambiar de un lugar a otro, pero estas variaciones no requieren de la definición de una nueva formación. Las rocas metamórficas de alto grado, cuya relación con las formaciones establecidas no esté clara, se consideran como unidades litodémicas (ver Artículos 31 y siguientes). (Inciso h; Artículo 24. Formación)-

Por lo demás, una unidad litodémica, para ser correctamente definida y válida, debe satisfacer en la práctica, los mismos requisitos formales que los de una unidad litoestratigráfica. Es decir: Reconocimiento y definición. Nombre. Localidad Tipo y de Referencia. Descripción. Límites y relaciones, y otros requisitos contenidos también en la definición de una unidad litoestratigráfica. Recientemente se aprecia un interés en sumar la terminología litodémica a nuestros conceptos estratigráficos (De Huelbes, 2013). No será un proceso sencillo reordenar la estratigrafía de Cuba de forma competente y satisfactoria, cuando la cartografía geológica del país se ha concluido desde años atrás y probablemente sea difícil convencer a las autoridades económicas a votar presupuestos para nuevas campañas de campo de cierta duración. Sin embargo, es un proceso que debe emprenderse decididamente, pero observando cautela y rigor.

Tabla.I. Categorías y rangos de las unidades definidas. Código Estratigráfico Norteamericano (1983; Tabla 2)

<i>Lithostratigraphic</i>	<i>Lithodemic</i>	
<i>Supergroup</i>	<i>Supersuite</i>	<i>Complex</i>
<i>Group</i>	<i>Suite</i>	
<i>Formation</i>	<i>Lithodeme</i>	
<i>Member</i>		
<i>Bed (s)</i>		

Tabla.II. Categorías y rangos de las unidades definidas. Código Estratigráfico Norteamericano (2010; Tabla 2)

<i>Litoestratigráfica</i>	<i>Litodémica</i>	
<i>Supergrupo</i>	<i>Superensamble</i>	<i>Complejo</i>
<i>Grupo</i>	<i>Ensamble</i>	
<i>Formación</i>	<i>Litodema</i>	
<i>Miembro</i>		
<i>Estrato (s)</i>		

7-Us o injustificado del termin o litodema.

Un ejemplo de intento de aplicar la nomenclatura litodémica, realizado desde el gabinete, se encuentra recientemente emprendido por Iturralde-Vinent (2011 y 2012), difundido al público, nacional y extranjero, mediante unas versiones digitales denominados Compendios de Geología de Cuba y del Caribe.

En ambas publicaciones, una larga lista de unidades de los macizos metamórficos de Cuba, fueron llamados “litodemas”; a pesar de que se trata de unidades litoestratigráficas; que forman parte del Léxico Estratigráfico de Cuba y fueron descritas y dadas a conocer en publicaciones y eventos científicos; e incluso en importantes informes inéditos, representativos de contribuciones a la lexicografía estratigráfica de Cuba. En el primer compendio de Iturralde-Vinent (2011), en la sección titulada “Estratigrafía del Terreno Escambray”; 17 unidades de roca descritas como formaciones litoestratigráficas se han llamado “litodemas” y en la segunda edición (Iturralde-Vinent, 2012), nuevamente tenemos 18 unidades, nuevamente colocadas arbitrariamente en esta categoría; esta vez con la suma de la Formación El Tambor (Millán, *et al.*; en Millán y Somin, 1985 a)

Para reclasificar una formación litoestratigráfica reconocida, en un litodema, es indispensable probar, mediante datos exclusivamente obtenidos en el campo, varias condiciones. Entre ellas: que la unidad, por su alto grado metamórfico o intensidad del tectonismo, o por la suma de ellos; muestra oscuras o indeterminadas relaciones con los cuerpos de rocas adyacentes. Que a causa de sus estructuras físicas, determinadas por su desconocida naturaleza original, no se puede determinar que la unidad cumple con la Ley de Superposición, ni tampoco si alguna vez en la historia geológica la cumplió. Condiciones todas, o parte de ellas, cuya satisfactoria demostración, determinen y justifiquen la conveniencia de cambiar la categoría de la unidad.

Por añadidura de lo anterior; para realizar el cambio de una categoría estratigráfica y de un concepto a otro se requiere el cumplimiento de muchos más requisitos que los necesarios para nombrar una unidad nueva. Un trastorno tan importante de la precedencia y la esencia de los términos estratigráficos, absolutamente hace necesaria una detallada discusión de las razones y motivos para introducir cambios radicales en la categoría y la nomenclatura.

Por otra parte; es incorrecto que, en unas unidades litoestratigráficas primariamente reportadas como formaciones, a las que se llame litodemas; se citen los autores donde originalmente fueron calificadas como formaciones, con una confusa apariencia de un acuerdo inexistente. Esa operación requiere una redefinición en toda regla, donde los autores de la categoría original, solo son exclusivamente referidos en los antecedentes de la nueva definición. Es incorrecto llamarle a un litodema “Grupo”. No existe razón alguna, ni siquiera por la discutible (en este caso), intención de respetar precedencias. Si una unidad posee atributos para clasificarla como un litodema; necesita ser definido, según todos los requisitos, como tal. Grupo es un término litoestratigráfico. Por ejemplo; el nombre “Grupo San Juan”, integrado por varias unidades subordinadas, es un termino vacío, en tanto las unidades que lo integran son también llamados litodemas. Un litodema no contiene litodemas. Un litodema “San Juan” no existe.

En términos generales, tampoco basta con llamarle litodema a una unidad para que se integre en esa categoría. Llamar litodema, por ejemplo, a los esquistos cristalinos El Algarrobo (González García, *et al.*, 1994, pagina 147), no los convierte en tal. Un término requiere justificación, redesccripción y datos de campo. La simple mención de un nombre de una categoría aplicado a una unidad de rocas, no lo coloca en esa categoría.

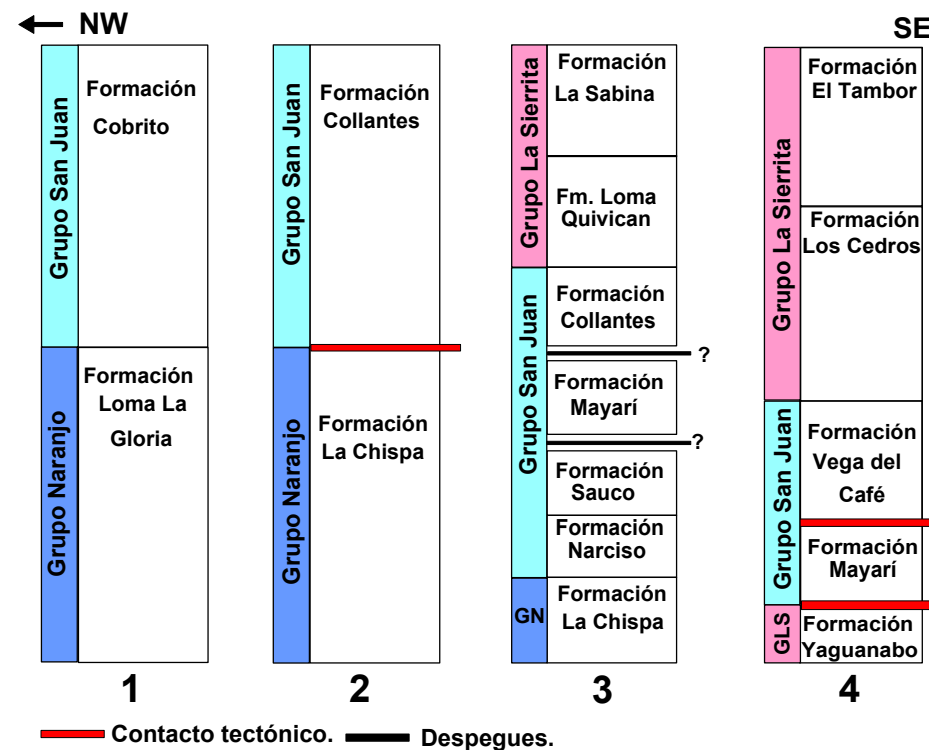


Figura.6. Secuencias estratigráficas y posición del Grupo San Juan en una sección esquemática transversal de la Cúpula de Trinidad. 1-Periferia. 2-Centro (Topes de Collantes). 3-Región central y oriental. 4-Región Sur Occidental. En las diferentes secciones se observan unidades de nappes con su propio perfil estratigráfico facial (según Álvarez-Sánchez, en preparación)

Las unidades de roca del Escambray, a pesar de discrepancias que existen entre los investigadores, sobre su rango y nombre; son formaciones y miembros litoestratigráficos en su mayoría, con pocas excepciones (Figura 6). Son cuerpos tabulares, sedimentarios, sedimentarios-vulcanógenos o vulcanógenos. Ocupan posiciones estratigráficas reconocidas, argumentadas y cartografiadas en el campo por sus características distintivas. Cumplen la Ley de Superposición. Mayormente poseen edades definidas, incluso por restos fósiles y cuando estos no se encuentran, su edad se establece por su posición respecto a otras unidades que sí los tienen o de inferencias propias de la práctica de la ciencia estratigráfica; que establecidas, solo queda que sean aceptadas o refutadas mediante un trabajo de mayor detalle, o nuevos descubrimientos. Su identificación permite reflejar coherentemente la estructura geológica y reflejarla en mapas de escalas medias y hasta detalladas; realizar ensayos de reconstrucción paleogeográfica, identificar sus protolitos, a pesar de su grado metamórfico y practicar la analogía con otros macizos geológicos de la isla.

8-Un ejemplo de litodema y un ejemplo de Formación, en el Escambray.

Consideramos conveniente incluir en este artículo, descripciones abreviadas de una unidad litodémica y una formación del Escambray, con el fin de aclarar los contrastes y enfatizar las exigencias en la argumentación para establecer las categorías correspondientes a las unidades. Los resúmenes a continuación provienen de Álvarez-Sánchez (Geología de Cuba Occidental y Central; en preparación)

8.1. Litodema Esquistos Cristalinos Algarrobo.

La unidad original se debe a Millán y Somin (1981). Autores que complementaron estudios al respecto fueron Suchanek (en Stanik, 1981); Millán y Somin (1985 a) y Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.* (1985). En el *Léxico Estratigráfico de Cuba* (González García, *et al.*, 1994) es denominada “El Algarrobo”, esquistos cristalinos (unidad informal).

La unidad es argumentada como un litodema, bajo la denominación “Esquistos Cristalinos Algarrobo” por Álvarez-Sánchez (en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985 y Álvarez-Sánchez en Geología de Cuba Occidental y Central; en preparación)

Antecedentes.

Los Esquistos Cristalinos Algarrobo se adscriben a uno de los problemas estratigráficos del Escambray pendientes de una completa solución y solicitan gran atención, por su carácter específico y único, sus relaciones estratigráficas variables y su llamativa y compleja composición petrográfica. De hecho, a causa de su composición mineralógica muy especial y oscuros rasgos sobre su origen; se discute su génesis y edad. Una parte de los autores los consideran muy antiguos (Mossakovskiy, *et al.*, 1986) y la mayoría, al contrario, no más antiguos que el Jurásico (Millán y Somin, 1981, Millán y Somin, 1985 a, b). Millán y Somin, (1985 a, b) precisaron su posición como asociados exclusivos de su Zona Metamórfica 3.

Según Millán y Somin (1985 b); Stanik *et al.*, (1981, inédito); Dublan y Álvarez Sánchez (1985; inédito) y Somin *et al.*, (1992) (los últimos tres por estudios de microsonda) los Esquistos Algarrobo no parecen contener minerales relictos que muestren un origen previo al metamorfismo del Escambray, hecho que deja abierta la discusión sobre sus mecanismos de formación y su protolito.

Precedencia.

No esta clara la precedencia del nombre “Algarrobo” para nombrar a lo esquistos poliminerales del Escambray. Suchanek (en Stanik, *et al.* 1981) nombró a estas rocas “Esquistos Algarrobo” como parte de la Formación Sopapo de la sección de base del Escambray. Millán y Somin, previamente, en 1978 (?), destacaron estos esquistos bajo un nombre similar y solo en 1985 (Millán y Somin, 1985 a, b) denominaron a estos esquistos bajo el nombre “Esquistos Cristalinos Algarrobo”. Dublan y Álvarez-Sánchez, (1985) la denominan “Esquistos Cristalinos Algarrobo”. Somin *et al.* (1992) los denominan “Esquistos Algarrobo”.

Categoría estratigráfica.

Se conserva el nombre “Esquistos Cristalinos Algarrobo” según Millán y Somin (1985 a), pero bajo el concepto de la unidad como “litodema” (según Álvarez-Sánchez, en preparación), de acuerdo a los principios del Código Estratigráfico Norteamericano, edición de 2010.

Origen del nombre. Localidad Tipo y Holoestratotipo.

El nombre se deriva del poblado El Algarrobo, en la parte oriental de la Cúpula de Trinidad, provincia de Sancti Spiritus. La Localidad Tipo se describe en los afloramientos situados en el corte de la carretera Güinia de Miranda a Condado-Manaca Iznaga. Frente al mismo poblado de El Algarrobo (lado Oeste de la carretera) donde existe un buen afloramiento. Las coordenadas aproximadas son: Norte 238.200 y Este 616.200. Hoja Condado. 4281 IV. ICGC. (Proyección Cónica de Lambert) y 243.042 Norte y 615.848 Este. Estos esquistos son exclusivos de las fajas de alto grado metamórfico y sus principales afloramientos se destacan en la mitad oriental y al Norte de la Cúpula de Trinidad y en la Cúpula de Sancti Spiritus.

Composición mineralógica.

Consiste de unos esquistos poliminerales (típicamente más de 4 minerales), de aspecto muy llamativo, foliados o bandeados, pero también masivos de lugar a lugar. La fábrica bandeadada se aprecia como secreciones calcáreas secundarias que, al incrementarse su densidad, les confiere un aspecto de mármol o los convierten en mármoles gris azulados originados por una intensa carbonatización. Por su textura son rocas granoblásticas; con asociaciones típicas de glaucófana-cuarzo-albita-granate-moscovita (paragonita). La phengita (Somin, *et al.*, 1992) también esta presente

y, a menudo, contienen clinopiroxeno, hornblenda, clinozoicita-epidota, lawsonita y grafito. En ocasiones contienen zoicita. En un afloramiento también fue encontrada fuchsita (Dublan y Álvarez-Sánchez, 1985). El anfíbol característico es la glaucofana (Stanik, *et al.*, 1981; Millán y Somin, 1985 a, b; Dublan y Álvarez-Sánchez, 1985; Somin, *et al.*, 1992). El color gris azulado es característico cuando frescos y, dentro de sus secciones, a menudo aparecen cuerpos de antigoritas y esquistos antigoríticos de unos metros de potencia y rocas albíticas blanquecinas. El rutilo es comúnmente reportado como típico mineral accesorio (Dublan y Álvarez-Sánchez, 1985. Somin, *et al.*, 1992). Los Esquistos Cristalinos de Algarrobo son rocas inconfundibles.

Somin *et al.* (1992), describen capas individuales de anfíbolitas con anfíbol sódico cálcico, del grupo de la Na-tremolita, con el raro anfíbol kataphorita; semejante a la glaucofana, encontrado típicamente en rocas ígneas básicas alcalinas de facies glaucofana-jadeíta en complejos ultramáficos. Frecuentemente la katophorita, con Na dominante, ocurre en rocas ultramáficas alcalinas. Se conocen en gabros eclogíticos de los Alpes occidentales, producto del metamorfismo HP-LT. Allí la glaucofana se acompaña con un anfíbol verde-azul en el contacto glaucofana-granate, determinado como katophorita (Reynard y Ballevre, 1988, y en Deer, *et al.*, 1997). Katophorita verde-azul se encuentra en el Macizo Dora-Maira de ultra-alta presión del Norte de Italia con la asociación: jadeíta-cuarzo/cohesita-almandino-fengita (Compagnoni y Hirahajima, en Coleman y Wang, 1995 y en Deer, *et al.*, 1997). Somin, *et al.* (1992) describen los intercrecimientos simultáneos existentes entre este anfíbol y la albita y la ausencia de zonación entre el granate y el anfíbol, como evidencias que contradicen un origen polimetamórfico para los esquistos Algarrobo. Según las evidencias registradas en la muestra (GME-81-3 y F94; Tabla 1; en Somin, *et al.*, 1992) al parecer ocurrió un único evento metamórfico bajo temperaturas de 350-400 Cº y alta presión (geotermómetro de glaucofana-granate, según Perchuk en Somin, *et al.*; op cit.).

Relaciones estratigráficas. Espesor.

Yacen como capas al parecer concordantes, dentro de secuencias de esquistos metaterrígenos de la Formación Loma La Gloria y, mucho menos frecuente, intercalados en la parte inferior de la Formación Cobrito, en gran parte de las localidades observadas. Ciertas ocurrencias dentro de la Cúpula de Trinidad pueden alcanzar varias decenas de metros potencia y, a causa del plegamiento isoclinal, pueden aparentar una espesor mucho mayor, hasta cientos de metros y constituir secciones propias; en ese caso, con relaciones tectónicas claras con las rocas encajantes (Millán y Somin, 1985 a).



Figura.7. Esquistos Algarrobo foliados con granate y abundante glaucofana que resalta el tono gris azulado de los esquistos. Cúpula de Trinidad. (Foto L. Bernal. 2010).

Su ocasional extensión considerable y potencia, permite su cartografía y así fue efectuado de modo independiente durante el levantamiento geológico 1:100,000 (Stanik, *et al.*, 1981) en la década de 1970. Suchanek (en Stanik, *et al.*, 1981) consideró que los Esquistos Algarrobo, son parte integrante de la Formación Sopapo (metaterrígenos de la base del corte ≈ Loma La Gloria), basándose en las transiciones laterales observadas entre ambas unidades. Stanik (op cit.) consideró que Algarrobo está incluido en los cortes de un nappe independiente con alto grado metamórfico.

Millán y Somin (1985a) señalan contactos tectónicos de los Esquistos Algarrobo con la Formación La Chispa en la parte NE de la Cúpula de Trinidad, enfatizando que dichos contactos se producen por fallas claramente manifestadas que separan estas litologías en dos escamas tectónicas independientes. Este hecho es una manifestación adicional, aunque indirecta, sobre la desvinculación primaria entre las Formaciones Loma La Gloria (portadora de los Esquistos Algarrobo) y la Formación La Chispa.

Álvarez-Sánchez (en Dublan y Álvarez-Sánchez, op cit.) describe grandes cuerpos de los Esquistos Algarrobo en la Zona de La Belleza y en la Loma de Los Guapos, al Norte de Jibacoa (Figura 8). En La Belleza el cuerpo de los Esquistos Algarrobo yace concordantemente sobre esquistos calcáreos de la Formación Cobrito y se cubre por un potente cuerpo de eclogitas muy frescas con la onfacita y los granates apenas alterados. Los esquistos, localmente carbonatizados intensamente forman un mármol silicatado con alta densidad de cristales de granate.

Edad de Los Esquistos Cristalinos Algarrobo.

De acuerdo a Millán y Somin (1985 b) una datación K-Ar de mica blanca de rocas de Algarrobo indicó entre 71 y 82 ma (GME-81-3; en Somin, *et al.*, 1992) Si los Esquistos Cristalinos de Algarrobo son verdaderas intercalaciones estratigráficas dentro de la parte inferior del Grupo Naranjo y en la parte inferior del Grupo San Juan, es claro que esta datación no revela su edad original, sino un evento metamórfico cronológicamente tardío, probablemente el mismo que determinó la compleja composición mineral de estas rocas. Pero si estos esquistos fueron originados por algún proceso petrológico o algún evento tectónico, o una combinación de ambos (sin descartar aún, incluso, una metasomatosis de ciertas rocas estratigráficamente preexistentes) el rango cronológico citado, nuevamente solo indica la fecha de dicho proceso.

Origen.

Si existen relaciones de transición entre Algarrobo y los metaterrígenos, se puede suponer que su origen esté relacionado con una combinación metamorfismo/metasomatosis de estos protolitos. Pero esta posibilidad es rechazada por Millán (Millán y Somin, 1985 a) basándose en que no se han encontrado zircón detrítico en esas rocas. Los estudios de la expedición Escambray II (Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985) tampoco determinaron zircón detrítico. Su protolito sigue, hasta el momento, desconocido

Entonces, sobre los Esquistos Algarrobo, sumariamente, puede decirse lo siguiente:

- Se ha reconocido una posición relativamente regular para estas rocas, en varias localidades. Yacen como cuerpos concordantes en el interior de secciones de la Formación Loma La Gloria y en la parte baja de la Formación Cobrito, del Grupo San Juan. Incluso, Esquistos Algarrobo, como rocas inconfundibles por su composición mineral y aspecto, se han descrito como intercalaciones de dimensión capa o estrato de orden métrico, en secuencias de mármoles y esquistos calcáreos de la Formación Cobrito (¿Jurásico Superior-Cretácico Inferior?) y como intercapas en metaareniscas glaucofánicas de la Formación Loma La Gloria (¿Jurásico Inferior a Superior?)

Si esta observación indica una verdadera relación estratigráfica primaria de la roca (independiente de su posterior transformación) entonces la edad de estos esquistos coincide con la de sus secuencias de soporte. Es decir, Jurásico a Cretácico Inferior. Si bien cuerpos de esquistos Algarrobo de mayores dimensiones, yacen en contacto tectónico con otras unidades, en ciertos sitios, esto ocurre para cualquiera de tantas otras secuencias en el Escambray y esto nada indica respecto a sus edades de formación-

- Los análisis de microsonda realizados (Millán y Somin, 1985 b) (Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985; Somin, *et al.*, 1992) en ninguno de los tres casos indican relictos de minerales indicadores de un evento metamórfico previo al que

caracteriza al Macizo Metamórfico Escambray. De aquí que Somin (op cit.) opina que los datos disponibles muestran que los esquistos Algarrobo son el resultado de un único evento metamórfico de edad Cretácico tardío-

En conclusión:

- a- Al parecer no contienen zircón detrítico, de donde se deduce hasta ahora que no se derivan de la transformación de las rocas terrígenas siliciclásticas de la Formación Loma Gloria, donde yacen concordantemente con frecuencia.
- b- No contienen minerales metamórficos relictos de un evento anterior al evento metamórfico principal, que Somin, *et al.* (1992) suponen de edad Cretácico tardío.
- c- No contienen minerales, ni siquiera como relictos, que aporten alguna indicación de una roca preexistente protolítica; ni tampoco de los esquistos calcáreos y mármoles micáceos de la Formación Cobrito, donde también se han observado.

-Los esquistos Algarrobo, se observan en una coincidencia espacial estrecha con cuerpos de eclogitas, en las extensas corridas del Melange Los Guapos según Álvarez-Sánchez, (en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.*, 1985), al Norte de la Cúpula Trinidad. En estas condiciones, cuerpos fragmentados de esquistos Algarrobo de orden métrico, hasta lozas extendidas por centenares de metros y de potencia de decenas de metros, yacen en relación con las eclogitas. Los fragmentos menores aparecen mezclados con metamorfitas diversas de alta presión, esquistos carbonáticos, jadeíticos, anfibolitas y apoeclogitas glaucofánicas embutidos y rotados en el interior de la matriz antigorítica del melange. En este caso los cuerpos mayores de esquistos Algarrobo yacen en posición concordante con lozas de equivalente dimensiones de eclogitas masivas, aparentemente similar a una secuencia estratigráfica normal o un apilamiento de escamas probablemente puestas en concordancia por el plegamiento y la presión (Figura 8). ¿Es esta relación espacial producto de la casualidad o resultado de la estructura tectónica, o es causada por un vínculo genético?

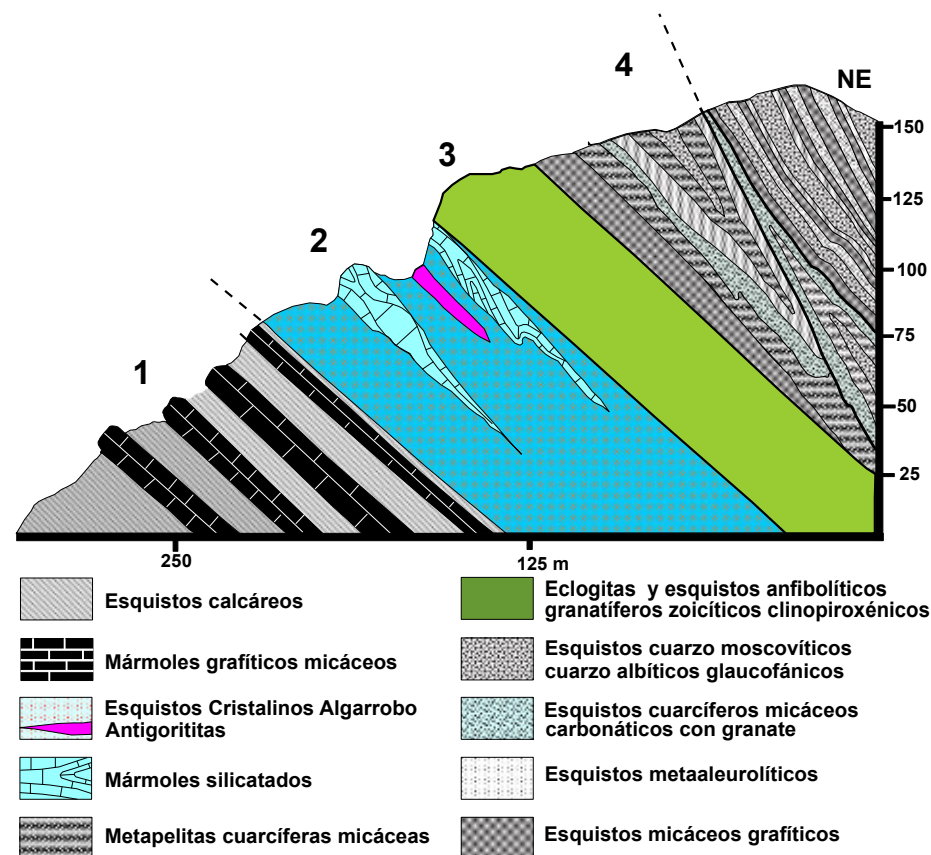


Figura .8. Sección esquemática que muestra la posición de los Esquistos Cristalinos Algarrobo en el sector de La Belleza, región Norte de la Cúpula de Trinidad. Coordenadas Lambert de referencia: Norte 242.390 y Este 613. 072. Hoja Manicaragua 4282 III. ICGC. 1-Formación Cobrito (Grupo San Juan). 2-Litodema Esquistos Cristalinos Algarrobo. 3-Litodema Eclogitas La Belleza. 4-Formación Loma La Gloria (Grupo Naranjo). (Según Álvarez-Sánchez, en preparación).

-La anterior relación Algarrobo-eclogitas ocurre también con otras eclogitas que yacen concordantemente en el interior de la Formación Cobrito y del Miembro La Horqueta de la Formación Cobrito (transición con Loma La Gloria) pero, con bastante certeza en este caso, se derivan de basitas concordantes.

-Los Esquistos Cristalinos Algarrobo son exclusivos de dos unidades litoestratigráficas: Loma La Gloria y Cobrito. Si es así, entonces ¿porque estas Formaciones, hacia los extremos externos de su zona metamórfica representativa, ya no presentan intercalaciones de Algarrobo? Esta especie de “degradación” de la identidad” de Algarrobo, solidariamente se cumple para las eclogitas. Por ejemplo; Millán y Somin (1985 b) describen las intercalaciones de eclogitas glaucofánicas del Río Caracusey (Cúpula de Sancti Spiritus) en la Formación Loma La Gloria que; hacia la zona más interna, donde el grado metamórfico se atenúa, en lugar de eclogitas, estas se sustituyen por esquistos verdes lawsoníticos. A esta observación habría que agregar que las capas o paquetes de esquistos Algarrobo que pueden encontrarse como intercalaciones en Loma La Gloria, simplemente desaparecen.

¿Cuál proceso es capaz de originar cuerpos de rocas poliminerale, caracterizadas por condiciones metamórficas determinadas (HP-LT) con un complejo amplio de minerales coexistentes, que no muestran indicios de un protolito original y que se presentan, lo mismo, en términos de cuerpos decamétricos o como delgadas intercalaciones decimétricas en dos específicos niveles estratigráficos, sin cambio alguno en su composición mineral?

Estas observaciones a nuestro juicio sugieren, aunque no demuestran, los siguientes postulados:

1-Los Esquistos Cristalinos Algarrobo, pueden ser el resultado de un proceso metasomático intenso que, a partir de rocas o secuencias de composición petroquímica favorable, fueron transformados en las rocas poliminerale. Sin que hasta ahora existan pruebas de tal proceso, ni tampoco suficientes pruebas que lo descarten.

2-El hecho de que los esquistos Algarrobo sean exclusivos de las unidades tectónicas de más alto grado metamórfico y que ni siquiera se encuentran equivalentes menos metamorfizados en las unidades de metamorfismo algo más moderado, puede significar que tales rocas mantienen una relación más o menos directa con el metamorfismo-metasomatosis. Incluso es reconocido en el Escambray la presencia de metasomatosis sódica, carbonática y probablemente algunos procesos metasomáticos aún no conocidos.

Tenemos aquí, evidentemente, uno más de una larga lista de problemas de la geología del Escambray que, hasta hoy, permanecen sin solución.

Observación final.

Como se aprecia; la descripción de la unidad litodémica, contiene un esquema de descripción que permite:

- El conocimiento de los antecedentes de la unidad de roca.
- Los elementos de su ubicación para revisión de campo.
- Las razones para establecer su categoría litodémica.
- La descripción de su contenido litológico.
- Las relaciones en sus límites
- Y los restantes parámetros necesarios para la revisión crítica de su validez y posible aceptación por la comunidad científica.

Otras unidades definidas como litodemas en el Escambray (Álvarez-Sánchez, en preparación) con el cumplimiento de iguales requisitos; reflejados en las descripciones anteriores, son los siguientes:

- Litodema Esquistos Verdes Felicidad.
- Litodema Anfibolitas Yayabo.
- Litodema Serpentinillas Los Torres.
- Litodema Eclogitas La Belleza.

8.2. Sinopsis de la Formación Cobrito.

La Formación Cobrito, propuesta por Millán y Somin (1985a), es una sección de esquistos calcíticos, mármoles gráficos, capas metaterrígenas, metasilicitas, lechos de esquistos verdes, anfibolitas y eclogitas o apoeclogitas. La composición de esta sección puede cambiar respecto a la zona metamórfica o el nappe donde aflora. Según Millán y Somin (1985a) la Formación Cobrito formaba parte del Grupo Naranjo, descansando estratigráficamente bajo la Formación La Chispa. Pero Millán y Somin (en 1985b) implícitamente rechazaron la validez del Grupo Naranjo y citaron pruebas de la inconsistencia de las relaciones estratigráficas de la Formación La Chispa descansando sobre la Formación Cobrito.

Origen del nombre.

Según Millán y Somin (1985 a) el nombre aplicado a esta unidad se deriva de la localidad El Cobrito, por la carretera Güinia de Miranda-Condado

Localidad tipo.

Se establece en los cortes de la carretera mencionada a partir de Condado hacia el Norte, entre las coordenadas: Norte 230.40 y Este 618.20 y Norte 223.60 y Este 617.40. Hoja Condado. 1.50, 000. ICGC. Zona Metamórfica 3 de Millán y Somin.

Pertenencia de la Formación Cobrito al Grupo San Juan.

La equivalencia parcial de la Formación Cobrito con el Grupo San Juan fue sustentada anteriormente por Millán y Somin (1981), prácticamente rechazada en fecha posterior (1985 a) e implícitamente aceptada nuevamente, (1985 b).

Las evidencias de campo demuestran que la Formación Cobrito debe integrarse al Grupo San Juan; ya que contiene restos paleontológicos (*Nasellaria* y *Spumellaria*; *Cadosina* (?) sp., *Globochaete alpina* (?), *Calpionellidae* o *Chitinoidella*) de una edad entre Oxfordiano hasta Neocomiano; por tanto más joven que la Formación La Chispa, de edad probable preoxfordiana. Incluso existen rasgos de la litología de Cobrito muy semejantes con algunas de las unidades del Grupo La Sierrita (Álvarez-Sánchez y Millán, 1992, op cit.). Esto ocurre con secciones de la Formación El Tambor (Millán, Somin y Álvarez-Sánchez, en Millán y Somin, 1985 a) y la Formación La Sabina (Millán y Somin, 1985 a), unas de las pocas formaciones del Escambray, de supuesta edad cretácica, que contienen esquistos calcíferos gráficos junto con metapedernales y secciones de mármoles negros gráficos.

La inserción de la Formación Cobrito al Grupo San Juan permite sugerir la existencia de, al menos, dos sucesiones estratigráficas compuestas; una por la Formación Loma La Gloria, cubierta por Cobrito y con relaciones de transición entre ellas; y otra la Formación La Chispa, cubierta por la Formación Narciso, del Oxfordiano Medio (Millán y Somin, 1985 a), también estratigráficamente.

Es decir; en el Escambray pueden existir, hasta ahora, dos dominios estratigráficos para ese macizo metamórfico: Uno más parecido a la Sierra de los Órganos, y otro más parecido a la Sierra del Rosario, ambos en convivencia estructural y probablemente paleogeográfica, en una cuenca común.

Divisiones.

La Formación Cobrito contiene dos miembros litoestratigráficos diferenciados y distinguibles en el campo, que se denominan: Miembro La Horqueta y Miembro Boquerones (según Álvarez-Sánchez, en preparación), además de la sección Formación Cobrito “sensu lato”.

La Formación Boquerones (Millán Somin, 1985 b) en nuestra opinión, no se diferencia en alguna forma sustancial de la Formación Cobrito en sentido amplio y contiene iguales evidencias paleontológicas y también paleobotánicas, de su edad Oxfordiano a Neocomiano. Según Álvarez-Sánchez (en preparación), Boquerones es una facies de la

Formación Cobrito, con intercalaciones de metasilicitas y esquistos verdes, incluso con intercalaciones metaterrígenas en su base; exactamente igual que otras localidades típicas de Cobrito, en su relación primaria con la Formación Loma la Gloria. Guillermo Millán (comunicación escrita, 2012) no comparte la opinión anterior y piensa que Boquerones constituye una formación independiente.

Litología de la Formación Cobrito “sensu lato”.

La descripción original de la Formación Cobrito la define como formada por una sucesión de esquistos calcáreos calcito-moscovíticos con plagioclasa ácida entre los que se intercalan capas de mármoles foliados, de mármoles dolomíticos, esquistos verdes y anfibolitas con granate, que pueden alcanzar varios metros de espesor. En localidades los paquetes de mármoles oscuros brechosos pueden alcanzar potencias considerables hasta decenas de metros.

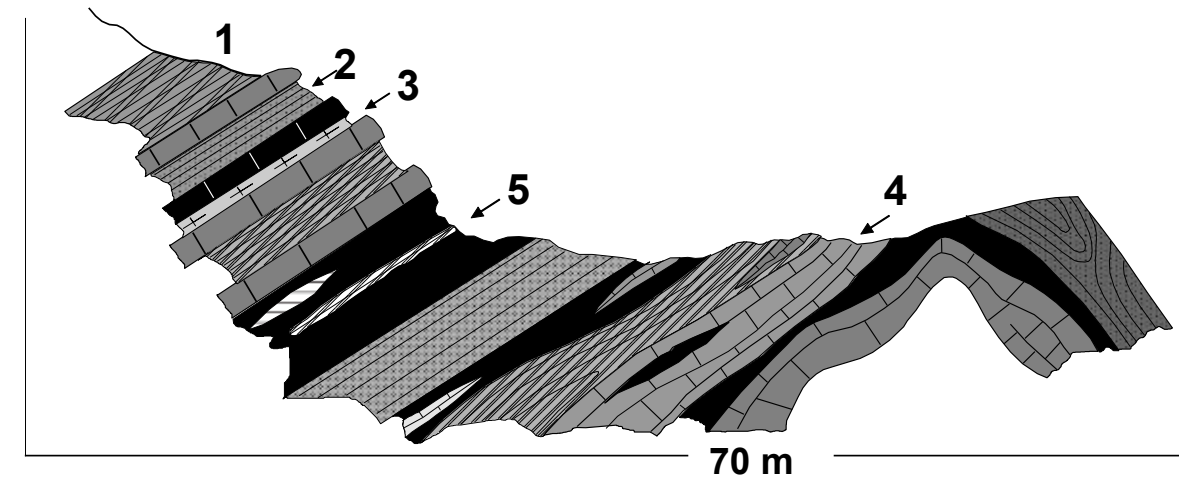


Figura.9. Esquema de un afloramiento en la localidad tipo de la Formación Cobrito: 1-Metasilicitas gráficas y esquistos calcáreos. 2-Metaterrígenos cuarzo micáceos (siliciclásticos). 3-Esquistos verdes metavulcanógenos. 4-Mármoles grises y negros con grafito. 5-Esquistos gráficos finamente laminados con grafito casi puro.

Donde la unidad parece mostrar una cierta estratificación rítmica, en ella participan esquistos verdes en capillas de centímetros hasta varios metros y capas y paquetes de metasilicitas bandeadas, esquistos cuarzo moscovíticos y esquistos gráficos.

Los contactos graduales entre la Formación Cobrito y la Formación Loma La Gloria, se observan en varias localidades de ambas cúpulas. Millán y Somin (1985, a, b) describen típicos contactos de transición formados por intercalaciones alternantes de esquistos metaterrígenos y esquistos calcáreos. En ocasiones estas secciones contienen estratos conformes de rocas básicas convertidas en eclogitas o en rocas retrógradas convertidas en esquistos con relictos de clinopiroxeno e hidrogranate. Esta última sección constituye el Miembro La Horqueta.

Miembro La Horqueta de la Formación Cobrito. Nueva Definición (Millán y Álvarez-Sánchez, 1991. Informe La Sierrita; inédito).

Millán en 1989 señaló transiciones entre la Formación Loma La Gloria y Cobrito al oriente de la Cúpula de Sancti Spiritus, en áreas con secuencias jurásicas de alta presión. La existencia en la región de La Sierrita, al WSW de la Cúpula de Trinidad, de un klippe del Nappe Monforte, (Millán y Álvarez-Sánchez, 1992, inédito), compuesto por las Formaciones Loma La Gloria y Cobrito, contiene una de estas facies de transición entre ambas formaciones. De aquí la conveniencia de distinguir estas capas como un Miembro de la Formación Cobrito, que podría ser distinguido en otras regiones de propagación de estas unidades tectónicas, en la periferia de las dos cúpulas.

Origen del nombre.

El nombre se deriva de la finca La Horqueta, al Sur de La Sierrita y al oriente del poblado de Monforte. Tratándose de un área relativamente despoblada, no se dispone de otro nombre más adecuado. El Área Tipo es el conjunto de elevaciones prominentes de la región de La Sierrita; al Sureste de esa localidad (Macizo de La Sierrita), con elevación máxima de 700 metros.

Localidad Tipo.

Se ha seleccionado en una elevación de cota 589 metros, situada al Este-Sureste del caserío de Monforte; en las faldas de la elevación hasta la cima; cuyas coordenadas son: Norte 238.07 y Este 576.20. Hoja La Sierrita. 1:50, 000. ICGC.

Holoestratotipo.

Se encuentra en el corte occidental de las elevaciones de La Horqueta. La Sección Tipo se dispone entre las coordenadas Norte 237.98 y Este 575.90 y Norte 238.07 y Este 576.20; de la Hoja Topográfica La Sierrita. 4181 IV. ICGC. La sección debuta con la Formación Loma La Gloria. Los esquistos metaterrígenos, gradúan a ritmos de mármoles gris oscuro a negros; bien estratificados, a veces moscovíticos, grafiticos y cuarzosos. Estos lechos incrementan su cantidad y potencia, cuando ya se afirma la sección que define este Miembro, al igualarse el componente metaterrígeno al metacarbonático, con cierta uniformidad en el espesor respectivo. En el tope, la participación del elemento carbonático predomina y los metaterrígenos se subordinan, donde se considera que se establece el corte normal de la Formación Cobrito. Esta sección descrita alcanza una potencia aparente de 80 metros.

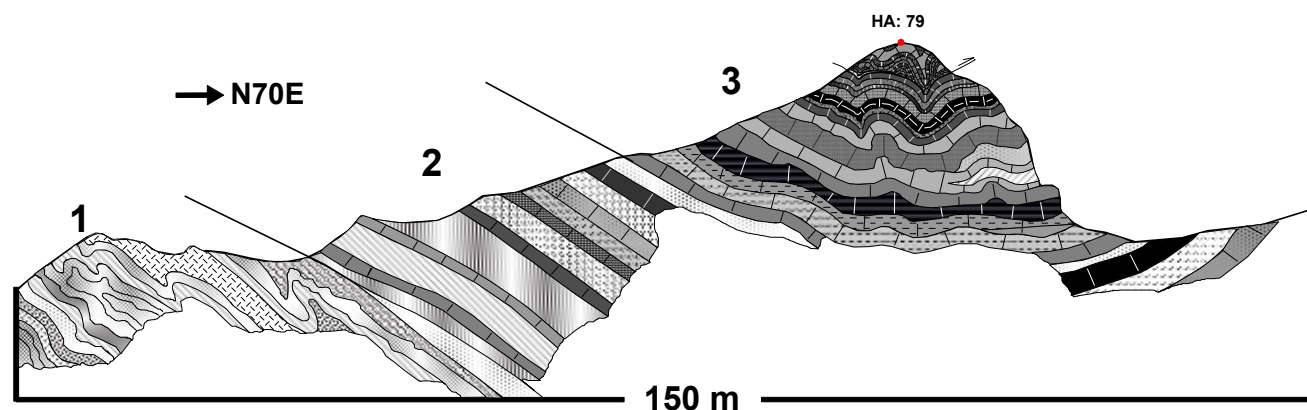


Figura.10. Perfil esquemático por el Holoestratotipo del Miembro La Horqueta: 1-Formación Loma La Gloria. 2-Miembro La Horqueta. 3-Formación Cobrito sensu lato.

Caracteres distintivos.

La distinción de este miembro en la cartografía debe basarse en estructura rítmica de capas metaterrígenas y metacarbonáticas en los contactos Loma La Gloria-Cobrito.

En la sección tipo yacen varios cuerpos concordantes de eclogita con potencias entre 1 y 20 m. Estas eclogitas son muy frescas, compactas y muy duras, de color verde azulado y rojizo (por el granate), con un agrietamiento poligonal. Yacen dentro de los lechos diferenciados metaterrígenos-metacarbonatados sin evidencias de emplazamiento tectónico y localmente diaforizadas con intensidad y convertidas en un esquistos verde con relictos eclogíticos.

Contienen clinopiroxeno-granate-zoicita y rutilo, asociación que aparece reelaborada en condiciones de alta presión por la generación de glaucofana o un anfíbol verde azulado, mica blanca, clinozoicita y un granate de segunda generación posteriormente, a su vez, diaforizada a la facies de los esquistos verdes, destacada por la conversión de

la eclogita en un esquistos verde con pocos relictos y de fábrica muy foliada, con asociaciones de: actinolita-clorita-albita-clinozoicita y epidota, mica y esfena.

Millán y Álvarez-Sánchez (Informe La Sierrita, 1992, inédito) opinan que, estas eclogitas de compleja historia metamórfica se derivan de inyecciones concordantes de gabro, diabasas o lechos basálticos.

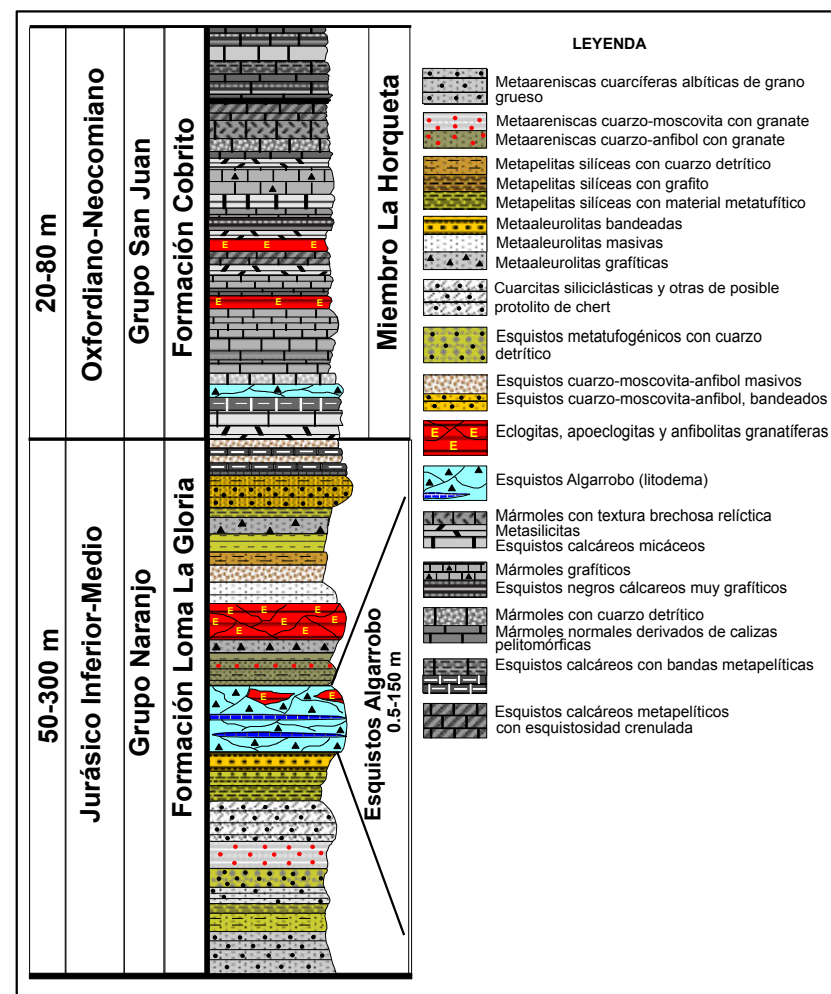


Figura.11.-Columna estratigráfica con la posición de la Formación Cobrito sobre la Formación Loma La Gloria en la región del terraplén Hoyo de Padilla-Las Moscas. Periferia Oeste de la Cúpula de Trinidad. Nappe Monforte, de la zona de alto grado metamórfico (según Álvarez-Sánchez, 1992).

Relaciones Estratigráficas y espesor.

El Miembro La Horqueta yace claramente sobre la Formación Loma La Gloria en la región de Monforte. Ocupa la sección inferior del corte de la Formación Cobrito y esta cubierto por la sección mas calcárea de esta Formación (Miembro innominado de la misma). En la Sección Tipo se aprecian alrededor de los 80 m de potencia. Al tener en cuenta la posible duplicación por pliegues de detalle que se aprecian en la sección, el espesor original probablemente sería mayor.

Distribución geográfica.

La Horqueta se asocia exclusivamente con la Formación Loma La Gloria. Por lo común la secuencia intermedia Loma La Gloria-Cobrito (Miembro La Horqueta) se observa en la periferia de ambas cúpulas y caracteriza bien el corte propio del Nappe Monforte (Millán y Álvarez-Sánchez, 1992). Hasta ahora los autores han observado esta sección

solo en las unidades de nappes superiores de alta presión. Esta restricción no puede, por lo visto, dejar de tener una significación estructural y probablemente paleogeográfica importante, que debe ser resuelta a su debido tiempo. El Miembro La Horqueta es inconfundible con alguna otra litología del corte estratigráfico del Escambray. Los protolitos del Miembro La Horqueta corresponden a la sedimentación rítmica terrígeno-calcareá con la transición hacia la facies carbonatada, característica de una gran parte de las unidades de tipo Guaniguanico-Escambray; en el límite del Jurásico Medio-Jurásico Superior.



Figura.12. Esquistos calcáreos de la Formación Cobrito. Miembro Boquerones. Pliegues de fluencia y “drag fold” con kink-bands” entre dos escamas de la misma unidad. Carretera Mina Carlota. (Foto H. Álvarez-Sánchez, 1983).

Relaciones estratigráficas y tectónicas.

El Miembro Boquerones muestra relaciones estratigráficas con La Formación Herradura (Millán y Somin, 1985 a) análoga de la Formación Loma La Gloria en esta región, destacadas mediante relaciones de transición (Millán y Somin, 1985 b). Hacia el Sur la unidad formada por la secuencia Herradura-Boquerones yace tectónicamente sobre las unidades más internas del Escambray, con la interposición de la unidad de alta presión a muy alta presión denominada Melange Los Guapos (Álvarez-Sánchez, 1986; en Dublan y Álvarez-Sánchez, et. al., 1986), compuesto por una matriz ultramáfica con inclusiones heterogéneas. Hacia el Norte contacta tectónicamente con la periferia interna del complejo Mabujina. A causa de que la sección contacta tectónicamente hacia ambas fronteras no se puede establecer el espesor, que parece haber alcanzado algunos cientos de metros.

Edad de la Formación Cobrito.

La edad de la Formación Cobrito es aceptada como Jurásico Superior-Cretácico Inferior; sobre la base del hallazgo de restos de *Nasalaridos sp.*, y *Spumellaria sp.* (Millán y Somin 1985 b) en la Cúpula de Sancti Spiritus (Parte Norte); *Cadosina (?) sp*; *Globochaete alpina (?)* (Río Caracusey, Cúpula de Sancti Spiritus) y *Calpionellidae o Chitinoidella* en mármoles dolomíticos de la Formación Cobrito, al SW del poblado de Gavilanes, Cúpula de Sancti Spiritus (Millán y Somin, 1985 b) a más de polen Jurásico Superior en secciones de la Formación Cobrito en el área al Norte de Mina Carlota; Cúpula de Trinidad (Álvarez-Sánchez, en Dublan y Álvarez Sánchez, et. al., 1986). En la localidad 330312, poblado de La Herradura (carretera Manicaragua-Jibacoa) (Muestra 4 c/84) se extrajeron fragmentos de esquistos calcáreos gráficos de la Formación Cobrito (Miembro Boquerones) estudiados en el Instituto Dionis Stur de Bratislava (P. Snopkova en Dublan y Álvarez-Sánchez et al., 1985) Estos rocas revelaron la presencia de esporas de los géneros *Stereisporites*, *Osmundacidites*, *Gleicheniidites*, *Cicatricosisporites* y *Verrucosisporites*. También se encontró polen del género *Classopalli* y microfósiles de *akritarchy*, no determinados pero indicadores de condiciones marinas de sedimentación. Todas las especies determinadas tienen un rango estratigráfico amplio. La extensión estratigráfica más restringida corresponde con *cf. Foveasporis irregularis Tralau* (Jurásico Medio) y *Verrucosisporites cf. eastendensis Poccok-Stanley* (Jurásico Medio-Jurásico Superior) En el Miembro La Horqueta no se han encontrado restos fósiles. A pesar de ello se puede considerar que la edad de este miembro es Jurásico Superior a Cretácico Inferior (probablemente Neocomiano); sobre la base del hallazgo de microfauna y polen en otras secciones de la Formación Cobrito.

Tabla.III. Extensión estratigráfica de los palinomorfos de la Formación Cobrito.

Esporas	No	Extensión estratigráfica
<i>Osmundacidites wellmanii Couper</i>	2	Jurásico-Cretácico Inferior
<i>Gleicheniidites senonicus Ross</i>	1	Jurásico-Cretácico
<i>Verrucosisporites cf. eastendensis Poccok-Stanley</i>	1	Jurásico Medio-Superior
<i>cf. Foveasporis irregularis Tralau</i>	1	Jurásico Medio
<i>cf. Classopallis classoides Pflug</i>	1	Jurásico-Cretácico
<i>akritarchy</i>	2	¿
<i>Parataxon</i>	1	¿

9. Conclusiones.

Independiente de su grado metamórfico y de sus complejidades tectónicas; la mayor parte de las secuencias metasedimentarias y vulcanógeno-sedimentarias del Macizo Metamórfico Escambray, son cuerpos tabulares que admiten una construcción consecutiva de su posición primaria y soportan correlaciones y comparaciones faciales de su composición litológica, basadas en creíbles interpretaciones de sus protolitos, cuyos cambios metamórficos graduales, de zona a zona, puede observarse en su variabilidad, incluso macroscópicamente. Una parte de ellas contienen indicaciones paleontológicas de su edad que no pueden ser simplemente rechazadas. Y, por supuesto, cumplen la Ley de Superposición. Este es el caso del ejemplo de la Formación Cobrito; que satisface con amplitud, los requerimientos necesarios para soportar su clasificación como una formación litoestratigráfica. Incluso, al considerar las posibles relaciones primarias laterales entre la Formación Cobrito y las restantes unidades del Grupo San Juan, previas a su ruptura durante la tectónica tangencial; se pueden establecer correlaciones aceptables con las restantes unidades coetáneas. Las mejores candidatas son las Formaciones Sauco; Mayarí y Collantes, que abarcan el intervalo entre el Oxfordiano Superior hasta el Cretácico Inferior y contienen litologías cuyos protolitos pueden representar los propios de medios anóxicos de sedimentación, convertidos ahora en mármoles negros fétidos y concentraciones de esquistos carbonosos convertidos en grafito casi puro (Sauco);

mármoles oscuros hasta negros con elevado contenido de grafito fétidos y bituminosos con intercalaciones de metasilicitas (Mayarí) y mármoles negros grafiticos (Collantes).

Otras unidades contienen suficientes incertidumbres; ya sea sobre su constitución litológica primaria, su origen y sus relaciones oscuras con las secuencias adyacentes, o su intenso grado de transformación; que sustentan el considerarlas como litodemas. Tal es el caso del ejemplo presentado en la descripción de los Esquistos Cristalinos de Algarrobo, cuyos complejos rasgos litológicos, yacencia variable y protolito desconocido, permiten denominarlo como un litodema: Hecho que requiere aducir, con pormenores y detalles suficientes, las razones y fundamentos para asignarle esa categoría descriptiva.

El tratamiento de las unidades de rocas y la asignación de las categorías correspondientes, debe quedar al margen de opiniones no fundamentadas. Se requieren precauciones especiales, sobre todo si se trata de unidades previamente tratadas en una u otra categoría, que se hayan aceptado previamente como tales por la comunidad científica.

Tales eventualidades enfatizan la necesidad de que Cuba cuente con una Comisión Nacional del Código y Léxico Estratigráfico, con la autoridad suficiente que; en nuestra opinión, debe ser regida por el Instituto de Geología y Paleontología, como entidad principal de las ciencias geológicas en Cuba, e integrada por geólogos competentes de las diversas organizaciones cubanas de las ciencias de la tierra.

Por último, dejamos en claro; que en ningún momento se pretende sostener que la estratigrafía del Macizo Escambray, se encuentra definitivamente resuelta. Ni tampoco se quiere sostener que las unidades definidas como formaciones, poseen un grado perfecto de conocimiento.

Agradecimientos.

Los autores expresan su agradecimiento a Andrzej Pszczółkowski, Jorge Cobiella, Antonio Rodríguez Vega y Yamirka Rojas Agramonte, por las observaciones al manuscrito que beneficiaron su redacción.

Referencias.

Academia de la Lengua Española, 2005, Diccionario de la lengua española. Espasa-Calpe. Madrid.

Álvarez-Sánchez, H, Geología de Cuba Occidental y Central (libro en preparación)

Andó, J., Harangi, Sz., Szakmany, L., Dosztaly, L., 1996, Petrología de la asociación ofiolítica de Holguín. En M. Iturralde-Vinent (editor). *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba: International Correlation Programme, Project 364, Geological Correlation of Ophiolites and Volcanic Arcs in the Circumcaribbean Realm*, Miami Florida., p. 154-176.

Bermúdez P. J., 1938, Bibliografía Geológica Cubana. Revista Universidad de La Habana.

Bermúdez P. J., 1950, Contribución al estudio del Cenozoico cubano. Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. Vol XIX. No. 3.

Bermúdez, P. J., 1961, Las Formaciones geológicas de Cuba. Min. de Industrias. Inst. Cubano de Recursos Minerales. Serie *Geología cubana*, No. 1, 177 pág.

Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. 2010. Código Estratigráfico Norteamericano. Universidad Nacional Autónoma de México. Boletín 117.

Cobiella-Reguera, Jorge, L., 2008, Reconstrucción palinspástica del paleomargen mesozoico de América del Norte en Cuba occidental y el sudeste del Golfo de México. Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 25, núm. 3, 2008, p. 382-401.

Coleman, R. G., Wang, X., (Editors), 1995, Ultrahigh Pressure Metamorphism. Cambridge University Press.

Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN), 2005, Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela. PDVSA-Intevep. Venezuela.

Deer, W. A., Andrew H. R., Zussman., J., 1997, Rock Forming minerals. Double chain silicates. Volumen 2B. Second Edition. The Geol. Soc. of London.

Dublan, L., Álvarez-Sánchez, H.; Mlcoch, B.; Mañour, J.; Lledíaz, P.; Molak, B., Vázquez, C.; Snopkova, P.; De los Santos, E., Soucek, J.; Pérez, M.; Mihailova, A.; Bernal, I.; Zoubek, J.; Ordoñez, M.; Soucek, J.; Morousek, J.; Svetska, J.; Marshall, W.; Pérez-Conde, R.; González, E.; Rodríguez, R.; 1985, Informe Final del levantamiento geológico y evaluación de los minerales útiles en escala 1:50,000 del Polígono CAME-I, Zona Centro. Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana. 1,402 Págs. 250 mapas. (Inédito).

Fonseca, E., 1988, Geoquímica de la asociación ofiolítica de la Provincia de Pinar del Río. Revista Tecnológica XVIII, No 4, pags 3-16.

González García, R. A., Recio Herrera, A. M., Furrázola-Bermúdez, G., Delgado Damas, R., Triff Oquendo, J., 1994, Léxico Estratigráfico de Cuba. Comisión del Léxico Estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. La Habana (inédito) 562 pág.

Hatten, Ch. W., 1957, Geology of the Central part of the Sierra de Los Organos, Province of Pinar del Río. Cuba. Fondo Geológico Nacional. La Habana. 48 Pags. , 19 figs.

Hedberg, H. D., 1980, Guía Estratigráfica Internacional. Editorial Reverté, S.A. España.

Huelbes Alonso, J. de., 2013, Conveniencia de generalizar el uso de las unidades litodémicas en la estratigrafía de Cuba. X Congreso Cubano de Geología. V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Memorias en CD-Rom, La Habana.

Iturralde-Vinent, M. A. (Editor), 2011, Compendio de Geología de Cuba y del Caribe. Primera Edición. DVD-ROM. Editorial CITMATEL, La Habana, Cuba.

Iturralde-Vinent, M. A. (Editor), 2012. Compendio de Geología de Cuba y del Caribe. Segunda Edición. DVD-ROM. Editorial CITMATEL, La Habana, Cuba.

Millán, G., y Somin, M. L., 1981, Litología, estratigrafía, tectónica y metamorfismo del macizo de Escambray. Editorial Academia. La Habana. 104 páginas.

Millán, G. y Somin, M. L. 1985 a. Contribución al conocimiento geológico de las metamorfitas del Escambray y del Purial. Reporte de Investigación Nº 2. IGP. Academia de Ciencias de Cuba. 74 Pág.

Millán, G. y Somin, M. L. 1985 b. Condiciones geológicas de la constitución de la capa granito-metamórfica de la corteza terrestre de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. La Habana. 83 páginas.

Millán G. y Álvarez Sánchez, 1992, Geología del sector de La Sierrita. Macizo Metamórfico Escambray. IGP La Habana y Empresa de Geología de Santa Clara. Cuba (Informe inédito)

Mossakowski, A., Nekrasov, G., Sokolov, S., 1986, Los complejos metamórficos y el problema del fundamento de la estructura alpina de Cuba. Geotectonics 3; 5-24.

North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983, North American Stratigraphic Code. AAPG. Bull. Vol.67. No 5. P. 841-875.

Pardo, G., 1975, Geology of Cuba. In *The Ocean basins and margins*, Vol. 3: Caribbean and Gulf of Mexico, p. 553-613. Plenum Press. New York.

Pardo, G., 2009, Overview, in *The geology of Cuba*. AAPG Studies in Geology Series. No 58, pags. 1-47.

Reguant, S., 1989, Nomenclaturas estratigráficas nacionales e internacionales: descripción y evaluación. Rev. Soc. Geol. España. 2. (3-4) 177-188).

Reynard, B., Ballevre, M., 1988, Coexisting amphiboles in an eclogites from the Western Alps: new constraints on the miscibility gap between sodic and calcic amphiboles. Journal Met. Geol., 6, 333-50.

Somin, M. L., Millán, G., 1981, Geología de los complejos metamórficos de Cuba. (en ruso) Edit. Nauka. Moscú. 219 páginas.

Somin, M. L., Arakelians, M. M., Kolesnikov, E. M., 1992, Age and tectonic significance of high-pressure metamorphic rocks of Cuba. International Geology Review, 34, No. 2, pp. 105-118.

Stanik, E., Ching, R. 1981. Informe del levantamiento geológico, geoquímico y trabajos geofísicos, realizados en la parte Sur de Cuba Central, en las Provincias Cienfuegos, Sancti Spiritus y Villa Clara. Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana. Cuba. (Inédito).

Urbani; F., 2002, El río Miguelena de Camurí Grande, estado Vargas: Una ventana a la geología de la Cordillera de la Costa. Guía de excursión No.02-1. Ediciones Sociedad Venezolana de Geólogos, Caracas.



Ing. Humberto Álvarez Sánchez. Geólogo con más de cinco décadas de trayectoria profesional. Cartógrafo en los complejos metamórficos, ofiolíticos y sedimentario-vulcanógenos de Cuba occidental y central. Editor principal cubano del Informe Final de la Expedición Checoslovaquia-Cuba Escambray II. Autor y coautor de unidades del Léxico Estratigráfico de Cuba y miembro de las subcomisiones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno. Descubridor del mayor depósito cubano de fosforitas marinas. Ha dirigido y gestionado proyectos de exploración y evaluación minera en Cuba, Panamá, Perú, Uruguay y Brasil para compañías latinoamericanas, canadienses y estadounidenses, en cargos ejecutivos y técnicos superiores. Fue miembro *ad honorem* de la Comisión del Plan Maestro de Minería de Panamá; autor del proyecto geocientífico para el Banco Interamericano de Desarrollo y miembro de una Misión Especial del BID. Fue asociado del Consejo Científico de Geology Without Limits (Federación Rusa) para el levantamiento sísmico del Caribe. Representó al British Geological Survey en América Central. Reside en Panamá y es colaborador de la Revista Maya de Geociencias, donde publica artículos científicos sobre geología, historia y epistemología de las ciencias de la Tierra. geodoxo@gmail.com



Luís Ramón Bernal Rodríguez es ingeniero Geólogo con más de 35 años dedicado a la actividad profesional en los campos de la geología regional en la especialidad de cartografía en la región central de Cuba. Autor de informes de varios levantamientos y jefe de proyectos, participó en la generalización de mapa geológico de Cuba 1: 100,000. Ha dedicado varios años al estudio de sitios de interés geológico en todo el país, enfocado en el inventario de los estratotipos de las formaciones litoestratigráficas descritas en el Léxico Estratigráfico de Cuba. Autor de la Instrucción Metodológica para el Mapa Geológico de Cuba 1:50,000 en elaboración por el Instituto de Geología y Paleontología del Servicio Geológico de Cuba. Autor del Código cubano de estratigrafía y miembro de la comisión ad hoc para la revisión de la versión al español del Código Estratigráfico Norteamericano. Líder del proyecto Actualización del Léxico Estratigráfico de Cuba donde se desempeña como Secretario de la Comisión Nacional del Proyecto.

JOSÉ MARÍA VARGAS: PRECURSOR DE LAS GEOCIENCIAS EN VENEZUELA

Jesús S. Porras M.

Consultor Independiente

RESUMEN

El presente estudio analiza la figura de José María Vargas (1786–1854) desde un enfoque histórico-científico, con énfasis en su contribución indirecta al desarrollo de las geociencias en Venezuela, particularmente en los campos de la mineralogía, la cristalografía y la química. A partir de una revisión bibliográfica y documental, se destaca su papel como introductor de estas disciplinas en el ámbito académico nacional, concebidas como herramientas fundamentales para la comprensión del territorio y sus recursos. Asimismo, se resalta su decisiva influencia en la institucionalización y modernización de la enseñanza científica, especialmente de las ciencias naturales, en la Universidad Central de Venezuela, proceso clave en la transición hacia una educación de carácter experimental y republicano.

Se destaca también su papel como evaluador del potencial de los recursos naturales y mineros, así como su visión sobre su importancia en el desarrollo económico regional. Aunque Vargas no desarrolló investigaciones especializadas en geología o mineralogía, su formación en Europa, especialmente bajo la influencia de Robert Jameson y Thomas Charles Hope, le permitió incorporar métodos experimentales, colecciones científicas y enfoques sistemáticos que sentaron las bases para el desarrollo posterior de estas disciplinas. Su extensa biblioteca, que incluía obras de botánica, química, geología y mineralogía, refleja la amplitud de sus intereses científicos.

Palabras clave: geociencias, mineralogía, cristalografía, química, Venezuela, siglo XIX.

INTRODUCCIÓN

José María Vargas es ampliamente reconocido como médico, educador y presidente de Venezuela. Sin embargo, su papel en la construcción de las ciencias naturales, y particularmente de las geociencias, ha sido poco desarrollado en la historia, a pesar de su relevancia

en la configuración del pensamiento científico en el país (Bruni Celli, 2005; Arcila Farías, 1961).

Durante la primera mitad del siglo XIX, América Latina enfrentaba el desafío de construir conocimiento científico propio en un contexto de transición política e institucional tras la independencia. En este escenario, la ciencia dejó de ser un saber predominantemente descriptivo, heredado de la tradición colonial, para convertirse en una herramienta clave para el conocimiento del territorio y la evaluación de sus recursos naturales. En este proceso, la incorporación de disciplinas como la geología, la mineralogía y la química resultó fundamental para el desarrollo económico de las nuevas repúblicas.

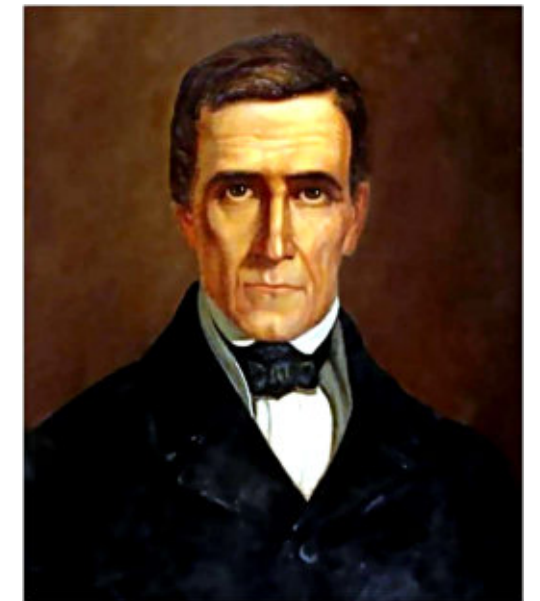


Figura 1. Retrato de Vargas por Martín Tovar y Tovar (1875)

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jos%C3%A9_Mar%C3%AD_Vargas.jpg)

En este contexto, José María Vargas desempeñó un papel relevante al promover una visión moderna de la ciencia basada en la observación, la experimentación y su aplicación práctica. Su formación en Europa,

particularmente en contacto con figuras como Robert Jameson y Thomas Charles Hope, le permitió incorporar enfoques científicos actualizados que posteriormente trasladó al ámbito académico venezolano (Bruni Celli, 2005).

Hacia mediados del siglo XIX, el desarrollo de las geociencias comenzaba a adquirir un carácter estratégico, en la medida en que permitía comprender la naturaleza del subsuelo y evaluar el potencial de los recursos minerales, aspectos esenciales para la consolidación económica del Estado (Arcila Farías, 1961). En este sentido, Vargas no solo impulsó la enseñanza de estas disciplinas, sino que también destacó por su papel como evaluador del potencial de los recursos naturales y su importancia en el desarrollo económico regional.

Su labor como reformador de la Universidad Central de Venezuela fue determinante en la institucionalización de las ciencias naturales, promoviendo la enseñanza experimental, la creación de colecciones científicas y la incorporación de la química, la mineralogía y la cristalografía como herramientas fundamentales para el estudio del territorio (Rojas, 2005).

El objetivo de este trabajo es analizar, desde una perspectiva histórico-científica, la contribución de Vargas a la construcción de las geociencias en Venezuela, destacando su papel en la introducción de estas disciplinas y en la valoración del potencial de los recursos naturales como base del desarrollo nacional

FORMACIÓN CIENTÍFICA: PUNTO DE PARTIDA DE LAS GEOCIENCIAS

Nacimiento /Educación inicial

José María Vargas (1786-1854) nació en La Guaira, en la entonces Capitanía General de Venezuela, en el seno de una familia vinculada al comercio y a la vida intelectual de la época. Desde temprana edad mostró inclinación por el estudio, lo que le permitió ingresar al Seminario Real Tridentino de Caracas, donde obtuvo el grado de Bachiller en Artes y Filosofía en 1803 y la licenciatura de ambas especialidades en 1806. (Villanueva 1883; Bruni Celli, 2005; Guerrero, 2006; Moreno-Brandt, 2009; Romero, 2014; Andrade, 2024)

Posteriormente, continuó su formación en el área médica en la Real y Pontificia Universidad de Caracas, graduándose

como Doctor en Medicina en 1808. Su educación inicial estuvo marcada por el modelo escolástico colonial, pero complementada por un creciente interés en las ciencias naturales, particularmente en la observación y el estudio empírico.

Apenas graduado, se traslada a trabajar como médico en la ciudad de Cumaná. Después de estar dos años en esta ciudad ejerciendo la profesión, decide volver a La Guaira a finales de 1811, con el objeto de viajar hacia Europa para terminar su formación de médico. En esta ciudad lo sorprende el fatídico terremoto del Jueves Santo 26 de Marzo de 1812, causante del derrumbamiento y destrucción de numerosas viviendas y de la muerte de miles de locales.



Figura 2. Ruinas y escombros de viviendas tras el terremoto del 12 de Marzo de 1812. El sismo, de magnitud estimada entre 7.7 y 8.0 en la escala de Richter, impactó significativamente las edificaciones de varios centros poblados venezolanos, incluso del interior de país. (<https://www.elimpulso.com/2020/02/26/el-tenebroso-terremoto-del-26-de-marzo-de-1812/>)

Una vez concluidos sus servicios en la Guaira, vuelve a Cumaná donde fue puesto preso, por haber integrado la legislatura revolucionaria. Fue encarcelado en las bóvedas de La Guaira a principios de 1813, y a fines de Diciembre de 1813 fue liberado por los patriotas y se embarcó rumbo a Europa (Villanueva, 1883; Guerrero, 2006; Moreno-Brandt, 2009).

Ya en el extranjero, buscando ampliar y actualizar sus conocimientos, Vargas entró en contacto con corrientes científicas modernas. En Europa, especialmente en Edimburgo, recibió formación avanzada en medicina,

química y mineralogía, bajo la influencia de destacados científicos de la época. Esta etapa fue decisiva en su desarrollo intelectual, ya que le permitió incorporar una visión científica moderna que posteriormente trasladaría a Venezuela, contribuyendo a la transformación de la educación superior y al surgimiento de las ciencias naturales en el país.

Su paso por Edimburgo y Francia

La formación científica de Vargas alcanzó su punto culminante durante su estancia en Europa, particularmente en Edimburgo, uno de los centros científicos más avanzados de la época. Vargas, brillante y aventajado en lenguas, letras y ciencias, y con probadas posibilidades económicas, se dedicó por cinco años a los estudios de anatomía, patología, cirugía, obstetricia, química y botánica bajo la tutoría de los ilustres profesores Barclay, Thomson, Rutherford, Jameson y Simpson. Terminó graduándose de cirujano en Londres, así como recibió certificaciones como cirujano oculista y dentario. Paralelamente realizó cursos de mineralogía, química y botánica, perfeccionamiento en los idiomas inglés y francés y gramática griega, y profundizó su afición a la literatura inglesa.

En Europa, José María Vargas estudió mineralogía con Robert Jameson, destacado geólogo, profesor y prolífico autor de obras fundamentales como Mineralogy of the Scottish Isles (1800), System of Mineralogy (1808) y Manual of Mineralogy (1821). Jameson, fue discípulo de John Walker en la Universidad de Edimburgo. En 1800 amplió su formación en mineralogía y geología en la Academia de Minas de Freiberg, bajo la influencia de Abraham Gottlob Werner. En 1804, tras la muerte de Walker, asumió la cátedra de Historia Natural en Edimburgo, cargo que desempeñó hasta su fallecimiento.

Fue una figura clave en la institucionalización de las ciencias naturales en Gran Bretaña. Inicialmente, fue el principal difusor de las teorías geológicas de Werner en el ámbito británico, aunque más tarde incorporó las ideas de James Hutton. En 1826 fue elegido miembro de la Royal Society, y en su honor se denominó el mineral jamesonita en 1825. (https://mineralogicalrecord.com/new_biobibliography/jameson-robert/)



Figura 3. (a) Retrato de Robert Jameson; (b) muestra del mineral Jamesonita nombrado en su honor; (c-d) portadas de dos de sus obras clásicas de mineralogía; (e) corte geológico de sus viajes de campo en las Hébridas, Orcadas y Shetland, y el territorio continental de Escocia (1813).

De acuerdo con Bruni Celli (2005), el curso de mineralogía de Vargas con el profesor Jameson, se evidencia en los numerosos apuntes que dejó en su ejemplar de System of Mineralogy. Estas anotaciones, además, incluyen frecuentes referencias a especímenes del Museo Británico, lo que sugiere que su formación tuvo lugar en ese recinto. Asimismo, durante su estancia en Londres, Vargas amplió su biblioteca personal mediante la adquisición de obras de Jameson publicadas en 1816. Jameson introdujo a Vargas en la clasificación sistemática de minerales, basada en la observación minuciosa y en principios derivados de la geognosia europea.

Se conserva una carta de recomendación mediante la cual Robert Jameson gestionó para José María Vargas el acceso a las colecciones del Gabinete de Mineralogía del Museo Británico y al Gabinete de Zoología, a través de un contacto en Londres. Gracias a esta recomendación, Vargas pudo frecuentar estos espacios de manera continua como parte de su formación científica. El remitente, además, expresaba su interés en conocer noticias sobre su situación y bienestar durante su estancia (Villanueva, 1883).

En Edimburgo, Vargas estudió química con Thomas Charles Hope, bajo cuya influencia sentó las bases técnicas que posteriormente le permitirían impulsar la enseñanza de esta disciplina en Caracas. Hope le transmitió un enfoque

de la química eminentemente experimental, sustentado en demostraciones de laboratorio y en la observación directa de los fenómenos, rasgo distintivo de su reconocida labor docente.

Asimismo, sus sólidos conocimientos en química, adquiridos durante su estancia en Edimburgo y ampliados bajo la guía de Anthony Todd Thomson, lo condujeron a incursionar y desarrollarse en las diversas áreas de la farmacología de su tiempo.

Su estancia en Edimburgo no solo modernizó la medicina venezolana, sino que fundó las bases científicas de la mineralogía, la química y la cristalografía en el país.

De Edimburgo pasó a Francia donde profundizó sus conocimientos en artes médicas y ciencias naturales, entre las que destacan la botánica y la química.

EL PENSAMIENTO GEOCIENTÍFICO DE VARGAS

José María Vargas estudió con gran dedicación la geología y la mineralogía, principalmente a través de libros ingleses. Tras su regreso a Caracas en 1827, mostró interés por contar con una terminología en español, lo que se evidencia cuando agradece el envío de un texto del autor español Christiano Herrgen. También consultó obras importantes de Charles Lyell, defensor de la teoría y propulsor del uniformismo (actualismo), dejando incluso notas propias en sus libros (Bruni Celli, 2005).

Complementó su carrera de ciencias naturales y enfoque geocientífico con estudios de cronología y geografía.

En sus “Obras completas”, particularmente en el texto “Nociones elementales de la naturaleza y de la industria humana”, Vargas evidencia su interés por la geología y la geografía. Esta obra, de carácter didáctico, se inscribe en la tradición pedagógica iniciada por el “Orbis Pictus” de Juan Amos Comenius. En ella se abordan, entre otros, temas relacionados con la Tierra, la superficie terrestre y los minerales, reflejando su interés por la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva descriptiva y formativa.

De este texto:

“... La superficie de la tierra tiene unas partes elevadas y otras profundas: en ningún lugar es completamente plana. Los lugares poco elevados se llaman collados y alturas, y los más altos, montes, que cuando forman una larga cadena, se llaman

cordilleras. El promontorio se prolonga a la mar. También hay volcanes. Las más altas montañas están en Asia y América, y después de ellas ocupan el primer lugar los Alpes en Suiza. Multiplicadas son las utilidades de las montañas. Dan el agua necesaria a los caudalosos ríos y lagos, contienen metales y varias piedras preciosas, abrigan los llanos contra los impetuosos vientos, presentan bellísimas escenas, están cubiertas de sombríos bosques, y muchas están también plantadas de viñas. En el llano hay campos, prados, jardines, bosques, arenales incultos y desiertos”

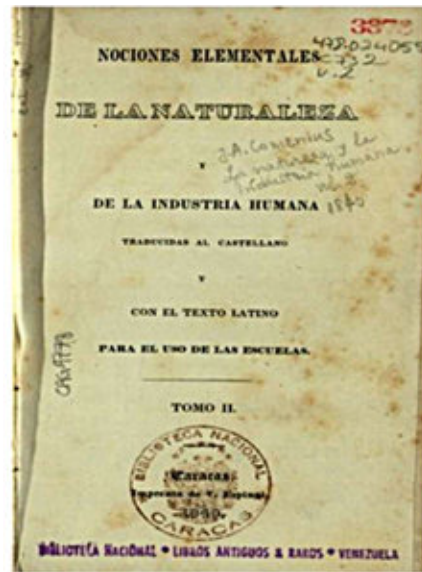


Figura 4. Portada de “Nociones elementales de la naturaleza y de la industria humana”, traducida al castellano para uso escolar. El texto refleja la orientación pedagógica hacia la enseñanza de las ciencias naturales y la difusión del conocimiento científico en la Venezuela del siglo XIX, en línea con la labor educativa de José María Vargas.

Mineralogía y cristalografía: el orden en la naturaleza

El interés de Vargas por la mineralogía fue más amplio de lo que tradicionalmente se ha señalado. Durante su estancia en Londres, Vargas amplió su biblioteca con obras especializadas y desarrolló una formación sólida en mineralogía, influida por la enseñanza de Robert Jameson, basada en la observación detallada y rigurosa y en la organización sistemática de los minerales.

Además de su conocida colección de minerales, posteriormente donada a la universidad, se han identificado numerosas anotaciones y hojas intercaladas en sus textos de estudio. Particular relevancia reviste su ejemplar de “System of Mineralogy”, el cual contiene

referencias a especímenes del Museo Británico. Estas evidencias documentales indican que Vargas no se limitó a una lectura pasiva, sino que participó activamente en su formación, asistiendo a clases y trabajando directamente con colecciones científicas (Bruni Celli, 2005).

Sobre esta base, Vargas introdujo en Venezuela una concepción moderna de la mineralogía, sustentada en tres principios fundamentales: la identificación de minerales a partir de sus propiedades observables; la adopción de sistemas europeos de clasificación; y la incorporación de instrumentos como balanzas analíticas y goniómetros para la medición de ángulos entre caras cristalinas, en consonancia con los avances de la cristalografía desarrollados por René Just Haüy. Este enfoque transformó la mineralogía en una disciplina cuantitativa y estructural.

En América Latina, para esa época, el desarrollo de la mineralogía estuvo vinculado a la explotación de recursos minerales y a la formación de cuerpos técnicos, principalmente ingenieros y naturalistas.

La Química como base de las geociencias

La química fue una de las áreas de mayor interés para Vargas. Estudió esta disciplina en Edimburgo con Thomas Charles Hope (1766-1844), primer profesor universitario en Gran Bretaña en abandonar la teoría del flogisto, que había dominado la química del siglo XVIII, y en apoyar plenamente la teoría, muy distinta, del gran químico francés Antoine Lavoisier.

Vargas impulsó de manera decisiva la enseñanza de la química en Venezuela. Gracias a sus esfuerzos, en 1834 se aprobó la incorporación de esta disciplina en la Universidad Central de Venezuela, aunque su desarrollo fue gradual: en 1838 comenzaron a asignarse recursos para la creación de un gabinete de química y, finalmente, el 1 de septiembre de 1842 se estableció formalmente la cátedra en la Universidad de Caracas. En su discurso inaugural, Vargas destacó el papel fundamental de la química en el progreso de la sociedad y en el desarrollo de las actividades productivas (Bruni Celli, 2005; Guerrero, 2006).

Ante la falta de recursos educativos adecuados, Vargas reunió una importante colección de libros de química, actualizados para su época, así como un gabinete de instrumentos y materiales que posteriormente donó a la

Universidad Central. Su enseñanza combinaba teoría y práctica, apoyándose en un laboratorio bien equipado donde realizaba experimentos, lo cual era poco común en ese momento. Llegó a financiar equipos de laboratorio, reactivos e instrumental científico. Asimismo, utilizó de manera extensiva textos especializados, como los de William Thomas Brande, a partir de los cuales elaboró materiales propios. Parte de este trabajo fue publicado después de su muerte por sus discípulos, incluyendo extractos sobre la historia de la química y sus lecciones de clase (Bruni Celli, 2005).

Para Vargas, la química no era una disciplina aislada, sino una herramienta fundamental para comprender la naturaleza y el cuerpo humano. Este enfoque lo llevó a promover aplicaciones prácticas, como el análisis de aguas, suelos y minerales. De este modo, contribuyó a introducir en el país una visión aplicada de las geociencias, orientada tanto al conocimiento científico como al aprovechamiento de los recursos naturales.

EL LEGADO GEOCIENTÍFICO DE VARGAS

Integración Geología-Biología: la visión científica

Vargas, entendió la geología como una disciplina clave para explicar la historia natural del planeta y sus recursos. Su enfoque reconoce la corteza terrestre como un registro donde quedan preservadas las distintas etapas de la vida, en correspondencia con los cambios progresivos del medio físico. En este sentido, la idea de una aparición gradual de los seres orgánicos, desde formas simples hasta más complejas, refleja una noción evolutiva incipiente, coherente con el pensamiento científico de su época. Asimismo, al considerar que las condiciones del planeta, como su enfriamiento y la evolución de la atmósfera, influyen en el desarrollo de la vida, Vargas adopta una perspectiva integradora entre procesos geológicos y biológicos. Esta visión no solo evidencia su formación moderna, sino que también sustenta su interés por aplicar el conocimiento del subsuelo al estudio y aprovechamiento de los recursos naturales.

Ciencia y recursos naturales

Vargas aplicó sus conocimientos al estudio de recursos naturales en Venezuela y el Caribe, analizando aguas minerales, suelos y rocas. Comprendió que el conocimiento del subsuelo era fundamental para el desarrollo económico del país y promovió una visión

científica de la minería y los recursos naturales. Por ello, propuso estudiar los recursos de manera sistemática dejando atrás la explotación empírica e incorporando principios de química y mineralogía a la actividad minera.

Durante su gestión, promovió la incorporación de la química y la física experimental, el fortalecimiento de la historia natural y la apertura hacia nuevas disciplinas. Estas reformas marcaron una ruptura con la enseñanza tradicional y dieron paso a una visión científica moderna. Además, la institucionalización de las ciencias naturales permitió formar profesionales con bases en geociencias, crear colecciones mineralógicas y difundir métodos de clasificación.

Al fundar la cátedra de mineralogía, Vargas enseñó que el progreso del país dependía de identificar correctamente sus recursos. Su enfoque fue doble: académico, al introducir sistemas de clasificación científica en la Universidad Central, y económico, al promover una minería basada en el conocimiento. Sostenía que Venezuela no avanzaría con una explotación indiscriminada, sino mediante el estudio químico y estructural de sus vetas minerales.

Los gabinetes científicos desempeñaron un papel central en este proceso. En ellos se realizaban prácticas como la observación directa, la clasificación de minerales y el reconocimiento de sus propiedades físicas. Estas colecciones constituyeron los primeros núcleos de estudio mineralógico en el país y apoyaron la formación científica de nuevas generaciones.

Recursos Minerales y Recursos Hídricos

Islas del Caribe

Tras su regreso de Europa, en Puerto Rico, examinó químicamente las aguas de Coamo. Hizo el análisis del cuarzo cavernoso de Río Piedras, del feldespato con clorita y de la arcilla ferruginosa de varios lugares de la isla y de otros minerales y piezas geológicas (Villanueva, 1883)

De Puerto Rico fue varias veces a San Thomas, Martinica, Antigua y otras Antillas, cuyos minerales y constitución geológica, estudió en parte; relacionándose con muchos hombres importantes en el comercio y en las ciencias.

Venezuela

Ya de vuelta en Venezuela, el Dr. José María Vargas se encontraba en una etapa fundamental de su labor científica y académica, consolidándose como el principal modernizador de los estudios médicos y científicos del país.

Las Sales de Urao

Vargas fue uno de los primeros en analizar químicamente el mineral urao o trona (natrón), un sesquicarbonato de sodio ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). En 1832, por encargo de la Dirección de Renta del Tabaco, elaboró un informe oficial en el que destacó su importancia química y económica. Este estudio permitió comprender mejor la composición de las sales de la Laguna de Urao (estado Mérida), así como el proceso de formación de este recurso, utilizado desde tiempos indígenas en el tratamiento del tabaco y en la elaboración de chimó.

Las minas cupríferas de Aroa

Se tiene referencia de que en 1833 Vargas elaboró un informe dirigido a José Luis Ramos, del Ministerio de Hacienda, sobre las minas de Aroa, ubicadas en el estado Yaracuy (Villanueva, 1883; Benítez et al., 2021). Aunque no fue posible acceder al documento, su mención evidencia su temprano interés por el estudio técnico de los recursos minerales y su vinculación con la administración pública. A partir de manuscritos de su colección, se infiere que Vargas identificó y analizó el cobre como el principal mineral de Aroa y, en concordancia con otros estudios de la época, destacó la importancia del desarrollo minero como base para el progreso económico del país.

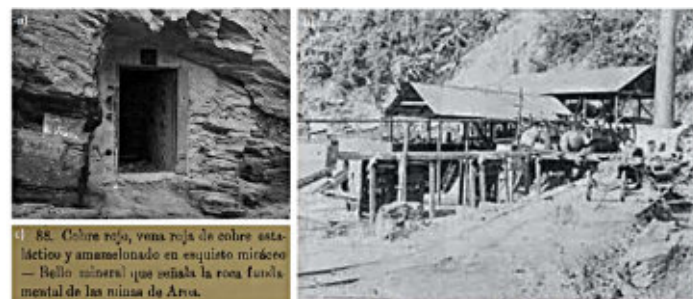


Figura 5. Actividad minera y caracterización temprana de los recursos cupríferos en Aroa: (a) Bocamina excavada en rocas del yacimiento de Aroa; (b) instalaciones mineras históricas asociadas a su explotación; (c) descripción por Vargas de la mineralización de cobre en esquistos micáceos. (Foto a: <https://gris-sehlita.blogspot.com/2017/01/>)

Las minas de Aroa o Cocorote fueron uno de los centros mineros más importantes de Venezuela desde el siglo XVII hasta mediados del siglo XIX. Descubiertas en 1612, por Sánchez de Oviedo, su historia estuvo marcada por ciclos alternos de explotación y abandono, acompañados de conflictos legales y dificultades económicas (Verna, 1977; Lovera, 1978; Urbani, 1992).

A lo largo de tres siglos, estas minas no solo impulsaron el desarrollo de la región, sino que también reflejaron las tensiones propias de la actividad minera en la época. Su paso a manos de la familia de Simón Bolívar en 1663, les otorgó un significado adicional, ya que el Libertador intentó aprovecharlas mediante arrendamientos para sostener diversos compromisos personales y públicos. Sin embargo, disputas familiares impidieron consolidar estos esfuerzos, y las minas terminaron vendiéndose tras su muerte. Con el tiempo, tras su declive y abandono, el antiguo distrito minero fue transformado en espacio patrimonial, conservando hasta hoy el testimonio de una actividad que marcó la historia económica del país (Lovera, 1978).

Paul Verna (1977) en su estudio “Las minas del Libertador” ofrece un análisis riguroso y documentado sobre la historia de las minas de Aroa (Cocorote) y su evolución socioeconómica a lo largo de tres siglos. La obra describe el desarrollo irregular de estas minas desde su descubrimiento en 1612 hasta su cierre definitivo. Examina su paso a manos de la familia Bolívar y sucesiones. En resumen, el trabajo de Verna no solo reconstruye la historia minera de la región, sino que también evidencia las complejas relaciones entre recursos naturales, economía y contexto político.



Figura 6. Portadas de ediciones del libro de Paul Verna “Las minas del Libertador”, donde se hace un recuento histórico de las famosas minas de cobre de Aroa.

Las aguas y minerales del Cantón Río Chico

En 1834, Vargas examinó la composición físico-química de agua de Patatal en el cantón Río Chico y de unas muestras de rocas y minerales por requerimiento del señor M. Acevedo, jefe político de la zona. Un fragmento de la carta dirigida en respuesta dice:

“...es el hierro especular, espejuelo o mica de hierro, mineral de este metal, bastante rico, pues da de 80 a más de 90 centésimas partes del total de su peso, de óxido de hierro, con algunas otras sustancias, como la cal, la magnesia, la sílica y el manganeso, en muy pocas proporciones hasta integrar las centésimas restantes. A veces ocurre macizo, formando capas en las montañas primitivas y en grandes masas; otras están en venas, atravesando dichas montañas”

Vargas, en base al análisis de las tres muestras de materiales concluyó que las aguas del Patatal derivan de la descomposición de sulfuros de hierro, generando un sistema hidro-sulfurado con presencia de sulfatos, óxidos de hierro y azufre. Son aptas para uso externo, pero no para consumo interno. En el proceso utilizaba reactivos químicos para precipitar metales y sales. Mostraba cómo el agua cambiaba de color o formaba sedimentos al añadir sustancias, logrando identificar si contenían hierro, azufre o magnesio. Refirió en esa misma misiva, la abundancia de mineral de hierro y carbón mineral en el país y de su potencial e interés nacional (Villanueva, 1883)

“...En cuanto a las aguas minerales, del sitio del Patatal, en el cantón Río Chico, son termales, sulfurosas, contienen un poco de gas hidrógeno sulfurado, aunque éste apenas se manifiesta por el mal estado de la conservación del agua y el mucho tiempo que hace fue tomada. Sulfato de cal ó hierro bien abundantes, como lo indican los precipitados obtenidos por la disolución de muriato de barita, y tratándola por el ácido oxálico”

Minerales y Metales

Vargas no se limitó a describir ocurrencias minerales, sino que identificó y evaluó distintos tipos de recursos con interés económico, incluyendo combustibles (carbón de piedra), metales base (cobre y hierro) y metales preciosos (oro y plata). Sus estudios sobre las minas de cobre de Aroa y los depósitos de hierro en los alrededores de Caracas reflejan un enfoque orientado al reconocimiento de recursos estratégicos para el desarrollo industrial.

Asimismo, al destacar las minas auríferas de Guayana y las de plata en la Cordillera, aún poco explotadas en su época, señala áreas con alto potencial económico, anticipando su importancia futura.

La inclusión de materiales no metálicos, como mármoles, caolín y pizarras, junto con minerales como los granates, muestra una comprensión amplia de los recursos geológicos, no solo como fuentes de metales, sino también como materias primas para la construcción y otras aplicaciones.

Este enfoque sugiere una visión integral de la geología económica, en la que el conocimiento científico del subsuelo se vincula directamente con el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el desarrollo del país. El texto evidencia una visión temprana y sistemática del potencial geológico de Venezuela

Recursos naturales, ecología y ambiente

De acuerdo con Padrón (2012), en 1838 el Concejo Municipal de Caracas designó una comisión integrada por José María Vargas, Carlos Machado y el ingeniero Juan Manuel Cajigal, con el propósito de elaborar un informe sobre los terrenos que debían conservarse para evitar la disminución de las aguas en la ciudad. Este documento, titulado “Terrenos de Caracas que deben conservarse para que no se disminuyan sus aguas”, constituye un antecedente temprano de la gestión ambiental en Venezuela. En él se reconoce la importancia de preservar zonas boscosas y montañosas para garantizar el suministro hídrico, evidenciando una comprensión avanzada de la relación entre cobertura vegetal y disponibilidad de agua.

Así, Vargas no solo destaca como médico y educador, sino también como pionero en la conservación de los recursos naturales y en el estudio científico del ambiente. El trabajo fue publicado en la Gaceta de Venezuela.

Este estudio, fue retomado y referido años más tarde por el ingeniero, pedagogo e investigador Gral. Julián Churión, quien obtuvo el primer lugar en el Certamen Nacional Científico y Literario de 1877 con su trabajo “Causas de la sequía y repoblación de los bosques”, reconocido por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (Padrón, 2012).



Figura 7. Retrato del Ingeniero Julián Churión, paisano, usuario y difusor de los trabajos del Dr. José M. Vargas. Churión se destacó como un continuador de la labor científica de Vargas en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería aplicada a la conservación.

Petróleo: el informe de 1839 y su visión científica

En 1839, por solicitud del gobierno, José María Vargas analizó una muestra de asfalto de Pedernales enviada desde Guayana y elaboró un informe técnico, considerado el primero sobre petróleo en Venezuela. El análisis del asfalto de Pedernales realizado por Vargas constituye una muestra notable de su rigor científico y visión aplicada. En su informe de 1839, Vargas no solo describió las características físicas y químicas de la muestra, entre las que incluye color, viscosidad, densidad y capacidad calórica, sino que también evaluó sus posibles usos industriales, como la impermeabilización, la fabricación de barnices y la construcción (Freites, 2014; Urbani, 2022)

“...Esta sustancia mineral es el asfalto o betún de Judea de los antiguos, llamado también pez mineral. Su bello color negro de terciopelo, su brillo, su fragilidad junto con su consistencia más o menos blanda, según el calor a que está expuesta, su combustión con buena llama dejando poco residuo, su olor y demás modos muestran su buena calidad si hemos de juzgar por la muestra presentada.”

Además, propuso profundizar el estudio del yacimiento, solicitando información sobre su extensión, forma de ocurrencia y facilidad de extracción, lo que evidencia un enfoque sistemático propio de la geología económica

moderna. Frente a la posibilidad de explotación estatal, recomendó de manera innovadora el arrendamiento del recurso, anticipando modelos de gestión que siguen vigentes en la actualidad (Freites, 2014).

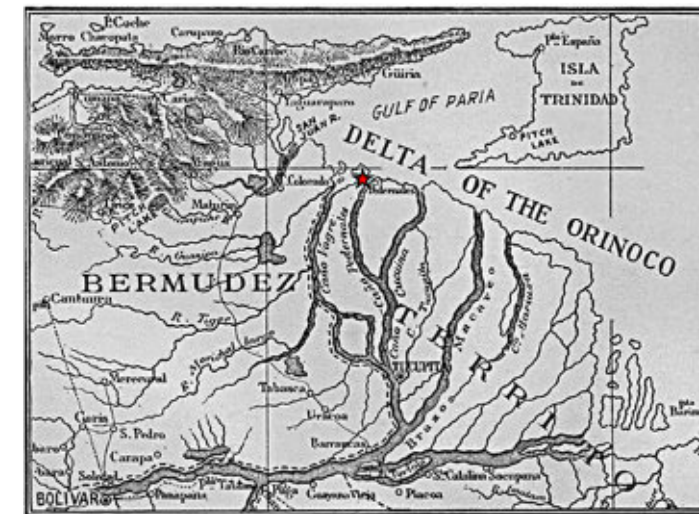


Figura 8. Mapa histórico del bajo Orinoco y el Golfo de Paria (1897), que representa el sistema deltaico donde se ubica Pedernales (1897) (autor desconocido, fuente Wikipedia)

Otro aspecto destacado fue su propuesta de combinar este asfalto con otros hidrocarburos para producir derivados útiles, lo que refleja una comprensión temprana de procesos que hoy se reconocen como mezcla de crudos. Ya Vargas, conocía de la existencia de este líquido disolvente de asfaltos, por una muestra de petróleo de la provincia de Trujillo que guardaba en su gabinete.

Finalmente, Vargas valoró este recurso como más importante que el oro o la plata, anticipando el papel central que el petróleo tendría en la economía venezolana.

Su informe no solo representa el primer estudio técnico del petróleo en Venezuela, sino también una visión científica y estratégica adelantada a su tiempo, previa incluso al desarrollo de la industria petrolera moderna. Además de su célebre informe sobre Pedernales, en sus manuscritos indica que ya poseía en su colección muestras de asfalto de Guayana y Maracaibo para su estudio.

LA COLECCIÓN MINERALÓGICA Y EL NACIMIENTO DE LA GEOLOGÍA

José María Vargas proyectó establecer una cátedra de Mineralogía, para la cual serviría de base un museo

adquirido en Europa, que contaba con más de dos mil muestras. Este incluía, además, una colección de cristales y modelos en porcelana destinados al estudio de la cristalografía, así como una colección de minerales venezolanos reunida por él mismo.

Muchos de estos ejemplares fueron estudiados y clasificados por Vargas siguiendo el método de Beudant, evidenciando su amplio conocimiento, dedicación y constancia en el trabajo científico. Estas colecciones, cuidadosamente conservadas, reflejan el rigor con el que abordó el estudio de la mineralogía. Sus clasificaciones incluyen minerales y piezas geológicas de Venezuela, de las Antillas y de otras localidades americanas.

Parte de estas colecciones están reseñadas por Villanueva (1883) quien publica de los manuscritos de Vargas, listados parciales de colecciones: una de 129 muestras de minerales y otra que Vargas denominó “Colección geológica de piezas de Venezuela” contentiva de 104 muestras de rocas, principalmente. Su muestrario incluía además minerales “extranjeros” de Bolivia, Panamá, Perú, Méjico, Colombia, Puerto Rico, Trinidad, Cuba e islas del Caribe.

52. Hierro oligisto en arcilla ó magnesia. Carrisal. Nota.—Muchas muestras de hierro de Caracas y de los Altos. 53. Piedra de carbonato de cal que forma la base de la montaña cobriza de Aroa. 54. Natron ó carbonato de soda de Mérida. Urno del país en cristales mellosos. Mérida. 55. Harina de al. carb. calepulo en la piedra arcillosa del camino de La Guaira á Cutia. Se parece al kaolin pero es más suave y hace efervescencia con los ácidos, mientras que el kaolin no. Arcilla de porcelana. 56. Arragonita blanca columnar, del cerro del Calvario. 57. Arragonita columna terminada en pirámides triédricas, del camino de La Guaira. 58. Arragonita amarillenta en largas columnas, de Mamera.	Caracas. 72. Calcedonio en rombos, hallado en la caldera del primitivo, en el cerro del Calvario de Caracas. 73. Asfalto de Maracaibo. 74. Hierro oligisto laminar, alternando con láminas de cristal de roca. Caracas y Guayana. 75. Hierro rojo escamoso. Carrisal. 76. Panahosa.—Grey copper ore. Tetrahedral copper glance.—Color gris y lustre de acero.—(Cinco muestras) Aroa. 77. Pirita de cobre.—Copper pyrite.—color de latón—bell metal copper ore.—iridescente (diez muestras). 78. Pirita de cobre color de latón con cobre verde—green copper ore—malachita terrea (dos muestras). 79. Pirita de cobre color de latón con cobre negro.—Black copper pulverilla (dos muestras).
--	---

Figura 9. Extracto del catálogo mineralógico de J.M. Vargas con descripciones de muestras procedentes de distintas localidades de Venezuela. El documento evidencia los primeros esfuerzos de caracterización sistemática de recursos minerales y su valor económico.

Uno de los aportes más concretos de Vargas fue la creación de una colección de minerales recolectada en Europa, clasificada científicamente y donada a la universidad. Esta colección constituyó el primer repositorio mineralógico del país, una herramienta clave para la enseñanza y el inicio de la geología como disciplina académica

LAS COLECCIONES DEL MUSEO NACIONAL

La creación del Museo Nacional en 1874 por iniciativa de Gustavo Adolfo Ernst, naturalista alemán, que llegó al país en 1861, con la idea de reunir elementos de la naturaleza, historia y arte, se apoyó en colecciones preexistentes, entre las cuales destaca el legado de José María Vargas. Sus colecciones de minerales, rocas y fósiles, reunidas con criterios de observación y clasificación sistemática, constituyeron uno de los primeros repositorios de referencia para los estudios geológicos en Venezuela. Estos materiales, inicialmente organizados en la Universidad de Caracas, aportaron una base empírica esencial para la enseñanza de la mineralogía y disciplinas afines, favoreciendo la transición desde un conocimiento descriptivo hacia una aproximación más analítica de los recursos geológicos (González, 2005; Moreno, 2012; IAM, 2015)

Según Moreno (2012), la colección estaba acompañada por un catálogo manuscrito titulado “Colección Geológica clasificada para servir al estudio de esta ciencia”, de 76 páginas, sin fecha ni paginación, probablemente redactado en gran parte por José María Vargas. Su organización refleja criterios geognósticos de inicios del siglo XIX, influenciados por Werner y Christian Herrgen, con una clasificación en formaciones primitivas, de transición y carboníferas. El mismo autor refiere, que más allá de este documento, no se dispone de un inventario completo y actualizado de la colección, lo que ha generado discrepancias en cuanto al número total de muestras.



Figura 10. (izq.) Antigua sede del Museo Nacional (ca. 1874) y (der.) sede actual del Museo de Ciencias, denominación adoptada desde 1940. La colección mineralógica, junto con algunos restos fósiles, representan una parte importante del legado científico de José María Vargas.

CONCLUSIONES

La contribución de José María Vargas a las geociencias fue principalmente estructural. Introdujo el método científico, impulsó la enseñanza de la química y la mineralogía, y promovió la observación y el análisis como base del conocimiento.

Su enfoque integrador permitió vincular química, mineralogía y estudios del subsuelo, sentando bases para la comprensión científica de los recursos naturales. Además, aplicó estos conocimientos a problemas concretos, donde reconoció su valor económico y anticipó la importancia de los recursos minerales, hídricos e hidrocarbúricos.

Vargas puede considerarse un precursor de las geociencias en Venezuela, por haber creado las condiciones para su desarrollo más que por descubrimientos específicos.

REFERENCIAS

- Andrade G. (2024). José María Vargas' status as the father of medicine in Venezuela, *Medicina Histórica* 2024; Vol. 8, N. 2: e2024003
- Arcila Farías, E. (1961). Historia de la ingeniería en Venezuela. Caracas. Colegio de Ingenieros de Venezuela Editor
- Benítez G., Garcés M. F. y Rodríguez R., E. (2021). José María Vargas Académico Y Científico En La Naciente Republica Venezolana, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina Departamento de Cirugía, Hospital Universitario de Caracas.
- Bruni Celli B. (2005). Visita a la Biblioteca del doctor José M. Vargas, en *Contribuciones Históricas Gaceta Médica de Caracas* 2005;113(2):252-263.
- Freites Y. (2014) El descubrimiento científico del petróleo: José María Vargas, en *Venezuela 1914-2014: Cien Años de la Industria Petrolera, Memorias de las XIII Jornadas de Historia y Religión*, Caracas, Fundación Konrad Adenauer, Universidad Católica Andres Bello, pp 9-22.
- González M. (2005). De la colección a la Nación. Aventuras de los intelectuales en los museos de Caracas (1874-1940). (Tesis de Maestría). Recuperado de

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/Maestria%20de%20Historia%20de%20las%20Americas/AAQ4607.pdf>

Guerrero C. (2006) José María Vargas. Biblioteca Biográfica Venezolana, Volumen 47, C.A. Editora El Nacional

IAM Institutional Assets and Monuments of Venezuela <https://iamvenezuela.org/2015/04/museo-de-ciencias-2>

Lovera De-Sola R.J. (1981) Las Minas del Libertador, Boletín de la Academia Nacional de la Historia, V64, No. 256, Oct-Dic 1981, p 1039-1041 (Reseña del libro de Paul Verna “Las minas del Libertador” (Caracas: Ed. de la Presidencia de la República, 1975, Colección Contorno Bolivariano No. 1, Ministerio de Información y Turismo, Imprenta Nacional, 305 pp.)

Moreno H.A. (2012) La Materia con la Cual se Erige una Historia: la Colección de rocas, minerales y fósiles del Museo de Ciencias Naturales de Caracas, *Museos Ve*

Moreno-Brandt (2009) Dr. José María Vargas Ponce. Un Hombre Justo, *Revista Venezolana de Cirugía*, Vol. 62, No. 4, 126-137.

Padrón R.G. (2012). Julián Churión y sus Aportes a las Ciencias en el Siglo XIX. *Tiempo y Espacio* Vol.22 No.58 Caracas Dic. 2012.

Romero R. R. (2014). La Labor Docente en Anatomía Humana y en Otras Ciencias del Dr. José María Vargas, *International Journal of Morphology*, 32(3):794-797,

Urbani F. 1992. Las minas de cobre de Aroa, a la luz de la relación de Don Manuel Gaytán de Torres, 1621. En: 1. J. M. López de Azcona (Ed.). *Minería en Nueva Granada. Notas históricas*. Edic. Inst. Geol. Minero, Madrid, Conmemorativa del V Centenario, Boletín Geológico y Minero, Madrid, 103(2): 156-185.

Urbani Patat F. (2022). Tres Episodios de la Historia Petrolera Venezolana: Pedernales, Escuque y Perijá. Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y Fundación Geos – UCV. xi + 404 pp.

Vargas J. M (1840) Nociones Elementales de la Naturaleza y de la Industria Humana, Vol V, Tomo II, Imprenta de V. Espina.

Verna P. (1977) Las Minas del Libertador. Caracas: Ed. de la Presidencia de la República. 240 p

Villanueva L. (1883). Biografía del Doctor José Vargas. Ensayo Histórico. Imprenta Editorial de Méndez y C, Caracas.

SOBRE EL AUTOR



Jesús S. PORRAS M. es Ingeniero Geólogo de la Universidad de Oriente con Maestría en Ciencias Geológicas de la Universidad Central de Venezuela. Posee amplia experiencia profesional en la industria petrolera donde ha desempeñado diversos cargos en proyectos tanto de exploración como de desarrollo de reservorios convencionales y no convencionales.

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

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

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

NEHIL DUQUE

Un baluarte de Upata, estado Bolívar, Venezuela.

Mariato Castro Mora

notasgeologiavenezuela@gmail.com



RESUMEN

La presente semblanza rinde homenaje a un profesional cuya trayectoria se inscribe en el corazón minero del estado Bolívar, región reconocida como uno de los principales distritos auríferos de Venezuela. Nehil Duque Jiménez, oriundo del caserío El Perú, en el municipio El Callao, consolidó sus primeras bases académicas al obtener el título de Técnico Superior en Geología y Minas, iniciando así una formación orientada a las ciencias de la tierra.

Impulsado por una destacada vocación de superación y excelencia académica, fue beneficiario del programa de becas de la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho, iniciativa creada por el gobierno de Venezuela, para la formación de talento especializado en áreas estratégicas mediante estudios en instituciones internacionales. En este marco, cursó estudios superiores en universidades de Oklahoma y Texas, donde obtuvo el título de geólogo, fortaleciendo su perfil con una visión integral y multidisciplinaria de las geociencias.

Su ejercicio profesional se ha caracterizado por una amplia versatilidad técnica, abarcando áreas clave como geología de superficie, geoquímica, exploración y producción minera, geología petrolera y docencia universitaria, evidenciando una sólida capacidad de integración de disciplinas y adaptación a distintos entornos operacionales.

A lo largo de su trayectoria, ha mantenido una conducta regida por elevados estándares de integridad profesional, ética aplicada y rigurosidad técnica, atributos que han sustentado su credibilidad y desempeño en el ámbito académico y profesional. En el campo docente, su labor en la Universidad de Oriente ha contribuido significativamente a la formación de capital humano altamente calificado, dejando una impronta duradera en múltiples generaciones de profesionales venezolanos en las áreas de geociencias y petróleo.

ABSTRACT

This paper is intended to pay tribute to a professional whose trajectory is framed in the heart of the mining area of the Bolívar State, a region historically recognized as one of the principal gold-producing districts in Venezuela. Nehil Duque Jiménez, a native of the small settlement of El Perú, in the municipality of El Callao, consolidated his initial academic foundation by obtaining the degree of Technical Diploma in Geology and Mining, thereby initiating a career oriented toward the earth sciences.

Due to this strong vocation for self-improvement and academic excellence, Nehil was awarded a scholarship from the Gran Mariscal de Ayacucho Foundation. This program was established by the Venezuelan government, to develop specialized talent in strategic areas through studies at international institutions. Within this framework, Nehil pursued higher education at universities in Oklahoma and Texas, where he earned his degree in geology, strengthening his professional profile with a comprehensive and multidisciplinary vision of the geosciences.

His professional career has been characterized by broad technical versatility, encompassing key areas such as surface geology, geochemistry, mineral exploration and production, petroleum geology, and university-level teaching, demonstrating a solid capacity for interdisciplinary integration and adaptation to diverse operational environments.

Throughout his career, Nehil has maintained conduct governed by high standards of professional integrity, applied ethics, and technical rigor. These attributes have underpinned his credibility and performance in both academic and professional domains. In the field of teaching, his work at the Universidad de Oriente has contributed significantly to the development of highly qualified human capital, leaving a lasting impact on multiple generations of Venezuelan professionals in the fields of geosciences and petroleum.

Palabras claves: exploración, geoquímica, minerales, geología petrolera, profesor, mentor.

Key Word: exploration, geochemistry, minerals, petroleum geology, professor, mentor.

PRIMEROS AÑOS DE VIDA / EDUCACION

Nehil Duque nació el 16 de Marzo de 1944, en el corazón aurífero – minero de la Guayana Venezolana, en el caserío El Perú del municipio El Callao del estado Bolívar.

A los pocos meses de nacido, la familia se mudó a Upata, ver la Figura 1. Su padre era empleado de la empresa Gold Field of Venezuela, que cerró operaciones porque durante la II Guerra Mundial no llegaban a Venezuela los repuestos e insumos necesarios para la operación minera.



Figura 1: Nehil Duque, nació y creció en el corazón aurífero – minero de la Guayana Venezolana. Mapa de Google Earth

Entre 1952 y 1958 cursó la educación primaria en escuelas de Upata y Ciudad Bolívar. Entre los años 1958 y 1964 estudio en la Escuela Técnica Industrial (ETI), formando parte de la primera promoción de Técnicos en Geología y Minas. Esta especialidad que se abrió en conjunto con la Escuela de Geología y Minas de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, aprovechando la llegada de profesores provenientes de diferentes latitudes que vinieron a apuntalar esta institución educativa. Durante sus estudios realizó dos meses de pasantía en las minas de carbón de Naricual. Obtuvo su grado de Técnico Superior en Geología y Minas en noviembre de 1964.



Figura 2: “Los implementos de campo cumplen años y deben ser recordados, sobre todo si forman parte de tu historia personal”. La brújula, la lupa y la libreta de campo tienen 50 años con Nehil Duque. Este equipo de trabajo se utilizó en el reto de la excursión al Cerro Impacto, Edo. Amazonas. Foto cortesía de Nehil Duque.

En el año 1965 ingresó a la Facultad de Ingeniería de la ilustre Universidad Central de Venezuela, donde la política le ganó a la voluntad de estudiar y actuó como dirigente del partido político Movimiento de Izquierda Revolucionaria (MIR). En el año 1966, a instancias de su familia regresa a Guayana.

En febrero de 1977 resultó becado por la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho para continuar estudios en USA (Oklahoma y Texas), donde obtuvo el grado de Geólogo en diciembre de 1980. Título éste que fue revalidado en la Universidad de Oriente el año 1994. Su tesis de grado versó sobre **“ EL ESTUDIO GEOLOGICO DE LA SECCION PALEOCENO, FORMACION GUASARE, DEL AREA URDANETA-LAMA, LAGO DE MARACAIBO”**. En la disertación se destaca que el área Urdaneta-Lama, ubicada en la zona nor-central del Lago de Maracaibo, presenta condiciones bastantes favorables para la existencia de acumulaciones comerciales de hidrocarburos a nivel del Paleoceno (Formación Guasare). La ocurrencia de acumulaciones en unidades infrayacentes a la Formación Guasare (Cretáceo-8), así como en estratos suprayacentes a dicho intervalo, particularmente en las arenas B y C de la Formación Missoa (Eoceno), aunada a la influencia estructural del sistema de fallas de Icotea, cuya reactivación episódica ha favorecido la migración vertical de hidrocarburos desde niveles cretácicos, y a la presencia de litologías con adecuadas propiedades petrofísicas sometidas a deformación estructural, configuran a esta unidad como un objetivo de alto interés exploratorio. En este contexto, cualquier producción obtenida implicaría la incorporación de nuevas acumulaciones y, potencialmente, el desarrollo de nuevos yacimientos. El propósito del estudio fue revisar, caracterizar e integrar las principales variables geológicas y petrofísicas que confieren a la Formación Guasare su potencial prospectivo como unidad estratigráfica. Este análisis se sustentó en la evaluación de la producción reportada en siete (7) pozos operados por Maraven S. A., así como en la interpretación de los eventos registrados durante la perforación de dicha secuencia en siete (7) pozos de Lagoven S. A., originalmente diseñados para la explotación de yacimientos cretácicos.



Figura 3: Salida de campo N° 2 hacia la parte central de Texas donde aflora toda la columna geológica desde el Precámbrico hasta el Pleistoceno. Foto del año 1979, cortesía de Nehil Duque.

CARRERA PROFESIONAL

Nehil Duque tiene una extensa carrera profesional:

- **1966 - 1968.** Trabajó en la construcción de la represa de Gurí como Fiscal-Inspector de obras civiles con la Corporación Venezolana de Guayana (CVG).
- **1969 - 1970** Técnico de campo de la empresa Servicios Técnicos Mineros (STM) en la cual desarrolló los siguientes aportes:
 - i. Estudios Geológicos - Mineros de las minas de carbón de Lobatera en el estado Táchira.
 - ii. Censo Nacional de minerales no metálicos, teniendo la responsabilidad de realizar el levantamiento en los estados: Bolívar, Guárico, Aragua y Miranda . Trabajos ordenados por la Corporación Venezolana de Fomento y supervisado por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos.
- **1970 – 1975.** Técnico del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH), donde trabajó en los siguientes proyectos y/o estudios:
 - iii. Prospección aurífera en el trayecto El Manteco-Cerro Azul -Supamo (1970-71).
 - iv. Evaluación del manto laterítico- aluminoso de la Serranía de Nuria, al noreste de Tumeremo (1971-72).
 - v. Estudio Geológico- Minero de los yacimientos de carbón del área comprendida entre los ríos Cachiri-Socuy -Guasare y sus cuencas.
 - vi. Investigación Geológica y mineralógica del Cerro Impacto, ubicado al este de San Juan de Manapiare, en los límites de los estados Bolívar y Amazonas.
 - vii. Evaluación de un manto de laterita aluminoso en el valle del río Kukenan, Santa Elena de Uairen.
 - viii. Geología de superficie y captura de muestras geoquímicas en anomalías electromagnéticas detectadas por métodos geofísicos aéreos, en las zonas de Sua Sua y el bajo Cuyuní (1975).
- **1976.** Ferrominera del Orinoco. Supervisor de operaciones de producción de mineral de hierro, en las minas del Cerro Bolívar, Ciudad Piar, Edo. Bolívar. Ver la Figura 4.



Figura 4: Identificación como trabajador de Ferrominera del Orinoco. Foto cortesía de Nehil Duque.

- **1981 – 1997.** Lagoven S.A., Filial de Petróleos de Venezuela:
 - ix. Se desempeñó como geólogo de operaciones costa afuera, iniciando su actividad en el pozo exploratorio Serpiente-1X, ubicado en el Golfo de Paria, a bordo del taladro tipo jack-up Rowan Odessa. En esta fase inicial, y con el propósito de fortalecer su curva de aprendizaje, contó con el acompañamiento técnico y la capacitación de los paleontólogos Dr. Max Furrer y Marianto Castro Mora, quienes, mediante rigurosos procesos de correlación estratigráfica con los campos de Trinidad y Tobago, permitieron la identificación de unidades geológicas equivalentes a las formaciones Lengua y Cipero. Durante los dos años y medio en la unidad Costa afuera asistió a la perforación de los pozos exploratorios: Serpiente-1, Plata-1, Morro -1 y Gupe-1 (Golfo de Paria); en el barco Wodeco -9, los pozos de las áreas exploratorias: Patao, Dragón, Mejillones, Río Caribe, Testigos, Tres Puntas y Caracolito (Norte de Paria); pozos Loran, Cocina y Tahalí (Plataforma Deltana). Ver la Figura 5.
 - x. Al culminar el Proyecto Costa Afuera (agosto 1983) fue transferido a Tía Juana, en el estado Zulia, donde cumplió las siguientes actividades: geólogo de la recién creada Sección de Geología de Rehabilitación; supervisor de la Sección de Geología de Rehabilitación; supervisor de la Sección de Geología de Pozos Nuevos; jefe del Grupo de Geología de Operaciones de Tía Juana.
 - xi. Octubre de 1992 regreso a oriente del país (Maturín) donde desarrollo trabajos como: jefe del Grupo de Geología de Operaciones, Oriente de Venezuela; líder de Planificación del Proyecto Áreas Nuevas, con la responsabilidad de dirigir un grupo multidisciplinario cuyo objetivo era buscar opciones Técnico-Operativo-Ambiental y Económico para enfrentar un Plan de Exploración en el llamado Pantano Oriental, al este de Maturín; Gerente de Exploración Lagoven oriente, al frente de las operaciones de Sísmica y perforación de pozos exploratorios.



Figura 5: En Lagoven S.A., dictando una charla a 20 periodistas nacionales e internacionales, desde el pozo en perforación MEL - 1X, Pantano oriental, 1992. Foto cortesía de Nehil Duque.

- **1998 – 2002.** A partir de enero de 1998 ocurrió la unificación de PDVSA y ya desde esta figura ejerció los siguientes cargos:
 - xii. Superintendente de Operaciones Geológicas, Maturín.
 - xiii. Asesor Mayor de Negocios con Terceros.
 - xiv. Gerente de Convenios Operativos de Oriente (19 convenios en campos de los estados Monagas, Anzoátegui y Guárico).
- **2003 – 2004.** A partir del año 2003, se reactivó la Filial Corporación Venezolana del Petróleo (CVP) donde fue nombrado Director Ejecutivo para el Oriente del país y ya desde Caracas participaba en las diligencias asociadas a la migración de los Negocios con Terceros en Empresas Mixtas.
- **En Agosto de 2004** se acogió a su jubilación y posteriormente fue contratado como Asesor de la Junta Directiva de la Corporación Venezolana del Petróleo. En esa etapa, estuvo al frente de un proyecto para desarrollar un plan conjunto de exploración en el Golfo de San Jorge, producto de un memorándum de entendimiento presidencial, entre Venezuela y Argentina. En esa misma línea, viajó a Cuba con un equipo multidisciplinario para evaluar una posibilidad exploratoria en aguas profundas del Golfo de México, en la zona económica especial de la isla de Cuba.

DOCENCIA

Sus inicios en la docencia se produjeron a través del Plan de Acercamiento de la Industria Petrolera con las universidades venezolanas, donde realizó las siguientes actividades:

- **1995 – 1998.** Apoyo en la asignatura "Geología del Petróleo" en la Escuela de Geología del núcleo Bolívar de la Universidad de Oriente. Para ello, debía viajar semanalmente para dictar la cátedra. Posteriormente, asumió la dirección de un equipo multidisciplinario integrado por geólogos, geofísicos, petrofísicos e ingenieros de petróleo, estructurando la disciplina en módulos especializados para optimizar su abordaje técnico y operativo.
- **1998 – 2024.** Se desempeñó como docente de las asignaturas Geología General; Sísmica para Ingenieros (geofísica); Propiedades de las Rocas y de los Fluidos; y en la modalidad de Trabajo de Grado, en el área de Gerencia de Yacimientos, donde tuvo bajo su responsabilidad la transferencia y consolidación del conocimiento geológico dentro del programa académico. Ejerció estas funciones hasta mediados del año 2024, fecha en la que presentó su renuncia. Durante cerca de 26 años de trayectoria en la Escuela de Ingeniería del Petróleo del estado Monagas, 11 años correspondieron a dedicación ad honorem y el período restante como profesor contratado. Durante los años en la Escuela de Ingeniería del Petróleo, fue asesor de 20 tesis de trabajo especial de grado y jurado principal de otros 30 proyectos de investigación de grado.



Figura 6: Foto del homenaje al profesor Nehil Duque por parte del Capítulo Estudiantil de la Sociedad de Ingenieros de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela. Foto tomada de Facebook 2023.



Figura 7: Certificado de su participación en las Primeras Jornadas de Hidrocarburos de la Escuela Técnica Industrial Maturín, Estado Monagas, Venezuela. Foto tomada de Facebook, 2023.

PUBLICACIONES

Durante su ejercicio docente en la Escuela de Ingeniería del Petróleo, fue autor del libro **Fundamentos de Geología General**, publicado en 2005, así como de cinco guías académicas especializadas para el estudio de la sismica aplicada. Ver Figura 8.

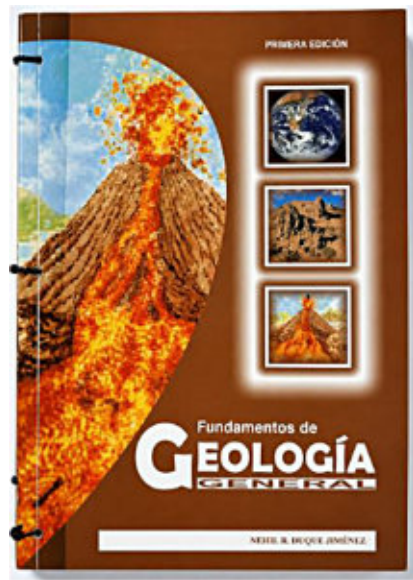


Figura 8: Libro de Fundamentos de Geología General de Nehil Duque. Foto cortesía de Nehil Duque

APRECIACION PROFESIONAL Y TESTIMONIOS

Son numerosos los homenajes que le han rendido a Nehil Duque. A continuación, destacaremos palabras de reconocimiento de algunas instituciones y colegas:

Sociedad de Ingenieros Petroleros de Monagas: *“Nehil Duque Jiménez, destacado exponente de la tradición baluartiana y polanquera, reconocido por su integridad ética, sólida trayectoria profesional y conducta intachable”.*

Comentarios de colegas durante la celebración del Día del Ingeniero Petrolero en el año 2024: *“Cuatro años aquí tal vez, pero no son cuatro son todos los años que estuve en PDVSA. Años en los que conocí al Ingeniero Nehil Duque, gran profesional de la ingeniería y no solamente ese aval maravilloso sino que ha sido un gran responsable de la formación de Ingenieros Petroleros en la Universidad de Oriente, donde prestó y brindó su profesionalismo a una gran mayoría de los nuevos ingenieros petroleros desde muchos ámbitos, de esa prestigiosa universidad y mucho más por su dedicación absoluta desde su gran personalidad de hombre humilde y entregado a su profesión, vaya hasta él mi saludo y reconocimiento por todo. Felicitaciones Nehil, en este día de los ingenieros petroleros”*

Como parte también de las actividades realizadas por la semana aniversario, el Capítulo Estudiantil de la Sociedad de Ingenieros de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas rindió un pequeño homenaje al profesor Nehil Duque, donde se destacó: *“Su invaluable contribución a la educación y formación de miles de estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a lo largo de los años*

en la Universidad. Su pasión por la enseñanza, su dedicación incansable y su profundo conocimiento en su campo de estudio han dejado una marca indeleble en nuestra institución y población estudiantil de la casa más alta, en las vidas de aquellos que han tenido el privilegio de ser sus alumnos. Agradecemos su compromiso inquebrantable con la excelencia académica y su constante inspiración para alcanzar las metas más altas. ¡Gracias Profesor Nehil! por ser un pilar fundamental en nuestra comunidad universitaria y por su impacto perdurable en las generaciones futuras!”

AGRADECIMIENTOS

Conozco a Nehil desde que comenzó a trabajar en Lagoven en el año 1981. Su desempeño ha estado caracterizado por la rigurosidad técnica, la disciplina profesional y el compromiso con la excelencia. Su aporte al fortalecimiento de las geociencias en Venezuela y a la formación de talento humano ha sido significativo. Como profesor, ha contribuido a la formación de múltiples generaciones de profesionales, promoviendo no solo el fortalecimiento de competencias técnicas, sino también valores asociados a la ética, la disciplina y la responsabilidad profesional. Su vocación docente, aunada a su disposición para la transferencia de conocimiento y orientación académica, le ha permitido consolidarse como un referente respetado en la Universidad de Oriente en Venezuela.

Todo mi agradecimiento para Elizabeth Hernández y Omar Colmenares por su tiempo en la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

DUQUE, N. 2003. **Fundamentos de Geología General**. Universidad de Oriente, Primera Edición.

DUQUE, N. 2023. **Mi experiencia en el Cerro Impacto**. Notas de Geología de Venezuela. Agosto 2023.

<https://mariantoc.github.io/biography.html#ExperienciaImpacto>



Marianto Castro es graduada en la Universidad Central de Venezuela en el año 1980; Master en Geología Sedimentaria en la misma universidad en 1983; Especialización en nannoplancton calcáreo en el programa Lagoven – Total CFP Burdeos, Francia - Centro Nacional de Investigación Científica, Orleans, Francia en 1989; Especialización en Proyectos de Gerencia de Ingeniería en el año 1997 en la Universidad Católica Andrés Bello.

Veintidós años de experiencia en la industria petrolera venezolana trabajando para Lagoven S.A. en el laboratorio de geología; Intevep S.A. como estratígrafo y encargada del Código Geológico de Venezuela; y Petróleos de Venezuela S. A. formando parte del equipo de trabajo de la Gerencia del Conocimiento.

Profesora en la Facultad de Ciencias, Escuela de Geoquímica de la Universidad Central de Venezuela

Diecinueve años de experiencia en Canadá en empresas mineras de exploración y en el sector financiero trabajando para Crystallex International Corporation, geólogo asistente del vicepresidente de exploración; U308Corp, gerente técnico de la base de datos y encargada de control de calidad de las muestras y Marrelli Support Services Inc., como oficial para el cumplimiento de pago o devolución de impuestos; revisión de documentación por parte del Gobierno de Canadá y revisión de reportes financieros a ser presentados por pequeñas empresas mineras (exploración) ante las autoridades competentes en Canadá.

Actualmente, consultor independiente; representante por Venezuela ante la Comisión Norteamericana de Estratigrafía y miembro de la Sociedad de Historia de las Geociencias en Venezuela.

notasgeologiavenezuela@gmail.com

Geólogos, mineros y naturalistas en el siglo XIX cubano. II parte 1835 – 1868.

Rafael Tenreyro Perez

Introducción.

La industria minera en Cuba resurgió en la década de 1830-1840, en los formidables yacimientos de cobre de la región oriental del país, por parte de inversionistas británicos y norteamericanos. El crecimiento fue explosivo partiendo de una producción de este metal casi inexistente. Junto con la renovación del laboreo minero se llevaron a cabo varios proyectos de exploración de minerales en otras partes de la isla.

Las inspecciones de minas, nuevas figuras administrativas en ultramar, promovieron de forma efectiva la actividad extractiva en apoyo a las autoridades coloniales. Las nuevas leyes de minas como la Real orden de 1º de octubre de 1825, permitían la inversión extranjera lo que se va a reflejar en la reactivación de explotación de minerales. Junto con el incremento de la actividad exploratoria y de explotación minera, se observa una proliferación de investigaciones, denuncios, pleitos y toda una gama de peticiones y resoluciones. Hasta 1856 en el Departamento Oriental se habían solicitado 964 concesiones, de ellas más de 736 en la jurisdicción del Cobre.¹ La minería del cobre experimentó en Cuba un importante crecimiento a partir del segundo tercio del siglo XIX convirtiéndose la isla en uno de los grandes productores mundiales del mineral.²

Personal de la Inspección de minas	Periodo de trabajo
Ingenieros inspectores de minas	
Joaquín Eizaguirre Bailly	1837 – 1853
Policarpo Cía y Francés	1847 – 1850
Juan Diego López Quintana	1846 – 1860 / 1863 – 1869
Manuel Fernández de Castro y Suero	1859 – 1869
Pedro Salterain y Legarra	1862 – 1893
Gabriel Usera y Jiménez	1882 – 1889
Juan Aguilera y Kindelán	1886 – 1894

Vicente Kindelán y de la Torre	1890 – 1892
Alfredo Kindelán y de la Torre	1892 - 1898
Enrique Cantalapiedra y Crespo	1893 – 1898
Auxiliares de minas	
José Fernández de Castro	1857 – 1873
Magín Joaquín Rivas Palau	1865 – 1869
Mariano Ruiz Merino	1875 – 1880
Valentín Pellitero Ribet	1880 – 1887
Juan Barrenechea Velar	1880 – 1883
Joaquín María Egozcue y Cía	1883 – 1893
Eugenio Malo de Molina	1891 – 1898

Tabla 1. Personal de la inspección de minas de Cuba,

A partir de 1850, el control y el poder de la metrópoli aumentaron sobre estos territorios con la creación de la Dirección de Ultramar en 1851, dependiente de la presidencia del Consejo de Ministros y, más tarde, del Ministerio de Ultramar en 1863. Este ministerio pasó a atender los asuntos relativos a gobernación, fomento (entre otros, la minería), justicia y hacienda de las colonias.

Es preciso resaltar la recuperación de la mina grande de El Cobre, descubrimiento de oro en Gibara, varias minas de cobre en Camagüey, Damanuecos en las Tunas, San Fernando en Villa clara, varias minas de asfalto en decenas de lugares, minas de cobre en Pinar del Rio y hierro en Firmeza (Santiago de Cuba). Todas estas minas, salvo las de La Habana y Holguín, eran de mineral de cobre y, con la excepción del yacimiento El Cobre, no tuvieron una larga vida económica siendo escaso su aporte el desarrollo de la experiencia minero- geológica en el país.

Los concesionarios de El Cobre eran, por orden de la importancia de sus labores, la compañía inglesa “Consolidada”, la española de “San José”, la inglesa de “Santiago”, la española de la “Nueva Descubierta”, la de “Don José Bonastra”, y, finalmente, la compañía norteamericana “New-York Drussing Ore Company” de beneficio de minerales en las antiguas escombreras.³ La “Compañía Consolidada”

inglesa introduce altas tecnologías para la explotación de los yacimientos que permitieron la minería subterránea con la apertura de pozos y galerías profundas en busca de vetas madres.⁴ Hacia 1842, ingleses y norteamericanos controlan toda la producción de la mina con la construcción del ferrocarril hasta el puerto mientras que la transportación por barco también estuvo controlada por la empresa de Lopez y Cía. (el Marqués de Comillas).⁵ Entre todas ellas se reparten las ganancias del pastel dejando magros beneficios a la región y al país.

Desde el punto de vista de la ciencia, se observa un incremento significativo de investigadores españoles de alta calificación y de cubanos nativos ansiosos de contribuir a un mejor conocimiento de las características naturales de la isla. De tal forma, comienzan a interesarse en estudios y observaciones paleontológicas, estratigráficas y formacionales, inclusive con algunas búsquedas y exploraciones. "entonces - comenzaron a venir a Cuba expertos de los Estados Unidos y de Inglaterra interesados en dar a conocer a sus respectivos países las posibilidades de explotación de ciertos yacimientos minerales".⁶ En el segundo tercio de siglo aparecen varias personalidades relevantes tanto españolas como de otros países. Estos son geólogos, mineros, naturalistas y docentes. En la bibliografía geológica que, preparada por Pedro J. Bermúdez, paleontólogo cubano, aparecen 605 títulos, de ellos 29 de la primera mitad del siglo XIX y 125 de la segunda mitad.

La Real Orden de 14 de julio de 1837 nombró a Joaquín Eizaguirre Bailly inspector de minas de las islas de Cuba y Puerto Rico, de la que fue su único ingeniero hasta la llegada en 1846 de Policarpo Cía y Francés (1817-1867) y Juan Diego López Quintana (1826 – 1879). Manuel Fernández de Castro (1825-1895) fue el siguiente en incorporarse en 1859, y con quien coincidió Pedro Salterain (1834 - 1893) cuando fue destinado a la inspección de minas de Cuba en 1862, hasta su fallecimiento en 1893. A pesar de las reiteradas demandas de más personal facultativo desde todas las inspecciones de minas, estas estuvieron siempre muy infradotadas.

La misión de los ingenieros inspectores de minas era atender la actividad de acuerdo a lo dispuesto por las sucesivas leyes de minas peninsulares promulgadas en 1825, 1849 y 1859. También por lo prescrito por la regulación de 1863 sobre el régimen de la minería en Cuba y su reglamento de 1864. Se trataba principalmente a la formalización de los expedientes que debía instruir el Gobierno colonial para

examinar y autorizar las nuevas concesiones mineras. Ello implicaba los trabajos de reconocimiento y demarcación de las pertenencias y el levantamiento de su plano topográfico. También la vigilancia de minas en activo, ya que estas últimas debían ser visitadas al menos una vez al año. Además, tenían que suministrar los datos para contribuir a la estadística minera nacional. A pesar de que esto último era de obligado cumplimiento para los distritos mineros peninsulares desde que comenzó su publicación en 1861, para los ultramarinos su aplicación resultó un tanto laxa. A continuación, la lista de las personalidades con aportes al conocimiento de la geología y los recursos minerales de Cuba en el segundo tercio del siglo XIX.

Jacobo de la Pezuela y Lobo (1811 -1882)

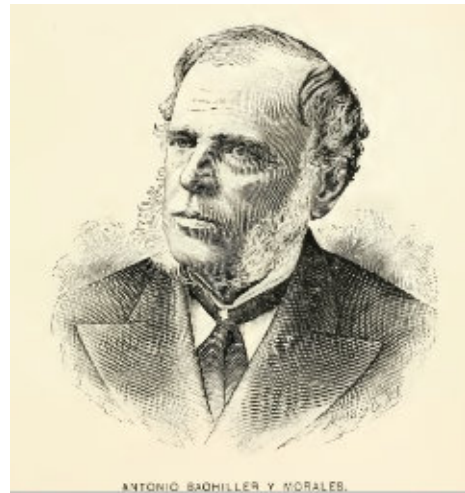


Militar, escritor e historiador español, nacido en Cádiz 24 de julio de 1811, falleció en La Habana en 13 de octubre 1882. Llegó a Cuba en 1841 con el grado de coronel ocupando diversos cargos militares. En 1842 integró la Real Sociedad Económica de la Habana con su "Ensayo histórico de la Isla de Cuba"⁷.

El Diccionario geográfico, estadístico, histórico, de la Isla de Cuba que se publica en Madrid entre 1863-1866 en cuatro tomos es una obra de carácter monumental. El diccionario arroja luz no solo sobre la naturaleza de la isla, sino también estudios e investigaciones sobre su desarrollo económico y demográfico, reflejo del estado de la ciencia en Cuba en el siglo XIX. En el tomo I se presenta una reseña orográfica, geológica y mineralógica de la Isla. En la sección de minas se presenta una noticia sobre villa del Cobre y las minas a que debe su nombre. Se incluye además de la descripción detallada del Cobre una presentación detallada de otras minas en Cuba Central.⁸

En un artículo publicado en 1865⁹ el historiador Jacobo Pezuela aporta datos sobre la producción de asfalto en varios lugares. En Las Pozas cerca de Bahía Honda reporta una producción anual de 130 000 sacos de asfalto unas cincuenta toneladas. En 1871 insertó en la “Crónica de esta Antilla”, una nota o rápida ojeada sobre la constitución geológica de la Isla de Cuba, donde se resume lo más esencial de cuanto acerca de la materia se había publicado¹⁰

Bachiller y Morales Antonio (1812-1889)



Antonio Bachiller y Morales (1812-1889), erudito historiador, economista y jurisconsulto cubano. Una de las grandes lumbreras de la intelectualidad cubana del siglo XIX, redactor de la casi totalidad de las publicaciones importantes de la época. Toco los temas relacionados con las ciencias de la tierra y los recursos minerales en algunas de ellas. A destacar entre otros su Prontuario de Agricultura¹¹, donde expone algunos elementos geológicos y de la química de las tierras en Cuba. En los “Anales de la isla de Cuba” de Félix Erenchun¹², Bachiller y Morales es el responsable de la redacción de los capítulos dedicados a las minas, en particular las de cobre con varias noticias históricas y la producción de otros minerales. En 1839 publicó un artículo sobre el asfalto natural una de las primeras publicaciones relacionada con el petróleo en Cuba.¹³

Toribio Zancajo y Calatrava (1808 - ¿?)

El abogado Toribio Zancajo y Calatrava, nacido en la provincia de Ávila. Desde 1808 se establece en Cuba, fue muy aficionado a la mineralogía y como tal practicó útiles excursiones por Santiago de Cuba. En 1835, publica en las Memorias de la Sociedad Patriótica en 1839 dos trabajos. El primero contiene descripciones

geognósticas y mineralógicas de 52 especies recolectadas en varias localidades de la isla.¹⁴ Una idea de la riqueza mineral de la Isla con objeto de promover la explotación de sus minas. En 1838 presentó una moción a la Sociedad Económica para promover el examen de las aguas minerales de Cuba, publicando un proyecto para el estudio de las aguas minerales de la isla.¹⁵

Juan B. Sagarra y Blez (1806-1871).

Educador nacido en Santiago de Cuba, estudió en el Seminario de San Basilio el Magno y la Universidad de La Habana. Fundador en su ciudad natal del colegio “Santiago”. Leyó en 1840 ante el Capitán General de la Isla una exposición sobre la necesidad de establecer una cátedra de minería.¹⁶

Félix Fernández de la Maza (- 1843)

Feliz Fernández de la Maza era español y administrador de correos en Las Pozas, al Este de Bahía Honda, Provincia Artemisa. Era naturalista aficionado recolectaba para su estudio rocas y minerales en las cercanías de la localidad. Publico dos artículos en las Memorias de la Real Sociedad Patriótica de la Habana. El primero, de 1842 con una descripción de minerales de Bahia Honda¹⁷ y, otra, en 1843 describe una visita al pan de Guajabón.¹⁸ Fernández de la Maza falleció ese mismo año como consecuencia de las penalidades que le infligió la subida a la montaña.

James Curtis Booth (1810 - 1888)

Químico norteamericano, fundidor y refinador de metales, desde 1837 director del Geological Survey of Delaware y director de un laboratorio químico de referencia en los Estados Unidos. A partir de 1850 profesor de la Universidad de Pennsylvania. En 1840 publica los resultados del estudio de mineral de hierro proveniente de minas cerca de Gibara.¹⁹

José Luis Casaseca y Silván (1800 – 1869)

José Luis Casaseca, químico industrial y científico español discípulo de Thenard, fue una figura descolante en las ciencias y la tecnología en Cuba en el siglo XIX. Considerado como el “padre de la química cubana”, formó a importantes figuras de la especialidad. De su magisterio se beneficiaron discípulos tan importantes como Antonio Caro (1826-1891), Ramón María de Hita (1819-1887), Joaquín Fabián de Aenllé (1825-1869), Cayetano Aguilera Navarro (-1884), José Sarra, Carlos J. Finlay

y Barres. (1833-1915). y, sobre todo, su principal seguidor Álvaro Reynoso (1829 – 1888)²⁰. Tuvo, además, aportes a las ciencias geológicas.

Fue nombrado miembro de la Société de Pharmacie de París, de donde ya era socio correspondiente extranjero y de la Sociedad de Historia Natural de Montpellier por la descripción de un nuevo mineral que denominó “thenardita” en honor a su maestro.

²¹ José Luis Casaseca tomó posesión de la Cátedra de Química de la Universidad de La Habana. Casaseca se interesó en 1840 por los yacimientos de asfalto de Guanabacoa formando parte de la Dirección de la Compañía de minas de carbón de Piedra “La Prosperidad”.²² Publica ese mismo año un informe geológico sobre el yacimiento con una descripción muy detallada de la mencionada mina, localizada a seis millas de la Habana.²³ En 1847 publica en las Memorias de la Sociedad Patriótica de la Habana dos artículos dedicados a los recursos minerales. El primero está dedicado a los mármoles de Isla de Pinos²⁴ y otro relacionado con las minas de El Cobre en Santiago de Cuba.²⁵

Manuel Costales Govantes (1815 - 1866)

Casi al mismo tiempo que José Luis Casaseca (1800 – 1869), el abogado, pedagogo y destacado intelectual habanero Manuel Costales emitió un informe sobre “El Carbón de piedra de la mina Prosperidad” impreso en el Diario de la Habana en 1841²⁶, y reproducida al siguiente en la Revista anglo-americana Silliman's Journal of Science de 1842. Costales hace una descripción muy detallada de la mencionada mina, localizada a seis millas de la Habana por la carretera a Tapaste. Contiene la opinión de Mr. Richard Taylor (1789– 1851), ingeniero inglés, acerca de esta mina y el resultado de las pruebas, hechas en buques de vapor, de estos carbones minerales.

Richard Cowling Taylor (1789– 1851)

Nacido en Hinton Suffolk, Inglaterra el 18 de enero de 1789 y murió en Filadelfia, Pensilvania, el 26 de noviembre, de 1851. Fue educado como ingeniero de minas y geólogo bajo la dirección del autodidacta William Smith, “el padre de la geología británica.” En 1830 fue inducido a viajar a los Estados Unidos para residir y trabajar en Philipsburg, Pennsylvania.

Una parte considerable del año 1836 se dedicó al estudio de la parte nordeste de la isla de Cuba. Una región minera, que según he conocido hasta ahora nunca ha sido

visitada con propósitos científicos y hasta solo poco tiempo nunca ha sido investigada en objetivos mineros prácticos.²⁷ En la región de Holguín describe en su sector occidental se manifiesta por la inyección de venas de petróleo y materia bituminosa no solo en grandes cantidades en las fisuras de las rocas estratificadas, sino en la roca en sí, rellenando células de calcedonia ²⁸

El resultado de los estudios sobre rocas bituminosas cerca de La Habana, fue publicado en 1936,²⁹ 1837³⁰ y se reprodujo en marzo de ese propio año³¹ y al siguiente año en la “Biblioteca Universal de Ginebra”, así como en otros periódicos europeos y en 1939 en la Habana. En el artículo se estudian los bitúmenes de la mina La Casualidad, la cual sitúan a tres leguas (12 km) de la Habana sobre el Camino Real que lleva a Guanabacoa. Se trata de una vena de petróleo sólido que se observa muy bien en la excavación en rocas margosas relativamente suaves. Constatan la presencia cercana de serpentinitas.

En 1848 Richard C. Taylor publica en Filadelfia el libro “Statistics of Coal”³² que incluye la distribución de los criaderos de sustancias bituminosas tanto asfalto como petróleo conocidas entonces en todo el globo. Aquí, se hace la observación que las llamadas minas de carbón de las cercanías de la Habana no eran realmente minas de carbón sino de petróleo sólido, pastoso y semilíquido Taylor brinda una explicación y características de otras acumulaciones de chapapote, seis leguas al Este de Guanabacoa y las acumulaciones cerca de la Bahía de Cárdenas y se hace una evaluación positiva del potencial de petróleo y gas en Cuba. Menciona las grandes manifestaciones en la Habana, Matanzas, Bahía de Cárdenas, Camagüey, Holguín y Mayarí.

Manuel Coltman

El Diario de la Habana de 1844, inserta el informe facultativo dado en 19 de abril de 1840, por el profesor de minería Manuel Coltman, sobre la mina de oro San Juan Bautista en la jurisdicción de Holguín.³³ Los estudios de Coltman fueron llevados a cabo a continuación de las investigaciones de Richard Taylor y Thomas Clemson (1807-1888)³⁴ en esa misma región. El artículo fue ampliamente reseñado por Manuel Fernández de Castro (1825-1895).³⁵ El trabajo de Coltman se señala: “que no es posible por el momento fijar el valor real de esta mina; que la veta puede disminuir y empobrecer, o bien extenderse y enriquecer, que la empresa minera no

descansa en seguridades sino en probabilidades, y que así lo que resta que hacer es explorar la veta á mayor profundidad; y finalmente que tomando en consideración el aspecto y estructura de dicha veta, el carácter y formación corriente comparativa de la región que atraviesa, hay razones para creer que se desenvolverá probablemente."

Henry-Guillaume Galeotti (1814 - 1858)

El botánico y geólogo graduado del Etablissement géographique Vandermaelen en Bruselas es comisionado a realizar estudios entre 1835 y 1840 en México auspiciado por esta institución. Sus notas geológicas cubren los terremotos, bioestratigrafía de invertebrados, depósitos minerales y mapas geológicos. Recolecta especies interesantes para la historia natural, entre otras, un herbario de más de 7000 especies de plantas. Aprovecha la retención del barco que lo llevaba de regreso de México para visitar los alrededores de la Habana donde estudia aspectos geológicos y mineralógicos de los alrededores de la ciudad.³⁶ En la publicación, realiza una descripción geológica de las llamadas canteras de San Lázaro, la descripción detallada de la roca la cual menciona con frecuencia muestra poros "rellenos por bitumen el cual se presenta tanto en forma de placas alargadas como de glóbulos a semejanza de cera". Describe además las canteras de San Miguel del Padrón donde "el bitumen liquido gotea de las rocas calcáreas, un cuarto de legua más al sur describe la mina de asfalto de San Miguel a la cual denomina "el objetivo principal de mis investigaciones". Galeotti también describe las canteras abiertas en las cercanías de Regla y en Guanabacoa cuyas rocas serpentínicas resuman petróleo

Del trabajo hace una amplia referencia a Adolphe D'Archiac (1802 - 1868) en su "Historia de los progresos de la Geología". cuyos tomos I, V y VII contienen muchos e interesantes datos acerca de la geología de la isla de Cuba. Catorce años después, se incluye en el tomo IV de la "Revista de la Habana"; un extracto con el título "Bosquejo geognóstico de las cercanías de la Habana". Es nombrado miembro correspondiente de la Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, el 7 de mayo de 1841. Fallece en Bruselas el 14 de marzo de 1858.

Adolphe D'archiac (1802 - 1868)

El eminente naturalista, paleontólogo y geólogo francés Adolphe D'Archiac, en su magnífica "Histoire du progress de la Géologie"³⁷ (1834 – 1859), tomos I, V y VIII. En el tomo V, dedica un Apéndice a la isla de Cuba, para dar cuenta de los autores que han escrito antes que él, y exponer sus ideas acerca de nuestra constitución geológica. El geólogo francés refiere a la formación cretácea las rocas magnesianas no estratificadas que envuelven las serpentinas con diálaga y asbesto de los alrededores de la Habana, y cuya edad es aún indeterminada. Por otra parte, considera como calizas madreporicas mezcladas de arenas y conchas marinas é íntimamente ligadas de nuestra Isla. Además, habla de las acumulaciones detríticas y erráticas de caracteres muy diversos y de edad muy dudosa. Hizo una amplia referencia del artículo de H. Galeotti.

Thomas Green Clemson (1807-1888)



Thomas Green Clemson demostró una gran versatilidad pues se destacó como ingeniero de minas, funcionario gubernamental, dueño de plantaciones, científico, promotor de centros de educación superior, artista, coleccionista de arte y alentador de la agricultura científica.

Empresas inglesas contratan a los geólogos y mineros Richard Taylor, inglés, y el norteamericano Thomas Clemson en 1832. Ambos se habían conocido en Pensilvania ese mismo año. El reconocimiento geológico de Taylor y Clemson llevó al descubrimiento de un importante número de vetas en el denuncio denominado "Savana Vieja". El trabajo sobre la geología de Holguín es el primero publicado en

los Estados Unidos sobre la geología de Cuba,³⁸ tuvo una segunda publicación más ampliada en 1846³⁹.

Taylor y Clemson van a estudiar las minas del Este de la Habana, investigaciones que publican en 1837⁴⁰ y en 1848, donde se despejan muchas de las dudas existentes sobre ellas, identificando el mineral como asfalto natural y no carbón de piedra, ofrecieron una mejor descripción geológica y aportaron valiosos elementos técnicos para la industria.⁴¹ El trabajo de Taylor y Clemson es la primera confirmación de las fuentes de chapapote en la costa oriental de la Bahía de la Habana: “donde se recoge para ser utilizado para reparar los barcos”.

Los depósitos bituminosos, descritos por Taylor y Clemson en la Mina Casualidad, se tratan de una vena de petróleo sólido que se observa muy bien en la excavación de forma rectangular de unos 30 pies (unos 10 m) de profundidad, cortada en rocas margosas relativamente suaves. Constatan la presencia cercana de serpentinitas. La vena de asfalto comienza debajo del suelo y sigue una dirección vertical e irregular como se muestra en la figura 2. El ancho de la vena en el fondo es de unos nueve pies (aprox. 3 m).

Thomas Clemson trabajó durante cinco años en Cuba por lo que resta todavía mucho que conocer de su labor. Fue el primero de una pléyade de geólogos y geólogas norteamericanos que trabajaron en Cuba en todas ramas de las ciencias relacionadas con el subsuelo y los minerales. Estos llegaron a Cuba de la mano de las empresas mineras y petroleras, como consultores e investigadores durante más de cien años sentando las bases del conocimiento geológico del país.

Joaquín Vicente Eizaguirre Bailly (1812 – 1887)



En 1831 se gradúa en la Escuela de Minas de Madrid como ingeniero. Por Real Orden de 14 de julio de 1837 es nombrado ingeniero segundo e inspector general

de minas en las Islas de Cuba y Puerto Rico con sede en Santiago de Cuba. A donde llega el 18 de septiembre de 1837. Eizaguirre es el primer inspector de minas en Cuba. La acción de supervisión estaba hasta entonces en el ministerio de Hacienda de la isla. Con el nombramiento de Eizaguirre se procuraba poner en fuerza la legislación de minas, amparada en el Real Decreto de 4 de julio de 1825. Este proceso se va a extender por unos cuatro años hasta su resolución. En otro contencioso, las autoridades civiles y militares de Cuba refutaron los reclamos del Ministerio de Finanzas, el cual en 1839 planificó terminar con la exención de impuestos de exportación de mineral a las compañías de las minas de Cobre. La intención era que los dueños de minerales consideraran seriamente montar en las minas talleres metalúrgicos de tratamiento y refinación. La mediación de Eizaguirre permitió zanjar el asunto a favor de los mineros.⁴²

En 1843 publica un libro sobre geografía⁴³ citado por Bachiller y Morales (1812-1889)⁴⁴. Se publica en el Boletín oficial de Minas un resumen del estado de la industria minera en la isla de Cuba incluyendo las localidades que radican los establecimientos e importancia relativa de estos.⁴⁵ Publica un artículo sobre el oro en Puerto Rico.⁴⁶ Publica en el Boletín Oficial de Minas un informe sobre las consecuencias de un incendio en las minas de El Cobre.⁴⁷ Se dan noticias del estado de las minas en Cuba en un artículo publicado en 1847.⁴⁸ En 1847 se le nombra Caballero de la Orden de Isabel la Católica por los méritos adquiridos en el cumplimiento de su función. Cinco años después solicita su traslado a la península por enfermedad lo que se hace efectivo en 1853 después de 16 años de servicios en Cuba.

Ese mismo año comienza a trabajar en la Escuela de minas de Madrid en la sección de minas en sustitución de D. Fernando Cútoli. Es uno de los cuatro fundadores de una naviera Antonio López y Cía. en 1857. Fallece el 2 de agosto de 1887.

Policarpo Cía y Francés (1817-1867)

El ingeniero de minas y mineralogista navarro Policarpo Cía y Francés tuvo una breve, pero muy fructífera estancia en Cuba. Graduado de la Escuela de Minas de Madrid en 1839, fue destinado a las minas de Almadén y dar clases en la Escuela de Capataces. En 1847, es destinado a Cuba como inspector de minas del distrito a Puerto-Príncipe, en 1848 es nombrado Jefe del Cuerpo de Minas va a tratar de

aplicar el modelo de Swansea en Cuba, una tarea que estaba dirigida a mejorar las ricas explotaciones de cobre de Santiago de Cuba⁴⁹ y el criadero de oro de Holguín.⁵⁰ Luego publica sus “Observaciones geológicas de una gran parte de la isla de Cuba” donde se presentan datos interesantes sobre el conocimiento estratigráfico y paleontológico en Cuba.⁵¹

No fueron, por cierto, éstas sus únicas tareas; también se encargó de redactar las ordenanzas mineras y de concluir la primera carta geológica de la isla de Cuba. Policarpo Cía, prácticamente terminada, la cartografía geológica de la isla de Cuba, utilizando como mapa director el del naturalista coruñés Ramón de la Sagra (1798-1871), catedrático de historia natural en La Habana, el cual fue publicado en 1853 y reseñado en Revista Minera de 1854. Además, se interesa por el asfalto cubano. Su interés en los yacimientos de Guanabacoa era para poder contar con el asfalto (y también el mineral de hierro) cubano como insumo nacional accesible y barato para montar los sistemas de reducción que había conocido en Inglaterra. Policarpo Cía también se refiere a la mina Prosperidad: “ La mina Prosperidad, no distante de la anterior, pero más dentro del terreno ofítico, y cuyas labores consisten en varios pozos en mal estado, uno de ellos de 35 metros, presenta la misma calidad del combustible, aunque no se haya creído esto por haber sido el primer ejemplo en que este betún mineral ha aparecido formando bandas bastante homogéneas y de alguna consideración; y efectivamente, a juzgar por las descripciones que he visto, aunque se usa en ellas antiguamente el nombre de excrecencia mineral, su yacimiento y demás caracteres se relacionan íntimamente.”

José García de Arboleya (1799 - 1876)

Tipógrafo español natural de Andalucía. Redactor y director de varias editoriales como El Faro Industrial, La Prensa y otros. Publicó en 1959 un Manual de la Isla de Cuba, su obra fundamental. También otros den carácter didáctico como Geometría Elemental, en dos tomos, en 1961 y España y Méjico. Fue profesor y últimamente director de la Escuela Preparatoria: falleció en agosto de 1876. El Manual de la Isla de Cuba incluye descripciones de las principales minas y recursos minerales descubiertos hasta el momento.⁵²

Juan Diego López de Quintana y Acedo (1826 – 1879)

Nació en el año de 1826, en Alfaro, provincia de Logroño. En 1843 ingresó en la Escuela especial de Ingenieros de Minas. En 1845 realiza sus primeros trabajos relacionados con el descubrimiento del filón de Hiendelaencina de la provincia de Guadalajara. Termina la escuela en 1846. Es designado ayudante para Santiago de Cuba (Real orden de 21 de noviembre de 1846), donde ocupaba el cargo de Ingeniero principal Joaquín Eizaguirre. Va a permanecer hasta 1860 en Santiago de Cuba.

En 1853 escribió una Memoria acerca de las minas de cobre de la villa del Prado, de Santiago de Cuba.⁵³ En enero de 1855, un buen reporte sobre el estado de la minería en Cuba⁵⁴ Los ensayos realizados los criaderos de oro del distrito de Holguín en 1855 por el ingeniero don Diego López de Quintana (1826 – 1879), parecían ofrecer grandes posibilidades. Sin embargo, las minas nunca fueron objeto de trabajos sistemáticos de exploración de las vetas, y las concesiones realizadas, tanto a sociedades como a particulares, fueron constantemente abandonadas. En 1857 Publica el Estado de la minera en el Departamento Occidental⁵⁵ y un informe acerca de la mina San José.⁵⁶ Para entonces era el único ingeniero encargado de la inspección.

En 1859, una Memoria acerca de la mina de cobre la Unión en el término de Mantua, en la parte más occidental de Cuba, que se imprimió en la capital de la isla.⁵⁷ En 1860 Diego López de Quintana (1826 – 1879) regresa a España. En 1863 regresó a Santiago de Cuba con la consideración de Inspector general de segunda clase y allí permaneció hasta 1869. Una de las más importantes tareas en esta segunda estancia fue redactar en unión de Manuel Fernández de Castro (1825-1895), jefe de la Inspección de Minas, un proyecto de ley de minas para Cuba, la cual se convirtió en ley y fue promulgada el 13 de octubre de 1863. En 1866 Diego López de Quintana (1826 – 1879) publica una reseña⁵⁸ estadístico económica del pasado y del presente de la legislación minera. En el mismo se explican los perjuicios que puede originar la inobservancia de las disposiciones. El libro contiene el Real Decreto sobre el ramo de 13 de octubre de 1863. Se publicó además en el Diario de Santiago de Cuba, cuya redacción lo imprimió aparte en cuadernos. Se reprodujo en la Revista minera, T. XVIII, 1867

Regreso de nuevo a la Metrópoli en 1869 para ocupar un puesto de vocal en la Junta Superior Facultativa de Minería. Pero, sentándole mal el clima de Madrid,

pidió y obtuvo, en 1876, ser trasladado a Zaragoza en calidad de jefe de aquel distrito minero. Falleció en aquella capital el año 1879, después de haber sido ascendido a inspector general por antigüedad.

J. R. de los Reyes

En un artículo aparecido en Revista de la Habana⁵⁹, el autor expone unas nociones generales acerca de los terremotos, causas probables de los que ocurren en Santiago de Cuba y condiciones que harían disminuir la gravedad de los que pudieran sobrevenir en lo sucesivo. Entre esas causas admite la opinión de Humboldt, respecto a la existencia de una gran grieta que atraviesa la lengua de tierra granítica entre Puerto Príncipe y el cabo Tiburón, y en cuanto a las condiciones que disminuirían la intensidad y número de estos accidentes, opina que la aparición de un volcán, sería lo más beneficioso.

Felipe Poey y Aloy (1799-1891)

El eminente hombre de ciencias Felipe Poey y Aloy nació en La Habana en 1799 estudio las primeras letras en Francia. A su regreso a Cuba ingresó en el Seminario San Carlos, donde fue discípulo del padre Varela y del licenciado Justo Vélez, graduándose de Bachiller en Derecho en 1820. Ese mismo año ingresa en la Sociedad Económica, empieza a colaborar en El Observador Habanero e inicia sus colecciones botánicas, zoológicas y paleontológicas. Las ciencias geológicas no le fueron ajenas.

Propugna y obtiene, en 1839, la fundación de un Museo de Historia Natural, del cual funge como director. Realizó distintos viajes de estudio, tanto al interior de la Isla, como por sus costas e Isla de Pinos, durante los cuales efectuó valiosas observaciones sobre distintas cuestiones científicas referentes a nuestro país. En 1861 integró el grupo de los 30 miembros fundadores de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana. Este año publica su primera edición de la Historia Natural de la Isla de Cuba.⁶⁰

En 1867 publica en París su Repertorio físico natural de la isla con referencia a sus minerales⁶¹ y al siguiente año una nomenclatura geológica⁶² En 1872 publica su libro de mineralogía cuya primera parte trata de los conocimientos generales, cristalografía, yacimiento de los minerales, etc. La segunda comprende su

clasificación y hace algunas con sideraciones acertadas sobre la ortografía de las ciencias naturales.⁶³

Alejandro de Olivan (1796 - 1878)

Este natural de Huesca es mencionado por Trelles como uno de los hombres de ciencia más influyentes en la agricultura cubana. Político de relevancia y químico de profesión, su aporte es especialmente importante en la industria azucarera cuando es encargado en 1929 por el Real Consulado de Agricultura y Comercio a hacer un viaje de investigación a Jamaica, Inglaterra y Francia para mejorar la producción de azúcar, resultado del cual publica varios libros⁶⁴

En 1951 publica "Memoria sobre las Aplicaciones del Chapapote" donde se describen las diferentes utilizaciones que se le puede dar al asfalto natural en Cuba incluyendo la generación de gas de síntesis.⁶⁵ Olivan llegaría a ser académico de la Real Academia Española, de la de Bellas Artes de San Fernando, así como de la de Ciencias Morales y Políticas, de ésta como académico fundador y de la Sociedad de Amigos del País de la Habana.

Carlos Aubouin.

Entre los años 1844 y 1846 se publican tres trabajos de Carlos Aubouin denominados las "Minas de Dumañueco",⁶⁶ "Memoria sobre las Minas de Cobre San Antonio y La Fortuna, de Bayatabo."⁶⁷ y "Memoria sobre las Minas de la Jurisdicción de Puerto Príncipe."⁶⁸ Años después, en 1917 el Boletín de Minas publica otros dos artículos del autor "Influencia del clima sobre las formaciones minerales" y "Memorias sobre Las Minas de la Jurisdicción de Puerto Príncipe"⁶⁹

En 1844 describió Carlos Aubouin un yacimiento cuprífero enclavado en el lugar nombrado Dumañueco, del distrito de Victoria de las Tunas, al oeste del anterior. En la Memoria sobre la jurisdicción de Puerto Príncipe, se describen las minas San Antonio, La Fortuna y Santa Rita, enclavadas en el distrito de Bayatabo. De la primera dice que se habían extraído 550 toneladas de hidro -carbonatos verde y azul (malaquita y azurita respectivamente) y de peróxido rojo de cobre (cuprita). De la segunda, después de describir los pozos y galerías, las rocas y la mineralización, dice: " La veta ha dado algunos productos consistentes en cobre sulfuroso diseminado en forma no suficientemente compacta como para ofrecer una explotación lucrativa. " De la tercera, cuya explotación se iniciaba entonces, dice

que presenta una veta " definida " expuesta al exterior por óxidos y carbonatos de cobre, y que " el pozo abierto y la galería, han demostrado, hasta la profundidad alcanzada, la constancia y la dirección del yacimiento".

Christian Ehrenberg (1795 - 1876).

Fue un naturalista, zoólogo, botánico, anatomista, geólogo, microscopista, y explorador alemán, uno de los más productivos y famosos científicos de su época. Amigo de Humboldt, en 1829 recorrió Rusia hasta las fronteras con China en compañía de Gustavo Rose. En 1844 publica un artículo sobre los bancos de infusorios en Cuba; y refiere numerosas especies, una de las cuales vive también en las costas de Long Island, frente a New York.⁷⁰

Fernando Valdés Aguirre (1837-1870).

Fernando Valdés y Aguirre nació en la villa de Güines en 1837. Estudió en el colegio "Santo Tomás" y posteriormente en "El Salvador" de José de la Luz y Caballero. En 1854 se graduó de Bachiller en Farmacia en la Universidad de La Habana.

En 1955 publica su primer artículo en la Revista de la Habana⁷¹ en el mismo describe un diente fósil de tiburón del *Squalus carcharias* Linneo, 1758 (*Carcharodon Carcharia*), hallado, en Soledad de Bemba (Central Julio Reyes Cairo, cerca de Colón) en 1837, cuyo dibujo acompaña. A inicios de 1856, publica en "La Floresta Cubana", un periódico habanero sobre temas de ciencia, arte, moda y teatro, un artículo cuestionando el tema de la separación de los continentes americano y africano, en la que señalaba que en pasados periodos geológicos los continentes americanos y africanos habían estado unidos y que posteriormente se habían separado.⁷²

Siendo suplente de Geografía e Historia en la Universidad de La Habana, en 1858, realizó una estancia en Paris, donde conoció la publicación de la obra del geógrafo Antonio Snider-Pellegrini⁷³, considerado por algunos autores como un antecesor de Wegener. Para asombro de Valdés Aguirre, la hipótesis de Snider-Pellegrini coincidía con su artículo anterior, en el que la isla de Cuba resultaba ser una pequeña porción de masa terrestre producto de la fragmentación de los continentes. Valdés Aguirre va a regresar sobre el tema en un libro publicado en Paris denominado "Apuntes para la historia de Cuba primitiva".⁷⁴ Aunque en su obra

recogía la argumentación geológica de Snider-Pellegrini, prefirió recurrir a las pruebas etnológicas, centrándose en el origen de los indígenas de Cuba.

A su regreso de Paris, Valdés Aguirre va a tener una destacada carrera profesional. Es nombrado en 1861 fue catedrático en Farmacia en la Universidad. Se va a dedicar por entero a temas relacionados con la farmacéutica y la química. Perteneció a la Sociedad Económica y a la Academia de Ciencias de La Habana. Colaboró en Las Brisas de Cuba, El Regañón, El Duende de Matanzas, El Correo de la Tarde, entre otros. Falleció en Cayo Hueso en 1870.

Charles Moisant

Entre otros trabajos que se escribieron en 1857, figura la Memoria sobre los productos bituminosos de la isla de Cuba del ingeniero civil, químico y tecnólogo francés G. Carlos (Charles) Moisant. En el reporte se analizan los productos bituminosos de la Isla incluyendo los de La Habana. Se hace especial referencia además a un petróleo o asfalto liquido encontrado en Madruga un pequeño pueblo al sudeste de La Habana. El petróleo de acuerdo a las investigaciones fluye de cavidades en las rocas serpentínicas que afloran cerca de Madruga y los pueblos vecinos.⁷⁵ En 1858 en el Diario de la Marina publica el artículo "Sobre los productos bituminosos de Cuba"⁷⁶ y que viene a ser un complemento de la "Memoria". En 1860 amplió esta Memoria con una serie de artículos publicados en el «Diario de la Marina» con el título de "Apuntes sobre el chapapote" ⁷⁷ Carlos Moisant también escribió sobre la tecnología de la caña de azúcar. ⁷⁸

Manuel Fernández de Castro y Suero (1825-1895)



Durante trece años, a partir de 1859, el ingeniero de minas Don Manuel Fernández de Castro y Suero, desarrolló en Cuba, país en el que vivió en su infancia, una intensa labor. Fernández de Castro, contribuyó sustancialmente a incrementar el conocimiento geológico-estructural de la isla, mediante la cartografía geológica y la exposición de valiosas ideas estratigráficas, paleontológicas, tectónicas y mineralógicas. Las labores investigativas y de divulgación científica se extendieron a otras áreas del saber cómo la meteorología, la sanidad pública, la hidrología, la sismología, la edafología, la legislación, la industria, etc., desde su cátedra en la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana y como director del Diario de la Marina. Fernández de Castro se reveló en Cuba como un verdadero naturalista con una relación científica, política y afectiva con la isla antillana que continuó durante el resto de su vida, incluso después de su regreso a la España.

En 1841 ingresó en la "Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid", en la que obtuvo con solo 19 años. A partir de 1859 en Cuba va a ejercer el cargo de Inspector General de Minas lo que va a simultanear con investigaciones sobre aspectos de la geología y dirigir el "Diario de la Marina". Elaboró el primer mapa geológico de la isla de Cuba, describió yacimientos de oro, asfalto, petróleo, hierro, cobre y minerales no metálicos, estudió los abastecimientos de aguas y los desagües de varias ciudades, analizó los huracanes y las medidas para mitigar sus efectos. Fueron especialmente reconocidos sus trabajos en el campo de la Paleontología, relacionados con el estudio de los grandes mamíferos fósiles con lo que afirma que la isla estuvo unida al continente americano. En 1862 ingresó como miembro numerario de La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana.

A destacar su labor de explicar los elementos del marco regulatorio de la minería en Cuba explicando la legislación⁷⁹ y las acciones prácticas para tramitar los expedientes en decenas de artículos publicados en el Diario de la Marina.⁸⁰ En la Exposición Universal de París de 1867, presentó una relación completa de las localidades con una amplia colección de minerales cubanos. En 1969 es ascendido a inspector general de segunda clase del Cuerpo en ultramar.

Petróleo y asfalto

Desde su llegada a la isla se interesa especialmente por las minas de asfalto y petróleo. En 1859, escribió un informe sobre la presencia de asfalto con una descripción detallada de las minas de Bacuranao emitiendo algunas consideraciones geológicas sobre la génesis de la acumulación.⁸¹ Retoma el tema del petróleo de Guanabacoa en el año de 1863 con un informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de Asfalto Santa Rosa, Guanabacoa. En el mismo se detallan los aspectos geológicos de la mencionada mina de asfalto que se encontraba entre las que se explotaban con mayor intensidad a mediados del siglo XIX.⁸² Dentro de la lista de productos expuestos en la Gran Exposición Universal de 1867, catalogada por Fernández de Castro, se encuentran dos grandes muestras de asfalto provenientes de la mina Abeja en Bacuranao, Guanabacoa. La documentación refiere que se produce petróleo líquido de una perforación artesiana que tiene 83,8 metros de profundidad. En otra perforación en la vecina mina Santa Teresa, 150,9 metros de profundidad suele verse por las noches encendido el gas que sale del pozo.⁸³

En 1870, una botella de petróleo extraída en un pozo al sur de Varadero, fue el centro de largas discusiones en la Academia de Ciencias, que se extendieron por varios meses tocando la evaluación general sobre el potencial de Cuba para petróleo y gas. En la Academia, junto a su hermano José, se van a tocar tanto el hallazgo y como la geología del petróleo en Cuba.⁸⁴ Ambos consideran que la abundancia de sus manifestaciones en la isla es un índice de un apreciable potencial y que estos combustibles fósiles pudieran jugar un rol importante en la industria azucarera. En casi todo el interior y el litoral de la Isla, se encuentra el chapapote más o menos abundante, más o menos fluido. Por consiguiente, debieran establecerse trabajos en busca del petróleo. Es perspectivo todo el terreno serpentínico comprendido entre Regla y Guanabacoa; a lo largo de la costa norte de la Isla, desde la Habana hasta más allá de la bahía de Cárdenas; en las jurisdicciones de Guanajay, Bahía-Honda y Mantua; en Jaruco, en Cienfuegos, en Villa Clara, en Holguín y en Mayarí.

Minerales no metálicos.

Fernández de Castro publica varios estudios en 1863 sobre las minas de yeso.⁸⁵ También sobre aquellos yacimientos de calizas utilizables para la producción de cal viva, un importante producto para la industria azucarera pues se emplea como

defecante del guarapo, para mayor rendimiento de azúcar y trata de precisar, en sus justos limites, las propiedades inherentes a estas calizas.⁸⁶

Cobre

Publicó varios artículos de minas de cobre en la parte oriental de Cuba y en Pinar del Rio.⁸⁷

Oro

Manuel Fernández de Castro produce una enjundiosa memoria sobre el oro en Cuba. El voluminoso estudio toca los yacimientos en placeres y en la roca, en el ejemplo de San Blas de las Meloneras en Guaracabuya y en Holguín⁸⁸, así como el oro presente en aluviones.⁸⁹

Manuel Fernández de Castro y Pedro Salterain y Legarra (1834 - 1893) publican en 1869 el primer croquis geológico de Cuba que sirvió de base a muchos estudios posteriores. Prácticamente por consenso, los especialistas consideran que el croquis es la obra de mayor trascendencia de las ciencias geológicas cubanas en la segunda mitad del siglo XIX. El mismo fue empleado durante décadas como fuente indispensable para el conocimiento geológico del país. Durante más de veinte años los dos geólogos españoles van a publicar diversos artículos y relatorías relacionados con el mapa.⁹⁰



José Fernández de Castro Suero nació en Santiago de Cuba el 20 de mayo de 1833, escribió sobre minería, geología, agricultura, física, metalurgia, química, ferrocarriles, etc. Su actividad principal estuvo inicialmente relacionada con la minería y más tarde con las ciencias agronómicas. Hombre dado a los estudios serios y sobre todo a las ciencias naturales y abstractas, fue miembro de la Real Academia de Ciencias de la Habana, desde 1868. Desde 1868, fue el redactor científico del Diario de la Marina de La Habana.

José Fernández de Castro llega a Cuba en 1857, para asumir el cargo de Auxiliar facultativo del cuerpo de ingenieros de minas. Fue designado a trabajar en el Departamento Oriental donde se estaban reactivando varias minas principalmente la Mina Grande de El Cobre. En 1962, publicó en el Diario de Santiago de Cuba un Informe sobre el estado de la industria minera en el departamento Oriental.⁹¹ El diario santiaguero publica varios artículos relacionados con la metalurgia del yacimiento de cobre en Mantua⁹², sobre el análisis espectral⁹³ y otros de divulgación científica.⁹⁴

A partir de 1865 se instala en la Habana sus primeros artículos sobre temas generales aparecen en 1965⁹⁵. Con relación a la minería, se manifiesta sobre los derechos de maquinaria importada⁹⁶, sobre el estado de las minas de El Cobre⁹⁷, la minería en la exposición mundial de 1867, los minerales auríferos en la región de Holguín⁹⁸ y otros

En diciembre de 1868 obtiene un asiento en la Real Academia de Ciencias Médicas Físicas y Naturales de La Habana con un discurso sobre la unidad de la materia.⁹⁹ Comienza entonces una nueva etapa en su actividad científica, publicando decenas de artículos y participando en discusiones sobre temas diversos, sobre todo los relacionados con la geología y la minería en Cuba y en el mundo. Entre otros,



José Fernández de Castro Suero (1833 1873).

destacar la metalurgia del oro,¹⁰⁰ las empresas involucradas en la extracción de cobre,¹⁰¹ las minas y los ferrocarriles¹⁰²

De particular relevancia fueron los artículos y discursos en varias sesiones de la Academia de ciencias en los años 1869, 1870, 1871 y 1872 sobre el petróleo, el chapapote y su industria.¹⁰³ La cuestión era transversal a toda la economía de la isla por lo que la Academia solicitó a José y a Manuel Fernández de Castro ampliar el tema.¹⁰⁴ Don José considera en sus conferencias que el origen del chapapote está en la nafta, la cual va tomando consistencia según ciertas condiciones.”¹⁰⁵ Las discusiones sobre el petróleo cubano se retoman en 1872 en sesiones de la Academia de ciencia del 12 de mayo y el 15 de julio por la presentación por parte del Doctor Don Ambrosio González del Valle de un informe y muestra de petróleo (chapapote líquido) que días antes se había extraído en una hacienda de la jurisdicción de Cárdenas.¹⁰⁶

José Fernández de Castro falleció en la Habana en 1873. En el 1876, su hermano Manuel comenzó en Madrid, la publicación postmortem de sus obras, de que se dio un tomo, lujosamente impreso en 8º, con 526 páginas, y contiene Discursos académicos, Agricultura e Industria azucarera y se ofrecen los otros tres tomos divididos de esta manera: Tomo 2, Minería y Metalurgia, Química, Aguas, Combustibles y Alumbrado: Tomo 3, Caminos de hierro, Telegrafía submarina, Policía Urbana y Obras Municipales, Miscelánea: Tomo 4, Exposición Universal de 1867.¹⁰⁷

¹ Pezuela y Lobo, Jacobo de la. Diccionario geográfico estadístico histórico de la Isla de Cuba. Madrid, Imprenta del Establecimiento de Mellado, 1863. 4 tomos.

² Roldan de Montaud Inés "La minería del cobre en Cuba. Su organización, problemas administrativos y repercusiones sociales (1828-1849)", Revista de Indias, núms. 159-162, 1980, pp. 255-299.

³ Pezuela y Lobo, Jacobo de la. Diccionario geográfico estadístico histórico de la Isla de Cuba. Madrid, Imprenta del Establecimiento de Mellado, 1863. 4 tomos.

⁴ Portuondo Zúñiga Olga MÉTODOS Y TECNOLOGÍAS EN EL BENEFICIO COLONIAL DEL COBRE CUBANO (1599-1800). (Universidad de Oriente, Santiago de Cuba).

⁵ Albear, J.F. y Echevarría, G. Resumen de la actividad geológica y minera en Cuba antes y después del triunfo de la Revolución.

⁶ Calvache, A., 1965. Bosquejo sobre Geología de Cuba. Departamento de Geología, Academia de Ciencias de Cuba, 105 pág

⁷ Pezuela J. 1842 "Ensayo histórico de la Isla de Cuba" Nueva York Imprenta de R. Rafael.

⁸ Pezuela, Jacobo de la. Diccionario geográfico, estadístico, histórico, de la Isla de Cuba. — Madrid, 1863-1866. Tomo 1 y 2 Imp. de Mellado. Tomo 3 y 4 Imprenta del Banco industrial y mercantil.

⁹ Pezuela J. 1865. Necesidades de Cuba. Imprenta del Banco Industrial y Mercantil. 1865

¹⁰ Pezuela J. Crónica general de España, Historia ilustrada y descriptiva de sus provincias &. Crónica de las Antillas. Madrid. Editores: Rubio, Grillo y Vitturi. En folio, 231 ps. 1871.

¹¹ Bachiller y Morales, A. 1856. Prontuario de agricultura general para el uso de los labradores y hacendados de la Isla de Cuba, por (Edición ilustrada con láms.)— Habana, 1856. Imp. y papelería de Barcin. En 4º, 412 págs

¹² Erenchun Félix Anales de la isla de Cuba. Diccionario administrativo, económico, estadístico y legislativo por Oidor de la Real Audiencia pretorial. Año de 1856.— Habana, 1857-1862. Imp. la Habanera. En 4º mayor.

¹³ Bachiller y Morales, A. "Betún Mineral (Chapapote). 1939

¹⁴ Zancajo T. 1839. Resultado de la excursión hecha por el Licenciado D. Toribio Zancajo por varios puntos de esta Isla, o sea Descripción mineralógica y geognóstica de los minerales recogidos en la excursión. Memorias de la Sociedad Patriótica de la Habana. Num. 49, t. IX. Habana, 1839. Imp. del gobierno y de la Sociedad patriótica por S. M. En 4.º mayor. Págs. 9 a 19.

¹⁵ Zancajo T. 1839 Proyecto para el reconocimiento y análisis de nuestros manantiales de aguas minerales. Memorias de la Real Soc. patriot. de la Habana, t. VIII, 22 de abril, 1839; págs. 15 à 17.

¹⁶ Sagarra, J. B. 1840. Exposición al Capitán General de la Isla, leída en la Sociedad Económica de Cuba, sobre la necesidad de establecer en el país una cátedra de minería. Memorias de la Soc. Patriótica". T. X. 1840.

¹⁷ Fernández de la Maza, Félix. 1843. Minerales de las Pozas y otros particulares. Mems. de la Real Soc. patriótica de la Habana, t. XV, págs. 73 a 77.

¹⁸ Fernández de la Maza, Félix. 1844. Una visita a las alturas de Guaijabon. Mems. de la Real Soc. patriótica de la Habana, t. XVI, págs. 379 a 383.

¹⁹ Booth, J.C., y Carey Lea, M., 1840. Analysis of chromic iron ore from Mahobal, near Gibara, Island of Cuba. American Journal of Science, 38: 243-245.

²⁰ Le Roy Gálvez, Luis Felipe, 1971, "Casaseca, maestro y precursor de Reynoso". Revista de la Biblioteca Nacional José Martí. 1971; 13 (7): 5-57.

²¹ Casaseca, J. L., 1826, "Ensayos químicos". París. Imprenta de Pablo Renouard. 1826.

²² Casaseca, J. L., 1840. "Compañía de minas de carbón de piedra". Reglamento. Habana. Imprenta del Gobierno. 1840. En 4º, 16 ps.

²³ Casaseca, J. L., 1840. "Informe sobre la Mina de Carbón de Piedra La Prosperidad", Memoria de la Real Sociedad Patriótica de la Habana. 1840, 10.

²⁴ Casaseca, J.L., 1847. Mármoles de la Isla de Pinos. Mem. Real Soc. Patriótica Habana, 25.

²⁵ Casaseca, J.L., 1847. Minas de cobre de Santiago de Cuba. Mem. Real Soc. Patriótica Habana, 25.

²⁶ Costales Manuel 1841, Carbón de piedra, Mina Prosperidad. — En el Diario de la Habana; núm. 219 del 7 de agosto de 1841.

²⁷ Richard Cowling Taylor Esq. F.G.S. (1837) IV. Notes relative to the geology of a portion of the district of Holguin in the Island of Cuba, and the mineral region on the North-east coast, from the observations of himself and Thomas G. Clemson, Esq., Philosophical Magazine Series 3, 11:64-65, 17-33

²⁸ Richard Cowling Taylor Esq. F.G.S. " Memoir of the Character and Prospects of the Copper Region of Gibara, and a Sketch of the Geology of the N. E. part of the Island of Cuba." Transactions of the American Philosophical Society.

²⁹ Taylor R. C. y Thomas G. Clemson 1836 Notice of a Vein of Bituminous Coal, recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba. London's Mag. of Nat. Hist., Vol. ix. p. 449,

³⁰ Taylor R. C. y Thomas G. Clemson " Notice of a Vein of Bituminous Coal (Chapapote) recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba." Transactions of the American Philosophical Society Vol. VI. p. 191

³¹ Taylor R. C. "Notice of a vein of Asphaltum Chapapote, called in the vicinity of Havana, bituminous coal." London and Edinburgh Phil. Mag., March, 1837,

³² Taylor R. C. "Statistics of Coal " (1848). Statistics of Coal.: Published By J. W. Moore, 195 Chestnut Street. Second edition. 1855.

³³ Manuel Coltman. Nota sobre la mina de oro de San Juan Bautista en Holguin por el profesor de minería M. Coltman. 1840. Diario de la Habana. 1844.

³⁴ Richard Cowling Taylor, 1837, Notes relative to the geology of a portion of the district of Holguin in the Island of Cuba, and the mineral region on the North-east coast, from the observations of himself and Thomas G. Clemson, Esq., Philosophical Magazine Series 3, 11:64-65, 17-33, DOI: 10.1080/14786443708649222

³⁵ Fernández de Castro, M. 1864. "Estudio sobre las minas de oro de la Isla de Cuba y muy particularmente sobre la de San Blas de las Meloneras en el partido de Guanacabuya, jurisdicción de Remedios". Anales de la Real Acad. de Ciencias, Méd. Físic. y Natur. de la Habana, i. I., págs. 171, 205, 255, 301, 356 y 404, 1864.

³⁶ Galeotti H. 1841. "Aperçu géognostique sur les environs de la Havane" Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, t. 8, 1ère partie, 1841, p. 405-417.

³⁷ D'Archiac. E. Histoire des progrès de la géologie. Paris. 1847-1862. Ocho volúmenes en 8º.

³⁸ Taylor, Richard Cowling Esq. F.G.S. (1837) IV. Notes relative to the geology of a portion of the district of Holguin in the Island of Cuba, and the mineral region on the North-east coast, from the observations of himself and Thomas G. Clemson, Esq., Philosophical Magazine Series 3.

³⁹ "Memoir on the Character and Prospects of the Copper region of Gibara, and a Sketch of the Geology of the Nord--East Part. of the Island of Cuba".

⁴⁰ Taylor, Richard Cowling y Thomas C. Clemson. "Notice of a Vein of Bituminous Coal recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba". "Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia" 1837 (también en «Biblioteca Universal de Ginebra» en 1838 y publicado en los Anales de la Sociedad Patriótica 1839).

⁴¹ Taylor, Richard Cowling y Thomas C. Clemson. "Notice of a Vein of Bituminous Coal recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba". Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia" 1837 (también en «Biblioteca Universal de Ginebra» en 1838, traducido y publicado en los Anales de la Sociedad Patriótica 1839).

⁴² Eizaguirre Joaquín Contestación dada en la Habana al papel publicado en la Corte por DJJMT sobre los negocios en esta Isla de Cuba con unas ligeras observaciones sobre el decreto de 28 de diciembre último. Madrid 1839. Imprenta Amanta, píamela del Cordón, r.t.

⁴³ Eizaguirre Joaquín Elementos de geografía que comprende la geognosia, cosmogeografía, y geografía antigua: primera parte Habana 1839 Imprenta de Oliva En cuarto

⁴⁴ Bachiller y Morales. Apuntes para la Historia de las letras de la Instrucción Pública de la Isla de Cuba, T. III Habana 1861 pág. 233

⁴⁵ Eizaguirre Joaquín 1844. Resumen del estado de la industria minera en la isla de Cuba. Boletín oficial de Minas Pag 54 – 58, 1844.; Eizaguirre Joaquín, 1945. Industria Minera. Diario de La Habana en 1845.

⁴⁶ Eizaguirre Joaquín Breve noticia sobre las minas de oro de la Sierra de Luquillo en la isla de Puerto Rico: en la Isla de Puerto Rico. Bol. Oficial de Minas 1844, pág. 1844.

⁴⁷ Eizaguirre Joaquín, 1845. Informe fiscal suministrado por el ingeniero inspector Joaquín Eizaguirre en las diligencias instruidas con motivo del incendio y muertes causadas en la mina Pensilvania, sita en términos de la Villa del Prado (Santiago de Cuba) Boletín. Oficial de Minas 1845 pág. 322

⁴⁸ Eizaguirre Joaquín, 1847. Ultramar Estado actual de la Isla de Cuba. El Amigo del País. T VI pág. 85.

⁴⁹ Cia y Frances, P. 1858 Noticias sobre el Criadero y Minas de El Cobre. Boletín de Minas, 2: 84-90. 1858.

⁵⁰ Cia y Frances, P. 1850. Memoria sobre el beneficio de los minerales de cobre en Swansea y otros puntos. La Habana, Imp. del Gobierno, 1850.

⁵¹ Cia y Frances, P. 1854. Observaciones geológicas de una gran parte de la isla de Cuba. tomo V. Revista Minera. pág. 365-382, 393-405, 419-426, 421-460. Madrid 1854

⁵² García de Arboleya, J. 1859, Manual de la Isla de Cuba. Compendio de su Historia, Geografía, Estadística y Administración. Habana. Imprenta del Tiempo. Calle De Cuba, No. 110.

⁵³ López Quintana D., 1853. Memoria acerca de las minas de cobre de la villa del Prado. 1853.

⁵⁴ López de Quintana D., 1855. Sobre el Estado de la minería en la Isla de Cuba; 1855.

⁵⁵ López de Quintana D., 1857. Estado de la minera en el Departamento Occidental. 1857.

⁵⁶ López de Quintana D., 1857. Informe acerca de la mina (de cobre) San José (Santiago de Cuba.) 1857

⁵⁷ López de Quintana D., 1859, Informe acerca de la mina de cobre "Unión" en Mantua. 1859.

⁵⁸ López de Quintana D., 1866. Impuestos sobre la Industria minera de la isla de Cuba. Santiago de Cuba, 1866. Imp. de D. Miguel A. Martínez. En 4º may., 38 págs.

⁵⁹ Reyes, J.R. de los. De los temblores de tierra en la Isla de Cuba. Revista de la Habana, t. I. Habana, 1853. Imp. de El Tiempo, págs. 26 - 29.

⁶⁰ Poey, Felipe. Memorias sobre la Historia Natural de la Isla de Cuba. Imprenta de Barcina. 1851 y 1858 Dos volúmenes en 4º en 463 y 422 ps. y 36 láminas en negro y 7 iluminadas.

⁶¹ Poey Felipe. 1867 Repertorio físico natural de la Isla de Cuba. Citado en el Catálogo general de la Sección española, págs. 430 y 441. París, 1867.

⁶² Poey Felipe 1868 Nomenclatura geológica/ An. de la B. Acad. de ciencias de la Habana. 1868, pág. 413

⁶³ Poey Felipe 1872 Curso elemental de mineralogía Habana, 1872. Lib. e Imp. de Andrés Pego, editor. En 4.º may., 184 págs. y una lámina.

⁶⁴ Olivan A, 1831. Memoria sobre el azúcar. Habana. 1831- Imprenta Fraternal. En 8º M, 50 ps.; Olivan A, 1832 Informe la Junta de Gobierno sobre el ensayo Cartilla para gobierno de los maestros de azúcar. . . Habana. (Imp. Mercantil.) 1832 En 8º M, 35 ps.; 1831 Informe la Junta del Real Consulado sobre el ensayo del nuevo tren de elaborar azúcar, sentado en el ingenio San Jose, por la comisión encargada de presenciarlo, seguido de un oficio de D. Alejandro Olivan, representante al propio objeto. . . Habana. 1831. Imprenta Fraternal. En 8º M, 36 ps.

⁶⁵ Olivan Alejandro 1851 "Memoria sobre las Aplicaciones del Chapapote" Anales de la Junta de Fomento. t. IV p 346 -(1851)

⁶⁶ Aubouín, C., 1844. Minas de Dumañueco, por Carlos Aubouín. (En la provincia de Oriente)

⁶⁷ Aubouín, C., 1845. Memoria sobre las Minas de Cobre San Antonio y La Fortuna, de Bayatabo. (En la provincia de Camagüey)

⁶⁸ Aubouín, C., 1846. Memoria sobre las Minas de la Jurisdicción de Puerto Príncipe. Imprenta del Fanal. 1846. En 8º, 71 ps.

⁶⁹ Aubouín, C., 1917. Influencia del clima sobre las formaciones minerales. Boletín de Minas, 2: 64-67.; Aubouín, C., 1917. Memorias sobre Las Minas de la Jurisdicción de Puerto Príncipe, Cuba. Boletín de Minas, 2: 68-72.

⁷⁰ Ehrenberg, C. 1844. Descripción de los bancos de infusorios de Cuba. American Journal, vol. XLVI, pág. 297, 1844.

⁷¹ Valdez Aguirre F, 1955. "Fósiles cubanos". Revista de la Habana. t. 4.º, pág. 143 y 144. 1855.

⁷² Valdés Aguirre, F, 1856. "Los dos continentes estarían unidos antiguamente por África y América?" La Floresta Cubana de 1856

⁷³ Spiner A. 1858, "La Creation et ses mysteres dévoiles ...". Paris Imp. A. Frank. 1858. 1ª Edition. in 8º 457pag

⁷⁴ Valdés Aguirre, F, 1959. "Apuntes para la historia de Cuba primitiva". Paris, Imp. E. Thunot, 1859 En 8º M, 66 ps.

⁷⁵ Moisant, G. C. 1857, "Memoria sobre los Productos Bituminosos de la Isla de Cuba (chapapote)". Habana, Imprenta M. Soler y Celada, 1857. 4º. 30 págs. 1857

⁷⁶ Moisant, G. C. 1858, "Sobre los productos bituminosos de Cuba" Diario de la Marina 1858

⁷⁷ Moisant, G. C. 1860, "Apuntes sobre el chapapote" «Diario de la Marina» 1860

⁷⁸ Moisant, G.C. 1862, Memoria sobre la conservación y depuración del zumo del azúcar. "Anales de la Junta de Fomento". Habana. 1862.

⁷⁹ Fernández de Castro, M. 1864. "Nueva legislación de minas en Cuba". Diario de la Marina. serie de 4 arts., julio de 1864.

⁸⁰ Fernández de Castro, M. 1864. "Tramitación de los expedientes de minas". Diario de La Marina, serie de 6 artículos. 1864.

⁸¹ Fernández de Castro, M. 1859 "Nota sobre una mina de asfalto en las inmediaciones de la Habana". Revista Minera. Madrid. Tomo XI. 1859.; Fernández de Castro, M. 1860. "De un informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de asfalto Santa Teresa, Guanabacoa, Cuba". Revista Minera, Madrid, 11: 618-621. 1860.

⁸² Fernández de Castro, M. 1863. "Informe sobre el estado actual y el porvenir de la mina de asfalto Santa Rosa, Guanabacoa, Cuba". 1863.

⁸³ Fernández de Castro, M. 1867. "Catálogo productos expuestos por Cuba en la Gran Exposición Universal de 1867". Comisión Regia de España, 1867.

⁸⁴ Documento 1764 de la Real Academia de la Habana – "Del petróleo y del chapapote considerados como combustibles". Mayo 8, 29, junio 12, 1870. Discusión, 7:301-02, 307, 311, 519-27, 575-82, 615-24, 1870-71. Discusión 8:106-08, 195-200, 289-99, 1871 Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana. Revista Científica Directores Antonio Mestre y Felipe Rodríguez Tomo VII. Imprenta La Antilla de Cacho – Negrete. Calle Cuba No. 51.

⁸⁵ Fernández de Castro, M. 1863. "Del yeso y el hierro oxidado en Cuba". Anales Soc. Econ. Habana. Revista Forestal Habana. Cuba. 1863.; Fernández de Castro, M. 1863. "Del yeso y hierro oxidado de Cuba". Diario de la Marina. Habana, 1863

⁸⁶ Fernández de Castro, M. 1866. "Sobre las propiedades de la cal quemada, del potrero Marañón". Artículos publicados en el Diario de la Marina de 11 y 13 de febrero de 1866

⁸⁷ Fernández de Castro, M. 1863. "Fundición de cobre en Mantua". Diario de La Marina 29 de julio de 1863.

⁸⁸ Fernández de Castro, M. 1864. "Estudio sobre las minas de oro de la Isla de Cuba y muy particularmente sobre la de San Blas de las Meloneras en el partido de Guanacabuya, jurisdicción de Remedios". Habana, 1864. Imp. y librería «El Iris» En 4º, 104 pág. Una lám. y grabs. en el texto; Fernández de Castro, M. 1865. "Estudio sobre las minas de oro de la Isla de Cuba y muy particularmente sobre la de San Blas de las Meloneras en el partido de Guanacabuya, jurisdicción de Remedios". Gaceta de Madrid, de los días 20, 21, 22, 24, 26, 28 y 28 de noviembre de 1865; Fernández de Castro, M. 1864. "Estudio sobre las minas de oro de la Isla de Cuba y muy particularmente sobre la de San Blas de las Meloneras en el partido de Guanacabuya, jurisdicción de Remedios". Anales de la Real Acad. de Ciencias, Méd. Físic. y Natur. de la Habana, i. I., págs. 171, 205, 255, 301, 356 y 404, 1864.

⁸⁹ Fernández de Castro, M. 1865. "Aluviones auríferos. Entre los cayos y el litoral de la región central de la Isla de Cuba".

⁹⁰ Fernández de Castro M. 1872 "Nota o rápida ojeada sobre la constitución geológica de la Isla de Cuba", En Crónica de Cuba el Sr. D. Jacobo de la Pezuela. 1872.; Fernández de Castro, M. 1876. "Descripción geológica de La isla de Cuba". Rubio Grillo Vitturi. 48 pp., 1 mapa. Madrid, 1876.

⁹¹ Fernández de Castro José 1862, Informe sobre el estado de la industria minera en el departamento oriental de la isla de Cuba. Diario de Santiago de Cuba. 5 de nov. de 1862.

⁹² Fernández de Castro José Metalurgia del cobre. Diario de Santiago de 31 de dic. De 1862, 10 y 31 de enero y 13 de febr. de 1863.

⁹³ Fernández de Castro José. 1963. Análisis espectral. Diario de Santiago de Cuba de 16 - 19 de septiembre de 1863.

⁹⁴ Fernández de Castro José 1864. Dos metales nuevos. Diario de Santiago de Cuba de 12 de febr. de 1864; Fernández de Castro José Extracción del talio. Diario de Santiago de Cuba de 25 de febr. de 1864.

⁹⁵ Fernández de Castro José. 1865, Túnel del Monte Cenía. Diar. de la Mar. Habana, 1865, 15 de Julio.; Fernández de Castro José Sobre el abasto de aguas de la Habana. Diar. de la Mar. de 20 de agosto; 15, 17, 18 y 19 de oct. de 1865 y 2, 16, 20 y 25 de octubre de 1866.; Fernández de Castro José Observaciones sobre el huracán que experimentó la Habana en octubre de 1865. Diario de la Marina. 24 de oct. de 1865.

⁹⁶ Fernández de Castro José Examen del decreto declarando libres de derechos arancelarios las máquinas importadas en Cuba, que faciliten la explotación de propiedades rústicas. Diar. de la Mar. de 2 y 6 de enero de 1866.

⁹⁷ Fernández de Castro José SOBRE la situación desventajosa en que se encuentran las minas de cobre de la villa del Prado en Santiago de Cuba. Diar. de la Mar. de 21, 23 de jun., 12 de oct. de 1866, 2 y 7 de febr. de 1867.

⁹⁸ Fernández de Castro José. 1868. Sobre los minerales auríferos de Holguín. Diario de la Marina de 7 de febrero de 1868.

⁹⁹ Informe sobre candidatos a las vacantes de la Sección de Ciencias: Sres. José Fernández de Castro, Juan Vilaró, Enrique de Arantave y Francisco de Frías y Jacot, julio 28, 1868. Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo 52:361-62, 1916.; Fernández de Castro José La unidad de la materia. Discurso pronunciado por en su recepción en la Real Academia de ciencias médicas, físicas y naturales de la Habana. Diario de la Marina de 23 de dic. de 1868.; José Fernández-de Castro y Suero. Sobre la unidad de la materia. Discurso de recepción en la Academia de Ciencias, diciembre 13, 1868. Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo 5: 306-24, 1869.

¹⁰⁰ Fernández de Castro José. 1869. Metalurgia del oro. Diario de la Marina, de 11 y 12 de marzo de 1869.

¹⁰¹ Fernández de Castro José Sobre el estado de las empresas que labran los criaderos de la villa del cobre. Diario de la Marina, de 1º de mayo de 1869.

¹⁰² Fernández de Castro José Las minas y el ferrocarril del cobre. Diario de la Marina de 19 – 23 de enero de 1870.

¹⁰³ Fernández de Castro José. 1869. Del petróleo y del chapapote como combustibles. Diario de la Marina de 7-11 de agosto de 1869

¹⁰⁴ Fernández de Castro José. 1870. Del petróleo y del chapapote como combustibles. An. de la R. Ac. De ciencias, de la Habana, t. Vil, 1870, págs. 519. 575 y 615.

¹⁰⁵ José Fernández-de Castro y Suero. Del petróleo y del chapapote considerados como combustibles. Mayo 8, 29, junio 12, 1870. Discusión, Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo 7: 301 - 02, 307, 311, 519- 27, 575 - 82, 615 - 24, 1870; Fernández de Castro. José, 1970. Del petróleo y del chapapote considerados como combustibles. Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana" Revista Científica Directores Antonio Mestre y Felipe Rodríguez Tomo VII. Imprenta La Antilla de Cacho – Negrete. Calle Cuba No. 51. 1870 No. 1764. mayo 8, 29, junio 12, 1870. Discusión, 7:301-02, 307, 311, 519-27, 575-82, 615-24, 1870-71. 8:106-08, 195-200, 289-99, 1871. 1870; José Fernández-de Castro y Suero. Del petróleo y del chapapote considerados como combustibles. Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo 8: 106-08, 195-200, 289 - 99, 1871.

¹⁰⁶ Chapapote líquido. Observaciones por Manuel y José Fernández de Castro, julio 15, 1872. Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana. Revista Científica. Directores Antonio Mestre y Felipe Rodríguez. Tomo 9:38-39, Imprenta Logrifoull y Deditot. Calle Reilly No 35, 1872; José Fernández-de Castro y Suero. Del combustible en los ingenios, julio 15, 1872. Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, Tomo 9:37-38, -- 1872.

¹⁰⁷ José Fernández-de Castro y Suero. Obras. Tomo I o. 1876. Obras de D. José Fernández de Castro. Discursos académicos. Agricultura. Industria sacarígena. Madrid. Imprenta de M- Tello. 1876. -En 8o M. III- 528 ps. Con un prólogo D. Manuel Fernández de Castro.



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

Geólogos, mineros y naturalistas en el siglo XIX cubano. III parte 1868 - 1898.**Rafael Tenreyro Perez****Introducción.**

Entre 1868 y 1878 se produce una casi total inactividad en la minería por encontrarse el país en insurrección armada contra el poder colonial. El efecto de la Guerra de los Diez Años en la economía colonial y en la minería, fue devastador. Las acciones militares se desarrollaron principalmente en las inmediaciones de las zonas mineras. Recién iniciadas las acciones bélicas ya se había bloqueado el ferrocarril de Nuevitás, destruidas las minas del Cobre y su ferrocarril.¹

Pero a la conclusión del conflicto bélico en 1878 resurge la industria de la mano de los capitales ingleses y norteamericanos. En este proceso jugó un papel fundamental la urgencia por parte de las metalurgias norteamericanas con relación a nuevas fuentes de abastecimiento. Esto hace que las empresas norteamericanas se apuraron en copar todos los yacimientos de minerales cubanos. “la fabulosa expansión de los Estados Unidos de América y su constante presión sobre las últimas colonias españolas en el Caribe, según el concepto del mundo como mercado, donde todo tiene un precio y se puede comprar todo, desde un país a una conciencia”.² A partir de 1878-1902, las inversiones directas, a diferencia de lo ocurrido con anterioridad, se transformarán en el principal instrumento financiero del país.

Si el cobre había sido el eje fundamental de la industria extractiva en el segundo tercio, hacia finales de siglo la producción de este metal no se recupera. De esta forma, otros minerales como el hierro, el oro, el manganeso, o el asfalto, van a jugar el papel fundamental concluida la guerra. Entre 1880 y 1895 se establece por primera vez las minas de oro de Holguín un sistema de explotación regular, así como una planta de beneficio. Se conocía además la existencia de petróleo y el 1881 se supo de la existencia de nafta en Motembo. En 1882 se descubre manganeso en tres lugares diferentes de Santiago de Cuba.³

Proliferaron así grandes compañías de explotación minera con capital norteamericano, como la Juraguá Iron Company de Filadelfia, creada en 1883 y adquirida un año después por la Bethlehem and Pennsylvania Steel Company, dedicada a la extracción de hierro, al igual que la Spanish- American Iron Company y la Sigua Iron Company, ambas erigidas en 1892. Dos años más tarde, la Ponupo Manganesse Company activaba notablemente los yacimientos de manganeso en la provincia de Oriente.

Gabriel Usera Jiménez de Nolzco (1836 - 1890)

Graduado en la escuela de minas en 1856. A partir de 1874 es ingeniero en el distrito de Málaga. Nombrado por Real Orden de 29 de septiembre de 1882 ingeniero jefe del Distrito Minero de Santiago de Cuba. Ascende a ingeniero jefe de 1ª clase en 1884. En 1886 publica un informe sobre las Minas de Cobre de Manicaragua. Siendo ingeniero jefe del Distrito Minero de La Habana, solicita el regreso definitivo a la Península. En 1890 es nombrado Inspector General del Cuerpo de Inspectores de Minas, Fallece ese mismo año en el barco en que viajaba de regreso.

Pedro Salterain Legarra (1834 - 1893)

De todos los geólogos y mineros españoles que trabajaron en la inspección de minas de Cuba en el siglo XIX, Pedro Salterain fue el ingeniero que pasó más tiempo: más de treinta años. La reforma legislativa de la minería de 1825 creó la Dirección General de Minas⁴. Se trató de una ley minera moderna para impulsar la industria extractiva, luego de la pérdida de las posesiones americanas por los

procesos independentistas. La nueva regulación autorizaba a extranjeros registrar y denunciar minas. El resultado, fue una reactivación de la minería, especialmente la del cobre, promovida por inversionistas británicos. De ahí, la necesidad de la inspección de minas que se instaló después de 1837. Pero la inspección siempre operó con déficit de personal por la deficiente política de preparación de cuadros. Los jóvenes que desde Cuba fueron enviados a estudiar en las escuelas de minas, seis en total, nunca regresaron a la isla para ejercer.

La base para la regulación de las actividades mineras fueron las sucesivas leyes de 1825⁵, 1849 y 1859, Instrucción provisional para el gobierno de la minera en los dominios españoles precedida de los Reales decretos a que se refieren en sus disposiciones. Cuba. Imprenta del Real Consulado. 1835. En 8º M, 40 ps. y, finalmente, lo dictado en la norma sobre el régimen de la minería en Cuba de 1863⁶ y su reglamento de 1864⁷. La inspección cubana era responsable de la demarcación de los denuncios y sus planos. Se debían supervisar las minas en activo por lo menos una vez al año y emitir los reportes correspondientes. En 1837, se nombra a Joaquín Eizaguirre Bailly (1812 – 1887), primer inspector de minas en Cuba. Durante nueve años fue único ingeniero, hasta la llegada, en 1846, de Policarpo Cía y Francés (1817-1867) y Juan Diego López Quintana (1826 – 1879). Manuel Fernández de Castro (1825-1895) fue el siguiente en incorporarse en 1859, y, finalmente, Pedro Salterain desde 1862. En la tabla 1 el listado completo de las personas que ocuparon el servicio de minas hasta 1898.⁸

Pedro José Gregorio Salterain y Legarra nació el 11 de marzo de 1834 en Irún (Guipúzcoa). En 1854 ingresó en la Escuela de Minas. Al concluir la escuela en 1858, fue propuesto para ocupar una plaza de ingeniero segundo en el establecimiento minero de Riotinto y en 1860 a las minas de Almadén. En 1862 fue destinado a la inspección de minas de Cuba como jefe del distrito occidental. Salterain participó en la comisión para inspeccionar las obras del Canal de Isabel II, cuyos trabajos habían comenzado en 1858.⁹ En el Diario de la Marina era frecuente encontrar también información sobre trabajos realizados por la inspección, como fue el caso, por ejemplo, del estudio de los suelos de un potrero en la provincia de Matanzas.¹⁰

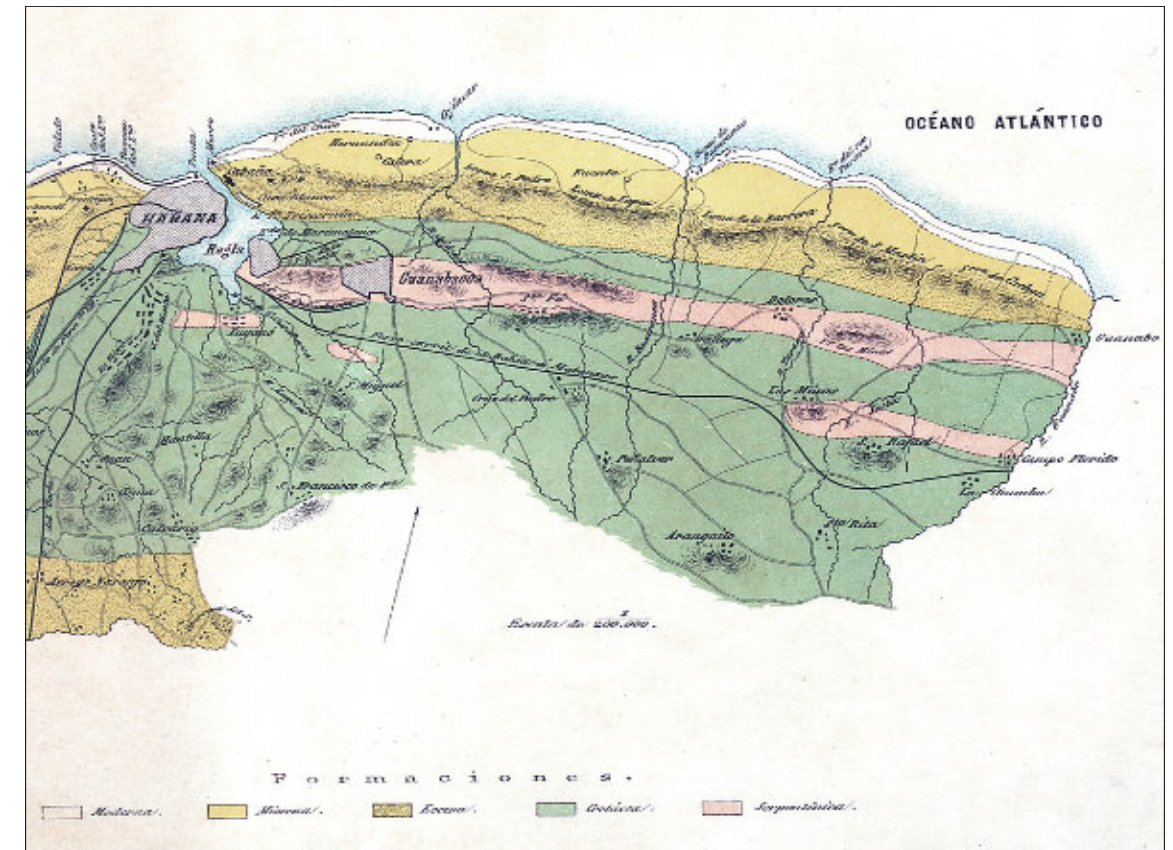


Figura 1. Croquis geológico de la Isla de Cuba de 1864

En 1684, aparece publicado en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, el segundo "Croquis Geológico de Cuba", firmado por Manuel Fernández de Castro y Pedro Salterain Legarra, dicho croquis contribuyó grandemente a una mejor comprensión de las posibilidades económicas de Cuba en aquellos momentos.

A partir de 1869 y hasta 1888, Salterain fue el responsable del servicio minero.¹¹ El reporte de 1869 describió el estado de las minas y denuncios, con especial énfasis en las de cobre de Santiago de Cuba, y, en menor medida, las de plomo, plata, estaño, manganeso, cromo, lignito y asfalto. Describió el efecto devastador que tenía sobre la economía la Guerra de los Diez Años (1868-1878). Aunque, era evidente que la minería ya se encontraba en franca decadencia antes del comienzo de la sublevación.

Salterain publica un estudio acompañado de un mapa geológico de la jurisdicción de Guanabacoa,¹⁵ en cuyo trabajo, incluye las formaciones siguientes: Cuaternaria, Terciaria; en las cuales encuentra fósiles; el Cretácico lo acepta con dudas, dada la carencia de fósiles para la datación. Finalmente, las rocas hipogénicas, a la que llama formación serpentínica. Entre los fósiles recogidos por Salterain, figuró un equinoideo mioceno procedente de una cantera de Calabazar, que fue estudiado por Daniel Cortázar: *Encope ciae*, dedicada a Policarpo Cía (1817-1867).¹⁶



Asignaron acertadamente una edad jurásica a las calizas de la cordillera de Guaniguanico, así como a los mármoles y a las pizarras del macizo metamórfico de la isla de la Juventud. Identificaron las rocas cretácicas del arco volcánico y el Mioceno sedimentario. Igualmente, cartografiaron los afloramientos de rocas

intrusivas en los terrenos ígneos de Camagüey-Las Tunas, los “granitoides de Manicaragua”, y los cuerpos rocosos que conforman el cinturón de la asociación ofiolítica, a los que agruparon bajo el nombre genérico de “dioritas, serpentinas y basaltos”. Sin embargo, asignaron erróneamente una edad triásica a las pizarras situadas en las partes septentrional y meridional de la cadena montañosa del oeste de Cuba, asimiladas actualmente a las formaciones San Cayetano y Castellanos, de edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Superior. También consideraron como del Cretácico algunos materiales ahora incluidos en el Arco Volcánico Paleógeno de la Sierra Maestra.



Figura 3. Croquis geológico de la Isla de Cuba, a escala 1:2.000.000, por Manuel Fernández de Castro y Pedro Salterain y Legarra (1869-1883).

Otro caso documentado fue la participación de Salterain, en julio de 1888, en una comisión científica nombrada por la Junta del Museo Biblioteca de Ultramar, para realizar “exploraciones geológicas y antropológicas en las cuevas de las lomas de Banao, provincia Sancti Spiritus. Según este sabio geólogo, la gruta está conformada por la misma caliza general de la Sierra, con una dirección SE a NO, y una inclinación de 60 a 70°.¹⁸

Pedro Salterain fue ascendiendo hasta alcanzar la categoría de ingeniero jefe de primera clase con la consideración de inspector general de segunda clase, fue miembro de asociaciones científicas y civiles, como la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, de la que fue académico de número

desde 1884. falleció en La Habana el 20 de febrero de 1893, recién cumplidos los 59 años y estando aún en activo.

Thiery Chateau

En 1862, aparece un estudio sobre el asfalto en Cuba por el químico francés Th. Chateau.¹⁹ Al próximo año el propio Th. Chateau publica otro artículo ampliando la información del previo sobre aspectos de la posición geológica y las aplicaciones de las sustancias bituminosas incluyendo especialmente las explotadas en Guanabacoa.²⁰

Chateau, Th. "Nota sobre el Chapapote en la Isla de Cuba" «Anales del Cuerpo de Ingenieros Civiles de Francia» 1862

Chateau, Th. "Sobre la posición geológica, composición y aplicación de las sustancias bituminosas de Cuba". Annales du génie civil, Año III

Manuel J. Presas de Morales (1845 - 1874)



Científico nacido en Matanzas, se educó en el colegio La Empresa y se graduó de Bachiller en Ciencias en la Universidad de La Habana en 1861, de Bachiller en Medicina y Cirugía en 1865, licenciándose en Ciencias Naturales en 6 de mayo de 1867 y Medicina y Cirugía el 30 de septiembre del mismo año, que fue también el de su ingreso en la Academia de Ciencias de La Habana. en 1865 publica “La Historia Natural en Cuba” en la monografía titulada Repertorio Físico Natural²¹. Es una magnífica síntesis de las obras que se han escrito sobre la Historia Natural de esta Isla, tanto en Cuba como en el exterior por investigadores de todas las

nacionalidades. Fue este el trabajo bibliográfico ms importante hasta esos momentos, en lo relativo a las Ciencias Naturales en Cuba. Examinó 180 libros y folletos publicados hasta entonces sobre la fauna, la flora, la mineralogía, geología y Paleontología cubanas. Fue cercano colaborador de Felipe Poey (1799-1891), a quien en ocasiones sustituyó en la cátedra, y quien lo calificó como “genio científico”²². Entre sus obras figuran: Mariposas, 1866, y Maderas de Cuba y Santo Domingo, 1868²³. Escribió en la Aurora de Matanzas. Su muerte prematura en 1874 significó una pérdida irreparable para la ciencia cubana.

Joaquín Fabián de Aenlle Mongeotti (1825-1869)



Científico y patriota nacido en Jibacoa, Habana. Se graduó de Bachiller en Farmacia en la Universidad de La Habana en 1845, se licenció en 1847 y obtuvo el doctorado el año siguiente. Estudió química con el gran José Luis Casaseca (1800 – 1869), de quien fuera discípulo aventajado, y a partir de 1847 desempeñó distintas cátedras en la Universidad habanera, donde fue decano interino de la Facultad de Farmacia en 1865. Miembro de la Sociedad Económica y su Vice-Censor. Fundador de la Academia de Ciencias de La Habana; y Tesorero de la misma; Vice presidente de la sección de ciencias del Liceo Artístico y Literario de La Habana, socio del Liceo de Matanzas. Publicó varios artículos sobre las aplicaciones de la química en la agroindustria azucarera²⁴. Como miembro de la comisión científica nombrada por el Gobierno Superior civil de la Isla para el estudio de las aguas minero-medicinales, fue autor entre otros trabajos²⁵, de unos Apuntes para el estudio de las aguas minero-medicinales de la Isla de Cuba²⁶. En el mismo se demuestra la relación genética entre las aguas de alta mineralización

y el petróleo lo que es de gran importancia para el reconocimiento de las manifestaciones de petróleo y su clasificación. Aenlle describe, además, las aguas minerales de Minas en “un punto conocido por el Cuabal y en terrenos de la propiedad de D. Manuel Gómez, brota un manantial cuyas aguas, se dice en un informe pericial, contienen mucho petróleo y se han aplicado con buen suceso en las enfermedades de la sangre, en las veneras y en todas las de un carácter esencialmente nervioso”.

Precursor de la prensa científica en Cuba es uno de los directores de La Emulación. Periódico mensual de Farmacia, Química Historia natural médica y Toxicología, donde publicó artículos sobre química orgánica e inorgánica, campo en el que fue un verdadero sabio.

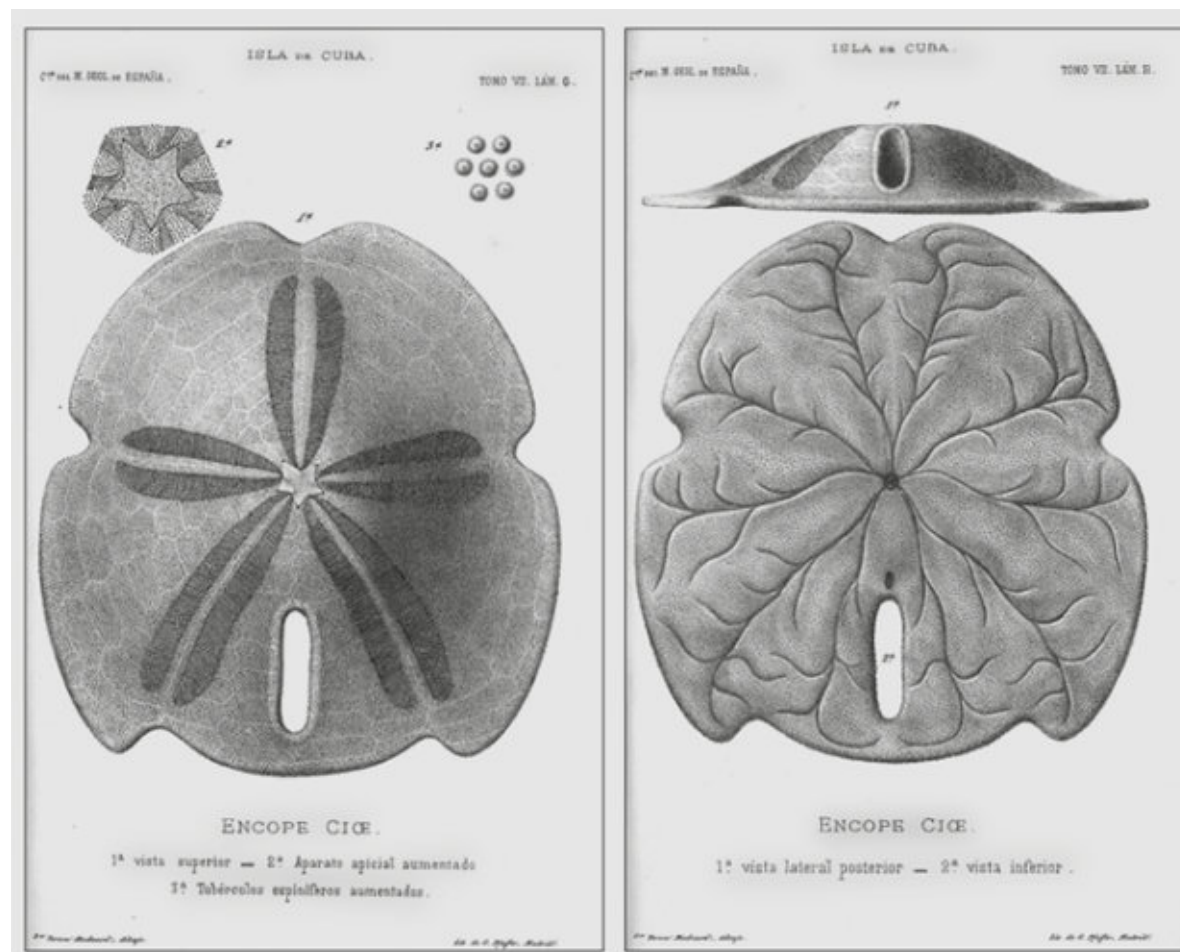
La explotación de estos campos desde la década de los años sesentas y ochentas del siglo XIX en las cercanías de Guanabacoa en varias locaciones hasta las cercanías de Campo Florido permite conocer las principales características de las acumulaciones. En los depósitos el asfalto y el petróleo pesado se encuentra saturando reservorios de margas del Cretácico en contacto tectónico con falla norte que limita los cuerpos de las serpentinitas que afloran profusamente en la propia villa de Guanabacoa y se extiende por varios kilómetros hacia sudeste. Isaac del Corral asegura que de acuerdo con fuentes confiables se produjeron en total unos 18 000 quintales métricos²⁷. Buena parte de este asfalto se ha exportado hacia los Estados Unidos por el Puerto de la Habana. El material se transporta por ferrocarril de las minas al puerto. Otra parte se utiliza en el mercado local como sustituto o mezclado con el carbón importado en los ferrocarriles, los ingenios azucareros y para otros usos sustituyendo el carbón o la madera.

Otra producción de petróleo pesado en el siglo XIX es el mineral de la mina denominada Jesús del Potosí, que radica a 750 metros del caserío Las Chumbas, 2,2 kilómetros al suroeste de la estación de trenes de Campo Florido, 7 kilómetros del poblado de la playa de Guanabo. Aquí se perforaron sobre la orilla del río Bacuranao dos pozos de unos 20 metros de profundidad. Se trata de un mineral de asfalto mate, algo terroso que se presenta en masas o bolsadas similar a los

numerosos criaderos de Bejucal y otras partes de la isla. Según Pedro Salterain (1834 - 1893) en su trabajo "Yacimientos bituminosos de Cuba" la veta tiene 6 metros de espesor, pero por estar a las orillas del río, la labor se dificultaba durante las crecientes que inundaban los pozos. Esta mina reporta producción desde 1873 la cual, se reporta, fue exportada.

Cortázar Daniel

También extensas unidades cretácicas y miocenas en las que reunió una amplia colección paleontológica. Entre los fósiles recogidos por Pedro Salterain (1834 - 1893), figuró un equinoideo mioceno procedente de una cantera de Calabazar, en la jurisdicción de La Habana. Fue estudiado por Daniel de Cortázar, ingeniero de la Comisión del Mapa Geológico, quien creó la nueva especie *Encope CIAE*, dedicada al ingeniero Policarpo Cía (1817-1867).²⁸



Encope CIAE, n. sp. equinoideo del Mioceno de Calabazar, jurisdicción de La Habana, Cuba. Láminas G (izquierda, vista superior) y H (derecha, vistas lateral e inferior)

Miguel Rodríguez Ferrer (1815 1889)



El naturalista, geógrafo, arqueólogo, lingüista y escritor Miguel Rodríguez Ferrer, nació en Lebrija provincia de Sevilla. Estudió derecho y teología en la Universidad de Sevilla, siendo nombrado profesor sustituto. Posteriormente, fue ayudante del Estado Mayor General del Ejército de reserva de Andalucía en 1838, corregidor de Vizcaya en 1841 y jefe político de la provincia de Álava en 1843.

En 1843, fue comisionado por el gobierno español para recorrer y estudiar la isla de Cuba con el objetivo de ampliar el Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar. En esta labor que se extendió por más de veinte años, dejó una huella profunda, enraizada en la arqueología, la antropología y la historia natural. Empezó un reconocimiento arqueológico de la isla con numerosas excavaciones y descripción de restos humanos, pictografías, y objetos precolombinos.²⁹ Publica un enjundioso ensayo sobre la industria del tabaco, recomendable por sus abundantes y trascendentales datos en el que se muestra tan partidario de la libertad del cultivo como enérgico enemigo del estanco peninsular³⁰

Los resultados de estas investigaciones comienzan a aparecer en varios artículos, entre los cuales se encuentran "Estudios coloniales cosmogónicos, arqueológicos, físicos y geológicos de la Isla de Cuba" (1869)³¹, "Del archipiélago de - las Antillas

y de si Cuba estuvo unida o no al continente americano" (1871)³² y "Estudios físicos, geográficos y geológicos de Cuba" Todos estos trabajos fueron finalmente reunidos en su obra: "Naturaleza y civilización de la Grandiosa isla de Cuba".³³ Esta es una síntesis monumental de historia natural, ecología, arqueología, antropología y geografía. Todo esto explicado en un lenguaje claro, accesible, actual, capaz de emocionar al lector común y al erudito.

En esta última obra, el capítulo XXI está dedicado al carácter geognóstico y geológico de la isla cubana. Va a sintetizar para ello datos de los trabajos de Humboldt, La Sagra, Cía, Salterain y Fernández de Castro. En el capítulo I titulado "Estudios cosmogónicos"³⁴, se ocupa de si Cuba estuvo o no unida al continente americano.

La antigua unión de Cuba con el continente americana fue defendida en el mismo Congreso de Americanistas de 1881 oponiéndose rotundamente a la interpretación de Valdés Aguirre (1837-1870) y Snider Pellegrini. Rodríguez Ferrer criticaba en su obra a Valdés y Snider-Pellegrini, por recalcar la correspondencia entre salientes y entrantes de las costas de África y Sudamérica y no fijarse en las diferencias geográficas, como la distinta dirección de los ejes de los dos continentes. Otra objeción importante según Rodríguez Ferrer, se basaba en los estudios tectónicos efectuados por Elie de Beaumont, quien no encontraba en los continentes ninguna dirección que concordara con las de los sistemas montañosos cubanos. Esta observación era confirmada por los estudios geológicos realizado en Sierra Maestra por Policarpo Cía (1817-1867).

Para Rodríguez Ferrer, el archipiélago antillano, tras su emersión en Terciario, había formado uno de esos continentes parciales que mencionaba Humboldt, en el que la isla de Cuba había constituido su núcleo. Esta región, decía, había estado unida al continente americano y se había vista fragmentada y cubierta por las aguas en algunas de las catástrofes geológicas que habían asolado la corteza terrestre. Un poco más adelante atribuía a un cataclismo diluvial, que había provocado una gran inundación oceánica por la parte norte de la isla, la fragmentación de toda aquella región, constituida por Cuba, las penínsulas del

Yucatán y Florida, Santo Domingo, Jamaica, junto con el resto del archipiélago, siendo las ramificaciones submarinas formada por los bajos de arena y los arrecifes que circundaban a la isla las huellas seculares de su antigua unión al continente. Entre las pruebas en favor de la unión de Cuba al continente americana, Rodríguez Ferrer expuso también los datos paleontológicos aportados por Manuel Fernández de Castro (1825-1895).³⁵

La obra de Rodríguez Ferrer, como la de La Sagra y de Pezuela, son obras de carácter monumental que constituyen una visión de conjunto de los estudios e investigaciones de la naturaleza cubana, así como de su desarrollo económico y demográfico. Son obras que reflejan el estado de la ciencia en Cuba en un momento determinado de su evolución cultural. El 6 de junio de 1889 moría en España Miguel Rodríguez Ferrer. Su paso por Cuba, sin embargo, marcó su vida y su obra. Donó al Museo de Historia Natural de Madrid y al de la Universidad de La Habana valiosas piezas arqueológicas, entre ellas el célebre Ídolo de Bayamo, hoy considerado una joya de la arqueología antillana.

B. Rodriguez

Las minas de asfalto del coto Banes están situadas a 40 km al oeste de la Habana. Un artículo de 1878 publicado en la Revue Universelle de Mines por parte de B. Rodríguez describe el material asfalto de estas minas a partir de los embarques recibidos en Europa³⁶. Para la fecha, las minas que se encontraban a la orilla de un arroyo en las cercanías del poblado de Banes (municipio Caimito) se encontraban en producción. El producto era embarcado en el puerto cercano donde entraban embarcaciones que cargaban tanto el mineral, como el azúcar y otras mercancías destinadas a la capital de la isla.

Henry Stokes

Es también de interés, los reportes sobre las manifestaciones de petróleo en Cuba Central. Se reporta que cerca de la ciudad de Santa Clara hay un campo de petróleo llamado Sandalina. Muestras de este petróleo fueron analizadas por el norteamericano nacido en 1859 Henry Stokes en un artículo publicado en el U.S. Geological Survey Bulletin en 1891 denominado "On a petroleum from Cuba" el

cual reporto que el mismo era muy parecido al petróleo crudo de Rusia. Stokes también reporta “En las cercanías de Sagua y Caibarién en la parte norte de la provincia de Santa Clara se ha descubierto recientemente petróleo y otros en la parte sur de la provincia de Matanzas”.³⁷

Carlos de la Torre y de la Huerta (1858-1950).



Eminente investigador y profesor universitario, discípulo del sabio naturalista cubano Felipe Poey (1799-1891). Su extensa obra comprende, entre otros, trabajos de Geología, Paleontología, Zoología, Arqueología e Historia. En el campo de la Malacología llegó a alcanzar una erudición extraordinaria con una valiosa colección de moluscos. Sus investigaciones en el campo de la malacología lo llevaron a descubrir el fabuloso mundo de las Polímitas, de las que describió una gran variedad de subespecies.

Su mayor aporte la geología lo realizó en el conocimiento de la fauna fósil cubana en el siglo XX. Sus observaciones geológicas le condujeron a consideraciones encaminadas a determinar la existencia del Jurásico en Cuba. En el siglo XIX sus primeros trabajos.

Graduado de la Universidad de La Habana en 1881 y de la de Madrid en 1883. Catedrático de la Universidad desde 1884. Miembro de la Academia de Ciencias a partir de 1889. Desde 1890 emprende varias investigaciones por encargo de La Sociedad Económica de Amigos del País. En 1892 presenta en la Academia sus observaciones geológicas y paleontológicas³⁸ Esto incluye la descripción de un *Ammonites*, recogido cerca de la Bija, Ciego Montero, cerca de Cruces no lejos de las estribaciones de las montañas de Trinidad, porque ellos demostrarían la existencia en esta Isla de terrenos secundarios.

José Antonio Seidel y Aymerich (1849 - 1895)



Natural de La Habana, se educó en el colegio de Belén, se graduó de Bachiller en Artes en la Universidad de La Habana en 1864. Se licencio en Ciencias Naturales en 1890, doctorándose ese mismo año con una tesis sobre el género *Zea*. Su monografía sobre el maíz es un trabajo meritorio, en el que estudia de tan útil planta, el origen, la historia, geografía, fitografía, especies y variedades, micrografía, análisis, cultivo, al que dedica una gran extensión³⁹.

En 1891 es profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana impartiendo geología y mineralogía. Confecciona un compendio de mineralogía para sustituir el libro de texto de Felipe Poey (1799-1891) que resultaba algo atrasada.⁴⁰ Es un trabajo de compilación que tomó lo más interesante de los mejores autores, extractando en unos casos y traduciendo. De la página 237 la 251 se inserta una breve reseña de los principales yacimientos explotados en la Isla de Cuba.

En 1892 es admitido en la Real Academia de Ciencias de la Habana con un discurso sobre las minas de cobre de Cuba.⁴¹ La tesis de Seidel sobre el cobre en Cuba fue por muchos años el documento con mayor contenido de información sobre las minas de este metal en Cuba. El Dr. José Seidel y Aymerich falleció en la Habana en 1895.

Francisco Vidal y Careta (1860-1923)



Nacido en Cataluña en 1860, en 1880 se licenció en Medicina en la Universidad de Barcelona en 1880. En 1885 se trasladó a Madrid, donde se doctoró en esa especialidad y en la de Ciencias Naturales. Su tesis doctoral fue sobre las relaciones entre la música y la medicina. Desde niño había estudiado piano, donde cosechó algunos lauros.

Ganó por oposición la Cátedra de Paleontología Estratigráfica de la Universidad de La Habana el 13 de octubre de 1885. Hasta 1893 impartió geología y Paleontología, en que regresó a España.⁴² Durante su estancia comisionado por la universidad, y presentar una colección de rocas y fósiles de Cuba en la Exposición Histórico-americana, celebrada en 1892 en Madrid por el Cuarto Centenario de Descubrimiento de América.⁴³

Publicó en La Habana su discurso de recepción como catedrático sobre las relaciones evolutivas entre los insectos y las plantas, siguiendo el orden estratigráfico, y diversos artículos de geología y Paleontología.

Creyó encontrar un mineral nuevo: la guanabaquita, nombrada así por haberla hallado en Guanabacoa⁴⁴, pero fue rechazada por los estudios realizados en el Instituto Smithsonian.⁴⁵ Fue miembro corresponsal de La Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana. En España se pronuncia en la Unión Ibero Americana sobre el tema de la unión al continente americano⁴⁶ y publica en 1919 un folleto denominado Rocas de Cuba.⁴⁷

William Otis Crosby (1850–1925)



William O. Crosby, geólogo e ingeniero norteamericano nacido el 14 de enero de 1850 en Decatur, Ohio y falleció el 31 diciembre de 1925, Boston. Graduado del MIT en 1876. Profesor de geología en el MIT y miembro de la Academia Americana de Artes y ciencias desde 1881. Combinó la enseñanza con investigaciones científicas y actividades de ingeniería en áreas como la mineralogía, rocas ígneas, glaciología, geografía física, metamorfismo, geología económica, tectónica, arrecifes de coral, ingeniería geología y aguas subterráneas. Asesoró muchos proyectos de construcción en los Estados Unidos, México y España.

Los trabajos de William Crosby sobre la geología de Cuba, producto de su visita a la parte más oriental de la isla, tuvieron ciertamente mucha repercusión. Describe y estudia las secuencias arrecifales en las terrazas elevadas de Cuba oriental. Estas terrazas hasta veinte se elevan hasta casi 300 metros de altura y son el reflejo de movimientos verticales emergentes.⁴⁸ Crosby hace una descripción detallada de los sistemas montañosos del este de Cuba tanto desde el punto de vista orográfico como geológico.⁴⁹ Su mejor referencia eran las montañas de los Apalaches por esto considera que la orogenia cubana tenían una relación genética con los sistemas taconianos.⁵⁰ Un último trabajo de 1893 que no se ha podido localizar, en cooperación con el paleontólogo inglés J. W. Gregory, reporta el hallazgo de varias especies de Radiolarios en las calizas micénicas de Baracoa.⁵¹ En el artículo se presenta un interesante estudio paleontológico que muestra la presencia de 17 familias, 25 géneros y 33 especies.

Pio Galtés (1844-1911)



El padre escolapio Pío Galtés llegó a Cuba en 1873. Fue profesor en las escuelas de Guanabacoa y Camagüey, en varias estancias hasta su regreso definitivo a España en 1902.

Pío Galtés tiene unos brillantes estudios de la Sierra de Cubitas, provincia de Camagüey. Producto de sus excursiones publica una monografía en 1886.⁵² En 1887 realizó una expedición a El Chorrillo, allí colectó fósiles vegetales que estudió en detalle y publicó una memoria de 19 páginas, en la propia ciudad por la Imprenta El Fanal. Este fue el primer trabajo científico sobre paleofitología cubana. Su Memoria es notable por el procedimiento para clasificarlos, y porque se trata de especies idénticas a las que viven hoy, completamente fosilizadas.⁵³ Sus descubrimientos de especies tropicales fosilizadas en El Chorrillo le merecieron Medalla de Oro en la Exposición Universal de Barcelona de 1888.

Francisco Clerch de la Concepción (1828 - 1900)

De origen catalán, nacido en 1828. Llegó a Cuba en 1857, fue un padre escolapio, profesor de ciencias naturales, destacado pedagogo y hombre de ciencia. Fue notable en mineralogía y malacología, ramas en las que realizó un intenso trabajo durante su estancia en Cuba. Su actuación científica comenzó a plasmarse en 1859 en el Museo de Historia Natural y los Gabinetes de Física, Matemática y Química. Que llegaron a tener amplias colecciones mineralógicas, plantas y maderas útiles, especímenes animales, como mamíferos, peces, moluscos (conchas), insectos, esponjas. Igualmente se adquirieron instrumentos para la enseñanza de la física y la química, comprados en París.

Su personalidad se perfiló en esencia como naturalista, de ahí su interés por el montaje de estos gabinetes e incluso, se aspiraba a instalar en el colegio un Observatorio de Geodinámica, llegándose a pensar en invitar para ello al eminente escolapio italiano padre Sechi. Fue notable en mineralogía y malacología, ramas en las que realizó un intenso trabajo durante su estancia en Cuba. En 1882 asumió el Rectorado del Colegio de las Escuelas Pías de Camagüey.

Entre las obras publicadas se encuentran los análisis de aguas minerales de Isla de Pinos en 1964.⁵⁴ Francisco Clerch dio a conocer los raros cristales de cuarzo cuboide en la Loma La Jata, en Guanabacoa, que aparece en sus notas como Loma de los Cristales, lo que fue consignado por el doctor Miguel Antonio Herrera y Orúe en su tesis para el doctorado en Ciencias Naturales, el 29 de mayo de 1891 y en otros artículos científicos.⁵⁵

Santiago de la Huerta y Ponce de León (1870-1941)



Nació en la ciudad de Matanzas, el día 6 de abril de 1870 y se educó en la Habana, donde cursó en la Universidad la carrera de Ciencias Naturales graduándose de licenciado en 1890 y en 1891 doctor en Ciencias Naturales con la tesis titulada "Estudio comparativo de los *Colaptes* antillanos y norte americanos", leída el 19 de septiembre de 1891.⁵⁶ En el año de 1892 se graduó de doctor en Medicina.

Ejerció como profesor en el Instituto de Segunda Enseñanza de Santa Clara en 1893. Posteriormente, ingresa en la Facultad de ciencias de la Universidad de la Habana como profesor de Geología, Mineralogía y Paleontología, cargo que

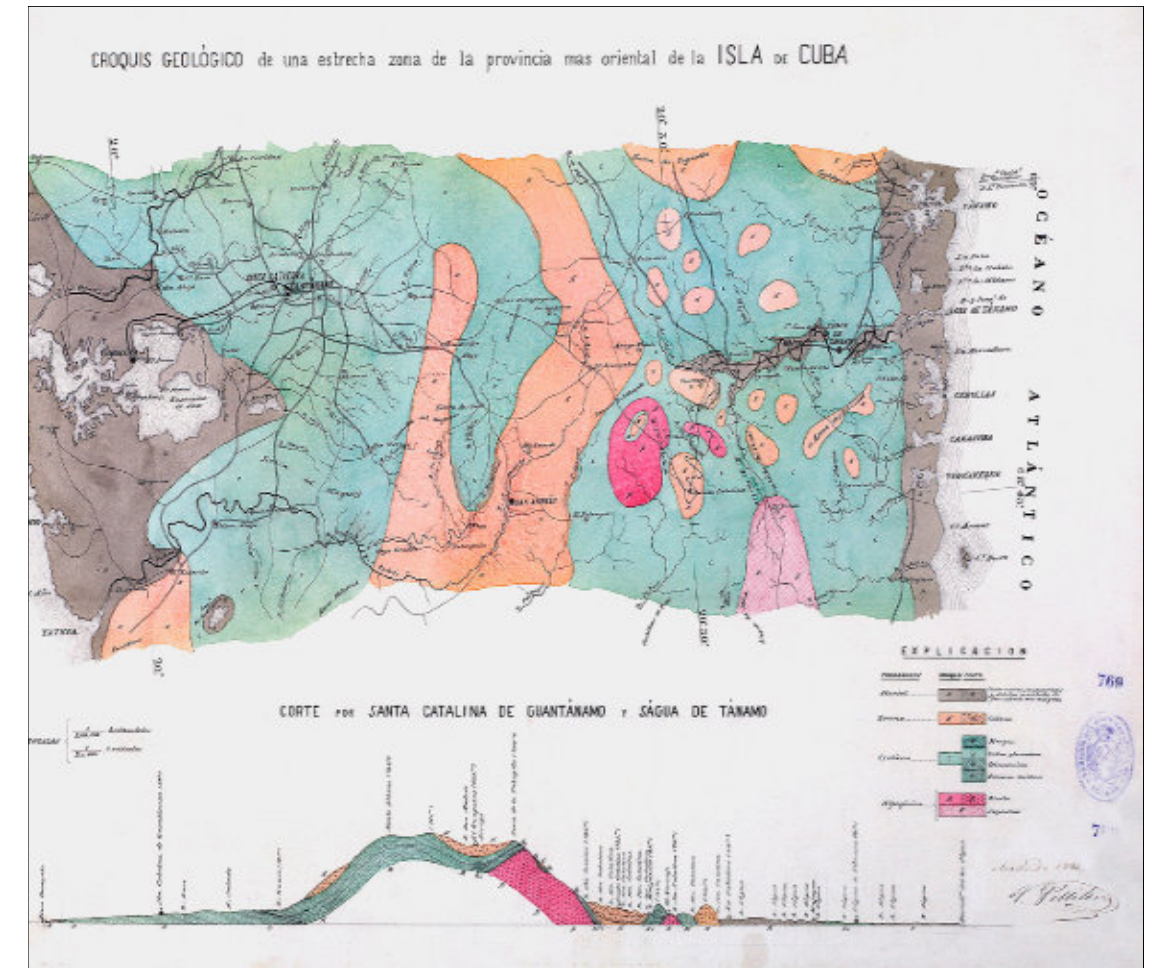
desempeñó hasta su muerte. Publicó libros de texto para las asignaturas universitarias⁵⁷ y los resultados de sus investigaciones⁵⁸. Falleció en la Habana a la edad de setenta y un años el día 19 de julio de 1941.

Valentín Pellitero

Valentín Pellitero viaja a América nombrado para la plaza de Auxiliar de minería en 1876 en Puerto Rico junto con el ingeniero Ángel Vasconi. Real Orden de 16 de mayo de 1876⁵⁹. Venía de ocupar una plaza en el distrito minero de Huelva. En 1880, Pellitero pasó a desempeñar sus servicios en la inspección de Cuba⁶⁰. En la inspección de Cuba va a trabajar como auxiliar entre 1880 y 1887.

En el volumen del Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España correspondiente a 1893 (publicado en 1895) aparece un artículo obra de Valentín Pellitero⁶¹. Consiste de un mapa geológico de una pequeña región de Cuba oriental. De éste quedó documentado un corte geológico norte-sur, entre Sagua de Tánamo y Santa Catalina de Guantánamo, provincias de Holguín y Guantánamo.

Pellitero se centró especialmente en los materiales que resultaban en buenos suelos para la agricultura. Así, reconoció las areniscas verdes glauconíticas del llano de Guantánamo, muy beneficiosas para el cultivo de la caña de azúcar, y donde se asentaban algunos ingenios azucareros; o las areniscas cloríticas de tipo arcilloso próximas a Sagua de Tánamo. Estas últimas se explotaban con éxito para cultivos de árboles frutales, plataneras, piñas, maíz, arroz y papas.



Croquis geológico de una estrecha zona de la provincia más oriental de la Isla de Cuba, a escalas 1:200.000 (horizontal) y 1:20.000 (vertical), por Valentín Pellitero.

José Ruiz León (1823 – 1888).



José Ruiz de Pedrosa y León, nació en Córdoba en 1823, hijo de otro apreciable ingeniero de minas: D. José Ruiz Ordoñez (1799-1869). En 23 de Julio de 1840, es admitido en la Escuela de Minas concluyendo en 1844 con el grado de ingeniero en minas. Desempeñó cargos oficiales en varios distritos mineros como Almadén, provincias del Sur, de Levante y Norte de España; en Guadalcanal, Almería, Castilla la Vieja y Asturias; en alguna de las regiones septentrionales de Europa y en Cuba.

Es designado para la inspección de Cuba en 1862. José Fernández de Castro (1833 1873) publica en el Diario de la Marina varios artículos donde da a conocer el buen resultado de un ensayo de fundición hecho por José Ruiz León del mineral cobrizo de las minas de Mantua. Es parte de la comisión de ingenieros de diferentes especialidades que va a supervisar las obras del canal de Vento.⁶²

En el año 1881 va a denunciar varias minas como las tituladas Lola sita en la hacienda Magdalena, termino Caney cafetal Ocana y Rosa en el barrio de Sevilla hacienda del mismo nombre constituidas particularmente, la primera por considerables masas a la vista de hierro oligisto y magnético de excelente calidad y pureza.⁶³

Nombre	Interesado	Término municipal	Provincia	Número de pertenencias	Superficie en ha.
Lola	D. José Ruiz de León	Santiago de Cuba	Santiago de Cuba	4	60
Lola 2o				4	60
San Jose				4	60
Rosa				2	30

En 1882, Ruiz León le va a vender los permisos al ingeniero norteamericano Frederick William Wood a nombre de la Pennsylvania Steel. Las minas de hierro de Santiago de Cuba fueron la más importante fuente de riqueza de la industria minera en la segunda mitad del siglo XIX. Desde 1884 a 1893, las estadísticas evidencian una producción creciente e ininterrumpida. José Ruiz León falleció en Madrid el 22 de junio de 1888, a los sesenta y cinco años

Miguel Antonio Herrera Orue (1855)

Presenta en 1891 en la Universidad de la Habana. Facultad de Ciencias-Sección de las Naturales una tesis para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Naturales denominada “Sobre los Cuarzos de Guanabacoa”.⁶⁴

En 1893 el profesor universitario Francisco Vidal Careta retomo el tema del cuarzo de Guanabacoa fundamentando la existencia de un nuevo mineral denominado “guanabaquita” ⁶⁵ Sin embargo, la existencia del mismo fue rechazado por el Instituto Smithsonian y por el profesor Lucas Fernández Navarro, catedrático de Cristalografía y Mineralogía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid.⁶⁶

Frederick F. Chisholm

Frederick Chisholm publica en 1885 un artículo describiendo los depósitos de hierro en las cercanías de Santiago de Cuba⁶⁷. El mismo fue traducido y publicado en español veintisiete años después.⁶⁸ Las menas de hierro fueron conocidas comercialmente como hematitas. Sin embargo, desde el punto de vista mineralógicos son hematitas casi puras con un contenido de hierro entre el sesenta y el setenta y dos por ciento. Pero lo más importante era que tenían contenidos de azufre y fosforo muy bajo lo que los hacia particularmente convenientes para el proceso Bessemer de producción de acero.

Robert Thomas Hill (1855 – 1941)



Robert T. Hill fue considerado durante su vida el "Padre de la Geología de Texas" pero también el "Padre de la Geología de las Antillas y del Istmo". Hill fue el geólogo de campo más destacado de su época y el primer estadounidense en desempeñar un papel destacado en los estudios de la geología caribeña. Hill compilo descripciones sistemáticas de la geología de Cuba, Jamaica y Puerto Rico.

Nació en Nashville, Tennessee, agosto 11, 1858. En 1878 es geólogo autodidacta. Matricula en la Universidad Cornell, Nueva York en 1882. Desde 1885, antes de la graduación comienza a destacarse por lo que el director del USGS le contrata a partir de 1885. En 1887 se gradúa de Cornell University. Major Powell lo envía a Austin, Texas, para organizar un servicio geológico del estado de Texas en el cual trabajo. En 1888 profesor asistente y catedrático de geología de la universidad de Texas en Austin. A partir de entonces se une a las investigaciones de los campos artesianos en Texas, New México, y los territorios indios.

Su investigación sobre las Antillas abarcó un breve período, desde mediados de la década de 1894 hasta aproximadamente 1900, y contó con el apoyo de Alexander Agassiz (1835 – 1910). Wallace (1876) había sugerido que las Indias Occidentales eran el remanente de una masa continental hundida y que la distribución de los organismos pudiera representar los remantes de poblaciones anteriores más que el resultado de una dispersión a lo largo de las islas.⁶⁹ Alexander Agassiz (1835 – 1910), director del Museum of Comparative Zoology at Harvard le encomienda a Hill hacer un levantamiento geológico de la isla de Cuba. Agassiz no estaba de acuerdo con las especulaciones de Wallace basándose en parte por sus propias observaciones en el Caribe. El objetivo fundamental del programa de investigaciones para Agassiz era probar o refutar la existencia de conexiones continentales y reportar los eventos relacionados con las variaciones del nivel del mar tales como arrecifes elevados y terrazas costeras, pero Hill investigo más allá.⁷⁰ Sus monografías sobre las Antillas y América Central se publicaron en el Boletín del Museo de Zoología comparativa⁷¹ Preparo varios artículos cortos, así como guías de viajeros a las islas⁷².

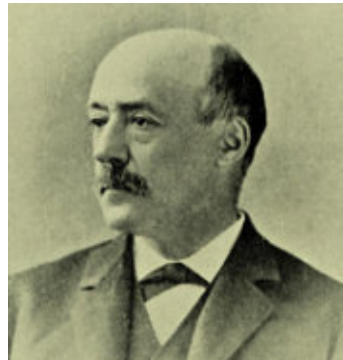
Da una visión significativa sobre las interioridades de la constitución geológica de la Cuba, formaciones e historia natural. Realizo un reconocimiento al Este de Villa Clara de cuyo punto se realiza un reconocimiento al norte y al sur de la isla para obtener cierto conocimiento de interior de Cuba. De regreso de Villa Clara a la Habana se hicieron paradas en varios puntos incluyendo Matanzas y los lugares vecinos. Se tuvo la oportunidad de estudiar los contactos basales de las calizas en relación al núcleo de la isla sobre el cual se depositaron. En matanzas se hizo un estudio cuidadoso del corte del rio Yumuri y las calizas que forman el Pan de Matanzas. Regresando a la Habana paso varios días estudiando la geología de la ciudad y sus ambientes y realizando una sección norte – sur a lo largo de la Isla desde La Habana hasta Batabanó. Con Baracoa como base se hizo un estudio del país al oeste de la montaña del Yunque hasta Maisi tomando un viaje del rio Yumuri del Este. Reconoció que no había evidencias de rocas pre-mesozoicas en las Antillas en contra de otros reportes previos que afirmaban lo contrario y no vio razones para ello. Hill presto particular atención a la topografía carica y las terrazas marinas de la costa norte ambos aspectos importantes de la región.

Publica un artículo en 1895 donde se discute la importancia de capas de tierras silíceas existentes en las cercanías de Baracoa para la comprensión de la geología de Cuba oriental. Las mismas subyacen a un estrato que contiene fósiles del Mioceno.⁷³ En el artículo presenta estudio paleontológico de su material mostrando la presencia de 17 familias, 25 géneros y 33 especies.

Agassiz estuvo de acuerdo con el plan de Hill de examinar el istmo de Panamá y a continuación de Jamaica. Hill interpreto que el puente de América central como una estructura antigua de edad Mesozoica.⁷⁴ En tiempos cuando las indias occidentales se consideraban una extensión menor de los sistemas montañosos de norte y Sudamérica, Hill demostró que la tendencia fundamental Este – Oeste e incluyo las Antillas con las tierras adyacentes de América Central y Sur. Esta unidad estructural está en concordancia con el entendimiento moderno del Caribe en el contexto de la tectónica de placas. Hill visitó Jamaica en 1896 y 1897, y realizó más de 1289 kilómetros de travesías geológicas. Su mapa geológico de base fue el de Sawkins, cuyo estudio Hill criticó por no determinar la sucesión

geológica correcta de la isla, deficiencia que él corrigió. Basándose en esta investigación, Hill determinó por primera vez la historia geológica de Jamaica, una interpretación que sigue siendo moderna en su concepto.⁷⁵ Murió el 28 de julio de 1941 en Dallas

Alexander Agassiz (1835 – 1910)



Alexander Agassiz fue el hijo único del naturalista Louis Agassiz. Nació en Neuchatel, Suiza el 17 de diciembre de 1835. Tuvo una refinada educación en Europa finalizando su preparación en la Universidad de Harvard. Con menos de treinta años ya acumulaba más de veinte publicaciones en varias revistas científicas de los Estados Unidos. Se graduó en Harvard de ingeniero civil y doctor en historia natural. Fue nombrado asistente de zoólogo en el Museo de Zoología Comparativa. Va a estar conectado con esta institución por el resto de su vida. A partir de 1863 se interesa en la minería del carbón hasta 1869 actividad en la cual va a tener un extraordinario éxito financiero como presidente de esta compañía. Pero el éxito financiero se cobró a costa de su salud cayendo enfermo gravemente en 1869

Su dedicación al trabajo científico le ayudo a recuperarse de la profunda crisis nerviosa. Las salidas a campanas exploratorias en el mar en compañía de su amigo Pourtalès fueron decisivas para mejorar su salud. Fue extensamente discutido la relación de los procesos de construcción de las barreras arrecifales sin relación con una subsidencia generalizada como reclamaban la teoría de Darwin. En tal sentido se documentaron los arrecifes coralinos recientemente elevados sobre el nivel del mar o desarrollados en las lagunas.

Relación con Cuba

Tanto al padre Louis, como al hijo Alexander le ataron a Cuba relaciones tanto con la naturaleza como con los naturalistas que trabajaban en la isla, especialmente a Felipe Poey (1799-1891). Alexander visita por primera vez la isla en 1870 en compañía del Conde Louis François de Pourtalès (1824 – 1880) un naturalista franco-norteamericano. Pourtalès, junto con Louis Agassiz, alcanzan las costas cubanas y realizan dragados cerca de Cuba⁷⁶ y en las aguas profundas adyacentes estudiando la fauna con especial énfasis en erizos, estrellas de mar y corales⁷⁷. Exploraron varias veces el Estrecho de la Florida de 1867 a 1870. El naturalista Pourtalès fue el primero en describir los pólipos cubanos.⁷⁸ El buque de investigaciones “Blake” recorrió el Mar de las Antillas y el Golfo de México de 1876 a 1881, con objeto de hacer exploraciones. El libro es un tratado sobre la maravillosa configuración del fondo del mar y su misteriosa vida, una obra muy legible e instructiva sobre la zoología y geología.⁷⁹ Las investigaciones continuaron en 1893 a bordo del Wild Duck dirigido al estudio de los arrecifes de coral en Bahamas y en Cuba.⁸⁰

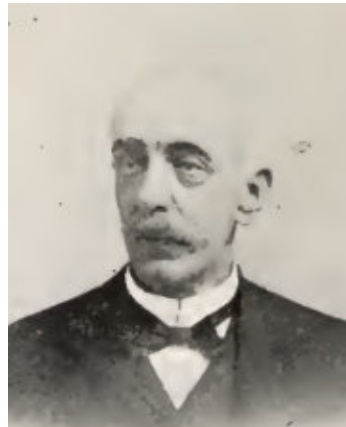
Con el apoyo de Alexander Agassiz (1835 – 1910), desde mediados de la década de 1894 hasta aproximadamente 1900, el geólogo R. T. Hill (1855 – 1941) investigó amplias zonas de Cuba con el objetivo de la búsqueda de evidencia de conexiones continentales hundidas y los cambios en el nivel del mar. Wallace (1876) había sugerido que las Indias Occidentales eran el remanente de una masa continental hundida y que la distribución de los organismos pudiera representar los remanentes de poblaciones anteriores más que el resultado de una dispersión a lo largo de las aguas.⁸¹ El objetivo fundamental del programa de investigaciones para Agassiz era probar o refutar la existencia de conexiones continentales y reportar los eventos relacionados con las variaciones del nivel del mar tales como arrecifes elevados y terrazas costeras.⁸² Los estudios sobre las Antillas y América Central auspiciados por Agassiz se publicaron en el Boletín del Museo de Zoología comparativa⁸³

Alexander Agassiz, falleció en el medio del océano a bordo del buque de investigaciones S. S. "Adriatic" en la mañana del 27 de marzo de 1910.

A. R. Wallace

Una teoría alternativa sobre la evolución geológicas de las Antillas se debe a R. Wallace⁸⁴ quien había sugerido que las Indias Occidentales eran el remanente de una masa continental hundida y que la distribución de los organismos pudiera representar los restos de poblaciones anteriores, más que el resultado de una dispersión a lo largo de las aguas. Su teoría tuvo un desarrollo posterior en trabajos de Spencer, J.W.⁸⁵; Matley, C.A.⁸⁶; Schuchert, C.⁸⁷ y Škvor, V.⁸⁸

Pedro Valdés Ragués (1848-1930)



Pedro Valdés Ragués nació en la ciudad de La Habana el 13 de mayo de 1848. Cursó estudios primarios y secundarios en el Colegio San Anacleto, graduándose de Bachiller en Artes en 1870. Estudio y se graduó de doctor en Medicina y en Farmacia en la Universidad de la Habana, en 1882. Fue catedrático en el Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana, miembro de la Sociedad Antropológica y vocal de la Junta Nacional de Pesca. Para aspirar al grado de doctor en ciencias naturales por la Universidad de La Habana en 1889, presentó la tesis reglamentaria denominada "La formación geológica de la isla de Cuba."⁸⁹ En 1896 es electo miembro de la Academia de ciencias de la Habana. Fue miembro de la Corporación durante varios años, donde ocupó la secretaría.

La primera de las conclusiones de Valdés Ragués era que no se podía asegurar la existencia de la Atlántida, es decir, de un continente en medio del océano

Atlántico. Valdés y Ragués pensaba que la unión en algún momento del pasado entre los continentes asiático y americano por el estrecho de Bering había sido más probable que la de América con África y Europa. Esto se enlazaba con su segunda conclusión, que era que Cuba había formado parte durante el mioceno superior del continente americano. Se apoyaba para realizar esta afirmación en los datos paleontológicos, herpetológicos y malacológicos suministrados por Manuel Fernández de Castro (1825-1895) y Felipe Poey (1799-1891). Según Valdés y Ragués, la isla, sumergida con parte del continente americana bajo el océano, había emergido unida al territorio continental. En la época terciaria se había fragmentado dicha unión a causa de terremotos, volcanes y de la acción de las aguas, fraccionándose en pequeñas islas, tal como decía Humboldt, que al aglutinarse constituyeron el archipiélago antillano. Falleció a la edad de ochenta y dos años en la ciudad de La Habana el día 23 de enero de 1930.

Ramon Adán de la Yarza (1848 – 1917).

En últimos años del periodo colonial aparecen los resultados de Ramon Adán de la Yarza y de la Torre Lagerica. Nacido en Bilbao en 1848, es considerado uno de los más importantes precursores de la geología en el país vasco. Se especializó en petrografía con importantes estudios sobre las rocas ígneas. En 1866 ingresó escuela de ingenieros de minas de Madrid de la cual se gradúa en 1871. En 1896 fue nombrado jefe de ingenieros de la inspección de minas en Vizcaya.

En el volumen del Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España correspondiente a 1893 (publicado en 1895) apareció un estudio de la colección de rocas "hipogénicas" cubanas que habían reunido Manuel Fernández de Castro (1825-1895) y Pedro Salterain (1834 - 1893) durante sus recorridos por la isla⁹⁰. Es muy probable que esta colección, o parte de ella, se expusiera en 1892 en Madrid, entre las 600 rocas de Cuba que se mostraron en la Exposición Histórico-Americana (Catálogo, 1893), celebrada en el Palacio de Bibliotecas y Museos Nacionales con motivo de la conmemoración del cuarto centenario de la llegada de Cristóbal Colón al continente americano. En ese mismo año, publicó, también

en el mismo Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, un croquis geológico de Cuba.⁹¹

Ya en el siglo XX parecen publicados dos trabajos sobre los yacimientos de hierro en la parte oriental de Cuba.⁹²

Frederick William Wood (1857-¿?)



Nadie hizo más por el desarrollo de la minería del hierro en la parte más oriental de Cuba que el minero e ingeniero metalúrgico Frederick William Wood nacido en Lowell, Massachussets, en 1857. La Pennsylvania Steel estaba bajo la presión de encontrar nuevas fuentes de hierro porque sus minas se habían agotado parcialmente. Conoció que en Cuba había mineral de hierro y envió a Wood a investigar, en abril de 1882.

Wood se había graduado del Instituto de Tecnología de Massachusetts en la especialidad de ingeniería de minas y metalurgia. Se había incorporado a la compañía de acero en 1877. La primera parada de Wood fue en la propiedad del inspector de minas, ya retirado para aquellos momentos, José Ruiz de León. Ruiz León. Este le mostro varias muestras de menas que habían sido extraídas de un afloramiento.⁹³ Desanduvo las cercanías de la costa al Este de Santiago de Cuba hasta descubrir hematita de alta calidad. Ya que los derechos de superficie de la tierra estaban libres de cargo y bastaba con un simple trámite en la oficina de la tierra en Santiago. El 17 de abril de 1883, la Corona de España concedió a la Pennsylvania Steel el derecho a exportar las menas cubanas libre de obligaciones y "otros impuestos" por un periodo de 20 años.

Seis meses más tarde, Wood regresa a la isla, llevando un equipo de ingenieros al sitio nombrado Juraguá. Se planeó hacer un ferrocarril para conectar el depósito con un muelle de envío que sería construido en La Cruz, a 17 millas de distancia. El 17 de julio de 1884, se terminó el Ferrocarril de Juraguá, y comenzaron los embarques de la mena de La Cruz a Filadelfia. La producción total durante 1884 fue de 23,977 toneladas. En el próximo año, la producción saltó a 80,095 toneladas, y en 1888 a 204,475 toneladas.⁹⁴

En junio de 1891, Frederick Wood fue nombrado presidente de la Maryland Steel Co. El primer acero Bessemer se produce el 1 de agosto de 1891. Luego de la explotación acelerada de los yacimientos al este de Santiago de Cuba la Maryland Steel fijo sus ojos en los yacimientos de Mayarí que van a ser desarrollados a principios del siglo XX.⁹⁵

Enrique Cantalapiedra y Crespo.

En 1883 el ministro de Ultramar, Gaspar Núñez de Arce, propuso la vigencia de la Ley de Minas dictada para la Península el 6 de julio de 1859 y las bases generales para una nueva legislación de minas. Esto fue aprobado por Real Decreto de 29 de diciembre de 1868. Ambas disposiciones tendrían carácter de interinidad hasta la aprobación de una Ley de Minas especial para las provincias de Ultramar que, sin embargo, nunca llegó a emitirse.

Tanto Pedro Salterain (1834 - 1893) como su sucesor Enrique Cantalapiedra⁹⁶ reclamaron por esta ley. Este último denunció en su Estadística Minera de 1894⁹⁷ las contradicciones, el excesivo carácter teórico, lo ficticio y alejado de la realidad de las disposiciones vigentes en Cuba, siendo origen estas circunstancias de innumerables pleitos, "carcoma de esta industria", y puerta abierta a todo tipo de abusos, especulación y codicia.⁹⁸

Un segundo aspecto, y quizá el más importante, porque permitirá valorar en su justa medida el potencial minero de la isla, es el interés permanente del gobierno central por conocer el estado de las explotaciones con vistas a su fomento directo. Esta innegable preocupación está en la base de los nutridos y detallados informes que la Inspección de Minas de Cuba remitió periódicamente al Ministerio de

Ultramar, bien que nunca con la exhaustividad que hubiera sido deseable, dada la negligencia de los gobernadores provinciales en la remisión de los estados trimestrales de la producción local, obligación incumplida sistemáticamente.

Estos hechos implican que el número de minas denunciadas y concedidas, en ascenso durante todo el período, no sea indicativo de las que se encontraban en explotación, pues sólo una parte mínima de ellas se laboreaba. La propia Juraguá Iron Company, la empresa más activa e importante de los años 80 y 90 (con más de 1.000 empleados en las labores de mina), era propietaria de 17 concesiones en Santiago de Cuba, de las que sólo trabajaba 7 en 1888 y 1889. Escandalizado reclama en 1894 el ingeniero Cantalapiedra una solución a estos abusos: "...en nuestro país se da, por excepción, el singular y raro caso, desde la última llamada Ley de Minas, (...) de que el Estado da una cosa cuya existencia no le consta, haciendo, como suele decirse, la vista gorda..."⁹⁹

J. P. Kimbal

Coincidiendo con el comienzo de la explotación de las primeras minas de mineral de hierro al este de Santiago de Cuba, la Juragua Iron Co. (Lim.), invito al geólogo J. P. Kimbal a estudiar los extraordinarios depósitos de hematita.¹⁰⁰

Las minas descubiertas se encuentran en el escarpe de la sierra de la Gran Piedra con la presencia de una secuencia eruptiva. En general la presencia mineral está asociada significativamente a los distintos cuerpos que componen el volcanismo con varios tipos de rocas eruptivas.

El estudio de Kimbal incluye un estudio minucioso de los cuerpos de arrecifes de coral en tres terrazas. Una primera inmediatamente cerca de la costa, la segunda a una altura de cerca de 175 pies y la última que se levanta a unos 350 pies por encima del nivel del mar. Las terrazas son evidencia de la sucesiva elevación de la sierra Maestra

La publicación es posiblemente el primer estudio profundo sobre las hematitas comenzando por las que inauguraron la producción en la loma de Juragua a medio camino entre Santiago y Guantánamo enmarcada por los ríos Carpintero y Daiquiri. En la ausencia de los remanentes de la diorita en el lugar es significativa

la presencia de menas especulares encajada por dioritas y productos de la meteorización. La tesis de Kimbal es que el contacto de las sienitas es en realidad el límite inferior de un manto de dioritas.

Las menas de hierro, considera que están emparentadas con corales lo que se prueba por la preservación en casi todas las cajas de fósiles de corales. El lodo calcáreo es reemplazado por el óxido de hierro. Las cajas mayores corresponden a masas de corales y exhiben una estructura concéntrica característica de la segregación por foliación del depósito externo. Mientras que las menores, frecuentemente presentan las peculiares superficies características de las rocas de coral. Agregados granatíferos con proporciones de hematita son los productos más comunes del metasomatismo en las elevaciones de dioritas. Los análisis de las muestras comerciales muestran los resultados siguientes: humedad 0.21 – 0,81 %; silicatos insolubles 5 a 10 %; fósforo 0,009 a 0,065%; azufre 0,045 a 0,248 y hierro 61 – 68 %.

Familia Kindelan

Varios miembros de la familia Kindelan tuvieron relación con la industria minera principalmente en Cuba Oriental. Todos fueron descendientes de Sebastian Kindelan y O'Regan (1763-1826), militar irlandés que siendo teniente coronel del regimiento de Méjico, fué enviado á la Habana a finales del siglo XVIII. Ascendido a Brigadier, en la época de Someruelos en julio de 1798. De 1799 a 1810 fué Gobernador de Santiago de Cuba. En esta posición resuelve el litigio entre los herederos de Eguíluz y de Salazar, antiguos tenedores de las minas de El Cobre y los naturales de Santiago del Prado. El proceso de gran importancia histórica resultó en la declaración de libres de servidumbre a todos los esclavos y sus descendientes. Esta resolución abrió el camino para el establecimiento de nuevas empresas años después. En 1822 gobernó la isla por un año hasta que le D. Francisco D. Vives. Murió en Cuba siendo Mariscal de Campo en 1826

Juan Aguilera Kindelan (1850 – 1913) y Eugenio Aguilera Kindelan, Vicente Kindelán y de la Torre, ingeniero en minas y adjunto a la misma como 2.º jefe del

Negociado y Alfredo Kindelan ingeniero en minas fueron todos biznietos del Mariscal.

Juan Aguilera Kindelan (1850 – 1913) y Eugenio Aguilera Kindelan (1860 – 1920?)

Ambos eran hijos del rico hacendado y patriota bayamés Francisco Vicente Aguilera y Tamayo (1821-1877), presidente de la Republica en Armas y de una nieta del mariscal y gobernador de la isla Sebastián Kindelan O'Regan (1763-1826).

Juan Aguilera se graduó de inspector de minas en 1886 en la Escuela de Minas de Madrid. En 1893 fue destinado a la demarcación de Santiago de Cuba como jefe de la región oriental. Juan se mantuvo en la posición durante la ocupación norteamericana y en la republica ocupando la plaza de Ingeniero Jefe de segunda clase del Cuerpo de Minas con categoría de Jefe de Administración. No se tiene información acerca de la formación profesional de Eugenio, que al igual que su hermano se dedicó a la minería.

El presidente de American Spanish Iron en su división de Oriente norte, el señor Charles F. Rand, mantenía relaciones de trabajo con los hermanos Aguilera Kindelán. Todos estaban asociados en la explotación de minas de manganeso. Eugenio Aguilera Kindelán acompañó al señor Charles Rand en visitas a los yacimientos lateríticos de Mayarí y Moa en los años 1902 y 1903, pero siempre consideraban como mineral de hierro sólo una parte de las lateritas. En 1904 la compañía American Spanish Iron, subsidiaria de Pensilvania Steel Co. inició las exploraciones en Pinares de Mayarí mientras solicitaba del gobierno cubano grandes concesiones de tierra donde estaban enclavados los cotos mineros.

En 1909 se conocía de personas interesadas en adquirir en calidad de arrendamiento el territorio de la finca rústica llamada Gran Tierra de Moa, el alcalde de Baracoa acordó sacar a subasta los referidos terrenos en una extensión de 10 mil hectáreas, con un precio de arrendamiento de entre 25 y 30 pesos por caballería. El 4 de septiembre de 1909 culminó esta subasta y los terrenos fueron adquiridos en calidad de arrendamiento por 25 años por el señor Eugenio Aguilera

Kindelán, socio de Mister Rand, el presidente de la American Spanish Iron Co. Así los yacimientos minerales de Moa pasaron a manos de esa compañía estadounidense.

Entre las publicaciones de Eugenio Aguilera se encuentran las siguientes:

Aguilera Eugenio 1917.-Informe sobre el estado de la minería en el distrito de Oriente durante el segundo semestre de 1916.-Bol. de Minas, Habana, 3, pp. 16-19.

Aguilera E. y Manduley J. R., 1918.-Resena Histórica de la Minería en Oriente. Boletín de Minas, Habana, 4, pp. 39-61; y 5, pp. 26-40.

Aguilera, Eugenio, 1925.-Resena sobre la industria minera en la provincia de Oriente durante e) afio 1923 a 1924.-DIRECCION de montes y minas, Cuba. Bol. Minas, num. 8, pp. 68-70.

Vicente Kindelan de la Torre (1866-1938)

El ingeniero de minas Vicente Kindelán y de la Torre, nació en Santiago de Cuba el 27 de octubre de 1866. Hijo de Alfredo Kindelán, abogado de la Real Audiencia Territorial y procurador general de Santiago de Cuba, y de Mariana de la Torre. Se graduo en la Escuela Superior de minas de Madrid en 1888.¹⁰¹ En 1890 viaja a Cuba para ocupar la plaza de segundo jefe del Negociado minas con sede en Santiago de Cuba, con un sueldo anual de 2 000 pesos) El nombramiento de estos inspectores era una medida largamente reclamada. Pasó a la Península como ingeniero de 2.ª clase, ascendiendo a ingeniero de 1.ª clase en 1892.

El 21 de febrero de 1896 entró a formar parte de cuerpo de ingenieros de minas. El 5 de enero de 1915 ascendió a ingeniero jefe de 2.ª clase, llegando el 20 de enero de 1929 a ascender a inspector general del Cuerpo de Minas. En 1934 presidente del Consejo de la Minería, Ingeniero Jefe de Minas, vocal y más tarde director interino del Instituto Geológico y Minero de España.¹⁰² Realizó numerosos informes internos sobre muy diversas cuestiones; uno de ellos, modélico, fue sobre los alarmantes hundimientos del terreno en la provincia de Cuenca, en marzo de 1927.

De su autoría es un dictamen sobre los yacimientos de hierro en Mayarí¹⁰³; el cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa¹⁰⁴; los criaderos de plata de Hiendelaencina¹⁰⁵; la explotación de minerales de hierro en el término de Setiles por la Compañía Minera de Sierra Menera¹⁰⁶; los criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel¹⁰⁷; el sondeo de Alcalá de Henares¹⁰⁸; el estudio geofísico de parte de la cuenca alta del Tajo¹⁰⁹, entre otras. Había contraído matrimonio con Dolores de la Torre Griñán. Falleció en San Sebastián (Guipúzcoa), el 30 de diciembre de 1938.

Prensa de 21-septiembre-1934: Ha nacido en Santa Cruz de Tenerife María Teresa Kindelán Gómez de Bonilla, hija de don Juan Kindelán, Ingeniero de Minas.

Alfredo Kindelan de la Torre (1868 -)

Hijo de Alfredo Kindelán, abogado de la Real Audiencia Territorial y procurador general de Santiago de Cuba, y de Mariana de la Torre. Nació el 29 de agosto de 1868. Siguió los pasos de su hermano Vicente y estudió en la Escuela Superior de minas de Madrid graduándose en 1892. El 15 de octubre de 1892 en Madrid solicita la plaza de Auxiliar de Minas para la parte oriental de Cuba la cual se halla vacante luego que su hermano se trasladara a España. Según cuenta en los archivos presento el 29 de octubre de 1892 el certificado de ingeniero en minas.¹¹⁰

Es nombrado el 8 de noviembre de 1892 para esta posición y se embarca en Cádiz el 1 de diciembre de 1892. El 12 de agosto de 1893 por reformada la plantilla del personal de Minas de la isla de Cuba se nombró jefe del negociado de tercera clase. El 21 de abril de 1896 solicita cuatro meses de licencia en la península por encontrarse enfermo. En 1898 se traslada a la península y entró en el cuerpo de ingenieros. El 18 de enero de 1900 comienza a trabajar en la Comisión Ejecutiva del mapa geológico de España donde va a ejecutar varios proyectos.¹¹¹ En enero de 1914 este en el escalafón de ingenieros en el Distrito de Guadalajara.¹¹²

Algunas conclusiones

El siglo XIX cubano fue un periodo de incremento lento pero constante del conocimiento geológico del país. Sin embargo, los investigadores apenas trascendieron al modelo de constitución geológica enunciado por Humboldt en el primer tercio de siglo. De hecho, el modelo de Humboldt fue utilizado por algunos geólogos y estudiosos hasta bien entrado el siglo XX

Algunos aspectos de la geología fueron objeto de discusión durante todo el siglo. Temas como la unión del Cuba a las masas continentales vecinas o lejanas fueron repetidamente tocadas por los geólogos y naturalistas para explicar la fauna y la flora cubana, así como su población autóctona.

Los emprendimientos mineros para la extracción del cobre y del oro, más tarde la del asfalto y, finalmente, la del hierro y el manganeso fueron un acicate para la sistematización del conocimiento de la geología. En este marco comienzan a aparecer los primeros esquemas y mapas geológicos generales de toda la isla y de áreas específicas. Estos sirvieron de apoyo a las campanas de exploración y de estudio de manifestaciones de minerales específicos.

A la par de los geólogos y naturalistas españoles, científicos de los Estados Unidos, de Europa y finalmente los científicos nacidos en la isla tuvieron importantes aportes al conocimiento de la geología y los minerales de la isla. Esto fue especialmente evidente en las últimas décadas del siglo.

¹ Moyano Bazzani, Eduardo L.: La nueva frontera del azúcar: El ferrocarril y la economía cubana del siglo XIX. Madrid, 1991, pág. 366.

² Le Riverend, Julio: Historia Económica de Cuba. La Habana, 1974,

³ Moyano Bazzani, Eduardo L. y Serena Fernández Alonso La minería cubana en las últimas décadas del siglo XIX. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) <http://estudiosamericanos.revistas.csic.es>

⁴ Real Decreto del 4 de Julio de 1825 de Instrucción provisional aprobada por S. M. en 18 de diciembre del mismo año, para el gobierno de la minería. Santiago de Cuba. Imp. de M. A. Martínez. En 8º M, 58 ps. 1844.

⁵ Real Decreto del 4 de Julio de 1825 de Instrucción provisional aprobada por S. M. en 18 de diciembre del mismo año, para el gobierno de la minería. Santiago de Cuba. Imp. de M. A. Martínez. En 8º M, 58 ps. 1844. Segunda Edición. Habana. En 8º M, 69 ps. 1846.

⁶ Real Decreto sobre el régimen de la minería en la Isla de Cuba. Habana. Imprenta del Gobierno. 1863. En 8º M, 38 ps. Otra edición. Madrid. 1863. En 4º M, 25 ps.

⁷ Reglamento para la ejecución del Real Decreto de 12 de octubre de 1863. que establece el régimen de la minería en la Isla de Cuba. Habana. Imp. del Gobierno y C. General. 1864. En 8º M, 68 ps.

⁸ Rábano, I., 2024. Pedro Salterain y Legarra (1834-1893): minería y geología en la Cuba colonial. Revista de la Sociedad Geológica de España, 37(2): 14-30.

⁹ Fernández de Castro, M., Valdés, N., Ruiz de León, J., Aenlle, J.F., Salterain, P., 1864. Informe que presentan al Excmo. Sr. Gobernador Capitán general de la Isla de Cuba, la comisión nombrada para inspeccionar las obras del Canal de Isabel II, proyectado por D. Francisco de Albear, con objeto de conducir a La Habana las aguas de los manantiales de Vento. Imprenta de la Viuda de D. Antonio Yenes, Madrid, 64 p.; Revista Minera, 15 (1864): 3-18, 33-45, 77-84, 107-117, 136-142, 170-178.

¹⁰ Salterain, P., 1865. Análisis de tres calizas de un potrero del Sr. D. Juan Poey al Sur de Alacranes. Diario de La Marina, La Habana, 15/04/1865.

¹¹ Salterain, P., 1869. Breve memoria sobre el ramo de minas en la isla de Cuba. La Habana, 2 de agosto de 1869. [Manuscrito, 52 p.]. En: Reorganización de la Dirección General de Minas de la isla de Cuba. Archivo Histórico Nacional, Ultramar, 227, Exp. 11, n.º 30

¹² Salterain, P., 1873. [Informe sobre el aumento de personal facultativo]. En: Extracto del expediente general de Minas. Cuaderno segundo. [Manuscrito]. Archivo Histórico Nacional, Ultramar, 268, Exp. 6: 227-234.

¹³ Salterain, P., 1883a. Breve reseña de la minería de la isla de Cuba. Librería e Imprenta La Publicidad, La Habana, 24 p.

¹⁴ Viñes, B., Salterain, P., 1880. Excursión a Vuelta Debajo de Viñes y Salterain en ocasión de los fuertes temblores de tierra ocurridos en la noche del 22 al 23 de enero de 1880. Ediciones La Voz de Cuba, La Habana, 68 p.; Salterain, P., 1883b. Ligera reseña de los temblores de tierra ocurridos en la isla de Cuba. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 10: 371-385. [Reproducido en Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, 21(1884): 203-218].

¹⁵ Salterain, P., 1880. Apuntes para una descripción físicogeológica de las jurisdicciones de La Habana y Guanabacoa (Isla de Cuba). Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 7: 161-225.

¹⁶ Cortázar, D., 1880. Descripción de un nuevo equinodermo de la Isla de Cuba, Encope Cia n. sp. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 7: 227-232.

¹⁷ Fernández de Castro, M y Salterain Pedro. 1883. Mapa geológico de la isla de Cuba, trazado sobre la gran Carta geográfica enciclopédica de la misma, publicada en 1881 con arreglo al croquis geológico que para el Congreso Internacional de Americanistas dieron los ingenieros de minas D. Manuel Fernández de Castro y D. Pedro Salterain en 1881.

¹⁸ Salterain, P. Estudio de la Cueva del Purial.; Montané Dardé, L. 1910 “El hombre fósil en Cuba”. Congreso Científico Internacional de Buenos Aires.; Montané Dardé, L. 1916. “El hombre fósil cubano”. Segundo Congreso Científico Panamericano, Washington, E.U. de América, diciembre 27, 1915 - enero 8, 1916

¹⁹ Chateau Th. Chapapote de l'île de Cuba Annales du génie civil París, 1862. Eugene Lacroix, editeur. En 4. ° año 2 parte 2. pág. 65

²⁰ Chateau T., 1863, “Memoire sur la position géologique, la composition et les applications des divers bitumes de Cuba” Annales du génie civil. Eugene Lacroix, editeur. año III, 2.1 parte, pág. 405.

²¹ Presas M. 1865. La Historia Natural en Cuba. En Repertorio Físico Natural, director Felipe Poey. Imprenta del Gobierno y Capitanía general por abril 1865 — septiembre 1866. Pag 3 – 57 Habana 1865. (56 ps.); “Anales de la Academia.” 1863; Repertorio físico-natural de la Isla de Cuba; período científico bajo la dirección de Felipe Poey) 1 252, 456, 1865; 2:100, 1865.

²² Poey F. 1974 Manuel J. Presas. "Genio Científico". 1874.

²³ Presas M. 1868, Maderas de las Islas de Cuba y Sto. Domingo. ("Rep. Fis. Nat." 1868).

²⁴ Aenlle. Joaquín F. Empleo del ácido sulfuroso y del bisulfito de cal en la elaboración del azúcar. “Anales de la Junta de Fomento”. 1859.; Química Industrial. Algunas ideas acerca del empleo del ácido sulfuroso y del bisulfito de cal en la elaboración del azúcar. . . Habana. 1857. Imp. de la Vda. de Barcina y O. En 8o M, 68 ps.

²⁵ de Aenlle. Joaquín F. (t 1869.) Informe químico sobre las aguas de San Diego. 1861. En 8o M, 10 ps.

²⁶ Aenlle Mongeotti, J. F. 1866, Apuntes para el estudio de las aguas minero-medicinales de Cuba y relación de todos los análisis que se han practicado hasta la fecha" Imprenta de Villa, Ángeles 20. Habana. 1866

²⁷ Corral, J., 1921. Cuba Abounds Evidences of Oil Existing in the Subsoil known Prior to Arrival of the Spaniards. The Ohio Gas and Oil Men's Journal. pp. 103-4

²⁸ Cortázar, D., 1880. Descripción de un nuevo equinodermo de la Isla de Cuba, Encope Cia n. sp. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 7: 227-232.

²⁹ Rodríguez Ferrer, M. 1876. Nat. y civilización de la I. de la C. Estudios arqueológicos. Cap. 3

³⁰ Rodríguez Ferrer, M. 1851 “El Tabaco Habano” Madrid. Imp. Colegio de Sordos Mudos. 1851. En 12º, 208 ps.

³¹ Rodríguez Ferrer, M. 1869, "Estudios coloniales, cosmogónicos, arqueológicos, físicos y geológicos de la Isla de Cuba" "Rev. de España". Junio 15 de 1869).

³² Rodríguez Ferrer, M., 1871. Estudios cosmogónicos Revista de España. 10 de abril de 1871, núm. 74; Rodríguez Ferrer. M. Estudios físicos, geográficos y geológicos de la Isla de Cuba. Revista de España. Tomos 19-26 al 30-36 y 37. 1871

³³ Rodríguez Ferrer, M. 1876-1887, Naturaleza y Civilización de la Grandiosa Isla de Cuba, Estudios variados y científicos, al alcance de todos, y otros históricos, estadísticos y políticos. Primera parte. Naturaleza. Segunda parte. Civilización. Madrid. Impr. de J. Noguera (t. I) y Tipografía de M. G. Hernández (t.2) 1876 1887. Dos volúmenes en 4o M con 940 y 791 ps.

³⁴ Rodríguez Ferrer, M, 1871. Estudios cosmogónicos Revista de España. Revista de España. 10 de abril de 1871, núm. 74;

³⁵ Rodríguez Ferrer, M. “La isla de Cuba estuvo unida un día al continente americano" Congreso Internacional de Americanistas de Madrid en 1881 Actas 1, pp. 95-113.

³⁶ B. Rodriguez. L'asphalte de Banés (ile de Cuba). Revue univ. d. mines . Liege-Paris. (2). 4. 1878. p. 756-759.

³⁷ Stokes, Henry N. On a petroleum from Cuba. "Bulletin of the U. S. Geological Survey. Washington. 1891.

³⁸ La Torre, Carlos Observaciones geológicas y paleontológicas en la región central de la isla. Anales de La Real Academia. de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales. TOMO XXIX. AGOSTO 15 Pag 121 – 125. Imp. de A. Álvarez y Comp., Riela número 40. 1892.

³⁹ José Seidel y Aymerich. Monografía del género "Zea" presentada por D. Jos Seidel. . . Habana. Tipografía Los Niños Huérfanos. 1890. En 4º M, 57 ps-

⁴⁰ Seidel J., 1892. “Compendio de Mineralogía General. Contiene una breve reseña de los principales yacimientos explotados en Cuba”. Imprenta Los Niños Huérfanos. 1892. En 4, XIV- 363 ps.

⁴¹ José Seidel. Discurso de recepción en la Academia de Ciencias. Sobre las minas de cobre de la Isla de Cuba. Habana. Imprenta de A. Álvarez. 1893. En 4º, 39 ps.; José Seidel y Marcos Melero, Discursos leídos por don José Seidel y don Marcos Melero en la solemne recepción del primero como socio de número en la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, La Habana, 1893.

⁴² Francisco Vidal y Careta. Cuadro sinóptico de Paleontología estratigráfica. (Habana. 1890?); Clasificación de las rocas, por el Dr. D. Francisco Vidal y Careta. La Habana, impr. y papelería La Universal. Hoja en folio mayor 1 h. pleg., 60 cm x 63 cm, 1890.

⁴³ Fernández de Castro. M. 1892. Catálogo objetos que presenta la nación española en la Exposición Histórico-americana de Madrid Sección Geológico-Minera. Madrid Est. Tipográfico «Sucesores De Rivadeneyra» Impresores De La Real Casa Paseo de San Vicente, número 20 1892

⁴⁴ Vidal y Careta, Francisco, La diorita de Guanabacoa. Anales de la Academia de Ciencias de la Habana, 28, pág. 409-412. 1891.

⁴⁵ Vidal Careta F. 1893 La Guanabaquita. Imprenta La Universal 1893 en 4º M. 8 ps.

⁴⁶ Vidal y Careta. Francisco (1910) La Isla de Cuba estuvo unida al Continente Americano ¿A qué parte estuvo unida, la Florida o Yucatán? Conferencia pronunciada en la Unión Ibero Americana de Madrid. 1910.

⁴⁷ Vidal y Careta, Francisco. 1919. Rocas de la isla de Cuba. La Ciudad lineal, Madrid 10 de marzo de 1919.

⁴⁸ Crosby, W.O., 1884 On the elevated coral reefs of Cuba. Boston Soc. Nat. Hist., Proc. Vol. XXII:124-130.; Abstract Am. Nat. Vol 18. Pp. 181-182 1884; W. O. (1883). Elevated coral reefs of Cuba. Annals and Magazine of Natural History, 12(70), 283–284

⁴⁹ Crosby, W.O., 1884. On the mountains of eastern Cuba. Appalachia, 3: 129-142; Abstract "American Naturalist." Vol 17, p 692,1883

⁵⁰ Crosby, W.O., 1883. Probable occurrence of the Taconian system in Cuba. Science, 2, pág. 240

⁵¹ Crosby, W. O and Gregory J. W. Paleontology and Physical Geology of the West Indies. Quarterly Journal of the Geological Society of London, August, 1893, pp. 293-95,

⁵² Galtes, P. 1886 Breve memoria de los trabajos y estudios hechos en una expedición Cubitas. Puerto Príncipe. Imprenta El Fanal. (1886). En 8o M, 29 ps.; Galtes, P. 1886 Breve memoria de los trabajos y estudios hechos en una expedición Cubitas. Puerto Príncipe. "La Enciclopedia". (1886)

- ⁵³ Galtes, P. 1887. Memoria sobre unos fósiles vegetales encontrados en Chorrillos (Puerto Príncipe) Puerto Príncipe. Imprenta El Fanal. 1887. En 4º, 20 ps.
- ⁵⁴ Clerch Francisco. Análisis de las aguas de Isla de Pinos. 1864.
- ⁵⁵ Herrera y Orúe. M. A. 1891 Tesis para aspirar al grado de Doctor en Ciencias por Miguel Herrera y Orúe. Habana. Imprenta del Avisador Comercial. 1 891. En 49 M, 30ps, y 5 láminas.; Vidal y Careta, F. La Guanabaquita. Habana Imprenta La Universal. 1893. En 4º M, 8 ps.; Fernández Navarro. L. Sobre la Guanabaquita. Madrid. 1893.
- ⁵⁶ Huerta Ponce de León, S. Estudio comparativo de los Colaptes antillanos y norte-americanos. (Contribución la teoría de Wagner). Habana. Imprenta El Fígaro. 1896. En 8o M, 33 ps.
- ⁵⁷ Huerta Ponce de León, S. Programa de Zoología general. Habana. 1897; Huerta Ponce de León, S. Nociones de Historia Natural. 1902.; Huerta Ponce de León, S. Sismognosia, Sismoscopia, Sismográfica. (Con 14 figuras, 4 láminas y 11 cuadros sinápticos).
- ⁵⁸ Huerta Ponce de León, S. Breve extracto del trabajo en preparación titulado: El petróleo crudo en Méjico y Cuba. Estudio de Geóloga económica. Habana. Imp. de A. Miranda. 1914. En 8º M, 15 ps. 1914.; Huerta Ponce de León, S. La formación de los terrenos calcáreos en la Isla de Cuba. Conferencia dada en la Universidad; Huerta Ponce de León, S. 1917. Comunicación sobre la Cubanita (1917), por Santiago de. La Huerta. -Soc. Cuba. de Hist. Nat. 1917; Huerta Ponce de León, S. 1918 Las Piritas Cristalizadas de Pinar del Rio -Men. Soc. Cuba Hist. Natural, Habana.
- ⁵⁹ AHN, Ultramar, leg. 105, exp. 5. Expediente personal del auxiliar de la Inspección de Minas Valentín Pellitero Rivert.
- ⁶⁰ Rábano, I., 2024. Pedro Salterain y Legarra (1834-1893): minería y geología en la Cuba colonial. Revista de la Sociedad Geológica de España, 37 (2): 14-30. <https://doi.org/10.55407/rsge.110967>
- ⁶¹ Pellitero, V., 1895. Apuntes geológicos referentes al itinerario de Sagua de Tánamo a Santa Catalina de Guantánamo en la isla de Cuba. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 20(1893): 89-98.
- ⁶² Fernández de Castro, M.; Valdés, N.; Ruíz León, J.; Aenlle J. y Salterain P. 1863. Informe que presenta al Exmo. Sr. Gobernador. Capitán General de la Isla De Cuba La Comisión nombrada para inspeccionar las obras del Canal de Isabel II, Proyectoado por D. Francisco de Albear, con objeto de conducir a la Habana las aguas de los manantiales de Vento. Madrid: Imprenta de la Viuda de D. Antonio Yenes, Plazuela de la Cebada, número 13, cuarto bajo. 31 de mayo de 1863; tomo 15º de la Revista Minera, 1865
- ⁶³ Salterain, P., 1883. Breve reseña de la minería de la isla de Cuba. Librería e Imprenta La Publicidad, La Habana, 24 p.
- ⁶⁴ Herrera y Orúe. M. A. 1891 Tesis para aspirar al grado de Doctor en Ciencias por Miguel Herrera y Orúe. Habana. Imprenta del Avisador Comercial. 1 891. En 49 M, 30ps, y 5 láminas.
- ⁶⁵ Vidal y Careta, F. La Guanabaquita. Habana Imprenta La Universal. 1893. En 4º M, 8 ps.
- ⁶⁶ Fernández Navarro. L. Sobre la Guanabaquita, Madrid. 1893.
- ⁶⁷ The iron-ore range of the Santiago district of Cuba: Trans. Am. Inst. Min. Eng., vol. 13, 1885, pp. 013-034
- ⁶⁸ Frederick F. Chisholm, "Depósitos de mineral de hierro de Santiago de Cuba", Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros, vol. IV, núm. 1, 1912, pp 26-30 (Traducido por Pablo Ortega).
- ⁶⁹ Wallace, A.R., 1876, The Geographical Distribution of Animals: With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface (in two volumes): London, MacMillan, v. 1, xxi + 503 p.; v. 2, viii + 607 p.
- ⁷⁰ Hill, R.T. 1895. Notes on the geology of Cuba. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 16(15):243-288.
- ⁷¹ Hill, R.T. 1895. Notes on the geology of Cuba. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 16(15):243-288; Hill, R.T. 1898. The geological history of the Isthmus of Panamá and portions of Costa Rica. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 28(5):149-285; Hill, R.T. 1899. The geology and physical geography of Jamaica: Study of a type of Antillean development. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. 34, 256 pp.);
- ⁷² Hill, R.T., 1899, Cuba and Porto Rico, with the other Islands of the West Indies: Their Topography, Climate, Flora, Products, Industries, Cities, People, Political Conditions, etc. (second edition): New York, Century, xxx + 447 p.; Hill, R.T. 1898. Cuba. The National Geographic Magazine 9(5):193-242.; Hill, R.T. 1898. Cuba and Porto Rico with Other Islands of the West Indies. New York: The Century, 430 pp.; Hill, R.T. 1898. Cuba, and

- its value as a colony. The Forum 25:403-415.; Hill, R.T. 1920. Cuba. In: Mill, H.R. (ed.), The International Geography, New York: D. Appleton, pp. 793-798.
- ⁷³ Robert T. Hill The Radiolarian Earths of Cuba Science. N. S. Vol. II. No. 45. November, 1 895; Hill, R.T., 1894, Notes on the Tertiary and later history of the island of Cuba: American Journal of Science, Series 3, v. 48, p. 196-212.; Hill, R.T. 1894. Notes on the Tertiary and later history of the Island of Cuba. The American Journal of Science, 3rd Series, 48(285):196-212.
- ⁷⁴ Hill, R.T. 1898. The geological history of the Isthmus of Panamá and portions of Costa Rica. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 28(5):149-285.
- ⁷⁵ R.T. Hill (1858-1941) "The geology and physical geography of Jamaica: Study of a type of Antillean development" (1899) April 2010 Memoir of the Geological Society of América 205:47-57 DOI:10.1130/2010.1205(04); Hill, R.T. 1899. The geology and physical geography of Jamaica: Study of a type of Antillean development. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. 34, 256 pp.
- ⁷⁶ Pourtalès L. F. List of the Crinoids obtained on the Coasts of Florida and Cuba, by the U. S. Coast Survey Gulf Stream Expeditions in 1867, 1868, and 1869. By L. F. Pourtalès, Assistant U. S. Coast Survey. Bull. Mus. Comp. Zool., vol. I, No. 11. Cambridge, 1869, pp. 4.
- ⁷⁷ Agassiz A. y L. Pourtals. Preliminary Report on the Echine and Star-fishes dredged in Deep water between Cuba and the Florida Reef. Cambridge. 1869. En 8o.; Agassiz A. Three cruises of the U. S. steamer Blake in the Gulf of Mexico, in the Caribbean Sea. 1877 to 1880. Boston. 1888. Dos vols. con 314 y 220 ps.; Agassiz, Alexander, 1883.-Report on the Results of Dredging ... by the U. S. Coast Survey Steamer "Blake" Part I, Report on the Echini. Mem. Mus. Camp. Zool. Harvard Coli. 10, 1, 94 pp. 28 pls. (On pp. 78-84 palaeogeographical speculations).; Agassiz, Alexander, 1883.-The Origin of the West India Fauna. Mem. Mus. Comp. Zool. vol. 10 num. I, pp. 1-79.
- ⁷⁸ Pourtalès Louis F. 1869 On the Ophiuridae and Astrophytidae dredged between Cuba and the Florida Reef. Cambridge. 1869. En 8o.
- ⁷⁹ Agassiz, Alexander, 1879. On the dredging operations carried out by U. S. Steamer "Blake". Bull. Lus. Comp. Zool. Harvard Coli. 5, 1878-1879, pp. 1-10, 55-64, 289-302, 3 maps.
- ⁸⁰ Agassiz, Alexander, 1893.-Observations in the West Indies. American Journal Science (3), 45, pp. 358-362.; Agassiz, Alexander, 1893. Observations in the West Indies. (Letter to J. D. Dana). Nature 27, 4, pp. 608-610; Agassiz A. A reconnaissance of the Bahamas and the Elevated Reefs of Cuba in the steam yacht "Wild Duck". January to April, 1893. (Harvard University. Museum of Comparative Zoology. Bulletin. Cambridge. 1894. Vol. 26, p. 1 203 pp.) (Con diagramas y 67 mapas plegados
- ⁸¹ Wallace, A.R., 1876, The Geographical Distribution of Animals: With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface (in two volumes): London, MacMillan, v. 1, xxi + 503 p.; v. 2, viii + 607 p.
- ⁸² Hill, R.T. 1895. Notes on the geology of Cuba. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 16(15):243-288.
- ⁸³ Hill, R.T. 1895. Notes on the geology of Cuba. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 16(15):243-288; Hill, R.T. 1898. The geological history of the Isthmus of Panamá and portions of Costa Rica. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 28(5):149-285; Hill, R.T. 1899. The geology and physical geography of Jamaica: Study of a type of Antillean development. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. 34, 256 pp.);
- ⁸⁴ Wallace, A.R., 1876, The Geographical Distribution of Animals: With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface (in two volumes): London, MacMillan, v. 1, xxi + 503 p.; v. 2, viii + 607 p.
- ⁸⁵ Spencer, J.W., 1895, Reconstruction of the Antillean continent: Geological Society of America Bulletin, v. 6, p. 103-140
- ⁸⁶ Matley, C.A., 1929, The Basal Complex of Jamaica, with special reference to the Kingston district. With petrographical notes by Frank Higham, M.Sc., A.R.S.M., F.G.S: Quarterly Journal of the Geological Society of London, v. 85, p. 440-492
- ⁸⁷ Schuchert, C., 1935, Historical geology of the Antillean-Caribbean region or the lands bordering the Gulf of México and the Caribbean Sea: New York, John Wiley and Sons, and London, Chapman and Hall, xxvi + 811 p.

- ⁸⁸ Škvor, V., 1969, The Caribbean area: A case of destruction and regeneration of continent: Geological Society of America Bulletin, v. 80, p. 961–968, doi: 10.1130/0016-7606
- ⁸⁹ Valdés Ragués P., 1897. Formación geológica de la Isla de Cuba por el Dr. Anales de la Academia de Ciencias. Habana, tomo 33. 1897.
- ⁹⁰ Adán de Yarza, R. 1895. Rocas hipogénicas de la isla de Cuba. Bol. Com. Mapa Geol. España, XX (1893), pp. 71-88, láms. 14.; Otra edición Madrid. 1896. En 8o M, 31 ps.
- ⁹¹ Adán de Yarza, R. Mapa geológico de Cuba. (Boletín Comisión Mapa Geológico de España. 1895.)
- ⁹² Ramon Adán de Yarza, Lorenzo Sánchez y V. Kindelan, "Dictamen sobre los yacimientos de hierro de Mayarí", Revista Minera Metalúrgica y de Ingeniería, Madrid, vol. XXIX, octubre de 1911, pp. 493-504; Documentos Relativos a la Clasificación de los Minerales de Hierro de las Minas de Mayarí en la Isla de Cuba, publicado en Madrid. Contiene los dictámenes de C. K. Leith, A. C. Spencer, J. W. Dougherty, C. M. Weld, F. W. Wood, J. S. Cox, R. Adán de Yarza, R. Sánchez Lozano, V. Kindelán, F. Kuntz y J. R. Villalón. (El de este último se publicó en la revista de la Soc. Cub. de Ingenieros, en 1912.)
- ⁹³ Mark Reutter, Making Steel: Sparrows Point and the Rise and Ruin of American Industrial Might (New York, 1988; updated, Champaign, 111., 2005), p. 22.
- ⁹⁴ Papers of Frederick W. Wood, Accession 884, Hagley Museum and Library. Henceforth FWW Papers.
- ⁹⁵ F. W. Wood. Informe sobre los depósitos de minerales de Mayarí y Moa.; Documentos Relativos a la Clasificación de los Minerales de Hierro de las Minas de Mayarí en la Isla de Cuba, publicado en Madrid. 1911. Contiene los dictámenes de C. K. Leith, A. C. Spencer, J. W. Dougherty, C. M. Weld, F. W. Wood, J. S. Cox, R. Adán de Yarza, R. Sánchez Lozano, V. Kindelán, F. Kuntz y J. R. Villalón.
- ⁹⁶ AHNM, Ultramar, Fomento, 6. Memoria presentada a la Comisión Regia, 228, 1. Plantilla del personal de minas de la isla de Cuba. Aprobada por Real Orden dada en Madrid a 13 de agosto de 1893.
- ⁹⁷ AHNM, Ultramar, Fomento, 6, 228. Estadística minera de la isla de Cuba para los años 1890, 1891, 1892 y 1893. La Habana, 31 de agosto de 1894
- ⁹⁸ AHNM, Ultramar, Fomento, 6, 228. Estadística minera de la isla de Cuba para los años 1890, 1891, 1892 y 1893. La Habana, 31 de agosto de 1894
- ⁹⁹ AHNM, Ultramar, Fomento, 6. Memoria presentada a la Comisión Regia, 11 (3). Habana, 31 de agosto de 1894.
- ¹⁰⁰ Kimball, J. P. (1884). Geological relations and genesis of the specular iron ores of Santiago de Cuba. American Journal of Science, Ser. 3, Vol. 28(168), pág. 416–429. <https://doi.org/10.2475/ajs.s3-28.168.416>
- ¹⁰¹ Kindelán y de la Torre, Vicente (1888). Datos sobre las explotaciones de las minas de la Sierra de Cartagena. Trabajo Fin de Grado / Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. Minas (UPM).
- ¹⁰² Ayala-Carcedo, F.J. et al., 2005. El XIV Congreso Geológico Internacional de 1926 en España. Boletín Geológico y Minero, 116 (2): 173-184 ISSN: 0366-0176
- ¹⁰³ R. Adán de Yarza, Lorenzo Sánchez y V. Kindelan, "Dictamen sobre los yacimientos de hierro de Mayarí", Revista Minera Metalúrgica y de Ingeniería, Madrid, vol. XXIX, octubre de 1911, pp. 493-504
- ¹⁰⁴ Kindelán y de la Torre, Vicente (1919). El cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa. Madrid. Sucesores de Rivadeneyra, S.A. 1919
- ¹⁰⁵ Kindelan y de la Torre, Vicente (1908) Criaderos de plata de Hiendelaencina. «Estadística Minera de 1908», página 324.
- ¹⁰⁶ Kindelan y de la Torre, Vicente (1908) Explotación de minerales de hierro en el término de Setiles por la Compañía Minera de Sierra Menera, «Estadística Minera del año 1908», página 311.
- ¹⁰⁷ Kindelan, Vicente. (1918) Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel, Memorias del Instituto Geológico de España. III parte Criaderos de Hierro. MADRID IMPRENTA Y LITOGRAFÍA DI. I. PALACIOS Arenal, 37 y Lista, 12 Teléfono 133. 1918
- ¹⁰⁸ Kindelán y de la Torre, Vicente. 1928. El sondeo de Alcalá de Henares. «Memorias del Instituto Geológico y Minero de España». Madrid.
- ¹⁰⁹ Kindelán y de la Torre, Vicente. 1928. Estudio geofísico de parte de la cuenca alta del Tajo. «Memorias del Instituto Geológico y Minero de España». Madrid.
- ¹¹⁰ Don Alfredo Kindelan y de la Torre ingeniero en minas Expediente personal del ingeniero de Minas: ES.28079.AHN/16//ULTRAMAR, 228, Exp. 7 1892 - 1896

- ¹¹¹ Rubio César y Kindelan Alfredo. 1909 Continuación del estudio hidrológico de la cuenca del Tajo, al Norte de Madrid, entre los ferrocarriles del Norte de España y de Madrid á Zaragoza, Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XXX. Tomo X. Segunda Serie (1909) Madrid. Est. Tip. de la Ciudad e hijos de M. Tello. Impresor de Cámara de S. M. C. de San Francisco, 4. Pág 9 -31. 1909; Rubio César y Kindelan Alfredo. 1909 Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del Llano de Barcelona. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XXX. Tomo X. Segunda Serie (1909) Madrid. Est. Tip. de la Ciudad e hijos de M. Tello. Impresor de Cámara de S. M. C. de San Francisco, 4. Pág 93-103. 1909
- ¹¹² Escalafón General del Cuerpo de Ingenieros. Gaceta de Madrid No.33 pag 392-393. Madrid 2 de febrero 1915. Imprenta Sucesores de Rivadeneyra.



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

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/>



Sociedad Venezolana de Historia
de las Geociencias.
SVHGc@yahoo.com



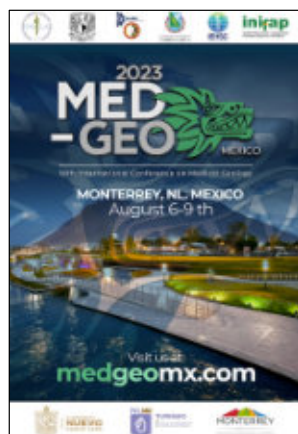
Universidad Tecnológica de la Habana,
- <https://cujae.edu.cu/>

Escuela de Geofísica: <https://t.me/ConoceGeofisicaCujae.edu.cu/>



Geología Médica

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



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/>



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



Universidad Tecnológica
del Cibao Oriental,
República Dominicana

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



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



Piezade Mayapán, Yucatán.INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA



¿QUIERES COLABORAR CON NOSOTROS?

ENVÍANOS UN CORREO A:

luis.valencia.11@outlook.com;