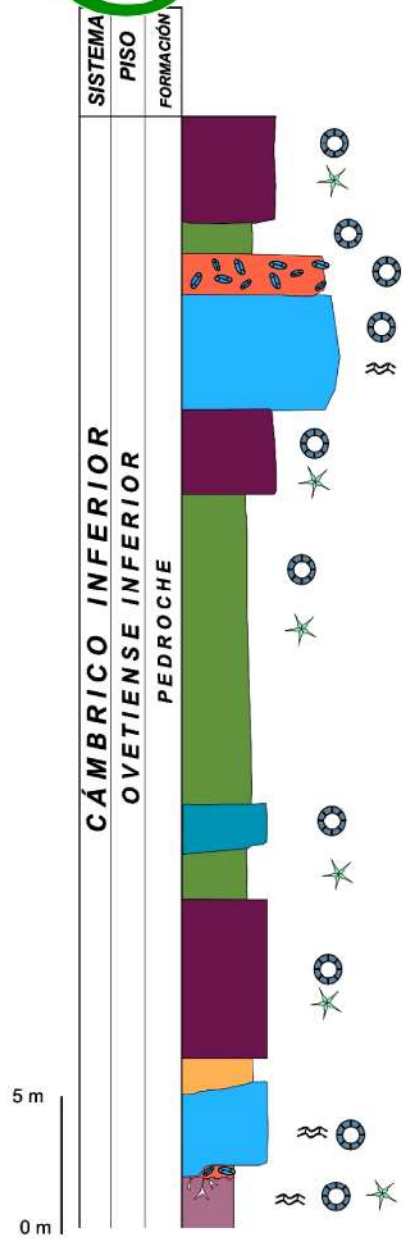


geología 18

Córdoba



LEYENDA

- Arqueociatos
- Calcimicrobios
- Small Shelly Fossils

- Calizas nodulares
- Calizas bioclásticas
- Lutitas
- Lutitas y nódulos calcáreos
- Microbialitas
- Brechas
- Andesitas con cavidades



Córdoba hace 500 millones de años. El registro de la explosión de vida en los mares del Cámbrico

Autores:

Jesús Melero, Antonio J González Barrios y Manuel A Camas

Colección Geología

Columna del Cámbrico inferior de la Formación en el Cerro de las Ermitas (Moreno-Eiris, Menéndez y Perejón, 2013)

Editada en Salamanca por Sociedad Geológica de España
Año 2018. ISSN: 2603-8889 (versión digital)

Itinerario y contexto geológico

El Geolodía 2018 se sitúa en la zona de la Sierra de Córdoba más próxima a la ciudad y en el extremo SE del Macizo Ibérico y pretende acercarnos a la comprensión de la geología del Cámbrico de la zona de Ossa-Morena.

La excursión recorre fundamentalmente cuatro tramos diferenciados:

- La serie neoproterozoica vulcanosedimentaria (Cuesta del Reventón).
- Una larga serie del Cámbrico inferior (Cuesta de la Traición),
- El contacto-inconformidad Neoproterozoico - Cámbrico en las Ermitas.
- Los conglomerados triásicos, discordantes sobre el Paleozoico del borde de la sierra, y el mioceno detrítico-carbonatados del borde de la cuenca del Guadalquivir, que se verán en al zona de “El Patriarca”.

En los afloramientos cámbricos incidiremos en su registro fósil, que hará preguntarnos por la explosión del Cámbrico, hito de la historia de la vida.

El macizo ibérico y el orógeno varisco

El **Macizo Ibérico**, hespérico o hercínico, está formado por materiales que ocupan la mitad occidental de la Península, con edades de 1.000 a 280 Ma (Neoproterozoico-Pérmico). Se divide en cinco zonas (Fig 1) en función de diferencias tectónicas y litológicas.

La continuidad estructural y litológica entre el Paleozoico Ibérico y sus equivalentes en otras áreas (S de Inglaterra, Bretaña francesa y Centroeuropa), queda manifiesto por el “**arco ibero-armoricano**” (Fig 2) que demuestra que estas zonas estuvieron unidas hace 300 Ma, formando parte del supercontinente Pangea y dentro de él, del **orógeno varisco**, un gran sistema montañoso formado en la colisión de dos continentes: Euramérica al N y Gondwana al S.

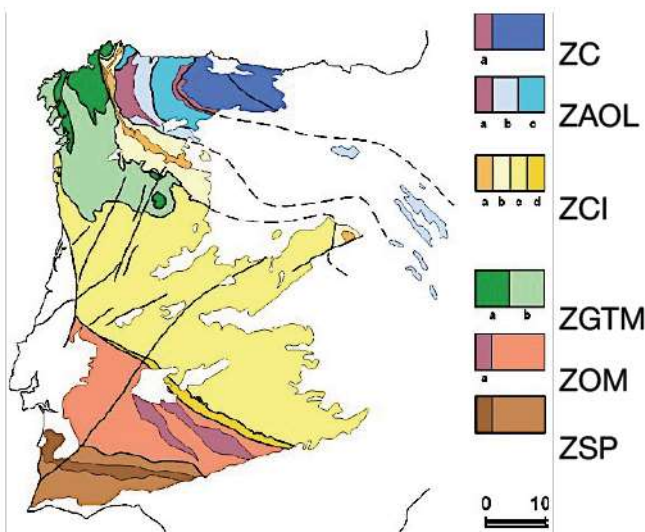


Fig 1. **Unidades del Macizo ibérico:** ZC: Zona cantábrica; ZAOL: Astur-occidental-leonesa; ZGTM: Galicia-Tras os Montes; ZCI: Centro ibérica; ZOM Ossa-Morena; ZS Surportuguesa.

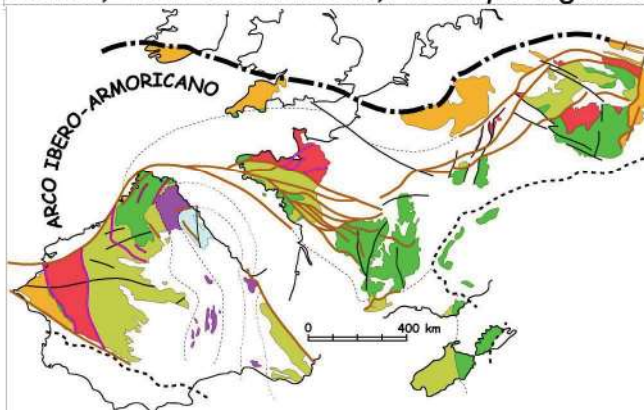


Fig. 2. **El orógeno varisco (hercínico) y el arco ibero-armoricano.**

La escala del tiempo geológico

Antes de seguir con la larga historia del Neoproterozoico y Paleozoico, conviene tener en cuenta la escala de los tiempos geológicos y sus divisiones (Eras, Series, Periodos). Se muestran además, los principales sucesos de la historia: disposición de continentes, colisiones, formación de orógenos y supercontinentes. Y los principales sucesos de la Biosfera y del clima.

Tiempo Ma	Divisiones del tiempo / Era / Serie		Supercontinentes / Orogenias/Glaciaciones
2,6	Cenozoico	Cuaternario	Glaciación
23		Neógeno Mioceno	
65		Paleógeno	Orogenia alpina
250	Mesozoico	Cretácico	
		Jurásico	Disgregación de Pangea
		Triásico	
300 360 410	Fanerozoico	Pérmico	Supercontinente Pangea. Glaciación
		Carbonífero	Orogenia varisca
		Devónico	Colonización del medio aéreo
		Silúrico	Orogenia caledónica
		Ordovícico	Glaciación
542	Paleozoico	Cámbrico	Explosión de la biosfera cámbrica
		Ediacárico	Supercontinente Pannotia Orogenia cadomiense Fauna de Ediacara
		Criogénico	Glaciación
635	Proterozoico	Tónico	Supercontinente Rodinia
1.000		Mesoproterozoico	Origen de los Metazoos Origen de los Eucariotas
2.500	Paleoproterozoico		Glaciación
3.800	Arcaico		Liberación de O ₂ . BIF Tectónica de microplacas Origen de las bacterias
4.600	Hádico		Origen de la Tierra

Fig. 3. Escala de los tiempos geológicos y principales sucesos de la historia de la Tierra, adaptada al recorrido del Geolodía 18.

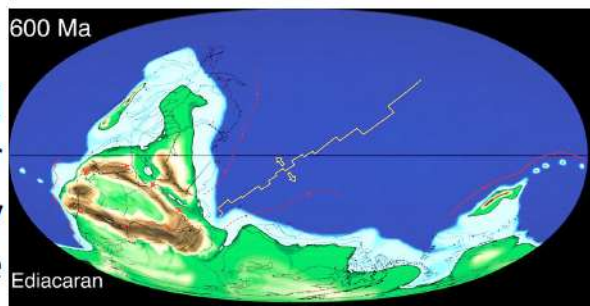


Fig. 4. El supercontinente de Pannotia.

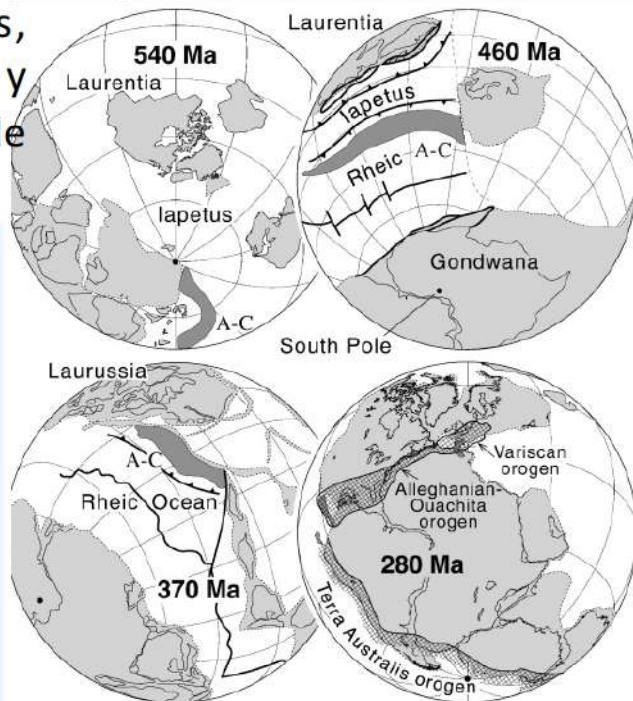


Fig. 5. Deriva de los continentes entre el Cámbrico y el Carbonífero dentro del ciclo de disgregación de Pannotia y de colisión del supercontinente de Pangea. A-C marca la posición de los arcos volcánicos de Avalonia y del microcontinente de Armórica (Cadomian, C)



El baile de los continentes

Hace 650 Ma toda la corteza terrestre estaba reunida en un solo supercontinente, **Pannotia** (Fig. 4), en torno al polo sur. El macizo ibérico (y la sierra de Córdoba) se situaba en el círculo polar antártico, pero la Tierra tenía una temperatura media 7 °C superior la actual.

La disgregación de Pannotia creó una gran dorsal que separó continentes septentrionales y australes. Iberia estaba construyendo su territorio en cadenas de islas volcánicas, microcontinentes y en la plataforma continental de Gondwana, bajo las aguas del océano Reico (Fig 5).

Del Neoproterozoico al Carbonífero, el dominio Avalonia-Armórica (*zona sombreada A-C, Fig. 5*), se desplazó desde el círculo antártico hasta latitudes ecuatoriales. La colisión entre las masas continentales del N y del S, formó el supercontinente Pangea, donde quedó alojado el territorio de Iberia.

La zona de Ossa-Morena y el orógeno varisco

Forma una unidad tectonoestratigráfica y paleogeográfica peculiar dentro del Macizo Ibérico, una franja de 100 a 200 km de anchura en dirección NO-SE, limitada por la zona sur-portuguesa, la ibérica y la cuenca del Guadalquivir.

Entre los eventos geodinámicos registrados en esta zona, destacan:

- 1) Desarrollo de un arco magmático y posterior acreción al margen de Gondwana durante el Neoproterozoico (orogenia Cadomiense),
- 2) Rifting (Cámbrico-Ordovícico) y apertura del océano Rheico,
- 3) Desarrollo de un margen pasivo entre el Ordovícico y el Devónico, y
- 4) Colisión continental (Paleozoico sup) que forma Pangea y el orogeno varisco.

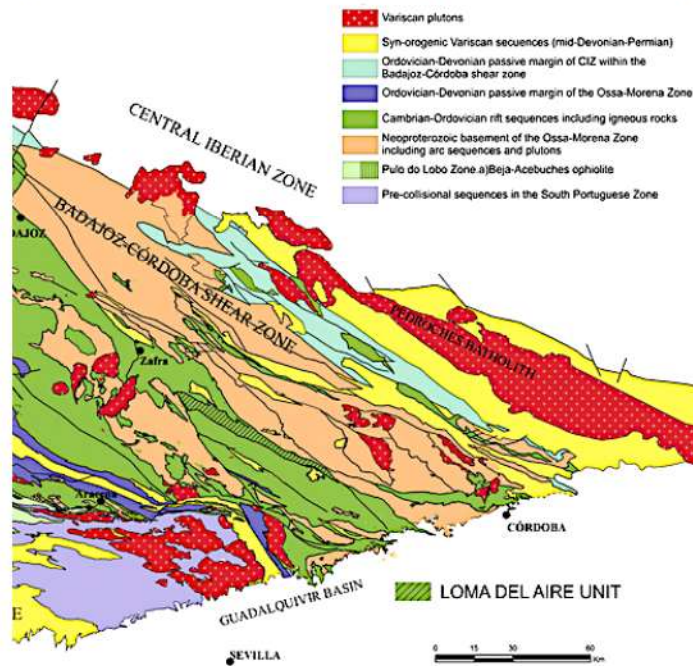


Fig. 6.1. La Zona de Ossa-Morena, una sucesión de rocas ediacáricas y cámbrico-ordovícicas principalmente, en dirección NO-SE (Badajoz-Córdoba), dispuestas en "escamas" o por apilamiento de fallas y mantos. Quesada, C. (2006)

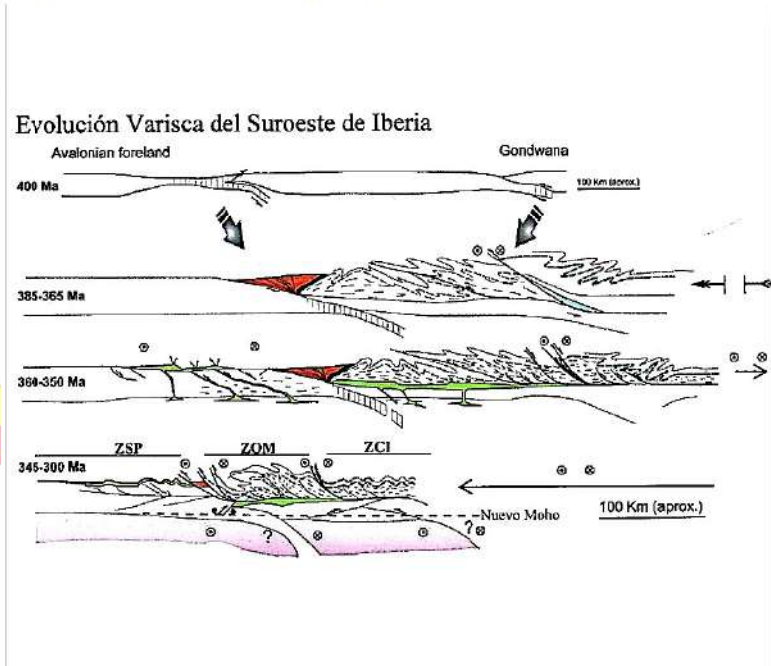


Fig. 6.2. Interpretación de la evolución varisca del SO de Iberia (adaptación de Simancas et al, 2003)

Los sedimentos (Cámbrico-Carbonífero), tras la subducción y colisión, se deformaron, plegaron y elevaron creando un nuevo relieve, el **orógeno varisco**, núcleo del macizo varisco europeo, cuyo extremo oriental forma el M Ibérico. La tectónica varisca produjo plegamientos y cabalgamientos y configuró una red de fracturas que disponen los materiales en dirección NO-SE (Fig 6.2).

El nuevo relieve, cubierto de hielo en la glaciación pérmica a pesar de estar en latitud ecuatorial, ha sido desmantelado desde entonces por los agentes externos y reactivados y englobados en rocas más recientes en el ciclo orogénico alpino posterior.

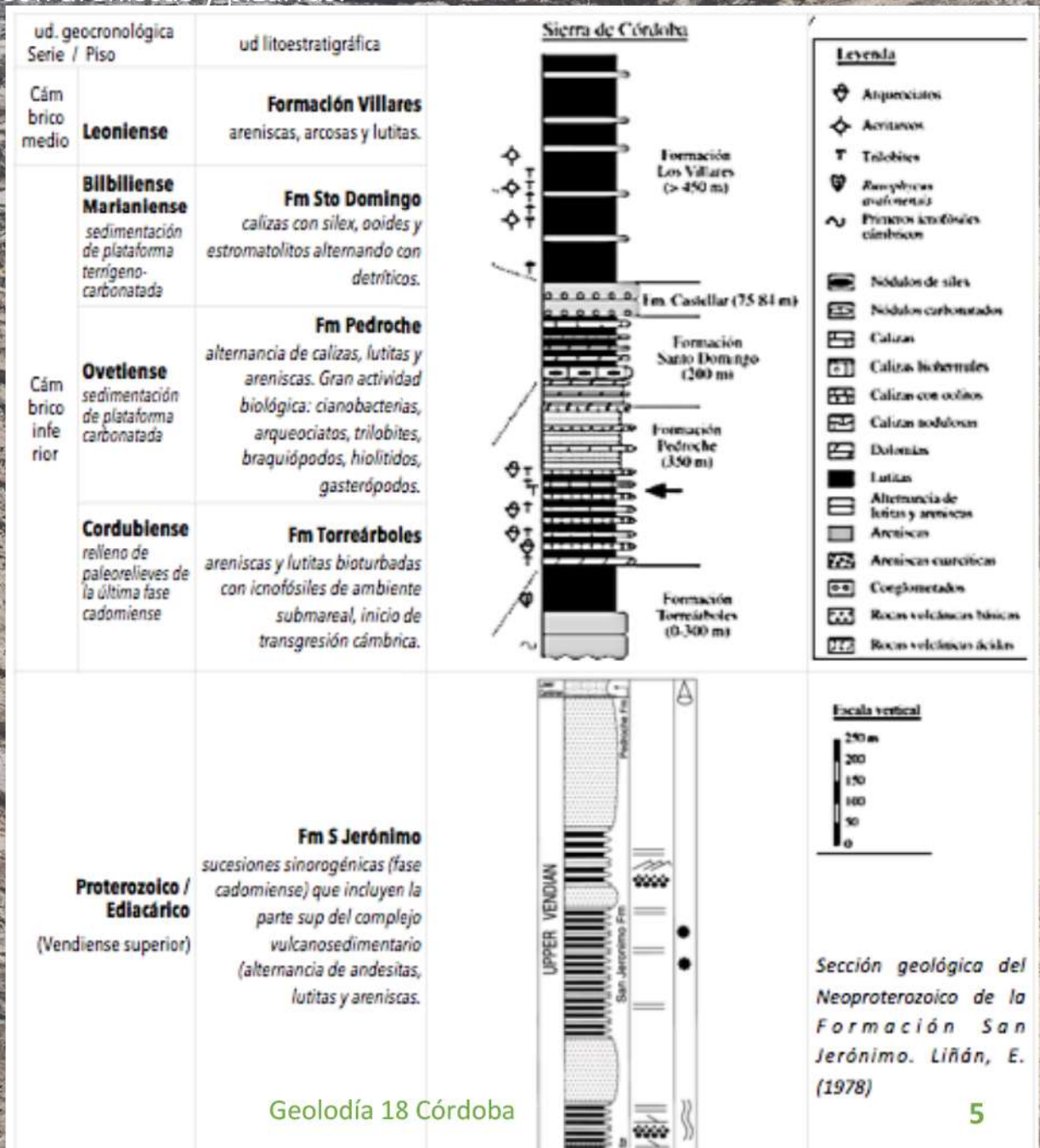
Estratigrafía del Proterozoico y Cámbrico de la Sierra de Córdoba

El Neoproterozoico en la Sierra de Córdoba está formado por alternancias de andesitas y materiales detríticos variados, a los que se atribuye, por presencia de icnofósiles y por datación isotópica, edad ediacareense (de 590 a 540 Ma).

Las andesitas corresponden a un vulcanismo calcoalcalino de arco volcánico. Por su carácter sinorogénico, se asignan a la orogenia cadomiense. Todas estas rocas han sufrido un ligero metamorfismo e hidrotermalismo, dando tonos morados a las andesitas y formando mineralizaciones de hierro y cobre y filones de cuarzo con epidota.

En el Cámbrico (inferior y medio) de Córdoba se han distinguido 4 formaciones o unidades litoestratigráficas de valor regional: Torreárboles, Pedroche, Sto. Domingo y Villares.

En el recorrido, los materiales de la cuesta de la Traición y del Cerro de las Ermitas, se sitúan en la **Formación Pedroche**, unidad de calizas y dolomías (verdosas, violetas o rosadas) con lechos bacterianos, trilobites y arqueociatos, que alterna con areniscas y pizarras.



Sección geológica del Neoproterozoico de la Formación San Jerónimo. Liñán, E. (1978)

Ambientes sedimentarios, ecosistemas marinos del Cámbrico y Arqueociatos

Las biotas marinas que conquistaron los mares cámbricos estaban formadas por fauna de organismos bentónicos sésiles: arqueociatos, equinodermos y braquiópodos y nectónicos, trilobites, moluscos y conodontos.

Los arqueociatos (clase Archaeocyatha, Phyla Porifera) aparecen en el Cámbrico inferior y se extinguen en el Cámbrico superior. Eran organismos marinos bentónicos, sésiles y filtradores, con esqueleto calcáreo en forma de caliz sin espículas, compuesto por una o dos murallas porosas que delimitan una cavidad interna y otros elementos entre las murallas (septos, mallas y tabulas). Los cálices de arqueociatos son solitarios o modulares. El tamaño oscila entre 10-25 mm de diámetro y una altura entre 40-50 mm.

La estructura y crecimiento del esqueleto biomineralizado, permitió la bioconstrucción en plataformas marinas. Con frecuencia eran ayudados por cianobacteria y otros microorganismos que los acompañaban en zonas de plataformas de poco fondo. Su metabolismo generaba depósitos organosedimentarios (microbialitas).

En las Ermitas, los arqueociatos se distribuían en montículos superpuestos, que indican episodios de desarrollo arrecifal y se situaban en el margen interno de una plataforma carbonatada, formando lo que hoy llamamos arrecifes barrera. Alrededor había materiales brechoides con fragmentos de bioconstrucciones y otros organismos que colonizaban zonas adyacentes a los montículos en el fondo marino. Las facies de talud corresponderían con lutitas, nódulos calcáreos y materiales siliciclásticos.

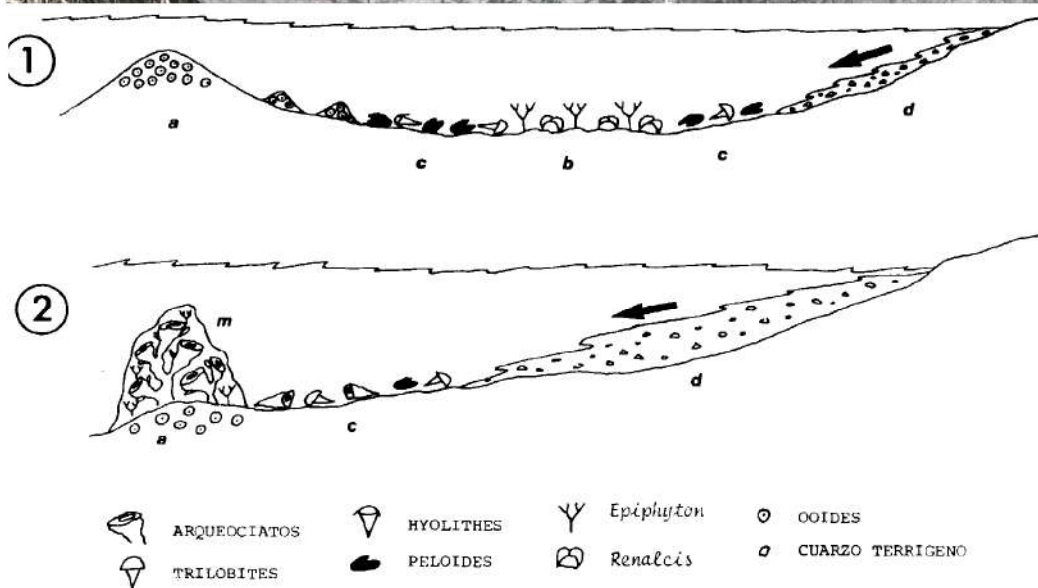
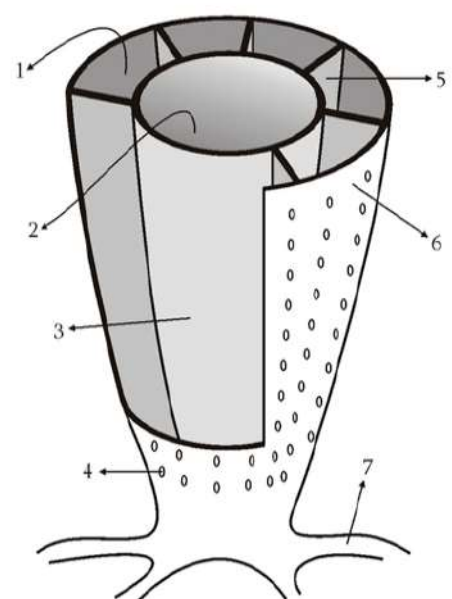


Fig. 9.1. 1. Reconstrucción de la plataforma terrígeno-carbonatada en la Formación Pedroche: a: barras de oolitos, b: algas calcáreas, c: peloides algales y bioclastos, d: con aportes terrígenos.

2. m: desarrollo de montículos arrecifales, a: asentados sobre las barras oolíticas, c: con bioclastos y peloides, d: aporte de terrígenos.



ANATOMÍA DEL ESQUELETO DE UN ARQUEOCIATO

1. Intervalo, 2. Cavidad central, 3. Muralla interna, 4. Poro, 5. Septo, 6. Muralla externa, 7. Rizoide

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archaeocyatha.png>)

La explosión de la biosfera en el Cámbrico

Los primeros protistas autótrofos (acritarcos) aparecen en el Paleoproterozoico y alcanzan gran diversificación en el Neoproterozoico, cuando se desarrollan los primeros protistas heterótrofos y las formas biomineralizadas. Los primeros grupos de talofitas aparecen en el Paleoproterozoico, las Rodofitas en el Mesoproterozoico y las Clorofitas en el Neoproterozoico. Los ecosistemas marinos modernos empezaron a formarse en el Proterozoico. El registro fósil incluye bacterias, cianobacterias, protistas heterótrofos y autótrofos, talofitas multicelulares y metazoos. El incremento gradual de oxígeno en la atmósfera dio lugar a una gran diversificación de la vida eucariota y al origen de los metazoos.

Las glaciaciones del Criogénico ocasionaron una gran extinción de protistas. Los ecosistemas del Ediacárico superior revelan una profunda renovación del conjunto de protistas planctónicos de la misteriosa fauna de Ediacara, de los icnofósiles y de metazoos ligeramente mineralizados (*Cloudina*). Las bioturbaciones características de estos ecosistemas aparecen en forma de pequeñas y profundas madrigueras. Los cambios bióticos en el límite Neoproterozoico/Cámbrico se manifiestan mediante una nueva extinción masiva y la aparición de nuevos productores primarios y consumidores. Las rocas cámbricas muestran un grado de bioturbación alto y avanzado, que sugiere un cambio drástico en la utilización de los nutrientes que se acumulaban en los sedimentos.

En el Cámbrico aparecen por primera vez de forma masiva animales biomineralizados. Puede que los metazoos evolucionaran antes y más tarde agregaron biominerales a sus tejidos. La biomineralización en la fauna cámbrica incrementa el potencial de fosilización, por lo que la abundancia de sus fósiles puede deberse a una mejor preservación de los restos.

El registro excepcional de bioconstructores del Cámbrico inferior constituye una evidencia de la llamada **explosión cámbrica**, destacando los microbios y arqueociatos. En España el registro fósil de arqueociatos ofrece en diversas localidades ejemplos de una extraordinaria preservación, con frecuencia vinculados a la interacción con los microbios, constituyendo microbialitas. (Moreno Eiris y Menéndez, 2013).

<https://geologicalmanblog.wordpress.com/2015/05/07/el-paleozoico-pangea-y-la-colonizacion-del-medio-terrestre/>

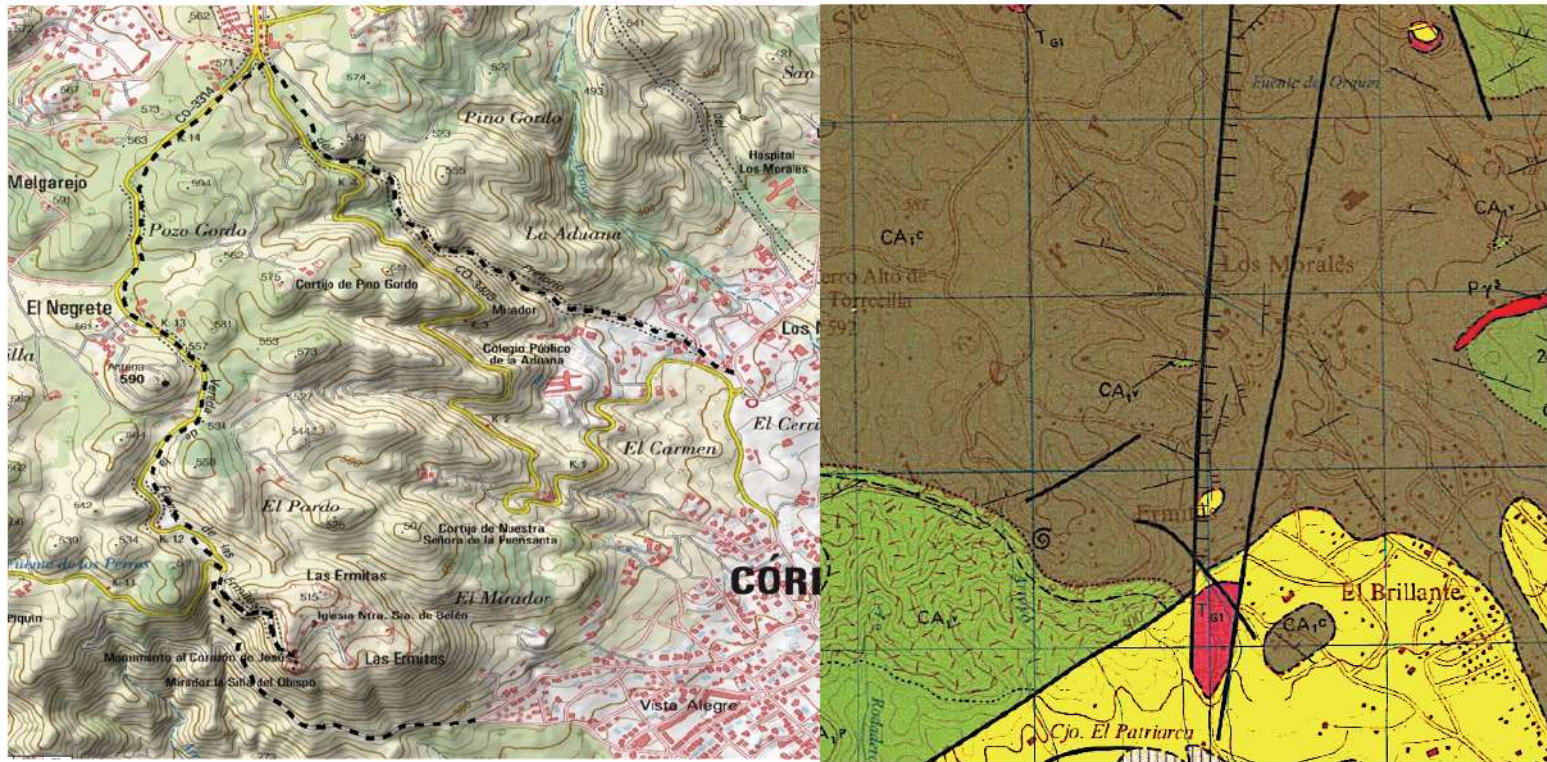
La falta de espacio y diseño de este documento no han permitido la inclusión de la bibliografía. Para consultarla, se ruega acudir a los autores de esta Guía.

El yacimiento de las Ermitas, cien años de contribución a la ciencia (1918-2018)

D. Eduardo Hernández-Pacheco, naturalista y figura destacada de la Geología española, siendo catedrático de Historia Natural en el Instituto de Córdoba (1899-1910), descubrió el yacimiento de arqueociatos del Cerro de las Ermitas en sus frecuentes excursiones de investigación y de docencia. En 1918 (hace un siglo) publicó dos trabajos sobre el Cámbrico y los arqueociatos. A partir de entonces, el yacimiento empezó a formar parte del patrimonio de la historia de la ciencia.

En 1926 fue objeto de una excursión del XIV Congreso Geológico Internacional. A partir de entonces, muchos geólogos profundizaron en la investigación del Cámbrico de Córdoba: Richter y W. Simon (U. de Frankfurt), Lotze y Debrenne, Lucas Mallada y Hdez Sampelayo (Instituto Geológico), Bermudo Meléndez (U. de Madrid) y el profesor cordobés Rafael Cabanás. Un discípulo suyo, Antonio Peréjón, realizó su tesis doctoral sobre los arqueociatos de Sierra Morena y con su equipo, desde la Complutense dedicó muchos años de investigación a esta tarea.

Dedicamos este trabajo y esta jornada del Geolodía 18 al descubridor del yacimiento de las Ermitas, D. Eduardo Hernández-Pacheco, y a los demás geólogos que contribuyeron a que hoy comprendamos mejor la historia de nuestra Tierra y de su Biosfera.



COORDINA:



ORGANIZAN:

Con la colaboración de:

