

Medusas del Cámbrico inferior de Constantina (Sevilla)

Eduardo Mayoral (1), Eladio Liñán (2), José Antonio Gámez Vintaned (2), Rodolfo Gozalo (3)

(1) Depto. de Geodinámica y Paleontología, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de El Carmen, Universidad de Huelva, Avda. de las Fuerzas Armadas s/n, E-21071 Huelva.

(2) Área y Museo de Paleontología, Depto. de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, E-50009 Zaragoza.

(3) Depto. de Geología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universitat de València, C/ Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot.

Palabras Clave: Fósiles de cuerpos blandos, medusas, Formación Torreárboles, España, Cordubiense, Cámbrico Inferior.

Keywords: Soft-bodied fossils, jellyfish, Torreárboles Formation, Spain, Corduban, Lower Cambrian.

Medusas del Cámbrico inferior de Constantina (Sevilla)

Lower Cambrian jellyfish from Constantina (Seville)

RESUMEN

Se describen noventa estructuras discoidales de gran tamaño, registradas en un plano de estratificación de unas grauvacas arcósicas de edad Cordubiense en la escala biocronológica española, procedente del suroeste de España. Las relaciones de corte entre las estructuras discoidales y los icnofósiles asociados, así como las evidencias de deformación penecontemporánea de las láminas sedimentarias presentes debajo de los discoides, permiten interpretar estas estructuras como impresiones de cuerpos blandos de antiguos organismos marinos. Los estudios tafonómicos, biométricos y morfológicos sugieren que serían moldes externos de antiguas medusas de celentéreos tipo hidrozoo, similares al género actual *Aequorea*. Los caracteres paleoicnológicos, litológicos y sedimentológicos indican que los organismos fueron depositados en aguas muy someras. El escenario más probable sería la acumulación masiva de organismos pelágicos varados en la costa durante un evento puntual.

El yacimiento paleontológico aquí descrito es importante, tanto por ser un registro anómalo de hidrozoos en rocas siliciclásticas groseras, como por el elevado número de especímenes en una sola superficie. Además, las biotas de cuerpos blandos de esta edad son muy escasas, por lo que este yacimiento puede aportar una mejor comprensión de los importantes eventos que ocurrieron durante la transición entre el Neoproterozoico y el Fanerozoico, particularmente en la evolución de los hidrozoos.

ABSTRACT

Ninety giant, discoid structures occurring on a bedding plane of Corduban arkosic greywackes in the Spanish regional stages, from southwestern Spain are described. Cross-cutting relationships between discoid structures and associated trace fossils, as well as evidence for penecontemporaneous deformation of sediment laminae below the discoids, permit to interpret these structures as impressions of ancient, soft-bodied marine organisms. Taphonomic, biometric, and morphological studies suggest that they are outer moulds of ancient jellyfish of hydrozoan coelenterates similar to the extant genus *Aequorea*. Palaeoichnological, lithological and sedimentological features indicate that these organisms were deposited in extremely shallow water stranded on a sandy beach.

The palaeontological site described here is noticeable because its anomalous record of hydrozoans in coarse siliciclastic rocks, and the high number of specimens on a single surface. Since soft-bodied biotas of Corduban ages are very scarce, this site may provide a better understanding of the important biological events across the Neoproterozoic/Phanerozoic transition, particularly the evolution of hydrozoans.

INTRODUCCIÓN

A principios de los años noventa del siglo pasado, se localizaron en el término de Constantina (Sevilla), una serie de marcas o impresiones circulares que aparecieron en gran número sobre una extensa superficie rocosa y que fueron primeramente interpretadas por los lugareños como señales y símbolos producidos por hombres primitivos (petroglifos). Una primera visita realizada a este yacimiento en junio de 1990 por dos de los autores (E.M. y E.L.) permitió reconocer estas huellas como impresiones dejadas por organismos de cuerpo blando, tipo medusoide y valorar, *a priori*, el enorme interés científico del yacimiento.

Este interés radica en el tamaño anómalo de las medusas y en la singularidad de su morfología, que son un elemento nuevo en el registro geológico. Además, aquí se halla la mayor concentración de ejemplares conocida en la Península, (y una de las mayores del mundo). Por otra parte, las impresiones de cuerpos de medusas son muy raras en el registro fósil debido a la gran dificultad que representa su fosilización. Así, en el Cámbrico de España, sólo han sido citados dos casos; aunque el ejemplo que nos ocupa es entre todos, el conjunto más antiguo.

Estas medusas fósiles se encuentran en estratos geológicos atribuidos al Cordubiense inferior, un piso estratigráfico que tiene una antigüedad de unos 540 millones de años. Esta edad correspondió al inicio del Período Cámbrico, coincidiendo con un fenómeno de radiación adaptativa sin precedentes en la historia geológica de la Tierra, por el que la vida se diversificó ampliamente apareciendo en un lapso temporal muy pequeño, casi todos los grandes grupos biológicos actuales, que eran totalmente desconocidos anteriormente, en el período Precámbrico. Este modelo de evolución se conoce como la “explosión cámbrica de la vida” y en este

contexto es dónde se sitúa el yacimiento excepcional de Constantina.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El yacimiento se ubica en el término municipal de Constantina (Sevilla), aproximadamente dos kilómetros al Sur del paraje conocido como “Cerro de la Víbora”, en la margen izquierda del arroyo de Masacán, dentro de una finca privada denominada “El Revuelo” (Fig. 1).

Desde el punto de vista geológico, la zona de Ossa-Morena (Lotze, 1945) es



Figura 1. Situación geográfica del yacimiento estudiado.

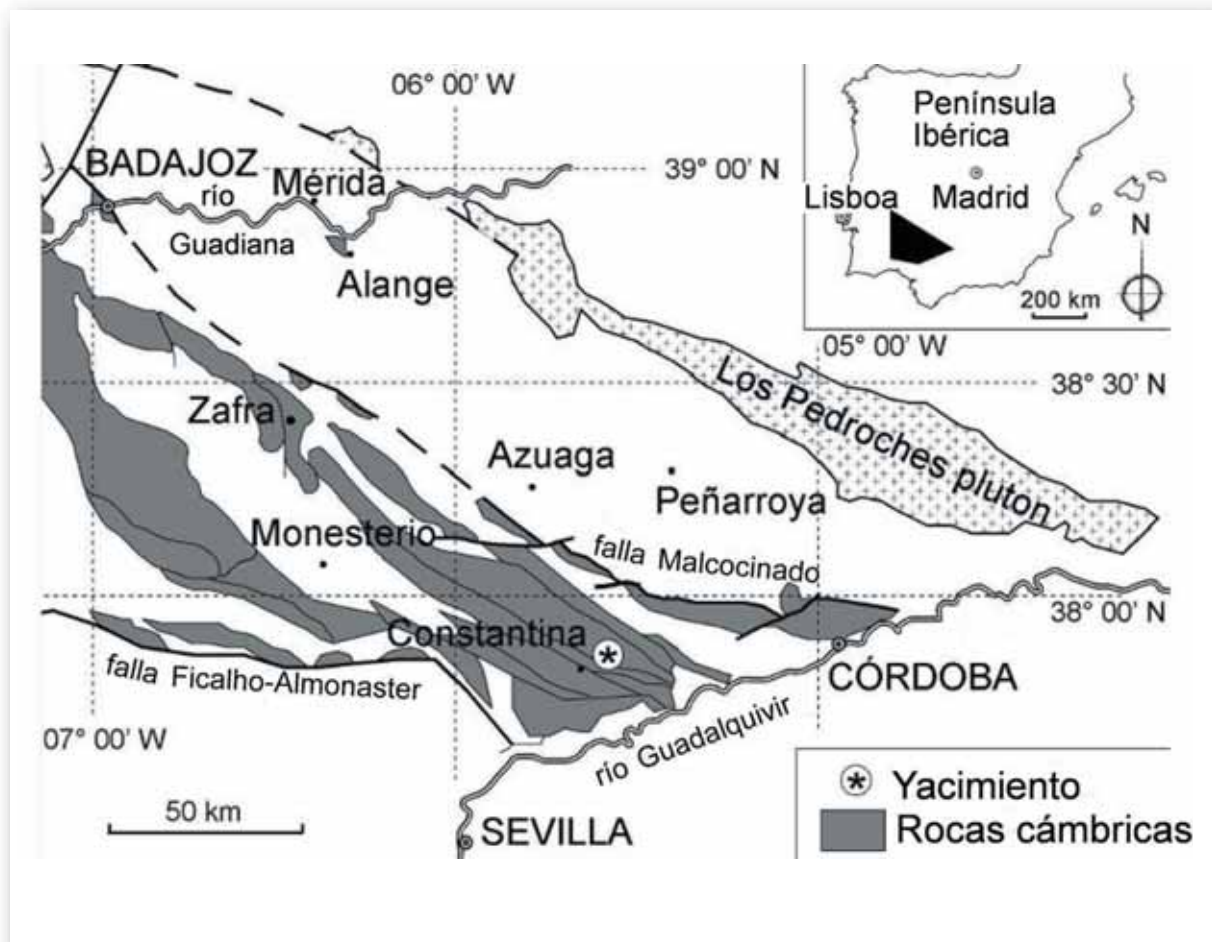


Figura 2. Esquema geológico con localización del yacimiento.

una franja de afloramientos precámbricos y paleozoicos que siguen las direcciones hercínicas del Macizo Ibérico y se extienden por España y Portugal. Está limitada al este por el río Guadalquivir y al Oeste por la región costera de Portugal, al Norte por la línea de cizalla Badajoz-Córdoba y al Sur, por la Zona de Pulo do Lobo, incluyendo el complejo ofiolítico de Beja-Acebuches.

Los materiales cámbricos se presentan en numerosos afloramientos de límites fallados, dentro de una banda situada al sur de una línea que va desde Córdoba hasta Assumar, y al norte de la falla de Ficalho-Almonaster (Fig. 2). Estos afloramientos

pueden ser agrupados en función de su secuencia estratigráfica común en cubetas tectoestratigráficas (Liñán, 1984), de las que se han caracterizado una decena. Esta compartimentación de la cuenca original cámbrica en cubetas ha sido relacionada con el comienzo de una etapa distensiva que generó una amplia y fracturada fosa de *rift* (Liñán y Quesada, 1990).

A veces, estas cubetas sedimentarias presentan también un fuerte cambio de espesores de dirección O-E que puede ser interpretado como la presencia de un sistema secundario de *hemigraben* que introdujo una asimetría en los sis-

temas de depósito, que aumentarían su espesor cerca del borde activo de las fallas, cuyas pendientes serían permanentemente rejuvenecidas por la tectónica.

En la **figura 2** se observa la distribución de cada cubeta, a veces en afloramientos fracturados y desplazados por la tectónica hercínica.

Desde el punto de vista estratigráfico, la serie que corresponde al sector estudiado está constituida en la base por el llamado Complejo Volcánico-Sedimentario de origen marino (Liñán Guijarro, 1978), compuesto en su parte más alta por andesitas, lutitas y areniscas de la Formación San Jerónimo, que contiene cianobacterias (Liñán y Palacios, 1983) y pistas fósiles (Fedonkin *et al.*, 1985), correspondientes al sistema Véndico (hace entre 600 y 570 millones de años). Los materiales correspondientes al Cámbrico inferior comprenden la Formación

Torreárboles, la Serie de Campoallá y las Capas de Alanís (**Fig. 3**). La Serie de Campoallá contiene Arqueociatos de edad Ovetiense (hace aproximadamente 530 m.a) (Perejón, 1986), y las Capas de Alanís tienen Trilobites del piso Marianiense, pertenecientes a la llamada fauna de *Saukianda* (Richter & Richter, 1940; Sdzuy, 1962).

Las impresiones de medusas aparecen en la Formación Torreárboles, que representa los primeros sedimentos siliciclásticos originados como consecuencia del avance generalizado del mar en esa época en todo el dominio suroccidental de Iberia (Liñán y Gámez-Vintaned, 1993).

La Formación Torreárboles tiene un espesor medio de 400 m y consiste en conglomerados y areniscas del Miembro La Tierna y en pizarras y areniscas rojizas del Miembro Julia. Los materiales del Miembro inferior correspondían

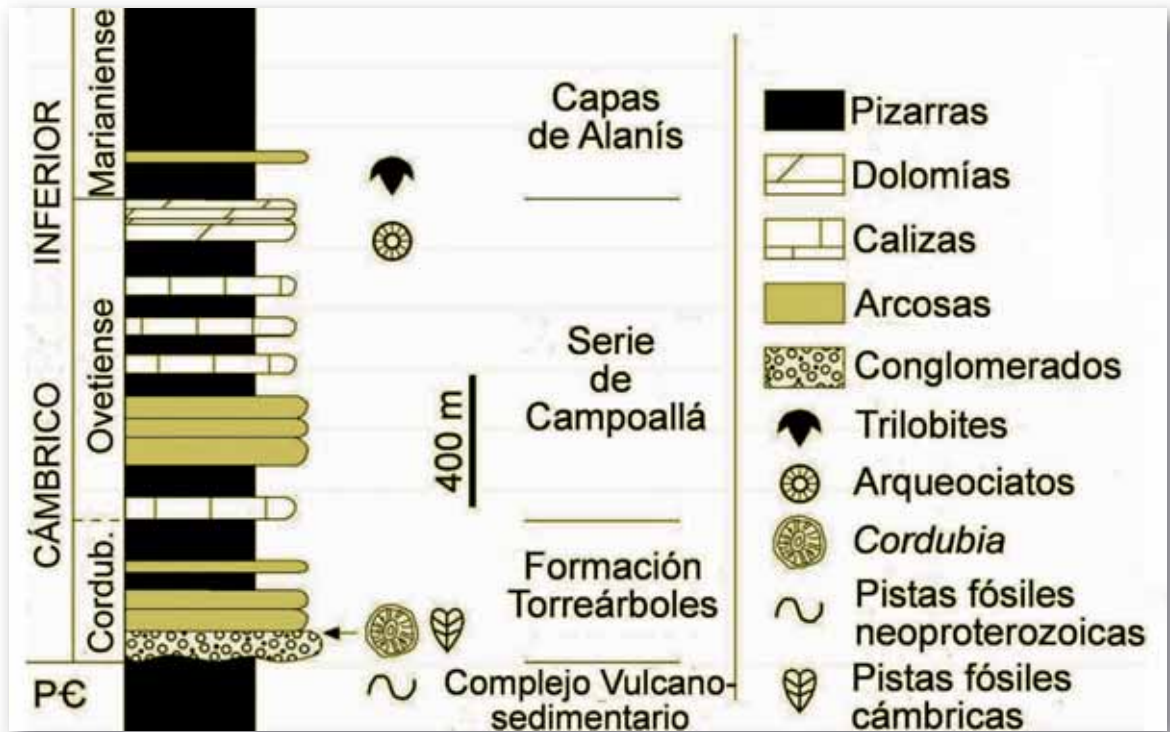


Figura 3. Columna estratigráfica de síntesis para el área estudiada.

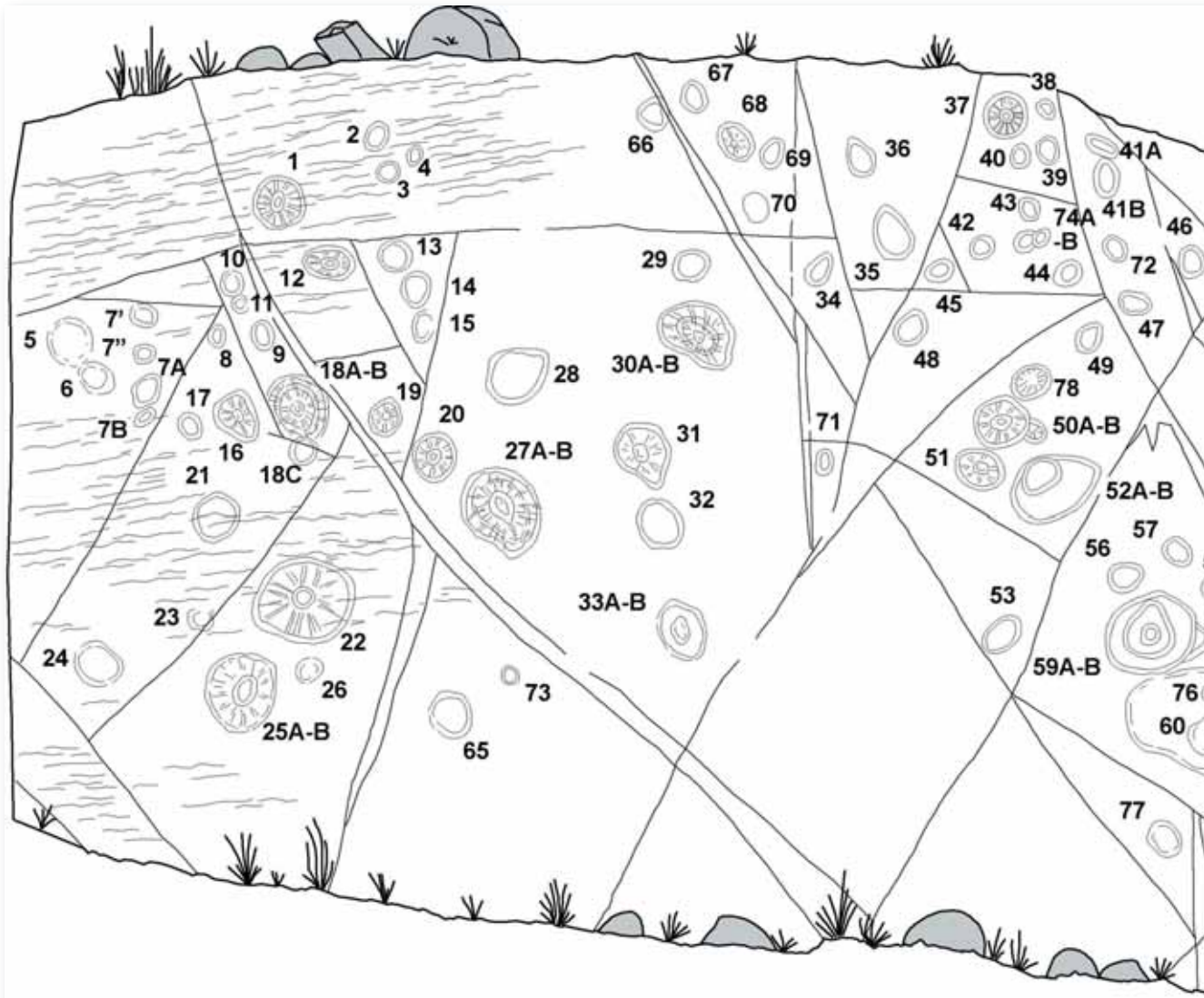


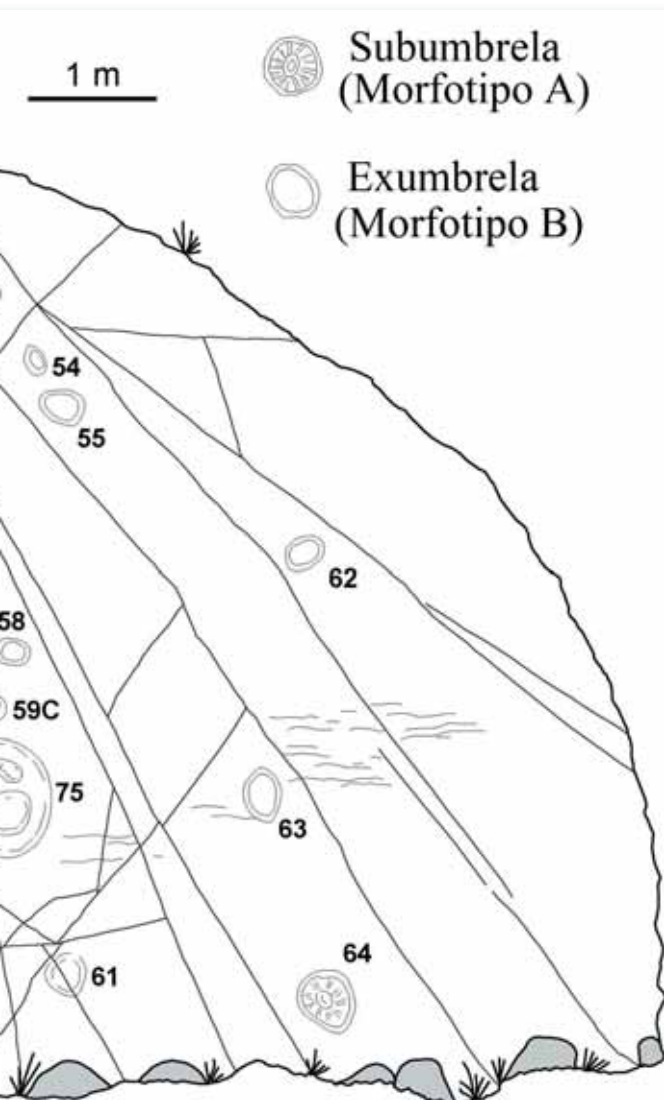
Figura 4. Esquema de la superficie de estratificación mostrando la disposición de los ejemplares de *Cordubia gigantea* Mayoral et al. 2004, las diaclasas y las marcas de corriente (ripples) de oscilación.

a ambientes de condiciones terrestres y marinas litorales, mientras que los del Miembro superior eran claramente sublitorales. La presencia de las pistas fósiles (Fedonkin *et al.*, 1985; Liñán, 1984) sugiere una edad Cordubiense (entre 540 y 530 m.a) para esta formación. La biota aquí estudiada corresponde a la parte inferior del Miembro La

Tierna, datada como la zona del Cámbrico más temprano (Gámez Vintaned y Liñán, 1996).

DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO

El yacimiento contiene una de las mayores concentraciones de animales discoideos de cuerpo blando conocidas en el registro fósil del Fanerozoico.



Se han contabilizado 90 ejemplares de hasta 88 cm de diámetro sobre la superficie de una delgada capa de grauvacas arcósicas (< 5 cm de espesor), que poseen una estructura interna formada por laminación paralela. Su exposición es muy buena, con una superficie que tiene cerca de 120 m² (15 m x 8 m), y con un buzamiento de 20° S (Fig. 4). Esta superficie

muestra también numerosas zonas con marcas de oleaje, conocidos como *ripples* de oscilación, de pequeña escala y de crestas rectas, que interaccionan directamente con los ejemplares y que sirven además como indicadores de las condiciones del medio en que se depositaron y que serán comentadas más adelante.

Actualmente, esta superficie está cubierta de líquenes y expuesta a las aguas de escorrentía, lo que unido al sistema de diaclasas y fracturas presentes, hacen que los ejemplares estén en serio peligro de destrucción y/o deterioro, por lo que es urgente su protección y conservación.

SISTEMÁTICA

La gran cantidad y el relativo buen estado de conservación de muchos ejemplares han permitido establecer un nuevo taxón, que se ha denominado *Cordubia* (en alusión al piso estratigráfico -Cordubiense- en el que aparecen) por Mayoral *et al.* (2004).

Las características diagnósticas del nuevo género son:

Impresiones discoideas conservadas en la parte superior del estrato, consistentes en dos surcos circulares o casi circulares, concéntricos o excéntricos, conectados por surcos rectos y radiales. Esta morfología, llamada morfotipo A, se asocia con otra que consiste en un solo surco circular o casi, llamado morfotipo B. Ambos morfotipos están ornamentados por hoyos de tamaño milimétrico, que son muy numerosos, dispuestos por toda la superficie, aunque se hallan mejor conservados en las zonas de los surcos radiales (Figs. 5 y 9). Ambos morfotipos se interpretan respectivamente, como las impresiones sub y exumbrelares de una medusa. El área encerrada dentro del surco externo suele ser generalmente lisa, aunque en algunos ejemplares es ligeramente convexa (Fig. 6) y en otros (morfotipos B), es ligeramente cóncava.



Figura 5. Holotipo de *Cordubia gigantea* Mayoral et al. 2004, correspondiente al morfotipo A. Se observa su sobreimposición a los ripples de oscilación de pequeña escala (a excepción del área central). También se observan las pequeñas depresiones circulares que ornamentan el ejemplar (flecha negra). Escala de la barra: 10 cm.



A este nuevo género se le ha asignado una especie, denominada *C. gigantea* Mayoral *et al.* 2004, cuyas características diagnósticas son:

Impresiones que presentan una relación de la anchura del surco externo/diámetro externo de 1/10 a 1/20 (Tabla 1) y una proporción de la anchura del surco externo/anchura surco interno de 1/1.0 a 1/2.1.

La anchura de los surcos radiales aumenta hacia el margen externo y es muy similar al espaciado que existe entre ellos.

MATERIAL

Se han reconocido veinte ejemplares del morfotipo A (entre ellos el holotipo, Fig. 5) y setenta del morfotipo B.

Las medidas de los ejemplares mejor conservados (Tabla 1) son compatibles con un crecimiento alométrico, de tal forma que la anchura del surco externo aumenta conforme lo hace el diámetro externo, y esta misma relación tiende a disminuir conforme aumenta el tamaño del cuerpo al crecer. Por otra parte, el orden de la simetría radial aumenta con el tamaño del cuerpo.

MORFOTIPO B			MORFOTIPO A								
E	D	AS	E	DE	ASE	NSR	DI	ASI	ESR	PSI	
25 A	64 x 67	---	1	43 x 50	2.5	36	15 x 15	1-1.5	1.5-2	C	
28	51 x 59	2.5-3	12	30 x 33	2	24-25	12 x 10	1	---	S	
29	35 x 40	3	16	35 x 37	1-1.5	25	18 x 16	1	0.7	S	
34	28 x 28	1.5	22	80 x 88	3-3.5	40	19 x 17	1.5	1	S	
35	45 x 45	1.5	27 A	55 x 67	2.5-3	40	19 x 21	2	---	S	
36	49 x 49	1.5	30 A	56 x 60	2.5-3	40	28 x 26	2	1	S	
48	27 x 29	2.5	37	34 x 36	1.5	25	15 x 15	1-1.5	0.7-1	S	
49	25 x 26	3-4.5	50 A	35 x 37	2	25	13 x 13	1	---	S	
52 A	26 x 31	1.5	50 B	18 x 18	2	>9	5 x 7	1	---	C	
53	25 x 28	2.5	51	28 x 27	1.5	> 16	9 x 11	1.5	---	C	
56	25 x 26	3	60								
57	21 x 23	2.5	64								
58	23 x 26	3									
59 A	66 x 73	3.5-5									
59 B	41 x 30	2.5									
65	55 x 56	---									
66	29 x 32	2.6									
67	20 x 23	1.9									
68	32 x 34	2.3									
69	23 x 25	2									
70	20 x 23										
71	18 x 21										

Tabla 1. Parámetros biométricos para los morfotipos A y B de *Cordubia gigantea* Mayoral *et al.* 2004. E: ejemplar; D: Diámetro; AS: Anchura surco; DE: Diámetro exterior; ASE: Anchura surco externo; NSR: Número de surcos radiales; DI: Diámetro interno; ASI: Anchura surco interno; ESR: espaciado entre surcos radiales; PSI: posición del surco interno.

CONSIDERACIONES TAFONÓMICAS

Todas las impresiones fósiles descritas se encuentran en el techo de un estrato de grauvacas arcósicas de grano grueso. Junto a escasas madrigueras circulares, aparece una concentración de unos 90 ejemplares de *Cordubia gigantea*, más o menos próximos entre sí. En algunos

con las impresiones (Fig. 5). Además, en muchos casos, las impresiones se superponen a los *ripples* y los cortan. En algunas muestras obtenidas por sondeos, se puede observar también que justo debajo de la zona de los surcos externos, la laminación paralela interna de la roca se halla deformada, presumiblemente por

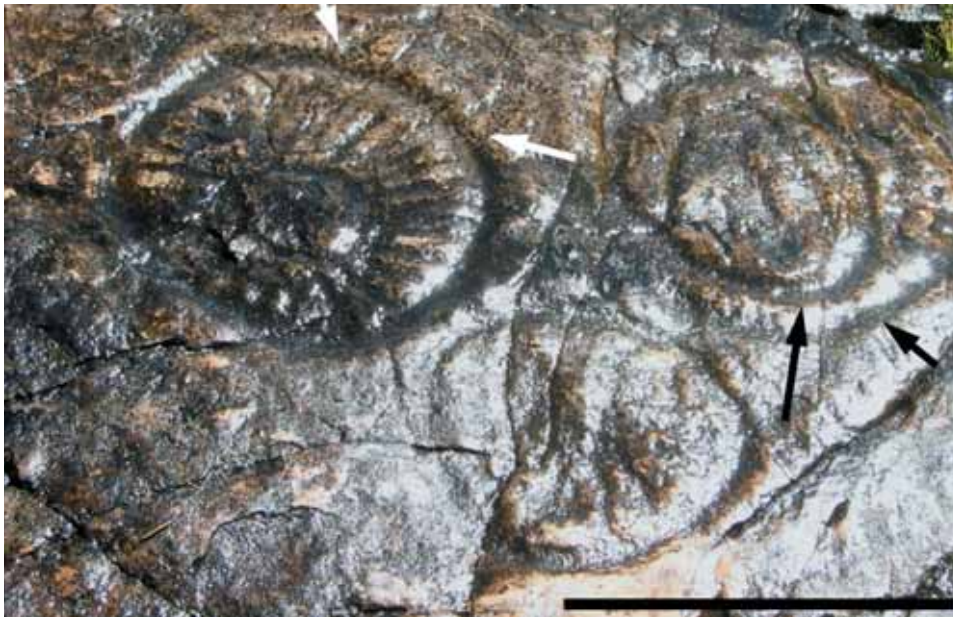


Figura 7. Superposición de varios ejemplares correspondientes a los morfotipos A (flechas blancas) y morfotipos B (Flechas negras). Escala de la barra: 35 cm.

casos existen indicios de sobreimposición de cuerpos, tanto en morfologías subumbrelares como exumbrelares (Fig.7). Sin embargo, no se han encontrado impresiones de costado, por lo que en esta posición los cuerpos debieron ser poco estables. Esto está de acuerdo con la reconstrucción paleobiológica de la forma, más próxima a un disco que a un cono.

La base discoide se encuentra ligeramente retocada por las corrientes disponiéndose los ejes mayores perpendiculares o paralelos a la dirección del oleaje, que se deduce a partir de los *ripples* de corriente conservados junto

el peso del animal al quedar enterrado. (Fig. 8).

Por otra parte, se han encontrado pequeñas madrigueras endógenas (*Planolites montanus*; Fig. 9), así como pistas (*Cochlichnus* ichnosp.) que ocasionalmente discurren por encima de los surcos circulares o radiales. Otras pistas fósiles como los icnogéneros *Circulichnis* y *Monomorphichnus* también están presentes en el plano de estratificación. Por último, el hecho de que algunas diaclasas afecten y desplacen los surcos de algunas impresiones indicaría que éstas son anteriores a la formación de este fenómeno tectónico, lo cual junto a todos los datos anteriores, es

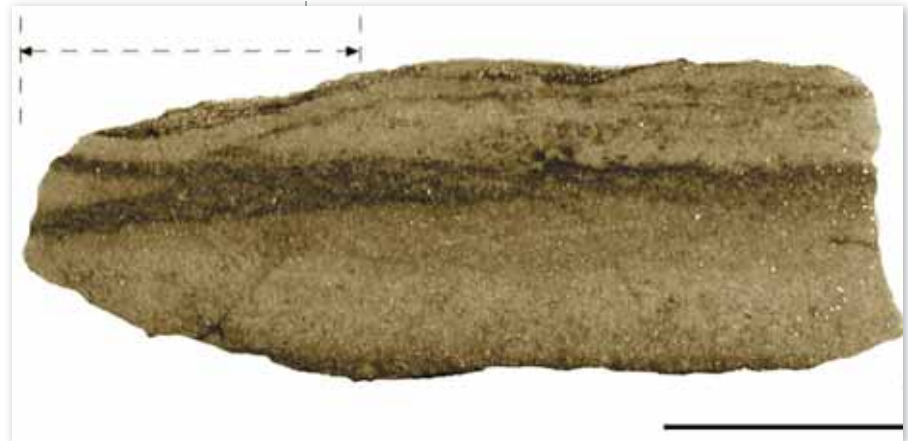


Figura 8. Sección transversal del sedimento situado debajo de un ejemplar del morfotipo B. Se puede observar cómo la laminación paralela horizontal se deforma debajo del área correspondiente al surco externo. Escala de la barra: 1 cm.

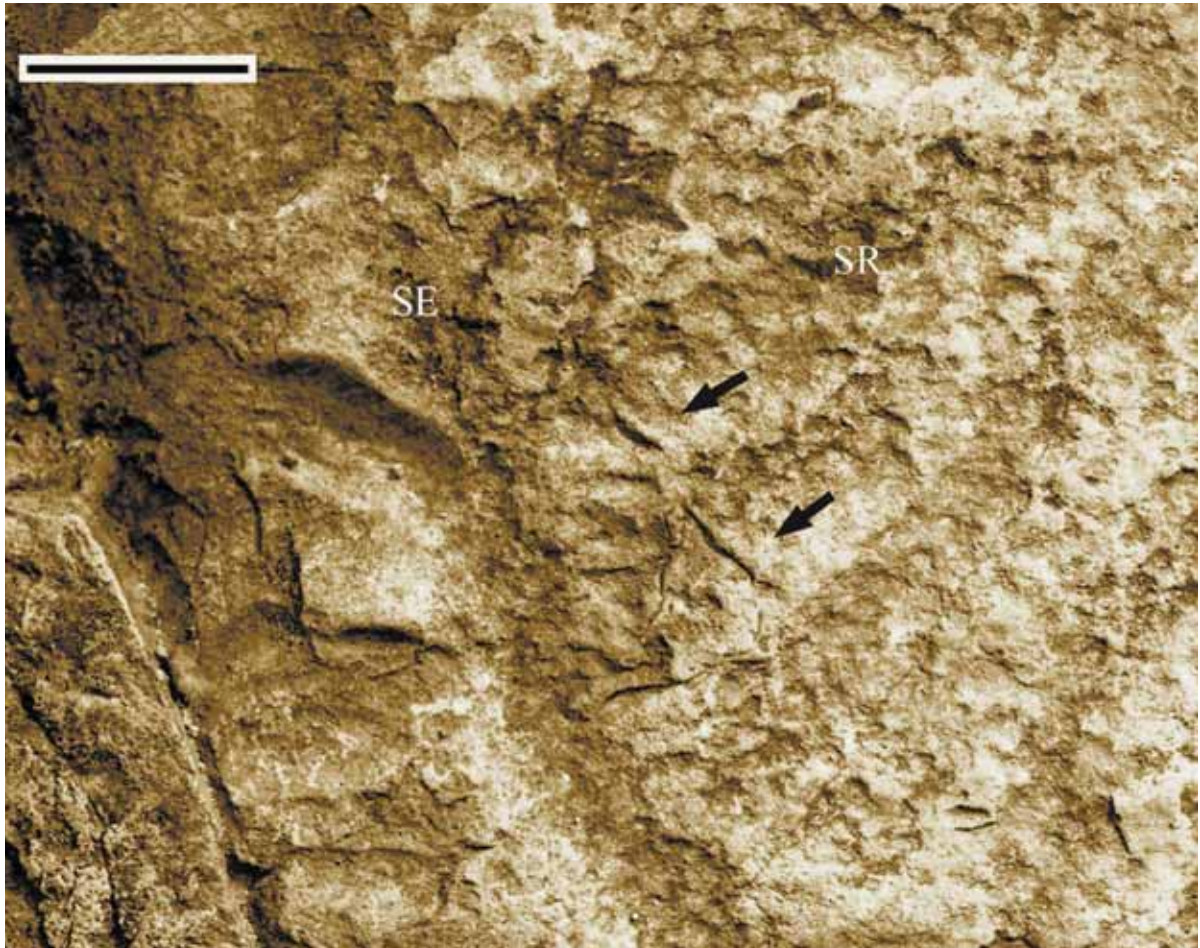


Figura 9. Vista parcial del holotipo de *Cordubia gigantea* Mayoral et al. 2004. Las flechas negras indican la posición de pistas fósiles (*Planolites montanus*) que se superponen a los surcos radiales y a las áreas intermedias. Se observa también la existencia de numerosas depresiones circulares ornamentando el ejemplar. SE: Surco externo; SR: Surco radial; SI: Surco interno. Escala de la barra: 3 cm.

una prueba más irrefutable, de que estos registros pertenecen a cuerpos fósiles y que no son petroglifos.

como celentéreos hidrozoos muy similares al género actual *Aequorea*.

RECONSTRUCCIÓN PALEOBIOLOGICA

Las dos morfologías se interpretan como las impresiones umbrelares (ex y subumbrelares) correspondientes a varios individuos de la misma especie. La cara exumbrelar sería lisa y de altura pequeña debido a la ausencia de pliegues internos. El surco externo en ambas caras es

CONTEXTO PALEOAMBIENTAL

Para que el registro de estos cuerpos blandos se pueda producir es necesario invocar un episodio altamente energético y de corta duración. Los sedimentos que se originan en este contexto son denominados tempestivas arenosas, algunas de las cuales han sido suficientemente documentadas por Seilacher (1982) y

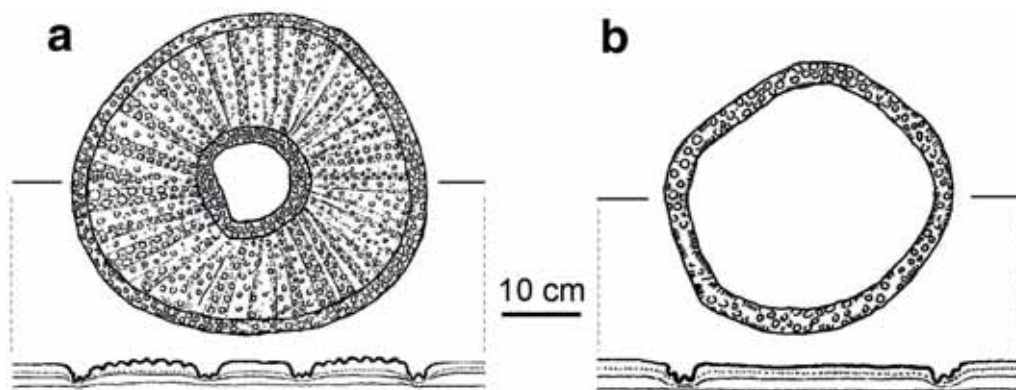


Fig. 10 a y b. : esquemas de morfotipos A y B y su conservación. c: Reconstrucción paleobiológica de *Cordubia gigantea* Mayoral et al. 2004.

de anchura y proporciones similares y se interpreta como el canal anular de la umbrela. La cara subumbrelar poseería una boca retráctil como se deduce de las medidas del surco interno que estaría rodeándola a modo de canal bucal. El hecho de la excentricidad de la boca se interpreta como que la subumbrela sería ligeramente cónica. Los radios de la subumbrela se interpretan como canales radiales de unión entre el canal anular y el canal bucal. Una reconstrucción hipotética del organismo puede verse en la **Figura 10 a-c**.

Estas características morfológicas y ontogenéticas permiten interpretar estos moldes externos de las antiguas medusas

también han sido invocadas para explicar la conservación de algunos cuerpos fósiles de la fauna de Ediacara (Gehling, 1987). Así, el registro de la biota de Constantina se debió presumiblemente a una concentración postmortem de cuerpos de medusas discoidales (mortalidad en masa) y a un rápido enterramiento sobre una playa después de un episodio tormentoso.

Al mismo tiempo, las pistas fósiles asociadas indican la presencia de una fauna marina marginal, que bioturbaría un sustrato arenoso y blando. Los ripples de oscilación sugieren por otra parte, que se formaron en unas aguas muy someras de muy baja energía.

BIBLIOGRAFÍA

FEDONKIN, M., LIÑÁN, E. y PEREJÓN, A. 1985. Icnofósiles de las rocas precámbrico-cámbricas de la Sierra de Córdoba. España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección de Geología)*, 81 (1983): 125-138.

GÁMEZ VINTANED, J. A. y LIÑÁN, E. 1996. Significant ichnological data during the Neoproterozoic-early Cambrian transition in Iberia. In: *II Field Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Groups. International Subcommission on Cambrian Stratigraphy. Spain, 13-21 September 1996. Field trip guide and abstracts*. E. Liñán, J.A. Gámez Vintaned y R. Gozalo (eds.): 101-102. Universidad de Zaragoza, Zaragoza,

GEHLING, J.G. 1987. A Cnidarian of actinian-grade from the Ediacaran pound subgroup, South Australia. *Alcheringia*, 12: 299-314.

LIÑÁN, E. 1984. Introducción al problema de la paleogeografía del Cámbrico de Ossa-Morena. *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 8: 283-314.

LIÑÁN GUIJARRO, E. 1978. *Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada. 212 pp.

LIÑÁN, E. y GÁMEZ-VINTANED, J. A. 1993. Lower Cambrian palaeogeography of the Iberian Peninsula and its relations with some neighbouring European areas. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 164 : 831-842.

LIÑÁN, E. y QUESADA, C. 1990. Part V Ossa-Morena Zone. 2 Stratigraphy. 2.2 Rift Phase (Cambrian). In: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. R.D. Dallmeyer, y E. Martínez García, (eds.): 259-266. Springer-Verlag, Berlin.

LIÑÁN, E. y PALACIOS, T. 1983. Aportaciones micropaleontológicas para el conocimiento del límite Precámbrico-Cámbrico en la Sierra de Córdoba, España. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 69: 227-234.

LOTZE, F. 1945. Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotektonische Forschungen*, 6: 78-92.

MAYORAL, E., LIÑÁN, E., GÁMEZ VINTANED, J.A., MUÑIZ, F. y GOZALO, R. 2004. Stranded jellyfish in the Lowermost Cambrian (Corduban) of Spain. *Revista Española de Paleontología*, 19, (2): 191-198.

PEREJÓN, A. 1986. Bioestratigrafía de los arqueociatos en España. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 9 (1984): 213-265.

RICHTER, R. & RICHTER, E. 1940. Die Saukian-da-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europäischen Ober-Kambrium. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 450: 1-88.

SDZUY, K. 1962. Trilobiten aus dem Unter-Kambrium der Sierra Morena (S-Spanien). *Senckenbergiana lethaea*, 43: 181-229.

SEILACHER, A. 1982. Distinctive features of sandy tempestites. In: *Cyclic and event stratigraphification*. G. Einsele y A. Seilacher (eds): 333-349. Springer-Verlag, Berlin.

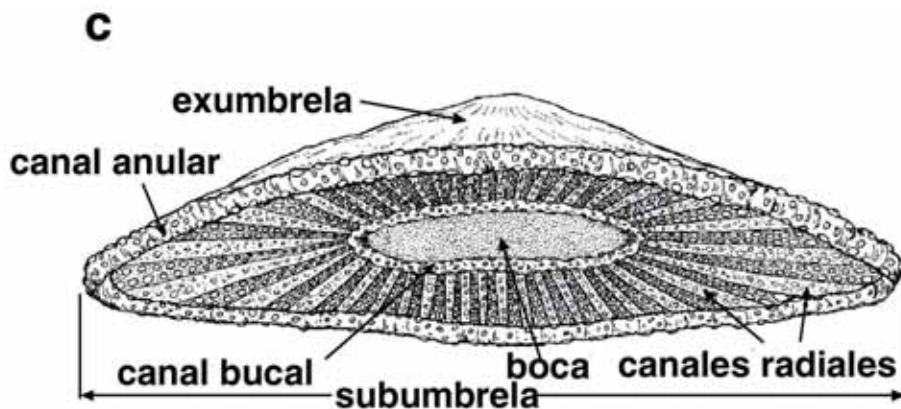


Fig. 10 c. Reconstrucción paleobiológica de *Cordubia gigantea* Mayoral et al. 2004.