

LOS ICNOFOSILES DE LA FORMACION TORREARBOLES (¿PRECAMBRICO?-CAMBRICO INFERIOR) EN LOS ALREDEDORES DE FUENTE DE CANTOS, BADAJOZ

E. Liñán(x)

(x) Departamento de Paleontología. Universidad de Zaragoza.

Resumen

Se estudian en una localidad de Sierra Morena los icnofósiles que contiene la Formación Torreárboles en la que el autor consideró en 1979 que se debería situar el límite Precámbrico-Cámbrico, y se reconocen en el miembro superior los taxones *Margaritichnus*, *Rusophycus*, *Tomaculum*, *Monocraterion*, *Laevicyclus*, *Gordia*, *Gyrolithes*, *Arthropycus alleghaniensis*, *Phycodes* aff. *palmatum*, *P.* aff. *pedum*, *Cochlichnus?*, *Scolicia?*, *Planolites mantanus*, *Planolites* sp., *Monomorphichnus bilinearis*, *Skolithos*, y otros especímenes de taxonomía aún no conocida. Si admitimos una edad Cámbrico inferior para *Phycodes pedum* y para aquéllos icnofósiles (*Monomorphichnus bilinearis*, *Rusophycus* gr. *radwanskii* y *Tomaculum*) que se interpretan como producidos por tribolites o artrópodos, y observamos también la similitud morfológica entre las formas de *Gyrolithes* de Sierra Morena y las citadas por FEDONKIN en el Tommotiense de la URSS, hemos de concluir que la parte alta del miembro superior de la Formación Torreárboles (miembro Julia) pertenece en el área estudiada al Cámbrico inferior y que al menos parte de la Formación Torreárboles puede ser paralelizada en el tiempo con las series del Tommotiense de la Unión Soviética, lo que vendría corroborado por la edad de los trilobites situados por encima de esta formación.

Abstract

The author studies the ichnofossils of Torreárboles Formation (Precambrian-Cambrian boundary) from a locality of Sierra Morena, Spain. The taxa discovered are

the following: *Margaritichnus*, *Rusophycus*, *Tomaculum*, *Monocraterion*, *Laevicyclus*, *Gordia*, *Gyrolithes*, *Arthro-
phycus alleghaniensis*, *Phycodes aff. palmatum*, *P. aff.
pedum*, *Cochlichnus?*, *Scolicia?*, *Planolites montanus*,
Planolites sp., *Monomorphichnus bilinearis*, *Skolithos*
and another unknown taxa. The present stratigraphical
associations suggest a Cambrian age for the high part
of Torreárboles Formation and that this formation can
be compared with the Tommotian stage series of the
URSS. This propose agrees with age of the Trilobites
situated above the Torreárboles Formation.

INTRODUCCION

La presente nota pretende resaltar la presencia en Sierra Morena de trazas de actividad orgánica producidas por metazoos y que se encuentran por debajo de niveles con Trilobites, considerados por el momento como los más antiguos de Europa (LIÑAN y SDZUY, 1979). Ello fue puesto de manifiesto por el autor al estudiar la geología de la Sierra de Córdoba, y se pretende ahora dar a conocer otros yacimientos descubiertos al realizar un corte por la vía del ferrocarril, a la altura del cortijo de Doña Julia, sito al sur de Fuente de Cantos.

Los materiales en los que se encuentran estos icnofósiles pertenecen a la Formación Torreárboles, definida en la Sierra de Córdoba. Mediante el trabajo realizado se ha podido reconocer la relativa continuidad de esta formación hasta las proximidades de Fuente de Cantos, en donde se nos muestra también con los dos miembros típicos con que fué definida. Dada la constancia a escala regional de estos miembros, se pretende aquí definirlos formalmente según la Guía Internacional de Nomenclatura Estratigráfica y con el fin de que puedan ser utilizados en las correlaciones cartográficas de menor escala.

Por último, se aborda el estudio de los taxones presentes en el citado corte de Doña Julia, para deducir a partir de ellos las conclusiones bioestratigráficas locales respecto al problema del límite Precámbrico-Cámbrico.

II. DEFINICION DE LOS MIEMBROS DE LA FORMACION TORREARBOLES

Como ya se ha mencionado, la Formación Torreárboles fue cartografiada con sus dos miembros estratigráficos, a lo largo de varios cientos de Km². El hecho de que en algunos puntos concretos la formación no estuviera representada y que en estos puntos se produjeran cambios laterales a facies más conglomeráticas, antes de su desaparición definitiva, aconsejó no nominar a los miembros, sin saber si estos nombres tendrían un uso práctico. Los datos actuales permiten deducir que la desaparición de estos materiales y los cambios laterales que lleva aparejada, son debidos más al paleorrelieve existente que a cambios significativos de sedimentación, por lo que se proponen formalmente los nombres de Tierna y Julia respectivamente para los miembros inferior y superior, que pueden ser reconocidos en amplias extensiones dentro de la banda de materiales que se extiende al norte de la alineación de Olivenza-Monesterio. Las características que cada miembro pueden verse en LIÑAN, 1979, p. 45.

Miembro Tierna.- Es el más inferior de los miembros y debe su nombre a que aflora extensamente en la entrada de la finca La Tierna, que está situada en las inmediaciones de Alcolea de Córdoba. Es un miembro predominantemente arenoso, con cantos de naturaleza poligénica (lutitas y cuarcitas principalmente) que se encuentran dispersos o en paleocanales. Las capas disminuyen de potencia y se hacen exclusivamente conglomeráticas cuando la formación va a acuñarse. Su contenido en icnofósiles es cualitativa y cuantitativamente escaso; en el contacto con el miembro superior aparece *Skolithos* y *Planolites*.

Miembro Julia.- El más superior de los miembros, debe su nombre al cortijo de Doña Julia donde ha sido estudiado su contenido paleontológico. Hacia la base, predominan los bancos de areniscas inmaduras de colores variables, pero frecuentemente rojizos, y que se suceden verticalmente con niveles lutíticos que van poco a poco reemplazando en abundancia a los niveles areniscosos.

En el corte de Doña Julia se encuentran *Rusophycus* sp., *Tomaculum*

sp., *Margaritichnus sp.*, *Monocraterion sp.*, *Laevicyclus sp.*, *Gordia sp.*, *Gyrolithes sp.*, *Arthrophyeus alleghaniensis* (HARLAND, 1831), *Phycodes aff. pedum* SEILACHER 1955, *P. aff. palmatum* (HALL 1852), *Monomorphichnus bilinearis* CRIMES 1970, *Cochlichnus? sp.*, *Scolicia? sp.*, *Planolites montanus* RICHTER 1937 y otros icnofósiles de difícil insercción, por el momento, en sistemática.

Este miembro contiene en su base una facies intermareal con icnofósiles típicos y poco abundantes. Hacia su parte superior se pasa a facies submareal lo que coincide con la desaparición de las estructuras aéreas y con el aumento en el número y variedad de los icnofósiles en las capas.

La extensión observada de esta formación permite poner en sinonimia con ella a los términos inferiores de la Serie Clástica Inferior (LOTZE, 1961, GUTIERREZ ELORZA et al., 1971), Capas de Bodonal (VEGAS, 1971), y Formación Usagre (CHACON, 1976).

3. TAXONOMIA

La mayoría de los icnofósiles descritos proceden del cortijo de Doña Julia y se encuentran depositados en el Departamento de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

Icnogénero RUSOPHYCUS Hall 1852

La definición de *Rusophycus* no permite una diagnosis inequívoca que lo diferencie en todos los casos de *Cruziana* (HANTZSCHEL, 1975). Ambos géneros fueron puestos en sinonimia por SEILAGER en 1970, por ser producidos por el mismo organismo. Los ejemplares recolectados se incluyen en este icnogénero por interpretar que fueron producidos sin que el organismo se desplazara sensiblemente.

Rusophycus sp.

Lám. I, fig. 1-2; Lám. II, fig. 1b.

Litofacies y número de ejemplares.- Cinco ejemplares de conservación variable, que se presentan como epirrelieve negativo en pi-

zarras y como hiporrelieve positivo en areniscas. Uno de ellos (lám. I, fig. 1) es endógeno y atraviesa una fina alternancia de lutitas y areniscas.

Descripción.- Todos los ejemplares tienen en común una parte inicial paralela al plano de estratificación, seguida por otra parte algo más ancha e inclinada. La primera parte es bilobada, de contorno ovalado y dimensiones variables según los especímenes. Puede ser lisa o presentar estrías gruesas dirigidas hacia la parte segunda de las huellas; estas estrías se unen en el surco central formando un ángulo de 160-170°. La anchura y profundidad del surco central es variable, pero en general sus rasgos son acusados.

La segunda parte tiene al principio una inclinación menor de 45°, pero en la muestra endógena se observa que después de un cierto recorrido se incurva rápidamente y forma un ángulo de 90°. En esta muestra, la sección final es de 5x3,3 cm. La ornamentación está siempre presente; la forman estrías gruesas y espaciadas (hasta 7) que en el centro son perpendiculares al surco central pero que al llegar a los laterales se incurvan hacia la primera parte, que queda más elevada, rodeándola y formando una especie de base inclinada.

La longitud de ambas partes medida en proyección sobre el plano horizontal es más elevado que otro. Las medidas de los ejemplares son las siguientes:

Muestra	largo	ancho	alto
LDJ1/4/9	7	4,5	0,8
LDJ1/4/10a	2,4	2,3	0,3
LDJ1/4/10b	4	3,9	0,1
LDJ1/4/10c	3,9	3,5	0,9
LDJ1/4/18	2,4	1,7	0,5

En los cinco ejemplares, el análisis de las medidas indica que la relación longitud/altura oscila entre algo más de cuatro y algo menos de nueve; la relación longitud/anchura varía entre un poco más de uno y algo menos de dos; y la relación anchura/altura entre más de cuatro y menos de ocho. El escaso número de ejemplares recolectado y la variación de medidas observada parece aconsejar por el momento utilizar una nomenclatura abierta.

Interpretación paleobiológica.- Los ejemplares 10a, b y c, se encuentran alineados en una dirección subparalela a trazas de *Gordia*, pero la orientación del cuerpo del organismo al producirlas era distinta según las muestras (lám. I, fig. 2). El espaciado tampoco obedece a un comportamiento definido ya que dos de las huellas se tocan mientras que la tercera está separada a 3 cm. De acuerdo con la interpretación dada por autores anteriores, las huellas podrían estar producidas por un artrópodo, correspondiendo la parte inicial a las escarbaduras producidas por las garras de los endopoditos abdominales y la segunda parte a las producidas por los apéndices cefalotorácicos. No obstante, si tenemos en cuenta el criterio de las "v", en posición de descanso el organismo movería los apéndices desde atrás hacia adelante, es decir en sentido contrario que cuando supuestamente se desplaza.

Comparación.- Uno de los ejemplares es claramente una huella endógena como *Cruziana dispar* LINNARSSON, 1869, pero las estrías no forman en la especie de Suecia elipses concéntricas que van envolviéndose unas a otras. Por la existencia de dos partes situadas en distintos planos y por el cambio de ángulo que presentan las estrías de una y otra parte se incluirían dentro del grupo (en el sentido de SEILACHER, 1970) de *R. radwanski* ALPERT, 1976 icnoespecie que también presenta estrías concéntricas; pero el grosor de las mismas en las formas españolas es mayor por lo que se trata de una especie distinta. La proporción entre los dos estadios presentes es también distinta (el doble de los ejemplares de California) pero este criterio sólo puede ser empleado cuando se esté seguro de que la erosión no existió.

Distribución estratigráfica.- Los ejemplares proceden de la parte superior de la Formación Torreárboles que suele situarse regionalmente por debajo de la Formación Pedroche del Cámbrico inferior bajo (Ovetiense) que contiene trilobites que representarían la zona I de HUPE e incluso más bajos (LIÑAN y SDZUY, 1979). Estos datos coinciden con la edad de *R. radwanski* en Estados Unidos y Polonia por lo que es posible que este grupo represente un comportamiento definido de artrópodos en un momento dado de la

transición Precámbrico-Cámbrico y pueda ser utilizado como criterio estratigráfico. Esto vendría corroborado porque en la Sierra de Córdoba, los especímenes de *Rusophycus* procedentes de la Formación Pedroche y asociados a *Lemdadella linaresae* LIÑAN y SDZUY, 1979, que están siendo estudiados por el autor, presentan ya una morfología (a nivel de grupo) diferente.

Asociaciones.- Se asocia en el mismo estrato con *Gordia* sp., *Laevicyclus* sp. y *Monocraterion* sp. y *Tomaculum* sp.

Ichnogénero TOMACULUM Groom, 1902

Tomaculum sp.

Lám. I, fig. 3

Litofacies y número de ejemplares.- Cinco ejemplares bien conservados como cuerpos arenosos en una lámina de lutitas de color ceniza que alternan con láminas de arenisca.

Descripción.- Todos los ejemplares tienen una anchura menor de 0,5 mm y su longitud varía de unos ejemplares a otros de 2-5 mm. Lo más destacado de estos cuerpos negros es que se presentan al final de *Rusophycus*, que lo hacen a lo largo de toda su anchura, y que se disponen paralelos entre sí y con el surco central de la huella bilobada.

Interpretación paleobiológica.- Por su composición y por su posición respecto a *Rusophycus*, se interpretan como pelets fecales de Artrópodos.

Comparación.- Sus menores dimensiones, y el que se encuentren aislados y paralelamente dispuestos entre sí, los diferencia de la icnoespecie *problematicum*, típica del Ordovícico.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*.

Ichnogénero MARGARITICHNUS Bandel, 1973

Margaritichnus sp.

Lám. I, fig. 4-6.

Modo de preservación y número de ejemplares.- Tres ejemplares aislados y otros seis u ocho formando un rosario, como nódulos de areniscas que atraviesan niveles alternantes de pizarras y areniscas.

Descripción.- Formas nodulares aplastadas por los polos, a veces atravesadas por las capas, y con uno de los polos menos prominente que el otro y menos nítido por lo que pueden confundirse con *Bergaueria*. La sección es subcircular al principio, y se hace subelíptica y más pequeña con la profundidad. El plano de aplastamiento de los polos está inclinado ligeramente, de modo que la profundidad no es simétrica alrededor del eje que pasa por los polos. En los ejemplares aislados, hay una ornamentación lateral de estrías concéntricas escalonadas, que en los ejemplares dispuestos arrosariadamente está menos marcada o ausente. En estos últimos, algunos individuos muestran una especie de constricción que puede interpretarse como la unión de dos huellas secantes. Algunas láminas de sedimento atraviesan la estructura desdibujando sus contornos momentáneamente.

Muestra	Diám. mayor	Diám. menor	Prof. mayor	Prof. menor
LDJ1/4/19	3,2	3,1	1,5	1,3
LDJ1/4/21	2,9	-	1,2	1,0
LDJ1/4/20	4,1	-	-	1,0
LDJ1/4/14a	3,0	1,9	1,1	0,9
LDJ1/4/14b	3,0	1,7	-	-
LDJ1/4/14c	-	-	1,2	-
LDJ1/4/14e	3,2	2,0	-	-
LDJ1/4/14f	1,8	1,3	1,0	0,8

Los parámetros expresados en centímetros indican que la profundidad es el parámetro menos variable, y que las huellas con constricciones agrupadas son presumiblemente debidas a dos huellas que se cortan.

Comparación.- El tamaño y la forma tan aplastada las diferencia de otras especies conocidas del Carbonífero y del Pérmico.

Asociaciones.- Con *Planolites* y *Rusophycus*

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*.

ICNOGÉNERO MONOCRATERION Torell, 1870

Monocraterion sp.

Lám. I, fig. 7.

Modo de preservación y número de ejemplares.- Un ejemplar parcialmente roto y conservado en areniscas como hiporrelieve convexo.

Descripción.- Huella cónica que comienza con un diámetro de 3,4 cm y que a los 0,5 cm de profundidad extrangula su sección y pasa a tener 1,4 cm de diámetro. Este segundo cono está roto en el ejemplar estudiado pero no parece de más profundidad que el precedente. En el hiporrelieve se nota una especie de foso circular bastante ancho y que rodea a la parte cónica.

La asociación, distribución estratigráfica y edad como en *Rusophycus*.

ICNOGÉNERO LAEVICYCLUS Quenstedt, 1879

Laevicyclus sp.

Lám. II, fig. 1c

Modo de preservación y número de ejemplares.- Quince ejemplares sobre una misma superficie, espaciados y sin relación aparente. Conservados en areniscas como hiporrelieve cóncavo.

Descripción.- Formas hemisféricas comprimidas lateralmente (crateriformes en el hiporrelieve conservado) de 2-5 mm. de tamaño y con un pequeño canal central. No se observa más de una línea concéntrica.

La asociación, distribución estratigráfica y edad son las de *Rusophycus*.

ICNOGÉNERO GORDIA Emmons, 1844

Gordia sp.

Lám. II, fig. 1a.

Modo de preservación y número de ejemplares.- Tres especímenes procedentes del cortijo de Doña Julia y uno del Cuartel de Barrancones, próximo a Buenas Bodas (Toledo). Conservados sobre el muro de un nivel de areniscas.

Descripción.- Huellas unilobadas, incurvadas ligeramente y dispuestas sobre la superficie del estrato espaciadas unas de otras y con una dirección subparalela. Las medidas son:

Muestra	Distancia recorrida	anchura en mm
LDJ1/4/10d	30	1,5
LDJ1/4/10e	30	1,5
LDJ1/4/10f	10	1,0
H-9401	31	1,5

Cuestiones etológicas.- Los ejemplares estudiados proceden del Precámbrico y/o Cámbrico inferior bajo (Ovetiense) y todos presentan huellas espaciadas, cortas y unidireccionales. Por el contrario, otros especímenes recolectados por el autor (lám. III, fig. 3-4) procedentes del Cámbrico inferior (Marianiense) de Huelva, tienen recorridos más largos y se incurvan sobre sí mismos entrecruzándose, lo que nos indica un comportamiento distinto del animal que las produjo. Este segundo tipo de huellas se encuentran en la Formación Alternancias de Cumbres, cerca de la estación de Cumbres Mayores, y en las margas de Herrerías al sur de la Sierra del Bujo.

Asociaciones.- Los ejemplares del corte de Doña Julia tienen las mismas asociaciones que *Rusophycus*. El ejemplar de Toledo se asocia también a *Rusophycus* del grupo *radwanski*.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*. El ejemplar toledano se sitúa en la base del miembro II de las Areniscas del Azorejo y su edad por criterios regionales debe ser Cámbrico inferior bajo (Ovetiense).

Ichnogénero GYROLITHES Saporta, 1884

Gyrolithes sp.

Lám. II, fig. 2-4.

Modo de preservación y número de ejemplares.- Tres especímenes conservados como areniscas dentro de pizarras.

Descripción.- Huellas endógenas helicoidales cuyo vector traslación es extremadamente corto y perpendicular al estrato, y cuyo radio de enrollamiento aumenta rápidamente con la profundidad. El diámetro de la sección aumenta también con el recorrido, y varía según los ejemplares. La forma de la sección es comprimida en el ejemplar de mayor tamaño, y más redondeada en los otros dos.

Las medidas en centímetros son: el diámetro mayor y menor de la última vuelta (a) y (b) respectivamente; la magnitud del vector traslación (c) y el diámetro máximo de la sección (d).

MUESTRA	a	b	c	d
LDJ1/4/11	4,4	3,5	0,8	1,1
LDJ1/4/12	2,6	2,0	-	1,2
LDJ1/4/13	3,5	2,5	-	1,2

Comparación.- Se parece a *Gyrolithes?* sp. figurado por FEDONKIN en 1977, si bien los especímenes de la plataforma rusa tienen un enrollamiento más apretado y circular, las dimensiones son distintas y en las fotos no se observa estriación transversal.

Asociaciones.- Con *Planolites*.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*.

Icnogénero ARTHROPHYCUS Hall, 1852

Arthropycus alleghaniensis (HARLAND, 1831)

Lám. II, fig. 5.

Preservación y número de ejemplares.- Tres ejemplares endógenos que atraviesan pizarras.

Descripción.- Huella bifurcada de tamaño variable. El espécimen mayor tiene una sección comprimida de diámetro entre 2,5-4 mm, unas constricciones transversales espaciadas y netas, y en algu

nas regiones un surco longitudinal central. El espécimen menor es de sección más redondeada de 2mm de diámetro y con las constricciones transversales menos marcadas.

Comparación.- Las medidas de la sección son algo menores que las de los especímenes originales y que las de los citados por ALPERT (1978) en California. El ejemplar más pequeño puede confundirse con *Phycodes* si la ornamentación no se conservara bien.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*

ICNOGÉNERO PHYCODES Richter, 1850

Phycodes aff. *pedum* SEILACHER, 1955

Lám. II, fig. 6b y 7.

Preservación y número de ejemplares.- Dos ejemplares rellenos de arenisca.

Descripción y comparación.- Para la descripción véase SEILACHER, 1955 y más recientemente CRIMES et al., 1976. Los burrows se montan unos encima de otros y se bifurcan perpendicularmente al plano de estratificación; esto les da una dirección seudoparalela y los hace parecidos a *P.* aff. *pedum* del norte de Gales (CRIMES, 1970). Cada burrow mide 0,4-0,5 cm de longitud y el conjunto se dispone de forma más o menos semicircular.

Asociaciones.- Se asocia en la misma superficie con *Planolites* sp. y *P.* aff. *palmatum*.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*.

Phycodes aff. *palmatum* (HALL, 1852)

Lám. II, fig. 6a

Preservación y número de ejemplares.- Un sólo ejemplar conservado como huella endógena rellena de areniscas.

Descripción.- Para la inclusión sistemática de esta icnoespecie véase SEILACHER 1955, OSGOOD 1970 y CRIMES et al., 1977. El ejemplar es una larga huella inicial de 2 cm., por 0,25 mm que es

relevada por otra de dirección oblicua de 3 cm. de longitud. Este segundo tramo comienza a ramificarse de forma palmada a partir del primer centímetro de recorrido. Las ramificaciones tienen 2-3 mm de longitud y un ángulo muy agudo.

Asociaciones, distribución estratigráfica y edad.- Como *P. aff. pedum*.

Ichnogénero MONOMORPHICHNUS Crimes, 1970

Monomorphichnus bilinearis CRIMES, 1970

Lám. II, fig. 8a.

Preservación y número de ejemplares.- Tres ejemplares dispuestos paralelamente, como hiporrelieve convexo de un banco de areniscas laminadas. Dos de ellos en buen estado de conservación.

Descripción.- Cada ejemplar consta de numerosas marcas sinuosas y subparalelas que se disponen en trenes (sets), formados por 1-3 marcas cada uno que a lo largo del recorrido pueden unirse entre sí. El número de sets es variable en cada ejemplar, y puede llegar hasta diez. Las marcas más profundas suelen situarse en un lateral del ejemplar. En el individuo del centro, el set más marcado coincide con la parte media del lateral; en los otros ejemplares este carácter no es patente.

Discusión.- Los caracteres descritos concuerdan bien con la especie tipo, aunque el recorrido en algunos especímenes es mayor y las marcas más finas. Las variaciones presentes en el número de marcas por tren y en la profundidad de las mismas sugieren que *M. multilineatus* ALPERT 1976 podría ser un sinónimo de *M. bilinearis*.

Asociaciones.- Con *Cochlichnus?* sp. y *Phycodes* sp.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*

Ichnogénero COCHLICHNUS Hitchcock, 1858

Cochlichnus? sp.

Lám. II, fig. 8b y 9

Preservación y número de ejemplares.- Un ejemplar en semirrelieve cóncavo bien conservado y otro más pequeño peor conservado, sobre un banco de arenisca laminadas.

Descripción.- El ejemplar mayor es una huella sinuosa de más de 8 cm de longitud cuya anchura aumenta progresivamente con el recorrido. En función de la anchura se distinguen dos partes: una primera de unos 4 cm de longitud y de anchura entre 0,2 cm al principio y 0,25 al final; y una segunda de anchura inicial 0,4 y final de 0,5 cm. Ambas partes se hallan unidas por un burrows relleno de arenisca, perpendicular a la superficie. Existen otros burrows a lo largo de la huella y se sitúan siempre en los puntos donde ésta cambia de dirección si bien no siempre el cambio de dirección viene acompañado de huellas de este tipo.

Discusión.- Las huellas de este tipo, es decir sinuosas, de trazo do regular, situadas en el plano de estratificación y que se inclinan o verticalizan a intervalos sin abandonar la dirección general, como es el caso de las icnoespecies *kochi* LUDWIG y *serpens* WEBBY, han sido indistintamente incluidas en *Cochlichnus* (HANS TZSCHEL, 1965 y 1975; WEBBY, 1970) o en *Planolites* (LUDWIG, 1869; ALPERT, 1975). La ramificación perpendicular a los estratos las hace más afines con *Phycodes* que con la definición original de *Planolites* (no ramificado), pero por otra parte, la regularidad del trazado es un criterio etológico muy utilizado en la distinción de icnogéneros, y en el caso de que no se incluyera en *Cochlichnus*, probablemente habría que crear un género nuevo para este grupo.

Asociación, Distribución estratigráfica y edad.- Como *Monomorphychnus*.

ICNOGÉNERO SCOLICIA de Quatrefages, 1849

Scolicia? sp.

Lám. III, fig. 1.

Preservación y número de ejemplares.- Tres ejemplares mal conservados como semirrelieve cóncavo y convexo, en un banco de arenisca.

Descripción.- Huellas bilobadas cortas con depresión central ligeramente sinuosas y con ornamentación transversal poco marcada.

Distribución estratigráfica y edad.- Como *Rusophycus*

Ichnogénero PLANOLITES Nicholson, 1873

Planolites montanus RICHTER, 1937

Lám. III, fig. 2 y 2a.

Preservación y número de ejemplares.- Numerosas huellas como semirrelieve de un banco de areniscas.

Observaciones.- Huellas endógenas de corto recorrido vertical que se inclinan al final del mismo. Pueden ser rectas o incurvadas, de sección aplastada o más raramente subredondeada. Según el tamaño de la sección se distinguen dos tipos extremos que miden respectivamente 1-1,5 y 0,5 mm o incluso menos, pero también hay ejemplares intermedios. La sección que es constante puede engrosarse hacia la mitad en algunos especímenes.

Su distribución puede verse en la fig. 2.

4. CONCLUSIONES

Los miembros I y II de la Formación Torreárboles pueden ser reconocidos en una amplia extensión en Sierra Morena, particularmente al norte de la alineación Olivenza-Monesterio. En este trabajo se denominan formalmente Tierna y Julia, por orden de sedimentación.

El miembro Julia contiene en la mayoría de las localidades observadas, una variada muestra de icnofósiles que indican una continuidad de ciertos metazoos por debajo de las faunas de Trilobites y Arqueociatos de Sierra Morena.

La presencia de *Phycodes pedum* y de huellas atribuidas a artrópodos y trilobites como *Rusophycus*, *Monomorphichnus* y *Tomaculum*, son consideradas por muchos autores como típicas del Cámbrico

(SEILACHER, 1955; ALPERT, 1977; FØYN y GLAESSNER, 1979). Si aceptamos este supuesto y vemos la posición estratigráfica de estos icnofósiles por debajo de trilobites de una edad Cámbrico inferior bajo, la Formación Torreárboles se dataría como ¿Precámbrico?-Cámbrico inferior. Según esto, las icnospecies de *Rusophycus* pertenecientes al grupo *radwanskii* serían indicativas de una edad Cámbrico inferior bajo.

La presencia de especímenes de *Gyrolithes* con ciertas semejanzas con los que cita FEDONKIN, 1977 en el Tommotiense de la URSS sugieren que al menos parte de la Formación Torreárboles pueda paralelizarse con las series de esta edad de la plataforma de Este de Europa.

Este trabajo ha sido realizado dentro del Programa Internacional de Correlación Geológica como una contribución al Proyecto 29 (Precambrian-Cambrian Boundary) (UNESCO-IUGS).

BIBLIOGRAFIA

- ALPERT, S.P. (1976).- "Trilobite and Stark-like trace fossils from the White-Inyo Mountains, California". *J. Paleont.*, 50 (2), p. 226-239.
- ALPERT, S.P. (1977).- "Trace fossils and the basal Cambrian boundary". In Crimes & Harper (ed.). *Trace fossils 2*. *Geol. J. Spec. Iss.*, 9, p. 1-8.
- ALPERT, S.P. (1978).- "Trace fossils of the Precambrian-Cambrian succession, White-Inyo Mountains, California". *Univ. Microf. Int.*, 162p. (mem. inéd.).
- BANDEL, K. (1967).- "Trace fossils from two Upper Pennsylvanian sandstones in Kansas". *Univ. Kansas Paleont. Contrib.*, 18, p. 1-13.
- BANDEL, K. (1973).- "A new name for the ichnogenus "Cylindrichnus". BANDEL, 1967. *J. Paleont.*, 47, p. 1002.
- BRASIER, M.D.; HEWITT, R.A. y BRASIER, C.J. (1978).- "On the Late Precambrian-Early Cambrian Hartshill Formation of Warwickshire". *Geol. Mag.*, 115 (1), p. 21-36.
- CRIMES, T.P. (1970a).- "The significance of trace fossils in sedimentology-stratigraphy and palaeoecology with examples from Lower Palaeozoic strata". In: *Trace fossils*. *Geol. J. Spec. Iss.*, 3, p. 101-126.
- CRIMES, T.P. (1970b).- "Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales". *Geol. J.*, 7: p. 47.
- CRIMES, T.P.; LEGG, I.; MARCOS, A. y ARBOLEYA, M. (1977).- "Late Precambrian-low Lower Cambrian trace fossils from Spain". In Crimes & Harper (ed.).: *Trace fossils 2*. *Geol. J. Spec. Iss.*, 9, p. 91-138.
- CHACON, J. (1976).- "Outline of the Precambrian in the Central Ossa Morena (Badajoz, España)". *Libro Guía exc. Iberian Península Meeting UNESCO-IUGS, IGCP. U. Granada*.

- FEDONKIN, M.A. (1977).- "Precambrian-Cambrian ichnocoenoses of the east European platform". In T.P. Crimes & Harper (ed.). Trace fossils 2. Geol. J. Spec. Iss., 9, p. 183-193.
- FØYN, S. & GLAESSNER, M.F. (1979).- "Platysolenites, other animal fossils, and the Precambrian-Cambrian transition in Norway". Norsk Geol. Tidssk., 59, p. 25-46.
- GLAESSNER, M.F. (1969).- "Trace fossils from the Precambrian and basal Cambrian". Lethaia, 2 (4), p. 369-393.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; HERNANDEZ ENRILE, J.L. y VEGAS, R. (1971).- "Los grandes rasgos geológicos del Sur de la Provincia de Badajoz y Norte de Huelva". Bol. Geol. Min., 82, (3/4), p. 269-273.
- HAKES, W.G. (1976).- "Trace fossils and depositional environment of four clastic units, Upper Pennsylvanian megacyclogenites, Northeast Kansas". Univ. Kansas Paleont. Contrib., 63, 46 p.
- HALL, J. (1852).- "Paleontology of New York". vol. 2, 362 p, State New York. Albany.
- HANTZSCHEL, W. (1965).- "Vestigia invertebratorum et problematica". Fossilium Catalogus, I. Animalia, 108, 142 p. W. Junk (s'Gravenhage).
- HANTZSCHEL, W. (1975).- "Trace fossils and problematica: In Treatise on invertebrate paleontology". C. Teichert (ed.). Part W, supplement 1, 269 p. Geol. Soc. Am., & Univ. Kansas (Boulder, Col.; Lawrence, Kans.).
- LENDZION, K. (1972).- "Stratygrafia Kambru Dolnego Na obszarze Podlasia". Inst. Geol. Biul., 233 (6), p. 69-157.
- LINNARSSON, J.G.O. (1869).- "On some fossils found in the Eophyton Sandstone at Lugnas in Sweden". Geol. Mag., 6, p. 393-406, lám. 11-13 (Translated from: Ofvers. Kongl. Vetensk. Akad. Forhandl., 1869, p. 1-16).

- LIÑAN, E. (1979).- "Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba".
Tes. Doct. Univ. Granada, 191, 212 p.
- LIÑAN, E. y SDZUY, K. (1979).- "A trilobite from the Lower Cambrian of Córdoba (Spain) and its stratigraphical significance". *Senckenbergiana lethaea*, 59 (4/6), p. 387-399.
- LOTZE, F. (1961).- "Estratigraphie". En Lotze y Sdzuy "Das Kambriums Spaniens". *Akad. Wiss. Lit. Abh. mathem. naturwiss.*, Kl. 6, p. 1-216. Traducción española por J. Gómez de Llarena (1970): *El Cámbrico de España. Estratigrafía. Mem. Inst. Geol. Min. España*, 75, p. 1-256.
- LUDWIG, R. (1869).- "Fossile Pflanzenreste aus den paläolithischen Formationen der Umgebung von dillenburg, Biedenkopf und Friedberg und aus dem Saafeldischen". *Paleontographica*, 17, p. 105-128.
- ORLOWSKI, S.; RADWANSKI, A. y RONIEVICZ, P. (1970).- "The trilobite ichnocoenoses in the Cambrian sequence from the Holy Cross Mountains. In: "Trace fossils". *Geol. J. Special Iss.*, 3, p. 345-360.
- OSGOOD, R.G. Jr. (1970).- "Trace fossils of the Cincinnati area". *Paleontograph. Amer.*, 6 (41), p. 281-444.
- RADIG, F. (1964).- "Die lebensspur Tomaculum problematicum GROOM 1902 im Llandeilo der Iberischen Halbinsel". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 119 (4), p. 12-18.
- RICHTER, R. (1937).- "Marken und Spuren aus allen Zeiten". I-II *Senckenbergiana*, 19, p. 150-169.
- SEILACHER, A. (1955a).- "Spuren und Lebensweise der Trilobiten". In: Schindewolf y Seilacher: *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*". *Abh. Akad. Wiss. Mainz mathem., naturwiss. Kl.*, p. 342-372.

- SEILACHER, A. (1955b).- "Spuren und Fazies im Unterkambrium".
In: Schindewolf y Selacher: Beitrage Zur Kenntnis des
Kambriums in der Salt Range (Pakistan). Abh. Akad.
Wiss. Mainz mathem.-natur wiss. Kl., p. 373-399.
- SEILACHER, A. (1970).- "Cruziana stratigraphy of "non-fossili-
ferous" Palaeozoic sandstones". In: Trace Fossils.
Geol. J. Spec. Iss., 3, p. 447-476.
- VEGAS, R. (1971).- "Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y
Sur de España. El problema de la existencia de Cámbrico
en el Valle de Alcuía y en las Sierras de Cáceres
y N de Badajoz". Estudios Geol., 27, p. 419-425.
- WEBBY, B.D. (1970).- "Late Precambrian trace fossils from New
South Wales". Lethaia, 3(1), p. 79-109.

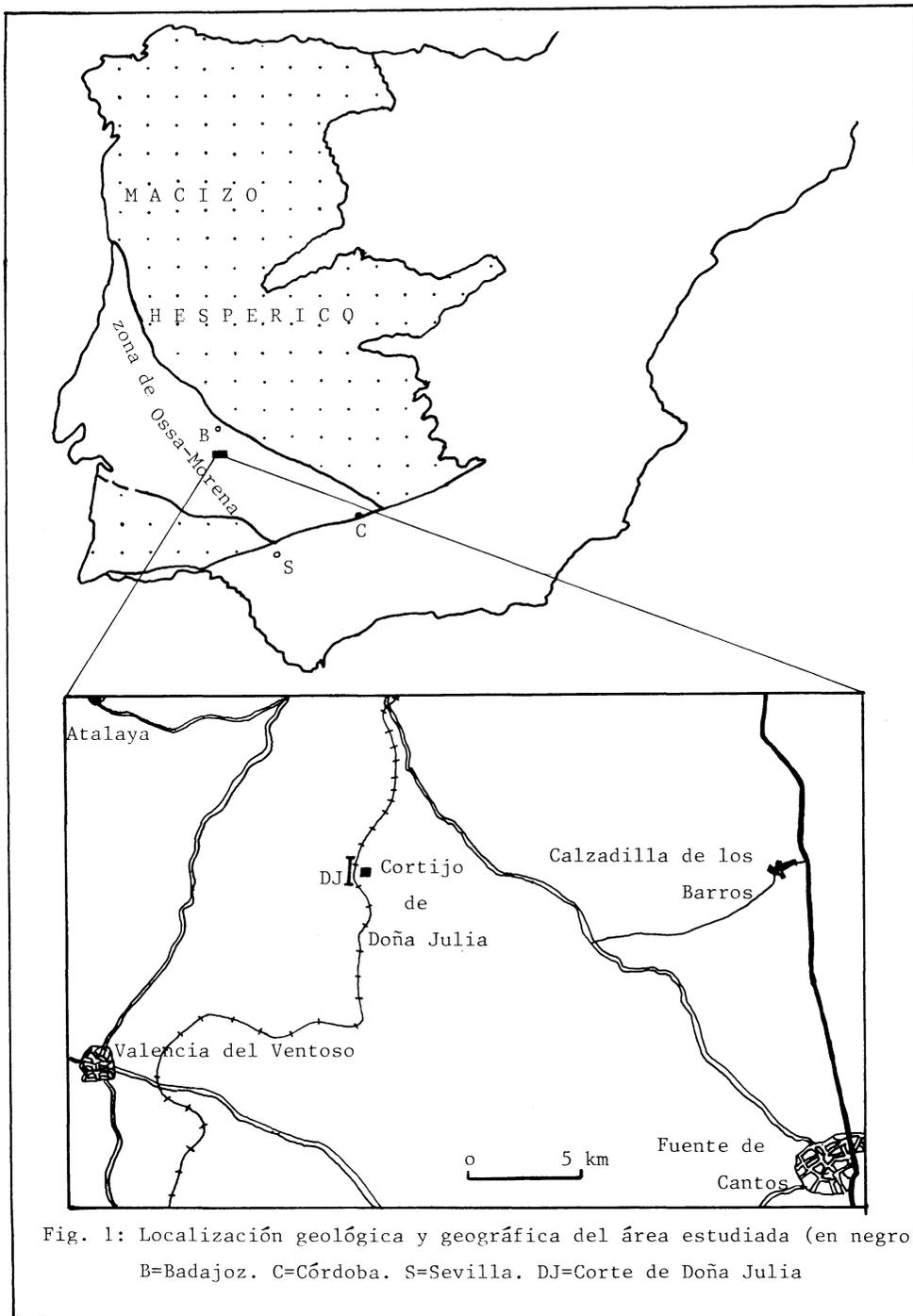
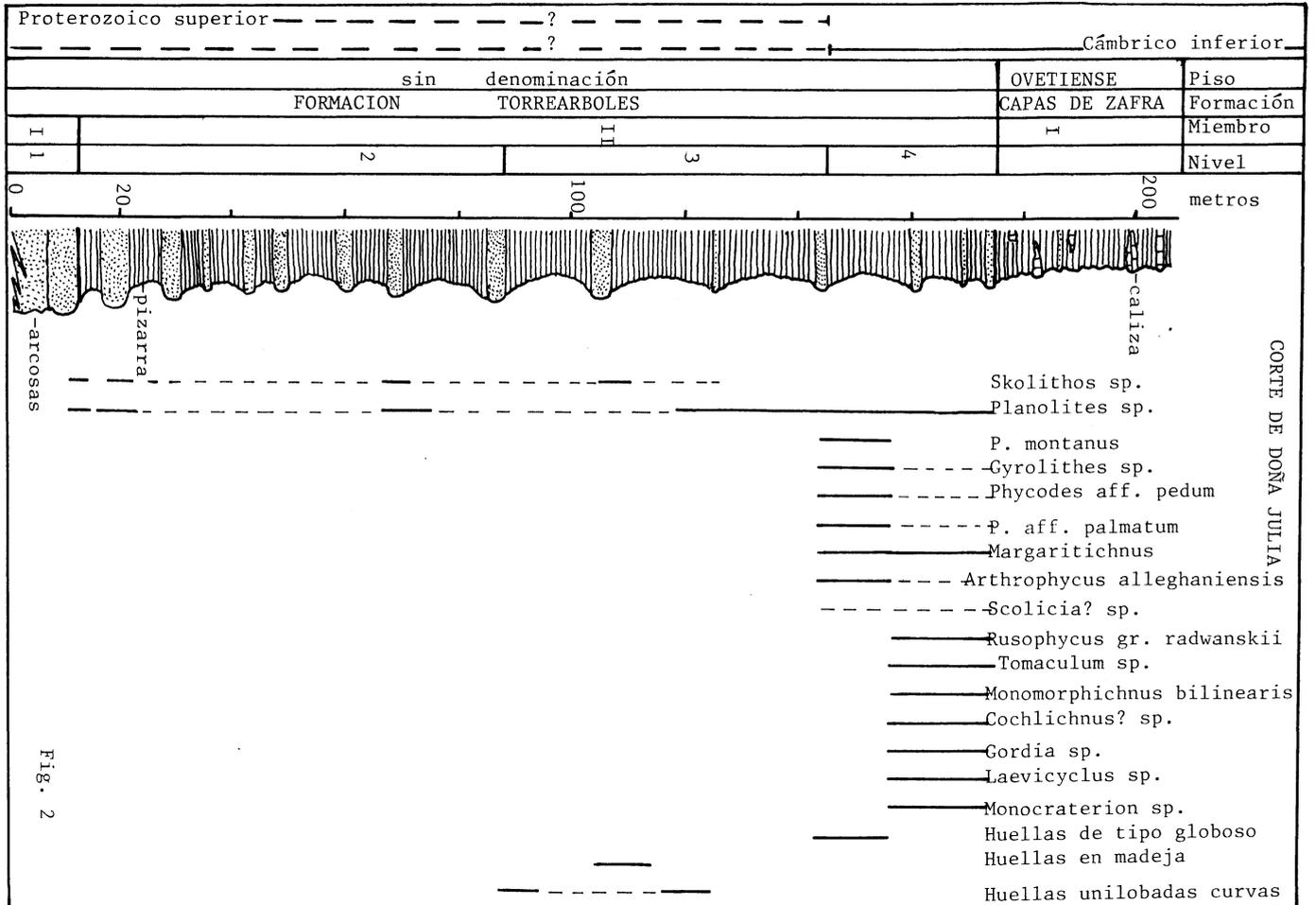


Fig. 1: Localización geológica y geográfica del área estudiada (en negro)
 B=Badajoz. C=Córdoba. S=Sevilla. DJ=Corte de Doña Julia



EXPLICACION DE LAS LAMINAS

LAMINA I

Rusophycus sp.

Fig. 1: Huella endógena con dos partes bien diferenciadas por su tamaño y disposición espacial. La más ancha, con marcas de escarbatura casi envolventes, x0,6. LDJ1/4/9

Fig. 2: Obsérvese la distinta orientación de los dos ejemplares y el menor relieve que presentan, x 0,6. LDJ1/4/10

Tomaculum sp.

Fig. 3: Cinco ejemplares indicados por las flechas y dispuestos paralelos al surco central de *Rusophycus*. x 1. LDJ1/4/9.

Margaritichnus sp.

Fig. 4: Rosario formado por ocho ejemplares que frecuentemente se superponen. x 2. LDJ1/4/14.

Fig. 5a: Ejemplar visto por su base menor. x 0,6. LDJ1/4/19

Fig. 5b: El mismo visto de perfil. x 1.

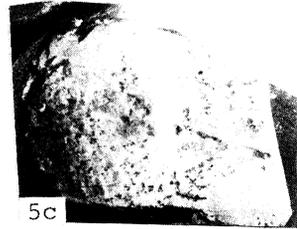
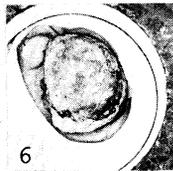
Fig. 5c: Ejemplar anterior visto por su base mayor. x 1.

Fig. 5d: El mismo visto desde otro lateral. x 1.

Fig. 6: Ejemplar aislado. Obsérvese el parecido que presenta con *Bergaueria*. x 0,6. LDJ1/4/21

Monocraterion sp.

Fig. 7: Ejemplar incompleto. x 1. LDJ1/4/1.



LAMINA II

Laevicyclus sp.

Fig. 1: Numerosos ejemplares (c), asociados a *Rusophycus* (b) y *Gordia* (a). x 1. LDJ1/4/10.

Gyrolithes sp.

Fig. 2: Nótese la amplitud de la vuelta en relación a su sección y las estrías tan marcadas que presenta. x 1. LDJ1/4/11.

Fig. 3: Obsérvese el mayor diámetro de la sección. x 1. LDJ1/4/13.
La parte inferior está atravesada por una huella tipo Planolites.

Fig. 4: Ejemplar poco marcado. x 2. LDJ1/4/12.

Arthropycus alleghaniensis (HARLAND 1831)

Fig. 5: Dos ejemplares de distinto tamaño. Están constituidos por una huella que se bifurca hacia la mitad de su recorrido. x 1. LDJ1/4/4.

Phycodes aff. *palmatum* (HALL 1852)

Fig. 6a: Obsérvese que a partir del truncamiento de la dirección, comienzan las pequeñas bifurcaciones laterales. x 2.
LDJ1/4/6.

Phycodes aff. *pedum* SEILACHER 1955

Fig. 6b: Ejemplar semicircular. x 2. LDJ1/4/6

Fig. 7: Ejemplar de forma semicircular y recorrido sinuoso. Obsérvese el progresivo aumento del tamaño de la sección. x 0,8. LDJ1/4/7

Monomorphichnus bilinear CRIMES 1970

Fig. 8a: Tres ejemplares dispuestos paralelamente. x 1. LDJ1/4/2

Cochlichnus? sp.

Fig. 8b: Obsérvese su asociación con *Monomorphichnus*. x 1.
LDJ1/4/2.

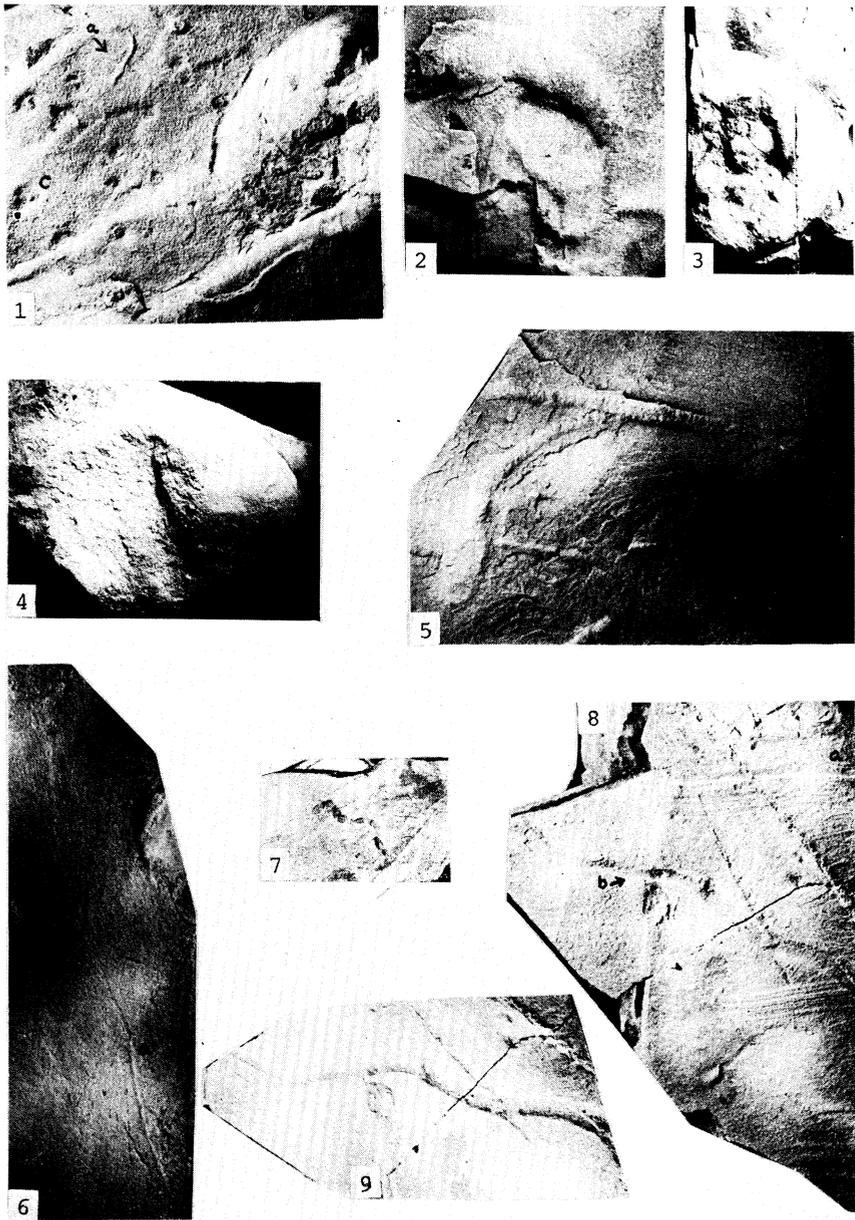


Fig. 9: Detalle del anterior. Obsérvese el aumento progresivo de la sección y las interrupciones periódicas por huellas verticales. x 1.

LAMINA III

Scolicia? sp.

Fig. 1: Dos ejemplares en mal estado de conservación. Obsérvese en el más inferior la existencia de una depresión central y de estrías transversales. Aproximadamente x 1. LDJ1/4/8

Planolites montanus RICHTER 1937

Fig. 2: Observar las variaciones morfológicas de los ejemplares en función del grosor de la sección y de la incurvación. Aproximadamente x 1. LDJ1/4/25.

Fig. 2a: Detalle del tipo morfológico 1.

Gordia sp.

Fig. 3: Muestra procedente del Cámbrico inferior (Marianiense) de Cumbres Mayores (Huelva). x 1,5. LD1/1/1.

Fig. 4: Especimen procedente de las margas de Herrerías (Marianiense) en la localidad de la Sierra del Bujo, cerca de Cala (Huelva). x 1,5. LBU/0/15.

Fig. 5: Estructuras endógenas que se presentan como cuerpos globosos de arenisca dentro de pizarras, con una cierta relación entre sí. x 0,6. LDJ1/4/15.

Fig. 6: Huellas enigmáticas de epirrelieve negativo. x 1. LDJ1/3/3
Estas formas de madejas son exclusivas del nivel 3 del miembro Julia.

Fig. 7: Huella unilobada arqueada y de gran anchura. Se presenta como epirrelieve negativo y es exclusiva del nivel 3 del miembro Julia. Origen desconocido. Aproximadamente x 1. LDJ1/3/1.

