

MORFOLOGIA DE TRAZAS FOSILES EN DOS AFLORAMIENTOS DE «ARENISCA DE NARANCO» (DEVONICO MEDIO) DE ASTURIAS (NW. DE ESPAÑA)

Por
J. C. M. GARCIA-RAMOS (*)

RESUMEN

Este estudio describe la morfología de trazas fósiles diferenciando 24 géneros (uno de ellos nuevo) inéditos en el Devónico medio de Asturias. Consiste en un trabajo previo encaminado a obtener datos hidrodinámicos, batimétricos y paleoecológicos y su relación con las facies sedimentarias. La composición de los sedimentos es esencialmente detrítica, predominando las areniscas en la parte inferior y las alternancias de limolitas, pizarras y dolomías en la superior. El conjunto se ha depositado en condiciones litorales y marinas someras bajo la influencia de mareas, lo que viene confirmado por el estudio de trazas fósiles. La presencia aquí de algunos icnogéneros tales como *Nereites*, *Helminthopsis*, *Gordia*, etc., citados habitualmente en zonas más profundas (facies flysch) nos hace pensar en este caso en un control esencialmente litológico y por tanto hidrodinámico, más bien que batimétrico.

ABSTRACT

This study is describing the morphology of 24 ichnogenera of the middle Devonian trace fossils of Asturias (Spain). One of them is a new ichnogenus. This is a previous work to obtain hydrodynamic, bathymetric and palaeoecologic features and its relation with sedimentary facies. In the lower sequence, sediments are predominantly sandstones and in the upper sequence are sandstones, silstones, shales, and bioclastic dolostones. These are littoral and shallow marine deposits tidally influenced and it is ratified by trace fossils. Some ichnogenus so as *Nereites*, *Helminthopsis*, *Gordia*, etc., typically from deeper facies (flysch) appear in these environments due to hydrodynamic and lithologic control more than bathymetric one.

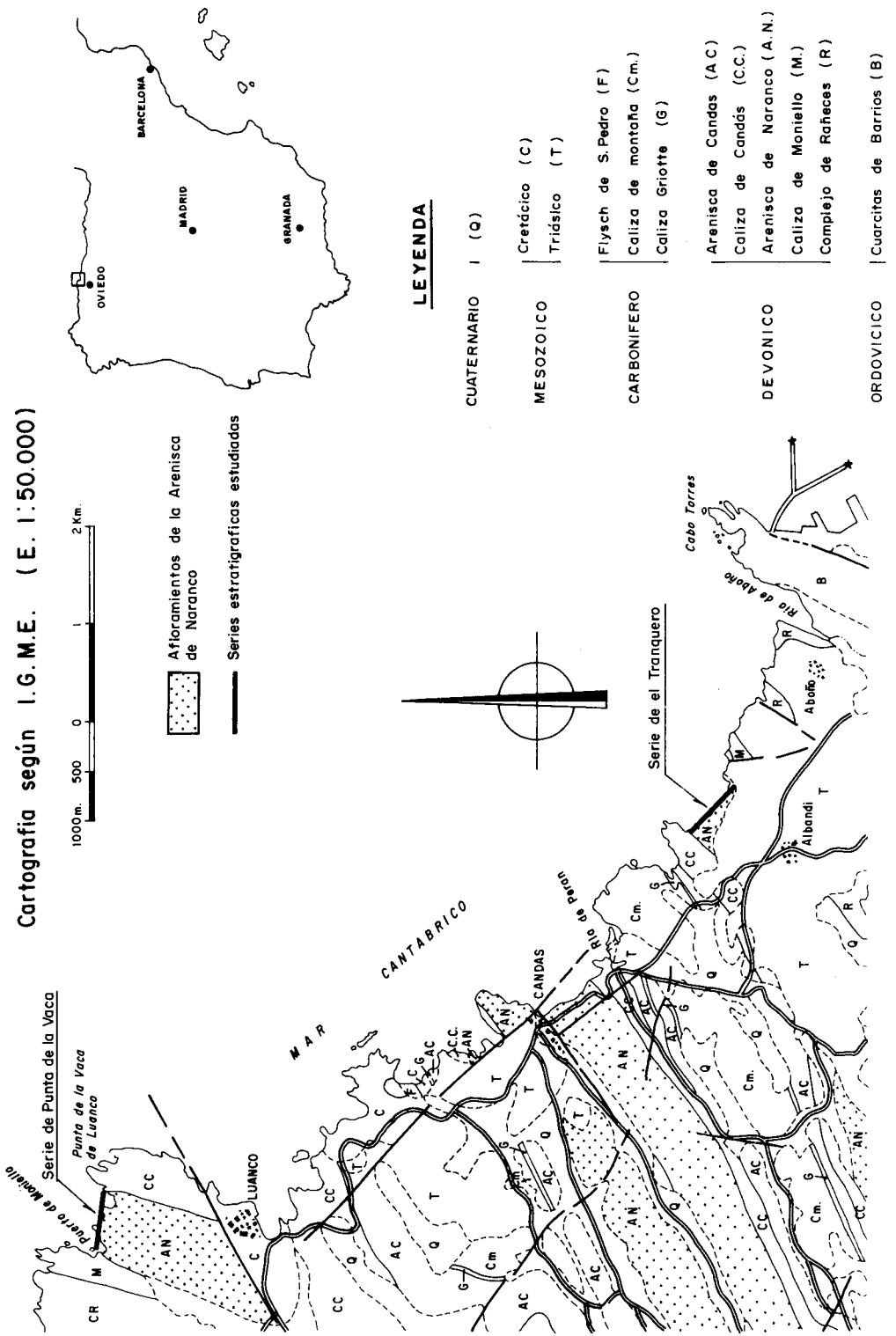
INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es un estudio previo paleoicnológico y esencialmente morfológico en el que se definen un conjunto de 24 icnogéneros (uno de ellos nuevo) inéditos en el Devónico medio de Asturias. Con ello se pretende por una parte, elaborar una base a partir de la cual se pueda realizar un estudio más completo (actualmente en preparación) encaminado a separar diversas icnoespecies y a obtener una serie de datos hidrodinámicos, batimétricos y paleoecológicos, así como una relación con las distintas facies sedimentarias, y por otra, establecer una pequeña lista bibliográfica de los trabajos más recientes sobre los icnogéneros aquí reseñados.

(*) Departamento de Estratigrafía. Fac. de Ciencias. Oviedo.

(DEVONICO MEDIO) ASTURIAS (NW, ESPAÑA)

Cartografía según I.G.M.E. (E. 1:50.000)



LEYENDA

- CUATERNARIO | (Q)
- MESOZOICO | Cretácico (C)
| Triásico (T)
- CARBONIFERO | Flysch de S. Pedro (F)
| Caliza de montaña (Cm.)
| Caliza Griotte (G)
- DEVONICO | Arenisca de Candás (A.C.)
| Caliza de Candás (C.C.)
| Arenisca de Naranco (A.N.)
| Caliza de Montello (M.)
| Complejo de Rañeces (R)
- ORDOVICICO | Cuarzitas de Barrios (B)

El estudio se llevó a cabo en dos afloramientos de Arenisca de Naranco separados entre sí en línea recta unos 7 Km. y situados en los acantilados de la costa dentro de la región del Cabo de Peñas (fig. 1). Los afloramientos, representados aquí con los nombres de «Moniello-Punta La Vaca» y «El Tranqueru» están formados por un conjunto de materiales detrítico-carbonatados del Devónico medio (Couviniense-Givetiense). En rasgos muy generales, constan de una parte inferior con gran predominio de areniscas de grano medio, blancas, gris claras y rojizas, y otra superior formada esencialmente por alternancias en capas más delgadas de: areniscas, limolitas, pizarras y dolomías, en su mayoría de tonalidades grises y verdosas (localmente rojizas).

El conjunto se ha depositado bajo condiciones litorales y marinas someras bajo una clara influencia de mareas. Esto viene confirmado por la gran cantidad y variedad de trazas fósiles con predominio de las habitualmente atribuidas a estas zonas. El hecho de que se encuentren además algunos pocos icnogéneros tales como: *Nereites*, *Helminthopsis*, *Gordia*, etc., citados en la mayoría de los casos como característicos de zonas más profundas (facies Flysch), nos hace suponer que, al menos en este caso, es la litología y consecuentemente las condiciones hidrodinámicas locales dentro de un medio determinado las que influyen decisivamente en la presencia o ausencia de unas trazas fósiles determinadas, más que otros factores tales como la batimetría, maxime (como ocurre en este caso) si esta última no experimenta variaciones muy notables.

ESTUDIO DE TRAZAS FOSILES

A continuación se expone en orden alfabético el estudio, de los 24 icnogéneros identificados en este trabajo junto con las citas de algunos otros de determinación incierta y pendientes por tanto de clasificación.

Ichnogenus ARENICOLITES Salter 1857 (Láminas II g, h y IV g)

Bibliografía consultada: CRIMES (1970 a. y 1975).—CRIMES, MARCOS & PÉREZ ESTAUN (1974).—CHAMBERLAIN (1971a).—FARROW (1966).—FREY & CHOWNS (1972).—FREY & HOWARD (1970).—FÜRSICH (1974 y 1975).—GOLDRING & BRIDGES (1973).—HÄNTZSCHEL (1975).—HOWARD (1975).—JANSA (1974).—LESSERTISSEUR (1955).—MABERRY (1971).—SIMPSON (1975).—TALBOT (1973).—WILSON (1975).

Identificación.—Tubos verticales en U, sin spreite.

Descripción y Dimensiones.—Tubos verticales o ligeramente oblicuos de dimensiones muy variables según el tipo considerado.

Tipo A: Tubos cilíndricos verticales (o ligeramente oblicuos por deformación) de paredes lisas con acentuado paralelismo entre sí; diámetro interno de cada tubo del orden de 1 mm; separación entre las dos ramas de un mismo individuo: 2 a 9 mm; profundidad: 2 a 12 cm; por lo general los individuos se presentan agrupados y muy



Fig. 1.—Mapa geológico de situación de los afloramientos citados en el texto. Cartografía según M. JULIVERT & J. TRUYOLS, in: Mapa Geol. Esp. 1: 50.000, Hoja n.º 14 (13-3) (Gijón), *Inst. Geol. Min. Esp.*, Madrid 1972.

próximos entre sí constituyendo comunidades muy densas; muy localmente ejemplares aislados. El interior de los tubos puede aparecer relleno por arcilla o bien hueco debido a lavado actual. las superficies inferiores de las capas atravesadas por *Arenicolites* de este tipo A, suelen presentar pequeños hiporelieves convexos anulares alrededor de cada una de las ramas de los individuos, producidos probablemente por ligeras subsidencias del sedimento en dichos puntos.

Tipo B: Tubos verticales, cilíndricos o ligeramente aplanados (sección horizontal a ligeramente oval); diámetro interno de cada tubo: 4 a 10 mm; separación entre las dos ramas de cada individuo: 2 a 8 cm; profundidad: 2 a 6 cm; individuos generalmente aislados, o bien en grupos pero con bastante separación entre sí; el interior de los tubos puede aparecer relleno por arcilla o por material de tamaño limo. Parte de los *Arenicolites* de este tipo B pueden pertenecer a secciones horizontales intermedias de *Bifungites*.

Disposición y orientación.—Se presentan en forma de relieves completos. Tienen gran utilidad en la determinación de polaridades dentro de una serie estratigráfica.

Asociación litológica.—Los ejemplares del tipo A están generalmente asociados a areniscas blancas o gris claras (a veces con láminas rojizas) de grano medio en capas delgadas con laminación horizontal o cruzada de muy bajo ángulo; muy localmente aparecen en areniscas de grano fino o en areniscas limosas con el mismo tipo de estructuras (ambas también en capas muy delgadas).

Los ejemplares del tipo B se encuentran por lo común en limolitas o areniscas de grano muy fino (en capas delgadas) gris medio a gris oscuras con laminación paralela o cruzada de bajo ángulo, las cuales a su vez se presentan dentro de alternancias: limolita-limolita arcillosa bioturbada-pizarra gris oscura.

Iconofauna asociada.—El tipo A, sólo muy localmente (cuando aparece dentro de areniscas de grano muy fino o de areniscas limosas), puede estar asociado a *Planolites*, *Bifungites*, *Phycodes*, *Scolicia*, *Cruziana*, *Conostichus*, *Teichichnus*, *Cylindrichnus*, *Gordia*, etc. Cuando se presenta en areniscas de grano medio blancas o gris claras suele aparecer junto con *Skolithos*.

El tipo B, está comúnmente asociado a *Bifungites*, *Planolites*, *Cylindrichnus*, *Teichichnus*, *Asturichnus*, *Cruziana*, *Gordia*, *Rusophycus*, *Phycodes*, *Chondrites*, *Scolicia*, *Conostichus*, etc.

Localización y repartición.—Ambos tipos A y B aparecen en los dos afloramientos, pero mientras que el primero es abundante sólo muy localmente, el segundo tiene una repartición mucho mayor a lo largo de ambas series.

Discusión e interpretación.—CHAMBERLAIN (1971a), MABERRY (1971) y FÜRSICH (1974 y 1975) suponen que los *Arenicolites* estaban producidos por organismos que se alimentaban de suspensiones, afines a los gusanos poliquetos. HÄNTZSCHEL (1975) los atribuye asimismo a gusanos. De acuerdo con las características indicadas hasta el momento, los organismos productores de *Arenicolites* del tipo A habitarían en general en zonas de mayor energía que los del tipo B.

Ichnogenus *ASTURICHNUS* ichnogen. nov.
(Lámina II a, b)

Identificación.—Relieves grandes y alargados con estriaciones longitudinales múltiples y discontinuas. Suelen estar de ligera a fuertemente curvados y a veces presentan prolongaciones laterales o ramas partiendo del tronco central y adelgazándose hacia los extremos.

Descripción y dimensiones.—Se trata de relieves aplanados en los que la relación anchura profundidad (a excepción de los extremos de algunas prolongaciones laterales) suele ser siempre superior a 1. Cambios frecuentes y rápidos en la anchura de la traza a lo largo de su recorrido. Es relativamente común la superposición de distintos ejemplares. La distancia entre los extremos más alejados de un mismo individuo puede llegar a alcanzar los 50 cm. La anchura del tronco central o de las ramas suele estar comprendida entre 2 y 7 cm. El material de que están formados los ejemplares es limolítico.

Disposición y orientación.—En algunos casos constituye hiporelieves convexos, pero lo más frecuente es que se presente en forma de relieves completos en el interior de capas de pizarras o de pizarras limosas. Es utilizable como criterio de polaridad en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Se encuentra dentro de alternancias de limolitas con laminación cruzada, limolitas arcillosas bioturbadas y pizarras gris oscuras; a veces hay intercalaciones de dolomías bioclásticas arenosas y/o limosas. Las limolitas están siempre en capas delgadas (desde varios mm hasta 16 cm de espesor) y tienen toda laminación cruzada de bajo ángulo a subparalela. Frecuentes nódulos de pirita y cantos de colofana. Localmente puede aparecer estratificación de flaser a lenticular.

Ichnofauna asociada.—Es muy abundante. En orden de mayor a menor frecuencia es la siguiente: *Chondrites*, *Teichichnus*, *Planolites*, *Phycodes*, *Conostichus*, *Cylindrichnus*, *Arenicolites* (tipo B), *Bifungites*, *Cruziana*, *Scolicia* y *Rusophycus*. Localmente se han encontrado: *Bergaueria*, *Rhizocorallium*, *Nereites*, *Didymaulichnus*, *Rosselia*, *Skolithos* y *Helminthopsis*.

Localización y repartición.—El número de ejemplares es bastante abundante en los dos afloramientos y su repartición es notable a lo largo de los mismos excepto en su tercio inferior predominantemente arenoso en donde no se han encontrado hasta el momento.

Discusión e interpretación.—Aunque se ha realizado un estudio morfológico bastante detallado de estos ejemplares, y consultado una bibliografía abundante, no se ha logrado encontrar en ellos rasgos lo suficientemente característicos como para incluirlos dentro de cualquiera de los icnogéneros más conocidos, razón por la que se ha introducido el nuevo nombre de *Asturichnus* atendiendo a la región (Asturias) a la que pertenecen los afloramientos estudiados. En cuanto al origen, es desconocido, pero probablemente fue debido a la actividad de un organismo de apreciable tamaño que se alimentaba de sedimentos del fondo por el que se desplazaba.

Ichnogenus BERGAUERIA Prantl 1946

(Lámina II, e)

Bibliografía consultada: ALPERT (1973).—ARAI & MCGUGAN (1968).—ARBOLEYA (1973). BOYD (1974).—CRIMES (1970 a).—FÜRSICH (1974, 1975). HÄNTZSCHEL (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—ORLOWSKI, RADWANSKI & RONIEWICZ (1970).—PÉREZ ESTAUN (1975).—SEILACHER (1964).

Identificación.—Cilindros verticales de paredes lisas y base redondeada.

Descripción y dimensiones.—Cilindros verticales de paredes lisas con terminación inferior redondeada, semiesférica y aplanada, en el centro de la cual suele haber una ligera depresión más o menos circular; diámetro del cilindro: 2 a 5 cm; profundidad 3 a 4 cm. Por lo general, los individuos aparecen aislados y son poco frecuentes en las dos series estudiadas. El relleno del burrow está constituido siempre por arenisca de grano muy fino o limolita. Localmente, la terminación inferior es plana con bordes netos y cortantes debido probablemente a truncación o rotura del resto del individuo después de la litificación.

Disposición y orientación.—Aparece siempre en forma de hiporrelieves fuertes y convexos. Es útil en la determinación de polaridades dentro de una serie estratigráfica.

Asociación litológica.—La más frecuente son alternancias de limolitas (unas gris-medio con poca matriz y laminación cruzada a pequeña escala y otras gris oscuras arcillosas y bioturbadas) con pizarras gris oscuras ambas en capas delgadas. Estratificación de flaser a ondulante; localmente alguna intercalación y areniscas de grano muy fino y ripples abundantes (especialmente de interferencia); nódulos esporádicos de pirita y/o siderita. Esporádicamente, nódulos de colofana y bioclastos calcáreos. A veces las limolitas tienen cemento carbonatado (dolomita y/o siderita).

Ichnofauna asociada.—Suele ser generalmente abundante. Destacan principalmente: *Teichichnus*, *Conostichus*, *Planolites* y *Cruziana*. Con menor frecuencia pueden aparecer asociados: *Chondrites*, *Phycodes*, *Nereites*, *Scolicia*, *Cylindrichnus* y *Bifungites*.

Localización y repartición.—Aparecen en las dos series estudiadas, pero siempre a modo de individuos aislados y sólo muy localmente.

Discusión e interpretación.—La mayoría de autores están de acuerdo en que la traza fósil *Bergaueria* parece haber sido producida por organismos que se alimentaban de suspensiones, sedentarios, blandos y fijos al fondo, del tipo de los antozoos, y más concretamente por actinias o anémonas de mar (HÄNTZSCHEL, 1975; ALPERT, 1973; FÜRSICH, 1974 y 1975; BOYD, 1974; ARAI & MCGUGAN, 1968). El enterramiento y muerte del organismo tendría lugar por lo tanto «in situ», a causa de un aporte arenoso o limoso relativamente rápido, sobre el fondo arcilloso en el que vivía el individuo. Su afinidad genética con la traza fósil *Conostichus*, de origen muy similar aunque de distinta morfología, queda aquí patente por la frecuente asociación de ambas (a veces incluso en la misma capa) dentro de las series estudiadas. Según ARAI & MCGUGAN (1968) y ALPERT (1973), las diferencias entre las distintas especies de *Bergaueria* son debidas en primer lugar al estado final de contracción o dilatación

de los músculos en la terminación aboral del organismo, lo que trae como consecuencia las diferencias en el tipo de estructura (radial o concéntrica) del fondo del burrow, y en segundo lugar el estado de conservación del mismo.

Ichnogenus BIFUNGITES Desio 1940
(Lámina III a y b)

Bibliografía consultada: DUBOIS & LESSERTISSEUR (1964).—GUSTSCHICK & LAMBORN (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—RODRÍGUEZ & GUTSCHICK (1970).—SEILACHER (1963).

Identificación.—Tubos verticales en U con terminación inferior formada por una barra central con abultamientos en ambos extremos.

Descripción y dimensiones.—Aparece normalmente sobre los planos de estratificación y consta de un eje horizontal de longitud muy variable (2 a 8 cm) con doble terminación en sus extremos, comunmente en forma de punta de flecha o de pala (algunas veces sin forma definida). Conectado con cada una de estas dos terminaciones hay un tubo vertical cilíndrico relleno por material de tamaño limo o arcilla (Profundidad de los tubos: 2 a 7 cm); entre dichos tubos no se aprecia ninguna modificación en el sedimento (ausencia de spreite). Tanto el eje horizontal como las terminaciones de los extremos están formadas por material del tamaño limo o arena muy fina. La longitud total de los ejemplares (medida en un plano horizontal) está comprendida entre 3 y 13 cm.

Disposición y orientación.—Muy frecuente en forma de hiporelieves convexos. Sólo localmente constituyendo epirelieves cóncavos. El individuo, considerado en conjunto, representa un relieve completo. Utilizable en la determinación de polaridad dentro de una serie estratigráfica.

Asociación litológica.—Se encuentra directamente asociado a capas de limolitas delgadas (muy localmente en areniscas de grano muy fino o en areniscas limosas), con laminación cruzada de bajo ángulo a paralela. A su vez, estas capas se presentan alternando con pizarras y limolitas arcillosas muy bioturbadas constituyendo tramos en los que es muy frecuente la estratificación de flaser a lenticular, cantos de colofana, ripples de interferencia, nódulos de piritita, y localmente, convoluteds y slumping.

Icnofauna asociada.—Es casi siempre muy abundante. En orden decreciente de frecuencia está formada por: *Teichichnus*, *Chondrites*, *Planolites*, *Arenicolites* (tipo B), *Cylindrichnus*, *Phycodes*, *Conostichus*, *Asturichnus*, *Cruziana* y *Scolicia*. Con menor frecuencia aparecen: *Gordia*, *Bergaueria*, *Protovirgularia*, *Rusophycus*, *Nereites* y *Rhyzocorallium*.

Localización y repartición.—Abundantes en niveles locales en los dos afloramientos estudiados.

Discusión e interpretación.—GUSTSCHICK & LAMBORN (1975) atribuyen la formación de *Bifungites* a un organismo de constitución blanda, probablemente sedentario, que se alimentaba de suspensiones y que vivía en un medio somero muy próximo a la costa (nearshore marino o salobre). Según estos mismos autores,

los medios más favorables para la presencia de *Bifungites* son los de: llanuras marales, bordes de barras y de deltas, y zonas de cuenca muy someras siempre dentro de complejos nearshore. Una característica común en este icnogénero es su frecuente presencia en sedimentos del Devónico y Carbonífero inferior de diversos puntos del globo (Libia, Argelia, Montana, Pensilvania, Ohio, Michigan, Marruecos, Utah, etc.).

Ichnogenus CONOSTICHUS Lesquereux 1876
(Lámina I a, b, d.)

Bibliografía consultada: ALPERT (1973).—BARTHEL & BARTH (1972).—CHAMBERLAIN (1971 a y b).—FREY (1970).—HÄNTZSCHEL (1975). HENBEST (1960).—SEILACHER (1964).

Identificación.—Formas cónicas y subcónicas, verticales, con la concavidad hacia el techo del estrato.

Descripción y dimensiones.—Aspecto externo cónico o subcónico (en forma de V) con simetría de orden doce en el ápice o terminación aboral bulbosa, y laminación interna concéntrica y también de forma cónica. Externamente las paredes suelen presentar pequeñas constricciones circulares con disposición transversal, así como crestas y surcos longitudinales. En las series estudiadas existe una cierta variedad de formas y tamaños de *Conostichus* pudiendo diferenciarse probablemente varias icnoespecies; por esta razón, las dimensiones de los distintos ejemplares son muy variables; la altura del cono está comprendida entre 4 y 13 cm, y la anchura (en la zona de máxima abertura) entre 4 y 12 cm.

Disposición y orientación.—Presentan siempre la concavidad hacia arriba. Los ejemplares de menor tamaño suelen constituir hiporelieves convexos; por el contrario, los de mayores dimensiones y los que presentan migraciones verticales ascendentes, tienden a formar relieves completos.

Asociación litológica.—Exclusivamente en tramos formados por alternancias de areniscas y pizarras o de limolitas y pizarras gris oscuras (más frecuente en estas últimas) en capas delgadas a muy delgadas y prácticamente siempre con estratificación de flaser a lenticular. Dentro de estos tramos suelen ser frecuentes además: nódulos de pirita, cantos de colofana, capas limolíticas arcillosas de parcial a totalmente bioturbadas, laminación paralela y cruzada de bajo ángulo a pequeña y mediana escala, cambios laterales rápidos en el espesor y continuidad de las capas, pequeños paleocanales y cicatrices erosivas, ripples de interferencia, etc.

Muy localmente, pueden encontrarse también: convoluted y slumping, capas de areniscas carbonatadas de espesor medio a veces ricas en fauna, cantos blandos y pequeños lentejones o nódulos de siderita.

icnofauna asociada.—Es, por lo general muy variada. En orden decreciente de abundancia cabe destacar: *Teichichnus*, *Chondrites*, *Planolites*, *Cylindrichnus*, *Asturichnus*, *Cruziàna*, *Phycodes*, *Bifungites*, *Rusophycus*, *Scolicia*, *Bergaueria* y *Arenicolites* (tipos A y B). Escasamente representados están: *Skolithos*, *Gordia*, *Nereites*, *Monocraterion*, *Rhizocorallium* y *Protovirgularia*.

Localización y repartición.—Distribución amplia a lo largo de ambas series, pero escasa cantidad de individuos en cada tramo.

Discusión e interpretación.—La mayor parte de los autores recientes, por comparación con ejemplos actuales, y basándose esencialmente en la simetría, en el comportamiento y en la estructura interna y externa relacionan a *Conostichus* con la familia de las actinias y más concretamente con anémonas de mar (CHAMBERLAIN, 1971 a y b; ALPERT, 1973). En algunos ejemplares se aprecian estructuras superpuestas características que indican migraciones verticales ascendentes del individuo como respuesta a pequeños aportes de sedimento que dificultan su modo de vida.

Ichnogenus COSMORHAPHE Fuchs 1895
(Lámina I, g)

Bibliografía consultada: CRIMES (1973 y 1975).—FREY (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—KSIĄZKIEWICZ (1970).—LESSERTISSEUR (1955).—PFEIFFER (1968).—SEILACHER (1963 y 1964).—WEBBY (1969).

Identificación.—Semirelieves horizontales lisos, continuos y meandri-formes de forma más o menos regular.

Descripción y dimensiones.—El diámetro de los semirelieves es de 1 mm aproximadamente y el relleno de los mismos está formado por una arenisca rojiza muy arcillosa. Generalmente, las vueltas o meandros son de dos órdenes de tamaños y más fáciles de identificar en las formas más regulares.

Disposición y orientación.—Constituye siempre pequeños hiporelieves convexos y continuos. Puede utilizarse (con cierta precaución) como criterio de polaridad de techo y muro.

Asociación litológica.—Aparece en el interior de un banco de areniscas rojizas oscuras muy arcillosas con fauna relativamente abundante concentrada en bandas y formada por gasterópodos, braquiópodos, briozoos, corales solitarios y ramosos, pelecípodos, crinoideos y tentaculítidos. Las areniscas presentan además estratificación cruzada en surco a pequeña y mediana escala (sets de 4 a 16 cm de espesor) y cantos de colofana (especialmente abundantes en la base); localmente juntas arcillosas muy finas.

Icnofauna asociada.—En orden de mayor a menor frecuencia aparecen: *Monocraterion*, *Chondrites*, *Rosselia*, *Rhizocorallium*, *Scolicia*, *Rusophycus* y *Nereites*.

Localización y repartición.—Solamente ha sido identificado en la serie de «El Tranqueru», y exclusivamente dentro de un tramo de 4,02 m de areniscas muy arcillosas; no obstante, es relativamente frecuente en varios niveles dentro del mismo.

Discusión e interpretación.—Los ejemplares de *Cosmorhappe* aquí estudiados, tanto por su tamaño como por su forma algo irregular podrían ser incluidos dentro de la icnoespecie *Cosmorhappe helminthopsidea* SACCO, 1888 (KSIĄZKIEWICZ, 1970). Según HÄNTZSCHEL (1975), la icnoespecie *C. tímida* (PFEIFFER, 1968) no es un ejemplar típico de *Cosmorhappe*. WEBBY (1969) supone que esta traza fósil ha sido producida por un organismo muy activo que se alimentaba de sedimentos,

probablemente un gusano de mayores dimensiones que las de la traza, desplazándose horizontalmente sobre los sedimentos del fondo; no obstante, hay que tener en cuenta que la anchura de los ejemplares descritos por este autor es mucho mayor que la de los observados aquí.

Ichnogenus CRUZIANA D'Orbigny 1842
(Láminas IV c, h, y V d)

Bibliografía consultada: BARNES & KLEIN (1975).—BOYD (1966).—BROMLEY et al. (1975).—BIRKENMAJER & BRUTON (1971).—COWIE & SPENCER (1970).—CRIMES (1970 a, b, c y 1975).—FREY (1975).—FREY & CROWNS (1972).—HÄNTZSCHEL (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—MARCOS (1973).—ORLOWSKI, RADWANSKI & RONIEWICZ (1970).—OSCOOD, (1975 a y b).—PÉREZ ESTAUN (1975).—RADWANSKI & RONIEWICZ (1972).—SEILACHER (1963, 1964 y 1970).—SELLEY (1970).—SIMPSON (1975).

Identificación.—Semirelieves horizontales alargados con ornamentación típica en forma de espina de pescado.

Descripción y dimensión.—Relieves horizontales continuos y rectos (localmente curvados, estos últimos sólo observados en algunos ejemplares de pequeño a mediano tamaño) de 5 a 40 mm de anchura y de 3 a 60 cm de longitud, sin bifurcaciones ni ramificaciones. La altura o profundidad del relieve está comprendida entre unos pocos milímetros y varios centímetros. El material que constituye el relleno de los relieves es de arenisca de grano fino o de limolita (especialmente esta última, que a veces es algo carbonatada). Las paredes verticales de los ejemplares, especialmente en aquellos de mayor profundidad, suelen presentar externamente ligeras estriaciones oblicuas con respecto al plano horizontal de la traza. Típica ornamentación basal en espina de pescado con las puntas de la V (de abertura variable de unos ejemplares a otros, o incluso dentro de uno mismo) señalando en sentido inverso al de desplazamiento del individuo generador. En ciertos casos, especialmente en algunas de las trazas de tamaño intermedio se observan 4 alineaciones longitudinales discontinuas y difusas, de las cuales 2 están situadas en el límite externo de los relieves mientras que las otras 2 (más internas) cortan a las estriaciones oblicuas en V. El surco o eje central en el que convergen estas últimas suele ser en la mayoría de los ejemplares muy poco pronunciado e incluso a veces difícilmente visible.

Disposición y orientación.—Se presenta siempre como hiporelieves convexos de espesor o profundidad muy variable. Gran utilidad de la determinación de techo y muro en las capas donde se encuentran. Muy localmente hay señales de orientación preferente con respecto a una corriente como lo demuestra a veces su coincidencia con las direcciones de pequeños groove-marks. Localmente es frecuente el hecho de encontrar distintas trazas que se cruzan.

Asociación litológica.—Alternancias de areniscas de grano fino, limolitas, limolitas arcillosas bioturbadas y pizarras gris-oscuro; las dos primeras están en capas delgadas (0,1 a 12 cm de espesor) con poca continuidad lateral (especialmente las más finas) y estratificación cruzada en su mayor parte a pequeña escala y de bajo ángulo. Muy frecuente estratificación de ripples desde flaser a lenticular, cantos de colofana y nódulos de pirita. Localmente, convoluteds, slumping, restos vegetales muy pequeños, fauna entera y/o fragmentada y discordancias erosivas.

Ichnofauna asociada.—En orden decreciente de frecuencia es: *Teichichnus*, *Planolites*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Chondrites*, *Scolicia*, *Asturichnus*, *Are-nicolites* (Tipo B), *Cylindrichnus*, *Bifungites*, *Rusophycus* y *Gordia*. Más raramente pueden encontrarse: *Didymaulichnus*, *Protovirgularia*, *Bergaueria*, *Nereites*, *Skolithos*, *Monocraterion* y *Helminthopsis*.

Localización y repartición.—Distribución amplia en ambos afloramientos, pero relativamente pocos ejemplares en cada tramo.

Discusión e interpretación.—Según la mayoría de los autores modernos, estos relieves habrían sido producidos por trilobites o por otros artrópodos muy afines a ellos.

Los ejemplares con relieves menos pronunciados (pistas) serían debidos simplemente a desplazamientos superficiales de trilobites por el sedimento del fondo, mientras que los más fuertes (surcos) se habrían formado por desplazamiento y excavación de dichos organismos (CRIMES, 1970 a).

Algunos de los ejemplares de tamaño medio curvados aparecen a veces muy próximos entre sí constituyendo pequeños grupos en zonas determinadas dentro de una misma superficie que corresponden probablemente a áreas con mayor concentración en nutrientes. (lám. V g).

Asimismo, se ha comprobado que los relieves de mayor anchura y longitud que aparecen en estos afloramientos, constituyen siempre surcos profundos y no suelen presentar las cuatro alineaciones difusas longitudinales anteriormente citadas, lo que nos hace pensar en dos posibilidades: 1) Que los ejemplares adultos de mayor tamaño tenían una forma de vida en la que predominaba el desplazamiento con excavación intensa, lo que concuerda con los datos de CRIMES (1970 a); ó 2) Que se trate de un género determinado de trilobites (esto último viene confirmado por el hecho de que sólo aparezcan aproximadamente en la mitad superior de los dos afloramientos; no obstante este hecho puede estar controlado también por factores litológicos, batimétricos, ambientales, etc.).

Las marcas en V o en espina de pescado estarían producidas por el organismo generador al escarbar en los sedimentos del fondo con sus apéndices: se deberían por tanto en su mayor parte a la actividad excavadora (simultáneamente hacia adentro y hacia atrás) de los endopodites de trilobites al desplazarse estos últimos (SEILACHER 1970; CRIMES 1970 b; HÄNTZSCHEL, 1975).

Basándose en los datos anteriores y en un estudio detallado de mayor número de ejemplares (por otra parte frecuentes aquí) se podrá llegar posiblemente en estudios posteriores, a la separación de varias icnoespecies.

Ichnogenus *CYLINDRICHNUS* Howard 1976 (Lámina II, f)

Bibliografía consultada: CHAMBERLAIN & CLARK (1973).—FREY & HOWARD (1970).—FÜRSICH (1974 y 1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—HOWARD (1972).—SELLEY (1970).

Identificación.—Tubos subcilíndricos simples con núcleo central ro-deado por capas concéntricas de distinta composición litológica.

Descripción y dimensiones.—Formas subcilíndricas de sección circular a ligeramente oval y orientación variable, desde horizontales hasta verticales, pasando por todas las posiciones intermedias; el diámetro disminuye del extremo superior al inferior. Cada ejemplar consta de un pequeño tubo o eje central limolítico (a veces de arenisca muy fina) rodeado por una serie de capas alternantes (concéntricas o excéntricas con respecto al núcleo central) de limolita gris clara y de arcilla gris oscura. El diámetro total del ejemplar, en la zona de mayor abertura, varía entre 7 y 40 mm, y la longitud entre 15 y 70 mm; el diámetro del núcleo o eje central está comprendido entre 1 y 7 mm.

Disposición y orientación.—Se presenta siempre en forma de relieves completos. En la mayor parte de los casos se puede utilizar como criterio de polaridad en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Presenta ciertas diferencias según que se trate de las variedades verticales u horizontales. En general suele estar asociado a alternancias de areniscas (a veces algo dolomíticas) de grano medio y fino, limolitas gris claras con laminación cruzada, limolitas arcillosas bioturbadas y pizarras gris oscuras; estratificación de flaser a lenticular muy frecuente. Las variedades verticales y subverticales tienden a presentarse en materiales de tamaño más grueso (alternancias de areniscas-pizarras) con bastante mayor porcentaje y espesor de las primeras sobre las segundas, y con frecuente estratificación de flaser a ondulante. Por el contrario, las variedades más oblicuas y subhorizontales tienden a predominar más bien en alternancias limolita-pizarra con mayor porcentaje y espesor de estas últimas, estratificación de ondulante a lenticular, capas frecuentes de limolitas arcillosas bioturbadas, ripples de interferencia, nódulos de pirita, etc.

Ícnofauna asociada.—Las variedades verticales suelen estar asociadas, en orden decreciente de frecuencia a: *Planolites*, *Teichichnus*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Bifungites*, *Monocraterion*, *Chondrites*, *Arenicolites* (tipos A y B), *Cruziana*, *Scolithos*, *Bergaueria*, etc.

Las variedades horizontales (dentro del mismo orden) lo están comunmente a: *Teichichnus*, *Planolites*, *Conostichus*, *Chondrites*, *Asturichnus*, *Bifungites*, *Phycodes*, *Scolicia*, *Arenicolites*, (tipo B) y *Cruziana*; con menor frecuencia aparecen: *Bergaueria*, *Rhizocorallium*, *Gordia*, *Helminthopsis*, *Nereites*, *Rusophycus* y *Protovirgularia*.

Localización y repartición.—Tanto una como otra variedad son muy frecuentes en las dos series estudiadas dentro de determinados tramos y a su vez estos últimos tienen una amplia repartición a lo largo de las mismas. Este tipo de burrow suele ser relativamente frecuente en aquellas capas de limolitas arcillosas con una bioturbación de media a intensa.

Discusión e interpretación.—FREY & HOWARD (1970) y HOWARD (1972) lo consideran como una de las variedades dentro del género *Asterosoma*. CHAMBERLAIN & CLARK (1973) describen un ejemplar algo similar en estructura a *Cylindrichnus*, pero de mayor tamaño, que denominaron *Anemonichnus*. FÜRSICH (1974 y 1975) cita la icnoespecie *Cylindrichnus concéntricos* (muy similar a los ejemplares observados en estos afloramientos) y supone que el organismo generador ha sido un gusano, muy probablemente del tipo de los que se alimentan de sedi-

mentos, que ocuparía el tubo o eje central de la estructura. SELLEY (1970) utiliza el término de *Sabellarifex* para designar un tipo de burrows que probablemente debería de integrarse dentro de *Cylindrichnus*.

Ichnogenus CHONDRITES Von Sternberg 1833 (Láminas I, h y II a, b)

Bibliografía consultada: BROMLEY et al. (1975).—CAMPBELL (1971).—CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CRIMES (1970 a y 1973).—FARRES, (1963).—FARROW (1966).—FREY (1973 y 1975).—FREY & CHOWNS (1972).—FREY & HOWARD (1970).—FÜRSICH (1974 y 1975).—GOLDRING & BRIDGES (1973).—HALLAM (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—KENNEDY (1970 y 1975).—KSIĄZKIEWICZ (1970).—LESSERTISSEUR (1955).—MABERRY (1971).—OSGOOD (1975 a y b).—PERKINS (1971).—PFEIFFER (1968).—RUCHHOLZ (1967).—SEILACHER (1963 y 1964).—SEILACHER & MEISCHNER (1965).—SELLWOOD (1970).—SIMPSON (1957 y 1975).—TALBOT (1974).—VOLK (1964).

Identificación.—Tubos cilíndricos verticales de paredes lisas que en su parte inferior se horizontalizan gradual o bruscamente a la vez que se ramifica de una forma más o menos regular constituyendo una red dendrítica paralela a la estratificación.

Descripción y dimensiones.—*Chondrites* aparece en estos afloramientos con unas dimensiones y características variables de unos ejemplares a otros, por lo que en un estudio intensivo, es posible identificar por lo menos 2 ó 3 variedades o icnoespecies.

De una manera provisional, y basándose esencialmente en el tamaño, se han identificado 2 tipos distintos:

Tipo A.—Es el más frecuente. El diámetro de los tubos (que generalmente aparecen algo aplanados con secciones elípticas, debido probablemente a la compactación) está comprendido entre 1 y 4 mm. La longitud máxima entre el tubo central vertical y el extremo más alejado del mismo de las ramificaciones horizontales, es muy variable pudiendo alcanzar incluso los 20 cm en los ejemplares de mayor diámetro de tubo. El relleno, en la inmensa mayoría de los casos es de tamaño limo (localmente puede ser arcilloso o de tamaño arena muy fina). Tubos por lo común ligeramente curvados con frecuente disposición radial.

Tipo B.—Similares características a las del tipo A, pero de dimensiones mucho menores: hasta 40 mm de longitud total y diámetro de tubo del orden de 0,5 a 1 mm. Muy local en estos afloramientos.

Disposición y orientación.—En la mayoría de los casos constituyen relieves completos. Localmente, pueden formar hiporelieves convexos en la base de capas de limolitas o de areniscas. Buenos indicadores de polaridad para identificación de techo y muro de capas, en el caso de ejemplares completos.

Asociación litológica.—El tipo A, en la mayoría de los casos se presenta en el interior de capas pizarrosas o arcillosas gris oscuras (más raramente en arcillas rojizas y en limolitas arcillosas). A su vez, estas pizarras o arcillas pueden aparecer dentro de tramos con características extremadamente variables: como juntas

muy finas dentro de capas de areniscas con estratificación cruzada, alternando con limolitas y/o areniscas en capas de espesor medio, etc.

El tipo B concretamente, suele encontrarse casi exclusivamente en pizarras gris oscuras dentro de alternancias limolita-pizarra en capas delgadas.

Las estructuras sedimentarias presentes en los tramos con Chondrites, son asimismo sumamente variadas.

I c n o f a u n a a s o c i a d a .—Es muy heterogénea debido a la gran variedad de facies en las que se presentan las pizarras que contienen estos burrows. De una manera aproximada y en orden decreciente de abundancia es la siguiente: *Teichichnus*, *Planolites*, *Asturichnus*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Arenicolites* (tipo B), *Bifungites*, *Cruziana*, *Scolicia* y *Monocraterion*. Con menor frecuencia aparecen: *Nereites*, *Rusophycus*, *Skolithos*, *Rhizocorallium*, *Bergaueria*, *Didymaulichnus*, *Helminthopsis*, *Protovirgularia* y *Cosmorhaphe*.

L o c a l i z a c i ó n y r e p a r t i c i ó n .—Distribución amplia en ambos afloramientos y comunmente bastantes ejemplares en cada nivel.

D i s c u s i ó n e i n t e r p r e t a c i ó n .—SIMPSON (1957) atribuyó el origen de *Chondrites* a un gusano sipuncúlido que se alimentaba de sedimentos, explotando las capas más ricas en materia orgánica, a través de una especie de pequeña trompa extensible (y quizás parte de su cuerpo) que introducía en el substrato a partir de un punto central situado en la superficie del sedimento.

Como se ha podido comprobar aquí, el relleno del burrow suele tener la misma composición del sedimento suprayacente (generalmente limolítico), probablemente introducido allí de una forma mecánica. En algunos pocos casos el relleno es arcilloso.

CHAMBERLAIN (1971 a) supone que el individuo generador pudiera ser un anélido poliqueto y SELWOOD (1970) lo atribuye a un organismo muy activo que se alimentaba de sedimentos.

Ichnogenus DIDYMAULICHNUS Young 1972

(Lámina III, f.)

Bibliografía consultada: CRIMES (1970 b).—GLAESSNER (1969).—HÄNTZSCHIEL (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—SELLEY (1970).

I d e n t i f i c a c i ó n .—Trazas bilobuladas simples, lisas, y por lo general rectas, aunque en algunos casos pueden presentar una ligera curvatura.

D e s c r i p c i ó n y d i m e n s i o n e s .—Relieves horizontales formados por dos lóbulos separados entre sí por un pequeño surco longitudinal. Las dimensiones de los mismos son de 6 a 13 cm de longitud y de 6 a 10 mm de anchura total. Es frecuente en algunos de los ejemplares vistos aquí, una variación gradual en anchura de un extremo a otro de los mismos. No se han observado nunca en estos afloramientos superposiciones o intersecciones de distintos individuos con diferente orientación (caso relativamente frecuente según algunos autores); este hecho está controlado aquí probablemente por la escasez de este tipo de relieves.

D i s p o s i c i ó n y o r i e n t a c i ó n .—Constituye siempre hiporelieves con-

vexos muy netos en capas de areniscas de grano fino o de limolitas. Es útil como criterio de polaridad en la identificación de techo y muro de capas.

A s o c i a c i ó n l i t o l ó g i c a .—Se presenta normalmente en la base de capas delgadas de 1 a 10 cm. de espesor de limolitas o de areniscas de grano fino con estratificación cruzada (generalmente a pequeña escala y de bajo ángulo). A su vez, éstas alternan con pizarras y con limolitas bioturbadas dentro de tramos en los que además son frecuentes: cantos negros de colofana, nódulos de siderita y piritita, ripples de corriente y de interferencia, etc.; con menor frecuencia pueden aparecer: sole-marks, capas dolomítico-limosas con abundantes bioclastos, discordancias erosivas, convoluted y pseudonódulos.

I c n o f a u n a a s o c i a d a .—En orden decreciente de frecuencia, se encuentra: *Teichichnus*, *Planolites*, *Chondrites*, *Cruziana*, *Arenicolites*, *Phycodes* y *Bifungites*.

L o c a l i z a c i ó n y r e p a r t i c i ó n .—Se ha localizado en ambos afloramientos, pero en un número muy reducido de ejemplares y además con una distribución muy esporádica.

D i s c u s i ó n e i n t e r p r e t a c i ó n .—LESSERTISSEUR (1955) a este mismo tipo de trazas les asigna el nombre de *Fraena rouaulti*; CRIMES (1970b) los denomina *Rouaultia rouaulti*, pero se trata de ejemplares de mayor tamaño y generalmente con pequeños surcos laterales producidos por espinas genales, así pues este autor los atribuye a huellas de paso de trilobites. También se ha pensado en la posibilidad de que se trate de pistas de arrastre por el fondo de moluscos (GLAESSNER, 1969; HÄNTZSCHEL, 1975). Finalmente SELLEY (1970) utilizó también el nombre de *Rouaultia* para ejemplares muy similares a estos.

Ichnogenus GORDIA Emmons 1844
(Lámina V, c, e, f.)

Bibliografía consultada: FISCHER & PAULUS (1969).—GLAESSNER (1969).—HÄNTZSCHEL (1975).—KSIĄZKIEWICZ (1970).—SIMPSON (1975).—WEBBY (1969).

I d e n t i f i c a c i ó n .—Semirelieves horizontales alargados y muy finos, de superficie lisa y generalmente curvados u ondulantes, pero nunca meandriformes.

D e s c r i p c i ó n y d i m e n s i o n e s .—La forma de los relieves es muy irregular con curvaturas variables llegando incluso a cruzarse sobre sí mismos. La anchura de los ejemplares aquí observados es bastante constante y del orden de 0,5 a 2 mm. La composición de la traza es generalmente limolítica pero en algunos casos puede estar formada también por arenisca de grano muy fino.

D i s p o s i c i ó n y o r i e n t a c i ó n .—Todos los ejemplares aquí observados constituyen pequeños epirelieves convexos, que localmente desaparecen en el interior de la capa de limolita volviendo a reaparecer a poca distancia (durante estos pequeños intervalos constituirían relieves completos transitorios).

A s o c i a c i ó n l i t o l ó g i c a .—Aparece casi exclusivamente en la superficie de capas delgadas de limolitas (muy localmente areniscas de grano muy fino) con laminación cruzada de bajo ángulo a pequeña escala debida a ripples de corriente, o con laminación paralela. Estas a su vez están incluidas dentro de alternancias de are-

nisca de grano fino-pizarra o de limolita-pizarra, con frecuente estratificación de flaser a lenticular, nódulos de pirita, cantos de colofana, ripples de corriente y de interferencia, pequeños canales y localmente, capas de limolitas arcillosas bioturbadas. Las pizarras presentan aquí siempre tonalidades gris-oscuro.

Icnofauna asociada.—En orden decreciente de abundancia se encuentran: *Teichichnus*, *Cruziana*, *Arenicolites* (tipo B), *Planolites*, *Bifungites*, *Scolicia*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Cylindrichnus*, *Rusophycus*, *Helminthopsis*, *Nereites* y *Protovirgularia*.

Localización y repartición.—Aparece en los dos afloramientos estudiados, pero es poco frecuente a lo largo de los mismos y el número de ejemplares es muy reducido; en parte, esto puede atribuirse a un efecto subjetivo como consecuencia de su pequeño tamaño.

Discusión e interpretación.—Según HÄNTZSCHEL (1975), la icnoespecie *Helminthopsis tenuis* (KSIĄZKIEWICZ, 1970) debe atribuirse a *Gordia*. Probablemente el organismo generador fue un gusano (FISCHER & PAULUS, 1969).

Ichnogenus GYROLITHES De Saporta 1884 (Lámina Ic)

Bibliografía consultada: BROMLEY (1975).—BROMLEY & FREY (1974).—BROMLEY et al. (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—KENNEDY (1970 y 1975).—OSGOOD (1975 b).

Identificación.—Tubos continuos enrollados en forma de muelle con disposición vertical.

Descripción y dimensiones.—Tubos subcilíndricos de 4 a 7 mm de sección, comúnmente oval debido a compactación. El diámetro externo del conjunto cilíndrico resultante está comprendido entre 13 y 22 mm. En los ejemplares observados, el arrollamiento tiene lugar de arriba a abajo en el sentido contrario a las agujas del reloj. El relleno de los tubos es limolítico y el conjunto del burrow está incluido dentro de un material arcilloso (pizarra) de color gris oscuro. El alcance vertical de esta estructura orgánica no ha sido determinado pero tiene un mínimo de varios centímetros. Espesor de tubo uniforme a lo largo de todo el individuo.

Disposición y orientación.—Constituye relieves completos con disposición vertical del conjunto. No puede utilizarse como indicadores de polaridad para determinar el techo y muro de las capas, a menos que la totalidad de los ejemplares tengan siempre el mismo sentido de arrollamiento, cosa que no suele ocurrir (BROMLEY & FREY, 1974; HÄNTZSCHEL, 1975).

Asociación litológica.—Aparecen dentro de pizarras gris-oscuro, a su vez incluidas en alternancias de areniscas verde oscuro bioclásticas en capas delgadas (1 a 10 cm de espesor) con pizarras, presentando el conjunto estratificación de flaser a lenticular. Las areniscas tienen además cantos blandos arcillosos gris oscuros en la base de las capas así como estratificación cruzada a pequeña y mediana escala.

Icnofauna asociada.—Es la siguiente en orden de mayor a menor abundancia: *Teichichnus*, *Cruziana*, *Conostichus*, *Gordia*, *Phycodes* y *Rusophycus*.

Localización y repartición.—Solamente ha sido localizado en

uno de los afloramientos (Moniello-Punta La Vaca). Por otra parte, la distribución es muy escasa así como el número de ejemplares encontrados.

Discusión e interpretación.—La mayor parte de las citas de este icnogénero están situadas dentro del Mesozoico y Terciario (HÄNTZSCHEL, 1975; BROMLEY & FREY, 1974; KENNEDY, 1970 y 1975; OSGOOD, 1975 b). En este caso particular, el organismo generador es desconocido toda vez que las atribuciones habituales se refieren a crustáceos decápodos de épocas mucho más recientes.

Ichnogenus HELMINTHOPSIS Heer 1877
(Lámina III h)

Bibliografía consultada: CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CRIMES (1970 a, 1973 y 1975).—CRIMES, MARCOS & PÉREZ ESTAUN (1974).—FISCHER & PAULUS (1969).—HÄNTZSCHEL (1975).—KSIAZKIEWICZ (1970).—PÉREZ ESTAUN (1975).

Identificación.—Semirelieves horizontales simples, redondeados, de superficie lisa y meandriiformes, aunque menos apretados y con una forma menos regular que *Helminthoida*.

Descripción y dimensiones.—El relleno de los relieves es comúnmente de arenisca de grano fino o de limolita; en algunos casos es también arcilloso. Las dimensiones son bastante variables en cuanto a amplitud o extensión, de unos ejemplares a otros; diámetro de los tubos comprendido entre 5 y 30 mm.

Disposición y orientación.—Suelen presentarse como hiporelieves convexos en la base de capas areniscosas, o lo que es más frecuente limolíticas. En algunos casos aparecen también como hiporelieves cóncavos con relleno originalmente arcilloso. La mayoría de las veces puede utilizarse en la determinación de techo y muro de las capas. Localmente, se pueden presentar también como epirelieves cóncavos y convexos.

Asociación litológica.—Generalmente se encuentran en las superficies de capas limolíticas (muy localmente areniscosas) incluidas a su vez en alternancias limolita-pizarra. Las capas de limolitas son delgadas (varios mm a 10 cm de espesor) con laminación cruzada de bajo ángulo a paralela, a pequeña y mediana escala. Dentro de estos tramos son también frecuentes: nódulos de pirita, cantos de colofana, capas de areniscas bioclásticas de mayor espesor y base erosiva, estratificación ondulante y lenticular, etc.

Icnofauna asociada.—En orden decreciente de frecuencia pueden encontrarse: *Teichichnus*, *Planolites*, *Arenicolites* (tipo B), *Cylindrichnus*, *Bifungites*, *Chondrites*, *Nereites*, *Cruziana*, *Scolicia*, *Gordia*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Rusophycus* y *Monocraterion*.

Localización y repartición.—Tanto la distribución como el número de ejemplares son muy escasos en ambos afloramientos.

Discusión e interpretación.—El organismo generador de *Helminthopsis* ha sido probablemente un gusano o un animal muy afín a este. Según CHAMBERLAIN (1971 a) podría estar originado por un anélido poliqueto que se alimentaba de

sedimentos de grano muy fino. KSIĄZKIEWICZ (1970) atribuye a *Helminthopsis* un origen post-deposicional y supone que el organismo generador avanzaba perforando en la interfase limo (o arena)-arcilla.

Ichnogenus MONOCRATERION Torell 1870

(Láminas IV f y V a, b.)

Bibliografía consultada: BARNES & KLEIN (1975).—BROMLEY et al. (1975).—BOYD (1966).—CRIMES (1970 b y 1975).—FREY & CHOWNS (1972).—GOLDRING (1962).—GOODWIN & ANDERSON (1974).—HALLAM (1975).—HALLAM & SWEET (1966).—HÄNTZSCHEL (1975).—KLEIN (1975).—LESSERTISSEUR (1955).

Identificación.—Tubos simples verticales y cilíndricos de paredes lisas con ensanchamiento en el extremo superior de forma cónica o de embudo con sección circular o ligeramente elíptica. Nunca presentan ramificaciones.

Descripción y dimensiones.—Las dimensiones de estos burrows son bastante variables; su longitud está comprendida entre 5 y 32 cm y el diámetro de los tubos antes de su ensanchamiento, entre 4 y 15 mm. En cuanto a la terminación superior cónica, tiene una altura de 14 a 45 mm y un diámetro en la zona mayor abertura de 10 a 45 mm. El relleno de los tubos suele ser arcilloso, a veces con un pequeño cilindro central arenoso o limoso en la zona cónica superior. Localmente, tubos más cortos y rellenos por arenisca rojiza en forma de conos concéntricos que se horizontalizan y expanden en una dirección determinada en la superficie de la capa.

Disposición y orientación.—Constituye siempre relieves completos. Es muy útil en la identificación de techo y muro de las capas. Los ejemplares suelen aparecer agrupados en comunidades poco densas, pero también se dan casos de individuos aislados.

Asociación litológica.—Generalmente se presenta en la parte superior de areniscas arcillosas rojizas de grano medio a fino con estratificación cruzada planar o en surco a mediana escala. También pueden aparecer con menor frecuencia, en capas más delgadas de limolitas gris medio y de areniscas verdosas cloríticas de grano medio a fino, formando alternancias de estos materiales con pizarras gris oscuras.

Icnofauna asociada.—Cuando *Monocraterion* aparece en capas de areniscas rojas, lo más frecuente es que no se presente asociado a ninguno de los otros individuos aquí estudiados; no obstante, cuando lo hace en capas más delgadas grises y verdosas, puede encontrarse junto a *Arenicolites* (tipo B), *Cylindrichnus*, *Bifungites*, etcétera.

Localización y repartición.—La distribución está controlada aquí esencialmente por la frecuencia de aparición de las capas anteriormente citadas. En cuanto al número de ejemplares, es relativamente abundante, pero está restringido a una serie de capas. Por otra parte, *Monocraterion* aparece tanto en uno como en otro afloramiento.

Discusión e interpretación.—El nombre de *Monocraterion* se puede considerar como sinónimo al de *Tigillites* (HALLAM & SWEET, 1966; HÄNTZSCHEL, 1975).

Según HALLAM & SWEET (1966), *Monocraterion* y *Skolithos* habrían sido originados por el mismo tipo de organismo, probablemente un gusano del grupo de los anélidos o de los foronídeos, que se alimentaba de suspensiones. Según ellos, la diferencia estribaría en que *Skolithos* se formaría probablemente durante períodos de sedimentación escasa, mientras que *Monocraterion* sería el resultado de un movimiento ascendente para acomodarse a un nuevo aporte de sedimentación arenosa.

GOODWIN & ANDERSON (1974) piensan igualmente en un mismo tipo de organismo para ambos burrows, pero suponen que se trataba de un gusano poliqueto que se alimentaba de suspensiones y que construía su terminación embudiforme por movimientos hechos al tratar de alimentarse durante períodos de tranquilidad. CRIMES (1970 b) atribuye igualmente estos dos tipos de burrows a un mismo organismo.

Ichnogenus NEREITES Mac Leay 1839
(Lámina III, e)

Bibliografía consultada: CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CHAMBERLAIN & CLARK (1973). CRIMES (1970 a y 1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—KERN & WARME (1974).—LESSERTISSEUR (1955). PFEIFFER (1968).—RUCHHOLZ (1967).—SEILACHER (1963, 1964 y 1967).—SIMPSON (1975).—VOLK, (1961).

Identificación.—Trazas horizontales meandriformes formadas por un surco central muy somero limitado a ambos lados por una serie de pequeños abultamientos o lóbulos ovalados, regularmente espaciados y muy próximos entre sí.

Descripción y dimensiones.—El surco central, que es redondeado, está comprendido entre 2 y 5 mm de anchura y aparece relleno por material arcilloso. Los lóbulos laterales situados a ambos lados son limolíticos, están dispuestos oblicuamente con relación al surco central y presentan generalmente una disposición alterna. La anchura total de la traza es de 7 a 12 mm. El tamaño de los lóbulos es del orden de 3 a 4 mm y la forma de las vueltas o meandros no es nunca envolvente en los casos observados.

Disposición y orientación.—Todos los ejemplares aquí representados constituyen epirelieves convexos muy suaves en la mayoría de los casos en limolitas gris medio con laminación cruzada de bajo ángulo a paralela.

Asociación litológica.—Es variable. Generalmente se encuentra en tramos formados por alternancias de limolitas con laminación cruzada, limolitas arcillosas bioturbadas y pizarras grises oscuras, con predominio de estas últimas. Localmente se ha encontrado en juntas arcillosas rojizas dentro de tramos de areniscas rojas con abundante matriz y estratificación cruzada en surco a mediana escala.

Ichnofauna asociada.—La más frecuente suele ser: *Chondrites*, *Teichichnus*, *Scolicia*, *Planolites*, *Cylindrichnus*, *Helminthopsis* y *Bifungites*. Con menor frecuencia se han encontrado: *Conostichus*, *Asturichnus*, *Bergaueria*, *Cosmorhaphes*, *Phycodes*, *Rhizocorallium*, *Cruziana*, *Rusophycus*, *Gordia*, *Arenicolites* (tipo B), etc.

Localización y repartición.—Tanto en distribución como en número de ejemplares, es muy escaso en ambos afloramientos.

Discusión e interpretación.—El organismo generador de *Nereites* ha sido muy discutido: las atribuciones más comunes son las de un gasterópodo, un

crustáceo y un gusano (HÄNTZSCHEL, 1975); al menos, en este caso particular, la última parece la más probable. Según CHAMBERLAIN (1971 a) se debería probablemente a la actividad de un anélido poliqueto.

Ichnogenus PHYCODES Richter 1850
(Lámina III - d)

Bibliografía consultada: BANKS (1970).—COWIE & SPENCER (1970).—CRIMES (1970 a, b, c y 1975).—FREY (1973).—GERMS (1972).—GLAESSNER (1969).—HÄNTZSCHEL (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—OSGOOD (1975 b).—SELLEY (1970).—SEILACHER (1963).—SIMPSON (1975).

Identificación.—Semirelieves múltiples horizontales o ligeramente oblicuos que parten de un núcleo común y se dividen en varias ramas orientadas en una misma dirección formando un ángulo generalmente agudo.

Descripción y dimensiones.—La parte inferior de los ejemplares es más o menos redondeada y la profundidad de los relieves de las distintas ramas va disminuyendo hacia los extremos, haciéndose mayor hacia la parte central del recorrido. Las distintas ramas o tubos tienen a veces un aspecto semicilíndrico aunque en su zona media suelen ser de mayor anchura. Las dimensiones son extremadamente variables de unos ejemplares a otros, así como la forma general que presentan. Los tamaños más comunes están comprendidos entre 7 y 20 cm. de longitud, no obstante, los tamaños extremos encontrados varían entre límites mucho mayores. La anchura de cada una de las ramas puede llegar a alcanzar los 35 mm. El relleno de los ejemplares es limolítico en la mayoría de los casos pero localmente puede ser arenoso. Teniendo en cuenta la variabilidad de características de unos ejemplares a otros es posible la separación de varias icnoespecies.

Disposición y orientación.—Constituye siempre hiporelieves convexos comúnmente fuertes, en la base de capas de areniscas de grano fino o de limolitas (especialmente en estas últimas). Es muy útil en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es muy similar a la indicada anteriormente para *Conostichus*.

Ichnofauna asociada.—En orden de mayor a menor frecuencia es la siguiente: *Teichichnus*, *Planolites*, *Asturichnus*, *Arenicolites* (tipo B), *Conostichus*, *Cylindrichnus*, *Chondrites*, *Cruziana*, *Bifungites*, *Scolicia*, *Rusophycus*, y *Gordia*. A veces pueden encontrarse también: *Bergaueria*, *Protovirgularia*, *Didymaulichnus*, *Gyrolithes*, *Nereites*, *Helminthopsis*, *Skolithos*, *Rosselia*, *Monocraterion*, etc.

Localización y repartición.—El número de ejemplares es abundante y la distribución amplia a lo largo de los dos afloramientos.

Discusión e interpretación.—Según HÄNTZSCHEL (1975) el organismo generador de *Phycodes* fue probablemente un animal con aspecto de gusano que se alimentaba de sedimentos. OSGOOD (1975 b) habla de una variedad de *Cruziana* citada por SEILACHER (1970) en el Silúrico de Chad que presenta diversas prolongaciones partiendo de un tronco central y que es semejante a *Phycodes*.

Ichnogenus PLANOLITES Nicholson 1873
(Láminas II b, III a, g y V g)

Bibliografía consultada: ARBOLEYA (1973).—BROMLEY et al. (1975).—CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CHAMBERLAIN & CLARK (1973).—COWIE & SPENCER (1970).—CRIMES (1970 a y c).—FREY (1975).—FREY & CHOWNS (1972).—FREY & HOWARD (1970).—FÜRSICH (1974 y 1975).—GERMS (1972).—HALLAM (1970 y 1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—HEINBERG (1970).—KENNEDY (1975).—MABERRY (1971).—MARCOS (1973).—PÉREZ ESTAUN (1975).—PERKINS (1971).—SIMPSON (1975).

Identificación.—Tubos cilíndricos a subcilíndricos continuos, de paredes lisas y de orientación muy variable dentro del sedimento en el que se encuentran. Pueden ser tanto rectos como ligera o fuertemente curvados y no presentan nunca ramificaciones ni estructura interna característica.

Descripción y dimensiones.—La disposición de los tubos dentro del sedimento va desde horizontal hasta vertical pasando por todas las posiciones intermedias. Es frecuente que un mismo ejemplar conste de tramos con diferente orientación. Los tubos son por lo general cilíndricos o ligeramente aplanados por compactación. El relleno puede estar formado por arenisca, limolita o arcilla, predominando los dos últimos. Las dimensiones de los ejemplares vistos son extremadamente variables, tanto en longitud como en diámetro de tubo.

Disposición.—Constituyen siempre relieves completos, de orientación muy variable. No se pueden utilizar nunca como indicadores de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es muy variada. Aquí, aparece tanto en areniscas como en limolitas y en pizarras. En general es más frecuente dentro de tramos formados por alternancias arenisca-pizarra o limolita-pizarra que en aquellos de composición más homogénea; dentro de estos últimos, a su vez, es más común en los de tamaño de grano más fino (limolita arcillosa y pizarra).

Icnofauna asociada.—En realidad, *Planolites* ha aparecido asociado prácticamente al resto de trazas fósiles aquí citadas. No obstante, aquellas que con menor frecuencia han sido identificadas junto a éstos son: *Arenicolites* (tipo A), *Monocraterion* y *Skolithos*.

Localización y repartición.—Son extraordinariamente frecuentes en ambos afloramientos y su distribución es asimismo muy amplia a lo largo de ellos.

Discusión e interpretación.—Los *Planolites* han sido interpretados más comunmente como burrows producidos por organismos que se alimentaban de sedimentos, probablemente gusanos en su mayoría; en muchos casos, el sedimento pasaría a través del intestino de estos animales durante su avance (KENNEDY, 1975). No obstante, teniendo en cuenta la enorme repartición de *Planolites* a lo largo de todas las épocas, la gran cantidad de citas que existen de ellos en la literatura, y especialmente, las notables variaciones de forma y tamaño que presentan, es muy probable que hayan sido varios tipos distintos de organismos los que han intervenido en la formación de estos burrows.

Ichnogenus PROTOVIRGULARIA Mc Coy 1850
(Lámina II c)

Bibliografía consultada: HÄNTZSCHEL (1975).—PFEIFFER (1968).—VOLK (1961).

Identificación.—Semirelieves pequeños formados por un eje central más elevado del que parten a ambos lados diminutas prolongaciones alternas en forma de cuña, muy próximas entre sí y regularmente espaciadas.

Descripción y dimensiones.—Los relieves suelen ser rectos o ligeramente curvados. Los ejemplares vistos aquí no presentan nunca ramificaciones dicotómicas como sucede en algunos otros casos (HÄNTZSCHEL, 1975). La máxima longitud observada es de 10 cm; la anchura (muy constante) suele ser del orden de 2 a 3 mm. El relleno de la traza es limolítico.

Disposición y orientación.—Se presenta siempre en forma de pequeños hiporelieves convexos en la base de capas limolíticas. Puede utilizarse para determinar la posición del techo y muro de un estrato.

Asociación litológica.—Aparece siempre dentro de tramos formados por alternancias de limolitas gris medio en capas muy delgadas (1 a 9 cm de espesor) con laminación cruzada de bajo ángulo a subparalela, y de pizarras gris oscuras, con gran predominio de estas últimas. Son frecuentes aquí, la estratificación ondulante y lenticular así como los nódulos de pirita y de siderita. Localmente suelen encontrarse: discordancias erosivas, slumping y convoluted, algunos sole-marks y ripples de corriente de interferencia.

Ichnofauna asociada.—En orden decreciente aproximado de frecuencia se encuentran: *Teichichnus*, *Planolites*, *Cruziana*, *Phycodes*, *Bifungites*, *Conostichus*, *Arenicolites* (tipo B), *Cylindrichnus* (horizontales y oblicuos), *Gordia*, *Asturichnus*, *Rusophycus* y *Scolicia*.

Localización y repartición.—Se encuentra en ambos afloramientos, pero escasamente distribuido y en un número muy reducido de ejemplares.

Discusión e interpretación.—Es relativamente frecuente en las series devónicas y carboníferas de Alemania (PFEIFFER, 1968; VOLK, 1961), y especialmente en las primeras. El origen de *Protovirgularia* se atribuye a arrastre por el fondo de un organismo cuya identidad se desconoce (HÄNTZSCHEL, 1975).

Ichnogenus RHIZOCORALLIUM Zenker 1836
(Lámina I e y f)

Bibliografía consultada.—ACER & WALLACE (1970).—BANKS (1970).—BROMLEY (1975).—CRIMES (1973 y 1975).—FARROW (1966).—FREY (1975).—FÜRSICH (1974 y 1975).—GOLDRING & BRIDGES (1973).—HALLAM (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—HEINBERG (1970).—KENNEDY (1975).—KSIAZKIEWICZ (1970).—LESSERTISSEUR (1955).—OSGOOD (1975 b).—SEILACHER (1963, 1964 y 1967).—SELLWOOD (1970).—SIMPSON (1975).—TALBOT (1973 y 1974).—WILSON (1975).

Identificación.—Burrows subhorizontales u oblicuos en U con spreite o conexiones entre las dos ramas.

Descripción y dimensiones.—Los tubos o ramas de la estructura en U son paralelos entre sí y tienen un diámetro comprendido entre 3 y 10 mm. No

se han observado aquí estructuras retrusivas en estos ejemplares. La anchura de la spreite o conexión entre ramas es del orden de 6 a 17 mm, y la longitud de los ejemplares puede alcanzar hasta 8 cm. En algunos casos, se ha observado ornamentación anular de escaso relieve y muy apretada en las paredes externas de los tubos. El relleno de estos últimos está formado por limolita o arenisca de grano fino.

Disposición y orientación.—Se presenta siempre formando relieves completos de orientación variable: generalmente horizontales o subhorizontales en la terminación inferior cerrada, oblicuos en la parte media y casi verticales en el extremo superior. Son útiles en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es muy variable. Se ha encontrado tanto dentro de tramos de areniscas rojizas arcillosas con estratificación cruzada en surco a pequeña y mediana escala, como en alternancias de limolitas en capas muy delgadas y de pizarras gris oscuras con nódulos de pirita, fauna y cantos de colofana.

Ichnofauna asociada.—En orden decreciente aproximado de frecuencia es la siguiente: *Chondrites*, *Monocraterion*, *Planolites*, *Teichichnus*, *Cylindrichnus* y *Nereites*. Más raramente pueden encontrarse: *Cosmorhappe*, *Rusophycus*, *Scolicia*, *Bifungites*, *Arenicolites*, *Asturichnus* y *Conostichus*.

Localización y repartición.—Aunque aparezca en los dos afloramientos, tanto la distribución a lo largo de los mismos como el número de ejemplares son muy escasos.

Discusión e interpretación.—SEILACHER (1967) piensa que *Rhizocorallium* habría sido originado por un organismo que se alimentaba de sedimentos. Otra posibilidad, es que se trate de huellas de morada de animales que se alimentaban de plancton (HÄNTZSCHEL (1975). Según SELLWOOD (1970) se trataría probablemente de la huella producida por un crustáceo que en determinadas etapas de su vida se alimentaba de suspensiones mientras que en otras su nutrición era a base de sedimentos (no obstante, hay que tener en cuenta que su estudio fue hecho en sedimentos del Mesozoico por lo que pudiera tratarse ya de un organismo más evolucionado que los del Paleozoico).

Finalmente, HALLAM (1975) KENNEDY (1975) han considerado igualmente a *Rhizocorallium* como la huella de excavación producida por un crustáceo.

Ichnogenus ROSSELIA Dahmer 1937

(Lámina V a)

Bibliografía consultada: CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CHAMBERLAIN & CLARK (1973).—HÄNTZSCHEL (1975).—SEILACHER (1963).

Identificación.—Burrows oblicuos de forma más o menos cónica que se horizontaliza gradualmente en la parte inferior de menor diámetro; la estructura interna está formada por láminas concéntricas igualmente cónicas.

Descripción y dimensiones.—El relleno de los burrows es de arenisca arcillosa, generalmente rojiza. Las dimensiones de los ejemplares son las siguientes: Longitud (50 a 90 mm), anchura en la zona de mayor abertura del cono (30 a 60 mm.).

Disposición y orientación.—Se presenta siempre en relieves completos dentro de capas de areniscas. Puede utilizarse en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es muy constante. Se encuentra ordinariamente cerca de la superficie superior de areniscas rojizas (localmente verdosas) de grano medio (a veces algo carbonatadas) con estratificación cruzada a mediana escala planar o en surco, y estratificadas en capas de espesor medio a grueso.

Ichnofauna asociada.—En algunos casos aparece como traza única en dichas capas, pero comúnmente suele encontrarse junto con *Monocraterion*. Localmente puede aparecer también *Cylindrichnus*.

Localización y repartición.—Aparece en los dos afloramientos estudiados y su presencia está fuertemente controlada por la aparición de capas de areniscas como las anteriormente citadas; por esta razón, tiende a ser más frecuente en la mitad inferior de las dos series.

Discusión e interpretación.—CHAMBERLAIN (1971 a) y CHAMBERLAIN & CLARK (1973) suponen que *Rosselia* representa el burrows de morada y de alimentación de un gusano (probablemente un anélido poliqueto). Algunos autores lo relacionan con una variedad o una forma juvenil de *Asterosoma* (CHAMBERLAIN, 1971 a; HÄNTZSCHEL 1975).

Ichnogenus RUSOPHYCUS Hall 1852

(Lámina IV a, b, d, e)

Bibliografía consultada: ARBOLEYA (1973).—BALDWIN (1975).—BANKS (1970).—BERGSTRÖM (1970).—BIRKENMAJER & BRUTON (1971).—CRIMES (1970 a, b, c y 1975).—FREY (1973 y 1975).—LESSERTISSEUR (1955).—MARCOS (1973).—ORLOWSKI, RADWANSKI & RONEWICZ (1970).—OSGOOD (1975 a y b).—PÉREZ ESTAUN (1975).—SEILACHER (1963, 1964 y 1970).—SEILACHER & MEISCHNER (1965).—SELLEY (1970).—SIMPSON (1975).

Identificación.—Pequeños relieves por lo general de aspecto muy variable y con simetría bilateral. A veces, presentan ornamentación basal en espina de pescado como ocurre en *Cruziana*.

Descripción y dimensiones.—Generalmente los relieves están comprendidos entre 30 y 50 mm de longitud y 20 a 30 mm de anchura; el relleno de los mismos suele ser de limolita (localmente de arenisca).

Disposición y orientación.—Forman siempre hiporelieves convexos. Constituyen un buen criterio en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es prácticamente la misma que la indicada para *Cruziana*.

Ichnofauna asociada.—Es la siguiente, en orden de mayor a menor frecuencia: *Teichichnus*, *Conostichus*, *Planolites*, *Cruziana*, *Phycodes*, *Chondrites*, *Arenicolites* (tipo B), *Scolicia*, *Asturichnus*, *Cylindrichnus*. Localmente, pueden encontrarse: *Gordia*, *Bifungites*, *Nereites*, *Rhizocorallium*, *Cosmorhappe*, *Helminthopsis*, *Gyrolithes*, *Protovirgularia*, *Skolithos*, etc.

Localización y repartición.—Aunque aparece en ambos afloramientos, el número de ejemplares es escaso. Su distribución, por el contrario, es muy

amplia, excepto en el tercio inferior de estas series en donde aparece sólo en contadas ocasiones.

Discusión e interpretación.—Una gran mayoría de autores está de acuerdo en que la mayor parte de *Rusophycus* paleozoicos, corresponden a huellas de reposo o de excavación sin desplazamiento horizontal producidas por artrópodos del grupo de los trilobites o de otros afines a ellos. Para otros datos, ver *Cruziana*.

Ichnogenus SCOLICIA De Quatrefages 1849 (Láminas III c y V h)

Bibliografía consultada: CHAMBERLAIN (1971 a y b).—CHAMBERLAIN & CLARK (1973).—COWIE & SPENCER (1970).—CRIMES (1973 y 1975).—FARRES (1963).—FÜRSICH (1974 y 1975).—HALLAM (1975).—KENNEDY (1975).—KERN & WARME (1974).—PFEIFFER (1968).—SEILACHER (1963).—SIMPSON (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).

Identificación.—Relieves horizontales alargados, rectos o ligeramente curvados, con simetría bilateral y de aspecto muy variable, generalmente adelgazándose hacia ambos extremos.

Descripción y dimensiones.—Los relieves son generalmente abultados (convexos) y constan de un surco central longitudinal más o menos agudo a ambos lados del cual hay una serie continua de pequeñas hendiduras o estriaciones transversales dispuestas regularmente y con correspondencia bilateral entre sí. En otros casos, los relieves, constan solamente de dos crestas alargadas longitudinales con un surco en el medio, pero sin que se observen apenas restos de estriaciones oblicuas. La morfología de estas trazas fósiles es aquí bastante variada. La anchura de los relieves es de 5 a 18 mm y su longitud puede alcanzar hasta 14 cm.

Disposición y orientación.—Es relativamente variable. Comúnmente, se presentan en forma de epirelieves cóncavos o convexos (predominando estos últimos), en capas limolíticas (localmente en areniscas). Sólo en algunos casos pueden utilizarse en la identificación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Generalmente en alternancias de capas delgadas de limolitas y pizarras con características similares a las de otras trazas anteriormente descritas como: *Bergaueria*, *Bifungites*, *Conostichus*, etc.

Ichnofauna asociada.—Es muy abundante. En orden decreciente de frecuencia, se encuentran: *Planolites*, *Teichichnus*, *Cylindrichnus*, *Chondrites*, *Arenicolites* (tipo B), *Cruziana*, *Phycodes*, *Conostichus*, *Bifungites*, *Asturichnus*, *Rusophycus*, *Nereites* y *Gordia*. Localmente pueden aparecer: *Monocraterion*, *Bergaueria*, *Helminthopsis*, *Rhizocorallium*, *Didymaulichnus*, *Cosmorhaphe*, *Skolithos*, y *Protovirgularia*.

Localización y repartición.—Aparece en ambos afloramientos, pero con una repartición y un número de ejemplares de moderado a escaso.

Discusión e interpretación.—La opinión más generalizada interpreta a *Scolicia* como huellas de arrastre y/o alimentación de gasterópodos (CRIMES, 1975; FÜRSICH, 1974; HÄNTZSCHEL, 1975). KSIĄZKIEWICZ (1970) le atribuye un origen postdeposicional, mientras que CRIMES (1973) cita ejemplares tanto pre

como postdeposicionales. SIMPSON (1975) considera a *Scolicia* como una traza de arrastre de organismos inmediatamente por debajo de la superficie del sedimento.

Ichnogenus SKOLITHOS Haldemann 1840

(Lámina II g, h)

Bibliografía consultada: ARBOLEYA (1973).—BANKS (1970).—BARNES & KLEIN (1975).—BOYD (1966).—BROMLEY et al. (1975).—CHAMBERLAIN & CLARK (1973).—COWIE & SPENCER (1970).—CRIMES (1970 a, b, c, y 1975).—FREY (1975).—FREY & CHOWNS (1972).—FÜRSICH (1974 y 1975).—HALLAM (1975).—HALLAM & SWEET (1966).—HÄNTZSCHEL (1975).—HOWARD (1975).—JANSA (1975).—KENNEDY (1975).—LESSERTISSEUR (1955).—MARCOS (1973).—OSGOOD (1975 a y b).—SIMPSON (1975).

Identificación.—Tubos simples verticales, rectos y cilíndricos, de paredes lisas. No presentan nunca ramificaciones. Localmente pueden aparecer ligeramente oblicuos por deformación.

Descripción y dimensiones.—Son bastante variables; la longitud o profundidad está comprendida entre 3 y 12 cm y el diámetro de los tubos entre 1 y 7 mm. El relleno es siempre arcilloso o arcilloso-limoso rojizo o gris oscuro, no obstante, los tubos pueden aparecer huecos por lavado. Las paredes pueden ser areniscas o limolíticas dependiendo de la composición de las capas en las que estén incluidos. A veces, las superficies inferiores de las capas atravesadas por *Skolithos*, presentan pequeños hiporelieves anulares convexos alrededor del orificio central, como ocurre con algunos *Arenicolites* del tipo A.

Disposición y orientación.—Constituye siempre relieves completos. Es útil en la determinación de techo y muro de las capas cuando se puede apreciar la terminación inferior.

Asociación litológica.—Siempre en capas delgadas (3 a 12 cm de espesor) de areniscas de grano medio a fino con laminación horizontal o cruzada de bajo ángulo, a su vez integradas en tramos totalmente areniscos con estratificación cruzada planar y en surco a mediana escala. Muy localmente, se ha encontrado asimismo en limolitas en capas de hasta 12 cm de espesor con laminación cruzada muy tendida, incluidas en tramos formados por alternancias de limolitas laminadas y de limolitas arcillosas muy bioturbadas.

Icnofauna asociada.—La más común suele ser de *Arenicolites* (tipo A), cuando se presenta en capas areniscas como las anteriormente citadas. Cuando lo hace en limolitas, los ejemplares son de mayor tamaño que en el caso de areniscas y suele asociarse a: *Arenicolites* (tipo B), *Cylindrichnus*, *Scolicia*, *Planolites*, *Asturichnus*, *Chondrites*, *Teichichnus*, *Phycodes*, *Monocraterion*, etc.

Localización y repartición.—Los ejemplares que aparecen en areniscas son muy frecuentes en número, pero su distribución es muy escasa en ambos afloramientos. Los que lo hacen en limolitas son más escasos aún tanto en número como en distribución.

Discusión e interpretación.—Ha sido descrita ya al hablar de *Monocraterion*.

Ichnogenus TEICHICHNUS Seilacher 1955
(Láminas II d y V g)

Bibliografía consultada.—ARBOLEYA (1973).—BANKS (1970).—CAMPBELL (1971).—COTTER (1973).—CRIMES (1970 a, c y 1975).—FARROW (1966).—FREY (1973 y 1975).—FREY & HOWARD (1970).—FÜRSICH (1974 y 1975).—GOLDRING (1962).—GOLDRING & BRIDGES (1973).—HALLAM (1975).—HÄNTZSCHEL (1975).—HEINBERG (1970).—HOWARD (1972 y 1975).—KENNEDY (1975).—MABERRY (1971).—SEILACHER (1964).—TALBOT (1973).

Identificación.—Relieves fuertes, generalmente rectos o ligeramente curvados, de sección con base redondeada o aplanada. Muy localmente, algunos ejemplares presentan ciertas separaciones o divisiones del tronco central formando un ángulo agudo con éste, con lo que tiene una cierta semejanza con *Phycodes*.

Descripción y dimensiones.—Los relieves presentan en la mayoría de los casos secciones de anchura prácticamente constante, sin embargo, a veces ésta disminuye en sentido vertical formando una especie de pequeños escalones de bordes redondeados, especialmente en los ejemplares de mayor tamaño. En la mayoría de los casos, en los burrows de *Teichichnus* de estas series, presentan alineaciones oblicuas (con respecto al plano horizontal de la traza) que se continúan en el interior del ejemplar constituyendo una serie de planos paralelos entre sí e inclinados en el mismo sentido que el de avance del organismo. Las dimensiones de *Teichichnus* son las siguientes: longitud (10 a 110 cm), anchura (6 a 60 mm), profundidad (6 a 80 mm). En general, los ejemplares de pequeño y mediano tamaño, tienen la sección en forma de U (base redondeada) mientras que la de los de mayor tamaño, tiene la base más aplanada. El relleno de los burrows suele ser limolítico (localmente arenisoso) en forma de láminas finas con juntas arcillosas.

Disposición y orientación.—En unos casos se presenta como relieves completos (si ha habido erosión), y en otros como hiporelieves convexos. Es un excelente criterio en la determinación de techo y muro de las capas.

Asociación litológica.—Es muy similar a la descrita para *Chondrites*, *Cruziana* y *Conostichus*.

Icnofauna asociada.—En orden decreciente aproximado de abundancia, se encuentran: *Planolites*, *Chondrites*, *Phycodes*, *Conostichus*, *Cruziana*, *Cylindrichnus*, *Asturichnus*, *Arenicolites* (tipo B), *Bifungites*, *Scolicia*, y *Rusophycus*. Localmente pueden encontrarse: *Bergaueria*, *Gordia*, *Nereites*, *Didymaulichnus*, *Protovirgularia*, *Skolithos*, *Helminthopsis*, *Gyrolithes*, etc.

Localización y repartición.—El número de ejemplares es muy abundante y su repartición muy amplia en ambos afloramientos, aunque predominan en la mitad superior de los mismos.

Discusión e interpretación.—La extensa bibliografía de *Teichichnus* en las distintas épocas hace pensar en una atribución a diferentes grupos de animales (HÄNTZSCHEL, 1975); no obstante, en este caso, el organismo generador parece haber sido un artrópodo del grupo de los trilobites o muy afín a ellos, como lo demuestran: la presencia de ejemplares de morfología intermedia entre *Teichichnus* y *Cruziana*, la común asociación de ambos tipos de trazas fósiles, y la forma y tamaño descritos anteriormente para *Teichichnus*. De acuerdo con esto, cabe pensar que un

cierto número de formas paleozoicas atribuidas por diversos autores a *Teichichnus*, tengan este mismo origen.

Se trataría pues, de formas bentónicas cuya vida habitual estaría representada por desplazamiento acompañado de fuerte excavación en los sedimentos arcillosos del fondo ricos en materia orgánica, con objeto de procurarse alimento. El hecho de encontrar esporádicamente en estos relieves, estructuras y ornamentaciones delicadas parece sugerir que a veces, el sedimento del fondo tenía ya una ligera compactación; en algunos casos incluso, las láminas limosas o arenosas que lo rellenan, se formarían cuando el animal aún permanecía en el interior del burrow.

OTRAS TRAZAS FOSILES

Además de las citadas hasta aquí, se han encontrado perforaciones de organismos de pequeño tamaño en conchas de braquiópodos y pelecípodos, así como otras trazas fósiles pendientes aún de un estudio más completo para su definitiva clasificación, ej.: *Asterosoma?*, *Diplocraterion?*, *Neonereites?*, *Dictyodora?*, *Psammichnites?*, etc.

BIBLIOGRAFIA

- AGER, D. V. & WALLACE, P. (1970).—The distribution and significance of trace fossils in the uppermost Jurassic rocks of the Boulonnais, Northern France. In: *Trace fossils*. CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 1-18, Liverpool.
- ALPERT, S. P. (1973).—*Bergaueria* Prantl (Cambrian and Ordovician), a probable actinian trace fossil. *Jour. Paleontology*, vol. 47, n.º 5, pp. 919-924, Menasha.
- ARAI, M. N. & MC. GUGAN, A. (1968).—A problematic coelenterate (?) from the Lower Cambrian, near Moraine Lake, Banff Area, Alberta. *Jour. Paleontology*, vol. 42, pp. 205-209, Menasha.
- ARBOLEYA, M. L. (1973).—Nota sobre la icnofauna del Cámbrico de la costa asturiana entre Cudillero y Ballota (NW. de España). *Brev. Geol. Astur.*, Año XVII, n.º 3, pp. 37-42, Oviedo.
- BALDWIN, C. T. (1975).—The stratigraphy of the Cabos Series in the section between Cadavedo and Luarca, province of Oviedo, NW. Spain. *Brev. Geol. Astur.*, Año XIX, n.º 1, pp. 4-9, Oviedo.
- BANKS, N. L. (1970).—Trace fossils from the Late Precambrian and Lower Cambrian of Finnmark, Norway. In: *Trace Fossils*, CRIMES & HARPER Eds., Geol. Jour. Spec. Issue, n.º 3, pp. 19-34., Liverpool.
- BARNES, J. J. & KLEIN, G. de V. (1975).—Tidal Deposits in the Zabriskie Quartzite (Cambrian), Eastern California and Western Nevada. In: *Tidal Deposits*, GINSBURG R. N. (Ed.), Springer-Verlag., pp. 163-169, Berlín-Heidelberg-New York.
- BARTHEL, K. W. & BARTH, W. (1972).—Paleoecologic specimens from the Devonian of Bolivia. *Neues. Jahrb. Geol. Palaont. Monats.*, vol. 10, pp. 573-581, Stuttgart.
- BERGSTROM, J. (1970).—*Rusophycus* as an indication of early Cambrian age. In: *Trace Fossils*, CRIMES & HARPER, Eds., Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 35-42, Liverpool.
- BIRKENMAJER, K. & BRUTON, D. L. (1971).—Some trilobite resting and crawling traces, *Lethaia.*, vol 4, n.º 3, pp. 303-319, Oslo.
- BOYD, D. W. (1966).—Lamination deformed by burrowers in Flathead Sandstone (Middle Cambrian) of Central Wyoming. *Contribut. to Geology.*, vol 5, n.º 1, pp. 45-53, Laramie.
- (1974).—Wyoming specimens of the trace fossil *Bergaueria*. *Contribut. to Geology.*, vol. 13, n.º 1, pp. 11-15, Laramie.
- BROMLEY, R. G. (1975).—Trace fossils at omission surfaces. In: *The Study of Trace Fossils*. FREY, R. W. (Ed.), pp. 109-130, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- , FREY, R. W. (1974).—Redescription of the trace fossil *Gyrolithes* and taxonomic evaluation of *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Spongiomorpha*. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, vol. 23, pp. 311-335, 11 fig., Copenhagen.

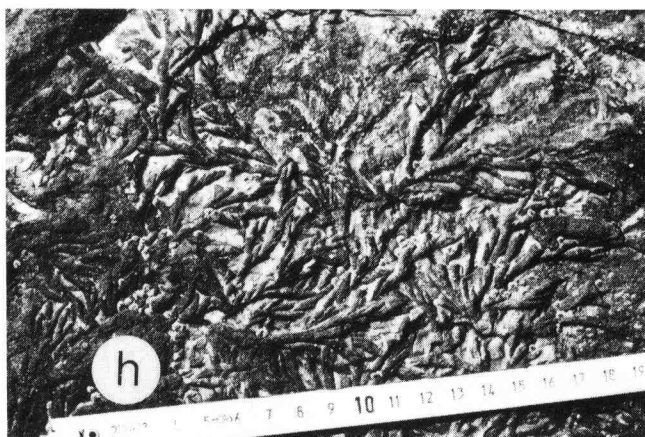
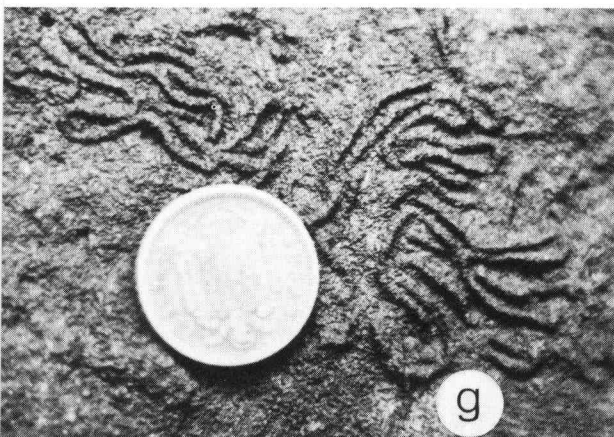
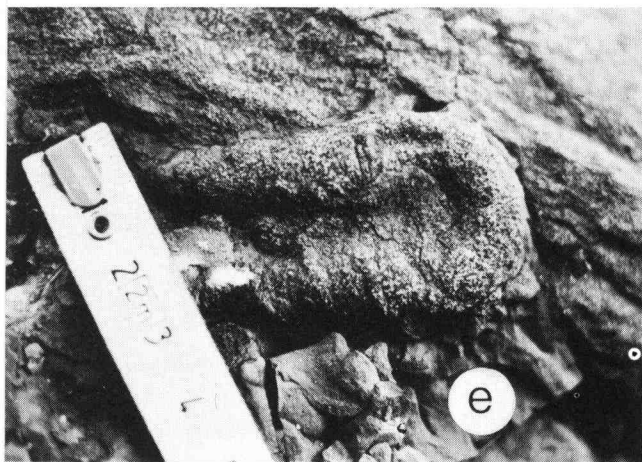
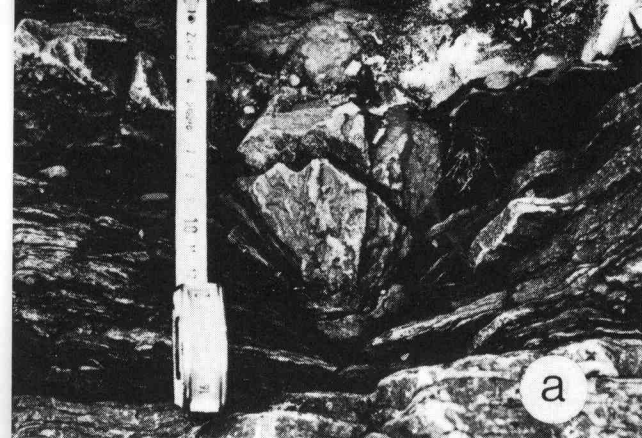
- , CURRAN, H. A., FREY, E. W., GUTSCHICK, R. C. & SUTTNER, L. J. (1975).—Problems in interpreting unusually large burrows. In: *The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 351-376, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- CAMPBELL, C. V. (1971).—Depositional model-Upper Cretaceous Gallup beach shoreline, Ship Rock Area, Northwestern New Mexico. *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 41, n.º 2, pp. 395-409, Menasha.
- COTTER, E. (1973).—Large *Rosselia* in the Upper Cretaceous Ferron. Sandstone, Utah. *Jour. Paleontology.*, vol. 47, n.º 5, pp. 975-978, Menasha.
- COWIE, J. W. & SPENCER, A. M. (1970).—Trace Fossils from the late Precambrian/Lower Cambrian of East Greenland. In: *Trace Fossils.*, CRIMES & HARPER (eds.), Geol. Jour., Spec. Publ. n.º 3, pp. 91-100, Liverpool.
- CRIMES, T. P. (1970 a).—The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from Lower Palaeozoic strata. In: *Trace fossils.* CRIMES & HARPER Eds., Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 101-126, Liverpool.
- , (1970b).—Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. *Geol. Jour.*, vol. 7., pp. 47-68, 7 figs., 8 lám. Liverpool y Manchester.
- , (1970 c).—A facies analysis of the Arenig of western Lley, North Wales. *Proceed. Geol. Assoc.*, vol. 81, Part. 2, pp. 221-240, London.
- , (1973).—From limestones to distal turbidites: a facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene-Eocene), North Spain. *Sedimentology*, Vol. 20, n.º 1, pp. 105-131, Amsterdam.
- , (1975).—The stratigraphical significance of Trace Fossils. In: *The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 109-130. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- , MARCOS, A. & PÉREZ ESTAUN, A. (1974).—Upper Ordovician turbidites in western Asturias: a facies analysis with particular reference to vertical and lateral variations. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, vol. 15, n.º 3, pp. 169-184, Amsterdam.
- CHAMBERLAIN, C. K. (1971a).—Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, southeast Oklahoma. *Jour. Paleontology.*, vol. 45, n.º 2, pp. 212-246, Menasha.
- , (1971b).—Bathymetry and paleoecology of Ouachita geosyncline of southeastern Oklahoma as determined from trace fossils, *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, vol. 55, n.º 1, pp. 34-50, Tulsa.
- & CLARK, D. L. (1973).—Trace fossils and conodonts as evidence for deep-water deposits in the Oquirrh Basin of Central Utah. *Jour. Paleontology*, vol. 47, n.º 4, pp. 663-682, Menasha.
- DUBOIS, P. & LESSERTISSEUR, J. (1964).—Note sur *Bifungites*, trace problématique du Dévonien du Sahara. *Bull. Soc. Géol. France.*, vol. 6, pp. 626-634, Paris.
- FARRES, F. (1963).—Observaciones paleoicnológicas y estratigráficas en el flysch Maestrichtiense de la Poblá de Segur (Prov. de Lérida). *Not. Com. Inst. Geol. Min. España.*, vol. 71, pp. 95-136, Madrid.
- FARROW, G. E. (1966).—Bathymetric zonation of Jurassic trace fossils from the coast of Yorkshire, England. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, vol. 2, pp. 103-151, 11 fig., 7 lám., Amsterdam.
- FISCHER, P. & PAULUS, B. (1969).—Spurenfossilien aus den Oberen Nohn-Schichten der Blankenheimer Mulde (Eifelium, Eifel). *Senckenberg, Lethaea.*, vol. 50, n.º 1, pp. 81-101, Frankfurt am Main.
- FREY, R. W. (1973).—Concepts in the study of biogenic sedimentary structures. *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 43, n.º 1, pp. 6-19, Menasha.
- (Ed.) (1975).—*The study of Trace Fossils.* Springer-Verlag., 562 p., New York.
- & CHOWNS, T. M. (1972).—Trace fossils from the Ringgold road cut (Ordovician and Silurian), Georgia. In: T. M. CHOWNS (Comp), *Sedimentary environments in the Paleozoic rocks of northwest Georgia.* Georgia Geol. Surv., Guidebook 11, pp. 25-55.
- & HOWARD, J. D. (1970).—Comparison of Upper Cretaceous ichnofaunas from siliceous sandstones and chalk, Western Interior Region, U.S.A. In: *Trace Fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 141-166, Liverpool.
- FÜRSICH, F. T. (1974).—Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, Serie B, n.º 13, pp. 1-52, Stuttgart.
- (1975).—Trace fossils as environmental indicators in the Corallian of England and Normandy. *Lethaia*, vol. 8, n.º 2, pp. 151-172, Oslo.
- GERMS, G. J. B. (1972).—Trace fossils from the Nama Group, Southwest Africa. *Jour. Paleontology*, vol. 46, pp. 864-870, Menasha.
- GLAESSNER, M. F. (1969).—Trace fossils from the Precambrian and basal Cambrian. *Lethaia*, vol. 2, n.º 4, pp. 369-393. Oslo.

- GOLDRING, R. (1962).—The trace fossils of the Baggy Beds (Upper Devonian) of North Devon, England. *Palaont. Zeitschrift.*, vol. 36, n.º 3-4, pp. 232-251. Stuttgart.
- & BRIDGES, P. (1973).—Sublittoral sheet sandstones. *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 43, n.º 3, pp. 736-747, Menasha.
- GOODWIN, P. W. & ANDERSON, E. J. (1974).—Associated physical and biogenic structures in environmental subdivision of a Cambrian tidal sand body. *Jour. Geology.*, vol. 82, n.º 6, pp. 779-794. Chicago.
- GUTSCHICK, R. C. & LAMBORN, R. (1975).—*Bifungites*, trace fossils from Devonian-Mississippian rocks of Pennsylvania and Montana, U.S.A. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, vol. 18, n.º 3, pp. 193-212, Amsterdam.
- HALLAM, A. (1970).—*Gyrochorte* and other trace fossils in the Forest Marble (Bathonian) of Dorset, England. In: *Trace Fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 189-200. Liverpool.
- (1975).—Preservation of Trace Fossils. In: *The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 55-63, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- , SWEET, K. (1966).—Trace fossils from the Lower Cambrian Pipe Rock of the northwest Highlands. *Scott. Jour. Geol.*, vol. 2, pp. 101-106, Edinburgh.
- HÄNTZSCHEL, W. (1975).—Trace fossils and problematica. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology*. C. TEICHERT (Ed.), Part. W. Miscellanea, Suppl. 1, 2.^a Ed., Univ. Kansas & Geol. Soc. Am. Lawrence.
- HEINBERG, C. (1970).—Some Jurassic trace fossils from Jameson Land (East Greenland). In: *Trace Fossils*. CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour. Spec. Issue, n.º 3, pp. 227-234. Liverpool.
- HENBEST, LL. G. (1960).—Fossil spoor and their environmental significance in Morrow and Atoka Series, Pennsylvanian, Washington County, Arkansas. *U. S. Geol. Survey. Prof. Pap.*, vol. 400-B, pp. 383-385. Washington.
- HOWARD, J. D. (1972).—Trace fossils as criteria for recognizing shorelines in stratigraphic record. In: *Recognition of ancient sedimentary environments*. RIGBY & HAMBLIN (Ed.), Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ. n.º 16, Tulsa.
- HOWARD, J. D. (1975).—The sedimentological significance of Trace Fossils. In *The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 131-146, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- JANSA, L. F. (1974).—Trace fossils from the Cambro-Ordovician Cow Head Group, Newfoundland, and their paleobathymetric implication. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, vol. 15, n.º 4, pp. 233-244, Amsterdam.
- (1975).—Tidal deposits in the Monkman Quartzite (Lower Ordovician) Northeastern British Columbia, Canadá. In: *Tidal Deposits*, GINSBURG, R. N. (Ed.), Springer-Verlag., pp. 153-161, Berlin-Heidelberg-New York.
- KENNEDY, W. J. (1970).—Trace fossils in the chalk environment. In: *Trace Fossils*. CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 263-282, Liverpool.
- (1975).—Trace Fossils in carbonate rocks. In: *The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 377-398. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- KLEIN, G. de V. (1975).—Paleotidal Range Sequences, Middle Member, Wood Canyon Formation (Late Precambrian), Eastern California and Western Nevada. In: *Tidal Deposits*, GINSBURG, R. N. (Ed.), Springer-Verlag., pp. 171-177, Berlin-Heidelberg-New York.
- KSIAZKIEWICZ, M. (1970).—Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. In: *Trace fossils*. CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 283-322, Liverpool.
- KERN, J. P. & WARME, J. E. (1974).—Trace fossils and bathymetry of the Upper Cretaceous Point Loma Formation, San Diego, California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 85, n.º 6, pp. 893-900. New York.
- LESSERTISSEUR, J. (1955).—Trace fossile d'activité animale et leur signification paléobiologique. *Soc. Géol. France., Mem.* 74, N. S., 150 pp., Paris.
- MABERRY, J. O. (1971).—Sedimentary features of the Blackhawk Formation (Cretaceous) in the Sunnyside District, Carbon County, Utah. *U. S. Geol. Survey. Prof. Pap.*, vol. 688, pp. 1-44, Washington.
- MARCOS, A. (1973).—Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, n.º 6, 113 pp., 68 lám., 1 mapa. Oviedo.
- ORLOWSKI, S., RADWANSKI, A. & RONIEWICZ, P. (1970).—The trilobite ichnocoenoses in the Cambrian sequence of the Holy Cross Mountains. In: *Trace Fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue, n.º 3, pp. 345-360, Liverpool.

- OSCOOD, R. G. JR. (1975 a).—The history of invertebrate ichnology. *In: The Study of Trace Fossils*. R. W. FREY (Ed.), Springer-Verlag, pp. 3-12, Berlin-Heidelberg-New York.
- (1975 b).—The paleontological significance of Trace Fossils *In: The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 87-108, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- PÉREZ ESTAUN, A. (1975).—La estratigrafía y la estructura de la rama sur de la zona Asturoccidental-Leonesa (W. de León, NW de España). Tesis Doct. Univ. Oviedo (inédito).
- PERKINS, B. F. & STEWART, C. L. (1971).—Trace Fossils. A fieldguide to selected localities in Pennsylvanian, Permian, Cretaceous and Tertiary rocks of Texas and related papers. *Soc. Econ. Paleont. Mineral.*, Louisiana State Univ., Misc. Publ. 71-1, pp. 74-88, Baton Rouge.
- PFEIFFER, H. (1968).—Die Spurenfossilien des Kulms (Dinants) und Devons der Frankenwalder Querzone (Thuringen). *Jahrb. Geologie*, vol. 2, pp. 651-717, Berlin.
- RADWANSKI, A. & RONIEWICZ, P. (1972).—A long trilobite-trackway, Cruziana semiplicata Salter, from the Upper Cambrian of the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Polonica.*, vol. 22, pp. 439-447, Warszawa.
- RODRÍGUEZ, J. & GUTSCHICK, (1970).—Late Devonian-early Mississippian ichnofossils from Western Montana and Northern Utah. *In: Trace fossils*. CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour. Spec. Issue, n.º 3, pp. 407-438, Liverpool.
- RUCHHOLZ, Von K. (1967).—Zur Ichnologie und facies des Devons und Unterkarbons in Harz. *Geologie.*, vol. 16, pp. 503-527.
- SEILACHER, A. (1963).—Aportaciones al estudio de la Facies Flysch. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 72, pp. 129-178, Madrid.
- (1964).—Biogenic Sedimentary Structures. *In: Approaches to Paleoecology*. IMBRIE & NEWELL (Ed.), pp. 296-316.
- (1967).—Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology.*, vol. 5, n.º 5-6, pp. 413-428, Amsterdam.
- (1970).—Cruziana stratigraphy of «nonfossiliferous» Paleozoic sandstones. *In: Trace Fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour. Spec. Issue n.º 3, pp. 447-476, Liverpool.
- & MEISCHNER, D. (1965).—Fazies-Analyse im Paläozoikum des Oslo-Gebietes. *Geol. Rundschau*, vol. 54, n.º 2, pp. 596-619, Stuttgart.
- SELLEY, R. C. (1970).—Ichnology of Palaeozoic sandstones in the Southern Desert of Jordan: a study of trace fossils in their sedimentologic context. *In: Trace Fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue n.º 3, pp. 477-488, Liverpool.
- SELLWOOD, B. W. (1970).—The relation of trace fossils to small scale sedimentary cycles in the British Lias. *In: Trace fossils*, CRIMES & HARPER (Eds.), Geol. Jour., Spec. Issue, n.º 3, pp. 489-504, Liverpool.
- SIMPSON, S. (1957).—On the trace-fossil *Chondrites*. *Quat. Jour. Geol. Soc. London*, vol. 112, n.º 4, pp. 475-499, London.
- (1975).—Classification of trace fossils. *In: The Study of Trace Fossils*, FREY, R. W. (Ed.), pp. 39-54, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- TALBOT, M. R. (1973).—Major sedimentary cycles in the Corallian Beds (Oxfordian) of Southern England. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeocol.*, vol. 14, n.º 4, pp. 293-317, Amsterdam.
- (1974).—Ironstones in the Upper Oxfordian of southern England. *Sedimentology.*, vol. 21, n.º 3, pp. 433-450, Amsterdam.
- VOLK, M. (1961).—*Protovirgularia nereitarum* (Reinhard Richter), eine Lebensspur aus dem Devon Thüringens. *Senckenberg Lethaea*, vol. 42, n.º 1-2, pp. 69-75, Frankfurt am Main.
- (1964).—Über *Chondrites* aus dem Devon und Kulm am Schwarzbürger Sattel. *Senckenberg. Lethaea*, vol. 45, n.º 1-4, pp. 285-297., Frankfurt am Main.
- WEBBY, B. D. (1969).—Trace fossils *Zoophycos* and *Chondrites* from the Tertiary of New Zealand. *New Zealand Jour. Geol. Geophys.* vol. 12, pp. 208-214, Wellington.
- WILSON, R. C. L. (1975).—Upper Jurassic Oolite Shoals, Dorset Coast, England. *In: Tidal Deposits*, GINSBURG, R. N. (Ed.), Springer-Verlag., pp. 355-362, Berlin-Heidelberg-New York.

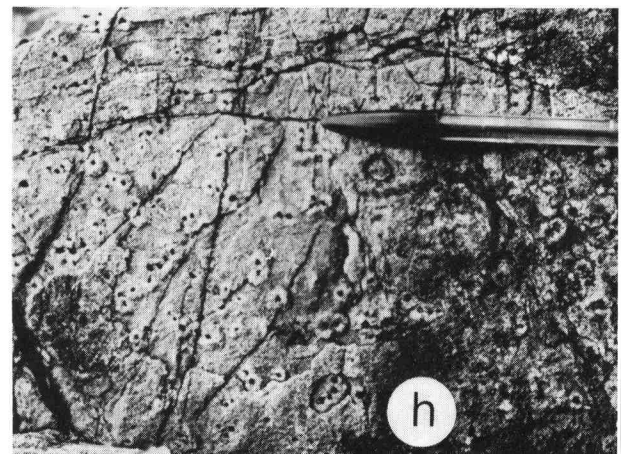
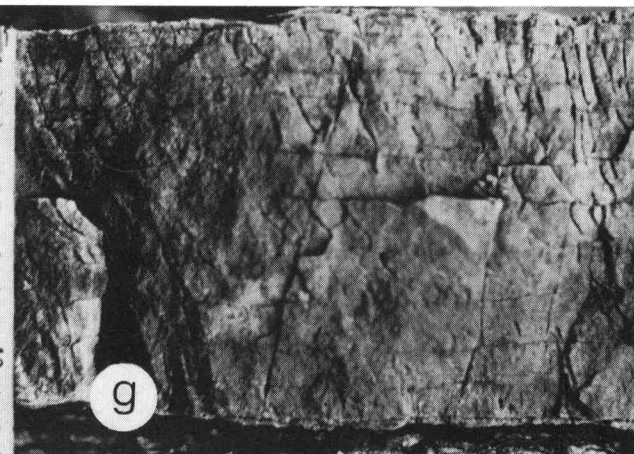
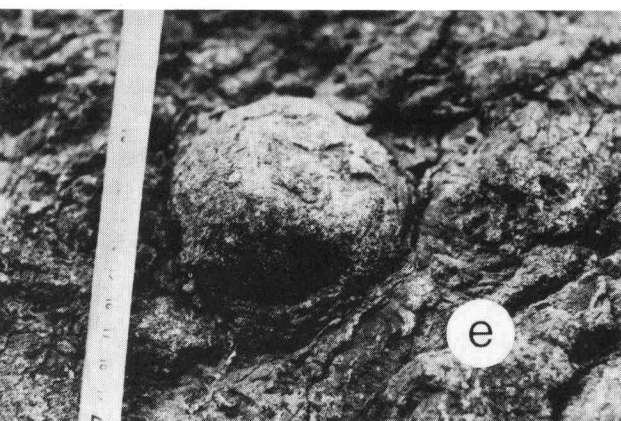
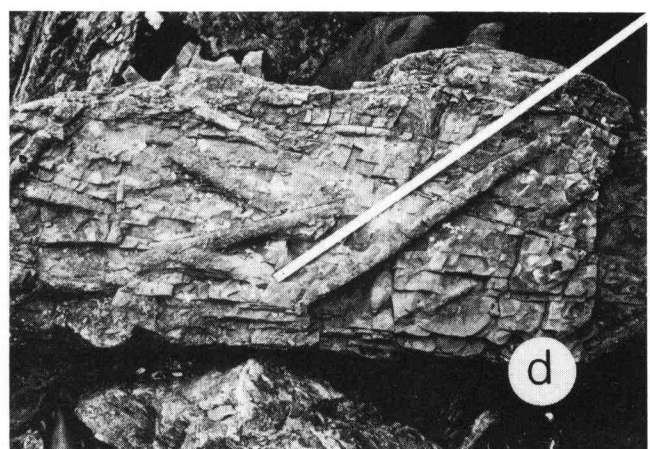
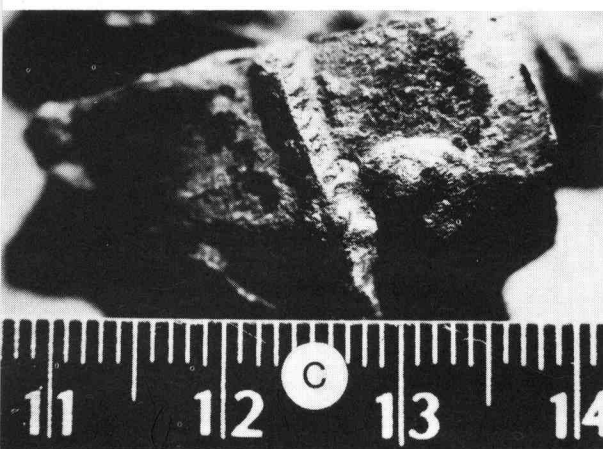
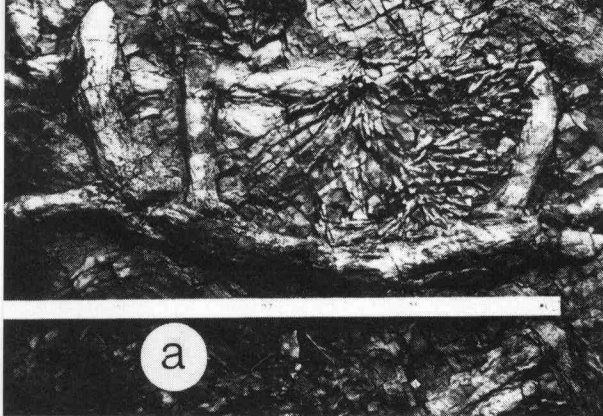
LAMINA I

- a) *Conostichus* con la típica forma en V dentro de una alternancia de limolitas y pizarras con estratificación de ondulante a lenticular (Moniello-Punta La Vaca).
- b) *Conostichus*. Ejemplar en forma de U dentro de la misma alternancia que en (a) (Moniello-Punta La Vaca).
- c) Fragmentos de dos ejemplares distintos de *Gyrolithes* con relleno limolítico dentro de una capa de pizarras (Moniello-Punta La Vaca).
- d) Apice o terminación aboral de *Conostichus*, con la simetría de orden 12 característica; el relleno es limolítico (Moniello-Punta La Vaca).
- e) Ejemplar de *Rhizocorallium*, formando un relieve completo dentro de una capa de pizarras; ramas o tubos limolíticos (Moniello-Punta La Vaca).
- f) Ejemplares de *Rhizocorallium* con la típica conexión o «spreite» entre las dos ramas (Moniello Punta La Vaca).
- g) *Cosmorhapse* en la base de una capa de arenisca arcillosa rojiza. El relleno del burrow es de la misma composición (El Tranqueru).
- h) *Chondrites*. Diversos ejemplares con múltiple orientación. El relleno de los burrows es limolítico y están incluidos en una capa de pizarra (El Tranqueru).



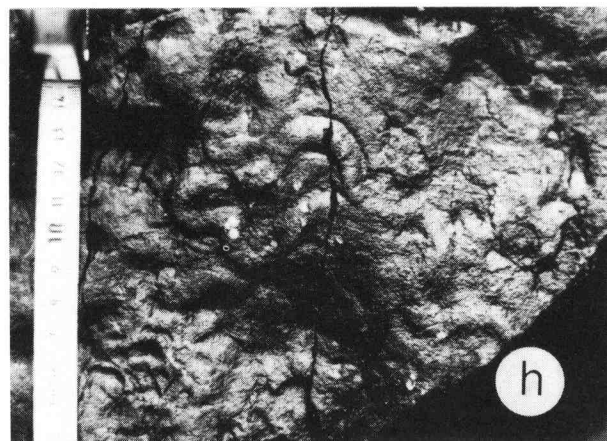
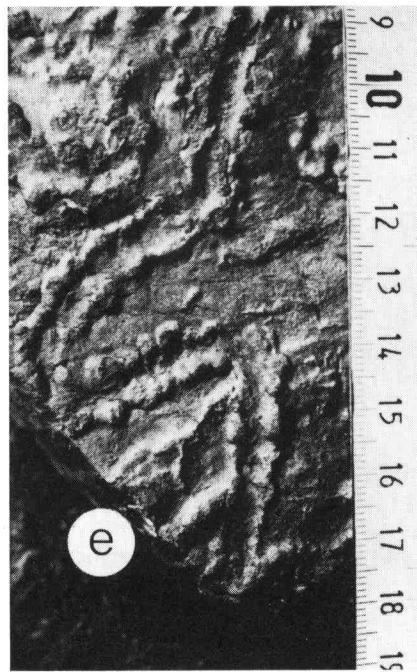
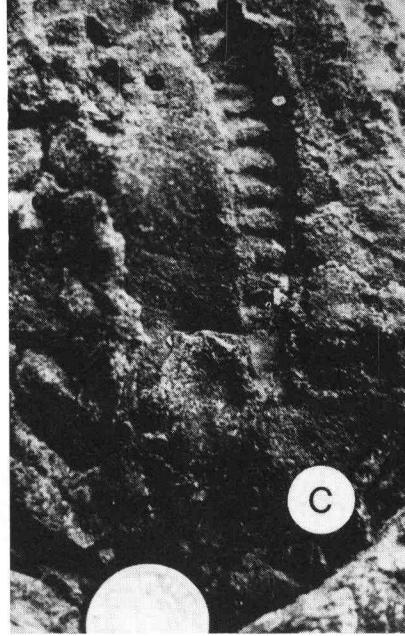
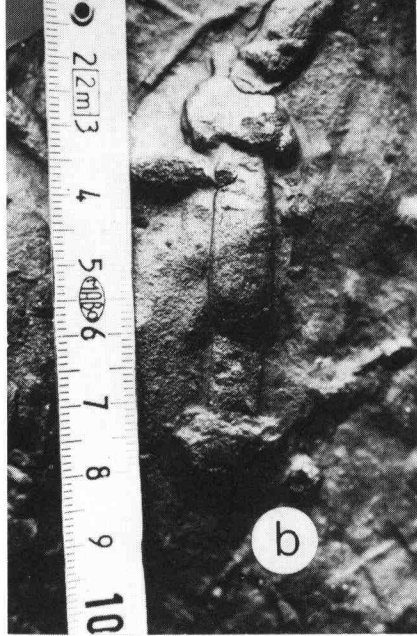
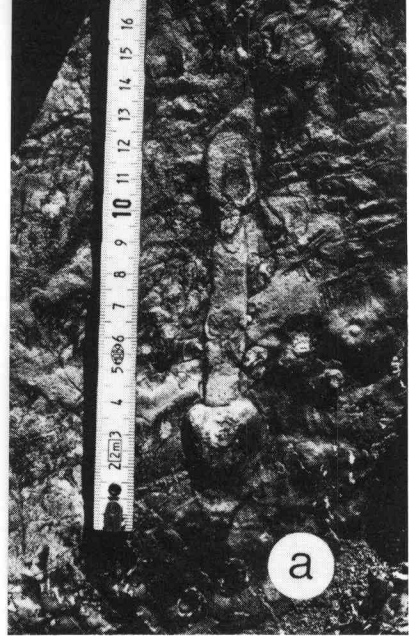
LAMINA II

- a) Ejemplares de *Asturichnus* y de *Chondrites*. Obsérvese la estriación longitudinal típica en el primero de ellos (Moniello-Punta La Vaca).
- b) Idéntica que la anterior. Localmente, *Planolites*. (Moniello-Punta La Vaca).
- c) *Protovirgularia* en la base de una capa limolítica. (Moniello-Punta La Vaca).
- d) Diversos ejemplares de *Teichichnus* con relieves fuertes de base aplanada cruzándose a distinto nivel dentro de una capa de pizarras (El Tranqueru).
- e) *Bergaueria* en la base de una capa de arenisca de grano muy fino; relleno del burrow de igual composición; obsérvese la suave depresión central característica (Moniello-Punta La Vaca).
- f) Ejemplar vertical de *Cylindrichnus* en una arenisca de grano muy fino. Nótese la estructura concéntrica de la misma composición con juntas arcillosas (El Tranqueru).
- g) Sección vertical de una capa de arenisca blanca con laminación horizontal y abundantes burrows de *Arenicolites* (tipo A) y *Skolithos* ligeramente oblicuos debido a deformación. (Moniello-Punta La Vaca).
- h) Superficie inferior de la misma capa que en (g) con secciones de tubos de *Arenicolites* (tipo A) y *Skolithos*; nótese los pequeños rebordes anulares alrededor de cada orificio. (Moniello-Punta La Vaca).



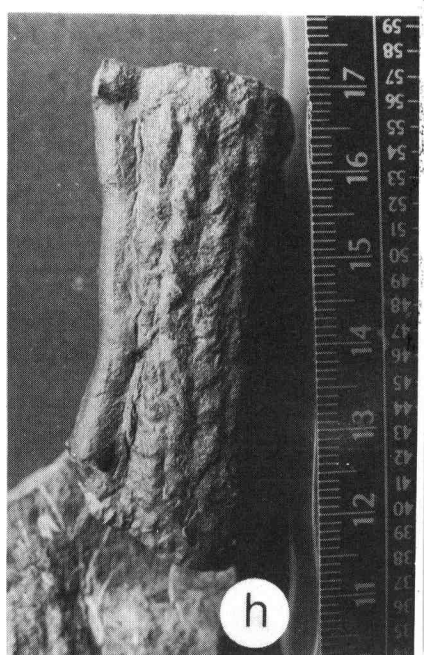
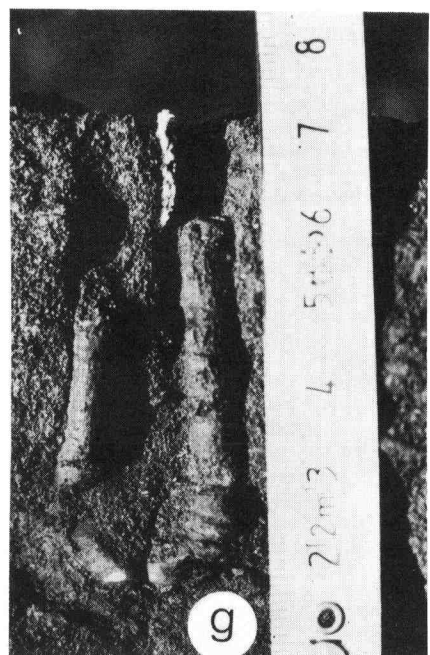
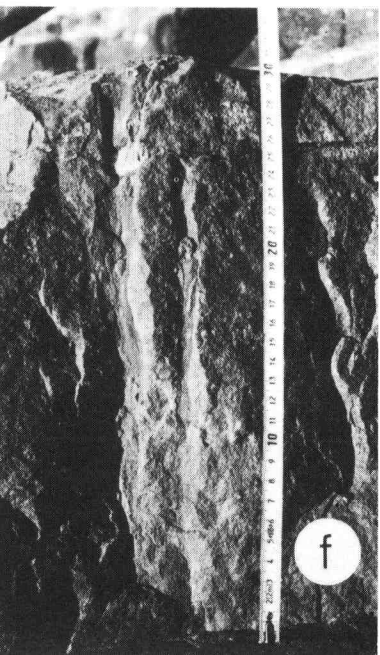
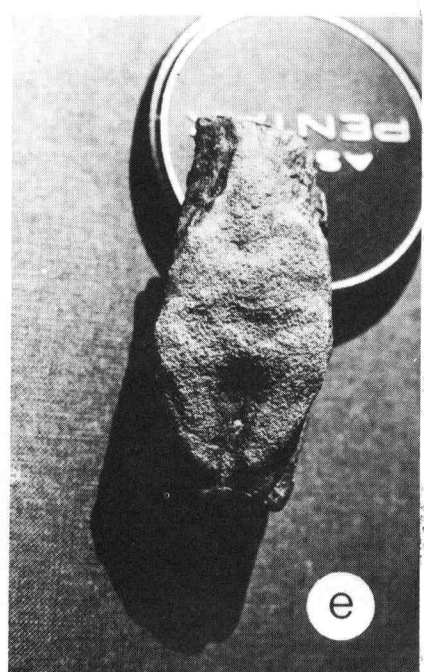
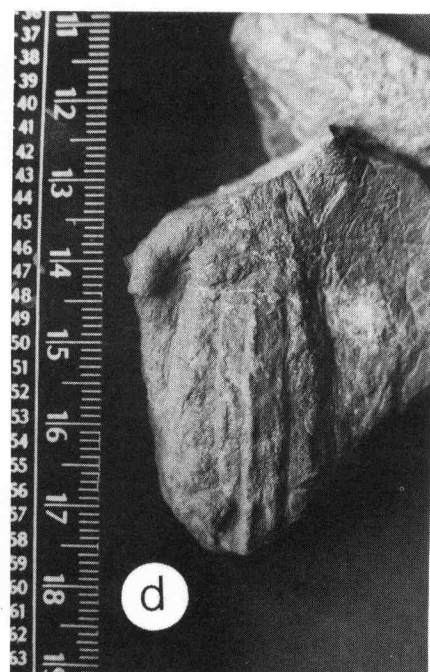
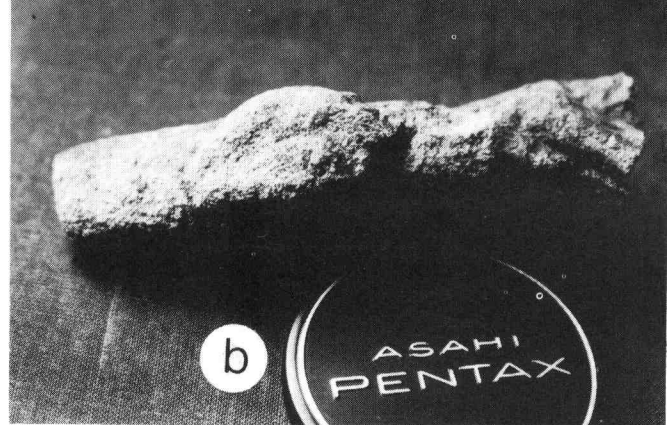
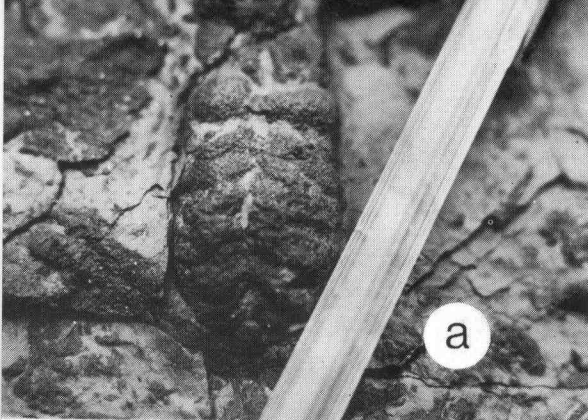
LAMINA III

- a) Ejemplar de *Bifungites* en el centro (relleno limolítico). En los alrededores, algunos *Planolites*. (El Tranqueru).
- b) *Bifungites* en la base de una capa limolítica. (El Tranqueru).
- c) *Scolicia* en el techo de una capa de limolita. (El Tranqueru).
- d) Ejemplares de *Phycodes* en la base de una capa limolítica. (Moniello-Punta La Vaca).
- e) Pista horizontal meandriforme de *Nereites* en el techo de una capa de limolita (Moniello-Punta La Vaca).
- f) *Didymaulichnus* en la base de una capa limolítica; relleno del burrow de igual composición. (Moniello-Punta La Vaca).
- g) Sección vertical de una capa de limolita arcillosa intensamente bioturbada (24 cm. de espesor). Techo en la parte superior. Burrows en su mayoría irreconocibles (en parte *Planolites*). (Moniello-Punta La Vaca).
- h) Pista horizontal meandriforme de *Helminthopsis* en una capa de arenisca. (Moniello-Punta La Vaca).



LAMINA IV

- a) Ejemplar de *Rusophycus* con relleno limolítico. Bolígrafo de escala. (Moniello-Punta La Vaca).
- b) *Rusophycus* en el centro de una traza horizontal de *Teichichnus*; relleno limolítico. (El Tranqueru).
- c) Ejemplar de *Cruziana* de composición limolítica. (Moniello-Punta La Vaca).
- d) *Rusophycus* relleno por material limolítico (El Tranqueru).
- e) Ejemplar de *Rusophycus* en material limolítico. (El Tranqueru).
- f) Burrows verticales de *Monocraterion* (con terminación superior cónica típica) en una capa de arenisca; relleno arcilloso. (El Tranqueru).
- g) Burrow vertical de *Arenicolites* (tipo B) en arenisca arcillo-limosa. (El Tranqueru).
- h) Ejemplar de *Cruziana* de composición limolítica. (El Tranqueru).



LAMINA V

- a) Burrows de *Monocraterion* (izqda.) y *Rosselia* (dcha.) en la parte superior de una capa de arenisca (Moniello-Punta La Vaca).
- b) Burrows de *Monocraterion* en arenisca (Moniello-Punta La Vaca).
- c) Relieves suaves de *Gordia* entrecruzándose en la superficie de una capa limolítica (El Tranqueru).
- d) Ejemplar de *Cruziana* en la base de una capa de limolita (Moniello-Punta La Vaca).
- e) Pequeños relieves de *Gordia* con distribución irregular en el techo de una capa de limolita. Moneda de 1 pta. en el ángulo inferior izqdo. (El Tranqueru).
- f) Idem que (e.) (El Tranqueru).
- g) Relieves horizontales fuertes de *Teichichnus* y *Cruziana* con relleno limolítico, en el interior de una capa pizarrosa. Obsérvese la curvatura de los mismos y su concentración en una pequeña área, probablemente con mayor concentración en nutrientes. (Moniello-Punta La Vaca).
- h) Ejemplar de *Scolicia* en el techo de una capa limolítica (El Tranqueru).

