

TRAZAS FOSILES EN BARRAS SUBMAREALES DE LA FORMACION BALCARCE (CAMBRICO/ORDOVICICO), CABO CORRIENTES, MAR DEL PLATA, ARGENTINA

Daniel G. POIRE¹ y Analía DEL VALLE²

ABSTRACT: TRACE FOSSILS IN SUBTIDAL BARS FROM THE BALCARCE FORMATION (CAMBRIAN/ORDOVICIAN), CABO CORRIENTES, MAR DEL PLATA, ARGENTINA. Cambrian/Ordovician trace fossil assemblages from the Balcarce Formation are described. In the Cabo Corrientes outcrops at the Atlantic coast, four sedimentary facies are distinguished as follows: a) Pebble Sandstone Facies with progradation surfaces and no evidence of bioturbation; b) Crossbedded Sandstone Facies in tabular and lenticular sand bodies with rare *Palaeophycus* isp.; c) Heterolithic Facies with wavy bedding bearing *Daedalus labeckei*, *Herradurichnus scagliai*, *Rusophycus* isp., *Scolicia* isp., and *Teichichnus* isp.; and d) Sandy Heterolithic Facies with *Herradurichnus scagliai* and *Scolicia* isp. This sedimentary succession is considered here as interbar, bar margin, and central bar facies in a subtidal environment on an open marine shelf. Ethologically, two principal trace fossil assemblages are recognised. Both assemblages are closely associated with sedimentary facies and specific colonising events may be distinguished. The first assemblage consists of *Rusophycus* isp. and *Herradurichnus scagliai*, which occur as furrows on the substrate at the water-sediment interface. The second one is composed of *Daedalus labeckei*, *Scolicia* isp. and *Teichichnus* isp., which are post-depositional burrows developed a few centimeters below the sediment surface by sediment feeding organisms. From this study, the palaeoenvironmental history of the bioturbation of this shelf bar deposit can be summarised. Firstly syndepositional ichnofossils developed in interbar and bar margin heterolithic deposits. Secondly, these deposits were buried by vertical accretion of migrating sand waves, and then mud feeding organisms started working below the sediment surface living on the available nutrients in the wavy bedded heterolithic facies. Simultaneously, in the overlying new interbar and bar margin facies similar syndepositional traces were developed.

KEY WORDS: Trace Fossils, Sedimentary Facies, Shallow Marine Deposits, Cambrian-Ordovician, Balcarce Formation, Tandilia, Argentina.

PALABRAS CLAVE: Trazas fósiles, Facies sedimentarias, Marino somero, Cambro-Ordovícico, Formación Balcarce, Tandilia, Argentina

INTRODUCCION

Desde la mención de trazas fósiles en la Formación Balcarce por Hauthal (1896), las mismas han despertado un gran interés entre diversos investigadores. En parte esto se debe, a que son la única evidencia de actividad orgánica que ha quedado impresa en estas sedimentitas, dado que hasta el presente no se ha encontrado ningún tipo de cuerpo fósil.

El objetivo del presente trabajo es el de dar a conocer la presencia de una rica asociación de trazas fósiles en Cabo Corrientes, describir y caracterizar a cada una de ellas y analizar su relación con las facies sedimentarias que las contienen. Asimismo, se discute sobre los distintos momentos en los cuales cada organismo trazador ha actuado sobre el sedimento que le ha servido como sustrato.

El perfil con las trazas fósiles se encuentra en la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, en los afloramientos costeros de Cabo Corrientes (figura 1), pocos metros al suroeste del monolito homónimo.

La elevada variedad y abundancia de trazas fósiles en las cuarcitas de la Formación Balcarce ha sido señalada por diferentes autores, los cuales han ido enriqueciendo paulatinamente la lista de icnogéneros presentes en las mismas. Los primeros hallazgos se

¹ CONICET. Centro de Investigaciones Geológicas, Universidad Nacional de La Plata, calle 1 N° 644, 1900 La Plata, Argentina.

² CONICET. Cátedra de Geología de Combustibles, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

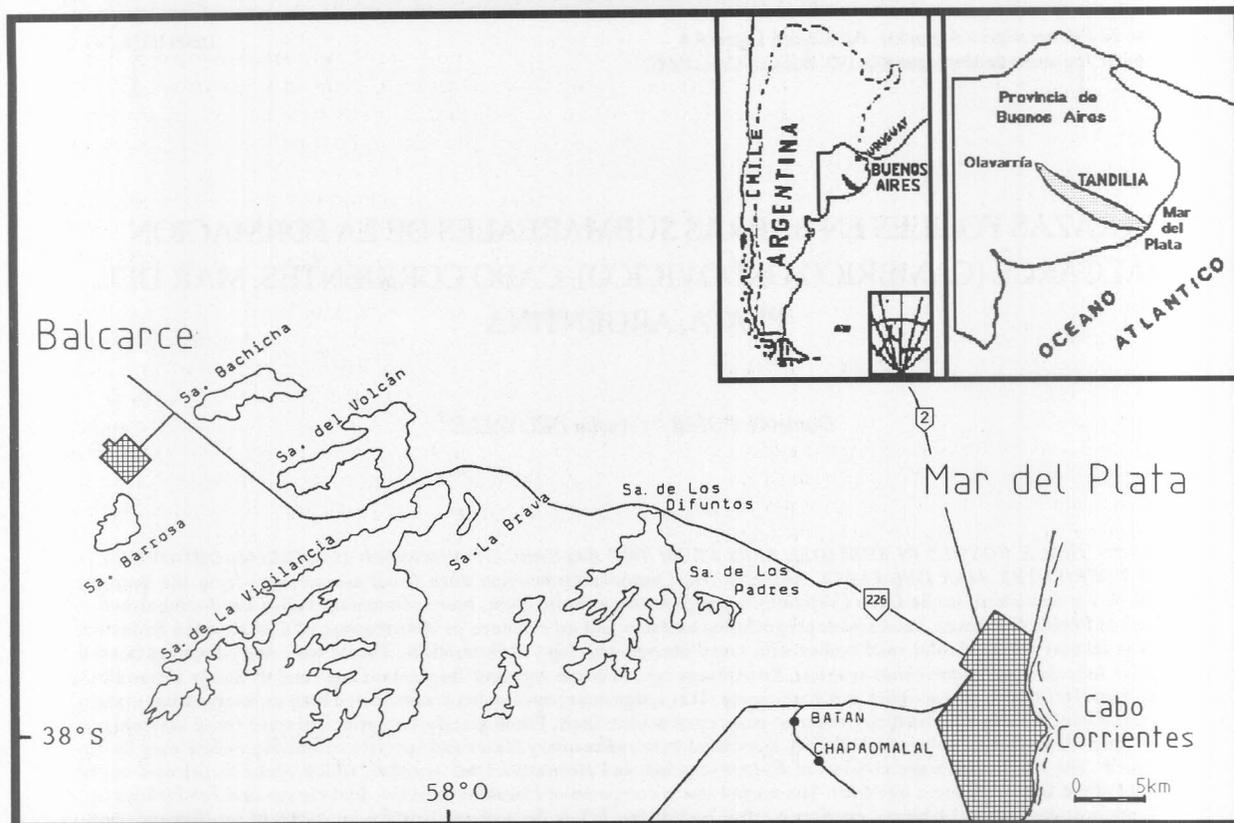


Figura 1. Mapa de ubicación del perfil de Cabo Corrientes.

deben a Hauthal (1896) y Nágera (1919, 1926), pero es Borrello (1966) quien estudia y describe una amplia colección relevada en distintas localidades de Tandilia, desde Mar del Plata a Juárez. Más tarde, Aceñolaza (1978) retoma el tema y le da un enfoque más moderno al estudio de las trazas fósiles de todo Tandilia, en conjunto con otros icnofósiles del Paleozoico Inferior de Argentina, y revisa la sistemática icnológica en general. Otros hallazgos posteriores se deben a Alfaro (1981) en la zona de La Numancia-Licenciado Matienzo, Regalía y Herrera (1981) en el área de San Manuel, Zalba *et al.* (1982) en la Cuchilla de Las Águilas, Cingolani *et al.* (1985) en el Cerro del Corral y del Valle (1987a y b) en diversas localidades de la región suroriental de Tandilia.

Cabe destacar que Borrello (1966) fue el único autor que estudió las trazas fósiles del afloramiento de Cabo Corrientes, en cuyas cuarcitas señaló la presencia de cinco icnogéneros cuya asignación sistemática será discutida más adelante.

Todo el material coleccionado y descrito en este trabajo se encuentra depositado en el Museo de La Plata, bajo la sigla MLP.

ESTRATIGRAFIA Y FACIES SEDIMENTARIAS

En el sector suroriental de Tandilia, entre las localidades de Balcarce y Mar del Plata, se han dife-

renciado el Basamento Cristalino y las Metapelitas Punta Mogotes (Marchese y Di Paola, 1975), constituyendo ambas unidades el Complejo Buenos Aires del Precámbrico (Di Paola y Marchese, 1974). Sobre el mismo, se desarrolla una secuencia diamictica reconocida por Spalletti y del Valle (1984) en la zona de la Sierra del Volcán. En discordancia suprayace la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1979), atribuida al Cambro-Ordovícico. Por encima de esta unidad, en particular en los valles interserranos, se depositan sedimentos cuaternarios en los que se diferencian las Formaciones Barker, Vela y Las Animas (Rabassa, 1973).

En el perfil del área de Cabo Corrientes (figuras 2a y b), se han diferenciado dos facies sedimentarias psamíticas (Ps.1 y Ps.2) y dos facies heterolíticas (Ht.1 y Ht.2).

PS.1, FACIES DE ARENITAS CONGLOMERADICAS CON SUPERFICIES DE PROGRADACION: Está compuesta por un conjunto de estratos de arenitas conglomerádicas separados por superficies de delimitación de primer orden (*cf.* Spalletti, 1987). Internamente presentan superficies de segundo orden, progradantes, de bajo ángulo ($10-12^\circ$), que dividen unidades más pequeñas de hasta 30 cm de espesor. A su vez, estas unidades presentan estratificación entrecruzada tabular, con capas frontales y superficies de delimitación de tercer

orden que definen paquetes sigmoidales. El ángulo de inclinación de las capas frontales es aproximadamente de 22°. En esta facies sedimentaria no se han registrado signos de bioturbación.

INTERPRETACIÓN: Se infiere que la estratificación entrecruzada interna es la resultante de la migración de dunas bidimensionales (2D) de pequeña escala. La presencia de superficies de delimitación de tercer orden (o superficies de reactivación de Klein, 1970; o superficies pausa de Boersma y Terwindt, 1981), indica que dicha migración se debió al influjo de corrientes de marea caracterizadas por su marcada asimetría (del Valle, 1987a).

Asimismo, las superficies de delimitación de segundo orden son atribuidas a paleosuperficies de gradación de formas de lecho de mesoescala.

Toda esta facies sedimentaria se interpreta como depósitos correspondientes a barras de submarea.

Ps.2, FACIES DE ARENITAS ENTRECruzADAS CON CUERPOS LENTICULARES: Son estratos tabulares de arenitas cuarzosas medianas, de 25 cm de espesor, que poseen estratificación entrecruzada planar. En forma esporádica presentan cuerpos lenticulares de base erosiva, rellenos por un conjunto de capas que se adaptan a la morfología cóncava del fondo. Esta facies presenta en el techo un nivel mantiforme de 10 cm de espesor, de ortoconglomerado oligomítico, con clastos cuarzosos de 1 a 2 cm de diámetro.

Se ha encontrado escasa cantidad de trazas de *Palaeophycus* isp. de desarrollo incipiente.

INTERPRETACIÓN: Se propone que esta facies corresponde a depósitos de barra, cuya migración construyó los cuerpos tabulares que más tarde son seccionados por encauzamientos pandos que dejaron los cuerpos lenticulares de base erosiva (cf. Tillman y Martinsen, 1984). Con respecto al nivel de conglomerados del techo, estos son atribuidos al retrabajo del oleaje por efecto de tormentas (del Valle, 1986), e implican una importante alteración del ritmo normal de la sedimentación.

Ht.1, FACIES HETEROLÍTICAS: Está representada por una alternancia de bancos de fangolita y de arenita cuarzosa, tamaño arena fina a muy fina, con estratificación mixta de tipo ondulosa (*wavy bedding*). El conjunto es estrato creciente, con incremento en el espesor de los bancos de arenitas y disminución en el contenido de capas de pelitas hacia el techo.

Presenta abundante bioturbación conformada por *Daedalus labeckei*, *Herradurichnus scagliai* igen. nov., *Rusophycus* isp., *Scolicia* isp. y *Teichichnus* isp. Las trazas atribuidas a *Rusophycus* se encuentran orientadas con su eje mayor en dirección sureste.

INTERPRETACIÓN: Por su estructura ondulosa, su disposición estrato y grano creciente, la asociación de trazas fósiles encontradas y su relación con las facies psamíticas de barras submareales (Ps.1 y Ps.2),

esta facies sedimentaria es interpretada como depósitos de interbarra (cf. Tillman y Martinsen, 1984). Se caracterizan por un nivel de energía moderado a bajo, con migración de óndulas de arena y decantación de material pelítico.

Esta facies sedimentaria se desarrolla sobre una superficie de primer orden, generada por retrabajo e interrupción de la sedimentación normal (nivel conglomerádico del techo de Ps.2).

Por otra parte, muestra un grado de energía creciente de base a techo, dado que el primer nivel depositado sobre esta superficie de primer orden, es una delgada capa de arenita con abundantes trazas de reposo (*Rusophycus* isp.) que están indicando tranquilidad ambiental. Hacia el techo la energía y la disponibilidad de arena se incrementan, lo cual es denotado por la presencia de capas de arenitas más espesas y bioturbación postdeposicional.

Ht.2, FACIES HETEROLÍTICAS ARENOSAS: Estratos de arenitas cuarzosas tabulares, de 15 cm de espesor, separados por niveles heterolíticos muy delgados de hasta 1 cm de espesor. Conforman dos bancos de 50 cm cada uno, cuya base y techo presentan niveles de arenitas finas ondulosas con abundantes icnofósiles de tipo cordoniforme referidos a *Scolicia* isp. y *Herradurichnus scagliai*.

INTERPRETACIÓN: Esta facies es asignada a depósitos de pie de barra o depósitos marginales de barra, donde las formas de lecho migrantes son óndulas y dunas bidimensionales (2D) de pequeña escala, que generan capas planares-tabulares con techos ondulados (cf. Tillman y Martinsen, 1984).

DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

Ichnogénero DAEDALUS Rouault, 1850

Daedalus labeckei Rouault, 1850

Fig. 3, Lám. I, fig. 1 a y b

MATERIAL: Dos ejemplares fotografiados en el campo y un fragmento coleccionado de otro individuo, registrado con el número MLP 27488.

PROCEDENCIA: Formación Balcarce, estratos ubicados entre las superficies III y IV y entre la V y VI (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Tubo en forma de "J" acostada con una estructura en *spreiten*, cuyas ramificaciones son tangenciales al brazo horizontal más largo del tubo en "J" (figura 3). Este tubo tiene un diámetro de hasta 2 cm, su brazo mayor posee una extensión máxima de 63 cm en uno de los ejemplares y 49 cm en el otro, y la altura de la traza (brazo corto) es en ambos ejemplares de 10 cm. Los tubos del *spreiten* son de escasos milímetros de diámetro y están sutilmente ornamentados con un anillado regular.

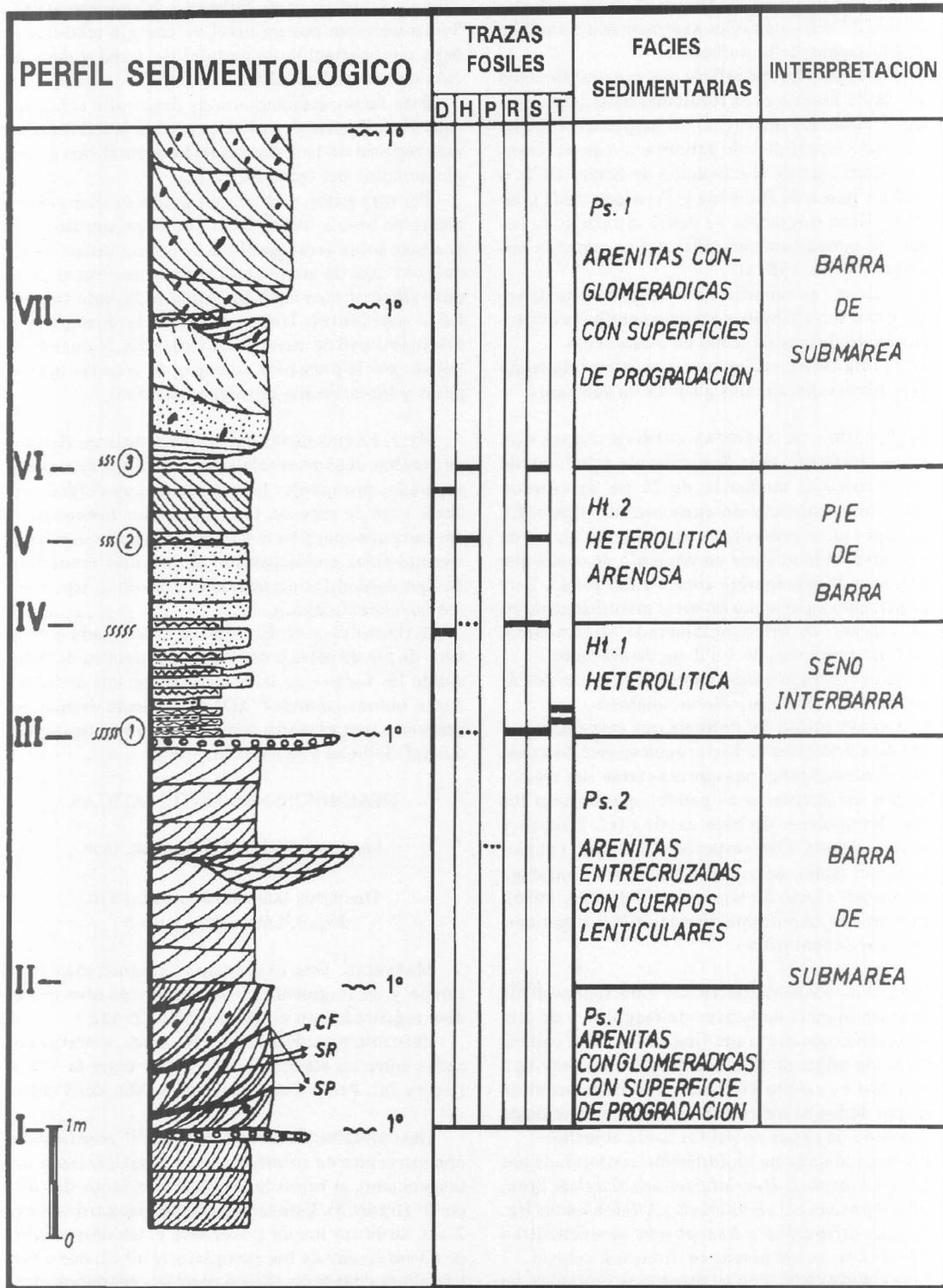


Figura 2a. Perfil de Cabo Corrientes que muestra las características sedimentológicas relevadas y las trazas fósiles encontradas, como así también la relación de las mismas con las facies sedimentarias determinadas y la interpretación propuesta.

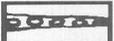
REFERENCIAS	
	Arcilite
	Arenita
	Arenita conglomerádica
	Estratificación entrecruzada sigmoidal
	Estratificación entrecruzada tangencial
	Estratificación ondulosa
	Conglomerado mantiforme
	CF: Capa frontal
	SR: Superficie de reactivación
	SP: Superficie de progradación
	~1°: Superficies de delimitación de primer orden
	/// : Bioturbación
	I / VII : Superficies de referencia
	D: <u>Daedalus</u>
	H: <u>Herradurichnus</u>
	P: <u>Palaeophycus</u>
	R: <u>Rusophycus</u>
	S: <u>Scolicia</u>
	T: <u>Teichichnus</u>
	— : Abundante
 : Escaso

Figura 2b. Referencias del perfil Cabo Corrientes.

DISCUSIÓN: El material es similar al observado por diversos autores en el Ordovícico Inferior de Europa, como el descrito para el Macizo Armoricano en Francia por Lessertisseur (1971) y Durand (1985), o el examinado por uno de los autores (DGP) en las Stiperstone Quarzites del Arenigiano de Shropshire en Inglaterra. *Daedalus* es una traza fósil que se registra en el Ordovícico de Europa (Francia, Inglaterra, Portugal y España), Asia (Irak y Afganistán) y Africa del Norte (cf. Lessertisseur, 1971), alcanzado el Silúrico Inferior en Norteamérica (Sarle, 1906, *vide* Häntzschel, 1975). También han sido descritos excelentes ejemplares de *Daedalus* en Argentina, hallados por Rodríguez (1988) en el Sistema de Ventania, en areniscas de la Formación Napostá. *Daedalus labeckei* ha sido hallado solamente en el Arenigiano (cf. Durand, 1985)

ICNOGÉNERO HERRADURICHNUS nov. igen.

DIAGNOSIS: Traza en herradura subparalela a la estratificación constituida por una depresión en forma de U, que presenta una cresta central de escasa altura, la cual divide a la traza en dos lóbulos epiciliales negativos

ICNOESPECIE TIPO: *Herradurichnus scagliai*

ORIGEN DEL NOMBRE: Derivado de su forma en herradura.

DISCUSIÓN: Esta traza fue clasificada como *Corophioides* por Borrello (1966), pero la misma figura anulada por Häntzschel (1975) debido a que *Corophioides* es exclusivamente vertical. De igual modo, Knox (1973) había considerado lo anterior y propuso con dudas asignar esta traza a *Rhizocorallium? scagliai*. Poiré *et al.* (1984) rechazaron esta asignación por tratarse de distintos materiales, pero no aportaron nuevos elementos. Como se sabe *Rhizocorallium* es una excavación (*burrow*) rellena en donde la traza se suele conservar con su relieve completo y *spreiten*, mientras que *Herradurichnus* es una impresión (*furrow*) en forma de U en donde nunca se preserva un tubo. En el abundante material encontrado en Cabo Corrientes, así como en el de otras áreas de Mar del Plata, nunca hemos visto que se conservaran tubos. Por lo tanto se rechaza de plano la idea de que esta traza sea el molde de la terminación de la U de *Rhizocorallium*. Con el mismo fundamento, no podemos asignar esta traza a *Furculosus*, la cual fue definida por Roniewicz y Pienkowski (1977) para el Terciario de los Cárpatos Polacos, como tubos en U sin *spreiten*. De igual modo, en el caso del icnogénero *Fuersichnus* (Bromley y Asgaard, 1979), el cual tiene forma de U, también se trata de excavaciones rellenas, de tipo *Fodinichnia*.

Las características morfológicas de la traza llevan a pensar que el organismo productor de la misma,

podría ser un trilobite que marcara el sedimento con alguna parte de su cuerpo que tenga forma de U. La primera posibilidad sería producir la traza con su parte cefálica, al alimentarse o capturar una presa. Alternativamente, Aceñolaza (comunicación personal), sugirió que el trilobite podría haber marcado el sedimento con el pigidio, durante el desove.

Herradurichnus scagliai (Borrello, 1966)

Fig. 3, Lám. I, fig. 2

1966. *Corophioides scagliai* Borrello, p. 11, lámina XII-XVI.

MATERIAL: Un ejemplar coleccionado (MLP 27489) y numerosos especímenes fotografiados en el campo.

PROCEDENCIA: Formación Balcarce, en los techos de estratos de areniscas cuarzosas, indicados como superficies III, IV, V y VI (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Traza en impresión (*furrow*) con forma de U corta, horizontal a subhorizontal, epicnial negativa, sin ningún tipo de relleno, encontradas en techos de estratos. El desarrollo de la U alcanza los 3,5 cm de largo y un ancho de 3 cm. Estas medidas se mantienen bastante constantes en la totalidad de los ejemplares encontrados.

DISCUSIÓN: Como se expresó más arriba, esta traza fue clasificada como *Corophioides scagliai*, pero la misma es aquí asignada al nuevo icnogénero *Herradurichnus*, preservando el término específico *scagliai* utilizado por Borrello (1966) en honor al Sr. G. Scaglia (Museo Municipal de Mar del Plata).

ICNOGÉNERO PALAEOPHYCUS Hall, 1847

Palaephycus isp.

Fig. 3

MATERIAL: Dos ejemplares fotografiados en el campo en estado pobre de conservación.

PROCEDENCIA: Formación Balcarce, banco de areniscas entrecruzadas ubicado entre las superficies II y III (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Tubos alargados y levemente aplanados, de 1,5 cm de diámetro, de paredes lisas, endiciales, con relleno similar a la roca de caja.

DISCUSIÓN: El pobre estado de preservación de estas trazas y su escasez impide hacer otras consideraciones sistemáticas sobre las mismas.

ICNOGÉNERO RUSOPHYCUS Hall, 1852

Rusophycus isp.

Fig. 3, Lám. I, fig. 3

1966. *Rusophycus bilobatus* Vanuxem 1842, Borrello, p. 23, láminas XXX y XXXI, figuras 1 y 2.

MATERIAL: Abundantes ejemplares examinados en el campo y una muestra con numerosos especímenes (MLP 27490).

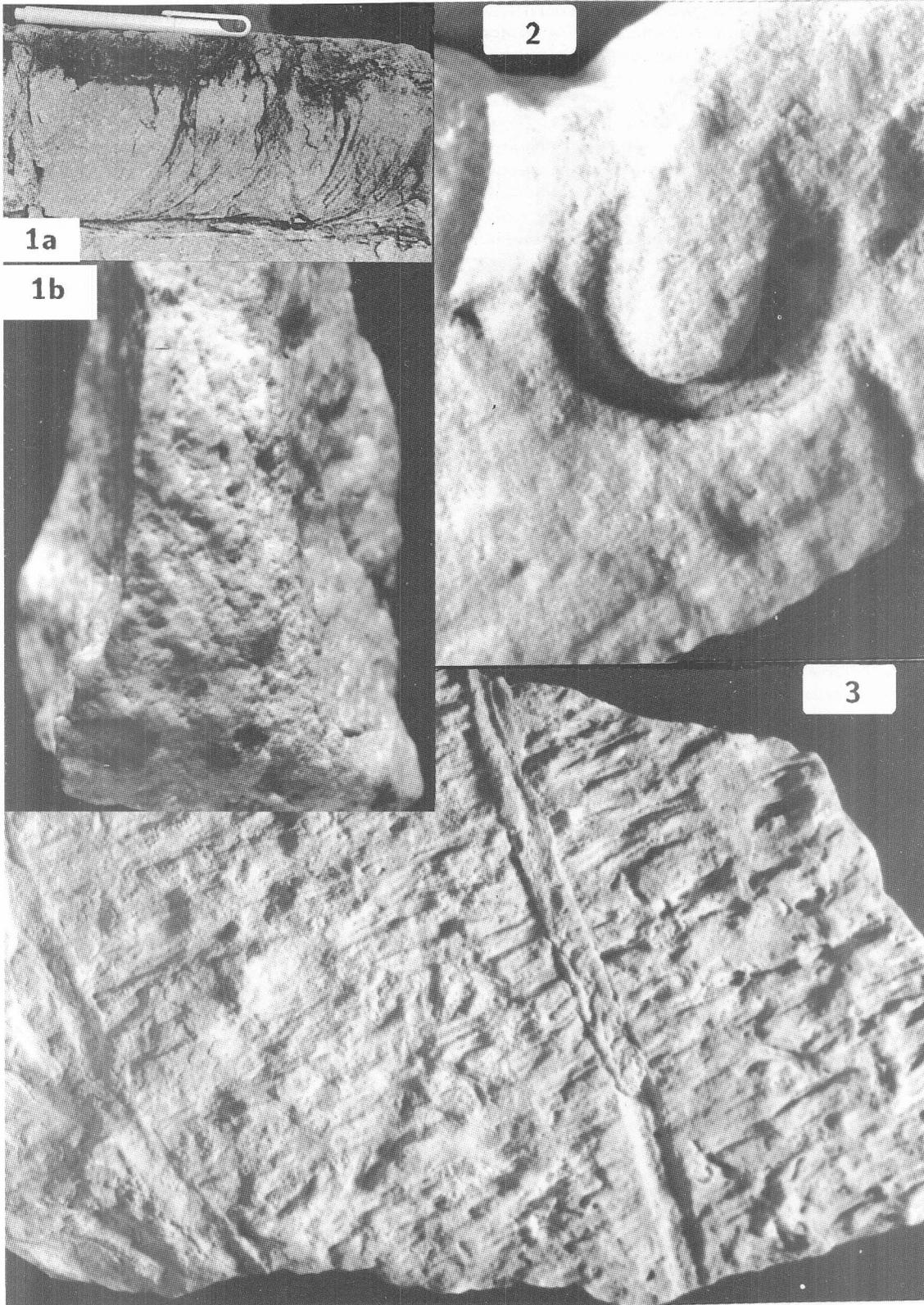
PROCEDENCIA: Formación Balcarce, en los techos de los estratos referidos como superficies III y IV (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Impresión bilobulada, epicnial negativa, con una cresta media muy marcada y ambos lóbulos esencialmente paralelos y levemente cóncavos. Longitudinalmente alcanza los 3 cm, mientras que su ancho promedio es de 0,8 cm y su profundidad de apenas 0,5 cm. Se encuentran en gran número y fuertemente orientadas, en techos de areniscas cubiertas por pelitas. Probablemente, el pobre nivel de preservación de la traza impide observar estrias transversales.

DISCUSIÓN: Borrello (1966) asignó esta traza a *Rusophycus bilobatus* (*nom. null.*), icnoespecie denominada en la actualidad *R. bilobatum* (*cf. Osgood, 1970: 303*). Sin embargo la asignación de Borrello (1966) es aquí descartada, ya que una de las características principales de *R. bilobatum* es la de tener los lóbulos redondeados, levemente más largos que anchos (véase Häntzschel, 1975: W103 figura 63A, 1a), en contraste con lo estrecho del material de Cabo Corrientes (cuatro veces más largo que ancho). Por otra parte, el bajo grado de preservación de estas trazas no deja ver sus estriaciones, como para tener elementos de mayor utilidad en su clasificación sistemática. Por este motivo preferimos dejar abierta la nomenclatura hasta tanto no se obtengan otros elementos o un mejor material.

Debemos señalar que no seguimos el criterio de Seilacher (1970 y trabajos posteriores) en cuanto a no discriminar entre *Rusophycus* y *Cruziana*, ya que estamos de acuerdo con la tendencia generalizada de distinguir ambos icnogéneros entre sí (*cf. Osgood,*

LAMINA I. 1 a y b. *Daedalus labeckei*; 1a, ejemplar fotografiado en el campo con su tubo en J horizontal y su *spreiten* hacia arriba, x 0,4. 1b, fragmento que muestra un detalle del *spreiten*, MLP 27488, x 1. 2. *Herradurichnus scagliai* nov. igen.: aspecto general, epirelieve negativo, techo de estrato, MLP 27489, x 1. 3. *Rusophycus* isp. y *Scolicia* isp.: vista general del techo de un estrato con abundantes *Rusophycus* isp. fuertemente orientados y cortados por dos especímenes de *Scolicia* isp. rectos y con su relleno parcialmente preservado, MLP 27490, x 0,3.



1970; Fillion y Pickerill, 1990), debido a que la naturaleza del organismo productor de la traza no debe ser usado en la sistemática de icnofósiles (cf. Fillion y Pickerill, 1990). Las trazas fósiles se clasifican de acuerdo a su morfología, la cual responde a un comportamiento determinado, por lo cual *Rusophycus* (*Cubichnia*) debe distinguirse de *Cruziana* (*Repi-chnia*), ya que tienen formas absolutamente distintas.

Rusophycus ha sido atribuido por numerosos autores (cf. Crimes *et al.*, 1977) a marcas de reposo de trilobites. También es muy común encontrar ejemplares de *Rusophycus* orientados en una sola dirección, como ya ha sido marcado por Bromley y Asgaard (1972) en el Triásico de Jameson Land en Groenlandia y por Crimes *et al.* (1977) en el Cámbrico Inferior de España.

Icnogénero SCOLICIA de Quatrefages, 1849

Scolicia isp.

Figs. 3 y 4, Lám. I, fig. 3, Lám. II, figs. 1, 2 y 3.

MATERIAL: Tres muestras coleccionadas en el campo (MLP 27490, MLP 27491 y MLP 27492) y numerosos especímenes fotografiados en afloramiento

PROCEDENCIA: Formación Balcarce, superficies III, IV, V y VI (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Excavaciones rellenas en forma de grandes cordones distribuidos sobre los techos de estratos de arenitas cuarzosas, cuyo patrón morfológico varía entre irregularmente meandroso, levemente curvo y recto, que a megaescala forman grandes círculos entrecruzados de hasta 2 m de diámetro. Si bien son mayoritariamente epicniales también se los ha encontrado como endicniales. Los cordones presentan un ancho manifiestamente regular (aproximadamente 2 cm) y una longitud de hasta 3 m, son cilíndricos, bilobulados en su base y están meniscados en forma cómica y en *chevron* (figura 4 y lámina II, figura 1)

DISCUSIÓN: Vistas en un bloque diagrama tridimensional (figura 4), estas trazas evidencian: a) que su patrón de distribución varía entre meandroso, levemente curvo y recto (figura 4B), lo cual recuerda a *Helmintopsis abeli*; b) el meniscado de los cordones (figura 4C), semeja al del icnogénero *Taenidium*; y c) su epirelieve negativo bilobulado (figura 4A), es propio del icnogénero *Didymaulichnus*. Sin embargo, el icnogé-

nero *Scolicia* reúne los tres caracteres arriba enumerados, ya que fue originalmente definido como *verdaderas pistas* (Gotzinger y Becker, 1932) en epirelieve negativo con una cresta media, o excavaciones endicniales o hipicniales cordoniformes con marcas transversales, a lo cual debe sumarse el reconocimiento posterior de un relleno meniscado señalado por Kern y Warme (1974). Esto crea un problema metodológico a tener en cuenta a la hora de clasificar trazas fósiles, dado que si se analizaran muestras parciales o reducidas de estas marcas, se puede caer en el error de asignar las mismas a cualquiera de los icnogéneros mencionados. De todos modos, cabe destacar que el "grupo *Scolicia*" es un conjunto de icnofósiles con ciertos caracteres comunes que, en opinión de algunos autores, merece una profunda revisión sistemática (cf. discusión *Scolicia* vs *Subphyllochorda*, Książkiewicz, 1970, 1977; Häntzschel, 1975; Smith y Crimes, 1983; Crimes y Anderson, 1985).

Si bien Borrello (1966) no reconoció formas del icnogénero *Scolicia*, parte del material ilustrado (Borrello, 1966: lámina XXX) y asignado a *Rouaultia lyelli* (Rouault), es atribuido aquí a *Scolicia*.

Scolicia ha sido interpretada como originada por la excavación de anélidos (de Quatrefages, 1849), gastrópodos (Gotzinger y Becker, 1932; Seilacher, 1955; Häntzschel, 1975), crustáceos (Chamberlain, 1971), holotúridos (Ghent y Henderson, 1966; Gregory, 1969) y equinoideos (Bromley y Asgaard, 1975; Ward y Lewis, 1975; Seilacher, 1977; Frey y Seilacher, 1980; Kern, 1979; Smith y Crimes, 1983).

Cabe señalar además, que las formas de *Scolicia* reconocidas en el Paleozoico inferior (Seilacher, 1956; Cowie y Spencer, 1970; Young, 1972; Arboleya, 1973; Crimes *et al.*, 1977; Gutschick y Rodríguez, 1977; Crimes y Anderson, 1985) son menos complejas que las descritas en sucesiones del Carbonífero a la actualidad (cf. Chamberlain, 1971; Hollister *et al.*, 1975; Smith y Crimes, 1983), lo cual es coincidente con la configuración bastante simple de las formas de *Scolicia* aquí reconocidas.

Icnogénero TEICHICHNUS Seilacher, 1955

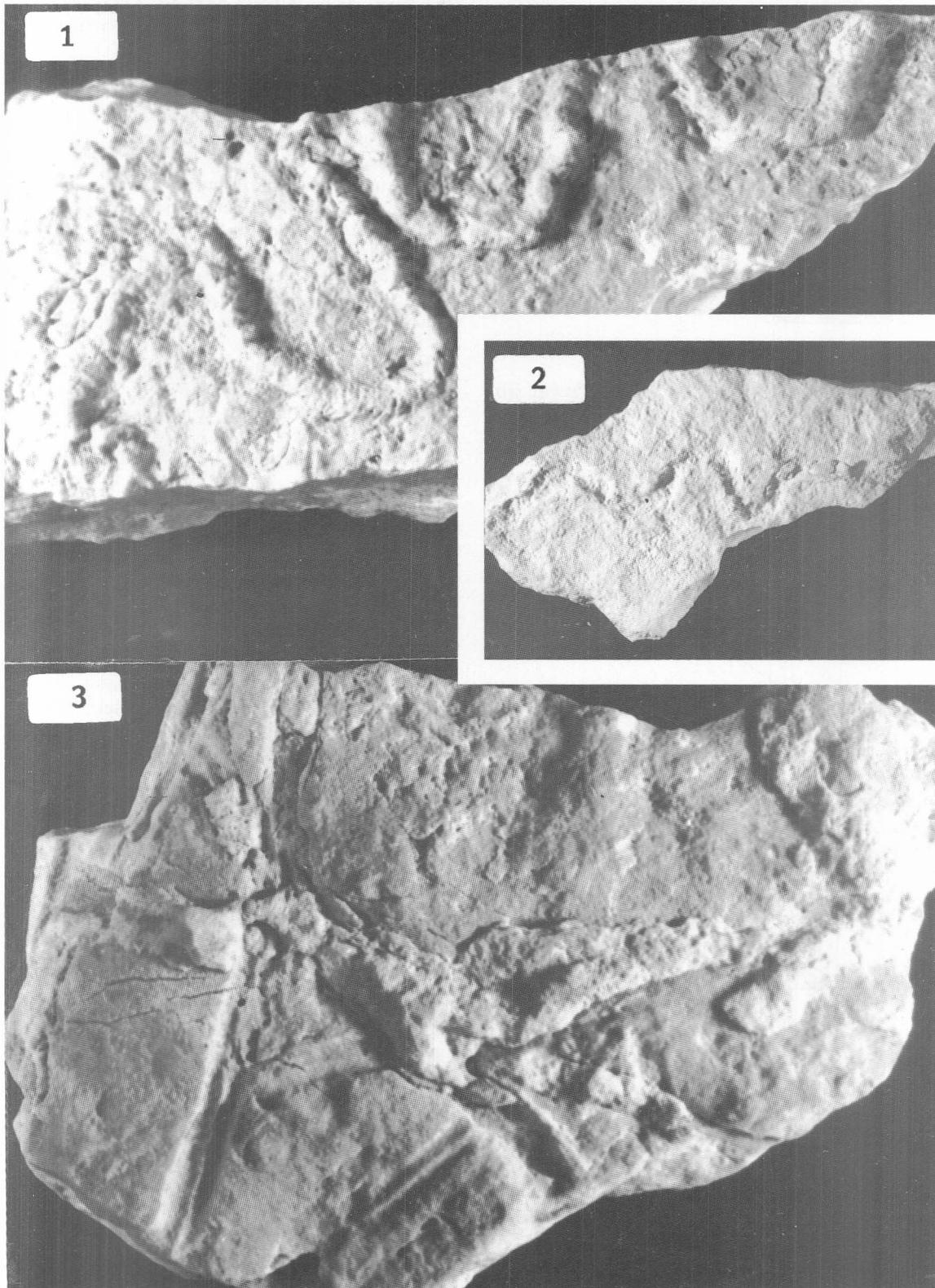
Teichichnus isp.

Fig. 3

MATERIAL: Abundantes ejemplares reconocidos en el campo.

PROCEDENCIA: Formación Balcarce, en los dos estratos psamíticos ubicados inmediatamente por arriba

LAMINA II. 1, 2 y 3: **Scolicia** isp.; 1. gruesos cordones meniscados en relieve completo, con morfología en meandros irregulares, techo de estrato, MLP 27491, x 0,5. 2. molde de los cordones meandriiformes, hiporelieve negativo, piso de estrato, MLP 27491, x 0. 1. 3. cordones gruesos que se cortan entre sí, con el relleno meniscado parcialmente preservado y moldes bilobulados en epirelieves negativos, techo de estrato, MLP 27492, x 0,6.



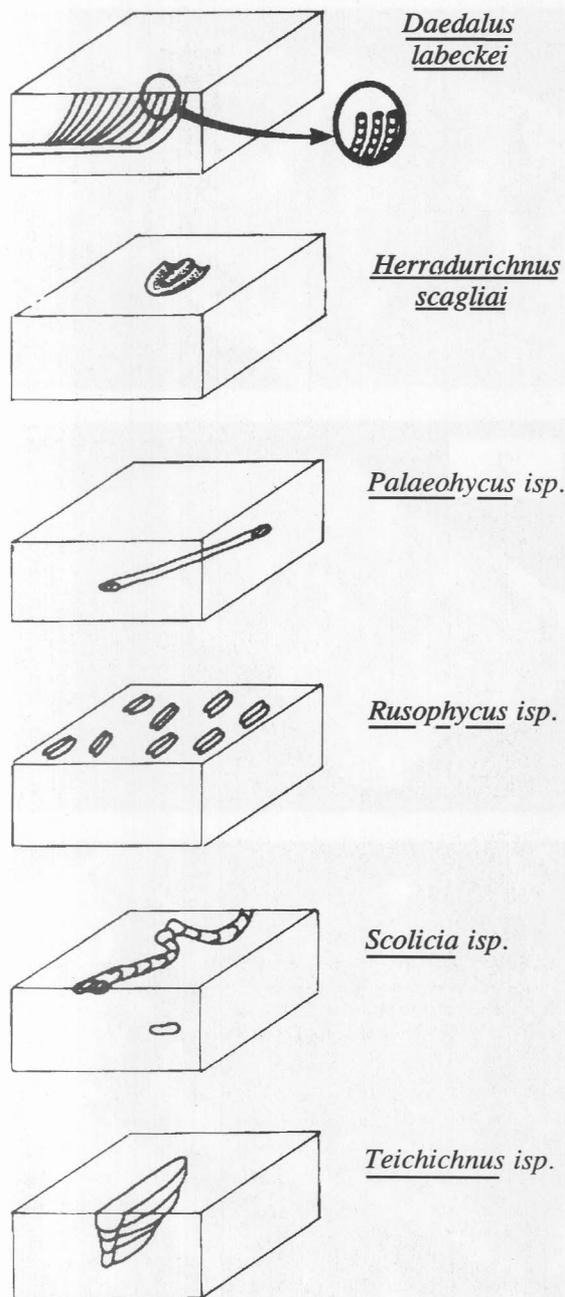


Figura 3. Representación tridimensional esquemática de las trazas fósiles encontradas en el perfil Cabo Corrientes.

de la superficie III (figura 2a), Perfil Cabo Corrientes, Mar del Plata.

DESCRIPCIÓN: Tubos con relleno arenoso, alargados y levemente arqueados, como dedos superpuestos paralelamente unos a otros, formando una construc-

ción en pared, preservados en la base de capas arenosas y dentro de las mismas. El largo de la traza es de hasta 5 cm, su ancho no supera 1,5 cm y la altura alcanza hasta 2 cm.

DISCUSIÓN: Si bien el material parece ser recto, el alto grado icnofábrico (elevada proporción de trazas) impide observar los individuos en todo su recorrido, para poder determinar si se trata de *T. rectus* u otra icnoespecie.

Teichichnus es una traza que ocurre principalmente en facies sedimentarias heterolíticas, que en mares someros abiertos se desarrolla en la zona submareal cercana a la costa, desde el *offshore* proximal hasta el *shoreface* distal a medio, dentro de la icnofacies de *Cruziana* (cf. Pemberton *et al.*, 1992). Es de distribución mundial, de amplio rango bioestratigráfico, con un biocrón Cámbrico-Terciario (Häntzschel, 1975), y es asignada a organismos detritívoros, principalmente anélidos y otros animales vermiformes (cf. Pemberton *et al.*, 1992).

CONSIDERACIONES SEDIMENTOLÓGICAS

La parte basal del perfil se ha interpretado como el producto de la acreción de dunas, por la acción de corrientes de marea durante períodos de buen tiempo. El retrabajo, la peneplanización y la fosilización de estas formas de lecho durante tormentas, generaron superficies de primer orden tapizadas por conglomerados mantiformes.

Arriba de esta superficie (I, figura 2a) se desarrolló una barra progradante (facies Ps.1) sobre la cual migraron formas de lecho bidimensionales (2D) impulsadas por corrientes de marea asimétricas, donde una depositó y la otra sólo remodeló la cresta y cara de sotavento de la onda de arena.

Por encima, se encuentra la facies Ps.2, que representa la parte marginal de la barra con desarrollo de canales someros y termina con un conglomerado mantiforme que evidencia un retrabajo y transporte de clastos por oleaje y corrientes, cuya competencia fue incrementada por efecto de tormentas.

Sobre este conglomerado, que implica una superficie de primer orden (III, figura 2a) se desarrolló la facies heterolítica (Ht.1) atribuida a condiciones submareales por la presencia de trazas de reposo orientadas, asignadas a *Rusophycus* isp.

Las trazas fósiles en excavaciones postdeposicionales (*Daedalus labeckei*, *Scolicia* isp. y *Teichichnus* isp.), representan una asociación típica de la icnofacies de *Cruziana*. Estas se produjeron por la acción de organismos detritívoros, pocos centímetros por debajo de la interfase agua-sustrato, en tapices pelíticos (*mud drapes*) y en pelitas de senos de interbarra, cubiertos posteriormente por dunas.

El perfil muestra un incremento de energía hacia el techo, dado que se pasa de facies Ht.1 a facies Ht.2 con un incremento en la proporción de arena y decre-

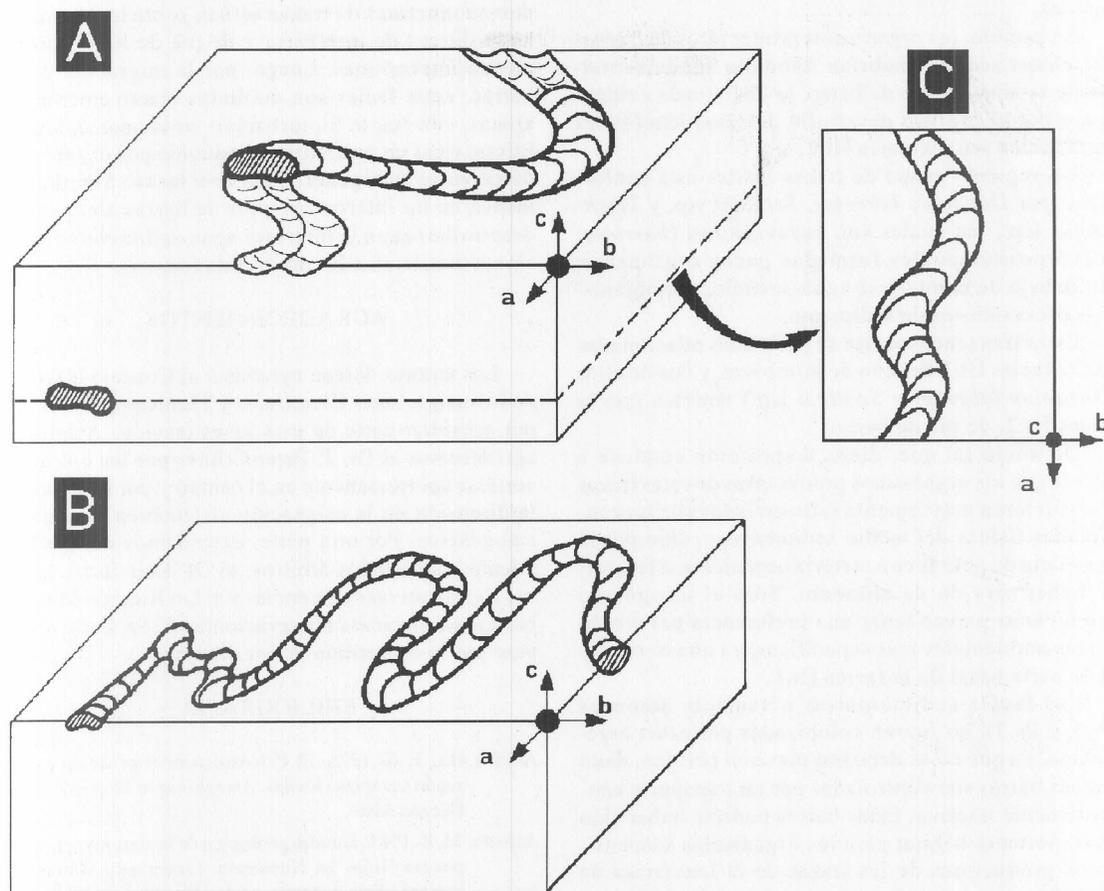


Figura 4. Esquemas tridimensionales de *Scolicia* isp., los cuales muestran sus distintas características y los posibles errores que pueden cometerse en su clasificación sistemática. A. En el plano "ab" se observa que su epirelieve negativo bilobulado es propio del ignogénero *Didymaulichnus*. B. Su patrón de distribución varía entre meandroso, levemente curvo y recto, lo cual recuerda a *Helminthopsis abeli*. C. El meniscado de los cordones semeja a los del ignogénero *Taenidium*.

cimiento en la de pelitas. Consecuentemente disminuye la bioturbación, para luego pasar a facies de barra arenosa (Ps.1), las que no presentan trazas fósiles.

En su conjunto, el perfil es interpretado como facies de interbarra, pie de barra y máximo desarrollo de la barra, en un ambiente de submarea.

RELACION ENTRE LAS TRAZAS FOSILES Y LAS FACIES SEDIMENTARIAS

Por su comportamiento y forma de alimentación, se han reconocido dos tipos principales de trazas fósiles, los cuales guardan una estrecha relación con las facies sedimentarias y con el momento en el cual los organismos han actuado durante la depositación de los sedimentos.

Un primer grupo está conformado por *Rusophycus* isp. y *Herradurichnus scagliai*, los cuales repre-

sentan impresiones (*furrows*) sinsedimentarias sobre el sustrato, en la interfase agua-sedimento.

Los organismos productores de las marcas de reposo de *Rusophycus* isp. habrían actuado sobre los senos de interbarra dado que sólo se las ha encontrado en las superficies asociadas a la facies sedimentaria Ht.1, la cual refleja zonas de sedimentación suspensiva alternando con corrientes tractivas de bajo régimen de flujo, en fase de óndula, al reparo de condiciones de más alta energía en la zona de máximo desarrollo de las barras. Las corrientes habrían influido sobre los organismos, ya que los ejemplares de *Rusophycus* se encuentran fuertemente orientados. Esto mismo ha sido observado por Bromley y Asgaard (1972) en el Triásico de Jameson Land en Groenlandia y Crimes *et al.* (1977) en el Cámbrico inferior de España, al encontrar coincidencia entre la orientación de ejemplares de *Rusophycus* con la de las paleoco-

rrientes medidas sobre estructuras sedimentarias mecánicas.

En cambio, los organismos productores de *Herradurichnus scagliai* habrían habitado fundamentalmente la zona de pie de barra, lo cual queda evidenciado por el profuso desarrollo de estos icnofósiles en la facies sedimentaria Ht.2.

Un segundo grupo de trazas fósiles está conformado por *Daedalus labeckei*, *Scolicia* isp. y *Teichichnus* isp., las cuales son excavaciones (*burrows*) postdepositacionales formadas pocos centímetros por debajo de la interfase agua-sustrato, por organismos procesadores de sedimento.

Estas tres icnoespecies se presentan relacionadas con la facies Ht.1 de seno de interbarra, y dos de ellas (*Daedalus labeckei* y *Scolicia* isp.) también con la facies Ht.2, de pie de barra.

De modo tal que, dicha disposición conduce a pensar que los organismos productores de estas trazas no estuvieron mayormente influenciados por las condiciones físicas del medio sedimentario, sino por la presencia de pelitas con materia orgánica que les puede haber servido de alimento. Sólo el icnogénero *Teichichnus* parece tener una preferencia por condiciones ambientales más específicas, ya que es propio de la parte basal de la facies Ht.1.

Las facies sedimentarias netamente arenosas (Ps.1 y Ps.2), no fueron colonizadas por estos organismos, ya que no se depositó material pelítico, dado que las barras son controladas por un transporte eminentemente tractivo. Estas barras podrían haber sido un importante hábitat para los organismos suspensívoros productores de las trazas de la icnofacies de *Skolithos*, pero no se ha detectado su presencia en este perfil.

Probablemente, estas barras no han sido ocupadas por dicho tipo de organismos, por presentar una sedimentación muy rápida como para que los mismos hayan tenido el tiempo suficiente para colonizar el medio, o bien, porque la alta profundidad relativa de estas barras haya conducido a que dichos organismos prefieran barras más cercanas a la costa con una mayor agitación del medio sedimentario. En este último caso, cabe destacar que la energía es uno de los principales factores de control en la icnofacies de *Skolithos*. Ambas ideas son posibles, pero nos inclinamos por la última explicación, si se piensa que los organismos suspensívoros productores de *Skolithos* pertenecen a faunas netamente oportunistas, las cuales colonizan rápidamente un sustrato adverso, tal como ha sido sugerido por Vossler y Pemberton (1988). Tendría que ser muy alta la tasa de sedimentación para que los organismos r-estrategas no entren en actividad y colonicen las barras.

De lo arriba expuesto, se puede resumir una posible secuencia temporal que explique los procesos sedimentarios y su relación con la actividad orgánica, durante la dinámica de formación de estas barras sub-

mareales de plataforma. En primer lugar, los organismos productores de trazas actúan sobre los depósitos heterolíticos de interbarra y de pie de barra, produciendo impresiones. Luego, por la migración de las barras, estas facies son cubiertas tractivamente por arenas, con fuerte bioturbación en las zonas heterolíticas, ricas en nutrientes, producida por organismos detritívoros que generan excavaciones. Simultáneamente, en las interbarras y pie de barras aledañas, se desarrollarían en la interfase agua-sedimento, impresiones similares a las arriba citadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por subsidiar parte de esta investigación. Asimismo, agradecemos al Dr. T. Peter Crimes por las opiniones vertidas oportunamente en el campo y por su ayuda en la discusión de la asignación sistemática de algunos icnogéneros. Por otra parte, extendemos el agradecimiento a uno de los árbitros, el Dr. Luis Buatois, por sus significativas sugerencias y al Dr. Ricardo Melchor por sus sustanciosas observaciones. Al Sr. Carlos Briane por la confección de los dibujos.

BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F. G. 1978. El Paleozoico inferior de Argentina según sus trazas fósiles. *Ameghiniana* 15 (1-2): 15-64, Buenos Aires.
- ALFARO, M. B. 1981. Estudio geológico de la zona comprendida por las Hojas La Numancia, Licenciado Matienzo y Estancia San Antonio, en las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. *V Reunión Científica Informativa*, Resúmenes: 9, Comisión de Investigaciones Científicas (C. I. C.) de la provincia de Buenos Aires, La Plata.
- ARBOLEYA, M. L. 1973. Nota sobre la icnofauna del Cámbrico de la Costa Asturiana entre Cudillero y Ballota (NW de España). *Brevoria Geológica Astúrica* 17: 37-42, Oviedo.
- BOERSMA, J. R. y TERWINDT, J. H. J. 1981. Neap-spring tide sequences of intertidal shoal deposits in a mesotidal estuary. *Sedimentology* 28: 151-170, Oxford.
- BORRELO, A. V. 1966. Paleontografía Bonaerense. Fascículo V. Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formación La Tinta, Sierras Septentrionales, provincia de Buenos Aires. *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*, 42 pp., La Plata.
- BROMLEY, R. G. y ASGAARD, U. 1972. Freshwater *Cruziana* from the Upper Triassic of Jameson Land, East Greenland. Notes on Greenland trace fossils. *Rapport Gronlands Geologiske Undersogelse*, The Geological Survey of Greenland 49: 7-13, Copenhagen.
- _____ y _____ 1975. Sediment structures produced by a spatangoid echinoid: a problem of preservation. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 24: 261-281, Copenhagen.

- _____ y _____ 1979. Triassic freshwater ichnocoenoses from Carlsberg Fjord, East Greenland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 28: 39-80, Amsterdam.
- CINGOLANI, C. A., VARELA, R. y ACEÑOLAZA, F. G. 1985. Caracteres geológicos e icnológicos del Cerro del Corral (partido de Necochea), pcia. de Buenos Aires. *Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses*, Actas: 891-908, Tandil.
- COWIE, J. W. y SPENCER, A. M. 1970. Trace fossils from the Late Precambrian/Lower Cambrian of East Greenland. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils, Geological Journal, Special Issue* 3: 91-100, Seel House Press, Liverpool.
- CRIMES, T. P. y ANDERSON, M. M. 1985. Trace fossils from Late Precambrian-Early Cambrian strata of Southeastern Newfoundland (Canada): temporal and environmental implications. *Journal of Paleontology* 59 (2): 310-343, Lawrence.
- _____, LEGG, I., MARCOS, A. y ARBOLEYA, M. L. 1977. ?Late Precambrian-low Lower Cambrian trace fossils from Spain. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils 2, Geological Journal, Special Issue* 9: 91-138, Seel House Press, Liverpool.
- CHAMBERLAIN, C. K. 1971. Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, southeastern Oklahoma. *Journal of Paleontology* 45: 212-246, Lawrence.
- DALLA SALDA, L. e INIGUEZ, A. M. 1979. La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. *VII Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 539-550, Neuquén.
- DEL VALLE, A. 1986. Presencia de conglomerados mantiformes en el techo de secuencias psamíticas de la Formación Balcarce, Buenos Aires, Argentina. *Primera Reunión Argentina de Sedimentología*, Resúmenes Expandidos: 193-196, La Plata.
- _____ 1987a. *Sedimentología de la Formación Balcarce, en el sector Oriental de Tandilia*. Tesis Doctoral 491. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 278 pp., La Plata (inédito).
- _____ 1987b. Nuevas trazas fósiles en la Formación Balcarce, Paleozoico inferior de las Sierras Septentrionales. Su significado cronológico y ambiental. *Revista del Museo de La Plata*, Nueva Serie, Sección Paleontología 9: 19-41, La Plata.
- DE QUATREFAGES, M. A. 1849. Note sur la *Scolicia prisca* (A. de Q.), annélide fossile de la Craie. *Annales des Sciences Naturelles*, 3 Série, Zoologie 12: 265-266, Paris.
- DI PAOLA, E. C. y MARCHESE, H. G. 1974. Relación entre la tectosedimentación, litología y mineralogía de arcillas del Complejo Buenos Aires y la Formación La Tinta (provincia de Buenos Aires). *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 5 (3-4): 45-58, Buenos Aires.
- DURAND, J. 1985. Les Grès Armoricaïn. Sédimentologie-Traces fossiles. Milieux de dépôt. *Mémoires et documents du Centre Armoricaïn d'Etude Structurale des Socles* 3, 150 pp., Université de Rennes, Rennes.
- FILLION, D. y PICKERILL, R. K. 1990. Ichnology of the Upper Cambrian? to Lower Ordovician Bell Island and Wabana groups of the eastern Newfoundland, Canada. *Palaeontographica Canadiana* 7: 1-119, Toronto.
- FREY, R. W. y SEILACHER, A. 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia* 13: 183-208, Oslo.
- GHEHT, E. D. y HENDERSON, R. A. 1966. Petrology, sedimentation and paleontology of Middle Miocene graded sandstones and mudstones, Kaiti Beach, Gisborne. *Transactions of the Royal Society of New Zealand*, Geology 4: 147-169, Wellington.
- GOTZINGER, G. H. y BECKER, C. K. 1932. Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches (Neue Fossilfunde). *Jahrbuch für Geologie Bundesanstalt* 82: 343-396.
- GREGORY, M. R. 1969. Trace fossils from the turbidite facies of the Waitemata Group, Whangaparua Peninsula, Auckland. *Transactions of the Royal Society of New Zealand*, Earth Sciences 7: 1-20, Wellington.
- GUTSCHICK, R. C. y RODRIGUEZ, J. 1977. Late Devonian-Early Mississippian trace fossils and environments along the Cordilleran Miogeocline, western United States. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils 2, Geological Journal, Special Issue*, 9: 195-208, Seel House Press, Liverpool.
- HANTZSCHEL, W. 1975. Trace fossils and problematica. En: C. Teichert (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part W, Miscelanea, Supplement I, 269 pp., Geological Society of America y University of Kansas Press, Lawrence.
- HAUTHAL, R. 1896. Contribución al estudio de la geología de la provincia de Buenos Aires, I. Las Sierras entre Cabo Corrientes e Hinojo. *Revista del Museo de La Plata* 7: 477-489, La Plata.
- HOLLISTER, C. D., HEEZEN, B. C. y NAFE, K. E. 1975. Animal traces on the deep-sea floor. En: R. W. Frey (Ed.), *The Study of Trace Fossils*: 493-510, Springer, New York.
- KERN, J. P. 1979. Origin of the trace fossils in Polish Carpathian flysch. *Lethaia* 13: 347-362, Oslo.
- _____ y WARME, J. E. 1974. Trace fossils and bathymetry of the Upper Cretaceous Point Loma Formation, San Diego, California. *Bulletin of the Geological Society of America* 85: 893-900, Boulder.
- KLEIN, G. de V. 1970. Depositional and dispersal dynamics of intertidal sand bars. *Journal of Sedimentary Petrology* 40: 1095-1127, Tulsa.
- KNOX, R. W. 1973. Ichnogenus *Corophioides*. *Lethaia* 6 (2): 133-146, Oslo.
- KSIAZKIEWICZ, M. 1970. Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils, Geological Journal, Special Issue* 3: 283-322, Seel House Press, Liverpool.
- _____ 1977. Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. *Paleontologia Polonica* 36: 1-208, Varsovia.
- LESSERTISSEUR, J. 1971. L'énigme du *Daedalus* (*Daedalus* Rouault, 1850). Ichnofossilia. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 3 Série, 20. Sciences de la Terre 4: 37-72, Paris.
- MARCHESE, H. G. y DI PAOLA, E. C. 1975. Reinterpretación estratigráfica de la perforación Punta Mogotes, provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 30 (1): 44-52, Buenos Aires.
- NAGERA, J. J. 1919. La Sierra Baya (Prov. de Buenos Aires). Estudio geológico y económico. *Anales del Ministerio*

- de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería XIV(1): 1-66, La Plata.
- _____. 1926. Note precambriennes argentines (Bonaerenses). *Congrès Géologique International*, Bélgica 1922, 13 Session, 3: 1651-1655, Liège.
- OSGOOD, R. G. 1970. Trace fossils of the Cincinnati area. *Palaontographica Americana* 6(41): 281-444, New York.
- PEMBERTON, S. G., VAN WAGONER, J. C. y WACH, G. D. 1992. Ichnofacies of a wave-dominated shoreline. En: S. G. Pemberton (Ed.), *Applications of Ichnology to Petroleum Exploration*, SEPM Society for Sedimentary Geology, Core Workshop 17: 339-382, Tulsa.
- POIRE, D. G., DEL VALLE, A. y REGALIA, G. M. 1984. Trazas fósiles en cuarcitas de la Formación Sierras Bayas (Precámbrico) y su comparación con las de la Formación Balcarce (Cambro-Ordovícico), Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. *IX Congreso Geológico Argentino*, Actas 4: 249-266, Buenos Aires.
- RABASSA, J. 1973. Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil", provincia de Buenos Aires. *LEMIT*, Serie 2, 240: 117-160, La Plata.
- REGALIA, G. M. y HERRERA, H. 1981. *Phycodes* aff. *pedum* (traza fósil) en estratos cuarcíticos de San Manuel, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 34 (3): 257-261, Buenos Aires.
- RODRIGUEZ, S. G. 1988. Trazas fósiles en sedimentitas del Paleozoico de las Sierras Australes Bonaerenses. *Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses*, Actas: 117-130, Bahía Blanca.
- RONIEWICZ, P. y PIENKOWSKI, G. 1977. Trace fossils of the Podhale Flysch Basin. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils 2, Geological Journal, Special Issue* 9: 273-288, Seel House Press, Liverpool.
- SEILACHER, A. 1955. Spuren und Fazies in Unterkambrium. En: O. H. Schindewolf y A. Seilacher (Eds.): *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*, Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz, *mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abhandlungen* 10: 373-399, Mainz.
- _____. 1956. Der Beginn des Kambriums als biologische Wende. *Abhandlungen Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 103: 155-180, Stuttgart.
- _____. 1970. *Cruziana* stratigraphy of "non-fossiliferous" Palaeozoic sandstones. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils, Geological Journal, Special Issue* 3: 447-476, Seel House Press, Liverpool.
- _____. 1977. Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils. En: T. P. Crimes y J. C. Harper (Eds.), *Trace Fossils 2, Geological Journal, Special Issue* 9: 289-334, Seel House Press, Liverpool.
- SMITH, A. B. y CRIMES, T. P. 1983. Trace fossils formed by heart urchins - a study of *Scolicia* and related traces. *Lethaia* 16: 79-92, Oslo.
- SPALLETTI, L. A. 1987. Características y significado sedimentológico de las formas, cuerpos y estructuras originadas por agentes fluidos en sustratos incoherentes. *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie, Sección Geología* 10: 16-69, La Plata.
- _____. y DEL VALLE, A. 1984. Las diamictitas del sector oriental de Tandilia: caracteres sedimentológicos y origen. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 39 (3-4): 188-206, Buenos Aires.
- TILLMAN, R. W. y MARTINSEN, R. S. 1984. The Shannon shelf-ridge sandstone complex, Salt Creek Anticline area, Powder River Basin, Wyoming. En: R. W. Tillman y C. T. Siemers (Eds.), *Siliciclastic shelf sediments. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* 34: 85-142, Tulsa.
- VOSSLER, S. M. y PEMBERTON, S. G. 1988. *Skolithos* in the Upper Cretaceous Cardium Formation: an ichnofossil example of opportunistic ecology. *Lethaia* 21: 351-362, Oslo.
- WARD, D. M. y LEWIS, D. W. 1975. Paleoenvironmental implications of storm-scoured, ichnofossiliferous Mid-Tertiary limestone, Waihao District, South Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 18: 881-908, Auckland.
- YOUNG, F. G. 1972. Early Cambrian and older trace fossils from the southern Cordillera of Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 9: 1-17, Ottawa.
- ZALBA, P. E., ANDREIS, R. R. y LORENZO, F. C. 1982. Consideraciones estratigráficas y paleoambientales de la secuencia basal eopaleozoica en la Cuchilla de las Aguilas, Barker, Argentina. *V Congreso Latinoamericano de Geología*, Actas 2: 389-409, Buenos Aires.

Original recibido el 7 de enero de 1995.

Aceptado el 15 de enero de 1996.