

Caracteres estratigráficos e icnológicos de la Formación Candelaria (Cambro-Ordovícico) aflorante en el NE de la Provincia de Tucumán

Guillermo F. ACEÑOLAZA y Sergio M. NIEVA

INSUGEO – Conicet/Unt, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Miguel Lillo 205,
4000 Tucumán. E-mail: insugeo@unt.edu.ar

RESUMEN. Se describe y analiza la estratigrafía y el contenido icnológico de la Formación Candelaria (Cambro-Ordovícico) aflorante en el flanco oriental de la Sierra del Campo, Provincia de Tucumán. Litológicamente la misma está representada por cuarcarenitas rojizas y blanquecinas ampliamente bioturbadas. *Arenicolites statheri* Bather, *Monocraterion* isp., *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall, *Rosselia* isp., *Skolithos linearis* Haldeman, *Skolithos magnus* Howell y *Bergaueria* isp. se describen en la serie que anteriormente fuera referida como estéril en su aspecto paleontológico. Se correlacionan estos afloramientos con aquellos equivalentes de la cercana Sierra de la Candelaria (Provincia de Salta) y otros de la Cordillera Oriental Salto-Jujeña. Se analizan aspectos relacionados a la edad de las secuencias, y se infieren sus caracteres paleoambientales en base al análisis integral de su estratigrafía, icnología y petrografía.

Palabras clave: *Estratigrafía, Icnología, Petrología, Formación Candelaria, Cambro-Ordovícico, Noreste tucumano*

ABSTRACT. *Stratigraphical and Ichnological characters of the Candelaria Formation (Cambrian-Ordovician) cropping out in NE Tucumán.* The stratigraphy and ichnological record of the Candelaria Formation are herein described and analyzed. This Cambro-Ordovician sequence crop-out in the eastern slope of del Campo Range, northeastern Tucumán. Thick packages of reddish and pinkish bioturbated quartzarenites dominate the sequence early referred as sterile by means of fossils. *Arenicolites statheri* Bather, *Monocraterion* isp., *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall, *Rosselia* isp., *Skolithos linearis* Haldeman, *Skolithos magnus* Howell and *Bergaueria* isp. are described within the strata. Outcrops are related to the neighbor sequences outcropping in the Candelaria Range (Salta Province) and other localities in the Eastern Cordillera of Jujuy and Salta. Some aspects dealing with the Cambro-Ordovician age of the quartzarenites are analyzed, as well as the inferred paleogeography is discussed by integrating the data resulting of a detailed field work and the stratigraphical, ichnological and petrological characters.

Key words: *Stratigraphy, Ichnology, Petrology, Candelaria Formation, Cambro-Ordovician, Northeastern Tucumán*

Introducción

El Eopaleozoico marino presenta un amplio desarrollo en la Cuenca Central Andina Sudamericana, desplegando potentes secuencias sedimentarias entre las regiones centro-sur de Perú (Macizo de Pichari) y el noroeste argentino (Provincias de Salta y Jujuy). Si bien es en ésta área donde se ubican los grandes depocentros con espesores sedimentarios que superan ampliamente los miles de metros, hacia el norte y el sur de los mismos, existen secuencias de menor desarrollo estratigráfico que pueden aportar interesante información respecto a la morfología y los caracteres sedimentarios de zonas marginales, o bien con ciertas restricciones ambientales, dentro de la misma cuenca.

Tal es el caso de los escasamente estudiados afloramientos del flanco oriental de la Sierra del Campo, en el noreste de la Provincia de Tucumán. Allí, la secuencia eopaleozoica se ubica en la vertiente oriental de la

mencionada serranía, a unos 20 Km. al NW de la localidad de Burruyacu (Departamento Burruyacu, Provincia de Tucumán) (Fig. 1).

La serie estratigráfica fue estudiada en las localidades de Las Tipas-Quebrada de Agua Colorada y Quebrada de Aguas Blancas. Es en esta última donde se observó el mayor desarrollo estratigráfico, el cual disminuye tanto al norte como hacia el sur de la misma.

Estos afloramientos constituyen los asomos más sudorientales, hasta ahora reconocidos, de secuencias silicoclásticas Cambro-Ordovícicas de amplio desarrollo en la Cordillera Oriental de las Provincias de Salta y Jujuy.

Antecedentes

La información que se posee sobre las areniscas eopaleozoicas aflorantes en la Provincia de Tucumán se

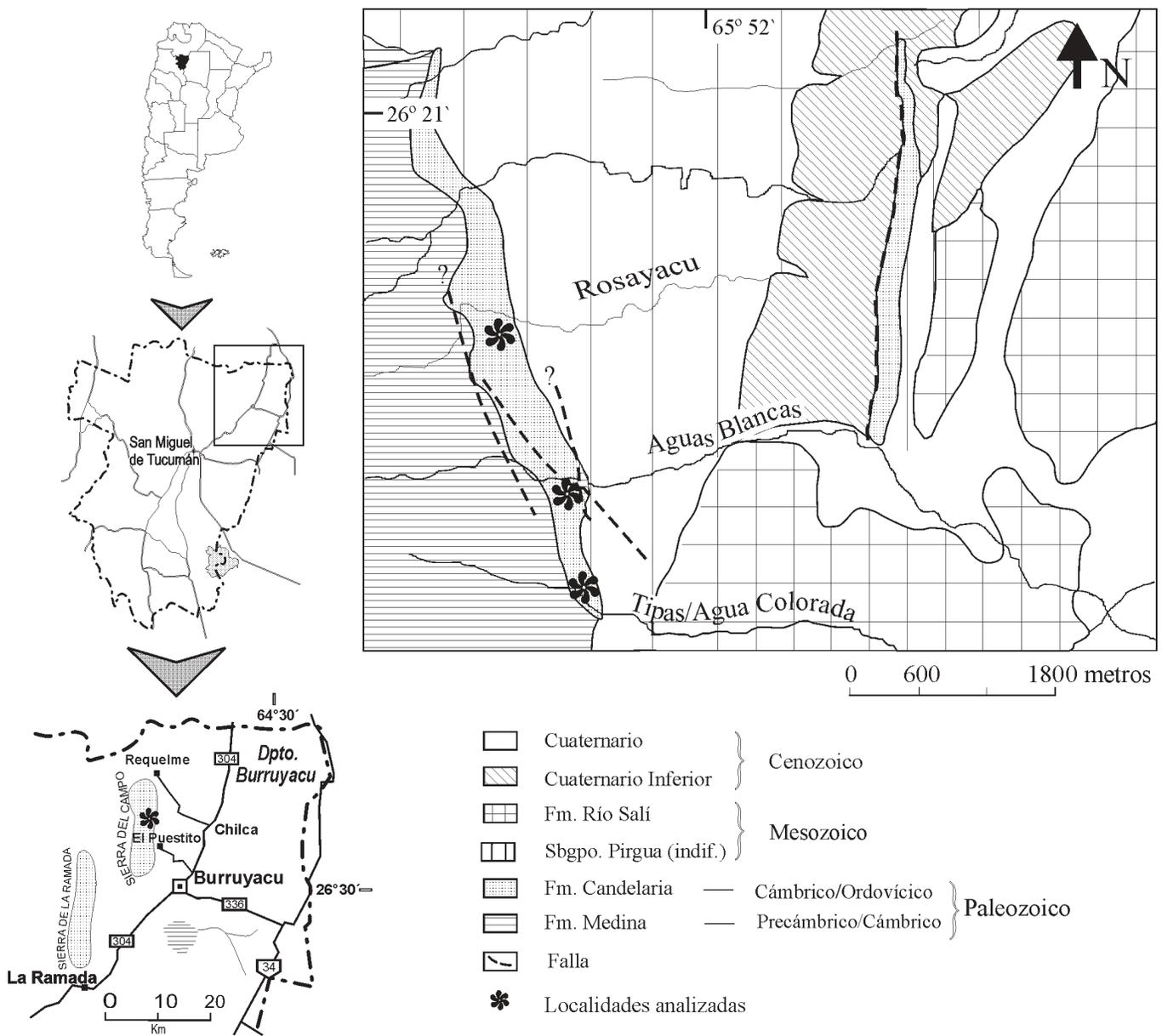


Figura 1: Mapa de ubicación del área estudiada y bosquejo geológico del flanco oriental de la Sierra del Campo, apreciándose la ubicación de las Quebradas de Agua Colorada-Tipas, Aguas Blancas y Rosayacu (Provincia de Tucumán).

limita a unos pocos trabajos de índole general, mayoritariamente realizados a fines de la década del '60 y principios del '70.

A principios de siglo, Bonarelli y Pastore (1916) mencionan la existencia de areniscas supuestamente eopaleozoicas en la Provincia de Tucumán en la Quebrada del Río Barburia, en cercanías de la localidad de San Pedro de Colalao. Dichos autores infieren que los afloramientos constituirían los asomos más meridionales de las formaciones cámbricas de las provincias de Salta y Jujuy. Las secuencias mencionadas no han sido localizadas a la fecha, resultando arriesgado hacer apreciaciones sobre las mismas.

La primera referencia sobre los estratos investigada en

esta oportunidad, fue presentada por Ricci y Villanueva (1969), quienes en un trabajo sobre la Sierra de la Candelaria (Provincia de Salta), nominan como Formación Candelaria a una serie de cuarciarenitas de color rosado a morado claro, a las que asignan una edad cámbrica?. En dicho trabajo, los autores mencionan la prolongación de dichos afloramientos hacia el sur, hasta la parte septentrional de la Sierra del Campo en la Provincia de Tucumán, sin llegar a detallar sobre los materiales allí aflorantes.

Posteriormente, Mon *et al.* (1971a,b) describen la sucesión, asignándola a la Formación Candelaria, con un espesor mínimo de 105 m. Estos autores las asignan al Paleozoico Inferior por extrapolación con lo

aflorante en la cercana Sierra de la Candelaria (Salta).

Un año después, Mon y Urdaneta (1972) mencionan una edad cámbrica para estas cuarciarenitas en base a los hallazgos de trazas fósiles en el cercano Cerro Cantero (Provincia de Salta). Dichas trazas habrían sido revisadas por el Dr. Borrello, siendo mencionadas como elementos guías para el Período. En esta oportunidad no se consideran en el análisis general, ya que el material no fue figurado ni taxonómicamente analizado, destacando que no existen genéricamente tales elementos guías icnológicos.

Posteriormente, Ruiz Huidobro (1975) presenta en un trabajo de índole regional, una alternativa de nomenclatura estratigráfica para la Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas, donde integra las cuarciarenitas de la Sierra del Campo en la Formación Mesón, que constituye la base de su propuesto Grupo Mojotoro. A la unidad formacional, le asigna una edad cámbrica, y la equipara con el Miembro Inferior de la Formación Mojotoro (Ruiz Huidobro 1955).

Porto y Danieli (1992) reconocen a las areniscas aflorantes en la Sierra del Campo como integrantes de la Formación Mojotoro (Ruiz Huidobro 1968), atribuyéndoles una edad ordovícica al extrapolar el análisis bioestratigráfico de Ricci y Villanueva (1969) en la cercana Sierra de La Candelaria. Más recientemente, la edad de dichos niveles pelíticos que integran la secuencia aflorante en la sierra homónima, ha sido reasignada en base al análisis de sus elementos fósiles por Tortello *et al.* (1996), a la transición Cambro-Ordovícica (*s.l.*).

Por último, Durand (1998) integra la información disponible sobre la Formación Candelaria, interpretando una edad cámbrica superior para la misma en base a sus relaciones estratigráficas y elementos paleontológicos de las unidades que se consideran equivalentes al Grupo Mesón.

En esta oportunidad, se sigue el esquema propuesto por Tortello *et al.* (1996), y se interpreta que las cuarciarenitas de la Formación Candelaria pudieron haberse depositado en un mismo lapso temporal que las pelitas suprayacentes aflorantes en la sierra homónima. Es así que se considera prudente asignar para toda la secuencia una edad cambro-ordovícica hasta tanto se disponga de elementos paleontológicos que permitan precisar la edad de la secuencia.

Caracteres estratigráficos y sedimentológicos de la secuencia

Tanto las cuarciarenitas aflorantes en la Sierra de La Candelaria (Provincia de Salta), como las analizadas en esta oportunidad en la Sierra del Campo (Provincia de Tucumán), son semejantes en su litología a las unidades areno-cuarzosas del Grupo Mesón, de amplio desarrollo en la Cordillera Oriental Argentina, siendo consideradas parcialmente equivalentes a estas últimas.

Sánchez (1997) y Sánchez y Salfity (1994, 1999) interpretan que la cuenca del Grupo Mesón habría correspondido a un ciclo sedimentario con una fase transgresiva seguida de otra regresiva; indicando ambos, para la primera, depósitos de plataforma somera de un mar epicontinental (Formación Lizoite), que grada a sedimentos de llanura mareal (Formación Campanario, Miembro Verde). Por otro lado, la fase regresiva la corresponden con depósitos litorales (Miembro Morado de Formación Campanario y la Formación Chalhualmayoc) de un ambiente marginal de plataforma.

En esta oportunidad se optó por usar para los niveles arenosos aflorantes en la Sierra del Campo, el nombre de Formación Candelaria, siguiendo la terminología propuesta por Ricci y Villanueva (1969) para los depósitos equivalentes en la sierra homónima en la Provincia de Salta.

El perfil expuesto en Sierra del Campo y en Sierra de la Candelaria, es interpretado por los autores como producto de una posición marginal de los depósitos, fundamentando lo expresado en la dificultad de correlacionarlos estrictamente con alguna de las formaciones del Grupo Mesón. Los caracteres sedimentarios de la secuencia, junto a la asociación icnológica descrita, donde dominan trazas correspondientes a organismos suspensivos, sugieren un ambiente de shoreface (shoreface medio/superior) intermareal y submareal. La base de la secuencia se observa discordante sobre la Formación Medina en la Quebrada de Rosayacu, mientras que en Aguas Blancas está truncada por una falla. Hacia el techo y en discordancia se ubican los depósitos Cretácico-Terciarios del Subgrupo Pigua (Grupo Salta). Todo el paquete, es interpretado por los autores como una escama tectónica, situación que dificulta un seguimiento detallado de la estratigrafía de estos afloramientos en la Provincia de Tucumán.

Se midieron 74 m. de espesor en un perfil integrado, el cual se inicia con dos niveles conglomerádicos matriz portantes, apoyados discordantemente sobre el basamento metamórfico (Formación Medina, Bossi 1969) (Fig. 2). El inferior de ellos, con 12 cm de espesor, presenta una superficie basal erosiva no muy marcada, con imbricación de clastos, que se componen principalmente de rodados de cuarzo, y en menor proporción clastos filíticos del basamento. En términos generales se muestran subredondeados y con dimensiones máximas de hasta 3 cm de longitud en su eje «a», siendo frecuentes los de 1 cm. Los clastos de mayor tamaño, constituyen dos capas bien diferenciadas dentro de este primer nivel conglomerádico; una ubicada en la superficie erosiva inferior y la otra en la parte media-superior del paquete. El segundo nivel conglomerádico se ubica sobre el primero y posee un menor desarrollo con hasta 8 cm de espesor máximo, frecuentemente desaparece lateralmente. Éste presenta similares características al anterior, y se diferencia de aquel por poseer clastos de menor tamaño (Figs. 5b y c). Asociado a estos últimos, se destaca la presencia de una matriz arenosa bien selec-

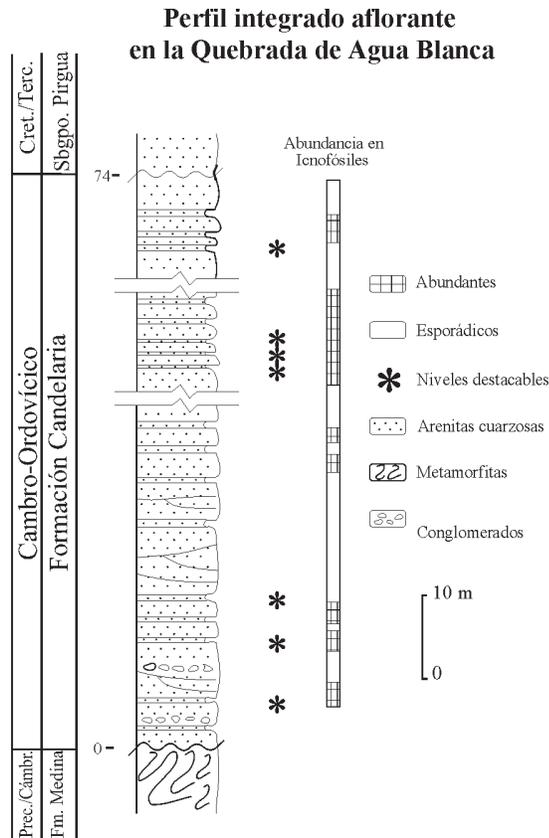


Figura 2: Columna estratigráfica integrada de los afloramientos de la Formación Candelaria, (Sierra del Campo, Provincia de Tucumán). Se señalan los niveles icnofosilíferos más destacados, así como la abundancia relativa de trazas.

cionada, constituida principalmente por cuarzo de alta esfericidad. En términos generales, los niveles conglomerádicos presentan un buen desarrollo lateral de las capas, ya que se los puede seguir sin grandes variaciones de espesor por decenas de metros.

Por sobre los conglomerados se disponen cuarciarenitas de grano fino a medio de coloración rojiza, con sectores que muestran pérdida de coloración, en bancos de hasta 70 cm. de espesor. Los estratos son tabulares y generalmente presentan amalgamación lateral. Internamente muestran laminación paralela y entrecruzamiento de tipo festoneado de mediana escala (Figs. 5b y c). En algunas capas se reconocen estructuras vinculadas a eventos tempestíticos, como estratificación cruzada «hummocky» (HCS) con frecuentes superficies de arrasamiento, que en numerosos casos truncan asociaciones icnológicas completas. En el techo de estratos de granulometría más fina esporádicamente se identificaron trenes de onduladas a veces truncadas y deformadas (Fig. 5f).

La cementación de las areniscas es mayoritariamente silíceo lo que les confiere una gran tenacidad, habiéndose identificado sectores con cementación ferruginosa. En ellas puede observarse claramente una alternancia de capas blanquecinas y rojizas de espesores milimé-

tricos a centimétricos. Las bandas de color claro se hallan constituidas por cuarzo mientras que las rojas, que también presentan cuarzo, se hallan relacionadas a goethita de baja cristalinidad (determinada mediante difracción de rayos X, y estimada en un 3% en volumen); esta singular relación resalta de manera notable las estructuras mecánicas y orgánicas (Figs. 5e, f y 6).

Se destaca la presencia de granos de goethita de orden milimétrico que en algunos casos pueden llegar a 1 cm de diámetro. Los mismos se hallan uniformemente distribuidos en la roca y se interpretan como producto del reemplazo de agregados policristalinos de cuarzo y líticos metamórficos. Así también, se observaron anillos concéntricos de desoxidación con tamaños del orden de 10 cm de diámetro. Son comunes grandes zonas que han perdido su coloración y que representan al igual que los anillos desoxidados removilización de material férrico por procesos de reducción, posiblemente vinculados a descomposición de materia orgánica.

Frecuentemente se observan intraclastos de metamorfitas del basamento de formas elongadas, que se disponen orientados con su eje mayor paralelo al plano de estratificación. Estos elementos se hallan en la mayoría de los casos reemplazados total o parcialmente por goethita. En aquellas regiones donde el cemento es principalmente ferruginoso, con claras evidencias de removilización de material oxidado, la roca tiene un comportamiento menos tenaz y algo friable. Por último destacamos la presencia, en algunos sectores del perfil, de distorsiones y roturas de laminaciones originadas por escapes de fluidos durante etapas tempranas de la compactación (Fig. 5e).

A los efectos de disponer de mayor información sobre las condiciones de sedimentación se realizaron una serie de cortes delgados de las areniscas cuya descripción se detalla a continuación:

Las muestras analizadas se corresponden con cuarciarenitas submaduras, moderadamente seleccionadas, de grano fino, con una media de 0,23 mm, mediana de 0,22 y asimetría levemente negativa (-0,02) (Fig. 3). Los granos minerales son subredondeados y redondeados. Debido a que los granos son más o menos ecuanes no se aprecia orientación de los mismos. Los minerales se presentan en una relación de grano libre (borde libre > borde fijado), con contactos mayoritariamente cóncavo-convexos o puntuales. El índice de contactos oscila entre 1 y 3, variando el de empaquetamiento entre 0,18 y 0,55. El cemento principal es silíceo, hallándose en continuidad óptica con los núcleos detríticos cuarzosos (cemento syntaxial). También se identificó en algunos sectores cementación ferruginosa constituida por goethita (cemento epitáxico). La porosidad es secundaria, y se halla relacionada tanto a la disolución de granos detríticos inestables como al cemento epitáxico, alcanzándose diámetros de poro de hasta 1 mm. Se identificaron sectores con porosidad secundaria debido a fracturación. La mineralogía determinada en los cortes

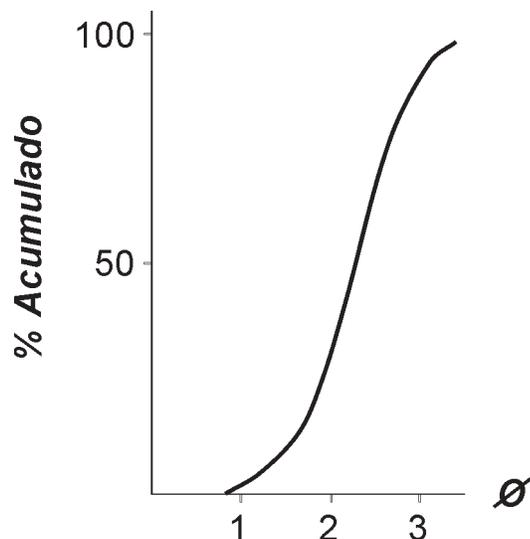


Figura 3: Curva acumulativa de las cuarciarenitas de la Formación Candelaria (Cambro-Ordovícico) aflorante en la Quebrada de Aguas Blancas, Sierra del Campo, Departamento Burruyacu, noroeste de Tucumán.

se corresponde con cuarzo (96 %), goethita (3 %) y el resto distribuido entre líticos metamórficos, feldespatos, material arcilloso (mortmorillonita) y minerales pesados (circón). Los granos de cuarzo se presentan en cristales cuyos tamaños varían entre 0,125 y 1mm, de formas ecuanter, sin apreciarse orientación de los mismos. Poseen una redondez que varía entre 0,4 y 0,6. El cuarzo es principalmente monocristalino, de extinción normal, ondulosa y fragmentosa, desarrollando en algunos casos láminas de Bohem. Los agregados policristalinos se presentan subordinados, mostrando siempre más de 5 individuos. Las inclusiones en los minerales de cuarzo es principalmente circón, y minoritariamente cristales aciculares de rutilo. La presencia de vacuolas es significativa. El sobrecrecimiento de cuarzo es común e inferido por la presencia de goethita tapizando los granos, constituyendo una línea demarcatoria entre el material detrítico original y el neoformado. Los sobrecrecimientos rellenan la mayoría de los espacios porales de manera que no presentan terminaciones idiomorfas, sino más bien bordes irregulares. La goethita se relaciona de diferentes maneras con los constituyentes del entramado: por un lado se halla en finas películas alrededor del cuarzo detrítico, encontrándose también como material cementante, y reemplazando a agregados de cuarzo policristalino y líticos metamórficos, así como a cristales de cuarzo de extinción fragmentosa, situación ésta que le confiere a la roca un moteado característico. Los escasos feldespatos determinados corresponden a microclino y plagioclasas de tamaños que alcanzan los 0,22 mm, con una redondez de 0,30. Los líticos metamórficos se hallan constituidos por minerales de cuarzo elongados y orientados, alcanzando tamaños de hasta 1 mm, con una redondez de 0,6. Estos elementos, de característi-

cas netamente inestables, se constituyen junto a los agregados policristalinos de cuarzo en los principales materiales reemplazados por goethita.

Con el objeto de inferir el marco tectónico y composición del área de aporte, se realizó un análisis de la moda detrítica de las areniscas de la Formación Candelaria; para ello se utilizó el diagrama Qm, F, L de Dickinson, *et.al.*, 1983 (Fig. 4), eligiendo el sistema "ribbon counting" (conteo por fajas) para los componentes del entramado. Tanto el análisis modal como los caracteres sedimentológicos de la Formación Candelaria en la vertiente oriental de la Sierra del Campo, caracterizan a las rocas como pertenecientes a facies de shoreface, en un ambiente de plataforma interior proximal, interpretándose como depósitos de barras mareales/submareales de un ambiente de alta a moderada energía.

El aporte de material detrítico, principalmente de composición ígnea y metamórfica, se interpreta proveniente del Cratógeno Central (*sensu* Braccacini 1960).

Caracteres icnológicos de la secuencia

El registro icnológico de la localidad es interesante, tomando en cuenta la falta de información bioestratigráfica que hasta el momento se disponía de esta secuencia. Si bien las trazas fósiles no son abundantes, son frecuentes. Se ha determinado una relativa buena diversidad, con siete icnoformas que contribuyen a la interpretación del paleoambiente de deposición de las areniscas. La dominancia de elementos suspensivos en la plataforma marina se ve reflejada claramente

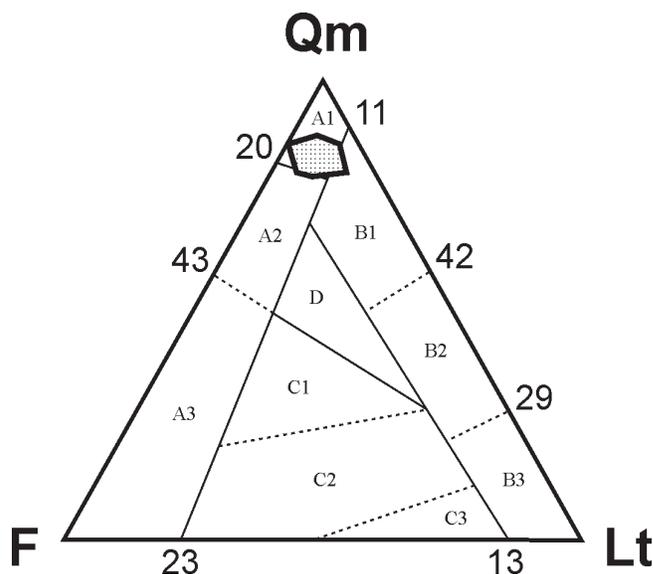


Figura 4: Diagrama ternario (Qm, F y Lt) de Dickinson *et al.* (1983), para las cuarciarenitas de la Formación Candelaria, flanco oriental de la Sierra del Campo, NE de la Provincia de Tucumán.

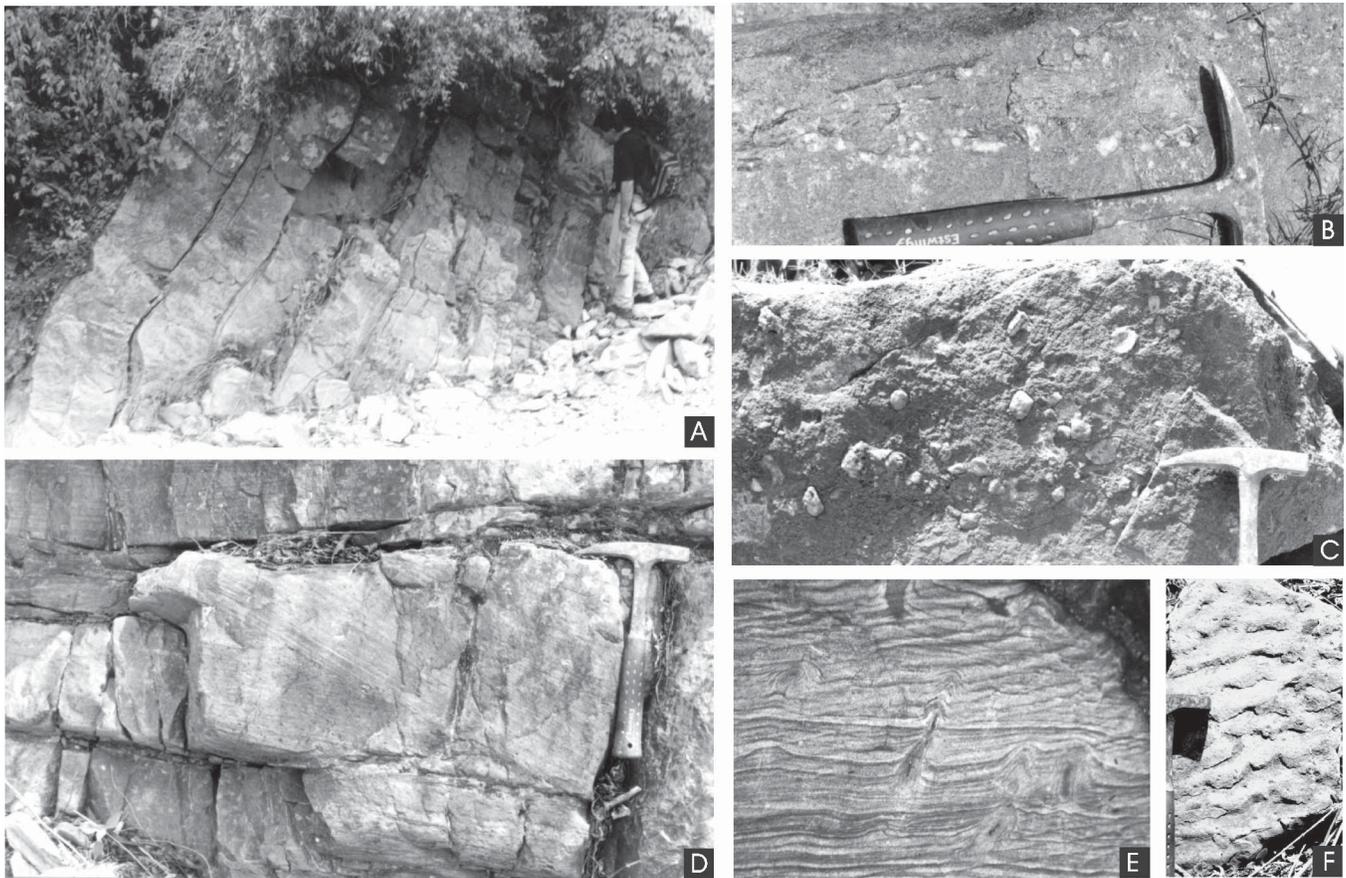


Figura 5: **a**, Vista general de las areniscas aflorantes en el flanco sur de la Quebrada de Aguas Blancas. **b**, Sección transversal del segundo nivel conglomerádico donde se aprecian los niveles psefíticos. **c**, Vista en planta del mismo nivel, donde se observan elementos detríticos constituyentes (cuarzos lechosos y líticos metamórficos). **d**, Aproximación de bancos amalgamados con estratificación cruzada. **e**, Cuarciarenita bandeada con ruptura de laminación original producida por escape de fluidos durante la compactación (x 0,25). **f**, Vista en planta de niveles ondulíticos con crestas arrasadas (x 0,20).

por la asociación de trazas presentes, la cual es referida a la «icnofacies de *Skolithos*» (Seilacher 1967; Frey y Pemberton 1984; Frey *et al.* 1990)

Gran parte del material descrito se encuentra depositado en las colecciones de paleontología de invertebrados fósiles de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. (PIL – Paleontología Instituto Lillo).

Iconotaxonomía

Arenicolites Salter 1857

Arenicolites statheri Bather, 1925. Fig. 6a, c

Iconoespecie tipo: *Arenicola carbonaria* Binney, 1852

Material y repositorio: Catorce ejemplares registrados y analizados durante las tareas de campo.

Material *in locus*. Una pieza depositada bajo la sigla PIL 14.997.

Descripción: Trazas verticales, de morfología general en U abierta, suboval a ligeramente en “V”. En términos generales las mismas presentan recubrimiento de sus paredes (*lining*), de espesor inferior a 0,1 cm, el cual es visible por diferente coloración. Diámetro de 0,4 a 0,6 cm, profundidad en el seno inferior variable de entre 2,8 y 4,2 cm. Separación de aberturas entre 2 y 3,5 cm.

Observaciones: Estas trazas se asignan a la icnoespecie *Arenicolites statheri* Bather en base a su morfología simple, recta y simétrica, con los tubos sin desarrollo de laminaciones (*spreiten*) y por el revestimiento de sus paredes. Fürsich (1974) realiza un pormenorizado análisis del icnogénero, caracterizando sus diferentes variaciones icnoespecíficas. Más recientemente Fillion y Pickerill (1990) discuten brevemente su situación icnotaxonomía, destacando los principales

aspectos vinculados a ella. Esta traza se interpreta como domicinia de organismos lumbriformes suspensivos, y ha sido registrada en secuencias desde el Cámbrico al Holoceno (Chamberlain 1978; Narbonne *et al.* 1987). Si bien Häntzschel (1975) no considera a *A. statheri* dentro del icnogénero, se sigue el esquema propuesto por Fillion y Pickerill (1990) para la asignación del material observado en esta oportunidad.

Monocraterion isp. Fig. 6e

ICNOESPECIE TIPO: Monocraterion tentaculatum Torell, 1870.

Material y repositorio: un bloque de cuarciarenita depositado bajo la sigla PIL 14.996 en las colecciones de paleontología de invertebrados fósiles del IML. Abundante material *in locus*, sobre todo en el sector medio-superior del perfil.

Descripción: traza en forma de embudo, ligeramente curva, subcilíndrica en sección transversal, de desarrollo perpendicular respecto a la estratificación y con un ensanchamiento de la apertura hacia la parte superior. Las paredes no se observan con recubrimiento marginal. La longitud es variable, la apertura del embudo puede presentar un ancho de hasta 2 cm. Relleno masivo a ligeramente bandeado. Destacamos que las areniscas presentan cambios de color de origen diagenético (blanquecino-rojizas), que simula a la estratificación. Dichas variaciones en los sectores donde se desarrolló la traza se ve homogeneizada por la movilización del sedimento producida por el organismo.

Observaciones: *Monocraterion* ha sido objeto de abundante debate desde que fuera originalmente erigido. Su relación con *Skolithos* ha generado numerosas discusiones que han sido resumidas por Fillion y Pickerill (1990) y más recientemente por Jensen (1997). En el caso de los primeros, los autores separan a *Monocraterion* de otras formas por principios taxonómicos sencillos donde sus caracteres morfológicos distintivos y repetitivos justifican su identidad taxonómica. Jensen (1997) concluye de una forma similar, dejando abierta la posibilidad de una sinonimia entre ambos en relación a la probable morfología original de la traza. En esta oportunidad se sigue el esquema de diferenciación de Fillion y Pickerill (1990), quienes figuran material semejante al nuestro en areniscas del Cámbrico Superior (?) - Ordovícico Inferior de Terra-nova (Canadá).

El registro del icnogénero va desde el Cámbrico Inferior (Fedonkin 1988; Narbonne *et al.* 1987) al Cretácico Inferior (Wightman *et al.* 1987). Generalmente caracteriza ambientes someros (Hallam y Swett 1966; Goodwin y Anderson 1974), y en menor proporción profundos (Jordan 1981; Mac Donald 1982).

Palaeophycus cf. tubularis Hall, 1847. Fig. 6c_a, f, h_a

ICNOESPECIE TIPO: Palaeophycus tubularis Hall, 1847

Material y repositorio: un bloque de cuarciarenita depositado bajo la sigla PIL 14.997 en las colecciones de paleontología de invertebrados fósiles del IML. Abundante material *in locus*, sobre todo en el sector medio-superior del perfil.

Descripción: Galerías lisas, de sección elíptica a subcircular y trazado rectiforme a suavemente sinuoso. En términos generales presenta los márgenes ligeramente irregulares, con un desarrollo sub-horizontal a horizontal respecto al estrato. Ancho de la traza variable, de 0,3 a 0,6 cm, mientras que el largo alcanza los 19 cm, observándose relaciones de corte en un mismo ejemplar. El material pareciera preservar un revestimiento de las galerías, y su relleno se destaca por la coloración distinta respecto a la roca hospedante, y similar granulometría. Generalmente las trazas se encuentran seccionadas por sectores en la parte superior situación que genera galerías huecas producto de una meteorización diferencial. Independientemente de lo anteriormente señalado, se han observado ejemplares preservados como epirelieves convexos.

Observaciones: *Palaeophycus* pertenece a un grupo de icnogéneros que ha generado diversos debates por más de 30 años. En este trabajo se sigue el esquema inicialmente propuesto por Pemberton y Frey (1982), adoptado más recientemente por Fillion y Pickerill (1990) y Jensen (1997). Se remite al lector interesado en dichos autores para profundizar en la discusión a nivel icnogénico.

En esta oportunidad hemos considerado con la denominación de *Palaeophycus* a galerías rellenas pasivamente, restringiendo la denominación de *Planolites* para aquellas galerías rellenas activamente (mientras el organismo productor se desplazaba por el sustrato). El material analizado se asigna a *Palaeophycus* ya que se asume un relleno pasivo, con diferenciación litológica entre la roca hospedante y el relleno de las galerías, considerando que el ambiente representado en la Formación Candelaria habría constituido una planicie mareal somera con alta movilidad sedimentaria. Este esquema paleoambiental ha sido considerado recientemente por Jensen (1997) como un medio propicio para el relleno pasivo de las galerías, situación que contribuye con un elemento extra en el análisis general.

Palaeophycus constituye una forma frecuente en estos afloramientos de la Formación Candelaria, localizándose distribuidos en la totalidad del perfil, generalmente en paquetes arenosos de hasta 40 cm de espesor.

El icnogénero se encuentra ampliamente representado en ambientes tanto marinos como continentales, registrándose desde el Precámbrico más alto hasta la actualidad (Pemberton y Frey 1982).

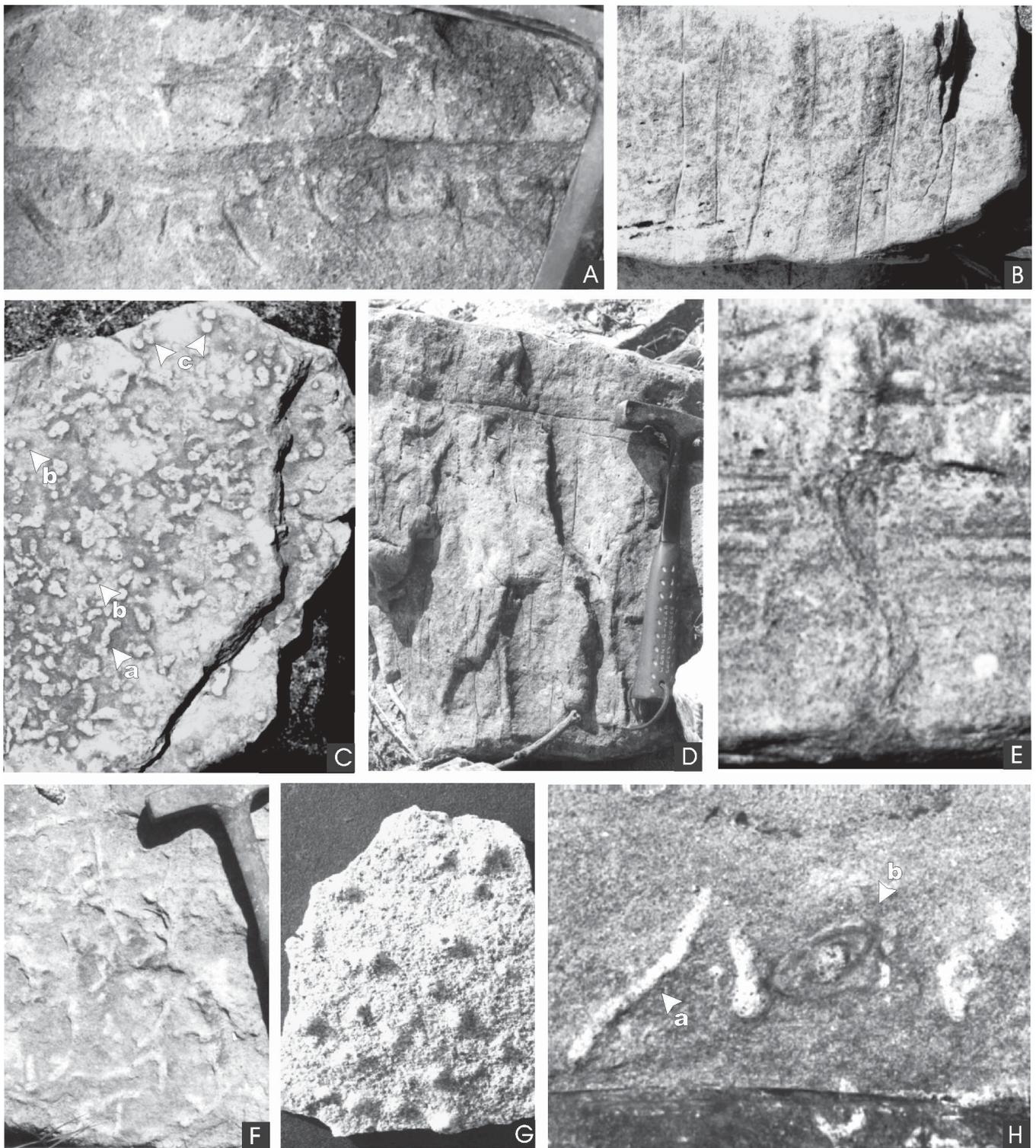


Figura 6: Icnofósiles identificados en la Formación Candelaria aflorante en la vertiente oriental de la Sierra del Campo, noreste de Tucumán. **a**, Paquete de cuarciarenita donde se identifican dos capas con menor selección de granos. En ellas se desarrolla una icnoasociación dominada por *Arenicolites statheri* Bather, (x 0,50). **b** y **d**, Vista lateral de los niveles arenosos con delgadas trazas asignadas a *Skolithos linearis* Haldeman, (B x 0,25; D x 0,20). **c**, Vista en planta de paquete arenoso ampliamente bioturbado con *Skolithos* isp. Howell, *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall y *Arenicolites statheri* Bather, (x 0,20, PIL 14.997). **e**, Aproximación de capa arenosa con desarrollo de *Monocraterion* isp, (x 1,4, PIL 14.996). **f**, Vista general de nivel con abundantes elementos asignados a *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall, (x 0,25). **g**, *Bergaueria* isp. (x 0,7, PIL 14.998) **h**, Nivel arenoso donde se aprecia *Rosselia* isp. asociada a *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall, (x 1).

Rosselia isp. Fig. 6 h_b

Icoespecie tipo: Rosselia socialis Dahmer, 1937

Material y repositorio: Constituye la forma menos frecuente, apareciendo generalmente en niveles alterados. Únicamente observada en la parte superior de la secuencia. Tres ejemplares analizados *in locus*.

Descripción: Traza de desarrollo general similar a un embudo, con la abertura hacia arriba, presentando un desplazamiento lateral de la galería central mientras se profundiza hacia la parte inferior. El diámetro del sector superior presenta entre 1,6 y 2,2 cm, y profundiza hasta 4 cm en la vertical. En planta se aprecia claramente la removilización del sedimento ocasionada por el organismo productor en una sección sub-circular a oval. La conservación del material, con una sección inclinada respecto al desarrollo subvertical de la traza, permite su correcta asignación al icnogénero, sin que nos permita aproximar su definición icnoespecífica.

Observaciones: *Rosselia* constituye la forma menos frecuente en el perfil, habiéndose localizado tres ejemplares *in locus* conservados en un potente banco arenoso. Fillion y Pickerill (1990), Uchman y Krenmayr (1995) y Jensen (1997) realizan un pormenorizado análisis de la situación icnotaxonómica de las tres especies asignadas al icnogénero (*R. socialis* Dahmer; *R. chonoides* Howard y Frey; y *R. rotatus* McCarthy), así como de su relación con *Cylindrichnus* y *Asterosoma*. En esta oportunidad se sigue el esquema presentado por Uchman y Krenmayr (1995) quienes generalizan esta nominación para aquellas formas que presentan una laminación más o menos cilíndrica, con una disposición vertical a inclinada y que se acuña hacia su base, esquema recientemente seguido por Schlirf (2000) para los ejemplares del Jurásico del norte de Francia.

El icnogénero se registra desde el Cámbrico Inferior (Seilacher 1955) al Holoceno (Rindsberg y Gastaldo 1990), en variados ambientes, tanto profundos como someros (Fillion y Pickerill 1990 con referencias; Jensen 1997) y restrictos (Rindsberg y Gastaldo 1990). Se interpreta como producido por anélidos (Chamberlain 1971), crustáceos (Frey, 1970) o anémonas (Chamberlain y Clark 1973; Ksiazkiewicz 1977).

Skolithos linearis Haldemann, 1840 Fig. 6b y d

Icoespecie tipo: Fucooides? linearis Haldemann, 1840.

Material y repositorio: Abundante material *in locus*.

Descripción: Galería recta, no dicotomizada, de desarrollo vertical respecto a la superficie de los estratos. Ancho variable de 0,25 a 0,50 cm, y longitud de hasta

35 cm en los casos de mayor desarrollo. El relleno de las galerías es masivo, no se observa ornamentación alguna ni en el interior ni en su superficie externa. En planta suelen presentarse con terminaciones netas y secciones circulares. No fue posible observar, dadas las características litológicas, los extremos inferiores de las galerías.

Observaciones: Durand (1985a,b) y Jensen (1997) admiten una terminación superior algo expandida. Éste último autor menciona la posibilidad que *Skolithos* y *Monocraterion* sean una misma galería producida bajo distintas condiciones sedimentológicas. Nuestro material en algunos casos se observa truncado en la parte superior por superficies erosivas, lo cual genera formas similares con elementos incompletos de *Monocraterion*.

Las trazas son frecuentes en algunos niveles, sobre todo en la parte media-superior del perfil, y suelen aparecer asociadas a *Monocraterion*. Esta situación de coexistencia de ambas formas en algunos niveles permiten su diferenciación icnotaxonómica. Los ejemplares que presentaban alguna problemática preservacional no fueron considerados en esta oportunidad.

Skolithos magnus Howell, 1944. Fig. 6 c_b

Icoespecie tipo: Fucooides? linearis Haldemann, 1840.

Material: Material *in locus*. Una pieza de cuarciarenita con posibles *S. magnus* Howell depositada bajo la sigla PIL 14.997.

Descripción: Galerías ligeramente curvas a irregulares, no dicotomizadas, de trazado general perpendicular a los estratos. La traza no presenta estructuras de revestimiento y su relleno es masivo, diferenciado de la roca hospedante por una coloración más clara. Ancho variable de 0,5 a 1,1 cm, mientras que la longitud alcanzó un máximo observado de 7 cm.

Observaciones: Esta variedad de *Skolithos* es presentada para estos estratos eopaleozoicos de la región Noroeste de Argentina, haciéndose la salvedad que también ha sido observada en los niveles cambro-ordevícicos de las provincias de Salta y Jujuy (Aceñolaza y Aceñolaza 2002). Mángano y Buatois (2003) en una reciente recopilación sobre las trazas fósiles Ordevícicas, asumen que el material figurado por Aceñolaza y Aceñolaza (2002, fig. 2a) como *S. magnus* pertenece a *S. linearis*. Dichos autores se refieren a material que no ha sido analizado por ellos, equivocándose tanto en la fecha de publicación como en la ubicación de la figura («2003» y «fig. 3a» *sic.*).

Tal como fuera señalado por Fillion y Pickerill (1990), *Skolithos magnus* Howell generalmente presen-

ta mayores dimensiones que otras icnoespecies de *Skolithos*, situación que, junto a la existencia de paredes no delineadas, estarían representando la actividad de un organismo diferente del productor de *Skolithos linearis* Handelman.

Skolithos magnus Howell suele aparecer en la localidad en niveles arenosos asociado a *S. linearis* Haldeman, sin embargo su frecuencia es mucho menor comparada a esta última icnoespecie.

Para las observaciones sobre el género se remite al lector al análisis sobre *S. linearis* Haldeman de Fillion y Pickerill (1990) y Jensen (1997).

Bergaueria isp. Fig. 6g

ICnoespecie tipo: Bergaueria perata Prantl, 1946

Material y repositorio: una plancha de arenisca consolidada depositada bajo la sigla PIL 14.998 en las colecciones de paleontología de invertebrados fósiles del IML. Material *in locus*.

Descripción: Trazas subcirculares en planta, pobremente preservadas y de desarrollo vertical. Ancho de la traza de hasta 0,6 cm, mientras que su longitud alcanza 1,2 cm. La parte superior se presenta ligeramente deprimida, con un núcleo diferencialmente resaltado tanto en su morfología como en su coloración. El extremo inferior culmina en una forma mamelonar ligeramente cónica de reducidas dimensiones. Ocasionalmente presenta un nodo central en su sector basal.

Observaciones: Si bien el material asignado a *Bergaueria* isp. es frecuente, su conservación es siempre pobre y no permite avanzar en su definición icnoespecífica. La misma se realiza en base a los caracteres morfológicos basales y del revestimiento de las paredes, elementos con los que no se cuenta en esta oportunidad. Nuestros ejemplares resultan similares al material figurado como *Bergaueria* ichnosp. por Fillion y Pickerill (1990, Lám. 1, Fig. 11).

El icnogénero se interpreta como cubicnia o domicnia de organismos suspensívoros, probablemente celenterados, y ha sido registrado desde el Vendiano (Fedonkin 1983; Crimes 1987) al Mioceno (Uchman 1995). *Bergaueria* posee una gran adaptabilidad a los distintos ambientes, y su registro abarca tanto ambientes marinos marginales como profundos (Crimes *et al.* 1977; Miller y Knox 1985; Ksiazkiewicz 1977, Fillion y Pickerill 1990 y Uchman 1998 con referencias).

Consideraciones estratigráficas, paleoambientales y edad

Tal como se han descripto, los afloramientos de la Sierra del Campo son interpretados como equivalentes

parciales al Grupo Mesón, compartiendo los criterios de correlación regional utilizados por Mon *et al.* (1971 a,b) y Durand (1998). En este aspecto se los refiere como los afloramientos más australes y orientales de las secuencias cambro-ordovícicas ampliamente desarrolladas en la Cordillera Oriental de Argentina.

Debe señalarse que estas areniscas representan depósitos de un ambiente de shoreface intermareal/submareal desarrollado sobre una plataforma estable en la que se acumularon sedimentos de un orógeno reciclado. Entendemos que éste se corresponde al que Braccacini (1960) denomina Cratógeno Central Argentino, estructura positiva erigida con rumbo general meridional con posterioridad a los movimientos que cierran el Ciclo Pampeano (Movimientos Tilcáricos, *sensu* Turner y Méndez 1975). La generación de esta dorsal (Dorsal Calchaquí *sensu* Auboin *et al.* 1973) determinó la morfología de la cuenca en la que se depositó el Grupo Mesón y sobre la que existen opiniones contrapuestas.

Para Sánchez y Salfity (1999), ésta constituyó una cuenca intracratónica estrecha y elongada en sentido norte-sur, limitada por fracturas submeridionales que llegaba poco más al sur de la Ciudad de Salta, y determinada por una línea de sutura que conectaba los terrenos de Arequipa-Antofalla y Pampeano. En la misma línea que interpreta una cuenca estrecha, debemos señalar a Bahlburg y Breitreuz (1991) y Gohrband (1992), quienes lo relacionan con un grabben. Sempere (1990) la interpreta como una cuenca de retroarco, mientras que para Coira *et al.* (1982) y Dalziel y Forsythe (1985) es una cuenca de margen continental. En contraposición Aceñolaza *et al.* (1982, 1999b) proponen que la cuenca ocupó una amplia extensión abarcando desde el borde de Arequipa-Antofalla por el oeste, hasta la Dorsal de Charata-Arco de Asunción por el sur y este. Para ello no sólo consideran los datos que ofrecen los diferentes afloramientos de Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas, sino también los que ofrecen una serie de perforaciones desarrolladas en Pampasia (Russo y Barcat 1978), que dan testimonio de secuencias areno-cuarzosas en el subsuelo: Formación Arbol Blanco en Santiago del Estero y formaciones Pirané y Las Breñas en Chaco (Mingramm 1966). Estas tres unidades cubren el basamento cristalino, han sido parcialmente equiparadas con el Grupo Mesón de la Cordillera Oriental, e infrayacen a la Formación Zapla de edad Wenlockiana (Aceñolaza *et al.* 1999a, b).

De ser todas estas unidades correlacionables entre sí, y a su vez identificables con algunas unidades Cambro-Ordovícicas permitiría considerar la posibilidad que el conjunto sedimentario tenga una mayor extensión que la considerada por los autores precedentemente señalados.

Es obvio que los datos aportados en este trabajo no modifican sustancialmente el debate arriba mencionado, pero sirven para dar más solidez a la interpretación que extiende mucho más al sur de Salta los depósitos de las unidades Cambro-Ordovícicas ampliamente re-

presentadas en la Cordillera Oriental Argentina.

La secuencia aflorante en la Sierra del Campo se habría depositado en un shoreface de alta a moderada energía, con buena oxigenación de las aguas y un elevado contenido de materia orgánica en suspensión. Dichos caracteres paleoambientales generaron un ambiente propicio para la vida, que habría generado un importante desarrollo de una fauna de organismos suspensívoros, situación reflejada en sus trazas fósiles que se constituyen como dominantes. La secuencia es interpretada como depósitos de barras mareales (intermareales a submareales) de un ambiente asociado a una rápida variación tanto en su tasa de sedimentación como en la de erosión, lo cual se aprecia por los frecuentes niveles de arrasamiento observados en las superficies de los estratos. Dichos niveles erosivos numerosas veces “decapitan” asociaciones icnológicas bien desarrolladas.

En el área tipo de la Formación Candelaria (provincia de Salta), la unidad presenta 725 m de espesor y está compuesta litológicamente de cuarciarenitas de coloración rosáceas a borra vino. Las mismas no registran niveles fosilíferos, siendo sucedidas por una veintena de metros de pelitas y arcilitas grisáceas asignadas a la Formación Mojotoro. Éstas, son portadoras de una asociación de trilobites (*Parabolina (N.) frequens argentina* y *Pseudokainella* sp.) que restringe los depósitos pelíticos fosilíferos a los niveles transicionales entre los Sistemas Cámbrico y Ordovícico, sin que se acote su pertenencia a alguno en particular (Tortello *et al.* 1996). Si bien los materiales fósiles fueron localizados en los niveles que suprayacen a las cuarciarenitas, no descartamos que éstas últimas hayan sido depositadas temporalmente y parcialmente dentro del mismo lapso temporal.

Tomando en cuenta estas consideraciones paleontológicas y estratigráficas, y su relación con los afloramientos fosilíferos de la cercana Sierra de la Candelaria, se considera apropiado proponer para la secuencia aflorante en la Provincia de Tucumán una edad cambro-ordovícica, hasta tanto se logren elementos paleontológicos que acoten la misma.

Conclusiones

Por medio del análisis estratigráfico, petrográfico e icnológico de las areniscas de la Formación Candelaria, se aportan novedosos elementos que contribuyen a clarificar el conocimiento de esta unidad. Se interpreta que las mismas se habrían depositado en una plataforma marina marginal de alta a moderada energía con buenas condiciones ambientales para el desarrollo de la vida, situación que se ve reflejada tanto por sus caracteres sedimentarios como por su contenido icnológico (shoreface medio/superior, intermareal y submareal).

Se describen y figuran *Arenicolites statheri* Bather, *Monocraterion* isp., *Palaeophycus* cf. *tubularis* Hall,

Rosselia isp., *Skolithos linearis* Haldeman, *Skolithos magnus* Howell y *Bergaueria* isp., y se interpreta un mayor desarrollo de la cuenca Cambro-Ordovícica sobre la región noroeste de Argentina.

Se propone una edad Cambro-Ordovícica para la unidad, acotando así su previa datación como Cámbricas? (Ricci y Villanueva 1969). Asimismo, se las considera parcialmente equivalentes a las secuencias cuarzo-arenosas asignadas al Grupo Mesón en otras regiones de la Cordillera Oriental Argentina.

Agradecimientos

Al SEGEMAR delegación Tucumán por facilitarnos cartografía y bibliografía. A H. Ricci por sus amables recomendaciones, a F. Aceñolaza, F. Tortello, S. Esteban y a los revisores por la lectura crítica de esta comunicación. Se hace extensivo nuestro reconocimiento a D. Ruiz Holgado y E. Gómez Hasselrot por realizar la parte gráfica de la misma. Este trabajo fue concluido gracias a un proyecto de investigación financiado por la Fundación Antorchas.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F.G., Aceñolaza, G.F. y García, G., 1999a. El Silúrico Devónico del Noroeste Argentino. En: Caminos, R. (Ed.): Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales, 29 (9): 205-214.
- Aceñolaza, F.G., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Esteban, S.B., Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F., 1999b. Cámbrico y Ordovícico del Noroeste Argentino. En: Caminos R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (7): 169-187.
- Aceñolaza, F.G., Fernandez, R.I. y Manca, N., 1982. Caracteres bioestratigráficos y paleoambientales del Grupo Mesón (Cámbrico Medio-Superior), centro-Oeste de América del Sur. Estudios Geológicos, 38: 385-392.
- Aceñolaza, G.F. and Aceñolaza, F.G., 2002. Ordovician trace fossils of Argentina. En: Aceñolaza, F.G. (ed.), Aspects of the Ordovician System in Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica, 16: 177-194.
- Auboin, J., Borrelo, A., Cecioni, G., Charrier, R., Chotin, P., Frutos, J., Thiele, R. and Vicente J., 1973. Éssquisse paleogeographique et structural des Andes Meridionales. Revue du Geographie et Physique Geologie du Dynam, 15: 11-72.
- Bahlburg, H. and Breitzkreuz, Ch., 1991. Paleozoic evolution of active margin basins in the Southern Central Andes (Northwestern Argentina and Northern Chile). Journal of South American Earth Sciences, 4 (3): 171-188.
- Bather, F.A., 1925. U-shaped markings on estuarine sandstones near Blea Wyke. Yorkshire Geological Society Proceedings, new series, 20: 185-199.
- Binney, E.W., 1852. On some trails and holes found in rocks of the Carboniferous strata, with remarks on the *Microconchus carbonarius*. Memoirs and proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society, series 2 (10): 181-201.
- Bonarelli, G. y Pastore, F., 1916. Bosquejo Geológico de la Provincia de Tucumán. 1° Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, 27-46.

- Bossi, G.E., 1969. Geología y estratigrafía del sector sur del Valle de Choromoro. *Acta Geológica Lilloana*, 10 (2): 17-64.
- Braccacini, I.O., 1960. Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina. *Petrotecnia*, Revista del Instituto Argentino del Petróleo, 10 (6): 57-69.
- Chamberlain, C.K., 1971. Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, southeast Oklahoma. *Journal of Paleontology*, 45: 212-246.
- Chamberlain, C.K., 1978. A guidebook to the trace fossils and paleoecology of the Ouachita Geosyncline. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa (Oklahoma), 68 p.
- Chamberlain, C.K. and Clark, D.L., 1973. Trace fossils and conodonts as evidence for deep-water deposits in the Oquirrh Basin of central Utah. *Journal of Paleontology*, 47: 663-682.
- Coira, B., Davidson, C., Mpodozis, C., Ramos, V.A., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina. *Earth Science Review*, 18: 303-332.
- Crimes, T.P., 1987. Trace fossils and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata. *Geological Magazine*, 124: 97-119.
- Crimes, T.P., Legg, I., Marcos, A. and Arboleya, M., 1977. Late Precambrian-Lower Cambrian trace fossils from Spain. In: Crimes, T.P. and Harper, J.C. (Eds.), *Trace Fossils 2*. Geological Journal, Special Issue 9: 91-138.
- Dahmer, G. 1937. Lebensspuren aus den Taunusquartzit und den Siegener Schichten (Unterdevon). *Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landersanstalt* 57: 523-539.
- Dalziel, I.W.D. and Forsythe, R.D., 1985. Andean evolution and the terrane concept. En: Howell, D.C. (Ed.), *Tectonostratigraphic Terranes of Circum-Pacific Region*, Earth Sciences Series: 565-581.
- Dickinson, W.; Bear, G.; Brakenridge, G.; Erjavec, J.; Ferghuson, R.; Inman, K.; Knepp, R.; Lindberg, F. and Ryberg, P., 1983. Provenance of north American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of American, Bulletin* 94: 222-235.
- Durand, F.R., 1998. El Cámbrico Superior: Formación Candelaria. En: Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G.F. (Eds.). *Geología de Tucumán*. Publicación Especial del Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 79-82.
- Durand, J., 1985a. Le Grés Armoricaín. *Sedimentologie - Trace fossiles, Milleux de dépôt*. *Memoires et Documents du Centre Armoricaín d'Etude Structurale des Socles* 3: 150 pp.
- Durand, J., 1985b. Les traces fossiles indicateurs paléobiologiques de milieux: un exemple dans l'Ordovicien armoricaín. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris. 4e Série 7, Section C, 3: 215-227.
- Fedonkin, M.A., 1983. Besskeletnaya fauna podol'skogo pridnestrov'ya. En: Velikanov, V.A., Aseeva, M.A. y Fedonkin, M.A.. *Vend Ukrainy*. Kiev: 128-139.
- Fedonkin, M.A., 1988. Paleoichnology of the Precambrian-Cambrian Transition in the Russian Platform and Siberia. In: Landing, E., Narbonne, G.M. and Myrow, P. (Eds.). *Trace fossils, small shelly fossils and the Precambrian-Cambrian boundary - proceedings*. *New York State Museum Bulletin*, 463: 12.
- Fillion, D. and Pickerill, R.K., 1990. Ichnology of the Upper Cambrian? To Lower Ordovician Bell Island and Wanaba groups of Eastern Newfoundland, Canada. *Palaeontographica Canadiana* 7: 1-119.
- Frey, R.W., 1970. Trace fossils of Fort Hays Limestone Member of Niobrara Chalk (Upper Cretaceous), west-central Kansas. *University of Kansas, Paleontological Contributions* 53: 1-41.
- Frey, R.W. and Pemberton, S.G., 1984. Trace fossils, facies models. En: Walker, R.G. (Ed.), *Facies Models*. Geological Association of Canada: 189-207.
- Frey, R.W., Pemberton, S.G. and Saunders, T.D.A., 1990. Ichnofacies and Bathymetry: a passive relationship. *Journal of Paleontology*, 64: 155-158.
- Fürsich, F.T., 1974. On Diplocraterion Torell 1870 and the significance of morphological features in vertical, spreiten-bearing, U-shaped trace fossils. *Journal of Paleontology* 48:952-962.
- Goodwin, P.W. and Anderson, E.J., 1974. Associated physical and biogenic structures in environmental subdivision of a Cambrian tidal sand body. *Journal of Geology* 82: 779-794.
- Gohrbandt, K.H.A., 1992. Paleozoic Paleogeography and depositional development on the Central Proto-Pacific margin of Gondwana: The importance to hydrocarbon accumulation. *Journal of South American Earth Sciences*, 6 (4): 267-287.
- Haldemann, S.S., 1840. Supplement to number one of «monograph of the Limniades, or freshwater univalve shells of North America», containing descriptions of apparently new animals in different classes, and the names and characters of the subgenera in *Paludina* and *Anculosa*. Philadelphia (private publication), 3 pp.
- Hall, J., 1847. Palaeontology of New York. Volume I. Containing descriptions of the organic remains of the Lower Division of the New York System (Equivalent to the Lower Silurian rocks of Europe). C. van Benthuyssen, Albany, 338 pp.
- Hallam, A. and Sweet, K., 1966. Trace fossils from the Lower Cambrian Pipe Rock of the north-west Highlands. *Scottish Journal of Geology* 2: 101-106.
- Häntzschel, W., 1975. Trace fossils and problemática. En: Teichert, C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Geological Society of America and University of Kansas Press. Part W. Miscelanea, Supplement 1: 1-269.
- Howell, B.F., 1944. A new *Skolithos* from the Cambrian Hardyston Formation of Pennsylvania. *Wagner Free Institute of Science of Philadelphia Bulletin*, 21: 29-40.
- Jensen, S., 1997. Trace fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. *Fossils and Strata*, 42: 1-110.
- Jordan, T.E., 1981. Enigmatic deep-water depositional mechanisms, upper part of the Oquirrh Group. Utah. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51: 879-894.
- Ksiazkiewicz, M., 1977. Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. *Palaeontologica Polonica*, 36: 1-208.
- Mángano, M.G. and Buatois, L.A., 2003. Trace Fossils. In: Benedetto, J.L. (Ed.), *Ordovician Fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba: 507-553.
- Mc Donald, D.I.M., 1982. Paleontology and Ichnology of the Cumberland Bay Formation, South Georgia. *British Antarctic Survey Bulletin*, 57: 1-14.
- Miller, M.F. and Knox, L.W., 1985. Biogenic structures and depositional environments of a Lower Pennsylvanian coal-bearing sequence, northern Cumberland Plateau. Tennessee, U.S.A. In: Curran, H.A. (Ed.), *Biogenic Structures: their use in interpreting depositional environments*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 35: 67-97.
- Mingramm, A., 1966. Terminación del pozo estratigráfico SE.AB.x-1 (Arbol Blanco, Santiago del Estero). YPF, informe inédito. Buenos Aires.
- Mon, R. y Urdaneta, A., 1972. Introducción a la Geología de Tucumán, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27 (3): 309-329. Buenos Aires.
- Mon, R., Suayter, L y Urdaneta, A., 1971a. Sobre la presencia del Paleozoico Inferior en la Provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*, 11 (12): 229-240.
- Mon, R., Urdaneta, A. y Suayter, L., 1971b. Estudio geológico de las sierras del Campo y La Ramada (Provincia de Tucumán). *Acta Geológica Lilloana*, 11 (15): 291-306.
- Narbonne, G.M., Myrow, P., Landing, E. and Anderson, M.M., 1987. A candidate stratotype for the Precambrian-Cambrian boundary, Fortune Head, Burin Peninsula, southeastern Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 24: 1277-1293.
- Pemberton, S.G. and Frey, R.W., 1982. Trace fossil nomenclature and the *Planolites-Palaeophycus* dilemma. *Journal of Paleontology*, 56: 843-881.

- Porto, J.C. y Danieli, C., 1992. Geología de las sierras del noreste de la Provincia de Tucumán (Hoja 10F, Trancas). *Acta Geológica Lilloana*, 17 (2): 45-62
- Prantl, F., 1946. Two new problematic trails from the Ordovician of Bohemia. *Académie Tchèque des Sciences, Bulletin International, Classe de Sciences Mathématiques, Naturelles et de la Médecine*, 46: 49-59.
- Ricci, H. y Villanueva, A., 1969. La presencia de Paleozoico Inferior en la Sierra de Candelaria (Pcia de Salta) *Acta Geológica Lilloana*, 10 (1): 1-16.
- Rindsberg, A.K. and Gastaldo, R.A., 1990. New insights on ichnogenus *Rosselia* (Cretaceous and Holocene, Alabama). *Journal of the Alabama Academy of Science*, 61: 154.
- Ruiz Huidobro, O.J., 1955. Tectónica de las hojas Chicoana y Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 10 (2): 17-64.
- Ruiz Huidobro, O.J., 1968. Descripción geológica de la Hoja 7E, salta. Instituto Nacional de Geología y Minería, Boletín 109: 1-46.
- Ruiz Huidobro, O.J., 1975. El Paleozoico Inferior del centro y sur de Salta y su correlación con el Grupo Mesón. *Actas 1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 1: 91-107.
- Russo, A., y Barcat, C., 1978. Relaciones entre los sedimentos Cámbricos y Ordovícicos en el Norte de las provincias de Salta y Jujuy. *Acta Geológica Lilloana, Suplemento 14 (2)*: 117-119.
- Salter, J.W., 1857. On annelide-burrows and surface-markings from the Cambrian rocks of the Longmynd. Nr. 2, *Geological Society of London Quarterly Journal* 13: 199-206.
- Sánchez, M.C., 1997. Paleogeografía de la Cuenca del Grupo Mesón (Cámbrico), Cordillera Oriental Argentina. XIII Jornadas Españolas de Paleontología y V Reunión Internacional del Proyecto IGCP 351. *Publicación Especial, Universidade da Coruña*, 97-100.
- Sánchez, M.C. y Salfity, J.A., 1994. Las relaciones estratigráficas del Grupo Mesón (Cámbrico) en la Cordillera Oriental Argentina. 7° Congreso Geológico Chileno, 1: 528-532.
- Sánchez, M.C. y Salfity, J.A., 1999. La cuenca cámbrica del Grupo Mesón en el noroeste argentino: desarrollo estratigráfico y paleogeográfico. *Acta Geologica Hispanica*, 34 (2-3): 123-139.
- Schlirf, M., 2000. Upper Jurassic trace fossils from the Boulonnais (northern France). *Geologica et Palaeontologica* 34: 145-213.
- Seilacher, A., 1955. Spuren und Lebensweise der Trilobiten. En: Schindewolf O.H. y Seilacher, A. *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*. Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abhandlungen, 10: 342-372.
- Seilacher, A., 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 5: 413-428.
- Sempere, T., 1990. Late Cambrian-Early Silurian evolution of the Central Andean Basin (10°-26° S). Final Workshop on Structure and Evolution of the Central Andean in Northern Chile, Southern Bolivia and Northwestern Argentina: 56-57.
- Torell, O.M., 1870. *Petrificata Suecana Formationis Cambricae*. *Lunds Universitets Arsskrift*, 6: 1-14.
- Tortello, M.F., Aceñolaza, G.F. y Muruaga, C.M., 1996. Presencia del género *Pseudokainella* (Trilobita, Remopleuridacea) en el Cambro-Ordovícico de la Sierra de La Candelaria, Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 33 (1): 99-102.
- Turner, J.M.C. y Méndez, V., 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, Provincia de Salta, República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias*, 51 (1-2): 11-24.
- Uchman, A., 1995. Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: the Marnoso-arenacea Formation and associated facies (Miocene, Northern Apennines, Italy). *Beringeria*, 15: 3-115.
- Uchman, A., 1998. Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: revision of the Marian Ksiazkiewicz collection and studies of complementary material. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 68: 105-218.
- Uchman A. and Krenmayr, H.G., 1995. Trace fossils from Lower Miocene (Ottomanian) molasse deposits of Upper Austria. *Paläontologische Zeitschrift* 69 (3/4): 503-524.
- Wightman, D.M., Pemberton, S.G. and Singh, C., 1987. Depositional modelling of the Upper Manville (lower Cretaceous) east central Alberta: implications for the recognition of brackish water deposits. In: Tillman, R.W. and Weber, K.J. (Eds.). *Reservoir sedimentology*. Society for Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 40, 189-220.

Recibido: 25 de julio, 2002

Aceptado: 13 de agosto, 2003