

TRAZAS FOSILES DE CRUSTACEOS DECAPODOS EN EL TRIASICO SUPERIOR DE LA FORMACION LOS MOLLES (CHILE CENTRAL): NUEVA EVIDENCIA INDICATIVA DE FACIES DE MAR SOMERO

VLADIMIR COVACEVICH C.
MANUEL SUAREZ D.
PATRICIO SEPULVEDA H.

Servicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Santiago, Chile.

RESUMEN

En esta contribución se describe la presencia de trazas fósiles, atribuidas a la actividad cavadora de crustáceos decápodos marinos, en areniscas de grano muy fino, de edad nórica superior-rética del Miembro Lutítico de la Formación Los Molles, en la costa de Chile Central. Se trata de la primera mención de estas estructuras para el Triásico chileno.

Las trazas se caracterizan por formar galerías tubulares, de diámetro y arreglo espacial variables, que, en su superficie externa, están recorridas por estriaciones producidas por el raspado del exoesqueleto de estos organismos. El relleno de la perforación es de grano más fino o igual que el del sedimento bioturbado y muestra frecuentes laminaciones paralelas a sus bordes.

La presencia de este material icnológico permite postular, para los niveles que lo contienen, un ambiente de depositación correspondiente a un mar somero, probablemente cercano a la línea de costa.

Las capas con estas trazas sobreyacen al miembro basal de la Formación Los Molles y a depósitos marinos y lacustres de la Formación El Puquén; subyacen, a su vez, a turbiditas de los miembros superiores de la Formación Los Molles por lo que este hallazgo ratifica el proceso de profundización gradual de la cuenca triásico-jurásica en esta región de Chile.

Palabras claves: Trazas fósiles, Crustacea, Decapoda, Formación Los Molles, Mar somero, Triásico Superior, Chile.

ABSTRACT

Trace fossils interpreted as produced by marine decapod crustaceans are described for the first time in very fine-grained sandstones of Late Norian/ Rhaetian age in the Shaly Member of the Los Molles Formation, of coastal Central Chile.

These traces consist of numerous tubular burrows with variable diameters and spatial distribution. The outer surface of some burrows show longitudinal ridges originated in scratches produced by the exoskeleton of these organisms. The filling of the tunnels is formed by parallel lamination of limonitic sediment, finer than the coarser grained host rock.

Based on this new ichnologic evidence, a shallow water marine environment, probably close to the coast line, is suggested for the trace fossil-bearing beds. These beds overlie the basal member of the Los Molles Formation, which, in turn, overlies marine and lacustrine sediments of the El Puquén Formation; they underlie turbidites of the upper members of the Los Molles Formation. This fact supports the idea of a gradual deepening of the Triassic-Jurassic marine basin in this region of Chile.

Key words: Trace fossils, Crustacea, Decapoda, Los Molles Formation, Shallow marine, Upper Triassic, Chile.

INTRODUCCION

La Formación Los Molles corresponde a una secuencia marina transgresiva, de edad nórica superior/rética a pliensbachiana, que aflora inmediatamente al sur de Los Molles, en la costa de Chile Central ($32^{\circ}15'$ Lat. S; Fig. 1). Esta unidad se dispone sobre depósitos marinos y lacustres, pelíticos, con algunas areniscas tobáceas y lavas ácidas, asignados a la Formación El Puquén, de edad nórica superior (Cecioni y Westermann, 1968, p. 48-50; Fig. 4).

Los autores en referencia distinguieron en la Formación Los Molles cuatro miembros, con un total de 750 m de potencia, que, en orden estratigráfico decreciente, son los siguientes:

- Miembro arenoso superior (193 m), sin fauna reconocida.
- Miembro de areniscas y lutitas (275 m), con abundantes *Polymorphitidae* indet. (Pliensbachiano inferior) y con raros arietítidos (Sinemuriano), a 250 y 175 m de su base, respectivamente.
- Miembro lutítico (205 m), que es portador de capas fosilíferas con *Psiloceras* y *Schlotheimia*

en el Jurásico Inferior (Hettangiano) y con *Cardinia-Otapiria?* y de *Arcestes-Cladiscites* en el Triásico Superior, a unos 150-130, 80 y 30 m de su base, respectivamente.

- Miembro arenoso basal (75 m), sin fauna reconocida.

Los dos miembros inferiores, de acuerdo con la interpretación de Cecioni (*in* Cecioni y Westermann, 1968, p. 53), serían representativos de una facies de plataforma marina; los dos superiores, en cambio, corresponderían a depósitos de flysch.

El objeto de esta nota es dar a conocer la presencia de abundantes trazas fósiles en areniscas de grano muy fino, que forman parte de los niveles inferiores del Miembro Lutítico diferenciado por Cecioni y Westermann (1968), e interpretar, basado en esta nueva evidencia paleontológica, el ambiente de depositación de estos estratos. Las sedimentitas portadoras de estas trazas, de acuerdo con su ubicación geográfica, se encontrarían por debajo de capas con *Arcestes* y *Cladiscites*, en las cercanías de "Corral Barrancas", lo que permite estimar su edad como nórica superior-rética (Locali-

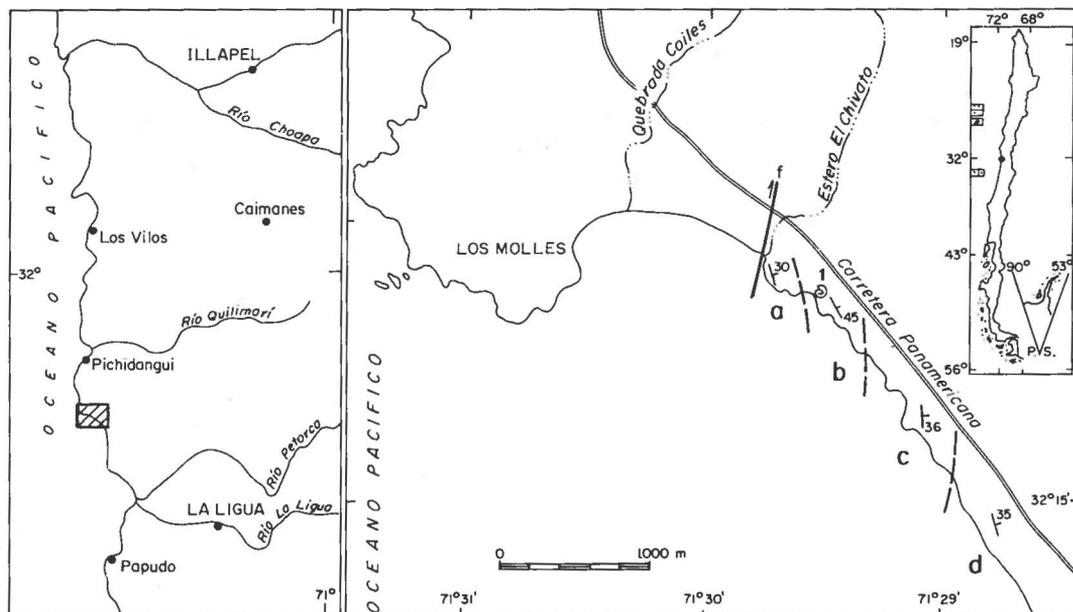


FIG. 1. Distribución de los diferentes miembros de la Formación Los Molles distinguidos por Cecioni y Westermann (1968) y la posición de la unidad con trazas fósiles de crustáceos decápodos. a: Miembro arenoso basal; b: Miembro lutítico; c: Miembro de areniscas y lutitas; d: Miembro arenoso superior; 1: Localidad con trazas fósiles.

dad HF-4 de Fuenzalida, 1938; ver Fig. 2 de Cacioni y Westermann, 1968, p. 46).

El presente trabajo se deriva del levantamiento geológico y revisión bioestratigráfica de las diferentes unidades formacionales de la Hoja Quillota a cargo del Servicio Nacional de Geología y Minería. El hallazgo y recolección del material icnológico fue efectuado por M. Suárez y P. Sepúlveda

(Septiembre, 1985). S. Rivano y V. Covacevich obtuvieron nuevas muestras en estos interesantes afloramientos a fines de Diciembre del mismo año.

El material estudiado se encuentra en depósito en el Museo Geológico del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), bajo los números SNGM F50e 6593-6598.

DESCRIPCION E INTERPRETACION DE LAS TRAZAS FOSILES

En la porción basal del Miembro Lutítico de la Formación Los Molles se reconoció una unidad, con un espesor cercano a 10 m, que exhibe abundantes trazas fósiles, así como eventuales restos de crinoideos y vegetales. Estas evidencias se presentan en areniscas macizas de grano muy fino, con aspecto homogéneo y color gris claro, que, debido a la intensa bioturbación experimentada, no conservan caracteres significativos de estratificación primaria. La exposición de las trazas se facilita por la menor resistencia a la erosión del sedimento huésped, quedando a la vista un gran número de galerías que pueden llegar a sobresalir, en varios centímetros, desde la superficie meteorizada. En algunos casos, las trazas representan hasta un 50% o más, del volumen de las muestras en estudio (Fig. 2).

Descripción de las trazas fósiles

Las trazas observadas corresponden a galerías que atraviesan el sedimento en forma vertical u oblicua, con ángulo variable respecto a la superficie de estratificación de las capas. La mayor parte de las trazas se encuentran aplastadas, con independencia de su diámetro y arreglo espacial primitivo, de modo que la razón actual entre los diámetros menor y mayor resultantes de esa deformación, varía entre un 35,0%, y un 75,0%, para aquellas que sufrieron más o menos aplastamiento durante la diagénesis del sedimento. Este hecho impide cuantificar con exactitud las dimensiones reales de la sección de cada traza, así como poder distinguir con claridad sus variaciones en la forma y distribución de las diferentes galerías en la roca. A pesar de esta limitante, puede estimarse que los diámetros originales de estas trazas fósiles fluctuaban entre un mínimo de 1,5-2,0 mm y un máximo de 14,0-15,0 mm, con una sección circular a lige-

ramente ovalada. La orientación de estas galerías puede ser casi rectilínea, hasta por más de 130,0 mm (Figs. 2c, 3), o curvada, pudiendo experimentar bifurcaciones esporádicas.

Con frecuencia, en el relleno de la perforación, se distingue una zona central, a modo de eje, que puede estar ocupada por el mismo sedimento que rodea a la traza, o bien, por un material de grano más fino, limonitizado, que en algunos casos la rellena casi por completo. En las secciones longitudinales y transversales de las galerías se observa, con cierta periodicidad, un arreglo en láminas paralelas a la superficie externa de la traza del sedimento pelítico que las rellena; este ordenamiento se distingue por el cambio de color que deriva de su probable contenido en óxidos de hierro, mucho mayor que en la sedimentita perforada. La textura externa de las trazas es semejante a la de la arenisca que las cubre, y no presenta una diferenciación notable en su granulometría o en la disposición de los componentes líticos. El límite entre las trazas y el sedimento está, en cambio, claramente diferenciado por la granulometría más fina (limolita) de las trazas fósiles. En secciones longitudinales no ha sido posible comprobar el desarrollo de estructuras curvas transversales, con forma de menisco, que indiquen el relleno de la galería, y su posterior abandono, por parte del organismo que las construyó.

En la superficie externa de algunas trazas, que fueron descubiertas por la erosión, se aprecian surcos y crestas de longitud variable, paralelos o ligeramente oblicuos a su sentido de avance; estos rasgos tienen longitudes del orden de 10,0 mm o menos, con un ancho máximo de 1,5 mm, pudiendo llegar a extenderse en forma continua por más de 75,0 mm en uno de los especímenes en estudio (Fig. 3; Ejemplar número SNGM F50e 6593). Una de las trazas presenta, a su vez, un solo surco me-



2a



2b



2c

dio, en su cara inferior, con 50,0 mm de largo expuesto (Ejemplar número SNGM F50e 6595).

Debido al aplastamiento experimentado por las trazas y al hecho de que sólo se encuentran parcialmente visibles, no es fácil comprobar con claridad la presencia de divisiones y ensanchamientos de las galerías. A pesar de ello, la existencia de estos rasgos pudo ser verificada con toda seguridad en algunas oportunidades. Así, en uno de los cortes seriados de una de las muestras analizadas se observó que dos galerías independientes convergen hacia una zona común, la cual se estima algo más amplia que el diámetro correspondiente a esas trazas (Ejemplar número SNGM F50e 6597). La organización espacial más reiterada concuerda, sin embargo, con la de galerías de diferente diámetro, entre 1,5 y 15,0 mm, que se cruzan unas con otras en el interior del sedimento, sin un arreglo preferencial, pudiendo llegar aun a cortarse entre sí (Figs. 2a-c; Ejemplares números SNGM F50e 6595 y 6596).

Interpretación de las trazas fósiles

De acuerdo con el avance alcanzado en este estudio, la ubicación sistemática de las trazas fósiles en un icnogénero determinado resulta ser, en este momento, poco segura, a pesar de los diferentes caracteres que manifiestan. Entre ellos merecen destacarse la forma y distribución general de las galerías en el sedimento y la existencia de eventuales bifurcaciones y ensanchamientos. En las trazas mismas se observan crestas y surcos, en su paredes exteriores, y una mayor concentración de material pelítico limonitizado, en el relleno, en relación con la roca que las rodea.

El desarrollo de estriaciones y otros rasgos lineales, en la superficie de galerías cilíndricas, puede ser interpretado como el efecto que se produce por el raspado de los apéndices locomotores u otras partes del exoesqueleto de diversos tipos de

FIGS. 2a, b. Vistas generales de los afloramientos con trazas fósiles, que a modo de galerías tubulares con diámetros y distribución espacial variables, se observan en el interior de la sedimentita bioturbada. 2c. Acercamiento de la parte centro-superior de la foto 2b, destacando el aspecto y grado de exposición de estas trazas por efecto de la meteorización de la roca huésped. (Fotos: 2a, M. Suárez; 2b, c, V. Covacevich).

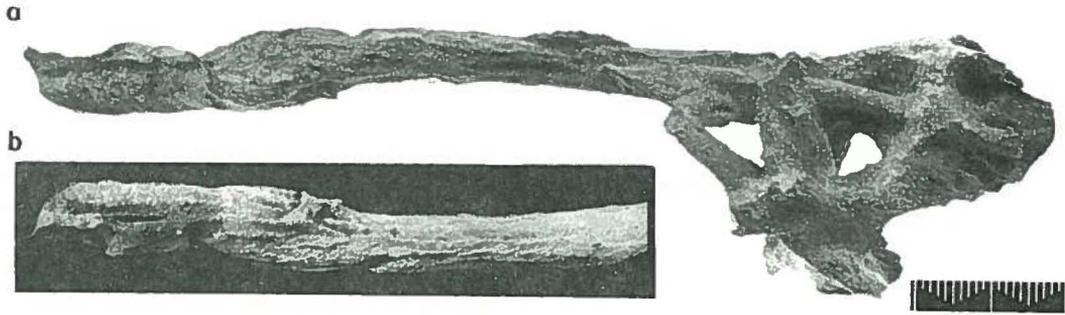


FIG. 3. Trazas fósiles de crustáceos decápodos en la Formación Los Molles. a: Espécimen aislado por la erosión de una galería con una extensión de 130,0 mm y un diámetro del orden de 7,5 mm, que está cubierto por varias crestas y surcos longitudinales, paralelos; en la parte derecha de la foto se destacan diversas galerías entrecruzadas, con diámetros entre 4,0 y 5,5 mm. b: Reverso de la misma traza, blanqueada con cloruro de amonio. Escala gráfica en milímetros, Ejemplar No. SNGM F50e 6593.

crustáceos, como ocurre, entre otros icnogéneros, en *Ophiomorpha*, *Rhizocorallium* y *Spongiomorpha* (Häntzschel, 1975). La organización espacial de estos tubos puede, a su vez, ser comparable con un sistema tridimensional irregular de galerías, con diámetros y distribución variables, como aquéllos distinguidos por Frey *et al.* (1978, p. 202; Figs. D-F) para el icnogénero *Ophiomorpha* s.s. Se sabe, además, que complejos arquitectónicos semejantes a los que se encuentran en discusión, son producidos por diversos tipos de crustáceos decápodos cavadores en sedimentos marinos e intermareales recientes (Shinn, 1968).

Es importante señalar que, en las trazas descritas, no se encuentra presente uno de los caracteres distintivos de *Ophiomorpha*, como es el aspecto nodoso exterior que se origina en el arreglo de cuerpos peloides, discoidales u ovals, que pasan a cons-

tituir la pared de la galería.

Por su organización tridimensional, las trazas de la Formación Los Molles podrían ser también comparables con *Thalassinoides*, pero en ellas no se manifiestan las típicas divisiones en "Y", tan frecuentes y regulares, de este conocido icnogénero.

Debido a que, durante el proceso de estudio e identificación de estas trazas fósiles, no se logró alcanzar una comparación apropiada con otras ya conocidas y, en especial, una correspondencia fidedigna con los icnogéneros antes mencionados, es que se ha preferido mantener abierta su posición taxonómica definitiva. Momentáneamente, ellas se atribuyen a alguna forma indiferenciada de crustáceo decápodo, que vivía perforando el sedimento mientras se producía la depositación del Miembro Lutítico de la Formación Los Molles.

FAUNA Y FLORA ASOCIADA A LAS TRAZAS FOSILES

Las evidencias orgánicas encontradas en los niveles bioturbados, tanto en las muestras disponibles como en los afloramientos recorridos en terreno, son relativamente escasas y se reducen a algunos restos aislados de crinoídeos y madera petrificada.

Restos de crinoídeos

En una de las muestras que contienen las trazas fósiles, se presentan varias placas columnares de contorno estrellado, que son atribuibles a crinoídeos del género *Pentacrinites* (Ejemplar número SNGM F50e 6596 a, b). Las placas están disociadas, o con un máximo de tres a cuatro articuladas,

en una pequeña superficie del orden de 9,0 cm²; sus diámetros fluctúan entre 4,7 y 6,0 mm y en algunas se distinguen muy bien sus perforaciones centrales y los cinco pétalos ovales, que forman la cara articular. Estos pétalos tienen un promedio estimado de 8-9 pares de crenulaciones, dispuestas desde una depresión radial que se ubica en su centro.

Restos de vegetales

Junto a las trazas fósiles se encontró, además, un fragmento de madera petrificada mal preservada, con un ancho del orden de 70,0 mm (Ejemplar número SNGM F50e 6598).

AMBIENTE DE DEPOSITACION

Las trazas fósiles se presentan en una arenisca de grano muy fino, cuyo principal constituyente corresponde a granos de cuarzo con extinción ondulosa; sus contornos son subangulosos y los diámetros varían entre 0,05 y 0,1 mm. Existen, además, feldespatos alterados a sericita y caolinita, junto a minerales opacos oxidados. El cemento es de naturaleza micácea, con predominio de clorita sobre sericita. Estos caracteres litológicos se mantienen relativamente constantes en el corte transparente observado, al igual que el aspecto externo de las numerosas muestras en estudio. Paralelamente, no se verifican cambios notorios en el estilo de sedimentación, ni interrupciones o aportes clásicos de granulometría diferente a la descrita en el lugar de acumulación de esta sedimentita.

Como consecuencia de estos antecedentes, se estima que la depositación se llevó a cabo en un ambiente relativamente tranquilo, con una baja razón de sedimentación, que favoreció la proliferación y permanencia de los organismos cavadores

durante un tiempo más o menos prolongado. La condición marina de estas rocas queda documentada por la presencia de placas columnares de crinoideos, a la que también se incorporan restos de vegetales continentales, provenientes de áreas próximas.

Niveles con una bioturbación moderada a alta, producida por poblaciones estables de crustáceos decápodos, callianásidos o thalasinideos como parece ser el caso que se analiza, se presentan, de preferencia en nuestros días, en ambientes marinos cercanos a la línea de costa (Hester y Pryor, 1972; Howard, 1972; Frey *et al.*, 1978; Ekdale *et al.*, 1984; Miall, 1984). De acuerdo con los diferentes caracteres faunísticos y litológicos que entrega esta unidad de areniscas de grano muy fino, para la que se estima un espesor de unos 10,0 m, se postula que su depositación se produjo en condiciones marinas de baja profundidad, en un sustrato bastante estable, rico en nutrientes orgánicos.

CONCLUSIONES

La presencia de trazas fósiles, producidas probablemente por crustáceos decápodos cavadores, en la parte inferior del Miembro Lutítico de la Formación Los Molles, de edad nórica superior-rética, apoya el desarrollo de un ambiente sedimentario de mar somero para las capas que las contienen. Este nuevo antecedente ratifica la interpretación entregada por Cecioni y Westermann (1968) de que gran parte de la porción basal de esta formación se habría depositado en un mar poco profundo. Su posición estratigráfica, sobreyaciendo a depósitos marinos de la misma Formación Los Molles, los que, a su vez, se encuentran sobre estratos

marinos y lacustres de la Formación El Puquén, e infrayaciendo a turbiditas, indica un gradual hundimiento de la cuenca en el tiempo. De acuerdo con dichos autores, la secuencia representada por la Formación Los Molles sería estratigráficamente continua, de modo que es válido inferir, según la Ley de Walther (*in* Middleton, 1973), que durante el Nórico/Rético-Hettangiano a Pliensbachiano, las facies de mar somero interdigitaban con facies de mar profundo, caracterizadas por los depósitos de turbiditas existentes en los niveles superiores de esta unidad.

AGRADECIMIENTOS

La presente contribución fue posible gracias al patrocinio del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Los autores agradecen la lectura crítica y sugerencias aportadas al manuscrito original por José Corvalán D. (Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile), Ernesto Pérez d'A. y Sergio Rivano G. (SERNAGEOMIN). Lucía Cuitiño G. (SERNAGEOMIN)

participó gentilmente en la identificación y descripción petrográfica microscópica de la roca que contiene las trazas fósiles. Al señor Oscar León V. (Museo Nacional de Historia Natural, Santiago) se deben las fotografías de la figura 3; la figura de ubicación fue confeccionada por el señor José Gary (SERNAGEOMIN).

REFERENCIAS

- CECIONI, G.; WESTERMANN, G. 1968.** The Triassic-Jurassic marine transition of Coastal Central Chile. *Pacific Geology*, Vol. 1, p. 41-75, 7 láms.
- EKDALE, A.A.; BROMLEY, R.G.; PEMBERTON, S.G. 1984.** Ichnology; the use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy. *SEPM Short Course*, No. 15, 317 p.
- FREY, R.W.; HOWARD, J.D.; PRYOR, W.A. 1978.** *Ophiomorpha*; its morphologic, taxonomic, and environmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 23, No. 3-4, 199-229.
- FUENZALIDA, H. 1938.** Las capas de Los Molles. Museo Nacional de Historia Natural (Chile), Bol., No. 16, p. 66-98.
- HANTZSCHEL, W. 1975.** Trace fossils and problematica. In *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellanea* (Teichert, C.; edit.), 2nd edition. Geological Society of America-University of Kansas, 269 p. Boulder, Colorado-Laurence, Kansas.
- HESTER, N.C.; PRYOR, W.A. 1972.** Blade-shaped crustacean burrows of Eocene age; a composite form of *Ophiomorpha*. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 83, No. 3, p. 677-688.
- HOWARD, J.D. 1972.** Trace fossils as criteria for recognizing shorelines in the stratigraphic record. In *Recognition of ancient sedimentary environments* (Rigby, J.K.; Hamblin, W.K.; eds.). *SEPM Special Publication*, No. 16, p. 215-225.
- MIALL, A.D. 1984.** Basin analysis. Springer-Verlag, 490 p. New York.
- MIDDLETON, G.V. 1973.** Johannes Walther's law of correlation of facies. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 84, No. 3, p. 979-987.
- SHINN, E.A. 1968.** Burrowing in Recent lime sediments of Florida and the Bahamas. *Journal of Paleontology*, Vol. 42, No. 4, p. 879-894.