

## CONSIDERACIONES PALEOBIOLOGICAS DE LOS ICNOFOSILES DE LA FORMACION CHICONTEPEC EN EL ESTADO DE PUEBLA

Arturo D. Contreras-Barrera\*  
y Raúl Gío-Argáez\*

### RESUMEN

Se denomina Icnofauna Local Cazones a las evidencias de actividad orgánica encontradas en un afloramiento de la Formación Chicontepec, localizado en la margen suroriental del Río Cazones, Estado de Puebla, en el Km 245 de la Carretera Federal 130.

La presente investigación contribuye al conocimiento icnológico, con el reporte e ilustración de 17 icnoespecies, pertenecientes a 14 icnogéneros y dos formas indeterminadas. Los géneros-forma más abundantes y/o significativos encontrados son los siguientes: *Lorenzina*, *Cosmorhappe*, *Helminthorhappe*, *Spirorhappe* y *Paleodictyon*.

Se proporcionan la distribución de los icnofósiles, así como la interpretación ambiental respecto a la profundidad donde se detectó una zona de máxima producción orgánica que sostenía a la comunidad. Con base en la distribución de los caracteres etológicos, se establecen tres partes colonizadas por diferentes organismos: bentónicos, detritófagos y los que vivían en la fase arcillosa.

La icnofauna que se reporta presenta gran similitud con las descritas en Polonia, España y Venezuela.

### ABSTRACT

The evidence of organic activity found in an outcrop of the Chicontepec Formation is reported. These remains can be referred to as The Cazones Local Ichnofauna. This locality is on the southeastern side of the Cazones River, in the State of Puebla, at Km 245 of Federal Highway 130.

This investigation contributes to the ichnological knowledge, with the illustration and report of 17 ichnospecies, belonging to 14 ichnogenera and two indeterminate forms. The more significant and/or more abundant form-genera are: *Lorenzina*, *Cosmorhappe*, *Helminthorhappe*, *Spirorhappe* and *Paleodictyon*.

The distribution of the ichnofossils, as well as the environmental interpretation are presented, based on depth; this interpretation shows a zone of maximum organic production supporting the entire community. Based on the distribution of the ethological characters, three associations characterized by several organisms are recognized: benthonic, detritofagus and clay-phase inhabitants.

The Cazones Local Ichnofauna belongs to the Chicontepec Formation, which has been found to be very similar to the ichnofaunas described for Poland, Spain and Venezuela.

### INTRODUCCION

La importancia paleontológica, sedimentológica y estratigráfica de los icnofósiles ha quedado demostrada por ser estos últimos indicadores paleoecológicos muy sensibles (Osgood, 1975) que proporcionan información sobre los procesos generales de sedimentación, características de las corrientes y permiten la reconstrucción de ambientes de depósito (Howard, 1975), el fechamiento de unidades estratigráficas, indicar y evaluar la posición original de los estratos, así como la deformación que hayan experimentado (Crimes, 1975). Dentro de estas disciplinas un factor que hace útiles a los icnofósiles es el hecho de que estas estructuras sedimentarias se encuentran *in situ* bien conservadas, ya que no pueden ser retrabajadas y muchos procesos diagenéticos las acentúan y conservan (Seilacher, 1964).

Durante una colecta micropaleontológica para los proyectos de investigación del Instituto de Geología, en el año de 1973, en un afloramiento de la Formación Chicontepec en el Estado de Puebla, se descubrieron numerosas evidencias de actividades orgánicas (Gío-Argáez, 1978) a las que se denomina "Icnofauna Local Cazones".

En el presente artículo se reporta e ilustra la icnofauna incluida en la sección expuesta sobre el Río Cazones en el Municipio de Xicontepec, Puebla, su posición dentro de los estratos y se establecen las implicaciones paleobiológicas ocurridas en la secuencia estratigráfica. Los autores agradecen al Dr. Ismael Ferrusquía-Villafranca sus valiosas sugerencias durante la interpretación estratigráfica y sedimentaria.

El afloramiento objeto de este estudio se encuentra localizado en la margen suroriental del Río Cazones, cerca de la Carretera Federal 130, ubicada a 6.3 km del poblado Villa Avila Camacho (antiguamente La Ceiba), Estado de Puebla (Figura 1).

Las muestras estudiadas se encuentran depositadas en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM, con los números IGM-2876 al IGM 2899 y se lavaron con agua, utilizando en algunos casos un cepillo dental para quitar el exceso de sedimento. Para su ubicación sistemática se utilizó la propuesta por Häntzschel (1962), Ksiazkiewicz (1970) y Seilacher (1977).

### BOSQUEJO GEOLOGICO

La Formación Chicontepec fue estudiada por primera vez por Cummins (*in* López-Ramos, 1979) y Cummins y Sands (*in* Nájera, 1952), denominándola capas Chicontepec, pero fue

\* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D. F.

Dumble (1918, p. 134-141) quien publicó por primera vez el término. Posteriormente fue denominada como Grupo Chicontepec por Adkins (*in* Barker y Berggren, 1977), incluyendo tres formaciones. Esta división sólo tuvo validez local por lo que se le siguió considerando como una formación. Nuttall (*in* López-Ramos, 1979), con base en datos micropaleontológicos, dividió a la Formación Chicontepec en tres miembros: Chicontepec Inferior, Chicontepec Medio y Chicontepec Superior, criterio que prevalece hasta la fecha. La localidad tipo de la Formación Chicontepec se encuentra en un anticlinal, ubicado a 2.5 km al oriente de Chicontepec, Veracruz (López-Ramos, 1979).

Busch y Govela (1978) determinaron con base en observaciones de subsuelo y superficie, que la Formación Chicontepec es una secuencia de turbiditas depositadas en aguas profundas, lo que se corrobora por la asociación de foraminíferos bentónicos. Los sedimentos pertenecen al Eoceno inferior, con excepción de la parte más inferior, que posiblemente sea del Paleoceno.

La sección aflorante objeto de este estudio tiene un espesor de 24.5 m. Las capas tienen un rumbo de  $N 60^{\circ} W$  y una inclinación de  $10^{\circ} NE$ . El afloramiento tiene una longitud de 130 m y una altura de 4.25 m (Figura 2). Está formada por 118 capas de arenisca gris oscuro que intemperiza a ocre, alternadas rítmicamente con lutita gris oscuro que intemperiza a gris claro (Figura 3).

Debido a que la cima y la base del afloramiento están cubiertas por aluvión, no se puede precisar su ubicación exacta en la Formación Chicontepec; sin embargo, Acuña (1956) refiere esta área como perteneciente al Miembro Chicontepec Inferior.

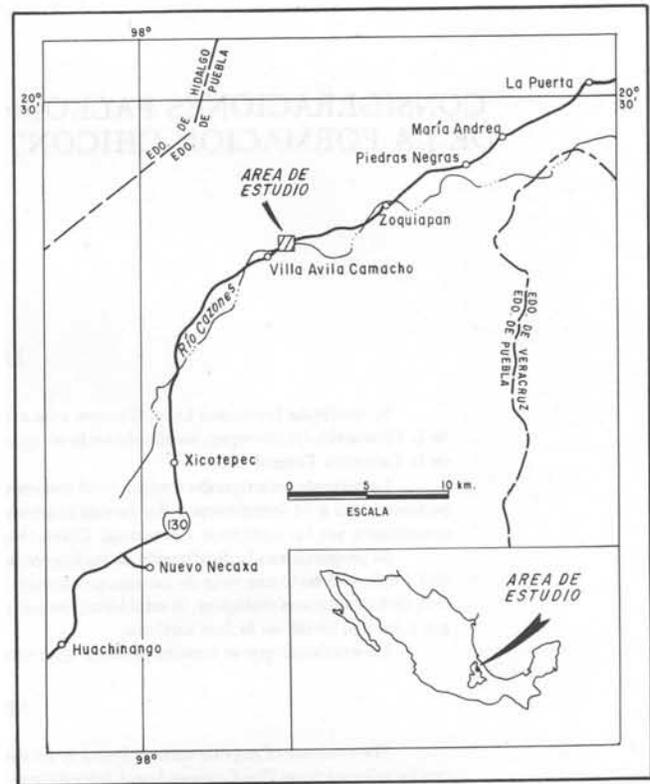
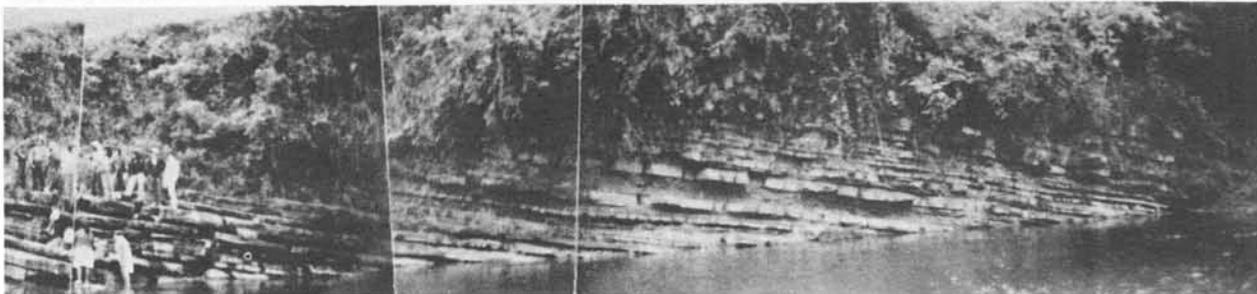
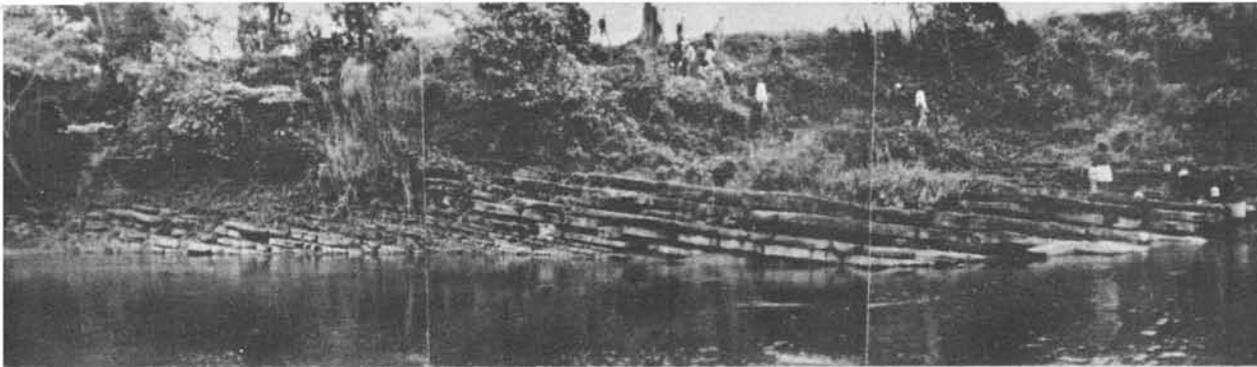


Figura 1.- Ubicación geográfica y vías de acceso al área de estudio.

A



B

Figura 2.- Afloramiento estudiado de la Formación Chicontepec, Puebla. A - Parte izquierda, B - parte derecha.

ICNOFOSILES DE LA FORMACION CHICONTEPEC

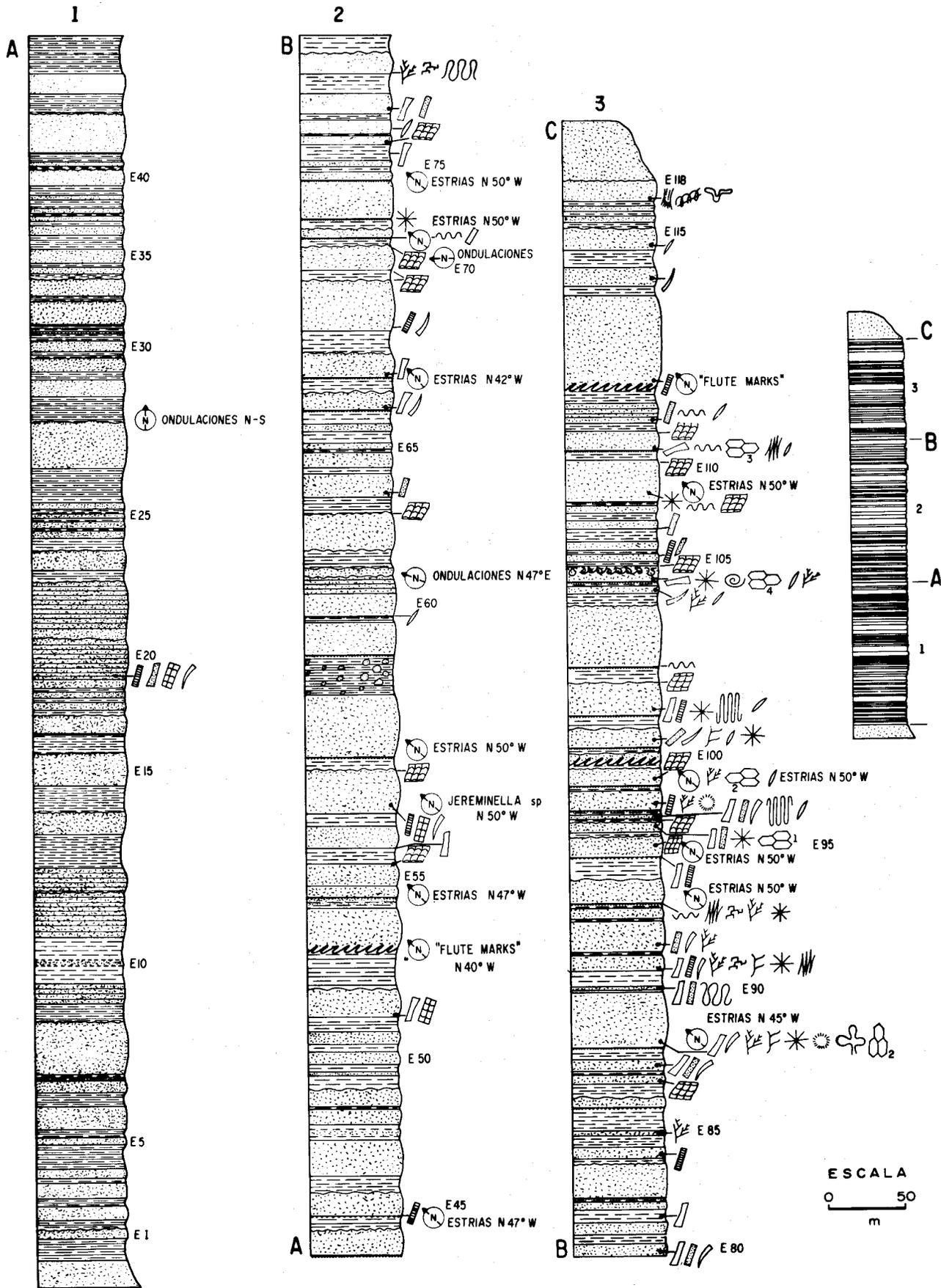


Figura 3.- Sección litológica del afloramiento en estudio.

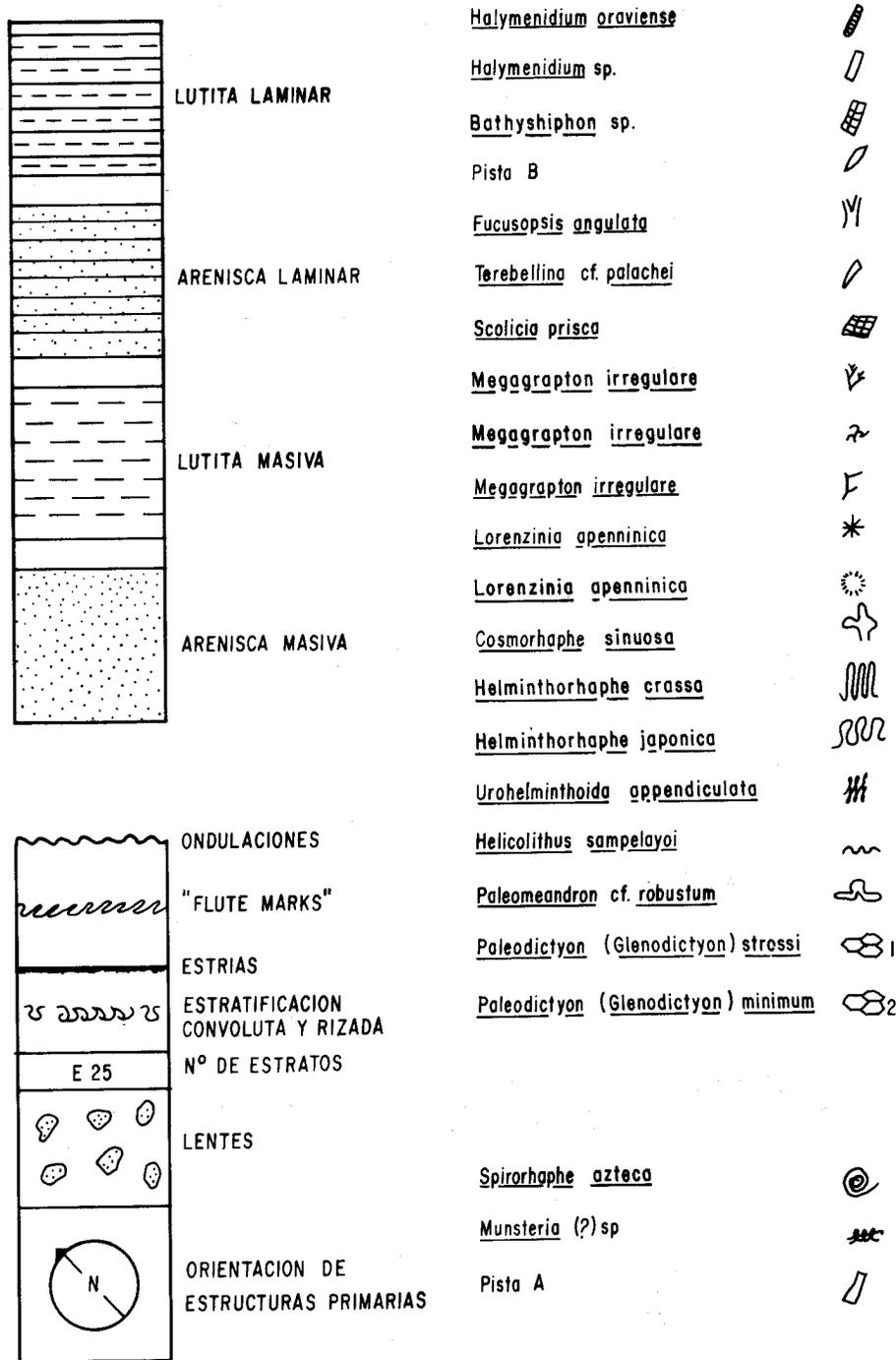


Figura 3.- Leyenda de la sección litológica. (Continuación).

SIGNIFICADO BIOLOGICO

Dentro de la sección estudiada se encontraron icnofósiles que evidencian los siguientes comportamientos: Locomoción (Repichnia), apacentamiento (Pascichnia), alimentación y albergue (Domichnia). Los icnogéneros que indican tales comportamientos se muestran en la Tabla 1.

En la Figura 3 y en la Tabla 2 se aprecia que en la parte I (estrato E<sub>1</sub> al E<sub>19</sub>) de la sección no se encontraron icnofósiles, lo que puede deberse a que las condiciones no eran las adecuadas para la conservación o existencia de los organismos; o bien que se trataba de un ambiente aún sin colonizar.

La segunda parte de la sección (II) del estrato E<sub>20</sub> al E<sub>57</sub> (Figura 3 y Tabla 2) se caracteriza por la presencia de la asociación interfacial *Bathysiphon* (Simpson, 1969; Seilacher, comunicación personal, 1982). Las testas de este foraminífero de gran tamaño (Figura 4-A), dobladas y algunas con orientación perpendicular, se consideran poco transportadas, que vivían en la fase arcillosa y había suficiente cantidad de alimento a su disposición. La abundancia de testas que se presenta en los estratos E<sub>52</sub> y E<sub>57</sub> (Figura 4-B) confirma tal aseveración.

La tercera parte de la sección (III) del estrato E<sub>58</sub> al E<sub>112</sub> (Figura 3 y Tabla 2) se distingue por la presencia de *Me-*

Tabla 1.- Caracteres etológicos presentes en la columna estratigráfica.

REPICHNIA	PASCICHNIA	DOMICHNIA
Pistas de locomoción	Pistas de apacentamiento	Pistas de albergue permanente
Pista A <i>Halymenidium oraviense</i> <i>Halymenidium</i> sp.	<i>Megagraption irregulare</i> <i>Cosmorhapse sinuosa</i> <i>Helminthorhapse crassa</i> <i>Helminthorhapse japonica</i> <i>Urohelminthoidea appendiculata</i> <i>Helicolithus sampelayoi</i>	<i>Lorenzina apenninica</i> <i>Münsteria</i> (?) sp.
<i>Fucusopsis angulata</i> <i>Scolicia prisca</i> <i>Terebellina</i> cf. <i>palachei</i>	<i>Paleodictyon (Glenodictyon) strozzii</i> <i>Paleodictyon (Glenodictyon) minimum</i> <i>Spirorhapse azteca</i> <i>Paleomeandron</i> cf. <i>robustum</i>	

Tabla 2.- Distribución de la fauna en la columna estratigráfica.

PARTE II (Del Estrato E <sub>20</sub> al E <sub>57</sub> )	PARTE III (Del Estrato E <sub>58</sub> al E <sub>112</sub> )	PARTE IV (Del Estrato E <sub>113</sub> al E <sub>118</sub> )	PARTES II-III III-IV; II-III-IV
<i>Bathysiphon</i> sp.	<i>Megagraption irregulare</i> <i>Lorenzina apenninica</i> <i>Cosmorhapse sinuosa</i> <i>Helminthorhapse crassa</i> <i>Helminthorhapse japonica</i> <i>Urohelminthoidea appendiculata</i> <i>Helicolithus sampelayoi</i> <i>Paleodictyon (Glenodictyon) strozzii</i> <i>Paleodictyon (Glenodictyon) minimum</i> <i>Spirorhapse azteca</i>	<i>Fucusopsis angulata</i> <i>Paleomeandron</i> cf. <i>robustum</i> <i>Münsteria</i> (?) sp.	Pista A Pista B <i>Halymenidium oraviense</i> <i>Halymenidium</i> sp. <i>Terebellina</i> cf. <i>palachei</i> <i>Scolicia prisca</i>

*gagraption irregulare* (Figura 4-C, D y 6-F), *Cosmorhapse sinuosa* (Figura 4-E), *Helminthorhapse crassa* (Figura 5-A, B), *Helminthorhapse japonica* (Figura 5-C), *Helicolithus sampelayoi* (Figura 6-A), *Paleodictyon (Glenodictyon) strozzii* (Figura 6-B, E), *Paleodictyon (Glenodictyon) minimum* (Figura 6-C, D), *Urohelminthoidea appendiculata* (Figura 6-G), *Spirorhapse azteca* (Figura 7-A, B), *Lorenzina apenninica* (Figura 7-C, D). La existencia de pistas sinuosas, ramificadas meandriformes (Pascichnia) y arrosadas (Domichnia) indica que los organismos productores de éstas seguían patrones más complejos que los productores de las pistas rectas para obtener su alimento y así optimizar el área cubierta y el gasto de energía que implica la búsqueda de éste, de lo que se deduce que la cantidad de alimento era escasa y se confirma por la predominancia y diversidad de este tipo de huellas.

La última parte de la sección (IV) (estratos del E<sub>113</sub> al E<sub>118</sub>) (Figura 2 y Tabla 2) se caracteriza por la presencia de *Fucusopsis angulata* (Figura 8-A), *Paleomeandron* cf. *robustum* (Figura 8-B) y *Münsteria* (?) sp. (Figura 8-C), lo que indica que al encontrarse grandes pistas de locomoción (Repichnia), apacentamiento (Pascichnia) y albergue permanente (Domichnia) existía suficiente alimento.

La ausencia de pistas ramificadas, meandriformes y arrosadas que caracteriza la sección anterior apoya esta hipótesis, ya que para poder sostener organismos productores de pistas de gran tamaño, se necesita una gran cantidad de alimento.

Algunos icnofósiles como *Halymenidium oraviense* (Figura 9-A), *Halymenidium* sp. (Figura 9-B), *Terebellina* cf. *palachei* (Figura 9-C), *Scolicia prisca* (Figura 9-D), Pistas A (Fi-

gura 10-A, B) y Pista B (Figura 10-C) se presentan en toda la sección, lo que implica que los organismos generadores de estas pistas utilizaban poca cantidad de alimento, por lo que no era un factor limitante en su distribución.

Las pistas estudiadas fueron encontradas en la superficie inferior de las areniscas, pero la mayoría (con la notable excepción de *Fucusopsis*) pertenece a una asociación preturbidítica, que por razones de conservación sólo se encuentra como moldes erosionados en las areniscas y no en la superficie superior de las lutitas como sería lo normal, por lo que los organismos generadores de las pistas vivían en la fase arcillosa, siendo seguramente detritófagos. Asimismo, los icnofósiles representan una fauna de lodos hemipelágicos (Seilacher, 1981) ya que, en la actualidad, los organismos generadores de pistas semejantes se presentan en este tipo de ambientes.

La distribución de los icnofósiles en la sección (Tabla 2) permite interpretar las siguientes características: Las partes I y II de la sección estudiada en la base del afloramiento no presentan icnofósiles y al final del depósito de la parte II había gran abundancia de testas de foraminíferos abisales, indicando que hubo una colonización paulatina y que cuando se presentó un cambio en las condiciones desaparecieron los colonizadores. La parte III se manifiesta por la presencia sistemática de pistas con patrones complejos y, al finalizar ésta, cambian las condiciones paulatinamente, lo que se deduce por la disminución de pistas complejas. Finalmente, la parte IV manifiesta una nueva colonización por organismos de gran talla, con base en que se trata de nuevos colonizadores y no de un cambio en la conducta de los organismos, ya que el tamaño y comportamiento de las pistas es diferente.

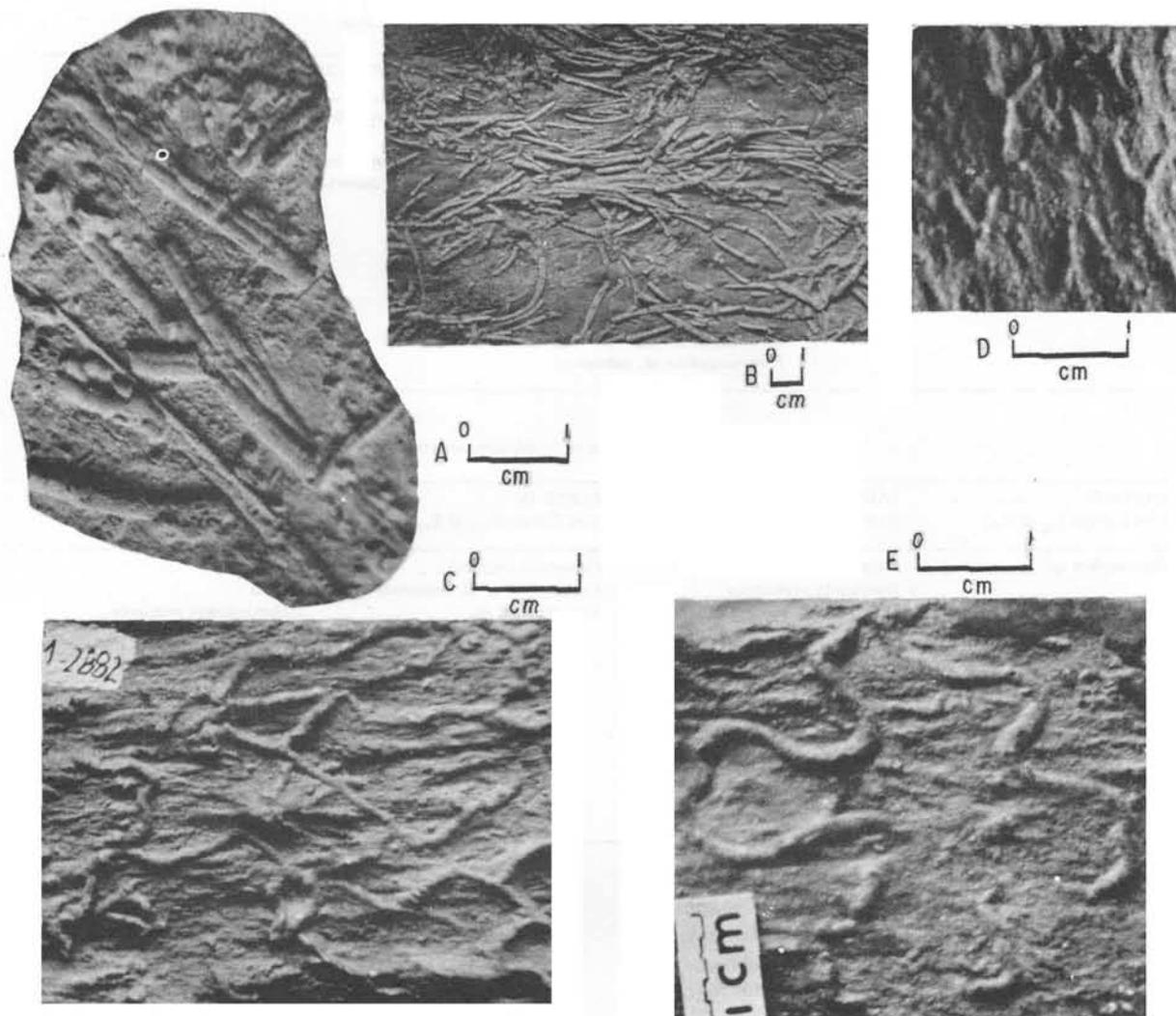


Figura 4.- A - *Bathysiphon* sp., IGM-2876. B - *Bathysiphon* sp. en forma abundante con una orientación N 50° W, IGM-2895. C - *Megagraption irregulare*, IGM-2882. D - *Megagraption irregulare*, IGM-2881. E - *Cosmorhaphie sinuosa*, IGM-2881.

La abundancia de pistas de locomoción (*Repichnia*) y de apacentamiento (*Pascichnia*) (Tabla 1) permite suponer que los organismos tenían que buscar el alimento por medio de estrategias complejas (meandros, espirales, etc.), características que se presentan en comunidades de aguas profundas debido a la escasez de alimento. Esto explica que la icnocenosis presente en la sección se caracterice por la ausencia de huellas de reposo (*Cubichnia*), la relativa escasez de albergues permanentes (*Domichnia*) y la abundancia de pistas de locomoción (*Repichnia*) y de apacentamiento (*Pascichnia*). Todo ello representa una comunidad bentónica de aguas abisales (Seilacher, 1964, p. 310-311; Crimes, 1975, p. 118; Osgood, 1975, p. 17). Además se infiere que en la superficie había una zona de máxima producción ecológica, que proveía de alimento a la comunidad bentónica en forma de una lluvia de detritus orgánicos, ya que a estas profundidades y debido a la ausencia de luz, los productores no pueden desarrollarse.

Aunque existen icnofósiles que permiten conocer la edad de los depósitos en los que se encuentran, éstos son la excep-

ción más que la norma, ya que la mayoría de los icnofósiles solamente indica las condiciones ambientales, por lo que con las formas presentes no es posible determinar la edad del afloramiento.

En el presente artículo se señala la semejanza faunística entre México, España, los Cárpatos Polacos y Venezuela, sin pretensiones de equivalencia correlativa, ya que diferentes organismos pueden producir el mismo tipo de pistas y no se pueden hacer correlaciones confiables con zonas alejadas geográficamente. Sin embargo, de los 14 icnogéneros que se presentan en el afloramiento estudiado, 12 también se encuentran en los Cárpatos Polacos (Polonia) (Książkiewicz, 1970; Radwanski, 1978), nueve en Zumaya (España) (Crimes, 1973), nueve en la Formación Guárico (Venezuela) (Macotay, 1967) y ocho en el flysch de la Costa Cantábrica (España) (Azpeitia, 1933) (Tabla 3). En síntesis, como las icnofaunas de México, las de los Cárpatos Polacos, España y Venezuela son muy semejantes, es muy probable que las rocas portadoras se formaran en condiciones similares.

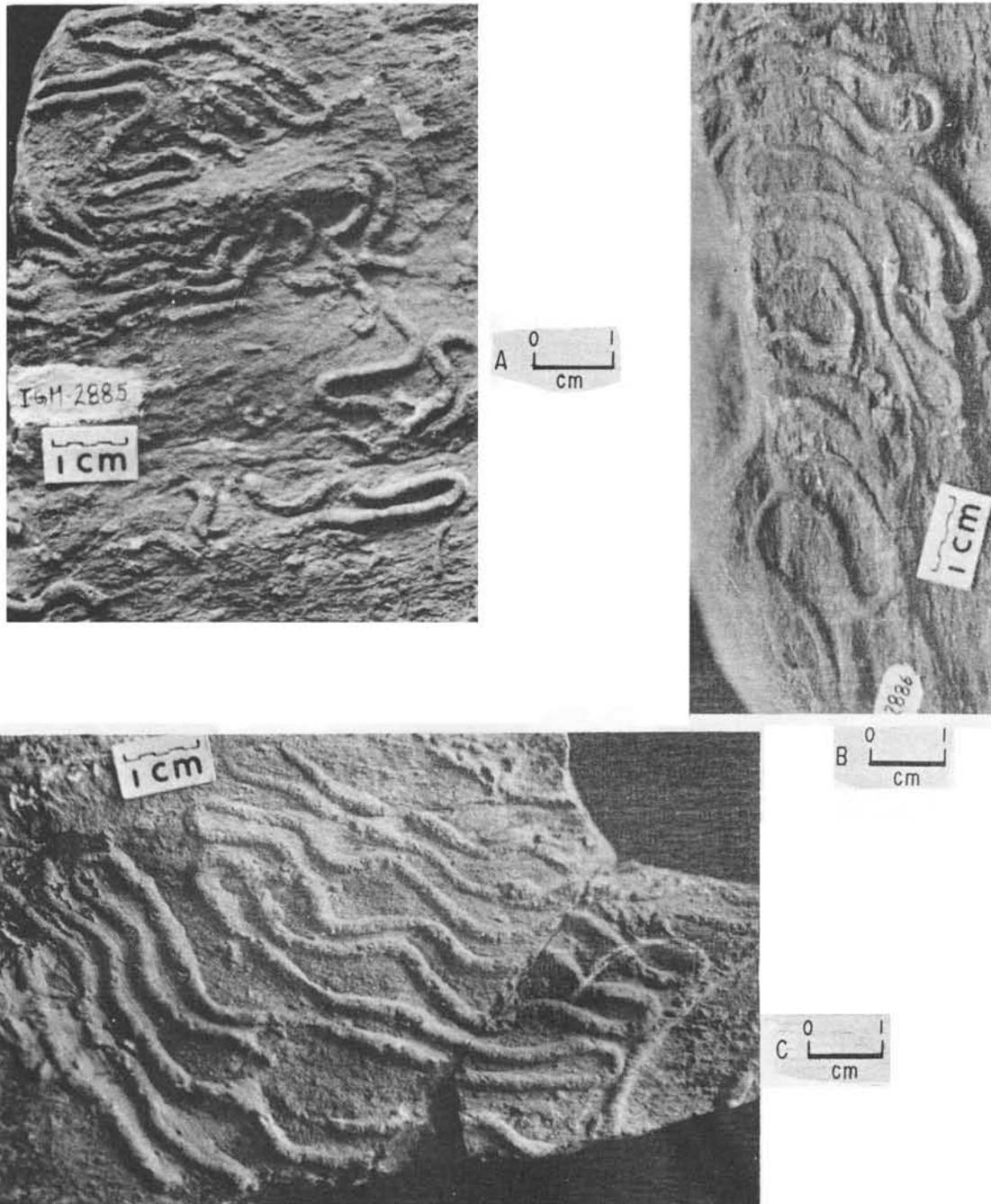


Figura 5.- A - *Helminthorhapha crassa*, IGM-2885. B - *Helminthorhapha crassa*, IGM-2886. C - *Helminthorhapha japonica*, IGM-2887.

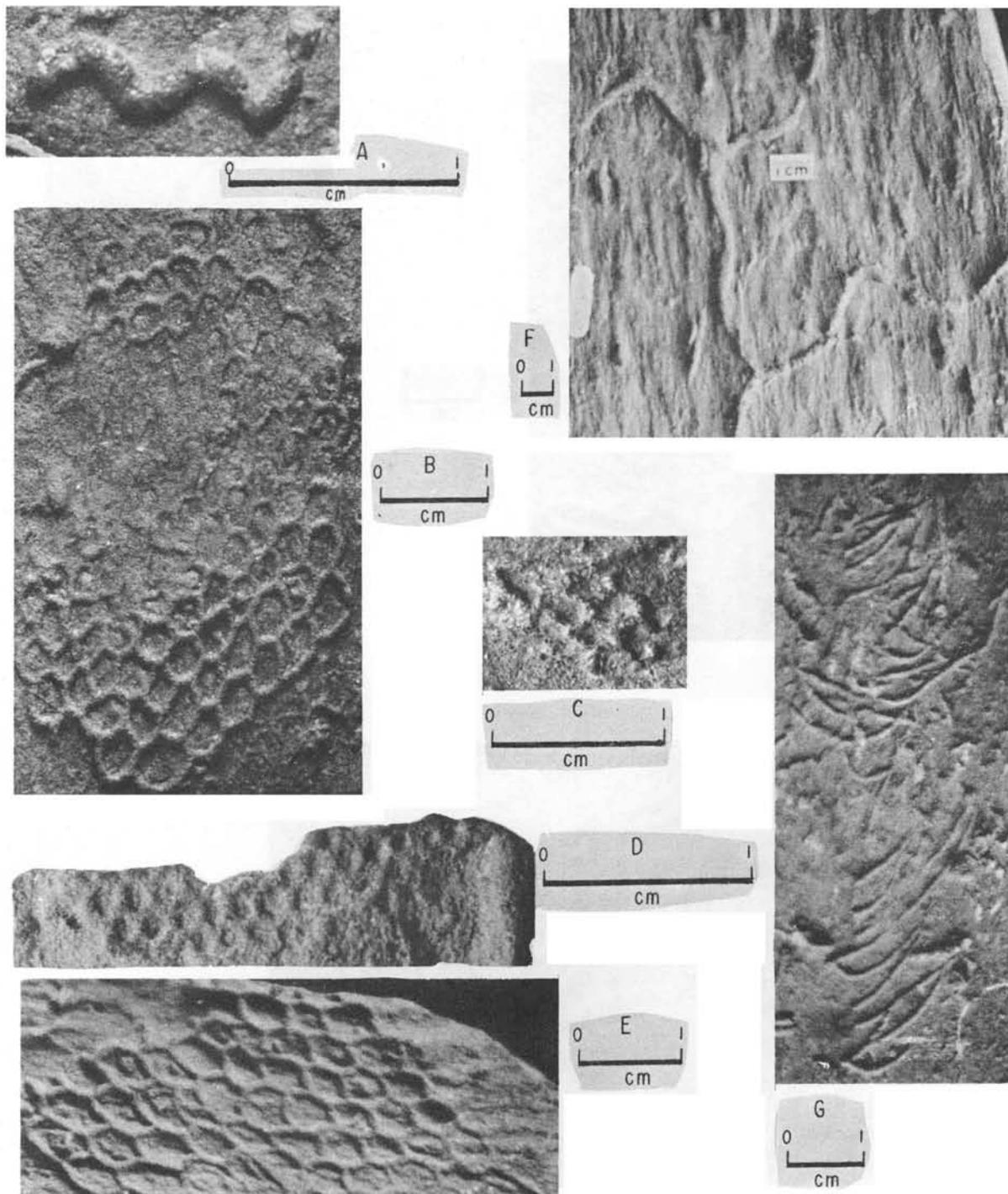


Figura 6.- A - *Helicolithus sampelayoi*, IGM-2881. B - *Paleodictyon (Glenodictyon) strozzii*, IGM-2890. C - *Paleodictyon (Glenodictyon) minimum*, IGM-2881. D - *Paleodictyon (Glenodictyon) minimum*, IGM-2891. E - *Paleodictyon (Glenodictyon) strozzii*, IGM-2892. F - *Megagraption irregulare*, IGM-2883. G - *Urohelminthoidea appendiculata*, IGM-2888.

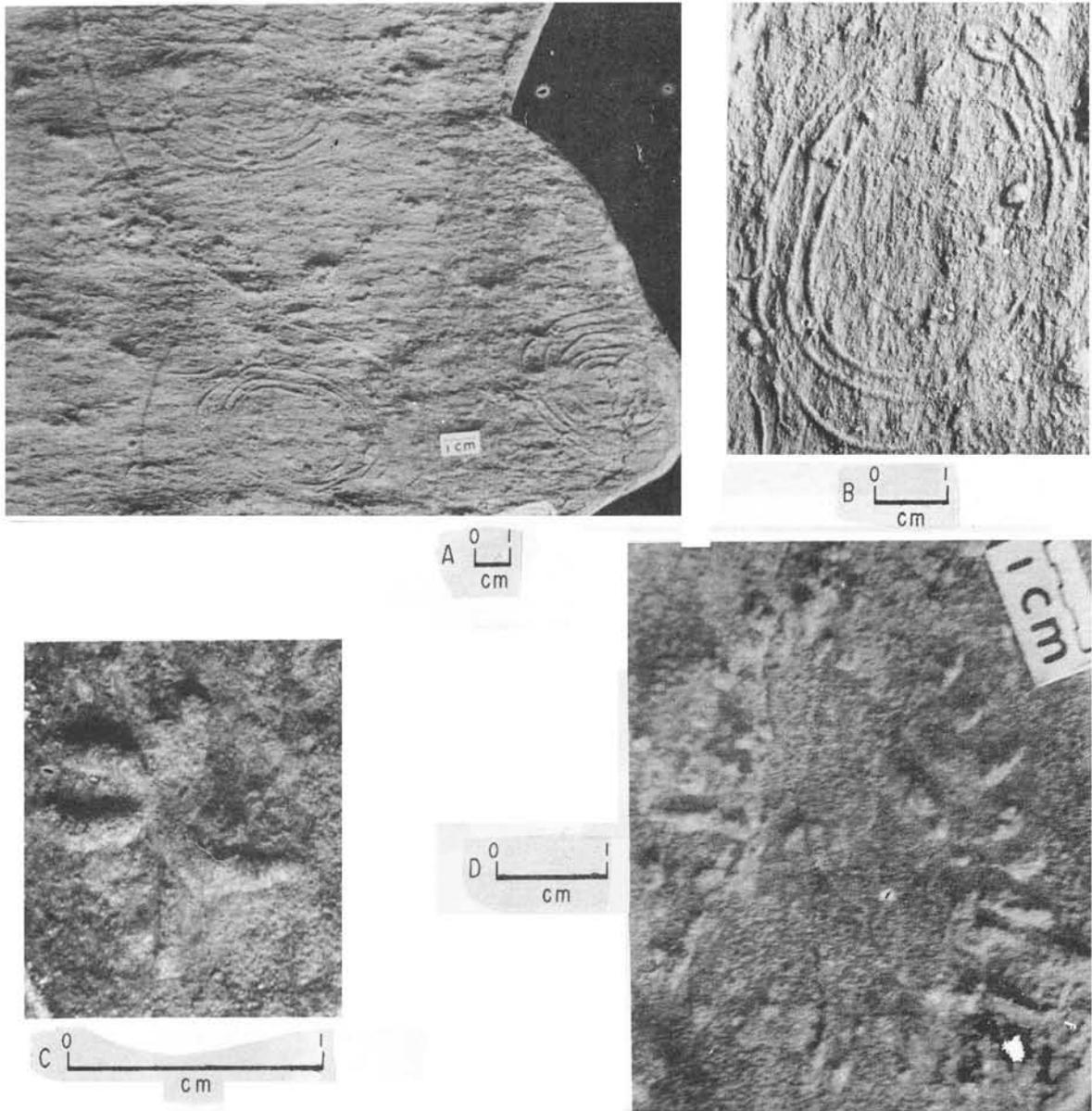


Figura 7.- A - Tres ejemplares de *Spirorhappe azteca*, IGM-2893. B - Detalle de un ejemplar de *Spirorhappe azteca*, IGM-2893. C - *Lorenzina apenninica*, IGM-2881. D - *Lorenzina apenninica*, IGM-2884.

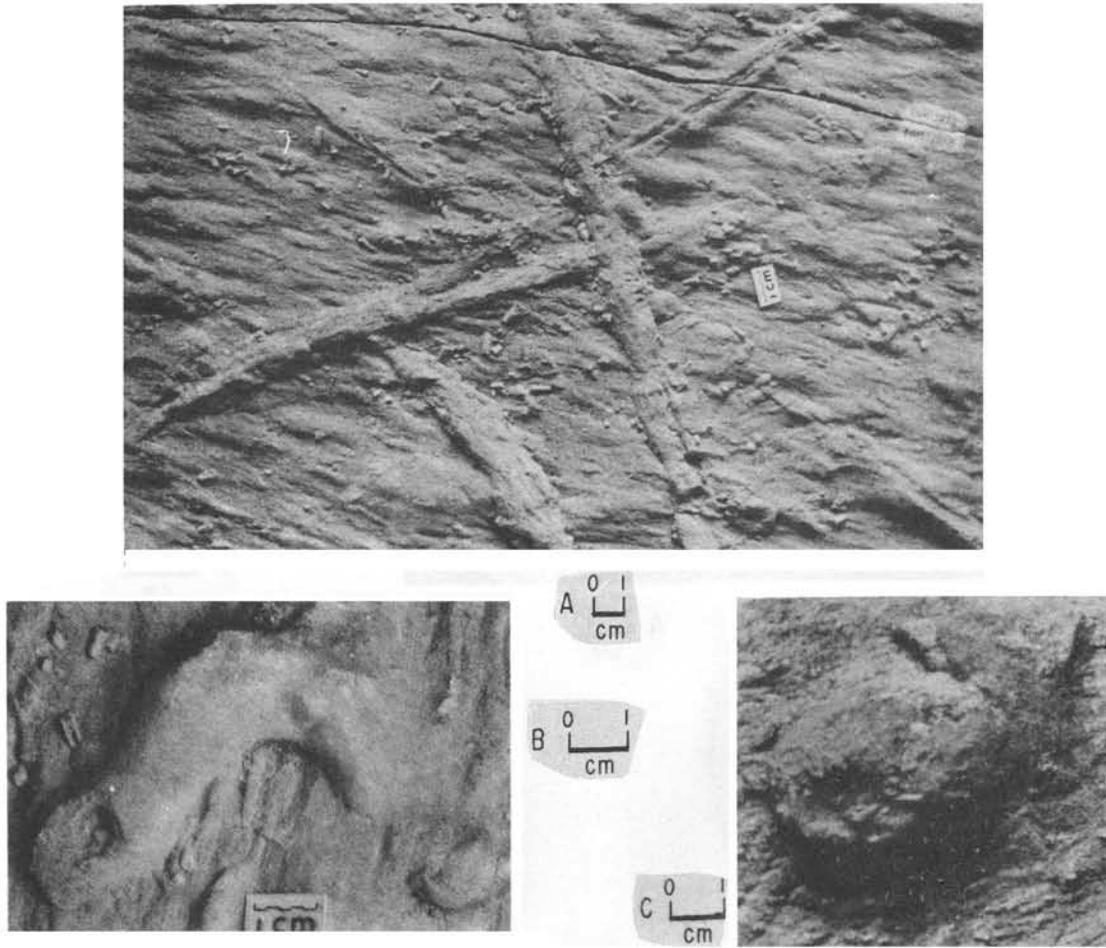


Figura 8.- A - *Fucusopsis angulata*, IGM-2878. B - *Paleomeandron cf. robustum*, IGM-2889. C - *Münsteria* (?) sp., IGM-2894.

## CONCLUSIONES

1. Se reportan 17 icnoespecies pertenecientes a 14 icnogéneros dentro de la sección estudiada, a la que se le denomina "Icnofauna Local Cazones".

2. De la distribución de los caracteres etológicos en la columna, se reconocen tres partes (II, III, IV), caracterizadas por la abundancia, escasez y abundancia de alimento, respectivamente.

3. Los organismos generadores de los icnofósiles eran hemipelágicos, detritófagos y vivían en la interfase arcillosa. Se infiere una zona de máxima producción ecológica que apoyaba a la comunidad, cuya icnocenosis fue formada a una profundidad abisal, bajo condiciones oxigenadas.

4. Se establece la semejanza faunística con afloramientos de Polonia, España, Venezuela y México, que probablemente se formaron en condiciones similares.

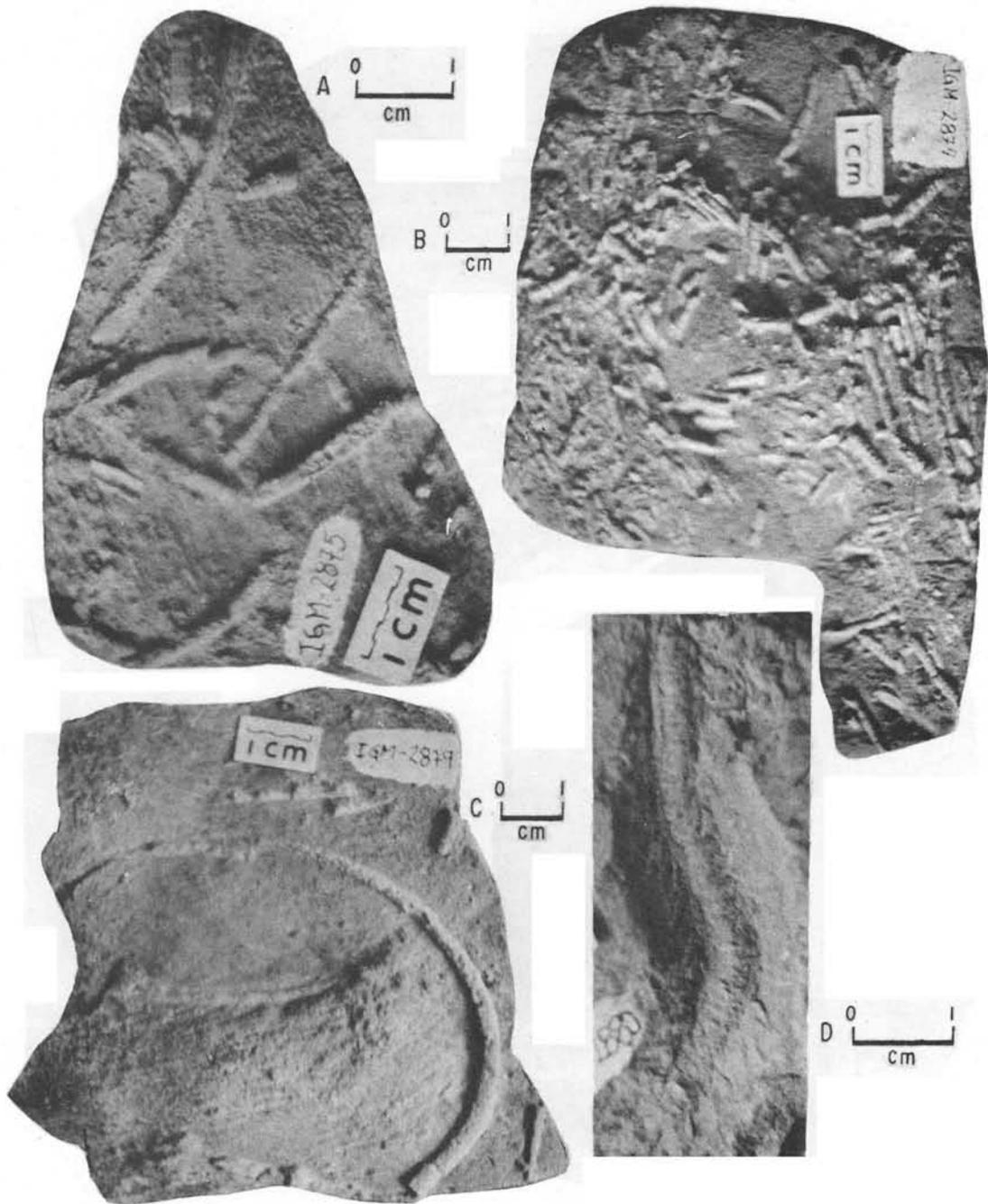


Figura 9.- A - *Halymenidium oraviense*, IGM-2874. B - *Halymenidium* sp., IGM-2875. C - *Terebellina* cf. *palachei*, IGM-2879. D - *Scoticia prisca*, IGM-2880.

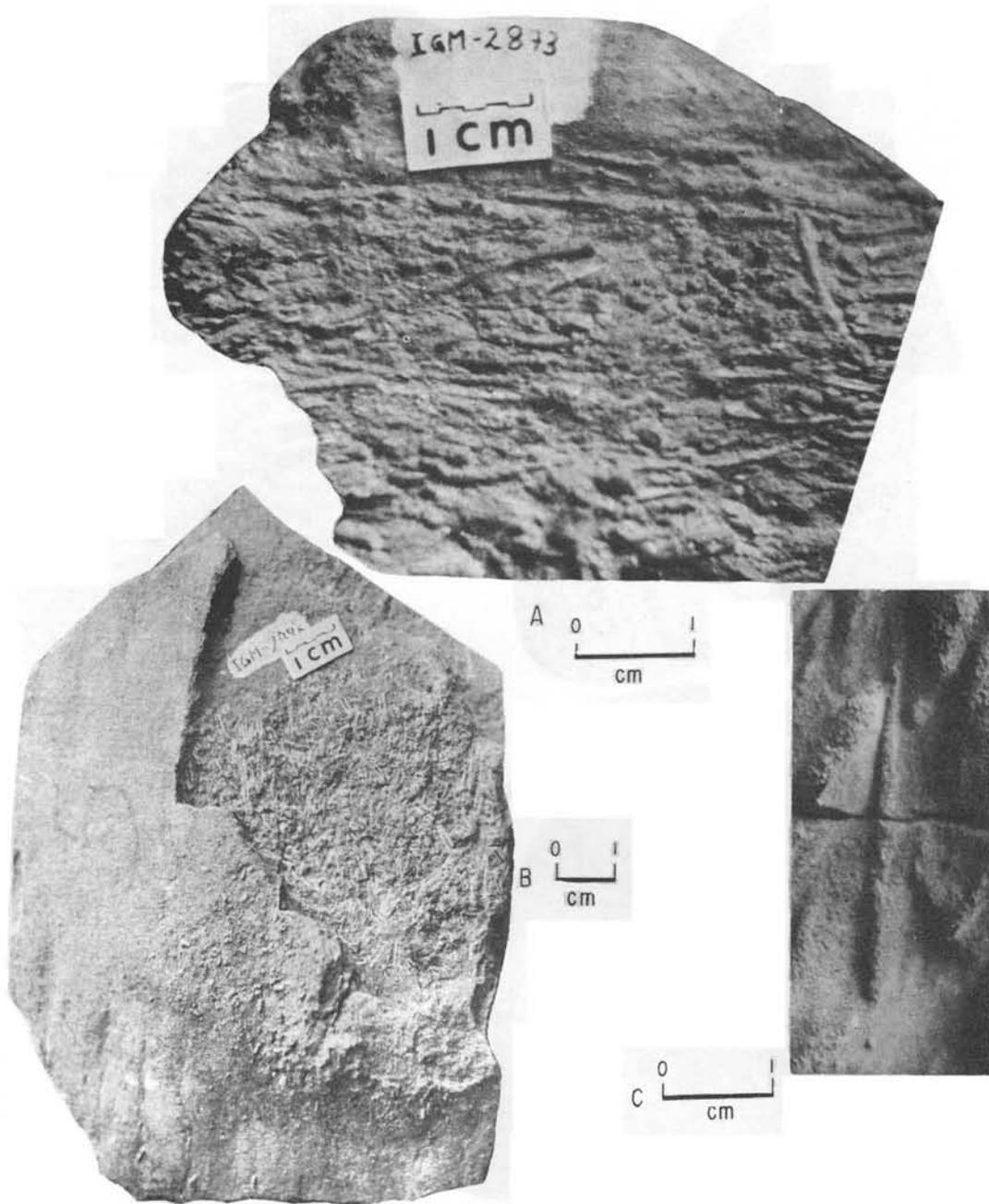


Figura 10.- A - Pistas A, IGM-2873. B - Secciones longitudinales y transversales de Pistas A, IGM-2896. C - Pista B, IGM-2877.

Tabla 3.- Comparación de la icnofauna en diferentes localidades.

ICNOGENEROS	1	2	3	4	5	6	7
Pista A	X						
Pista B	X						
<i>Halymenidium</i>	X			X		X	
<i>Fucusopsis</i>	X			X		X	X
<i>Terebellina</i>	X						
<i>Scolicia</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Megagraption</i>	X			X		X	
<i>Lorenzina</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Cosmorhapse</i>	X	X		X		X	X
<i>Helminthorhapse</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Urohelminthoida</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Helicolithus</i>	X	X	X			X	X
<i>Paleomeandron</i>	X					X	X
<i>Paleodictyon (Glenodictyon)</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Spirorhapse</i>	X					X	X
<i>Münsteria (?)</i>	X	X	X				

1. Formación Chicontepec (Miembro Inferior): Eoceno inferior
2. Flysch Costa Cantábrica: Cretácico-Eoceno
3. Flysch Cretácico Numolítico: Cretácico
4. Flysch Zumaya: Paleoceno-Eoceno
5. Flysch Eoceno Guipuzcoa: Eoceno
6. Cárpatos Polacos: Jurásico-Oligoceno
7. Formación Guárica: Paleoceno

(Tomado de Kindelan, 1919; Azpeitia, 1933; Crimes, 1973; Gómez de LLanera, 1954 Książkiewicz, 1970; Macsotay, 1967; Radwanski, 1978).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Ana Luisa-Carreño sus valiosos comentarios sobre el manuscrito, así como a la Biól. Ma. Antonieta Martínez-G., al Biól. Luis Espinoza-Arrubarrena, al Sr. Armando Altamira-Gallardo y al Sr. Luis Burgos por su valiosa y desinteresada colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acuña, A. G., 1956, Ruta Huachinango, Pue., Poza Rica, Ver.: México, D. F., Cong. Geol. Internal., 20, Libroguía de la excursión A-10 y C-13, p. 41-47.

Azpeitia, F. M., 1933, Datos para el estudio paleontológico del flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España: Inst. Geol. Min. España, Bol. 53, p. 1-65.

Barker, R. W., y Berggren, W. A., 1977, Paleocene and early Eocene of the Río Grande and Tampico embayments; foraminiferal biostratigraphy and paleoecology: Marine Micropaleontology, v. 2, p. 67-108.

Busch, D. A., y Govela, A. S., 1978, Stratigraphy and structure of Chicontepec turbidites, southeastern Tampico-Misantla basin, Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 62, p. 235-246.

Crimes, T. P., 1973, From limestones to distal turbidites; a facies and trace fossil analysis in the Zumaya Flysch (Paleocene-Eocene), North Spain: Sedimentology, v. 20, p. 105-131.

---1975, The stratigraphical significance of trace fossils: in Frey, R. W., ed., The study of trace fossils. Nueva York, Springer Verlag, p. 109-130.

Dumble, E. T., 1918, Geology of the northern end of the Tampico embayment area: Proc. California Acad. Sci., ser. 4, p. 113-156.

Gío-Argáez, Raúl, 1978, Los icnofósiles de la Formación Chicontepec Superior de la cuenca sedimentaria Tampico-Misantla: México, D. F., Soc. Geol. Mexicana, Conv. Geol. Nal., 4, Resúmenes, p. 21 (resumen).

Gómez-De Llanera, Joaquín, 1954, Observaciones geológicas en el Flysch Cretácico-Numolítico de Guipuzcoa: Monogr. Inst. Lucas Mallada, Invest. Geol., 13, 98 p.

Häntzschell, W., 1962, Trace fossils and problematical: in Moore, R. C., ed., Treatise on invertebrate paleontology, part W. Lawrence, Univ. Kansas, p. 177-245.

Howard, J. D., 1975, The sedimentological significance of trace fossils: in Frey, R. W., ed., The study of trace fossils. Nueva York, Springer Verlag, p. 131-146.

Kindelan, D. V., 1919, Nota sobre el Cretácico y el Eoceno de Guipuzcoa, España: Inst. Geol. Min. España, Bol. 20, p. 165-198.

Książkiewicz, M., 1970, Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians: in Crimes, T. P., and Harper, J. C., eds., Trace fossils. Liverpool, Seel House Press, Geol. Jour., Spec. Issue 3, p. 282-322.

López-Ramos, Ernesto, 1979, Geología de México: México, D. F., t. 2, p. 368-374.

Macsoyay, O., 1967, Huellas problemáticas y su valor paleoecológico en Venezuela: GEOS, v. 16, p. 7-39.

Nájera, C. H., 1952, Estudio de las formaciones del Eoceno en la región de Poza Rica: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 4, p. 71-115.

Osgood, R. G., Jr., 1975, The paleontological significance of trace fossils: in Frey, R. W., ed., The study of trace fossils. Nueva York, Springer Verlag, p. 87-108.

Radwanski, Z., 1978, Sedimentary environment of the Sronwece Formation flysch deposits (Upper Cretaceous) of the Piening Klippen Belt, Carpathians, Poland: Studia Geologica Polonica, v. 52, 86 p.

Seilacher, A., 1964, Biogenic sedimentary structures: in Imbrie, J., and Newell, N. D., eds., Approaches to paleoecology. Nueva York, Wiley and Sons, p. 296-316.

---1977, Pattern analysis of Paleodictyon and related trace fossils: in Crimes, T. P., and Harper, J. C., eds., Trace fossils 2. Liverpool, Seel House Press, Geol. Jour., Spec. Issue 9, p. 289-334.

---1981, Towards an evolutionary stratigraphy: Acta Geol. Hispanica, v. 16, p. 39-44.

Simpson, F., 1969, Interfacial assemblages of foraminifera in Carpathian Flysch: Ann. Soc. Geol. Pol. v. 39, p. 471-486.