

ligando para el ion Cr^{3+} en un entorno octaédrico en otras estructuras cristalinas, queda entre el del corindón y el de la periclasa, dentro del conjunto de cristales rojizos (tabla 4).

Las observaciones realizadas llevan a la conclusión de que estos métodos no pueden servir para la identificación de un cristal de alumbre, dada la pequeña variación de los valores observados o la falta de mayor precisión en el instrumental empleado.

BURNS, R. G. (1970).—Mineralogical applications of Crystal Field Theory. Cambridge University Press.

CURIE, D. (1968).—Champ cristallin et luminescence. Gauthier-Villars. Paris.

LOW, W. (1957).—Paramagnetic resonance and optical absorption spectrum of Cr^{3+} in MgO. *Phys. Rev.*, 105, 801-5.

MC CLURE, D. S. (1962).—Optical spectra of transition metal ions in corundum. *Journ. Chem. Phys.*, 36, 2757-79.

NEUHAUS, A. & SCHILLY, W. (1961).—Über Absorptionsspektren und Koordination einiger chromhaltiger Minerale und Edelsteine. *D. G. E. Festheft Prof. Dr. K. Schlossmacher*. Frankfurt.

TANABE, Y. & SUGANO, S. (1958).—Absorption Spectra of Cr^{3+} in Al_2O_3 . *J. Phys. Soc. Japan*, 13, 880.

JOINT COMMITTEE ON POWDER DIFFRACTION STANDARDS, Powder Diffraction File 7-14 y 7-17.

Agradecemos al Departamento de Mineralogía del Instituto «Jaime Almera» del C.S.I.C. (Barcelona) las facilidades dadas para usar su difractor.

M.^a L. Arboleya (*).—NOTA SOBRE LA ICNOFAUNA DEL CAMBRICO DE LA COSTA ASTURIANA ENTRE CUDILLERO Y BALLOTA (NW DE ESPAÑA).

El acantilado de la costa entre Cudillero y Ballota proporciona un buen corte natural de los niveles más bajos del Paleozoico inferior del Occidente de Asturias. Los materiales Paleozoicos se apoyan en Cudillero sobre una sucesión principalmente esquistosa atribuida desde LOTZE (1956) al Precámbrico. Entre las localidades arriba citadas pueden diferenciarse tres formaciones dentro del Paleozoico inferior. En contacto con los materiales precámbricos se sitúa una espesa sucesión detrítica (2.300 m) constituida por areniscas feldespáticas de grano grueso, de tonos blancos o rosados, con niveles de pizarras intercalados (Areniscas de La Herrería o Cuarcitas de Cándana). Esta formación se puede seguir en una sucesión monoclinial, prácticamente sin pliegues de detalle, desde Cudillero a La Concha de Artedo. La formación siguiente (Calizas de Vegadeo) está constituida por calizas y dolomías intensamente recristalizadas que ocupan las playas de Artedo y San Pedro, aflorando muy deficientemente; su espesor es difícil de evaluar aunque puede estimarse en unos 150 m. El resto de la sucesión se encuentra constituido por areniscas de grano fino y pizarras, correspondientes a la

(*) Dpto. de Geotectónica. Universidad de Oviedo.

- I**
- * *Rusophycus*
 - * *Diplichnites*
 - * *Monomorphychnus*
 - * *Cruziana simplicata* SALTER
 - * *Skolithos*
 - * *Planolites*
- (Según T.P. Crimes in Marcos, 1972)

- H**
- Rusophycus*
 - Diplichnites*
 - Monomorphychnus*
 - Cruziana simplicata* SALTER
 - Taichichnus*

- G**
- Rusophycus*
 - Diplichnites*
 - Monomorphychnus*
 - Cruziana simplicata* SALTER

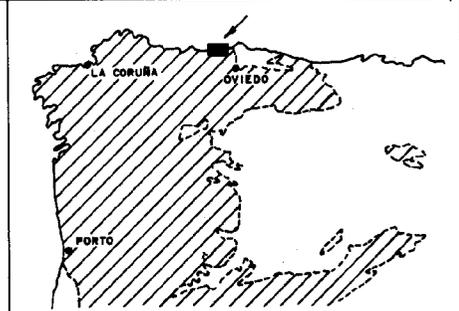
- E**
- Rusophycus*
 - Diplichnites*

- F**
- Skolithos*

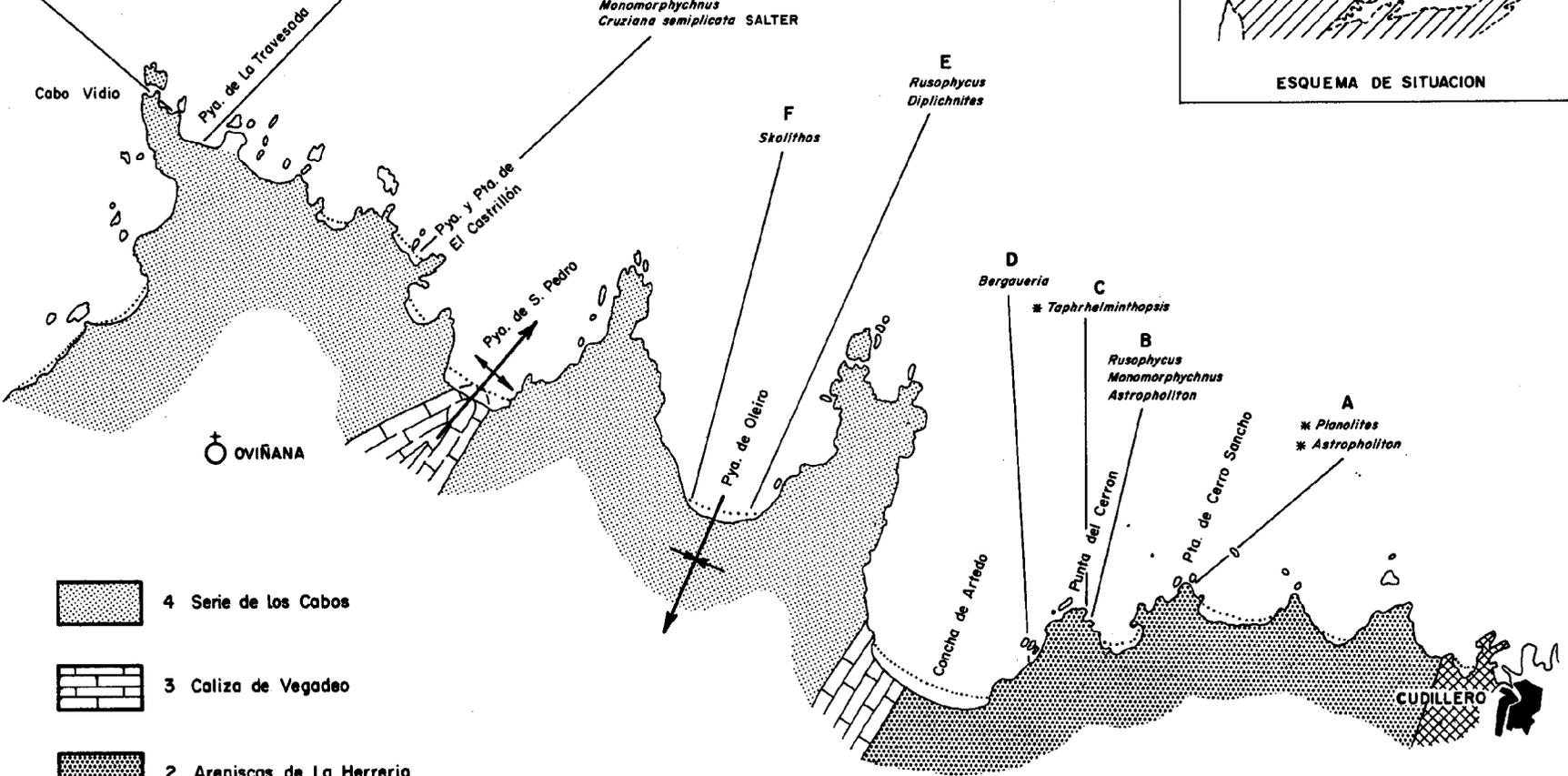
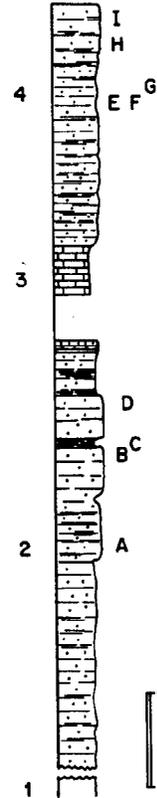
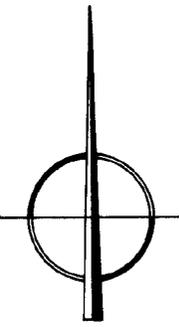
- D**
- Bergaueria*
 - * *Taphralminthopsis*

- B**
- Rusophycus*
 - Monomorphychnus*
 - Astrapholiton*

- A**
- * *Planolites*
 - * *Astrapholiton*

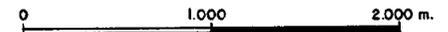


ESQUEMA DE SITUACION



- 4 Serie de los Cabos
- 3 Caliza de Vegadeo
- 2 Areniscas de La Herreria
- 1 Pizarras del Narcea

Anticlinales o Sinclinales principales



«Serie de Los Cabos»; solamente los 1.200 m basales de esta formación están presentes en el área estudiada. A escala cartográfica la «Serie de Los Cabos» se dispone formando grandes pliegues de amplio radio de curvatura.

Las características petrológicas de las dos formaciones detríticas citadas y la existencia en ambas de grandes estratificaciones cruzadas y ripple marks simétricos y asimétricos, en ocasiones de gran tamaño, sugieren un depósito en condiciones de aguas poco profundas. Este hecho queda confirmado, como veremos más adelante, por la presencia de diversos géneros de pistas fósiles.

Toda la zona reconocida se encuentra afectada por dos fases de plegamiento, acompañadas por el desarrollo de esquistosidad y metamorfismo regional de bajo grado. Un nuevo trabajo con referencia a la geología estructural de la zona se encuentra en curso de publicación (ARBOLEYA in litt.).

Dentro del corte estudiado han sido citadas faunas del Cámbrico inferior en La Concha de Artedo (FÄRBER & JARITZ 1964, SDZUY 1971) dentro de la parte más alta de las Areniscas de La Herrería. Los niveles situados inmediatamente encima de la Caliza de Vegadeo han proporcionado así mismo faunas de trilobites del Cámbrico medio (LOTZE & SDZUY 1961, FÄRBER & JARITZ 1964). Estos datos junto con otros citados en zonas vecinas permiten situar estas dos formaciones en el Cámbrico inferior. La «Serie de Los Cabos» comenzaría, pues, en el Cámbrico medio; fuera de la región estudiada los datos proporcionados por diversos autores permiten deducir que esta serie se extiende hasta el Ordovícico inferior (LOTZE & SDZUY 1961, FÄRBER & JARITZ 1964, MARCOS 1973). Dentro de esta última formación y en la zona estudiada ha sido citada la presencia de *Cruziana semiplicata* SALTER por SEILACHER & CRIMES (1969) y MARCOS (1973); estas referencias constituyen la primera evidencia precisa de la existencia de Cámbrico superior en el Paleozoico del NW de España.

Los icnofósiles hallados en este sector se encuentran principalmente en la «Serie de Los Cabos» y en menor proporción en las Areniscas de La Herrería. Las localidades fosilíferas y su posición en la sucesión estratigráfica se encuentran representadas en la figura 1 (*).

La «Serie de Los Cabos» presenta una gran variedad de pistas fósiles entre las que se han podido reconocer: *Monomorphichnus*, *Diplichnites Rusophycus* (fig. 2 a, b, c, d, e), *Cruziana semiplicata* SALTER (fig. 2 f, g), *Teichichnus*, *Skolithos* y *Planolites*. Excepto los tres géneros citados en último lugar, que se suponen originados por la actividad de gusanos, el resto se interpretan como pistas originadas por la actividad de trilobites. Así, *Monomorphichnus* es interpretado como la huella dejada por un trilobite moviéndose en el contacto sedimento-agua; *Rusophycus*, *Cruziana* y *Diplichnites*

(*) Todos los ejemplares recolectados han sido clasificados por T. P. CRIMES (Dpto. de Geología, Universidad de Liverpool) —señalados con asterisco en la figura 1— y A. MARCOS (Dpto. de Geotectónica, Universidad de Oviedo).

Fig. 1.—Esquema geológico de la costa cantábrica entre Cudillero y Cabo Vidio, con las localidades de icnofósiles citados en el texto. A la izda. posición de las faunas en la sucesión estratigráfica.

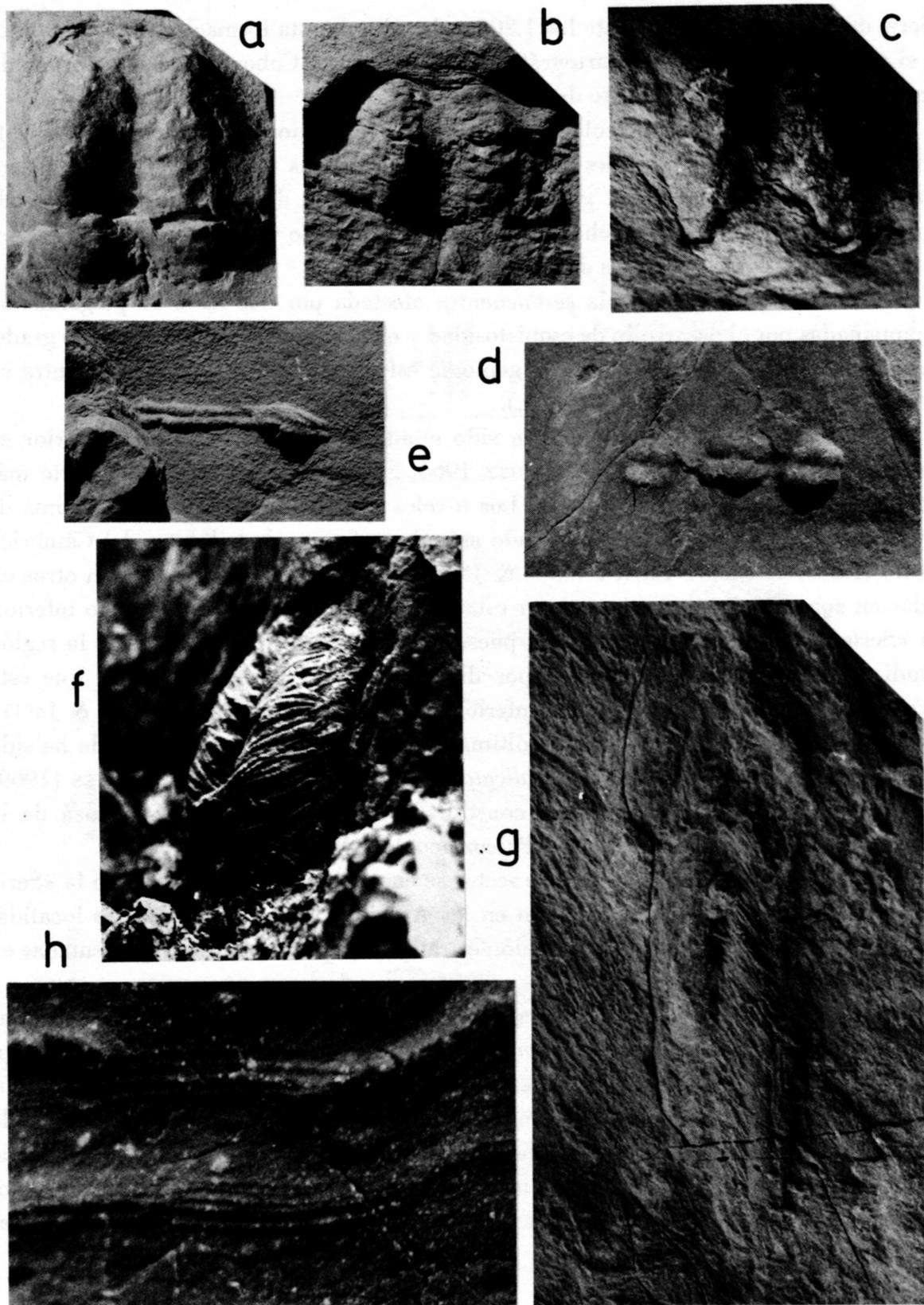


Fig. 2.—Icnofósiles de la «Serie de los Cabos». a, b, c y d, *Rusophycus* («Tipo A» de CRIMES 1970b); playa de Oleiro. e, *Rusophycus* al final de la pista de reptación; Punta de El Castrillón (todos a tamaño natural). f, g, *Cruziana semiplicata* SALTER; Playa de La Travesada y Punta de El Castrillón respectivamente ($\times 0,5$). h, «scratch marks» de trilobites; Playa de Oleiro (tamaño natural).

serían las huellas correspondientes a posiciones de reposo, excavación y desplazamiento (CRIMES 1970 a, b). Otros icnofósiles sin categoría de género, tales como «scratch marks» (fig. 2h) y «meandering furrows», debidos ambos a la actividad de trilobites, han sido también localizados en esta formación.

La icnofauna perteneciente a las Areniscas de La Herrería se encuentra bastante más dispersa; dentro de esta formación se han localizado: *Rusophycus*, *Planolites*, *Astropholiton* (fig. 3c), *Bergaueria* y *Taphrhelminthopsis* (fig. 3 a, b). Es también muy frecuente en esta formación la presencia de «burrows» horizontales.

Como es sabido las pistas fósiles no se encuentran combinadas al azar sino que se agrupan en comunidades estrechamente controladas por la profundidad del medio (SEILACHER 1964, 1967; CRIMES 1970 b). De acuerdo con estos autores, estas comunidades en orden de profundidad creciente son: *Glossifungites* (zona litoral), *Skolithos* (zona litoral), *Cruziana* (desde la zona litoral a la base de las olas), *Zoophycos* (desde la base de las olas a la zona de depósito de turbiditas) y *Nereites* (zona de turbiditas).

Todos los icnofósiles encontrados en la «Serie de Los Cabos» se agrupan dentro de las comunidades de *Skolithos* y *Cruziana*. Así en la primera se situarían *Monomor-*

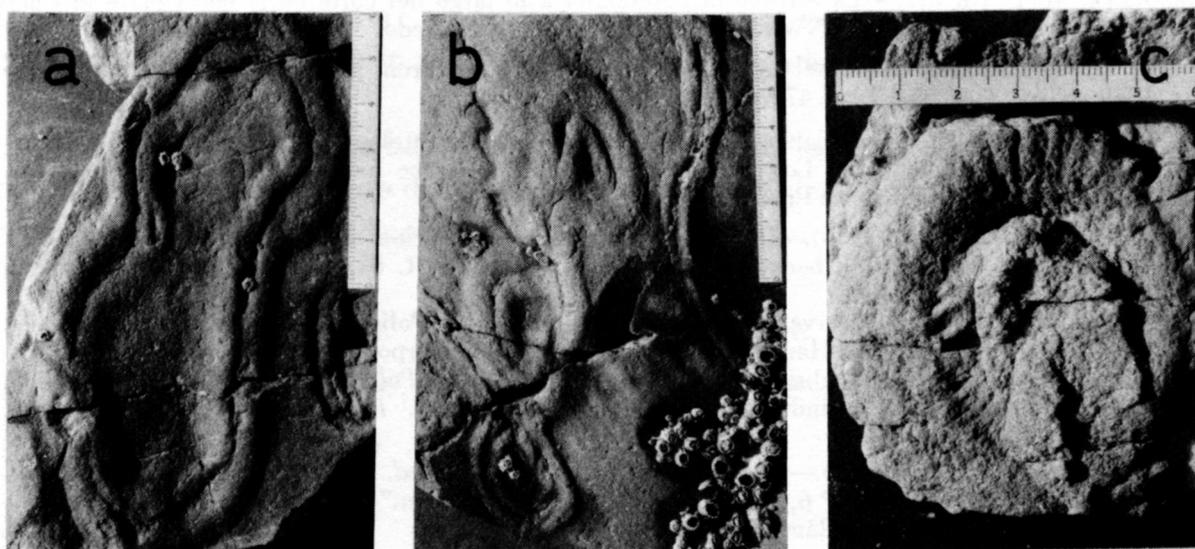


Fig. 3.—Icnofósiles de las Areniscas de La Herrería. a, b, *Taphrhelminthopsis*, Punta del Cerrón. c, *Astropholiton*, Punta de Cerro Sancho. Ambas localidades en el acantilado de la costa entre Cudillero y Artedo.

phychnus, *Diplichnites*, *Rusophycus*, *Cruziana* y *Teichichnus* y en la segunda principalmente *Skolithos* y *Planolites*.

La presencia de estas dos comunidades en esta formación, indica para ella un depósito en un medio somero, lo cual está de acuerdo con su litología.

Por lo que respecta a la icnofauna localizada en las Areniscas de La Herrería, la presencia de *Rusophycus*, *Bergaueria* y *Planolites* permiten suponer, como para la formación anterior, un depósito en condiciones de aguas poco profundas. Existe sin

embargo una contradicción en la batimetría debido a la presencia de *Taphrhelminthopsis*. El género *Taphrhelminthopsis* ha sido citado frecuentemente en sedimentos de aguas profundas con facies turbidíticas (SEILACHER 1955, 1958; KSIAŻKIEWICZ 1970). De acuerdo con SEILACHER (1964, 1967) y CRIMES (1970 b) este icnofósil debe agruparse en la comunidad de los *Nereites* que corresponde, como ya se ha indicado, a la zona de las turbiditas. Sin embargo las características litológicas de la Formación La Herrería señaladas al principio sugieren una sedimentación en un medio somero. Según CRIMES (comunicación personal) no existen referencias a la presencia de *Taphrhelminthopsis* en terrenos tan antiguos como los que aquí se han reconocido; es por tanto admisible que el hábitat de este género haya podido variar en el transcurso del tiempo.

El hallazgo de estos icnofósiles ha permitido además establecer algunas precisiones en cuanto a la edad de las distintas formaciones; así el hallazgo de *Rusophycus* del «tipo A» de CRIMES (1970 b) y de *Cruziana semiplicata* SALTER permiten deducir que el límite Cámbrico medio Cámbrico superior se encuentra en niveles relativamente bajos de la «Serie de Los Cabos».

- ARBOLEYA, M. L. (in litt).—La estructura herciniana a lo largo del corte de la costa entre el Cabo Vidrias y Ballota (Asturias, NW España). *Brev. Geol. Ast.*, Oviedo.
- CRIMES, T. P. (1970a).—Tribolite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. *Geol. Jour.*, vol. 7, pp. 47-68, 7 fig., 9 lám., Liverpool.
- (1970b).—The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and palaeoecology with examples from Lower Palaeozoic strata. In Trace fossils. Edit. T. P. Crimes and J. C. Harper. The Seel House Press, Liverpool 1970, pp. 101.
- FÄRBER, A. & JARITZ, W. (1964).—Die geologie des Westasturischen Köstengebietes zwischen San Esteban de Pravia und Ribadeo (NW-Spanien). *Geol. Jb.*, t. 81, pp. 679-738, 3 fig., 4 lám., Hannover.
- KSIAŻKIEWICZ, M. (1970).—Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. In Trace fossils. Edit. T. P. Crimes and J. C. Harper. The Seel House Press, Liverpool. 1970, pp. 101.
- LOTZE, F. (1956).—Das Präkambrium Spaniens. *N. Jb. F. Geol. Paläont. Min.*, vol. 8, pp. 377-380, Stuttgart (trad. «El Precámbrico en España», *Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, n.º 60, pp. 227-239 Madrid, 1960).
- LOTZE, F. & SDZUY, R. (1961).—Das Kambrium Spaniens. *Akad. Wiss. Lit. Mainz Abh. Math. Naturw. Kl.*, Jahrg 1961, n.º 6, pp. 283-498, 48 fig., 12 tablas; n.º 7, pp. 499-594, 23 fig., 15 lám.; n.º 8, pp. 595-693, 30 fig., 19 lám., Weisbaden.
- MARCOS, A. (1973).—Las Series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España). *Trab. Geol.*, Facultad de Ciencias, Univ. Oviedo, n.º 6, 1 vol., 112 pp., 66 fig., 68 lám., Oviedo.
- SDZUY, K. (1971).—Acerca de la correlación del Cámbrico inferior de la Península Ibérica. *I Congr. Hispano-Luso-Americano de Geol. Econ.*, Sección 1 Geol., t. II, pp. 753-768, Madrid-Lisboa.
- SEILACHER, A. (1955).—Spuren und Fazies im Unterkambrium. In Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan) by O. H. Schindewolf and A. Seilacher. *Abh. Math. Naturw. Kl. Acad. Wiss. Mainz, Jahrg.*, pp. 373.
- (1958).—Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. *Eclog. geol. Helv.*, vol. 51, p. 1062.
- (1964).—Biogenic sedimentary structures. In Approaches to Paleocology, (Ed. J. Imbrie and N. D. Newell) Wiley New York, pp. 296.
- (1967).—Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.*, vol. 5, pp. 413-428.
- & CRIMES, T. P. (1969).—«European» Species of trilobite burrows in Eastern Newfoundland. In North Atlantic - Geology and Continental Drift, Memoir 12, *Am. Ass. Petrol. Geol.*, pp. 145-148, 1 fig., 1 lám.