

The formation of a quartzite or protoquartzite by pressure welding and pressure solution was probably more or less in situ, i.e. the quartzites were formed by rearrangement of existing materials, with little movement of the constituent grains. However, the source of a quartzite formed by the deposition of secondary silica was probably far removed from the point of precipitation on to the grains.

Study of thin sections has indicated that there is a relationship between the degree of pressure welding and a) the quantity and nature of cement, whether original or secondary, present in the sand at the time of metamorphism, and b) the type of the sand, i.e. the degree of sorting, range of grain size and nature of the grains. Pressure welding occurs to the greatest degree in the relatively pure, coarser grained sands with little cement, see Plate II, Figure 2; in a coarse grained sand, the number of contacts per unit of volume is very much less than in a fine grained sand; consequently, the pressure exerted on each contact will be greater. Where a sand is well cemented, the pressure between adjacent grains is buffered by the cement, see Plate II, Figure 1. Consequently, the degree of pressure welding increases with increase in grain size and cleanness and with a decrease in the amount of cement.

The effects of pressure metamorphism on subgraywackes and graywackes have little altered the original consolidated permeability and porosity. However, in those sands which retained considerable porosity and permeability, the welding effect tended to reduce these parameters to a minimum.

Different types of sand reacted variably to the welding effect. Well sorted, clean sands tend to be welded into quartzites. Sands composed of coarse rounded grains (these were mainly found in Zuron) tended to reach equilibrium with the welding pressures before they reached the dense quartzite stage, and considerable porosity and permeability may be retained when they are not plugged with secondary cement. Finer grained sands, and sands with very angular coarser grains, often were welded into tight quartzites. The Unare sands are typically poorly sorted and, in these, the finer grained parts (silt and subsilt and very fine grained sand) have been welded into a dense quartz mosaic, in which the larger grains, or composite grains when adjacent larger grains have been welded together, appear to float, e.g. Plate II, Figure 2.

Silts and fairly well sorted very fine grained sandstones have become welded into tight semiquartzites, and, in thin section, have the appearance of dense quartz mosaics. The presence of clay and carbonaceous material, in a similar manner to mineral cements, formed a fairly effective buffer to the welding forces, by flowing ground grains, and, incidentally, plugged pore space forming a very good permeability seal, Plate III, Figure 4.

ARTICULO

NOTAS SOBRE LA PRESENCIA DE TINTINIDOS

O CALPIONELAS EN VENEZUELA¹

por

Pedro Joaquín Bermúdez²

y

Domingo Rodríguez Gallardo²

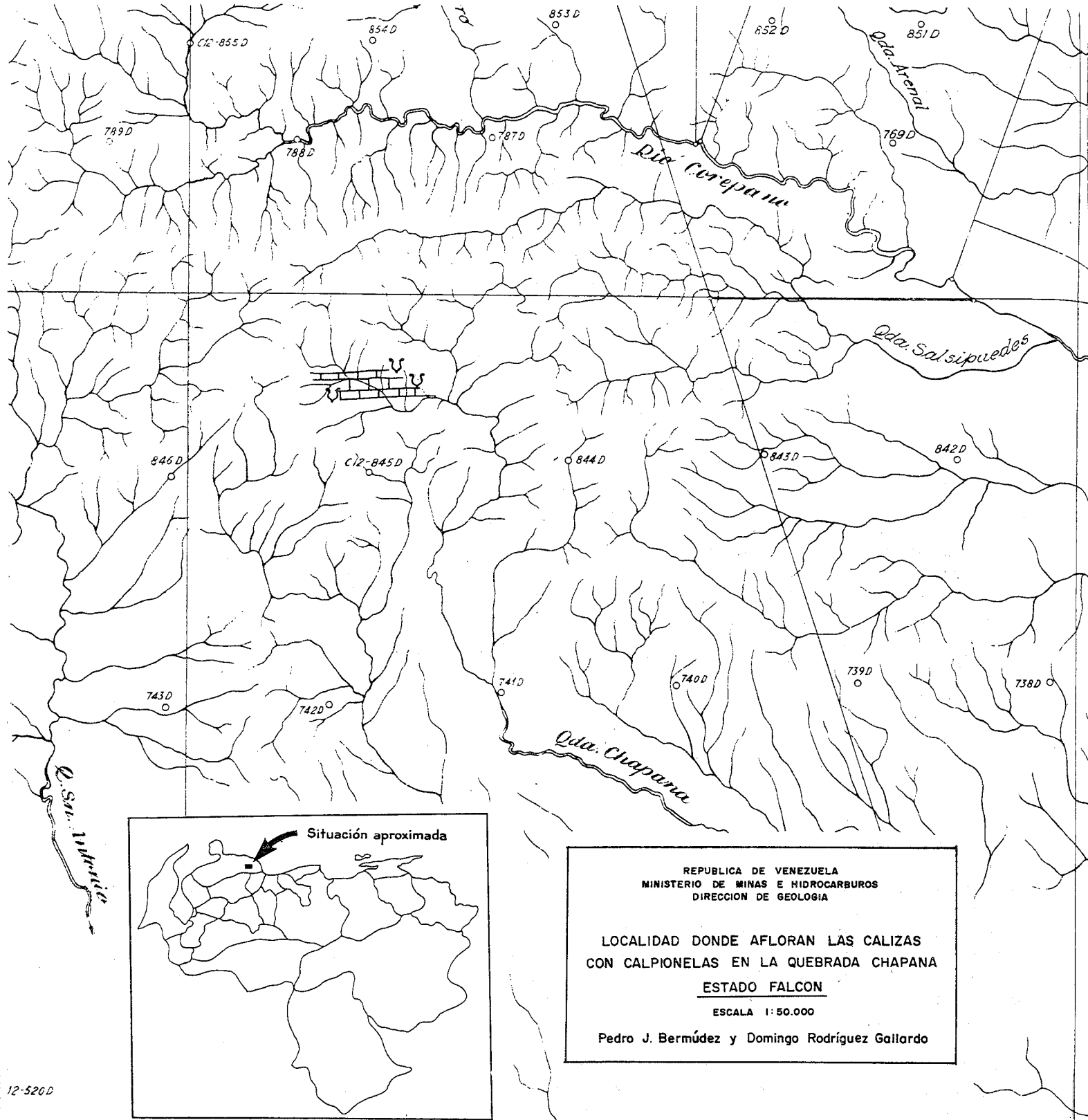
RESUMEN

Las presentes notas preliminares se han escrito con objeto de dar noticia del descubrimiento de Tintínidos o Calpionelas en calizas del Cretáceo inferior de la Quebrada Chapana, en el flanco sur del Cerro Misión, Estado Falcón, Venezuela. La presencia de estos microfósiles permite considerar estas calizas de una edad comprendida entre el Valanginiense y el Barreniense. Siendo las capas de caliza más antiguas del Cretáceo que se han podido identificar en Venezuela basadas en la presencia de microfósiles.

Mientras se hicieron los trabajos de campo en los Estados Yaracuy, Falcón y Lara, bajo la dirección del Dr. Alirio Bellizzia, fueron enviadas al laboratorio de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos una serie de muestras de calizas afaníticas, recogidas en la Quebrada Chapana y algunos afloramientos en el flanco sur de Cerro Misión, Estado Falcón. Al primer examen de las secciones delgadas transparentes de las calizas se notó la presencia de numerosos ejemplares bien preservados de Calpionelas. Estos microfósiles no habían sido previamente reportados de Suramérica, y esto nos ha movido a presentar estas notas preliminares a reserva de hacer un estudio más completo e indagar la presencia de ellas en otras regiones del país, así como buscar las relaciones bioestratigráficas de una manera adecuada. Las muestras estudiadas consisten de una caliza afanítica, litográfica, muy dura, densa, compacta, uniforme, de color grisáceo oscuro a marrón, presentándose como grandes bloques en un conglomerado de peñones en la base de la formación Casupal del Oligoceno-Mioceno. Estas calizas son semejantes a las calizas del Cretáceo inferior que afloran en la serranía de Yaritagua, incluidas por Bellizzia y Rodríguez en su grupo metamór-

¹ Presentado al Congreso "Centenario del Colegio de Ingenieros de Venezuela" el 23 de octubre de 1961, Caracas. Manuscrito recibido el 27 de noviembre de 1961.

² Paleontólogo, Dirección de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas.



REPUBLICA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
 DIRECCION DE GEOLOGIA

LOCALIDAD DONDE AFLORAN LAS CALIZAS
 CON CALPIONELAS EN LA QUEBRADA CHAPANA

ESTADO FALCON

ESCALA 1:50.000

Pedro J. Bermúdez y Domingo Rodríguez Gallardo

Fig. 1 Bermúdez y Rodríguez. Mapa de localización.

fico de San Felipe, equivalente al grupo Caracas. La presencia de estas calizas de edad comprendida entre el Valanginiense y el Barreniense colocaría la formación Yaritagua, base del grupo San Felipe, en el Jurásico o quizás más antiguo.

Los Tintínidos o Calpionelas son fósiles muy pequeños, con un tamaño aproximado de 0,075 mm. de largo y con un diámetro de 0,025 mm. Estos diminutos microfósiles son excelentes índices paleontológicos para determinar la edad de los sedimentos muy marinos del Jurásico superior (Titónico) y Cretáceo inferior (Valanginiense a Barreniense). Su naturaleza de organismos planctónicos les dá un gran valor para usarlos como índices paleontológicos en las correlaciones transcontinentales.

Los Tintínidos o Calpionelas fósiles fueron estudiados por primera vez por T. Lorenz (1902) al estudiar las calizas de Jurásico de Los Alpes, quien los dió a conocer con el nombre de Calpionella, y los relacionó con "embriones" del foraminífero Lagena, incluyéndolo en la familia Lagenidae (hoy Nodosariidae). Con posterioridad los investigadores Cadish, Colom, Deflandre y otros autores encontraron diferentes formas fósiles que guardan estrechas relaciones con Calpionella en España, Islas Baleares, Norte de Africa, Córcega, Los Alpes, Los Cárpatos, Crimea, Cáucaso y el Himalaya, siempre en calizas de textura fina, limitados del Jurásico superior al Cretáceo inferior. Recientemente estos organismos han sido reportados de sedimentos similares de Cuba (Bronnimann, 1953) y México (Bonet, 1956).

Colom y Thalmann simultáneamente, según Deflandre, sugirieron la identidad de estos organismos con los Tintínidos, familia actual de los Infusorios o Cilióforos, hipótesis que fué confirmada en 1936 por Deflandre. Generalmente han sido referidos al orden de los Oligotricos, aunque Thalmann en 1942 los refirió a los Heterotricos, pero últimamente Jones en 1956 los ha incluido definitivamente en los Spirotricos, los cuales se caracterizan por presentar cirros o estructuras formadas por varios cilios fusionados, dispuestos en una espiral que se mueve en sentido contrario a la marcha de las agujas del reloj. Los Tintínidos se caracterizan, además de su diminuto tamaño por la posesión de una estructura esquelética o lórica de forma acampanada, que en algunos géneros recientes posee un apéndice aboral o caudal. La naturaleza de los caparazones en las formas fósiles ha sido objeto de discusión; unos autores creen que pueden ser quitinosos, material éste que se reemplaza por calcita en el proceso de fosilización, otros creen que originalmente eran calcáreos pero que tenían la propiedad de aglutinar partículas exógenas con las cuales se reforzaban los caparazones. Hasta el presente los fósiles no han podido ser estudiados más que en secciones delgadas transparentes. Las especies vivientes de los Tintínidos son frecuentes en los sedimentos profundos del mar, siendo aparentemente formas netamente planctónicas. En las muestras se encuentran las lóricas, pero el cuerpo protoplasmático del animal es difícil de observar, puesto que tan pronto muere, desaparece la parte blanda.

El primer investigador que los estudió en estado viviente fué Daday (1887), quién publicó una extensa monografía del grupo, describiendo el aspecto del protozooario vivo, la manera como se adhiere a la lórica, la estructura de la membrana, a la que atribuyó importancia genérica y el número de núcleos en una serie de especies diferentes, además describió varios géneros y especies. Laackmann en 1906, estudió los cambios nucleares durante el proceso de reproducción. Entz Jr., en 1909 publicó un importante trabajo histológico sobre secciones de lóricas de estos organismos y Fauret-Fremiet, en 1924, hizo un interesante estudio del grupo detallando la organización de vida, e indicando detalles nuevos y significantes en cuanto a su estructura. Kofoi y Campbell en 1929 publicaron un estudio de conjunto de los Tintínidos vivientes.

Los Tintínidos fósiles han sido estudiados por varios autores. G. Colom, de las Islas Baleares, estableció el criterio que son organismos abundantes, especialmente, en



Fig. 2 Bermúdez y Rodríguez. Diferentes especies de Tintínidos presentes en la caliza de la Quebrada Chapana. Tamaño original de las formas de 75 a 100 micras aproximadamente. Copiados del natural por María Carrillo.

en las rocas calcáreas muy puras del Jurásico superior y Cretáceo inferior y anotó el hecho curioso de que en diferentes muestras de esas edades que tienen ricas faunas de Dinoflagelados y Peridínidos no han sido aún observado Tintínidos. Los estudios más importantes de Colom son sobre la distribución estratigráfica, geográfica y ecológica de estos organismos y fueron publicados en los años 1948 y 1955. El llegó a la conclusión de que estos organismos aparecieron en sedimentos de aguas profundas del Titónico (Jurásico superior) y el grupo persistió hasta el Neocomiense (Hauteriviense inclusive). Estudios recientes indican que tienen una distribución muy extensa en los sedimentos planctónicos finos de la Tethys, desde la región de Tampico en México y en Cuba hasta Iraq (véase Colom, 1955). En los niveles del Titónico superior predominan dos especies de forma ovoide o subsférica; *Calpionella alpina* Lorenz y *C. elliptica* Cadish. Las formas del Cretáceo inferior son de tamaño algo mayor y la fauna va variando sucesivamente con especies diferentes en los distintos niveles, pero casi siempre predominan *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu y Filipescu), especie que persiste hasta el Barremiense.

Tintínidos fósiles no han sido identificados en otros niveles fuera del Jurásico superior o Cretáceo inferior, con la excepción de *Codonella cratera* (Leidy) Vorce, que según Deflandre ha sido observada en sedimentos fósiles del Cuaternario.

Colom (1948) agrupó los Tintínidos fósiles en 10 géneros e indicó la distribución estratigráfica de una serie de especies. Campbell (1954) publicó un compendio de los Tintínidos en el "Tratado de Paleontología de los Invertebrados", que se publica bajo los auspicios de la Geological Society of America, pero muy poca investigación original ha reportado a los trabajos originales de Colom, Deflandre y otros.

A nuestro entender las calizas expuestas en la quebrada Chapana del Estado Yaracuy se pueden correlacionar estrechamente con la zona bioestratigráfica de *Tintinnopsella carpathica* del Neocomiense (Valanginiense-Barrimiense) de Cuba y México, ya que la misma especie dominante, es la forma mencionada arriba y caracteriza ese horizonte.

REFERENCIAS

BONET, F. (1956): Zonificación de las Calizas Cretácicas del Este de México; Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., vol. 8, pp. 389-488, lám. 1-31, figs. text. 1-4.

BRONNIMANN, P. (1953): On the occurrence of Calpionellids in Cuba; Compte Rendu, Soc. Pal. Suisse, Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 46, pp. 263-268.

BUSHMAN, J.R. (1958): Geology of the Barquisimeto Area, Venezuela. Thesis, Princeton University.

CADISH, J. (1932): Ein Beitrag zum Calpionellen-Problem. Geol. Rundschau, vol. 23, pp. 241-257.

CAMPBELL, A.S. (1954): *Tintinnina* en: R.C. Moore edit. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part I, Protista 3, pp. D166-180, figs. 88-92.

COLOM, G. (1928): Calizas con "embriones de Lagenas" del Cretáceo inferior de Mallorca. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., vol. 28, pp. 393-403, 2 láminas.

- COLOM, G. (1934): Estudios sobre las Calpionelas. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., vol. 34, No. 7, pp. 379-388, 2 láminas.
- _____ (1939): Tintinnidos fósiles (Infusorios Oligotricos). As. Española Progr. Ciencias (Congreso de San Sebastián), vol. 4 (4), pp. 815-825, 3 láminas.
- _____ (1948): Fossil Tintinnids: Loricated Infusoria of the order of Oligotricha. Jour. Pal., vol. 22, No. 2, pp. 233-263, 14 pls. y 3 figs. text.
- _____ (1955): Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the western Mediterranean zone and the Atlantic area. Micropaleontology N.J., vol. 1, No. 2, pp. 107-124, pls. 1-5, figs. text. 4.
- DADAY, E. (1887): Monographie der Familie der Tintinnodeen. Mitt. Zool. Station Neapel, vol. 7, pp. 473-591, lám. 18-21.
- DEFLANDRE, G. (1936): Tintinnoidiens et Calpionelles. Comparaison entre les Tintinnoidiens, Infusoires loriqués pélagiques des mers actuelles, et les Calpionelles, microfossiles de l'époque secondaire. Bull. Soc. Franç. Microsc., vol. 5, pp. 112-122, 42 figs.
- _____ (1952): Embranchement des Ciliés, en: Piveteau J., Traité de Paléont. 1, pp. 317-321, figs. text. 1-29.
- ENTZ, Jr. (1909): Studien über Organisation und Biologie der Tintinnideen. Arch. Protistenk 15, taf 8-21, 2 Abb. 3, 93-226.
- FAURE-FREMIET, E. (1924): Contribution á la connaissance des Infusoires planktoniques. Suppl. 6, Bull. Biolog. France-Belgique.
- JONES, D. (1956): Introduction to Microfossils. Harper & Brothers Publ. N.J., pp. 52-55, il.
- KOFOID, C.A. y CAMPBELL, A.S. (1929): A conspectus of the marine and freshwater Ciliata belonging to the suborder Tintinnoinea, with description of a new species principally from the Agassiz Expedition to the eastern tropical Pacific 1904-5. Univ. California Publ., Zool., vol. 34, 403 pp., 697 figs.
- LAACKMANN, H. (1906): Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung Tintinnen. Wiss. Meeresuntersuch. N.F. Abt. 10, Kiel, pp. 15-34, lám. 1-3.
- LEVNSON, S.A. y ZINGULA, R.P. (1959): Stratigraphically useful microfossils. Tintinnidens-Calcisphaerulids-Nannoconids, Humble Oil & Refining Company, 13 pp., 8 figs. text. (Inédito).
- LORENZ, T. (1902): Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und Ostalpiner Facies, II Der südliche Rhätikon. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., vol. 12, pp. 35-95.
- MURGEANU, G. et FILIPESCU, M. (1933): Calpionella carpathica, n. sp. dans les Carpathes roumaines. Notations Biolog. vol. 1 (2), pp. 63-64.
- POKORNY, V. (1958): Tintinnina. Grundzüge der zoologischen Micropaläontologie, I, pp. 430-441, il.

- RIVERO, F. Ch. de y Bermúdez, P.J. (1961): Los Tintínidos, en: Micropaleontología General. Editorial Gea, Barcelona, España.
- SEIGLIE, G.A. (1959): Distribución estratigráfica de las especies de Tintinnidea. Tabla de la Comisión de Fomento Nacional (La Habana, Cuba), Depart. de Geología y Minería (inédito).
- THALMANN, H.E. (1942): Stratigraphic importance of the Tintinnidae (Ciliata Heterotricha). Proc. Geol. Soc. Amer., pp. 1837-1838.
- ZORRILLA, M.A. y FURAZOLA, G. (1961): Estudio sistemático preliminar de los géneros y especies fósiles del suborden Tintinnina (Protozoa Ciliophora, con una tabla de correlación de dicho grupo). Instit. Cubano de Petróleo, 22 pp., il. (inédito).