

Trabajo 19

ESTRATIGRAFIA, SEDIMENTOLOGIA Y CORRELACION DE LOS DEPOSITOS SILURICOS DE PACHACO, PRECORDILLERA CENTRAL SANJUANINA.

Silvio H. Peralta (1) y Laura I. León (2)

Estantería Congresos

UBICACION

(1) CONICET-U.N. San Juan, (2) U.N. San Juan.

ABSTRACT. Stratigraphical and sedimentological features of the Silurian deposits from Pachaco area (Central Precordillera of San Juan Province), classically correlated with the Tambolar Formation, has been analyzed. Two members are recognized: The first one made up of green mudstones, which include a conspicuous conglomeratic level with chert pebbles at the base, overlaying, with erosional contact, the limestones of the San Juan Formation (Early Ordovician). The second one, made up of reddish brown mudstones and sandy mudstones including sporadically storm sand and shelly beds. In both members the mudstones show intense bioturbation of *Zoophycos* incnofacies, which rework the fine-grained sediment destroying the stratification. The interbedded sandstones with bioturbated mudstones, commonly have a sharp base with an average 20-30 cm in thickness. The top of the beds may grade up into mudstones, or more commonly, the upper contact is disrupted by bioturbation. The sedimentological and biological evidence suggest deposition below the storm wave base, in a distal storm-dominated platform. From a lithostratigraphical view point, the Silurian deposits from Pachaco locality, show disagreement respect to the Tambolar Formation in its type section. Because of this reason we propose to call it informally "Pachaco Facies" of the Tambolar Formation.

INTRODUCCION

Clásicamente los depósitos silúricos del área del río San Juan, en la Precordillera Central sanjuanina, se han reconocido con el nombre de Formación Tambolar, instituido por Heim (1952), cuya localidad tipo se ubica en la sección del Portezuelo de El Tambolar. Esta denominación es extendida a los depósitos homólogos del área de Pachaco (Beresi, 1980) al oeste de la localidad tipo. En el ámbito de la Precordillera Central, los depósitos de la Formación Tambolar y sus equivalentes en el sector norte precordillerano, áreas de Jáchal y Talacasto, representados por el Grupo Tucunuco, yacen en discordancia erosiva sobre calizas de la Formación San Juan del Ordovícico Temprano, o bien sobre depósitos marino clásticos más modernos del Ordovícico Medio o Tardío. En su techo se relacionan, en paraconcordancia, con los depósitos de la Formación Talacasto del Devónico Temprano.

Aceñolaza y Peralta (1991), en base al análisis del contenido icnológico de la Formación Tambolar en su localidad tipo y en el área del río Sasito, reconocen un ambiente de plataforma con desarrollo de la Icnofacies de *Cruziana*. Peralta y Carter (1990) analizan los depósitos de la Formación Tambolar en su localidad tipo, desde el punto de vista de sus estructuras

físicas y biológicas, concluyendo que las mismas indican facies de plataforma dominada por tormentas.

El objeto de este trabajo es analizar, desde el punto de vista litoestratigráfico, sedimentológico e icnológico, las sedimentitas silúricas del área de Pachaco, con el objeto de establecer su posición paleogeográfica respecto de las secciones ya estudiadas en el perfil del río San Juan, como así también discutir el valor de sus correlaciones.

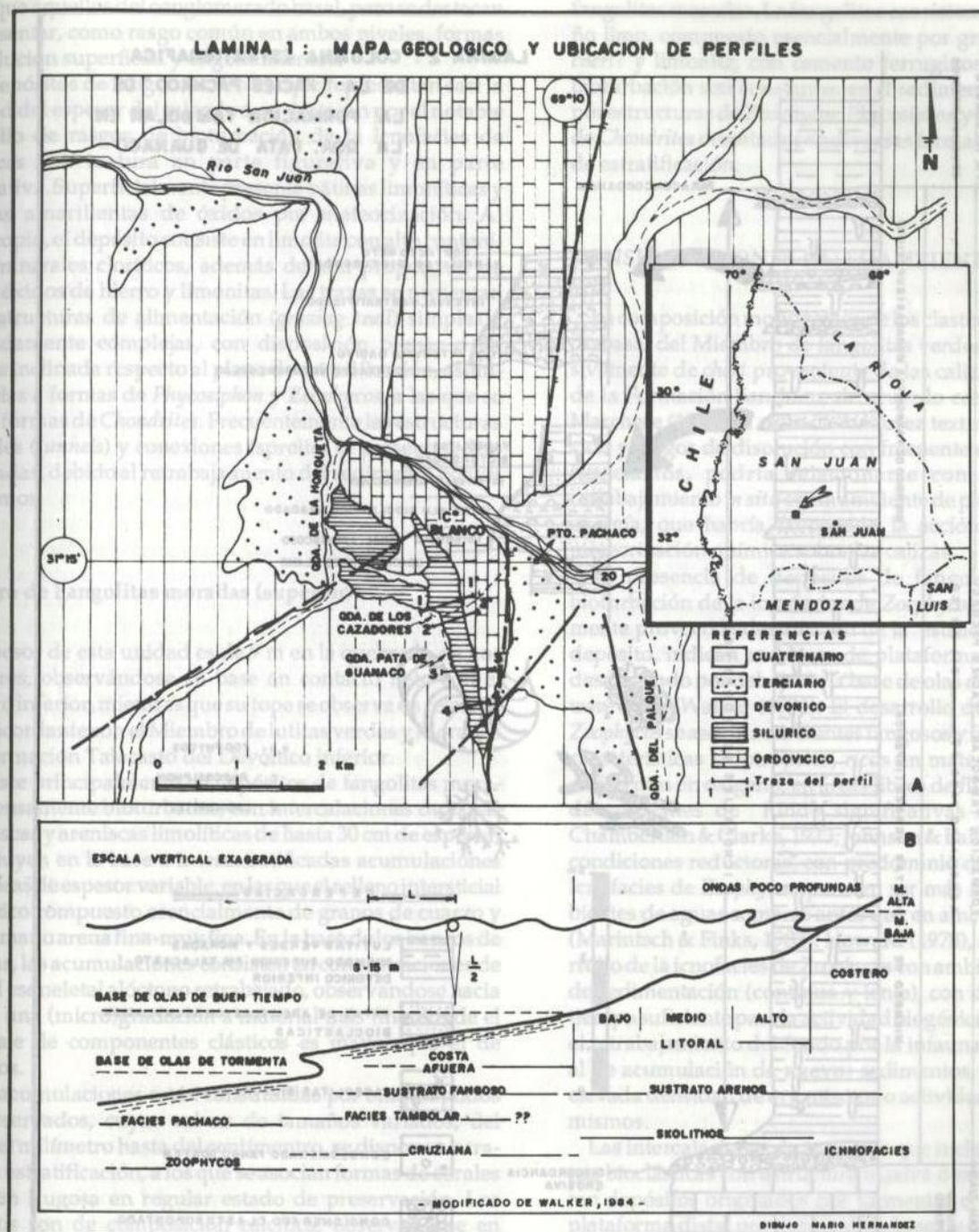
Desde el punto de vista estructural, la zona de estudio se enmarca dentro del estilo de la Precordillera Central sanjuanina (*sensu* Baldi y Chebli, 1969), caracterizada por bloques de sobrecorrimento de rumbo meridiano con vergencia hacia el este, que conforman estructuras anticlinales limitadas por fallas de tipo inverso en su flanco oriental, cuyo núcleo, por lo general, lo constituyen calizas de la Formación San Juan, con desarrollo normal de la sucesión clástica eopaleozoica sobre el flanco oeste de las aludidas estructuras.

ESTRATIGRAFIA

La sucesión silúrica estudiada en el área de Pachaco, corresponde a las secciones ubicadas sobre el flanco occidental del cerro Blanco de Pachaco, sobre la margen sur del río San Juan, entre las quebradas del Palque y de la Horqueta (véase lámina 1A). En esta comarca, los depósitos silúricos alcanzan, en promedio, 23 m de espesor; presentan su base en discordancia erosiva sobre calizas eo-ordovícicas de la Formación San Juan, y su techo, a diferencia de lo que ocurre en las restantes secciones del río San Juan, en relación paraconcordante con el Miembro de Lutitas Verdes y Moradas (superior) de la Formación Talacasto, que incluye intercalaciones de lentes areniscosas fosilíferas. A este respecto, cabe destacar que la clásica sección fosilífera de esta última formación no ha sido reconocida en el área de estudio, descartándose este hecho a causas tectónicas, ya que el contacto entre ambas unidades es de características normales (sedimentario).

Se han analizado las secciones de las quebradas de Los Cazadores y Pata de Guanaco (véase lámina 1A), descartándose aquella de la quebrada del Guanaco Muerto debido al tectonismo que allí afecta los depósitos silúricos. Las observaciones de campo han permitido reconocer en la sucesión estudiada, en base a sus caracteres líticos y de coloración, dos unidades con jerarquía de Miembros a saber: Miembro de

LAMINA 1: MAPA GEOLOGICO Y UBICACION DE PERFILES



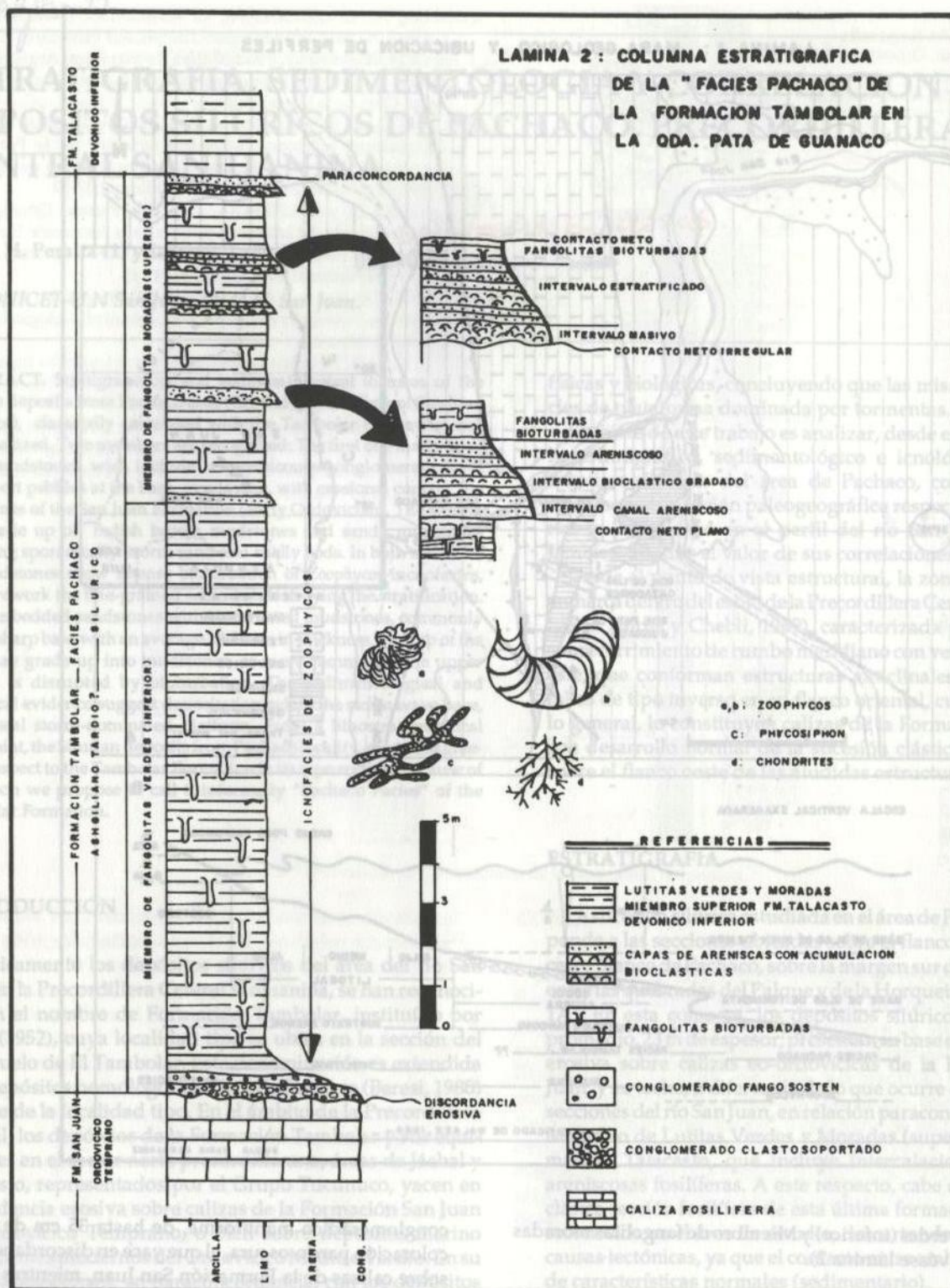
fangolitas verdes (inferior) y Miembro de fangolitas moradas (superior) (véase lámina 2).

Miembro de Fangolitas Verdes (inferior).

En la quebrada de Los Cazadores, esta unidad mide aproximadamente 14 m de espesor, el que por causas tectónicas disminuye hacia el sur, en la quebrada Pata de Guanaco, donde alcanza sólo 5 m. En su base se inicia con un nivel

conglomerádico mantiforme, de hasta 35 cm de espesor y coloración pardo-oscuro, el que yace en discordancia erosiva sobre calizas de la Formación San Juan, mientras que en su techo grada a depósitos fango-sostén o de fangolitas guijarrosas (*pebbly mudstones*), que transicionalmente pasan a fangolitas bioturbadas de coloración verdosa que constituyen la casi totalidad de este miembro, cuyo límite superior es neto respecto a la base del miembro suprayacente.

En la fábrica del conglomerado basal participan exclusivamente clastos de *chert*, texturalmente maduros, cuyo tamaño varía entre 0,5 a 14 cm predominando los tamaños entre 5 y



9 cm (guijarro) de acuerdo con la clasificación de Wentworth (1922). La mátrix es escasa (menos del 10%) tamaño arena mediana a gruesa, incluyendo en su composición principalmente granos de *chert*, en menor proporción de cuarzo y subordinadamente de limolita, mientras que el cemento es

calcáreo.

En el nivel de fangolitas guijarrosas, también predominan clastos de *chert* texturalmente maduros, con participación subordinada de clastos de caliza y fangolita en los tamaños menores (guija). En promedio el tamaño de los clastos es

menor que aquellos del conglomerado basal, pero se destacan por presentar, como rasgo común en ambos niveles, formas de disolución superficial y engolfamientos.

Los depósitos de fangolitas verdes, que representan casi la totalidad del espesor del miembro, se destacan por el notable desarrollo de rasgos de bioturbación de la Icnofacies de *Zoophycos* con textura en parte figurativa y en parte deformativa. Superficialmente presenta pátinas limoníticas y manchas amarillentas de óxidos por meteorización. Al microscopio, el depósito consiste en limolita con alto contenido en minerales cloríticos, además de alta proporción de cuarzo, óxidos de hierro y limonitas. Las trazas se presentan como estructuras de alimentación (*grazing trail*) simples a moderadamente complejas, con disposición planar o levemente inclinada respecto al plano de estratificación, asimilándose a formas de *Phycosiphon* y *Zoophycos*, a las que se asocian formas de *Chondrites*. Frecuentemente las estructuras en túneles (*tunnels*) y conexiones (*spreite*) se presentan membradas, debido al retrabajamiento del sedimento por los organismos.

Miembro de Fangolitas moradas (superior).

El espesor de esta unidad es de 9 m en la quebrada de Los Cazadores, observándose su base en contacto neto con el Miembro inferior, mientras que su tope se observa en relación paraconcordante con el Miembro de lutitas verdes y Moradas de la Formación Talacasto del Devónico inferior.

Consiste principalmente en depósitos de fangolitas moradas, intensamente bioturbadas, con intercalaciones de capas de areniscas y areniscas limolíticas de hasta 30 cm de espesor, que incluyen en la base o interestratificadas acumulaciones bioclásticas de espesor variable, en las que el relleno intersticial es detrítico compuesto esencialmente de granos de cuarzo y chert, tamaño arena fina-muy fina. En la base de los bancos de areniscas, las acumulaciones consisten en concentraciones de material esquelético alóctono retrabajado, observándose hacia el techo una (micro)gradación a material más fino donde el porcentaje de componentes clásticos es mayor que el de bioclastos.

Estas acumulaciones están constituidas por braquiópodos mal preservados, cuyas valvas de tamaños variados, del orden del milímetro hasta del centímetro, se disponen paralelas a la estratificación, a los que se asocian formas de corales del orden Rugosa en regular estado de preservación. Los bioclastos son de composición calcítica, observándose en algunos casos silicificación y frecuente reacción en los bordes de las valvas. Entre los braquiópodos se reconocen formas de *Australina jachalensis* Clarke, *Castellaroina fascifer* (Kayser) y *Chonetes* sp.

En la composición de las areniscas participan esencialmente granos de chert y cuarzo, tamaño arena fina-muy fina, texturalmente inmaduros, subordinadamente se observan granos de pelita y de oolitas ferríferas fragmentadas, y escasa pirita, mientras que el cemento es ferruginoso (limonítico), con parches de calcita en partes. En general presentan estratificación paralela lateralmente continua, con base irregular neta a levemente erosiva y pasaje gradacional a las

fangolitas moradas. La fangolitas consisten de material tamaño limo, compuesto esencialmente por granos de cuarzo y chert? y limonita, con cemento ferruginoso. Los rasgos de bioturbación son constantes en el sedimento, representados por estructuras de *Zoophycos*, *Phycosiphon* y frecuentes túneles de *Chondrites* orientados en diversas formas respecto al plano de estratificación.

CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES

La composición monogénica de los clastos del conglomerado basal del Miembro de fangolitas verdes (inferior), exclusivamente de chert proveniente de las calizas eo-ordovícicas de la Formación San Juan, de acuerdo con lo señalado por Marchese (1972), la elevada madurez textural, regular selección y rasgos de disolución con frecuente engolfamiento en los clastos, podría relacionarse con un prolongado retrabajamiento *in situ* en un ambiente de plataforma con baja energía, que habría favorecido la acción de procesos de meteorización química sobre las calizas.

La presencia de depósitos de fangolitas con intensa bioturbación de la icnofacies de *Zoophycos*, la que probablemente provocó la destrucción de la estructura primaria del depósito, indican ambiente de plataforma de baja energía, desarrollado por debajo de la base de olas de tormenta (*storm wave base*) (Walker (1984). El desarrollo de la Icnofacies de *Zoophycos* se asocia a ambientes fangosos y fango-arenosos de características tixiotrópicas, ricos en materia orgánica pero deficientes en oxígeno, en áreas libres de flujos turbidíticos o de corrientes de fondo significativas (Seilacher, 1964; Chamberlain & Clarke, 1973; Johnson & Baldwin, 1986). Tales condiciones reductoras, con predominio de elementos de la Icnofacies de *Zoophycos*, parecen ser más favorables en ambientes de aguas someras antes que en ambientes profundos (Marintsch & Finks, 1982). Howard (1978), relaciona el desarrollo de la icnofacies de *Zoophycos* con ambientes de baja tasa de sedimentación (continua y lenta), con disponibilidad de tiempo suficiente para la actividad biogénica, de modo tal que el retrabajamiento del fondo por la infauna es muy superior al de acumulación de nuevos sedimentos, y no tanto a una elevada densidad de organismos o actividad inusitada de los mismos.

Las intercalaciones de areniscas que incluyen acumulaciones bioclásticas con estructura masiva o estratificada, sugieren depósitos originados por tormentas en un ambiente de plataforma distal por debajo de la base de olas de tormentas, donde las arenas solo pudieron ser transportadas por corrientes de densidad generadas por tormentas (Aigner & Reineck, 1982; Walker, 1984). Estas areniscas presentan, en general, base neta erosiva y tope gradacional a las fangolitas, no reconociéndose en ellas estructuras tipo *hummocky* (HCS) *sensu* Harms *et al.* (1975), quienes señalan que éstas se forman por oleaje de tormentas relativamente grandes, que actúan por debajo de la base de olas de buen tiempo (*fairweather wave base*) (véase lámina 1B).

La estratificación en domo (*hummocky cross stratification*) es frecuente en los niveles de areniscas de la Formación Tambolar, tanto en su localidad tipo, donde han sido descriptas por

Peralta y Carter (1990), como en la sección del río Sasito, y en los depósitos de la Formación La Chilca, hacia el sector norte precordillerano (Peralta, 1990). Su ausencia en los niveles areniscos del Silúrico de Pachaco, indicaría que estos se han originado en una posición de plataforma distal, próximos a la base de olas de tormenta (storm wave base) en concordancia con el ambiente y profundidad señalado por la Icnofacies de *Zoophycos* (véase lámina 1B).

CORRELACIONES

Una característica común para los depósitos silúricos de la Precordillera Central sanjuanina, lo es la presencia en la base de la sucesión de un conspicuo conglomerado con clastos de *chert*, el que yace en discordancia erosiva sobre distintos niveles del Ordovícico, como ocurre con la base del Grupo Tucunuco, o bien sólo sobre calizas de la Formación San Juan como ocurre con la Formación Tambolar en el área del río San Juan. En el área de Talacasto Cuerda *et al.* (1988) señalan para este conglomerado una edad ashgilliana tardía, sobre la base de su ubicación por debajo de niveles con graptolitos de la Zona de *Glyptograptus persculptus*. Sin embargo, la falta de registro de formas diagnósticas inmediatamente por encima del mencionado conglomerado en el área del río San Juan, impide una estricta correlación con el de Talacasto. Cabe destacar que Marchese (1972) ya señala la posibilidad de una edad ordovícica tardía a silúrica temprana para el aludido conglomerado, en base a su análisis litoestratigráfico.

En primer término, se analizarán las correlaciones de los depósitos silúricos de Pachaco con sus homólogos del río San Juan, clásicamente reconocidos con la denominación de Formación Tambolar (Heim, 1952), para luego hacerlo con sus equivalentes del Grupo Tucunuco, Formaciones La Chilca y Los Espejos, denominación esta instituida por Cuerda (1969) para dichos depósitos en el área de los ríos Jáchal y Talacasto.

Desde el punto de vista lito-estratigráfico, el nivel psefítico basal del Silúrico de Pachaco, puede correlacionarse con las secciones 1 y 2, de conglomerado clasto-soportado y fangolitas guijarrosas respectivamente, descritas por Peralta y Carter (1990) en la localidad tipo, mientras que los depósitos de fangolitas verdes bioturbadas del Miembro inferior de Pachaco, pueden correlacionarse con la sección 3 y posiblemente la 4 de los citados autores. El Miembro de fangolitas verdes y moradas (superior) de Pachaco, se correlacionaría con las secciones 5 a 9 de estos autores, destacándose como elementos notables comunes a estas unidades, la presencia de acumulaciones bioclásticas asociadas a capas de tormentas, las que incluyen formas de la clásica fauna silúrica precordillerana. Esta misma correlación es válida para los depósitos silúricos del río Sasito, de acuerdo al registro de Aceñolaza y Peralta (1991).

Fuera del ámbito del río San Juan, en las áreas de Talacasto y Jáchal, en el sector norte precordillerano, la correlación con los depósitos de las Formaciones La Chilca (Ashgilliano tardío-Llando-veriano) y Los Espejos (Ludlowiano) del Grupo Tucunuco, ofrece inconvenientes debido a la falta de registro bioestratigráfico diagnóstico, especialmente en el tramo inferior (Miembro de fangolitas verdes o inferior) de la

sucesión silúrica de Pachaco. Por otra parte, el Miembro de fangolitas moradas o superior, que incluye capas de tormentas con acumulaciones bioclásticas en las que se reconocen formas de la clásica fauna silúrica precordillerana, puede correlacionarse, en sentido amplio, con los depósitos de la Formación Los Espejos, por lo que de un modo especulativo, el Miembro de fangolitas verdes podría correlacionarse con la Formación La Chilca. Sin embargo, como bien se sostiene hasta el presente, la correlación entre las Formaciones del Grupo Tucunuco y la Formación Tambolar sigue siendo un problema pendiente de resolución, esencialmente por la falta de registro bioestratigráfico diagnóstico en esta última.

Desde el punto de vista litoestratigráfico, los depósitos silúricos de Pachaco muestran, en virtud de su composición predominantemente pelítica, marcadas diferencias respecto a aquellos de la Formación Tambolar en particular en su localidad tipo (Heim, 1952; Peralta y Carter, 1990) y restantes secciones hacia el este, en las quebradas de los ríos Saso y Sasito (Castro Lujan, 1988; Aceñolaza y Peralta, 1991), donde se observa una significativa participación psamítica, especialmente en el tramo superior. Este notable cambio en la composición litoestratigráfica de la sucesión silúrica de Pachaco, es tal que a llevado a los autores presentes a reconocerla con la denominación de Facies Pachaco de la Formación Tambolar, con el objeto de mantener la designación formal de Heim (1952).

Sin lugar a dudas que las características icnofaciales y sedimentológicas indican para las facies Pachaco de la Formación Tambolar, una posición relativa distal respecto a sus equivalentes del río San Juan y Grupo Tucunuco. En la Formación Tambolar, el reconocimiento de estructuras físicas y biológicas por parte de Peralta y Carter (1990) y de una asociación de trazas fósiles asimilable a la Icnofacies de *Skolithos-Cruziana* (Aceñolaza y Peralta, 1991) apoyan este modelo. Estudios de paleocorrientes no han sido posible de realizar en los depósitos silúricos de Pachaco, debido a que no se han observado estructuras sedimentarias que lo permitan.

CONCLUSIONES

Los estudios realizados en los depósitos silúricos *sensu lato* de Pachaco, permiten destacar las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista litoestratigráfico, presentan marcadas diferencias respecto a la sección tipo de la Formación Tambolar y restantes secciones del río San Juan en la Precordillera Central, razón por la cual se propone reconocerlos con la denominación de Facies Pachaco de la Formación Tambolar, hasta que nuevos estudios permitan establecer fehacientemente si corresponde o no instituir una nueva unidad formacional.

- Los depósitos silúricos *sensu lato* de Pachaco muestran un reducido espesor (23 m) en relación a sus homólogos de las restantes secciones del río San Juan (80-100 m), Talacasto (300 m) y Jáchal (350-450 m).

- Los atributos sedimentológicos, litológicos y paleobiológicos, permiten inferir que las Facies Pachaco de la Formación Tambolar, corresponden a una posición relativa de plataforma distal, respecto a sus equivalentes de la Formación

Tambolar y Grupo Tucunuco.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACEÑOLAZA, G. F. y S. H. PERALTA, 1991. Trazas fósiles de la Formación Tambolar, Silúrico de la Precordillera Central sanjuanina, Argentina. *Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, 12(1): 125-127.
- AIGNER, T. & H. E. REINECK, 1982. Shallow silicoclastic seas. En: Reading, H.G. (Ed.) *Sedimentary environments and facies*, Blackwell Scientific Publications, pp. 229-282.
- BALDIS, B. A. y G. A. CHEBLI, 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. IV Jornadas Geológicas Argentinas Actas I: 47-65, Buenos Aires.
- BERESI, M. S., 1980. El Paleozoico inferior en tramo medio del río San Juan (Pachaco), Provincia de San Juan. *Asociación Geológica Argentina Revista XXXV(1)*: 18-25.
- CASTRO LUJAN, G., 1988. Estratigrafía de la Formación Tambolar (Silúrico) en el área del río Sasito, Precordillera Central sanjuanina. Trabajo Final de Licenciatura (inédito), Universidad Nacional de San Juan.
- CUERDA, A. J., 1969. Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan. *Asociación Paleontológica Argentina, Ameghiniana VI(3)*: 223-235.
- CUERDA, A. J., R. B. RICKARDS & C. CINGOLANI, 1988. The Ordovician-Silurian boundary in Bolivia and Argentina. *Bulletin British Museum (Natural History) (Geology)* 43:291-294.
- CHAMBERLAIN, C. K. & D. L. CLARK, 1973. Trace fossils and conodonts as evidence for deep-water deposits in the Oquirrh Basin of Central Utah. *Journal of Paleontology*, 47: 663-682.
- HARMS, J. C., J. B. SOUTHARD, D. R. SPEARING & R. G. WALKER, 1975. Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Society of Economic Paleontologist and Mineralogist (Short course)*, 2, 161 p.
- HEIM, A., 1952. Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jáchal y Huaco. *Asociación Geológica Argentina Revista VII(1)*:11-70.
- HOWARD, J.D., 1975. The sedimentological significance of trace fossils. En: Frey, R.W. (Ed.), *The Study of Trace Fossils*, Springer-Verlag, p. 131-146, Berlin.
- HOWARD, J.D., 1978. Sedimentology and trace fossils. En: Basan, B.P. (Ed.), *Trace Fossil Concepts*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Short Course Notebook, 5:11-42, Oklahoma.
- JOHNSON, H. D. & C. T. BALDWIN, 1986. Shallow silicoclastic seas. In: H. G. READING (Ed.) *Sedimentary environments and facies*, Second edition, p. 229-282, Blackwell Scientific Publications.
- MARCHESE, H. G., 1972. Sedimentología de la Formación San Juan (Ordovícico) y del conglomerado "Basal" de la Formación Los Espejos (Silúrico?) en la quebrada de Talacasto, Prov. de San Juan, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina Revista XXVII(2)*: 215-222.
- MARINTSCH, E.J. & R.M. FINKS, 1982. Lower Devonian ichnofacies at Highlands Mills, New York and their gradual replacement across environmental gradients. *Journal of Paleontology*, 56:1050-1078.
- PERALTA, S.H., 1990. Silurico de la Precordillera de San Juan. En: *Relatorio XI Congreso Geológico Argentino*, p. 48-64, San Juan.
- PERALTA, S. H. y C. H. CARTER, 1990. Facies de plataforma e icnofacies asociadas de la Formación Tambolar (Silúrico) en su localidad tipo, Precordillera Central sanjuanina, Argentina. III Reunión Argentina de Paleontología Actas p. 339-344, San Juan.
- SEILACHER, A., 1964. Biogenic sedimentary structures. In: Imbrie, J. & N. Newell (Eds.) *Approaches to Paleocology*, p. 296-316 New York.
- WALKER, R. G., 1984. Shelf and shallow marine sands. En: R. G. WALKER (Ed.) *Facies Models*, Geoscience Canada, Second Edition, p. 141-170.
- WENTWORTH, C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.



ANTECEDENTES