FORMACIÓN CCATCA (DEVÓNICO SUPERIOR): SEDIMENTACIÓN GLACIOMARINA EN LA CORDILLERA ORIENTAL DE LA REGIÓN DE CUSCO

Luis Cerpa (1), Victor Carlotto (2), Oscar Arispe (3), Enrique Díaz-Martínez (4), José Cárdenas (2), Patricio Valderrama (2) & Omar Bermúdez (2)

(1) Cordillera de las Minas S. A., Av. Paseo de la República 3245 (Piso 3), Lima. lcerpa@viabcp.com (2) Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Av. De la Cultura s/n, Cusco. carlotto@chaski.unsaac.edu.pe (3) Petrobras Bolivia. oarispe@petrobras.com.bo (4) Instituto Geológico y Minero de España, Calera 1, 28760 Tres Cantos, España. e.diaz@igme.es

RESUMEN

En la Cordillera Oriental del sur del Perú afloran depósitos glaciomarinos y resedimentados de probable edad Devónico superior, representados por la Formación Ccatca. Esta unidad sobreyace a depósitos marinos siliciclásticos del Devónico y presenta tres unidades, cada una de ellas caracterizada por una asociación de litofacies diferente. La parte basal comprende lutitas masivas con presencia de *dropstones*, interpretadas como resultado de la sedimentación de material en suspensión y transportado por masas de hielo flotantes (*icebergs*). La parte intermedia comprende diamictitas masivas y débilmente estratificadas, con lentes de arenisca deformadas y de arenisca y lutita con pliegues sin sedimentarios (*slumps*), interpretadas como resultado de resedimentación por procesos gravitacionales. La parte superior comprende capas de arenisca con pliegues disarmónicos, probablemente como resultado de la deformación y resedimentación de capas parcialmente consolidadas. Las estructuras sedimentarias preservadas en los bloques resedimentados indican su sedimentación primaria en una plataforma marina somera afectada por el oleaje y las tormentas.

INTRODUCCIÓN

La estratigrafía del Paleozoico del Altiplano, Cordillera Oriental y Subandino del sur del Perú se ha establecido en sus principales aspectos (Laubacher, 1974; Dalmayrac et al., 1980; Díaz-Martínez et al., 2000), aunque los estudios de detalle siguen aportando nuevos datos que permiten ir revisando el esquema general y precisar las correlaciones con otras regiones. En concreto, este trabajo resume las principales conclusiones en relación con el reciente descubrimiento de nuevas facies y secuencias glaciomarinas y resedimentadas en una posición estratigráfica próxima al techo de la serie siluro-devoniana conocida regionalmente como Formación Ananea, Chagrapi o Paucartambo.

Al norte de Cusco, en la Cordillera Oriental y cerca del límite con el Altiplano, desde Pisac al oeste (72°00-13°35') hasta al menos Ocongate al este (71°20'-13°40') (Fig. 1), se ha reconocido un conjunto sedimentario compuesto por diamictitas, pizarras y cuarcitas con un espesor variable de 70 a 150 m (Carlotto & Cárdenas, 2002; Carlotto et al., 2003). Este conjunto sobreyace en concordancia estratigráfica a una secuencia de pizarras monótonas con *Tentaculites* sp. y *Phacops* sp., que indican una edad Silúrico-Devónico (Mendívil & Dávila, 1994). En Bolivia, la unidad con diamictitas contiene palinomorfos no resedimentados que indican una edad Fameniano superior (Díaz-Martínez et al., 1999). La parte suprayacente se carga progresivamente en niveles arenosos que corresponden al Grupo Ambo (Tournasiano-Serpukhoviano). A esta nueva unidad identificada en Perú, y equivalente de la Formación Cumaná del Altiplano y Cordillera Oriental de Bolivia, se le denomina Formación Ccatca por el lugar del estratotipo (Carlotto & Cárdenas, 2002). Anteriormente, toda la unidad Siluro-Devoniana ya había sido cartografiada con este nombre (Mendívil & Dávila, 1994), pero sin haber identificado las facies diamictíticas y resedimentadas que son el objeto del presente trabajo.

DESCRIPCIÓN DE FACIES

Con los datos de las secciones estratigráficas estudiadas, y el posterior análisis de facies y análisis secuencial, se identificaron tres miembros dentro de la Formación Ccatca, cada uno de ellos caracterizado por una asociación de litofacies (AL). Cada AL se originó por un conjunto de procesos

XII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú

sedimentarios genéticamente relacionados que constituyen la base para la interpretación del ambiente de sedimentación.

MIEMBRO INFERIOR - ASOCIACIÓN DE LITOFACIES 1

La asociación de litofacies 1 (AL1) constituye la parte basal de la Formación Ccatca, observable en las secciones de Pisac y Ccatca (Fig. 2), donde sobreyace en concordancia a las lutitas de la Formación Chagrapi o Ananea. Este miembro inferior está constituido por lutitas negras débilmente laminadas y masivas, que se diferencian de las lutitas de la unidad subyacente por la presencia de clastos caídos (*dropstones*). Los clastos son de tamaño variable, aumentando ligeramente de tamaño hacia el contacto con la AL2, y se encuentran aislados y dispersos en la matriz. La composición de los clastos es en su mayor parte cuarcitas y lutitas, y excepcionalmente se encuentran clastos de intrusivos.

La granulometría fina del conjunto, y la presencia de clastos dispersos, algunos de origen claramente glacigénico (facetados y estriados), indican una sedimentación marina a partir de material en suspensión unida a aportes esporádicos de clastos transportados por masas de hielo flotantes (*icebergs*).

MIEMBRO MEDIO - ASOCIACIÓN DE LITOFACIES 2

La asociación de litofacies 2 (AL2) se encuentra en la parte media de las secciones y presenta un contacto neto y aparentemente erosivo con la anterior (AL1). Está constituida por diamictitas masivas y algunas toscamente gradadas, con una matriz de granulometría variable entre limosa y limoarenosa, y clastos de tamaño variable desde gravas a grandes bloques. Presenta clastos de cuarcita y lutita facetados y estriados según su eje mayor, y la característica principal es la presencia de grandes bloques de arenisca y lutita deslizados y deformados (*slumps*), claramente resedimentados, que llegan a sobrepasar los 3 m. Aparentemente, los bloques aumentan de tamaño en las secciones más cercanas a las estructuras antiguas.

El comportamiento plástico asociado a la deformación de los sedimentos ligeramente consolidados de arenisca y lutita (*slumps*), y la evidencia de bloques resedimentados, pueden explicarse por procesos de flujo gravitacional. Las diamictitas masivas indican un flujo de detritos subácueo con disgregación y mezcla de las capas originales.

MIEMBRO SUPERIOR - ASOCIACIÓN DE LITOFACIES 3

La asociación de litofacies 3 (AL3) se encuentra en la parte superior de las secciones y presenta principalmente capas de arenisca con pliegues disarmónicos, y algunos niveles de diamictitas masivas. Las areniscas son cuarzosas, de grano medio a fino, y presentan *sets* de estratificación cruzada de tipo *hummocky* (HCS) y *swaley* (SCS), y ondulitas de oleaje. Las diamictitas son soportadas por la matriz y macizas, de matriz limoarenosa y con clastos de cuarcita y lutita, muchos de ellos facetados y estriados según su eje mayor. Las areniscas con HCS y SCS indican una sedimentación de plataforma marina somera dominada por el oleaje y tormentas. La presencia de niveles con abundantes clastos entre las diamictitas (zona de Pisac) sería el resultado de retrabajamiento por corrientes tractivas de fondo.

AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN

La integración de las tres asociaciones de litofacies en una secuencia vertical indica que esta formación representa un avance y retroceso de glaciares sobre una plataforma epicontinental marina siliciclástica somera dominada por el oleaje y las tormentas. El miembro inferior (AL1) representa el comienzo de la influencia del glaciar sobre los sedimentos marinos. El miembro medio (AL2) representa el aumento de la influencia de los glaciares y de la tasa de sedimentación. Las capas deformadas (*slumps*) y los flujos de detrito representan diferentes grados de disgregación y mezcla según el grado de cohesión interna y litificación previos a la resedimentación por gravedad. Además del aumento de aportes, esta resedimentación estaría probablemente también asociada a inestabilidad tectónica contemporánea. La escasa selección de grano indica un emplazamiento rápido de los deslizamientos, con escaso retrabajamiento por procesos marinos. El miembro superior (AL3) muestra el retroceso de la actividad glaciar y el predominio de la sedimentación marina, pero aún afectada por inestabilidad tectónica.

TECTÓNICA CONTEMPORÁNEA

En la Cordillera Oriental de Cusco la sedimentación glaciomarina de la Formación Ccatca aparenta haber estado controlada por fallas de orientación NO-SE, que posteriormente fueron retomadas como fallas de rumbo e inversas por la tectónica andina. En el corte de Pisac se observa que el espesor de la unidad, el tamaño de los clastos en las diamictitas, y el tamaño de los *slumps* en cada bloque de cabalgamiento aumentan hacia el suroeste. Además, las paleopendientes que se han medido muestran un sentido del movimiento de los deslizamientos hacia el NE. En el Altiplano y Cordillera Oriental del oeste boliviano se observan estructuras similares relacionadas con alineamientos NO-SE que controlan la evolución de la cuenca, y con paleopendientes igualmente dirigidas hacia el NE (Díaz-Martínez, 1995; Díaz-Martínez et al., 1996).

CONCLUSIONES

El carácter glaciomarino de la Formación Ccatca muestra un importante cambio climático en conexión con la posición del margen oeste de Gondwana a latitudes medias-altas (Díaz-Martínez, 1994; Díaz-Martínez et al., 1999). Las evidencias presentes en esta unidad indican que en la región de Cusco la sedimentación estuvo controlada por fallas de orientación NO-SE. Las características geodinámicas regionales permiten interpretar la cuenca como de antepaís, alargada en dirección NO-SE, y en una posición de trasarco respecto al arco magmático situado al oeste, a lo largo del margen activo de Gondwana (Sempere, 1995; Mukasa & Henry, 1990; Díaz-Martínez, 1995).

En el Altiplano, Cordillera Oriental y Subandino de Bolivia, en Brasil (cuencas de Solimões, Amazonas y Parnaiba), y en algunas zonas de África, se encuentran depósitos similares, demostrando que una gran parte de Gondwana estuvo afectada por el evento de glaciación del Fameniano tardío.

REFERENCIAS

CARLOTTO V. & CÁRDENAS J., 2002. Revisión del cuadrángulo del Cusco 1:50000. INGEMMET. *In press.* CARLOTTO V., CERPA L., CÁRDENAS J., DÍAZ-MARTÍNEZ E. & BERMÚDEZ O. ,2003. Puesta en evidencia de depósitos glaciomarinos y resedimentados de posible edad Devónico superior-Carbonífero basal en la Cordillera Oriental del sur del Perú: Región de Cusco. II Reunión del Proyecto IGCP 471 y III Simposio Argentino sobre Paleozoico Superior, La Plata, Argentina (Septiembre, 2003). Resúmenes, 1 p.

DALMAYRAC B., LAUBACHER G. & MAROCCO R., 1980. Caractères généraux de l'évolution géologique des Andes péruviennes. Travaux et Documents de l'ORSTOM, no. 122, 501 p.

DIAZ-MARTÍNEZ E. ,1994. La Formación Cumana del Altiplano de Bolivia: un modelo de sedimentación glaciomarina del Devónico superior. Revista Técnica de YPFB, 15: 357-372.

DÍAZ-MARTÍNEZ E., 1995. Devónico superior y Carbonífero del Altiplano de Bolivia: estratigrafía, sedimentología y evolución paleogeográfica. Informes de ORSTOM Bolivia, no. 46, 164 p.

DÍAZ-MARTÍNEZ E., LIMACHI R., GOITIA V.H., SARMIENTO D., ARISPE O. & MONTECINOS R., 1996. Tectonic instability related with the development of the Paleozoic foreland basin of the Central Andes of Bolivia. 3rd International Symposium on Andean Geodynamics, St.-Malo. Expanded abstracts, 343-346.

DÍAZ-MARTÍNEZ E., VAVRDOVÁ M., BEK J. & ISAACSON P.E. ,1999. Late Devonian glaciation in western Gondwana: evidence from the Central Andes. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 54: 213-237.

DÍAZ-MARTÍNEZ E., CARLOTTO V., CÁRDENAS J., HERMOZA W., CERPA L., PALOMINO F., ACOSTA H., CANO V. & ESCALANTE J., 2000. Litoestratigrafía del Paleozoico del Altiplano, Cordillera Oriental y Subandino del sur de Perú. X Congreso Peruano de Geología, Lima, Resúmenes. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial, 2: 19.

LAUBACHER G. ,1974. Le Paléozoique inférieur de la Cordillére Orientale du sud-est du Pérou. Cahiers de l'ORSTOM, série Géologie, 6: 29-40.

MENDÍVIL S. & DÁVILA D., 1994. Geología de los cuadrángulos del Cusco y Livitaca. INGEMMET, Carta Geológica Nacional, Serie A, Boletín 52, 115 p.

MUKASA S. B. & HENRY D. J., 1990. The San Nicolas Batholith of coastal Perú: early Paleozoic continental arc or continental rift magmatism? Journal of the Geological Society of London, 147: 27-39.

SEMPERE T. ,1995. Phanerozoic evolution of Bolivia and adjacent regions. American Association of Petroleum Geologists Memoir, 62: 207-230.

