

Facies y ambientes sedimentarios de la Formación Cancañiri (Silúrico inferior) en La Cumbre de La Paz, norte de la Cordillera Oriental de Bolivia

Facies and sedimentary environments of the Cancañiri Formation (Lower Silurian) at La Cumbre of La Paz, northern Eastern Cordillera of Bolivia

E. Díaz Martínez

ORSTOM, Casilla 9214, La Paz, Bolivia

ABSTRACT

Facies analysis of a continuous outcrop of the Cancañiri Formation (latest Ashgillian-Llandoveryan) at La Cumbre (NE of La Paz, Bolivia) allowed for a thorough interpretation of sedimentary processes and environments involved during its deposition. Distal turbidites and dark shales indicate a deep marine (offshore) environment, whereas interbedded mud flows, debris flows and deformed slided slabs provide evidence for sediment instability and re-sedimentation. Outsized granite clasts indicate local glaciation of the source area. Tectonic deformation and the resulting reliefs may be identified as the origin for the instability and local glaciation, respectively.

Key words: sedimentology, Ordovician, Silurian, tectonism, glaciation, Bolivia, South America.

Geogaceta, 22 (1997), 55-57
ISSN: 0213683X

Contribución al Proyecto 351 del PICG, «Paleozoico inferior del NW de Gondwana».

Introducción

La sedimentación en el margen occidental de Gondwana en el Paleozoico tuvo lugar bajo un régimen tectónico predominantemente activo, con superposición de diferentes eventos orogénicos y formación de cuencas con una evolución compleja. En los Andes Centrales, la sedimentación paleozoica alcanzó su máximo en Bolivia, donde el espesor total acumulado supera los 20 km. El Ciclo Tacsariano (Cámbrico superior-Ordovícico medio) refleja en su mayor parte el desarrollo de una cuenca de trasarco, que continuó durante la sedimentación del Ciclo Cordillerano (Ordovícico superior-Carbonífero inferior) como una cuenca de antepaís (Sempere, 1989, 1995; Díaz, 1995; Isaacson y Díaz, 1995).

Dentro del Ciclo Cordillerano de Bolivia existen dos unidades predominantemente diamictíticas, de edades próximas al límite Ordovícico-Silúrico y Devónico-Carbonífero, respectivamente. En este trabajo se describen e interpretan las facies y asociaciones de facies que se observan en la más antigua de estas dos unidades (Formación Cancañiri) a lo largo del corte de la carretera de La Paz a Los Yungas (kms. 21,440 a 21,960), cerca del puerto de La Cumbre, situado a una altura aproximada

de 4850 m (Fig. 1). Este afloramiento es el más completo que se conoce de la Formación Cancañiri en el área, y permite corroborar algunas ideas propuestas por otros autores (Rodrigo *et al.*, 1977; Pérez, 1989; Suárez, 1995), y plantear nuevas interpretaciones.

Marco geológico

La Formación Cancañiri es de edad Silúrico inferior (Llandoveryense) según la fauna más joven y no re-sedimentada que se ha encontrado en ella (Antelo, 1973; Rodrigo *et al.*, 1977; Suárez, 1995). También se ha propuesto una edad Ashgillense superior (Hirnantense) para esta formación (Toro *et al.*, 1992; Toro, 1994). El espesor de esta unidad varía desde unos pocos metros o ausente en algunas localidades, hasta más de 1 km en la zona centro-occidental de la Cordillera Oriental (área de Potosí). En la sección estudiada, situada en el área norte de la Cordillera Oriental, la Formación Cancañiri presenta 226 m de espesor, suprayace a las turbiditas de la Formación Amutara (Ordovícico superior) y subyace a las lutitas de la Formación Uncía (Wenlockiense-Ludloviense) (Fig. 1). Hacia el sur (área de Potosí) suprayace a las lutitas de la Formación Tokochi (Ordovícico

superior) y subyace a las turbiditas de la Formación Llallagua (Llandoveryense). Aunque se ha llegado a proponer un origen continental glaciar para las diamictitas de la Formación Cancañiri, actualmente se considera que toda la sedimentación de los ciclos Tacsariano y Cordillerano tuvo lugar en ambientes marinos o transicionales, tal como lo indican los fósiles presentes en estas unidades.

Asociaciones de facies

Se han reconocido varias litofacies sedimentarias, agrupadas en 3 asociaciones de facies características de diferentes subambientes sedimentarios.

Facies de lutitas (FL):

Lutitas grises y negras laminadas, ligeramente bioturbadas, a veces fosilíferas o con pirita. Constituyen la mayor parte de la Formación Uncía (Fig. 1), aunque también se observan algunas capas centimétricas a decimétricas en las formaciones Amutara y Cancañiri. La FL se interpreta como sedimentación marina distal (offshore), por debajo del nivel de base del oleaje en tiempo de tormentas. En el contexto de la cuenca de antepaís del Ciclo Cordillerano, se trata de sedimentación profunda distal en la plata-

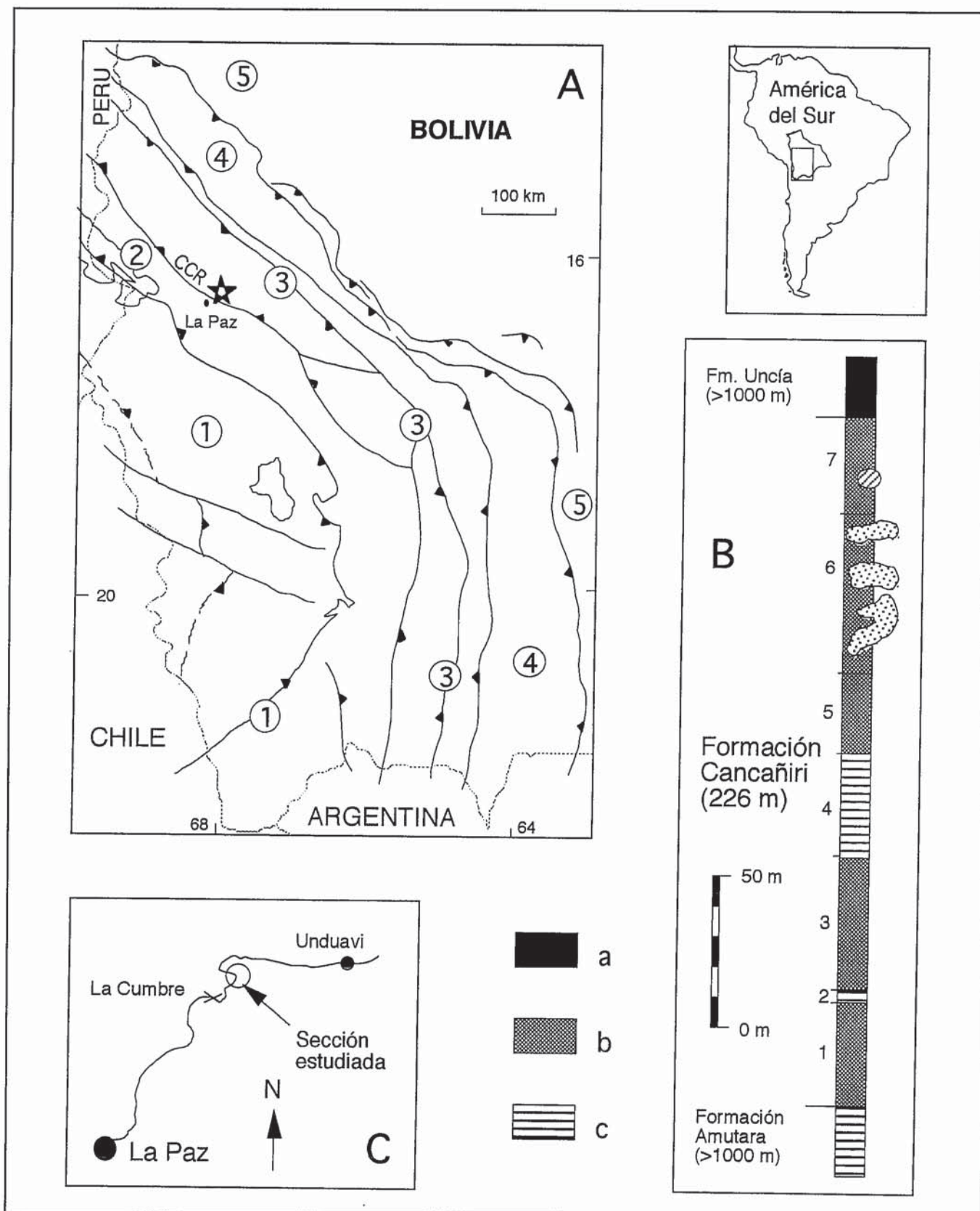


Fig. 1.- A: Esquema tectónico de los Andes Centrales de Bolivia, con indicación de la situación de la sección estudiada (estrella). Clave: 1, Altiplano; 2, Cinturón de deformación de Huarina; 3, Cordillera Oriental; 4, Subandino; 5, Llanos; CCR, Cabalgamiento de la Cordillera Real. B: Esquema estratigráfico de la sección estudiada. Clave: a = FL, b = FFG, c = FT. Explicación en el texto. C: Esquema de situación aproximada.

Fig. 1.- A: Tectonic scheme of the Bolivian Central Andes, with location of the studied section (star). Code: 1, Altiplano; 2, Huarina fold-thrust belt; 3, Eastern Cordillera; 4, Subandean; 5, Plains; CCR, Cordillera Real Thrust. B: Stratigraphic sketch of the studied section. Code: a = FL, b = FFG, c = FT. See text for explanation. C: Sketch of approximate location.

forma epicontinental, con escaso aporte de sedimentos. La presencia de pirita y escasez de fósiles y bioturbación indican poca circulación del agua y escasa oxigenación del medio.

Facies de turbiditas (FT):

Areniscas blanquecinas y grises, finas y muy finas, con intercalaciones de lutitas negras, en capas milimétricas a decimétricas muy extensas, con laminación paralela y de ripples de corriente, escasamente bioturbadas, y bien cementadas. No se pudo constatar la presencia de geometrías canalizadas. Constituyen la mayor parte de la Formación Amutara, y de los tramos 2 y 4 de la Formación Cancañiri (Fig. 1). La FT se interpreta como sedimentación marina turbidítica en una zona distal (offshore), por debajo del nivel de base del oleaje en tiempo de tormentas (turbiditas de plataforma). En el contexto de la cuenca de antepaís del Ciclo Cordillerano, se trata de sedimentación profunda distal en la plataforma epicontinental, con importantes aportes de sedimentos e inestabilidad tectónica en el área madre.

Facies de flujos de gravedad (FFG):

Lutitas, areniscas y diamictitas, grises y negras, masivas, con frecuentes clastos dispersos de tamaño y abundancia variables, planos de estratificación escasos y poco marcados, y disyunción irregular, a veces formando estructuras concéntricas. Constituye la mayor parte de la Formación Cancañiri (tramos 1, 3, 5, 6 y 7), aunque también está presente en la Formación Amutara. La composición de los clastos dispersos es predominantemente intracuenca (lutita y arenisca), aunque también se encuentran algunos clastos extracuencales, como el bloque de granitoide de más de un metro de diámetro en el tramo 7 (Fig. 1). El tamaño de los clastos es muy variable, generalmente milimétrico a centimétrico, aunque llegan a alcanzar decenas de metros en el tramo 6 (Fig. 1), donde se observan capas de arenisca deformadas y replegadas. La FFG se interpreta como sedimentación marina por flujos de gravedad en una zona distal (offshore), por debajo del nivel de base del oleaje en tiempo de tormentas. En el contexto de la cuenca de antepaís del Ciclo Cordillerano, se trata de resedimentación, hacia ambientes más profundos y distales, de material previamente depositado en áreas más someras de la plataforma epicontinental, y con importantes aportes de sedimentos e inestabilidad tectónica en el área madre. Los bloques extracuencales de granitoide contenidos dentro del material

transportado en masa (tramo 7) indican que se resedimentaron depósitos que previamente habrían sido depositados en el ambiente marino bajo influencia glaciogénica, posiblemente como clastos caídos de icebergs.

Discusión y conclusiones

La excelente exposición de las facies en el corte de La Cumbre de La Paz permite realizar interpretaciones que en otras localidades no se pueden hacer con tanta certeza. La interpretación conjunta de las diferentes asociaciones de facies permite identificar un ambiente marino relativamente profundo y distal dentro de la evolución de la plataforma epicontinental de la cuenca de antepaís del Paleozoico medio (Ciclo Cordillerano) de los Andes Centrales. El carácter resedimentado de las facies, y por tanto también de la fauna que contienen, es la causa de la imprecisión sobre la edad de la Formación Cancañiri. En otras partes de Bolivia, dentro de esta unidad también se pueden reconocer varios eventos de resedimentación catastrófica, junto con fases intermedias de sedimentación «normal» (Díaz *et al.*, 1996). Probablemente, estos eventos de resedimentación afectaron a diferentes áreas en momentos diferentes, empezando en el Ashgillense superior y terminando en el Wenlockense inferior. De esta forma se explican las diferentes edades obtenidas (Antelo, 1973; Rodrigo *et al.*, 1977; Toro *et al.*, 1992; Toro, 1994; Suárez, 1995). Serían necesarios estudios palinológicos de detalle que permitan definir con mayor precisión la edad de esta unidad, hasta ahora basada en su mayor parte en invertebrados marinos.

La diversa composición textural de las FFG corresponde a los diferentes grados de disgregación y mezcla del material resedimentado. Las facies presentes en algunos de los bloques deformados y replegados indican que en su mayor parte se trataba de depósitos arenosos someros. El excelente grado de selección de estas areniscas indicaría su probable sedimentación original por encima del nivel de base del oleaje, siendo las capas posteriormente transportadas en masa hasta zonas más profundas, disgregándose parcialmente y deformándose plásticamente durante el transporte. El clasto de granitoide debió haber sido transportado por el hielo hasta la cuenca, y posteriormente resedimentado junto con las lutitas en que se encontraba. En otras partes de la cuenca (áreas de Potosí y Tarija) se encuentran frecuentemente clastos estriados y facetados, claramente de origen

glaciogénico, dentro de los flujos de detrito. Diferentes líneas de evidencia indican que el área madre de los sedimentos de la cuenca de antepaís del Ciclo Cordillerano se situaba hacia el oeste y sur, y que consistía en un cinturón de deformación de antepaís que avanzaba hacia el este, englobando progresivamente las unidades depositadas durante el Paleozoico inferior (Díaz, 1995; Díaz *et al.*, 1996). La interpretación conjunta de las evidencias de inestabilidad tectónica y glaciación en el área madre permite inferir la presencia de relieves originados por el apilamiento tectónico en el frente de deformación de antepaís, sobre los que se formaron glaciares locales posiblemente de valle que en algún momento (Ashgillense y/o Llandoveryense) llegaron hasta los bordes de la cuenca.

Agradecimientos

Trabajo realizado con una beca postdoctoral del MEC como investigador del Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), bajo convenio de cooperación técnica con el Servicio Nacional de Geología y Minería de Bolivia (SERGEOMIN), y la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) de La Paz. Oscar Arispe y Begoña García colaboraron en la toma de datos.

Referencias

- Antelo, B. (1973): *Revista del Museo de La Plata*, 7 (Paleont., 45): 267-277
- Díaz, E. (1995): *Informe ORSTOM Bolivia*, 46. 164 pp.
- Díaz, E., Limachi, R., Goitia, V.H., Sarmiento, D., Arispe, O. y Montecinos, R. (1996): *3rd Int. Symp. on Andean Geodynamics. Expanded abstracts*: 343-346
- Isaacson, P.E. y Díaz, E. (1995): *AAPG Memoir*, 62: 231-249
- Pérez, H. (1989). *8º Congr. Geol. Bolivia. Memorias*, 1, 117-130.
- Rodrigo, L.A., Castaños, A. y Carrasco, R. (1977): *Revista Geológica UMSA*, 1 (1): 1-22
- Sempere, T. (1989): *28th Int. Geol. Congr., Washington D.C.. Abstracts*, 3: 73.
- Sempere, T. (1995): *AAPG Memoir*, 62: 207-230
- Suárez, R. (1989): *Revista Técnica YPF*, 10 (3/4): 233-243
- Suárez, R. (1995): *Revista Técnica YPF*, 16 (1-2): 51-54
- Toro, M. (1994): *11º Congr. Geol. Boliviano. Memorias*: 260-264
- Toro, M., Vargas, C. y Birhuet, R. (1992): *10º Congr. Geol. Boliviano. Resúmenes*: 188-190