

# FACIES SEDIMENTARIAS DE LA FORMACIÓN RÍO SECO DE LOS CASTAÑOS (SILÚRICO-DEVÓNICO) DEL BLOQUE DE SAN RAFAEL, MENDOZA.

Marcelo Manassero<sup>1</sup>, Carlos A. Cingolani<sup>1-2</sup>, Paulina Abre<sup>1</sup> y Norberto J. Uriz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CIG (UNLP-CONICET): Centro de Investigaciones Geológicas, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 1-644, (1900)-LA PLATA, ARGENTINA (manasser@cig.museo.unlp.edu.ar)

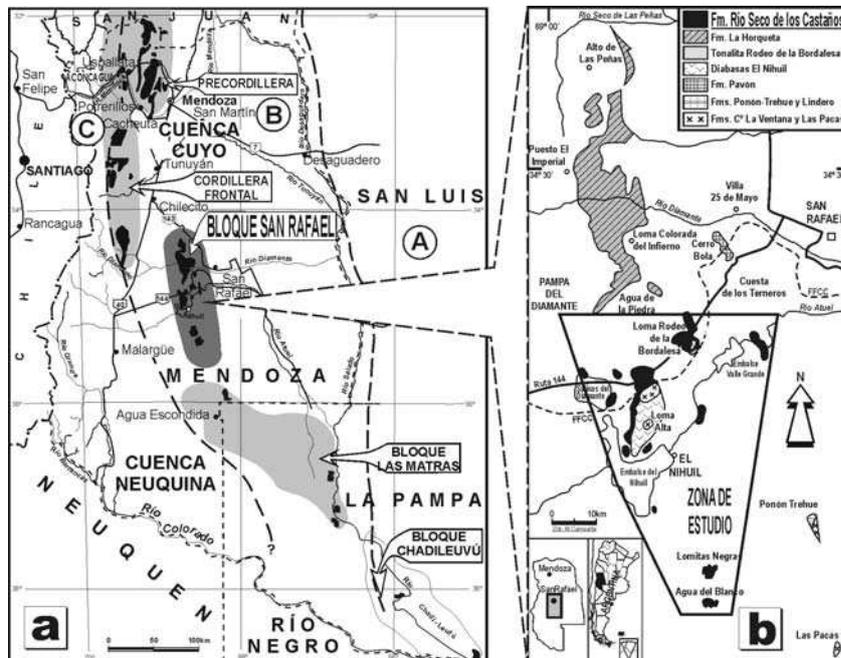
<sup>2</sup>División Científica de Geología-Facultad Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900)-LA PLATA, ARGENTINA

**Palabras clave:** Facies sedimentarias, paleoambientes, plataforma siliciclástica, Silúrico-Devónico, Bloque de San Rafael.

## INTRODUCCIÓN

Se presentan los resultados de recientes estudios sobre aspectos sedimentológico-estratigráficos de la Formación Río Seco de los Castaños (González Díaz, 1964, 1972 y 1981), asignada originalmente como 'pre-Carbónico' del Bloque de San Rafael. Su sección tipo se encuentra en el denominado Cañón del Atuel, entre Valle Grande y Dique Nihuil. Asomos importantes se presentan también en otros sectores como Agua del Blanco, Lomitas Negras, Ruta 144 y Rodeo de la Bordalesa (Fig. 1a y b).

Esta unidad fue considerada inicialmente dentro de la "Serie de La Horqueta" (Dessanti, 1956), siendo diferenciada posteriormente por sus características netamente sedimentarias por González Díaz (1981) y asignada tentativamente al Devónico por el hallazgo de un coral del género *Pleurodyctium* (Di Persia, 1972). Aportes importantes fueron también los brindados por Nuñez (1976) y Criado Roque e Ibáñez (1979). Por su parte, Poiré *et al.* (2002) efectuaron un análisis sedimentológico con reconocimiento de la icnofauna presente en el perfil de Agua del Blanco, que ahora se integra con nuevas observaciones y ampliando los sectores estudiados.



**Figura 1a:** Mapa de ubicación del área de estudio. **A)** Terreno Pampa; **B)** Terreno compuesto Cuyania-Precordillera; **C)** Terreno Chilena; **B y C)** Terreno Occidentalía. **Figura 1b:** Afloramientos de las unidades "pre-carbónicas" del Bloque de San Rafael. En recuadro la zona con la distribución de la Formación Río Seco de los Castaños (modificado de González Díaz, 1981 y Cingolani *et al.*, 2003b).

## UBICACIÓN, DISTRIBUCIÓN DE AFLORAMIENTOS Y EDAD

El Bloque de San Rafael (Fig. 1a) ubicado en el centro-oeste de la Provincia de Mendoza, Argentina, fue reconocido como una porción de la extensión meridional del Terreno Precordillera (Cingolani *et al.*, 2003a y bibliografía allí citada). En su composición geológica se destacan diversas unidades ígneo-metamórficas y sedimentarias del Precámbrico y Paleozoico inferior y medio, que en conjunto fueron denominadas como 'pre-Carbónico', por encontrarse en neta discordancia angular por debajo de la Formación El Imperial (Carbónico).

De acuerdo con recientes observaciones, los afloramientos que a nuestro juicio deberían asignarse a la Formación Río Seco de los Castaños (Fig. 1b) se distribuyen en los siguientes sectores:

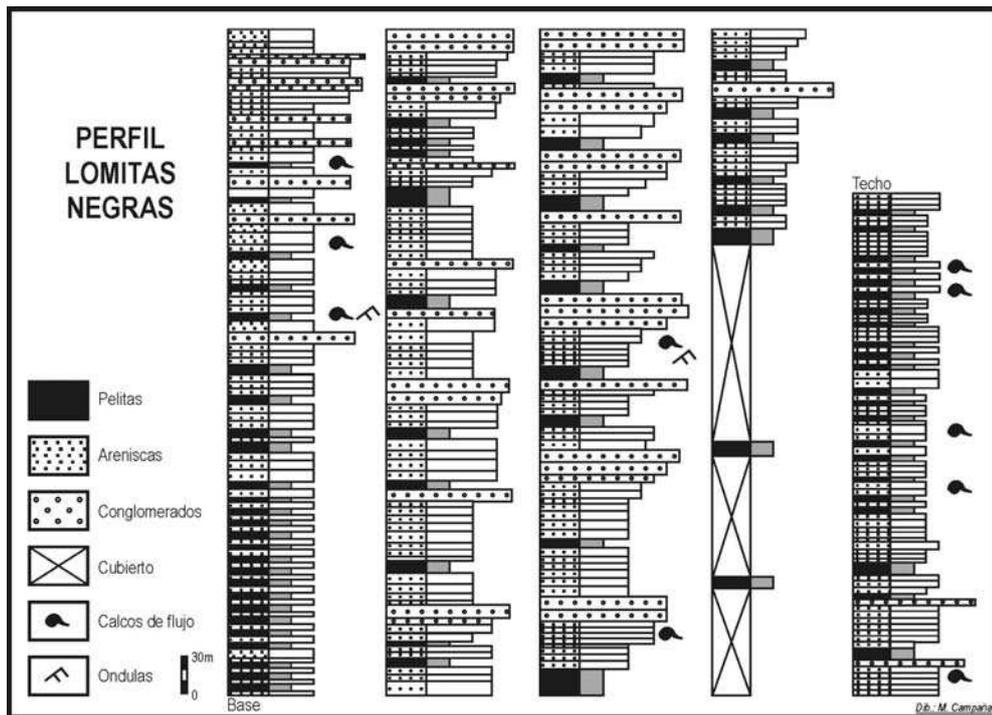
**a.** Ruta 144-Loma Rodeo de la Bordalesa: Varios cortes en la ruta mencionada y pequeñas canteras de lajas permiten observar las características geológicas de la unidad, que se extiende hacia el Este de la misma en la Loma Rodeo de la Bordalesa. Cabe destacar que es de aquí donde Rubinstein (1997) comunicara el hallazgo de acritarcos que fueron asignados al Silúrico. La autora de acuerdo con los datos disponibles hasta ese momento, consideró a las rocas allí aflorantes como pertenecientes a la Formación La Horqueta, también se hallaron aquí numerosos icnogéneros del tipo *Nereites* (Poiré *et al.*, 2002). En Loma Rodeo de la Bordalesa, sector que anteriormente era también asignado a la Formación La Horqueta, nuevos datos radiométricos efectuados en el cuerpo ígneo que intruye a la unidad sedimentaria, han aportado una edad de c. 400 Ma (Cingolani *et al.*, 2003b).

**b.** Cañón del Atuel: Los afloramientos principales se encuentran al Norte y Sur del Embalse Valle Grande, donde González Díaz (1981) definió la sección tipo. La unidad, sin base expuesta, se encuentra mediando una fuerte discordancia angular por debajo del Paleozoico superior comprendiendo a más de 600 metros de areniscas y pelitas tabulares, con contactos netos y de colores predominantemente verdosos. Se halla plegada con una disposición estructural de fuerte inclinación (50°-70° E). Se ha reconocido aquí la presencia de algunos icnogéneros entre los que se destaca *Nereites*.

**c.** Embalse del Nihuil: A nuestro criterio y por las observaciones realizadas, corresponde asignar a la Formación Río Seco de los Castaños, las rocas sedimentarias (anteriormente referidas como Formación La Horqueta) que bordean al cuerpo básico del Nihuil, sin poder definir contacto de intrusividad del mismo y las que afloran en los alrededores de las Salinas del Diamante (Fig. 1b).

**d.** Lomitas Negras y Agua del Blanco: Se registran aquí los afloramientos ubicados en posición más meridional (Fig 2b). Se encuentra la localidad donde Di Persia (1972) comunicara el hallazgo de un coral asignado al Devónico. Se destaca la presencia de numerosos icnogéneros (Poiré *et al.*, 2002).

Cabe discutir brevemente ahora algunos aspectos sobre la edad de la Formación Río Seco de los Castaños. La presencia del coral *Pleurodyctium* en Agua del Blanco (Di Persia, 1972), sugirió una edad devónica para lo que en ese entonces era conocido como Formación La Horqueta (Dessanti, 1956) y asignada al Paleozoico inferior. No hubo nuevos hallazgos de éste fósil, ni tampoco se ha publicado una descripción del mismo. La presencia de numerosos icnogéneros como *Nereites* y otros no han permitido dar precisión a la posición estratigráfica de la unidad. Es importante señalar la observación de Nuñez (1976) y Criado Roque e Ibáñez (1979) sobre la existencia de rodados de rocas calcáreas con fósiles ordovícicos ('similares a los presentes en la Caliza San Juan') en los afloramientos de Lomitas Negras. Este dato, si bien merece un estudio más exhaustivo, permite acotar la edad de sedimentación. Se destaca que no fueron publicadas descripciones detalladas, y tampoco fueron figurados los fósiles encontrados por los autores. La presencia de los primeros acritarcos en los afloramientos de la ruta 144 (Rubinstein, 1997), permitió asignar a las rocas allí aflorantes como de edad silúrica. Nuevos hallazgos de microfósiles (Pöthe de Baldi, com. pers. e Inf. Inéd., 1999) en muestras obtenidas en el perfil tipo del Cañón del Atuel, reafirman la posibilidad de asignar al Silúrico a esta unidad. Por otra parte la obtención de la edad precisa del intrusivo de Rodeo de la Bordalesa (Cingolani *et al.*, 2003b) en el Devónico inferior (c. 400 Ma) permite dar una edad máxima para la sedimentación de la unidad. En síntesis, con los elementos de juicio disponibles hasta la fecha, la edad de la Formación Río Seco de los Castaños, puede restringirse entre el Silúrico superior y el Devónico inferior parte baja.



**Figura 2:** Perfil sedimentológico mostrando la importancia de los niveles conglomerádicos (espesores tomados de Di Persia, 1972)

## LITOFACIES

Integrando los perfiles del Cañón del Atuel, Ruta 144, Agua del Blanco y Lomas Negras se han podido reconocer las siguientes litofacies (adaptado de Johnson and Baldwin, 1996) que fueron resumidas en la Tabla 1:

NOMBRE DE LAS FACIES	CONTACTO	ESTRUCTURAS	TRAZAS Y FOSILES	ESTRATOFABRICA	INTERPRETACIÓN
PELÍTICAS	netos	Laminación Macizo	Acritarcos	Tabular planar Laminar	Procesos de suspensión y decantación por debajo del tren de olas, corrientes de turbidez de baja densidad en la plataforma externa
ARENOSAS	netos	Maciza Óndulas Calcos de flujo y carga Laminación convoluta Domo y cuenco	<i>Cruziana</i> Briznas vegetales	Tabular planar	Depósitos de plataforma proximal a distal sometidos a la acción de olas y tormentas que generan facies más gruesas intercaladas. Corrientes de turbidez de alta densidad en una plataforma amplia y de escaso gradiente
HETEROLÍTICAS	netos	Laminación Óndulas simétricas y asimétricas Gradación normal	<i>Nereites</i> <i>Arenicolites</i> <i>Cruziana</i> <i>Palaeophycus</i> <i>Rusophycus</i> <i>Teichichmus</i> <i>Gordia</i> <i>Phycodes</i>	Tabular planar	Constituyen los depósitos más someros producidos por flujos orbitales y oscilatorios en un ambiente costero submareal de baja energía.
CONGLOMERÁDICAS	Bases erosivas	Imbricación pobre Bimodalidad textural marcada	Clastos de caliza con fósiles ordovícicos	Canales	Canales perpendiculares a la costa desarrollados con gran continuidad en la plataforma.

**a. Facies de pelitas:** Se presentan numerosos niveles finos, con colores verdosos y/o amarillentos (HUE 5GY 3/2) generalmente laminados con un mínimo de bioturbación. Si hay areniscas intercaladas, suelen ocupar menos del 10% de la asociación y están restringidas a delgadas capas de poco espesor o relleno de senos de óndulas simétricas o levemente asimétricas, pueden formar una microlaminación entrecruzada por migración de las mismas, y en ocasiones presentan laminación convoluta por deformación. En el perfil tipo estas facies se exponen como intervalos repetitivos de varios metros de espesor, masivas o con una gradación normal mal definida, marcada por cambios de color, más que por variaciones granulométricas. Algunas muestras de pelitas aportaron la presencia de restos mal conservados de prasinofíceas, acritarcas y esporas (Dra. D. Pöthe de Baldis, com .epist. e Inf. Inéd., 1999) en preparados microscópicos. El predominio de pelitas en esta asociación es de 50 a 90%, marcando una sedimentación por debajo del nivel de base del oleaje. Las pelitas masivas y laminadas son interpretadas como el producto de la suspensión y caída de corrientes de turbidez de baja concentración (Stow and Piper, 1984), las pelitas más gruesas o limolitas pueden reflejar caída rápida de suspensiones más densas. La falta de estructuras tractivas, implica en todos los casos un transporte de limo como carga de lecho en las zonas más distales de la plataforma. Hay eventuales niveles más gruesos intercalados como arenas muy finas que reflejan acción de tormentas. La ausencia de fauna y bioturbación y las tonalidades oscuras dadas por la materia orgánica, indican un ambiente reductor y fondos marinos anóxicos. La laminación es producida por la misma decantación en medios de energía reducida.

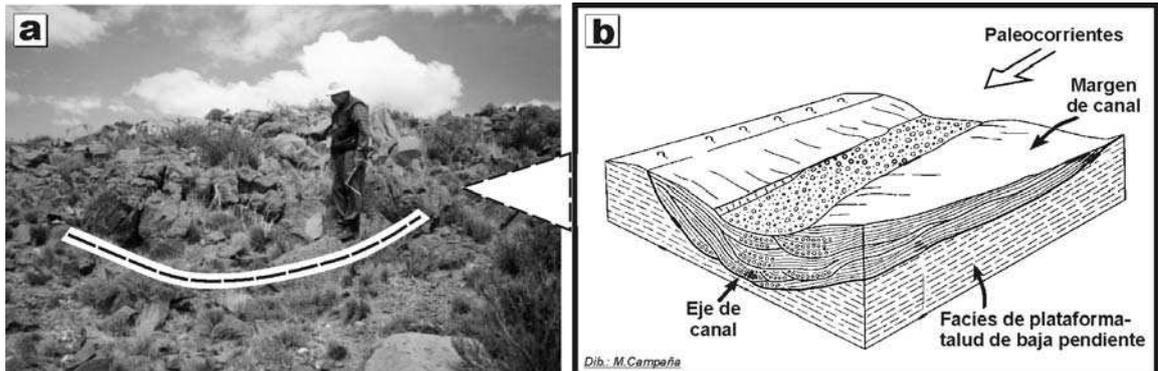
**b. Facies heterolíticas:** Se presentan como una alternancia de areniscas y pelitas en capas de poco espesor a varias decenas de centímetros, con predominio de colores verdes (HUE 5GY 5/2). La relación arena/pelita es 1:2 a 1:4 y las pelitas están generalmente laminadas. Las areniscas, en cambio, presentan estratificación microentrecruzada producida por la migración de óndulas y se asocian a areniscas masivas y/o laminadas, de grano mediano a fino en estratos tabulares, y a veces bioturbadas. Las bases de las capas son planas, de contactos netos y suelen presentar calcos de óndulas simétricas y asimétricas. Pueden conformar secuencias granodecipientes. Hay óndulas de tipo escalante ("climbing ripples"), combinadas de flujo con índices de óndula de 13 a 16 e índices de simetría de 2 a 3. Las óndulas simétricas presentan índices de 3 a 4 y de simetría menores a 2.2. La bioturbación es frecuente y se reconocen los icnogéneros (Poiré *et al.*, 2002): *Arenicolites*, *Bergaueria*, *Cochlichnus*, *Cruziana*, *Gordia*, *Mammlichnis*, *Palaeophycus*, *Phycodes*, *Rusophycus* y *Teichichnus*. Estas litofacies están dominadas por procesos sedimentarios de flujos orbitales oscilatorios y traslativos (óndulas de oleaje y combinadas de flujo, Collinson y Thompson, 1989) que son típicas de ambientes costeros marinos en facies submareales de moderada energía, con sustrato blando y bien oxigenado (Crimes, 1970; Pemberton *et al.*, 1992). Las mismas estarían representando a las facies más proximales de la F. Río Seco de los Castaños, en una plataforma proximal a distal donde se produce la decantación de material limoso por tormentas que remobilizan al sedimento y aportan arena fina por encima del nivel de base del oleaje.

**c. Facies de areniscas:** Son cuerpos tabulares de areniscas masivas y con estratificación plano paralela, con calcos de flujo y óndulas, también de tonos verdosos (HUE 5GY 5/2). Presentan granulometrías finas a medias y algunas trazas fósiles (*Cruziana*). En el techo de las capas se observan trenes de óndulas simétricas y asimétricas con crestas continuas, rectas y bifurcadas (índices de óndula 10-20) que indican profundidades de 15 a 20 m (Komar, 1974, González Bonorino, 1986). En estas capas también se preservan estructuras mecánicas como calcos de flujo y carga y estructuras deformacionales como la laminación convoluta y los escapes de agua. Las mismas estarían vinculadas a una disminución de la profundidad y un consiguiente aumento de la energía. Se presentan también estructuras erosivas interpretadas como de tipo domo y cuenco ("hummocks and swales") de acuerdo a Walker *et al.* (1983); Cheel y Lecki (1993) y Astini y Cañas (1995) que registran la acción de tormentas en la plataforma. El aporte continental cercano se evidencia por la presencia de briznas vegetales. Estas capas masivas se interpretan como depósitos de plataforma proximal a distal sometidos a la acción de olas y tormentas, también son producto de corrientes de turbidez de alta

densidad (Muolder and Alexander, 2001). La base de las capas es erosiva y marca un proceso rápido de sedimentación.

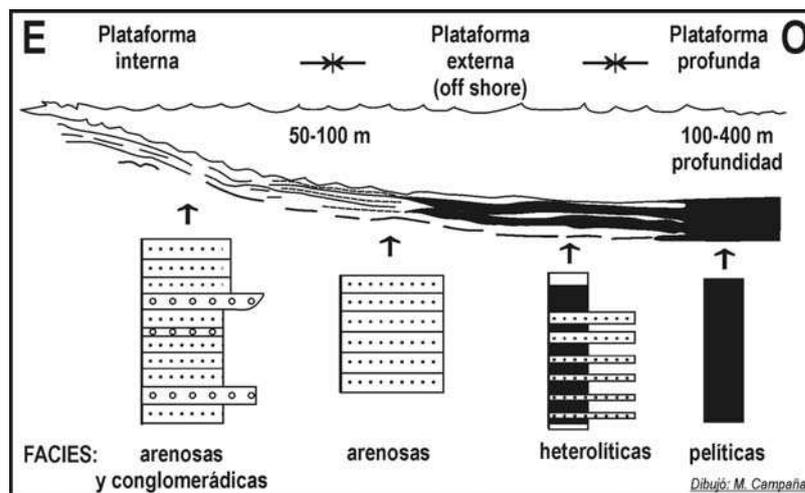
**d. Facies de ortoconglomerados polimícticos canalizados y areniscas:** Se presentan canales de 2 a 3 m de ancho por 1 m de alto, intercalados en facies de areniscas masivas y estratificadas en el perfil de Lomitas Negras (Fig 3 a y b).

Los depósitos presentan clastos de tamaños entre 2 y 10 cm compuestos por calizas y areniscas. Se destaca la bimodalidad manifiesta en el tamaño de los clastos atribuida probablemente a dos fuentes de aporte diferentes. Algunos clastos de calizas son portadores de fósiles ordovícicos (Núñez, 1976; Criado Roque e Ibañez, 1979).



**Figura 3:** Canales compuestos por ortoconglomerados polimícticos presentes en el perfil de Lomitas Negras. a) Vista frontal y b) Interpretación en block diagrama.

Constituyen canales perpendiculares a la costa, desarrollados con gran continuidad desde el continente hacia el talud y que transportan una importante carga tractiva de materiales acarreados por olas y tormentas desde las zonas costeras hacia la plataforma. Los espesores considerables de areniscas y pelitas marinas y la presencia de estas facies gruesas intercaladas sugieren áreas de aporte continentales extensas con poca vegetación, regímenes hidráulicos de alta energía en la plataforma y una relativa posición inestable de la línea de costa, con procesos de agradación en la plataforma y en el talud. El modelo de canales turbidíticos conglomerádicos de gran continuidad desarrollados en areniscas bien seleccionadas (Camacho et al, 2002) sugiere una plataforma y talud marino de poca pendiente, donde el quiebre es apenas perceptible. En la Fig 4 se brinda un esquema interpretativo de la disposición paleogeográfica este-oeste de las litofacies descritas.



**Figura 4:** Modelo de distribución de las litofacies de la Fm. Río Seco de los Castaños. Adaptado de Reading (1996).

## PETROGRAFÍA DE ARENISCAS

Metodología: se colectaron 25 muestras de areniscas medianas a finas pertenecientes a las secciones del Río Atuel y Lomitas Negras (Fig 5), las que fueron estudiadas microscópicamente con un conteo de 300 puntos por corte delgado utilizando el método tradicional.

Las muestras analizadas (perfil Lomitas Negras) son siempre cuarzo-feldespáticas e indican, según los diagramas ternarios propuestos por Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson et al., (1983), una procedencia de **orógeno reciclado y bloque continental**. Predominan las vacas feldespáticas a cuarzosas (arcosas y subarcosas) medianas (2 -1.5 phi) y subangulosas. Se observó cuarzo mono y policristalino, minerales opacos y anfíboles. Los feldespatos presentan, en la mayoría de las muestras, un proceso de cloritización importante producto de la alteración de la biotita. Se ha reconocido abundante muscovita (y en menor cantidad biotita) flexurada de origen detrítico, lo que habla de un transporte relativamente reducido. Para el perfil de Lomitas Negras, en particular, la presencia de abundantes líticos de cuarzo policristalino desplaza las modas detríticas hacia el campo de orógeno reciclado.

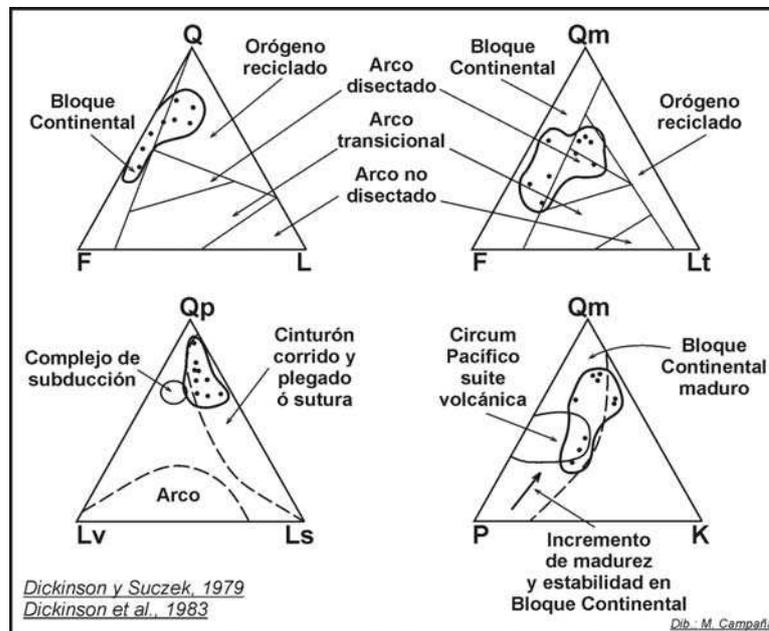


Figura 5: Diagramas ternarios de Dickinson para la localidad de Lomitas Negras.

## CONSIDERACIONES FINALES

La variedad de subambientes registrados dentro de una plataforma siliciclástica, junto a los espesores considerables estudiados, caracterizan a esta unidad que se habría formado desde una plataforma externa a zonas relativamente someras, presentando también depósitos característicos de flujos gravitatorios marinos en ambientes de distinta profundidad, conocidos genéricamente como turbiditas.

El aporte sedimentario fue continuo, la cuenca extensa, la paleopendiente del sustrato muy tendida (menor 1%) y los procesos sedimentarios dominantes fueron la acción de olas y mareas, prevaleciendo la suspensión-decantación, sobre la tracción.

En el perfil de Agua del Blanco, la abundancia de trazas (Poiré *et al.*, 2002) permitió caracterizar la icnofacies de *Cruziana* y señalar la presencia de estructuras sedimentarias mecánicas típicas de ambientes costeros someros, de tipo submareal y de moderada energía. Por otro lado, el perfil de la Ruta 144 ubicado hacia el oeste (dentro del sector Rodeo de la Bordalesa), presenta icnofacies de *Nereites* que implican actividad de organismos que se alimentan en sectores profundos de baja energía como los batiales o abisales.

Se cuenta además con datos de microfósiles (Acritarcos y otros) que implican una profundidad relativamente somera y una edad silúrica superior por su semejanza con los encontrados en la Fm Los Espejos de Precordillera (Rubinstein, 1997).

Las características generales descritas sugieren importantes procesos de aporte sedimentario y de agradación marina en la plataforma dominada por depósitos fangosos y areniscas finas sometidos a la acción conjunta de olas y tormentas. Las evidencias analizadas apuntan a que las áreas de aporte continentales estaban hacia el oriente, muy cercanas a las localidades estudiadas.

Los estudios petrográficos de psamitas indican predominio de vacas feldespáticas a cuarzosas (arcosas y subarcosas) medianas ( $2 -1.5 \phi$ ) y subangulosas de procedencia de orógeno reciclado y bloque continental. Se observó cuarzo mono y policristalino, minerales opacos abundantes y anfíboles. Los feldespatos presentan, en la mayoría de las muestras, un proceso de cloritización importante producto de la alteración de minerales ferromagnesianos. Se ha reconocido abundante muscovita (y en menor cantidad biotita) flexurada de origen detrítico, lo que habla de un transporte relativamente reducido.

Asimismo la presencia de '*briznas vegetales*' halladas en perfil de Lomitas Negras permite interpretar que existieron áreas vegetadas muy cercanas. Los regímenes hidráulicos fueron moderados y predominaron corrientes transversales a la costa que llevaron material grueso hacia los sectores más profundos de la cuenca. Los cambios del nivel del mar en esta secuencia progradante generaron escasas discontinuidades sedimentarias y litofacies de gran continuidad lateral.

Esta unidad sería correlacionable en edad con Formaciones semejantes de Precordillera *i.e.* Los Espejos, Villavicencio (Rubinstein, 1997; Cingolani *et al.*, 2003b), Talacasto y Punta Negra (Astini, 1991; Bustos, 1996), pero presentando las **facies conglomerádicas** como rasgo sedimentológico relevante.

**Agradecimientos:** Se agradece especialmente al Dr. Oscar Limarino por la lectura crítica y al Téc. Mario Campaña por trabajos de apoyo cartográfico. Esta contribución se encuadra en el PICT 07-10829 de ANPCYT. Asimismo, se agradece a la CONAE por el aporte de imágenes satelitarias y al CONICET por el apoyo para los trabajos de laboratorio.

## REFERENCIAS

- Astini, A. 1991. Sedimentología de la Formación Talacasto: una plataforma fangosa del Devónico precordillerano, Provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46(3-4):277-294.
- Astini, R. y Cañas F, 1995. La Formación Sassito, una nueva unidad calcárea en la Precordillera de San Juan: Sedimentología y significado estratigráfico y paleoambiental. Revista Asociación Argentina de Sedimentología, 2 (1-2):19-36
- Bustos, U., 1996. Modelo sedimentario alternativo para el Devónico de la Precordillera central sanjuanina: Formación Punta Negra. Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología, 3 (1):17-30.
- Camacho, H., Busby C y Kneller B., 2002. A new depositional model for the classic turbidite locality at San Clemente State Beach, California, Journal of AAPG Bulletin, 86(9):1543-1560.
- Cheel R.J y Leckie, D.A., 1993. Hummocky cross-stratification En: Wright V.P (Ed.) Sedimentology Review 1:103-122
- Cingolani, C.A., Manassero, M. y Abre, P., 2003a. Composition, provenance and tectonic setting of ordovician siliciclastic in the argentinian San Rafael Block: Southwards extensions of Precordillera Crustal fragment. Journal of South American Earth Sciences, Special Issue Pacific Gondwana Margin, 16(1): 91-106.
- Cingolani, C.A., Basei, M.A.S., Llambías, E.J., Varela, R., Chemale Jr., F., Siga Jr., O. y Abre, P. 2003b. The Rodeo Bordalesa Tonalite, San Rafael Block (Argentina): Geochemical and isotopic age constraints. 10° Congreso Geológico Chileno, Concepción, Actas en CD Rom.
- Criado Roque, P. e Ibáñez, G., 1979. Provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana. En J. C. Turner (Ed.). Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, 1:837-869.
- Crimes, T.P., 1970. The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from Lower Palaeozoic strata. In Crimes, T.P. and Harper J.C. (Eds.) Trace Fossils Geology, Journal Special Issue 3, Seel House Press, Liverpool, 101p.
- Collinson, J.D. y Thompson, D.B., 1989. Sedimentary Structures, Unwin Hyman, London, 207p.

- Dessanti, R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante (Provincia de Mendoza). Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Boletín 85, 79p.
- Dickinson, W.R. y Suczek, C., 1979. Plate tectonics and Sandstone Composition. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 63 (12):2164-2192.
- Dickinson, W.R., S. Beard, F. Brakenbridge, J. Erjavec, R. Fergusson, K. Inman, R. Knepp, F. Lindberg y P. Ryberg, 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. Geological Society of America, Bulletin, 64:233-235.
- Di Persia, C.A., 1972. Breve nota sobre la edad de la denominada Serie de la Horqueta- Zona Sierra Pintada. Departamento de San Rafael, Provincia de Mendoza. 4ª Jornadas Geológicas Argentinas, 3:29-41, Mendoza.
- González Bonorino, G., 1986. Determinación de la profundidad de agua en que se formaron ondulitas simétricas por corrientes oscilatorias. 1era. Reunión Argentina de Sedimentología, Actas 221-224. La Plata.
- González Díaz, E. F., 1964. Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27d "San Rafael" y zona occidental vecina (Provincia de Mendoza). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 19(3): 151-188.
- González Díaz, E. F., 1972. Descripción geológica de la Hoja 27d San Rafael, Mendoza. Servicio Minero-Geológico, Boletín 132, 127p. Buenos Aires.
- González Díaz, E. F., 1981. Nuevos argumentos a favor del desdoblamiento de la denominada Serie de La Horqueta del Bloque de San Rafael, Provincia de Mendoza. 8º Congreso Geológico Argentino, 3: 241-256. San Luis.
- Komar P., 1974. Oscillatory ripple marks and evaluation of ancient conditions and environments. Journal of Sedimentary Petrology, 44:169-180.
- Johnson, H.D. y Baldwin, C.T., 1996. Shallow siliciclastic seas. En Reading H. (Ed.): Sedimentary Environments, Blackwell Science, pp.207.
- Miller M.C. y Komar, P.D. 1980, A field investigation the relationship between oscillation ripple spacing and the nearbottom water orbital motions, Journal of Sedimentary Petrology 50:183-191.
- Muolder T. y Alexander J. 2001 The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits..Sedimentology 48(2): 269-299
- Nuñez, E., 1976. Descripción geológica de la Hoja Nihuil. Informe Inédito. Servicio Geológico Nacional, 112 p. Buenos Aires.
- Poiré, D., Cingolani, C. y Morel E., 2002. Características sedimentológicas de la Formación Río Seco de los Castaños en el perfil de Agua del Blanco: Pre-Carbonífero del Bloque de San Rafael, Mendoza. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 129-133, Calafate.
- Rubinstein, C., 1997. Primer registro de palinomorfos silúricos en la Formación La Horqueta, Bloque de San Rafael, Provincia de Mendoza, Argentina. Ameghiniana, 34 (2):163-167.
- Pemberton, S.G., Frey, R.W., Ranger, M.J., y Maceachern, J., 1992. The Conceptual Framework of Ichnology. En S.G.Pemberton (Ed.) Application of Ichnology to Petroleum Exploration. Society of Economical Paleontology and Mineralogists., core workshop 17:32p.
- Reading, H., 1996. Sedimentary Environments. En:Reading, H. (Ed.). Blackwell Science, 687 p.
- Stow, D.A. and Piper, D.J. (Eds) 1984. Fine-grained sediments: Deep water processes and facies, Special Publication Geological Society of London Bristol, 659 p.
- Walker R.G , Duke W.I. y Leckie, D.A., 1983. Hummocky cross-stratification: significance of its variable bedding sequences, discussion. Bulletin of the Geological Society of America, 94:1245-1249.