

Formación Potrero de los Funes (Cretácico Superior-Paleogeno): una nueva unidad estratigráfica en el sur de la sierra de San Luis

David RIVAROLA¹, Sonia CAMINA¹ y Juan Matías PERÓN ORRILLO¹

¹Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis, San Luis.
Email: rivarola@unsl.edu.ar, caminsonia@gmail.com, jmperon@unsl.edu.ar

Editor: Diego A. Kietzmann

RESUMEN

En el sector austral de la sierra de San Luis afloran sedimentitas depositadas en una cuenca intermontana, subsidente desde el Cretácico a la actualidad. Allí se reconoce una nueva unidad estratigráfica a la que se denomina Formación Potrero de los Funes. Se compone de, al menos, un centenar de metros de sedimentitas silicoclásticas en típicas secuencias de capas rojas, tectonizadas y por sectores fosilíferas. Esta unidad aflora sin base visible y es cubierta en discordancia angular y erosiva por la Formación San Roque. Se han reconocido catorce litofacies y cinco asociaciones de facies, cuya interpretación permite postular el modelo sedimentario del tipo fluvio-lacustre. La depositación habría tenido lugar en una única cuenca conformada por las actuales depresiones de Potrero de los Funes y Las Chacras, con un paisaje bastante más atenuado que en la actualidad. Los sistemas tractivos habrían fluido con sentido hacia el sur y centro de la cuenca de manera predominante. El área fuente de detritos habría sido principalmente rocas del basamento cristalino circundante y en menor medida sedimentitas del Grupo del Gigante (Cretácico temprano). Su contenido fosilífero incluye restos algales, hongos, conchóstracos y polen re trabajado; todos de escaso valor cronoestratigráfico, por lo que de momento no se puede precisar su edad, comprendida en el lapso Cretácico Tardío - Paleógeno.

Palabras clave: *Estratigrafía, Fluvial, Lacustre, Sierras Pampeanas.*

ABSTRACT

The Potrero de los Funes Formation (Upper Cretaceous - Paleogene): A new stratigraphic unit in the south of Sierra de San Luis.
In the southern sector of the Sierra de San Luis outcrops a sedimentary sequence deposited in an intermontane basin, which has been subsident since Cretaceous. In this sector a new stratigraphic unit called Potrero de los Funes Formation has been recognized. It is composed of, at least, one hundred meters of tectonized siliciclastic sedimentary rocks in a typical red bed sequence, which is locally fossiliferous. It outcrops with not visible base and is covered in angular and erosive discordance by the San Roque Formation. Fourteen lithofacies and five facies associations has been recognized, whose interpretation allows to postulate a fluvio-lacustrine sedimentary model. During its sedimentation, the landscape would have been considerably more attenuated than at present and the deposition would have taken place in a single basin conformed by the present depressions of Potrero de los Funes and Las Chacras. The fluvial systems would have flowed toward the south and center of the basin. The source area would have been predominantly rocks from the surrounding basement and sedimentary rocks from the Gigante Group (Lower Cretaceous). Its fossil content includes algae remains, fungi, conchostracans and reworked pollen, all of them with little chronostratigraphic value. So, it is not possible at the moment to adjust their age, which would lies between Late Cretaceous and Paleogene..

Keywords: *Stratigraphy, Fluvial, Lacustrine, Pampean Ranges.*

INTRODUCCION

El sector austral de la sierra de San Luis (Fig. 1) presenta una gran cantidad de afloramientos de rocas sedimentarias de-

positadas en cuencas intermontanas, que han permitido la construcción de la columna estratigráfica más completa para el Cenozoico de la región (Rivarola *et al.* 2014); la cual se usa como referencia para toda

la provincia de San Luis. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones tendientes a ajustar la estratigrafía de dicho sector de la provincia y mejorar el conocimiento de los sistemas depositacionales

de las unidades estratigráficas previas al Neógeno. En este contexto se da a conocer la presencia de una nueva unidad litoestratigráfica, cuyos antecedentes son escasos y han sido producidos por los mismos autores de este trabajo.

El presente trabajo aporta información sobre la geología general, ubicación y relaciones estratigráficas, sistemas de acumulación y edad de esta nueva unidad. Asimismo, se propone por primera vez la denominación formal de Formación Potrero de los Funes para la misma, bajo las normativas que establece el Código Argentino de Estratigrafía (1992). De esta manera, este trabajo contribuye al mejor conocimiento de la estratigrafía local y regional de la sierra de San Luis, que presenta un *gap* en el lapso Cretácico Tardío - Paleógeno (Fig. 2). En este sentido, se espera que el carácter fosilífero de la Formación Potrero de los Funes permita a futuro ajustar su edad y la de la supra-yacente Formación San Roque, la cual es hasta el momento, estéril en contenido fosilífero. Así, se podrá dar mayor precisión a la evolución de la sierra de San Luis durante su fase Andina (Costa 1992, Bense *et al.* 2017).

El estudio de esta nueva unidad está basado en la descripción y análisis de un centenar de metros de sedimentitas clásticas continentales; en una columna compuesta a partir de cinco secciones estratigráficas ubicadas en las localidades de Potrero de los Funes y Las Chacras, al sur de la sierra de San Luis (Figs. 1 y 3). Algunos afloramientos han sido descubiertos recientemente, en tanto que otros habían sido incluidos en la Formación San Roque (Rivarola *et al.* 1997) y son reasignados en este trabajo.

MARCO GEOLÓGICO

La zona de trabajo se encuentra ubicada en el sector austral de la sierra de San Luis (Fig. 1), que pertenece a la provincia geológica de Sierras Pampeanas, de amplia extensión en el centro oeste de Argentina. La sierra de San Luis está litológicamente compuesta por metamorfitas intruídas por cuerpos ígneos, desarrollados mayormente durante la orogenia Famatiniana, entre el Proterozoico tardío y el Paleozoico tem-

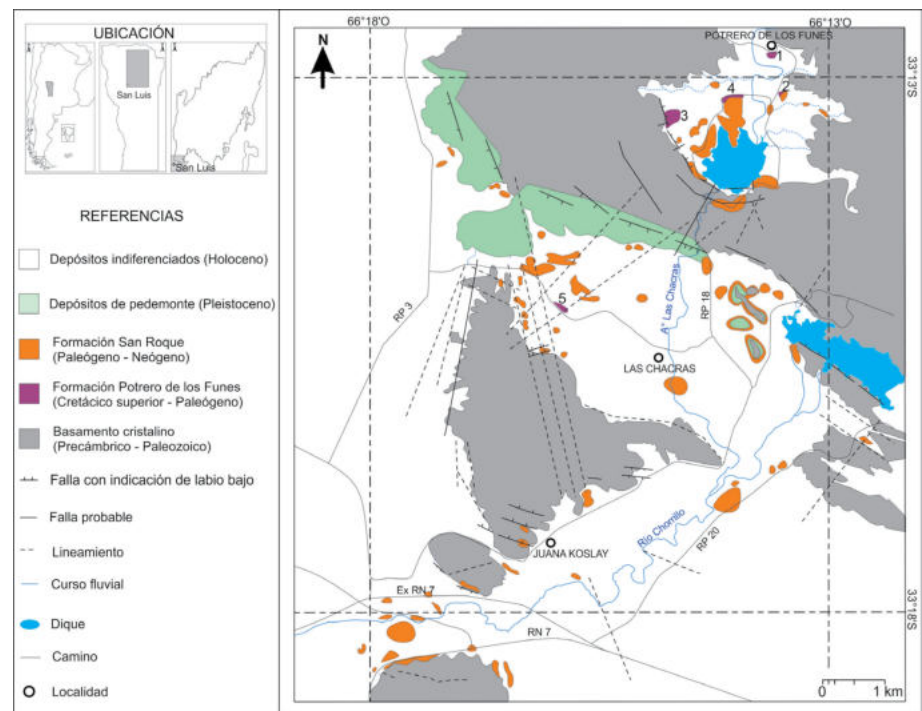


Figura 1. Mapa geológico del sur de la Sierra de San Luis, con referencia de las secciones estratigráficas: 1- Pueblo Potrero, 2- Algarrobo abuelo, 3- Potrero oeste, 4- Circuito del lago y 5- Puesto La Fortuna.

EDAD	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS y ESPESOR	LITOLOGÍA, ESTRUCTURAS y FÓSILES	PALEOAMBIENTE
Holoceno	Relleno moderno	[Símbolo de relleno]	Aluvial
	Formación Algarrobito (1 m)	[Símbolo de arena]	Planicie loessoides
	Paleosuelo Los Toldos (<1 m)	[Símbolo de suelo]	Suelo
	Formación Barranquita (2 m)	[Símbolo de arena] paleomamíferos	Planicie loessica
Pleistoceno	Formación Alto Grande (2 m)	[Símbolo de arena]	Fluvial
	Paleosuelo (1 m)	[Símbolo de suelo]	Suelo calcáreo
Neógeno	Formación Las Chacras = Fanglomerado Potrero (20 m)	[Símbolo de fanglomerado]	Aluvial - Fluvial
	Formación Cruz de Piedra = Formación Río Quinto (30 m)	[Símbolo de arena] paleomamíferos	
Paleógeno	Formación San Roque (>1500 m)	[Símbolo de arena]	Aluvial - Fluvial - Lacustre
Cretácico sup.	Formación Potrero de los Funes (100 m)	[Símbolo de arena] polen re TRABAJADO, algas, hongos y conchostreáceos	Fluvial - Lacustre
Paleozoico inferior	Basamento cristalino	[Símbolo de basamento]	

Figura 2. Columna estratigráfica del sur de Sierra de San Luis (modificado de Rivarola *et al.* 2014, 2017).

prano, debido a la subducción y posterior colisión del terreno Cuyania contra el margen protoandino de Gondwana (Kilmurray y Dalla Salda 1977, Sato *et al.* 2003, Steenken *et al.* 2006, Christiansen *et al.* 2019).

El basamento cristalino aflorante en el área de estudio está comprendido por dos

granitos porfíricos denominados El Volcán y La Escalerilla sur, limitados al este por las metamorfitas del Grupo Micaesquistos mediante una zona de cizalla dúctil, mientras que al oeste quedan cubiertos por sedimentos neógenos (Morosini 2011). El Granito El Volcán, de edad devónica temprana, aflora en toda la cuenca de Potrero

de los Funes; mientras que el Granito La Escalerilla Sur, de edad ordovícica temprana, aflora pocos kilómetros al norte de Potrero de los Funes y el contacto entre ambos cuerpos es un conjunto de fallas normales ONO-ESE en cercanías del Cerro Valle de Piedra (Costa y Cortés 1993, Morosini 2011). El Granito La Escalerilla Sur es un monzo a sienogranito leucocrático de textura porfírica, con pasta granuda de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y fenocristales de microclino de hasta 6 cm de largo, aglomerados y orientados junto a las micas en foliación imperfecta (Morosini 2011). El Granito El Volcán presenta características similares, pero se distingue por su pasta de textura más fina y menos deformada, su color levemente más oscuro debido al mayor contenido de biotita y fenocristales de microclino más dispersos (Morosini 2011). El Grupo Micacesquitos, de posible edad cámbrica inferior, es la roca de caja de estos granitos y los bordea por el este, formando una faja continua de esquistos negros a gris blanquecino, con composición variable entre micáceos, cuarzo-micáceos, cuarzo-feldespáticos y cuarcitas; en bancos tabulares plegados, de espesor muy variable entre 0,1 y 30 m (von Gosen y Prozzi 1998, Morosini 2011). Los esquistos cuarzo-feldespáticos son de grano fino, con un dominio granoblástico de cuarzo policristalino, feldespato potásico y plagioclasa, y un dominio lepidoblástico subordinado de láminas flexuradas y sigmoidales de biotita y muscovita (Morosini 2011). Los esquistos micáceos son de grano algo más grueso y predomina el dominio lepidoblástico de muscovita y biotita en láminas flexuradas y bandas sericiticas crenuladas; con escaso cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa (Morosini 2011). Las metacuarcitas son de grano fino, granoblásticas, isótropas y están compuestas por cuarzo recristalizado (Morosini 2011).

La exhumación de la sierra de San Luis comenzó durante el Carbonífero y tuvo su mayor actividad entre el Pérmico Medio y el Jurásico Temprano, asociada con eventos tectónicos de importancia regional, tales como la apertura de la Cuenca Paganzo y la posterior Orogenia Sanrafaélica (Bense *et al.* 2017). Durante el Cretácico, toda la región estuvo sometida a procesos de *rifting* que llevaron a la creación

de cuencas extensionales y un importante periodo de erosión, responsable de las superficies de peneplanización reconocidas en el ámbito serrano (Costa *et al.* 2000, Bense *et al.* 2017). A partir del Neógeno la sierra de San Luis queda sometida a la orogenia Andina, debido a la subducción subhorizontal de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana por la colisión de la dorsal Juan Fernández; y de este modo adquiere su estilo tectónico actual, de antepaís fracturado en bloques de basamento basculados con geometría asimétrica, con el borde occidental abrupto marginado por fallas inversas de sentido NE-SO y el flanco oriental de inclinación suave hacia el E (Isacks *et al.* 1982, Jordan y Allmendinger 1986, Costa 1992, Bense *et al.* 2017).

Durante la orogenia Andina, en el sur de la sierra de San Luis se han desarrollado una serie de fallas distensivas NO-SE, conjugadas con la dirección de fallamiento compresivo principal, que permitieron el desarrollo de cuencas intermontanas de tipo hemigraben (Criado Roqué *et al.* 1981b, Costa 1992). En estas cuencas se han acumulado, al menos, 1.200 m de sedimentitas clásticas en típicas secuencias de capas rojas (Fig. 2). Hasta ahora, la unidad litoestratigráfica aflorante más antigua reconocida para la zona era la Formación San Roque, de posible edad oligocena - miocena y amplia distribución en el sector austral de la sierra de San Luis. Sin embargo, en este trabajo se dan a conocer cinco afloramientos saltuáricos de una unidad litoestratigráfica aún más antigua (Fig. 2).

ANTECEDENTES

Los antecedentes bibliográficos en relación con las rocas que conforman la unidad litoestratigráfica objeto de estudio son escasos y en su totalidad han sido realizados por el mismo grupo de autores de este trabajo. Rivarola y Ortiz Suárez (2007) y Rivarola *et al.* (2014) mencionaron por primera vez la presencia de una unidad infrayacente al miembro basal de la Formación San Roque en la localidad del Potrero de los Funes y la correlacionaron con dudas a la Formación Lagarcito. Camina (2016) y Rivarola *et al.* (2016) mapearon

la unidad y caracterizaron sus litofacies y paleoambientes sedimentarios. Rivarola *et al.* (2017) propusieron informalmente la denominación estratigráfica que aquí se presenta bajo las normativas del Código Argentino de Estratigrafía (1992).

UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

El área estudiada abarca unos 85 km² y comprende parte de los municipios de Potrero de los Funes, Juana Koslay, San Roque y Capital; entre los 33°12'30"S, 66°12'30"O y los 33°18'30"S, 66°18'30,"O (Fig. 1). Por su naturaleza urbana a suburbana no presenta inconvenientes de accesibilidad a través de rutas, caminos asfaltados y de tierra consolidada, a los cuales se accede desde la ruta provincial N°20.

METODOLOGÍA

Se aplicó la metodología clásica de estudios sedimentológicos y estratigráficos. Se comenzó con el análisis crítico y reinterpretación de los antecedentes, además de mapear la zona de trabajo en escala de detalle mediante imágenes de Google Earth.

En el campo se identificaron los afloramientos de la unidad litoestratigráfica en estudio, sus relaciones estratigráficas y actitud tectónica. A partir de esta información se relevaron secciones estratigráficas a escala 1:50 y 1:100, que fueron luego integradas en una columna compuesta. Se determinaron las litofacies presentes, se muestreó cada una de ellas y se tomaron fotografías a nivel de afloramiento, de estratofábrica y de detalle. Además, se obtuvieron datos de paleocorrientes de algunos intervalos, que si bien no fueron suficientes para su tratamiento estadístico, fueron utilizados como complemento de la interpretación. Dado que se pudo asignar un origen fluvial a la mayor parte de las sedimentitas estudiadas, se aplicó el código de litofacies propuesto por Miall (1977, 1996), mientras que para definir las asociaciones de facies y elementos arquitecturales se siguió el modelo de depositación fluvial de Miall (1978, 1985, 1996), modificado para incluir el elemento lacustre (LC).

En laboratorio se analizaron, describieron y clasificaron muestras de cada litofacies, especialmente de conglomerados y areniscas, bajo lupa binocular y en secciones delgadas. Se hizo una caracterización general de la procedencia de areniscas en función de su composición mineralógica modal, en 5 cortes delgados, con un conteo de 300 puntos por corte; usando las categorías de conteo y los criterios de identificación de componentes propuestos por Dickinson *et al.* (1983) y Dickinson (1985). Cabe destacar que se usó el método tradicional de conteo en lugar del método de Gazzi-Dickinson, para poder detallar los distintos componentes líticos de cada muestra y estos resultados se compararon con los conteos de clastos realizados en las litofacies de conglomerados. Se usaron las clasificaciones de Limarino *et al.* (1996) para los conglomerados y Pettijohn *et al.* (1987) para las areniscas. En las muestras de areniscas y grauvacas con materia orgánica, se determinó su porcentaje por el método de calcinación. Las muestras de pelitas fueron enviadas al CRICYT para su análisis micropaleontológico por parte de la Dra. M. Prámparo.

FORMACION POTRERO DE LOS FUNES (NOM. NOV.)

Siguiendo las normas del Código Argentino de Estratigrafía (1992) se define en este trabajo la Formación Potrero de los Funes. La mayoría de los puntos planteados en dicho Código se responden en este apartado y otros se pueden inferir parcialmente a partir de la génesis de los depósitos. A pesar de que ciertos puntos no pueden ser precisados por el momento, la información existente justifica ampliamente la propuesta de una nueva unidad litoestratigráfica para la columna del sur de la sierra de San Luis. Se propone el nombre de Formación Potrero de los Funes (*nom. nov.*), respetando textualmente la toponimia de la localidad serrana donde se reconocen cuatro de los cinco afloramientos asignados a esta formación. El afloramiento restante se ubica en la vecina localidad de Las Chacras. Ambas localidades se encuentran próximas a la Ciudad Capital de la provincia de San Luis (Fig. 1). Es la

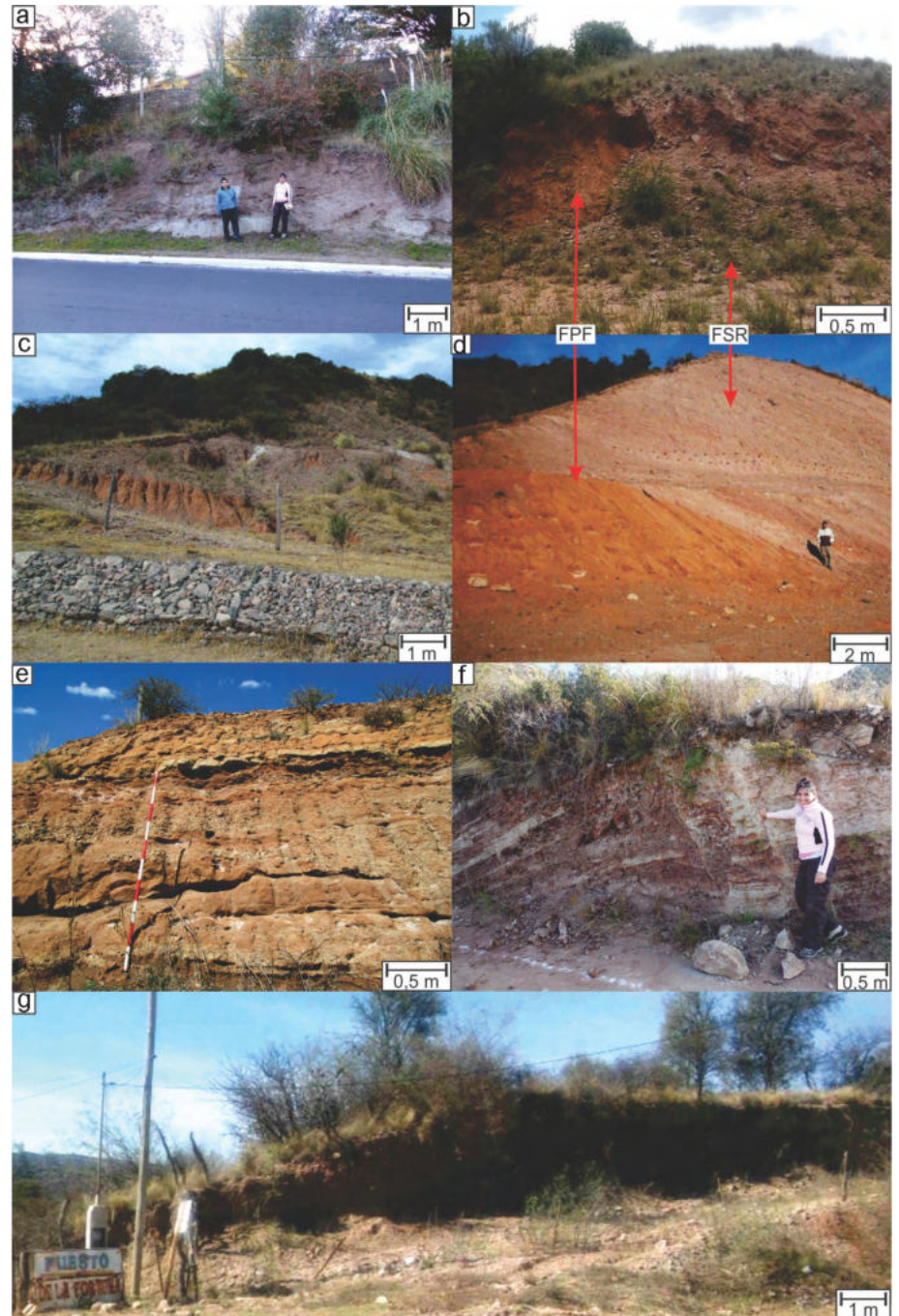


Figura 3. Afloramientos asignados a la Formación Potrero de los Funes: a) Pueblo Potrero; b) Algarrobo abuelo; c-d) Circuito del lago; e) Potrero oeste (base); f) Potrero oeste (techo); g) Puesto La Fortuna. En las figuras b y d se destaca la relación discordante entre las Formaciones Potrero de los Funes (FPF) y San Roque (FSR).

primera vez que se hace una propuesta formal de uso de esta nomenclatura, si bien, cabe destacar que el mismo nombre fue utilizado de manera informal por Lippman (1966) para referirse a lo que hoy de conoce como Formación San Roque.

La Formación Potrero de los Funes corresponde a una unidad silicoclástica de origen continental en típicas secuencias de capas rojas; con un espesor de, al menos,

100 m. La misma aflora de manera discontinua y sin base visible, en el sector sur de la sierra de San Luis (Fig. 1) y es cubierta en discordancia angular y erosiva por la Formación San Roque (Figs. 2, 3b, 3d). Se presenta usualmente tectonizada, con buzamiento de 15° a 35° hacia el S-SO. Sus litologías incluyen conglomerados polimícticos inmaduros compuestos por clastos de granitoides y esquistos; areniscas

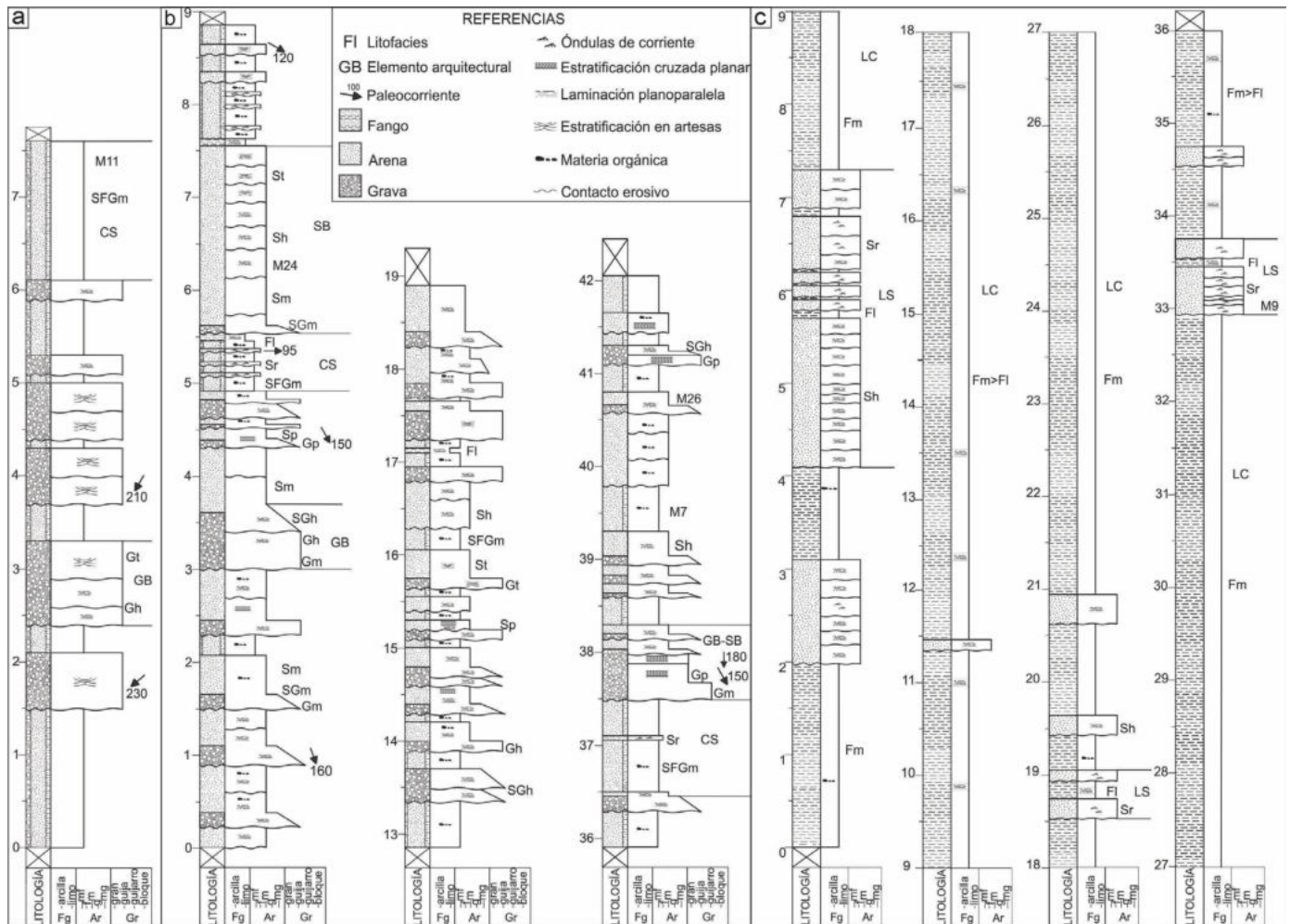


Figura 4. Secciones estratigráficas de la Formación Potrero de los Funes: a) Pueblo Potrero; b) Potrero oeste; c) Circuito del lago.

arcósicas micáceas con motas de materia orgánica en algunos sectores y fangolitas varicolores (pardas, rojizas, violetas, verdes y amarillas) localmente fosilíferas.

En el presente trabajo se asignan a esta unidad litoestratigráfica cinco afloramientos (Figs. 1 y 3), todos de reducidas dimensiones y aislados entre sí, que han sido denominados: 1) Pueblo Potrero ($S33^{\circ}12'47''S$ $66^{\circ}13'36''O$) (Fig. 3a); 2) Algarrobo abuelo ($33^{\circ}13'08''S$ $66^{\circ}13'19''O$) (Fig. 3b); 3) Circuito del lago ($33^{\circ}13'11''S$ $66^{\circ}14'01''O$) (Figs. 3c, d); 4) Potrero oeste (entre $33^{\circ}13'21''S$ $66^{\circ}14'44''O$ y $33^{\circ}13'26''S$ $66^{\circ}14'46''O$) (Figs. 3e, f); y 5) y finalmente Puesto La Fortuna ($33^{\circ}15'08''S$ $66^{\circ}15'56''O$) (Fig. 3g). Sin embargo, solamente se pudieron relevar secciones estratigráficas de valor en Pueblo Potrero (Fig. 4a), Potrero oeste (Fig. 4b) y Circuito del lago (Fig. 4c). Si bien ninguna de las tres secciones representa la totalidad de los sistemas depositacionales fluvio-la-

custres reconocidos en esta Formación, la sección Potrero Oeste representa el sistema fluvial, en tanto que en la sección Circuito del lago se reconoce el sistema lacustre. Por lo tanto, se propone a ambas como posibles secciones tipo para la Formación Potrero de los Funes.

Si bien la extensión areal y espesor actuales de la Formación Potrero de los Funes son reducidos, se supone que tales afloramientos son una pobre expresión de la extensión real que debió constituir ésta unidad en el pasado y que gran parte del material sedimentario debió ser erosionado por los paleoflujos que condujeron a la sedimentación de la Formación San Roque; la cual, a pesar de ser más nueva, se encontraría en algunos sectores, encajada a un nivel topográfico inferior dentro de la Formación Potrero de los Funes. Por otra parte, se infiere que esta unidad tendría continuidad en el subsuelo de la Cuenca de San Luis, donde los datos de

perforaciones atestiguan más de 1200 m de relleno sedimentario; de los cuales, los primeros 600 m corresponderían a las sedimentitas cenozoicas de las Formaciones Las Mulitas y San Roque, mientras que el resto ha sido asignado a sedimentitas mesozoicas de la Formación Lagarcito y los Grupos El Gigante y Cerro Cocodrilo (Criado Roqué *et al.* 1981a, Pascual y Bondesio 1981). Cabe aclarar que en los trabajos citados, tanto en superficie como en subsuelo, no se ha considerado la presencia de una unidad litoestratigráfica entre las Formaciones Lagarcito y San Roque, si no que se basan en su relación de contacto estratigráfico observada en Sierra de las Quijadas (Criado Roqué *et al.* 1981a, Pascual y Bondesio 1981, Rivarola y Ortiz Suárez 2007, Rivarola *et al.* 2014).

Litofacies

En la Formación Potrero de los Funes se han reconocido un total de catorce litofa-

cies, ordenadas en primer lugar según su granulometría dominante y en segundo lugar según sus estructuras sedimentarias. *Litofacies de conglomerados (Gcm, Gh, Gp, Gt)*: estas litofacies se componen de ortoconglomerados con fábrica clasto soporte, con modas de guijas a guijarro, tamaño máximo de 14 cm, mala selección, clastos angulosos a subredondeados, predominantemente oblatos y tabulares,

partidos por atricción (Fig. 5a). Tienen 20% de matriz de tamaño arena a sábulo. En función de la estructura sedimentaria se diferencian conglomerados masivos (Gcm), con estratificación horizontal (Gh), estratificación cruzada planar (Gp) y en artesa (Gt).

Su composición es polimíctica, con un leve predominio de los clastos ígneos (60%) sobre los metamórficos (40%) (Fig. 5a). La

fracción ígnea corresponde a un granito porfírico gris con tonalidades rosa, compuesto por una pasta granuda de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita; y abundantes fenocristales tabulares de feldespato potásico, euhedrales a subhedrales, de hasta 6 cm, que también aparecen como clastos individuales. La fracción metamórfica está dominada por esquistos biotíticos y cuarzo-micaceos de grano fino

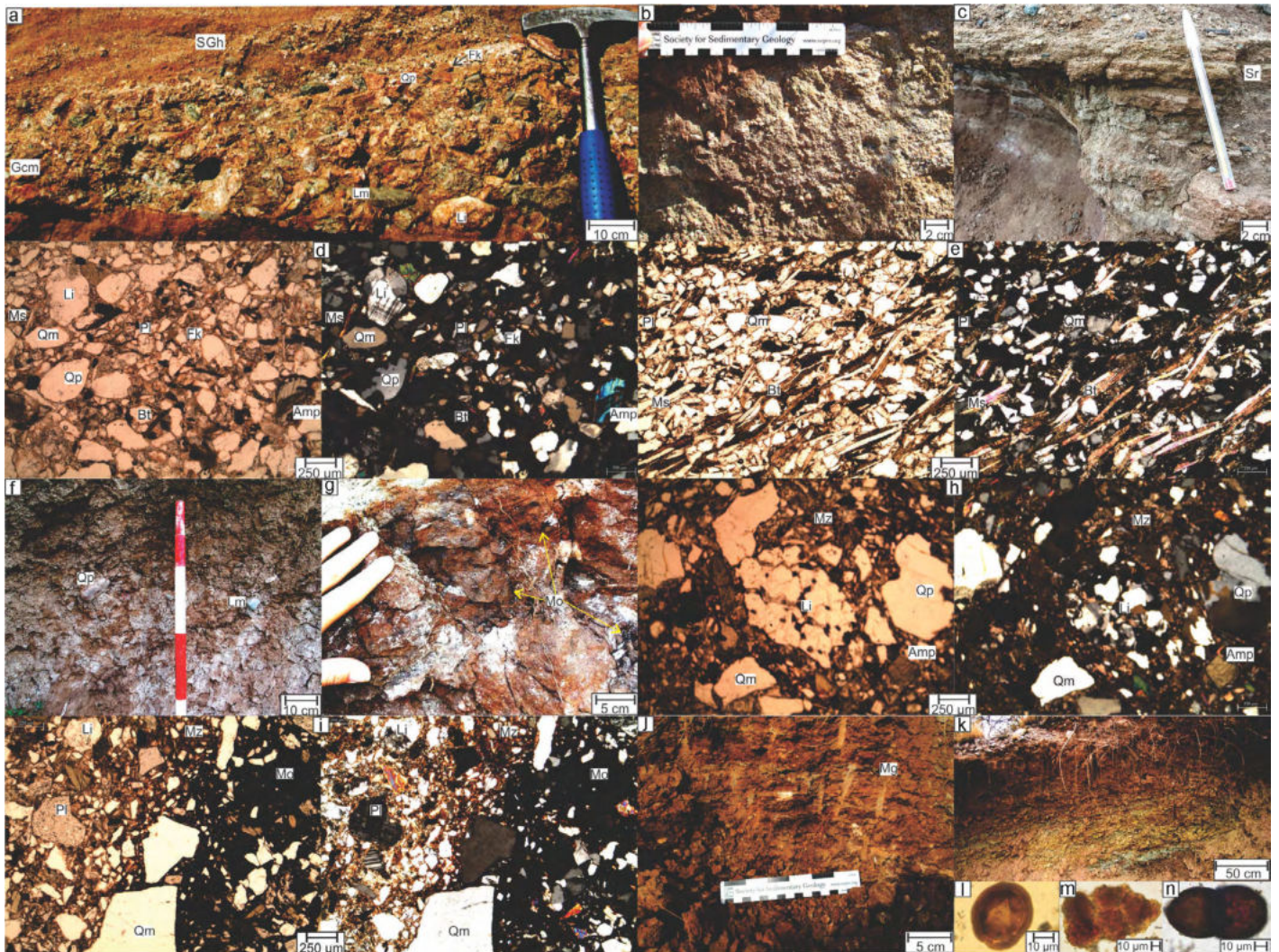


Figura 5. Litofacies de la Formación Potrero de los Funes. a) Litofacies de ortoconglomerado (Gcm) y arenisca conglomerádica (SGh) compuestas por clastos de granito porfírico (Li), esquistos (Lm), feldespato potásico (Fk) y cuarzo policristalino (Qp); b) Litofacies de areniscas con estratificación horizontal (Sh), de granulometría fina a gruesa y con guijas dispersas; c) Litofacies de arenisca fina con estratificación ondulítica de corriente (Sr); d) Microfotografía a nicoles paralelos (izquierda) y cruzados (derecha) de una arenisca fina sin matriz, compuesta por líticos graníticos (Li), cuarzoes (Qm) y policristalinos (Qp), microclinos (Fk), plagioclasas (Pl), biotitas (Bt), muscovitas (Ms) y anfíboles (Amp); e) Microfotografía a nicoles paralelos (izquierda) y cruzados (derecha) de arenisca fina con estratificación ondulítica de corriente (Sr), con detalle en las láminas de biotita (Bt) y muscovita (Ms) orientadas definiendo la microestructura de laminación cruzada; f) Litofacies de grauvaca guijosa masiva (SFGm), donde se observan clastos de cuarzo policristalino (Qp) y esquistos cuarzomíceos (Lm); g) Litofacies de grauvaca guijosa masiva (SFGm) con motas oscuras de materia orgánica (Mo); h) Microfotografía a nicoles paralelos (izquierda) y cruzados (derecha) de la litofacies de grauvaca (SFGm) con detalle de la abundante matriz fangosa (Mz) que rodea granos de cuarzo mono (Qm) y policristalino (Qm), lítico granítico (Li) y anfíbol (Amp); i) Microfotografía a nicoles paralelos (izquierda) y cruzados (derecha) de la litofacies de grauvaca guijosa masiva (SFGm) con detalle en la matriz fangosa (Mz) y una mota de materia orgánica (Mo) rodeando granos de cuarzo monocristalino (Qm), plagioclasa (Pl) y lítico granítico (Li); j) Litofacies de fangolitas masivas (Fm) ocreas y con manchas grises de óxido reducción (Mg); k) Litofacies de fangolitas laminadas fosilíferas (Fi) de tonos verde (V), amarillo (A) y rojo (R); l) Microfotografía de polen del género *Classopollis* con evidencias de retrabajo, obtenido de la litofacies de fangolitas laminadas (Fi); m) Microfotografía de restos algales del género *Botryococcus* obtenidos de la litofacies de fangolitas laminadas (Fi); n) Microfotografía de esporas de hongos obtenidos de la litofacies de fangolitas laminadas (Fi).

con laminación crenulada; con menor proporción de metacuarcitas de grano fino a medio y esquistos cuarzo-feldespáticos con abundantes granates. Los clastos líticos sedimentarios son escasos (<1%) y corresponden a fangolitas rojizas masivas. Estas litofacies se interpretan como depósitos de carga de fondo de flujos encauzados predominantemente tractivos, turbulentos y de régimen supercrítico. Las litofacies Gcm y Gh conformarían barras longitudinales en canales de baja profundidad; mientras que Gp y Gt conformarían barras transversales en canales de mayor caudal y profundidad (Steel y Thompson 1983, Nemeč y Postma 1993, Miall 1996, Kietzmann *et al.* 2016).

Litofacies de areniscas conglomerádicas (SGm, SGh): estas litofacies se componen de arenas gruesas con hasta 30% de guijas, selección moderada y fábrica clasto a matriz soporte (Fig. 5a). En función de la estructura sedimentaria se diferencian areniscas conglomerádicas masivas (SGm) y con estratificación horizontal (SGh). Su composición es polimíctica, similar a la descrita para las litofacies de conglomerados.

La litofacies SGh se habría depositado a partir de flujos tractivos encauzados de régimen crítico (Miall 1977, Collinson y Thompson 1989, Scherer *et al.* 2015). Por su parte, la litofacies SGm podría deberse a desaceleración brusca de flujos densos de sedimentos no cohesivos (Miall 1978, 1996, Jo 2003).

Litofacies de areniscas (Sm, Sh, Sp, St, Sr): las litofacies de areniscas corresponden a arenitas arcóscicas micáceas, de granulometría finas a gruesas y clastos aislados de hasta 10 cm, selección moderada, fábrica clasto soporte y hasta 5% de matriz y cemento (Figs. 5b, d, 6a). En función de la estructura sedimentaria se diferencian areniscas masivas (Sm), con estratificación horizontal (Sh), cruzada planar (Sp), en artesa (St) o con laminación ondulítica de corriente (Sr) (Figs. 5b, c).

En su composición predominan cuarzo, plagioclasa y biotita, con menor participación de feldespatos potásicos y fragmentos líticos; además de circón, anfíbol y opacos como minerales accesorios (Figs. 5d, e, 6). El cuarzo se presenta en granos anhedrales, tabulares y prismáticos, angu-

los a redondeados con predominio de los monocristalinos de extinción ondulosa y relámpago sobre los policristalinos de más de 3 individuos, con contactos poligonales a suturados y extinción ondulosa (Fig. 5d, e). Los feldespatos se presentan en granos tabulares anhedrales a subhedrales, angulosos a subredondeados, con diversos grados de alteración a cericita y caolinita; con predominio de plagioclasa sobre ortoclasa y microclino; y se los reconoce por sus maclas ocasionalmente deformadas: polisintética, Carlsbad y en enrejado, respectivamente (Fig. 5d, e). Entre los fragmentos líticos predominan los ígneos plutónicos como granos subangulares a subredondeados de granito, compuestos por microclino, cuarzo con extinción ondulosa y plagioclasa alterada a sericita y caolinita (Fig. 5d). La fracción metamórfica es escasa y está dominada por granos tabulares subangulares de esquistos biotíticos fibrosos y crenulados. Las micas son abundantes, con un claro predominio de biotita sobre muscovita, en forma de láminas subangulares, rectas, plegadas, fracturadas y ocasionalmente orientadas marcando la laminación sedimentaria (Fig. 5e). La escasa matriz se compone de cuarzo, plagioclasa, ortoclasa, muscovita, biotita, circón y minerales de arcilla; mientras el cemento, también escaso, es de pátinas de óxido de hierro y parches de calcita.

Estas litofacies se habrían depositado a partir de flujos tractivos de régimen variable, canalizados a laminares (Miall 1977, Collinson y Thompson 1989, Scherer *et al.* 2015). La litofacies Sh corresponde a la capa plana de régimen crítico; mientras que Sp, St y Sr se asocian a la migración de megaóndulas 2D (Sp), 3D (St) y óndulas de corriente (Sr) bajo régimen subcrítico (Miall 1977, Collinson y Thompson 1989, Scherer *et al.* 2015). Por otra parte, la litofacies Sm podría deberse a desaceleración brusca de flujos densos de sedimentos no cohesivos (Miall 1978, 1996, Jo 2003), o bien puede tratarse de facies originalmente estratificadas que perdieron su estructura por actividad biológica (Scherer *et al.* 2015).

Litofacies de grauvacas guijosas (SFGm): Esta litofacies corresponde a una grauvaca guijosa feldespática masiva, conformada por 40 a 80% de arena fina a gruesa,

15 a 40% de matriz fangosa y hasta 20% de guijas y guijarros de hasta 10 cm, angulosos a subredondeados; con selección moderada a mala y fábrica matriz soporte (Figs. 5f, g, 6b).

La composición de las guijas es polimíctica, con un leve predominio de clastos ígneos plutónicos sobre los metamórficos (Fig. 5f). En la fracción arena predominan cuarzo, plagioclasa, fragmentos líticos ígneos, anfíbol y biotita, con menor participación de feldespatos potásicos y fragmentos líticos metamórficos; además de muscovita, circón y opacos como minerales accesorios (Figs. 5h, i, 6). El cuarzo se presenta en granos anhedrales, tabulares y prismáticos, angulosos a redondeados con predominio de los monocristalinos de extinción ondulosa y relámpago sobre los policristalinos con contactos poligonales a suturados y extinción ondulosa (Fig. 5h). Los feldespatos se presentan en granos tabulares anhedrales a subhedrales, angulosos a subredondeados, con diversos grados de alteración a cericita y caolinita; con predominio de plagioclasa sobre ortoclasa y microclino; y se los reconoce por sus maclas ocasionalmente deformadas: polisintética, Carlsbad y en enrejado, respectivamente (Fig. 5i). Entre los fragmentos líticos predominan los ígneos plutónicos de granito porfírico, en granos tabulares a ecuanes, subangulares a subredondeados, compuestos por fenocristales de microclino y pasta granuda subhedral de cuarzo con extinción ondulosa, plagioclasa alterada y láminas de biotita. La fracción metamórfica es escasa y está dominada por granos tabulares subangulares de esquistos biotíticos. Los líticos sedimentarios son muy escasos y corresponden a fangolitas de grano muy fino, en granos elongados, redondeados y de borde difuso. Las micas no son tan abundantes como en las litofacies de areniscas, pero se mantiene el claro predominio de biotita sobre muscovita. Los anfíboles son más abundantes que en las litofacies de areniscas y se presentan como granos prismáticos a ecuanes, subhedrales, partidos y con pleocroismo de verde a pardo (Fig. 5h). La matriz es masiva y abundante, compuesta de cuarzo, muscovita, sericita, biotita, plagioclasa, ortoclasa y minerales de arcilla (Figs. 5h, i, 6). El cemento es escaso y se compone de óxidos de hierro,

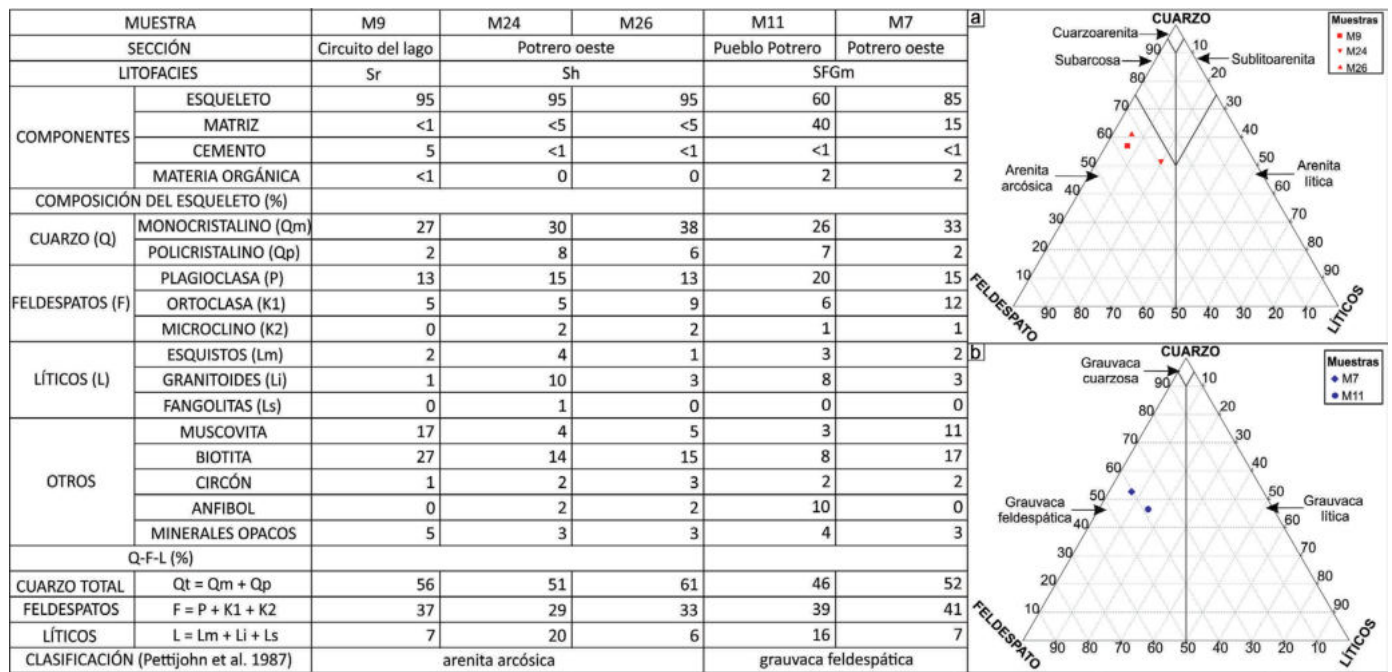


Figura 6. Composición modal y clasificación según el diagrama de Pettijohn *et al.* (1987) de las litofacies de areniscas (a) y grauavaca (b) de la Formación Potrero de los Funes.

calcita y yeso. Además contienen hasta 2% de materia orgánica carbonosa como motas amorfas de color pardo oscuro a negro (Figs. 5g, i, 6).

Esta litofacies se habría depositado en masa, a partir de flujos densos de detritos que pierden su energía de manera repentina (Miall 1977, 1996).

Litofacies de fangolitas (Fm, Fl): las litofacies de fangolitas se componen por más de 85% de limo fino y arcilla; con hasta 15% de arena fina a muy fina, de selección moderada a mala y fábrica fango soporte. En función de la estructura sedimentaria se diferencian fangolitas masivas (Fm) y con laminación horizontal (Fl) (Figs. 5j, k). Su color predominante es pardo anaranjado, con ocasionales motas oscuras de materia orgánica y grises de óxido-reducción (Fig. 5j), aunque también pueden presentarse en láminas varicolores de violeta, amarillo, ocre y verde (Figs. 5k). Su composición mineralógica incluye cuarzo, muscovita, biotita, caolinita, montmorillonita, illita, calcita y clorita. El material fosilífero reconocido en las fangolitas laminadas incluye polen retrabajado del género *Classopollis* (Rivarola *et al.* 1997), conchostracos de las familias *Fushunograptidae* y *Loxomegaglyptidae* (Gallego y Mezquita 2000), restos algales del género *Botryococcus* y hon-

gos (Rivarola *et al.* 2016, 2017) (Figs. 5 l, m, n).

Se interpreta que ambas litofacies habrían sido depositadas por decantación en un cuerpo de agua quieta de profundidad variable (Scherer *et al.* 2015). Las diferentes estructuras sedimentarias se deberían a diferentes velocidades de sedimentación del material pelítico, siendo más rápida la depositación de las fangolitas masivas que las laminadas.

Paleoambientes sedimentarios

Las litofacies previamente descritas fueron agrupadas en cinco asociaciones de facies, que se corresponden con sendos elementos arquitecturales del modelo de depositación fluvial propuesto por Miall (1978, 1996).

Asociación de Facies A (AFA): se identifica a esta asociación con el elemento arquitectural GB, que corresponde a formas de lecho gravosas. Conforman cuerpos de geometría lentiforme a tabular con base erosiva, espesor decimétrico a métrico y desarrollo lateral variable en el rango métrico a decamétrico (Figs. 4a, b, 7a, b,c); que pueden presentarse amalgamados entre sí y con la AFB (Fig. 4b, 7b). Se conforman de conglomerados masivos basales (Gcm); sucedidos por conglomerados con estratificación horizontal (Gh) y, en

forma subordinada, estratificación cruzada planar y en artesa (Gp, Gt). Este conjunto puede gradar a areniscas conglomerádicas masivas o con estratificación horizontal (SGm, SGh) y a las areniscas de AFB (Figs. 7d-f). Las paleocorrientes medidas en artesas, estratificaciones entrecruzadas planares y bases de las lentes en la sección Pueblo Potrero presentan azimuth entre 210° y 230° (Fig. 4a); mientras que en la sección Potrero oeste presentan azimuth entre 120° y 180°, con una mayor concentración entre los 150° y 160° (Fig. 4b). Se interpreta a esta asociación como depósitos de barras formados a partir de flujos encauzados predominantemente tractivos y turbulentos, bajo un régimen de flujo supercrítico. Las litofacies Gcm, Gh, SGm y SGh corresponderían a depósitos de barras longitudinales desarrolladas en canales de baja profundidad (Nemec y Postma 1993, Miall 1996, Kietzmann *et al.* 2016). Por su parte, las litofacies Gp y Gt conformarían barras transversales, depositadas en momentos de mayor caudal y profundidad de los canales (Steel y Thompson 1983, Miall 1996, Kietzmann *et al.* 2016). **Asociación de Facies B (AFB):** se identifica a esta asociación con el elemento arquitectural SB, que corresponde a formas de lecho arenosas. Conforman cuerpos de geometría tabular a lenticular con base

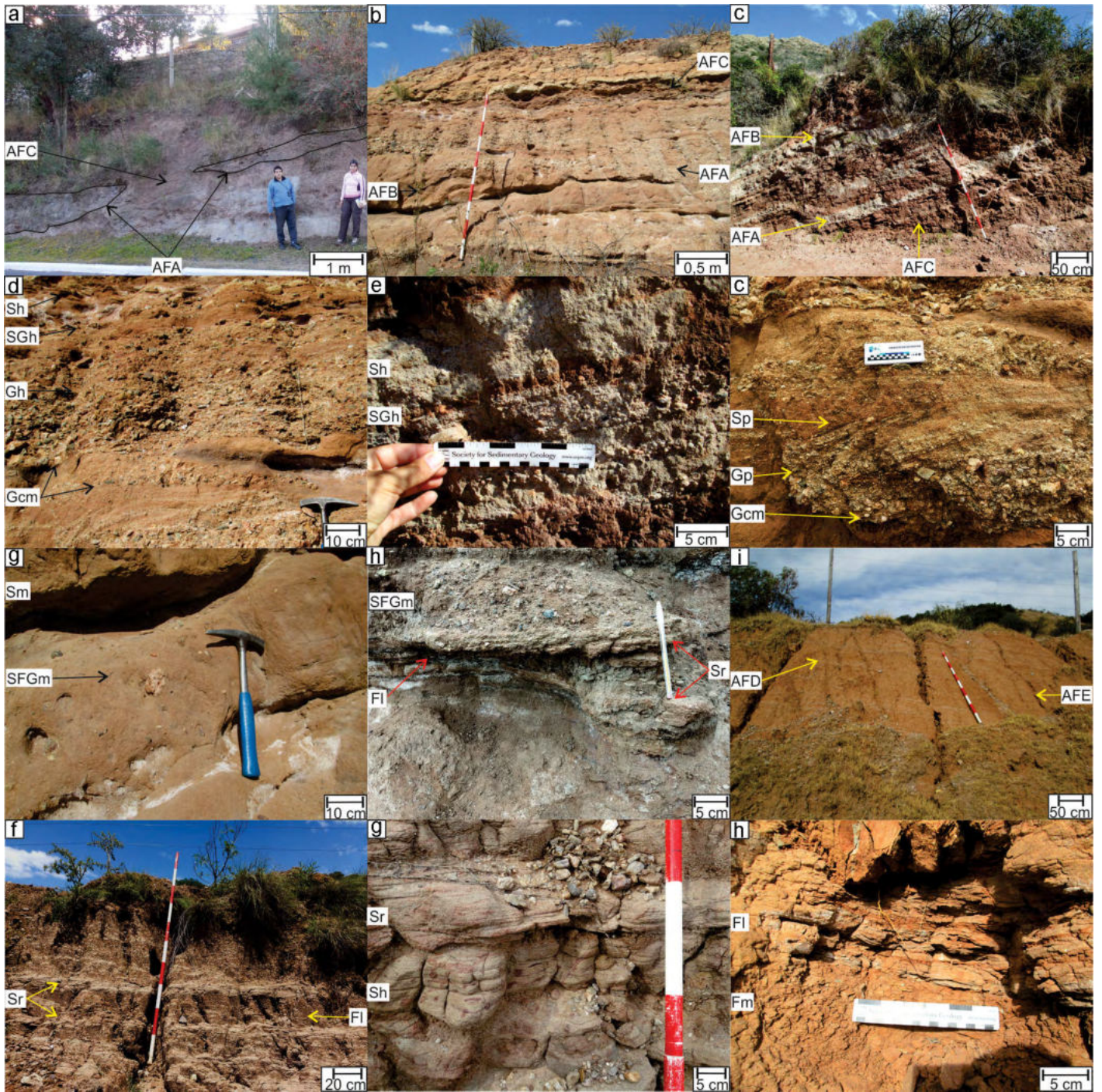


Figura 7. Asociaciones de facies y elementos arquitecturales de la Formación Potrero de los Funes. a) Sección Pueblo Potrero, con AFC predominante y AFA en estratos canaliformes aislados, de base erosiva; b) Tramo basal de la sección Potrero oeste, con interacción de AFA y AFB que forman estratos tabulares por amalgamación de estratos lentiformes con base erosiva; con estratos delgados de AFC subordinada; c) Tramo superior de la sección Potrero oeste dominado por AFC, con intercalaciones de estratos tabulares delgados de AFA y AFB; d) Detalle de la interacción entre AFA (Gcm y Gh-SGh) y AFB (SGh-Sh) en el tramo basal de la sección Potrero oeste; e) Detalle del contacto transicional entre las litofacies SGh y Sh en el tramo superior de la sección Potrero oeste, buzante 20°S; f) Detalle de la estratificación entrecruzada de las litofacies Gp y Sp en el tramo basal de la sección Potrero oeste; g) Detalle de las litofacies SFGm (AFC) y Sm (AFB) en contacto erosivo, en el tramo basal de la sección Potrero oeste; h) Detalle de las litofacies que conforman AFC (SFGm-Sr-FI) en el tramo basal de la sección Potrero oeste; i) Base de la sección Circuito del lago, con AFE intercalada por delgados estratos laminares de AFD; j) Detalle de AFD con bancos laminares centimétricos de Sr separados por bancos decimétricos de FI, en la sección Circuito del lago; k) Detalle de AFD, con bancos laminares amalgamados de Sh y Sr, en la sección Circuito del lago; l) Detalle de las litofacies que conforman AFE (Fm-FI) en la sección Circuito del lago.

erosiva o transicional, de espesor decimétrico a métrico y desarrollo lateral variable en el rango métrico a decamétrico (Figs. 4b, 7b, c). Estos cuerpos se encuentran

generalmente amalgamados entre sí o en transición desde AFA (Figs. 4b, 7b, d). Se componen de areniscas con estratificación horizontal (Sh) (Fig. 7e), cruzada

planar (Sp) (Fig. 7f), en artesa (St) y, en menor medida, masivas (Sm); además de depósitos basales subordinados de areniscas conglomerádicas masivas (SGm)

o con estratificación horizontal (SGh) que marcan la transición desde AFA (Fig. 7d). Cabe destacar que algunos niveles presentan motas oscuras de materia orgánica carbonosa. Las paleocorrientes presentan los mismos valores medidos para AFA en la sección Potrero oeste.

El conjunto SGh, Sh, SGm y Sm se interpreta como depósitos de barras longitudinales, depositadas por flujos encauzados, desde flujos densos no cohesivos hasta flujos tractivos de régimen supercrítico (Miall 1977, 1996, Collinson y Thompson 1989, Scherer *et al.* 2015, Kietzmann *et al.* 2016). Por otra parte, las litofacies Sp y St corresponderían a migración de megaóndulas 2D y 3D, en canales de baja profundidad desarrollados tanto en los laterales de las barras como intersectándolas (Miall 1977, 1996, Ramos 1989, Collinson y Thompson 1989, Scherer *et al.* 2015, Kietzmann *et al.* 2016). El conjunto de bancos tabulares compuestos por el amalgamamiento de barras arenosas (SB-AFB) y gravosas (GB-AFA) se interpreta como fajas de canales entrelazados de alta energía dominadas por procesos de avulsión (Miall 1996, Kietzmann *et al.* 2016). A su vez, los estratos de areniscas con motas oscuras de materia orgánica carbonosa se interpretan como barras colonizadas por vegetación.

Asociación de Facies C (AFC): se identifica a esta asociación con el elemento arquitectural CS, que corresponde a depósitos de lóbulos de desbordamiento en la llanura de inundación proximal. Conforman cuerpos de geometría tabular con base plana, espesor decimétrico a métrico y ancho máximo de decenas de metros (Figs. 4a, b, 7a, b, c). Se componen principalmente de grauvacas guijosas masivas con motas oscuras de materia orgánica (SFGm) (Figs. 5f, h, 7g); que pueden ser intercaladas por estratos tabulares de espesor centimétrico de areniscas con laminación ondulítica de corriente (Sr); y ocasionalmente son coronadas por fangolitas laminadas (FI) (Fig. 7h). Las paleocorrientes medidas en óndulas asimétricas de la sección Potrero oeste tienen azimut 95°, transversal a las paleocorrientes medidas en AFA y AFB (Fig. 4b).

La litofacies SFGm se interpreta como depósitos en masa a partir de flujos densos de detritos que pierden su energía de ma-

nera repentina durante los desbordes de los canales principales (Miall 1977, 1996). Luego se habría depositado Sr, a partir de flujos tractivos laminares y poco profundos, bajo régimen subcrítico (Miall 1977, Collinson y Thompson 1989), los cuales tendrían lugar en las etapas finales de la inundación. Finalmente, FI se interpreta como depósitos decantativos de remanentes de fango en suspensión, asociados a cuerpos de agua estancada (Friend 1966, Miall 1977); o bien asociada con las débiles corrientes tractivas que depositaron la litofacies Sr. Este conjunto de procesos habría ocurrido en la planicie de inundación, en una posición proximal a la faja de canales (Miall 1996, Jo 2003, Scherer *et al.* 2015). Entre sucesivas inundaciones, estos sedimentos quedaron expuestos a condiciones subaereas, pudiendo ser reelaborados por procesos edáficos o colonizados por vegetación; lo que explica el aspecto moteado y los restos carbonosos que presenta esta asociación (Kraus 2001, Alonso Zarza 2003, Scherer *et al.* 2015).

Asociación de facies D (AFD): se identifica a esta asociación con el elemento arquitectural LS, que corresponde a depósitos arenosos tabulares. Conforman cuerpos de geometría tabular a irregular con bases levemente erosivas, de espesor decimétrico a métrico y desarrollo lateral que supera la centena de metros (Figs. 4c, 7i). Se compone de areniscas finas con estratificación horizontal (Sh) o laminación ondulítica de corriente (Sr) (Figs. 7j, k); sucedidas transicionalmente por bancos centimétricos de pelitas con laminación planoparalela difusa (FI) (Fig. 7j).

Se interpreta que las litofacies arenosas se habrían depositado a partir de flujos tractivos laminares y poco profundos, desde régimen crítico con capa plana (Sh) a subcrítico con migración de óndulas de corriente (Sr) (Miall 1977, Collinson y Thompson 1989); mientras que la litofacies FI habría sido depositada por decantación durante la fase final de desaceleración y pérdida de competencia del mismo flujo (Miall 1977, Tunbridge 1984). Este conjunto correspondería a depósitos de colas de crecidas de un sistema fluvial distal y efímero, con bajo nivel de canalización (Tunbridge 1984, Miall 1996). En estos lóbulos arenosos de crecidas, las facies de mayor energía (Sh) se ubican en

la parte central y evolucionan lateralmente a facies de baja energía (Sr), para finalizar con intercalaciones de capas de fango (FI) (Turnbridge 1984). Este tipo de depósitos se encuentran en estrecha relación con depósitos lacustres someros (Anadón 1989), que en este trabajo se identifican con la AFE.

Asociación de facies E (AFE): se identifica a esta asociación con el elemento arquitectural LC, que corresponde a depósitos lacustres. Conforman cuerpos de geometría tabular de base plana, con espesor métrico a decamétrico y gran desarrollo lateral, superando la centena de metros (Fig. 4c, 7i). Se componen principalmente por pelitas masivas ocreas con motas grises y oscuras (Fm) (Figs. 5j, k, 7l); con participación subordinada de pelitas varicolores (violetas, amarillas, ocreas y verdes) con laminación horizontal débil (FI) (Figs. 5k, 7l). Se interpreta que ambas litofacies pelíticas fueron depositadas por decantación en un cuerpo de agua quieta (Scherer *et al.* 2015). La litofacies de fangolitas masivas (Fm) se encuentra intercalada por estratos de la AFD; por lo que se interpreta a este conjunto como depositado en el *near-shore* lacustre óxico, somero y arealmente extenso, el cual era ocasionalmente invadido por crecidas de un sistema fluvial distal (Tunbridge 1984, Anadón 1989). Por su parte, la litofacies de fangolitas laminadas (FI) se habría depositado en una zona anóxica a mayor profundidad, lo que permitió la laminación de las fangolitas y la conservación del material biogénico (Anadón 1989). La ausencia de bioturbación, estructuras de desecación y depósitos evaporíticos indicaría un régimen hidrológico de lago perenne con aportes superiores a la evaporación (Talbot y Allen 1996).

Caracterización y evolución regional de los sistemas depositacionales

Como se ha mencionado previamente, los afloramientos asignados a la Formación Potrero de los Funes son escasos y se encuentran desconectados entre sí (Fig. 1). No obstante, considerando la distribución regional de las asociaciones de facies, es posible esbozar un modelo conceptual de sedimentación para esta unidad y hacer algunas consideraciones generales sobre la paleogeografía de la cuenca.

La Formación Potrero de los Funes correspondería a un modelo del tipo fluvio-lacustre de cuencas intermontanas (Fig. 8a). Los depósitos más proximales corresponden a un sistema fluvial entrelazado gravo-arenoso (Miall 1996) y se registran en los afloramientos Algarrobo Abuelo, Pueblo Potrero y Potrero oeste, en el sector norte de la depresión Potrero de los Funes. Se reconocen los elementos arquitecturales GB, SB y CS en diferentes proporciones, lo que permite proponer diferentes modelos arquitecturales en cada sección.

En la sección Pueblo Potrero (Fig. 4a) el elemento CS (60%) domina sobre el elemento GB (40%), mientras que SB se encuentra ausente. Se interpreta que el sistema fluvial era un entrelazado gravoso de baja profundidad, similar al modelo arquitectural Scott (Miall 1977); donde el elemento GB representa el relleno monoepisódico de canales poco profundos, aislados a poco amalgamados, labrados en una llanura de inundación gravo-arenosa bien desarrollada, representada por el elemento CS.

En la sección Potrero oeste (Fig. 4b) el elemento SB (45%) es notoriamente dominante respecto de GB (25%) y CS (30%). Aquí se interpreta al sistema fluvial como entrelazado gravoarenoso profundo, similar al modelo arquitectural Donjek (Miall 1977); conformado por fajas de canales lateralmente extensas y con un patrón complejo de relleno multiepisódico (GB-SB); desarrolladas en desmedro de la llanura de inundación (CS). En este patrón complejo de relleno se pueden reconocer los distintos niveles de desarrollo del sistema entrelazado tipo Donjek (Miall 1977), donde el nivel 1 corresponde a los canales principales gravosos (GB) que se mantienen activos durante los periodos de aguas bajas; el nivel 2 comprende barras arenosas (SB) activas durante periodos de mayor disponibilidad de agua y pasibles de ser colonizadas por vegetación durante sus periodos de exposición subaerea; y el nivel 3 o más superficial es una llanura de inundación proximal (CS) colonizada por abundante vegetación y mayormente erosionada por las sucesivas fajas de canales. Dado el importante desarrollo de bancos tabulares gravoarenosos, amalgamados y con una marcada sucesión granodecre-

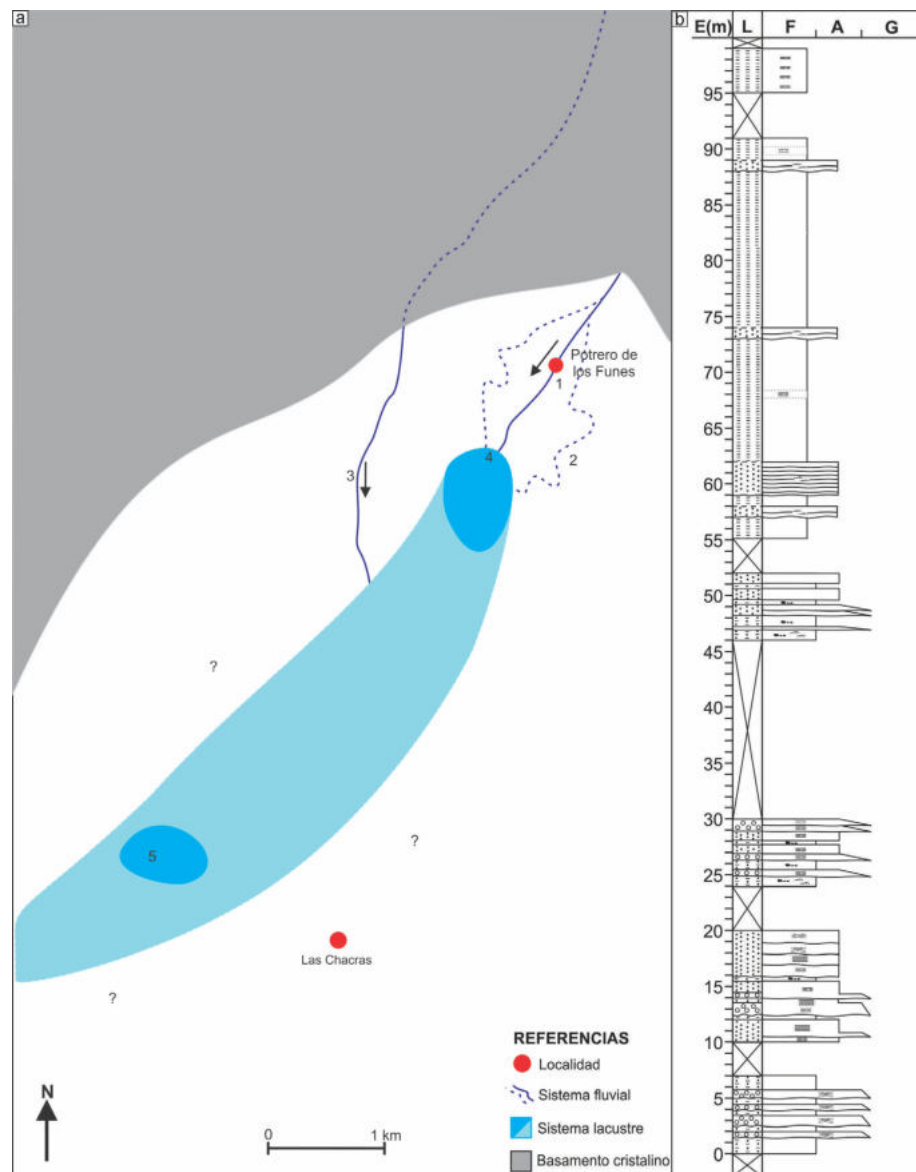


Figura 8. a) Esquema paleogeográfico propuesto para el sur de la Sierra de San Luis durante la deposición de la Formación Potrero de los Funes, con referencia de las secciones estratigráficas: 1- Pueblo Potrero. 2- Algarrobo abuelo. 3- Potrero oeste. 4- Circuito del lago. 5- Puesto La Fortuna; b) Sección estratigráfica compuesta de la Formación Potrero de los Funes.

ciente, se interpreta que el sistema estuvo dominado por procesos de avulsión y una importante acreción vertical (Rust 1984, Walker y Cant 1992, Miall 1996). En cuanto a los depósitos más distales, se registran en las secciones Circuito del lago (Fig. 4c) y Puesto La Fortuna; donde el elemento LC domina claramente sobre el elemento LS. En la sección Circuito del lago se observa la interacción entre depósitos de sistema lacustre (LC) dominantes y depósitos arenosos de crecidas mantiformes (LS) propias de un sistema fluvial efímero similar al modelo arquitectural Bijou Creek (Miall 1977, 1996); lo cual

permite interpretar el *nearshore* de un ambiente lacustre somero posiblemente perenne, dada la ausencia de evidencias de desecación o depósitos evaporíticos (Anadón 1989, Talbot y Allen 1996, Scherrer *et al.* 2015). En la sección Puesto La Fortuna se reconoce sólo al elemento LC, conformado únicamente por la litofacies FI, por lo que se infiere que se trata de los depósitos de plataforma interna y depocentro del lago; donde se habrían acumulado varios metros de fango en condiciones de muy baja energía, favoreciendo la acumulación y preservación de restos fósiles. Sin embargo, las escasas dimensiones y mala

calidad de conservación del afloramiento no permiten tener mayores precisiones al respecto. Asimismo, de momento no es posible determinar si ambos afloramientos de depósitos lacustres han sido depositados en uno o más cuerpos de agua, ni tampoco su relación temporal. De todos modos, la presencia de pelitas lacustres en la sección Circuito del lago evidenciaría la expansión de dicho sistema hacia las zonas de cabecera de los sistemas fluviales tributarios; por lo tanto, es lógico suponer que tal afloramiento representa una etapa avanzada de sedimentación de la Formación Potrero de los Funes (Fig. 8b), con un relieve circundante muy atenuado en relación a lo que se observa en la actualidad.

Proveniencia

Las paleocorrientes obtenidas en los depósitos de canales en las secciones Potrero oeste y Pueblo Potrero, indican un sentido general de los flujos hacia el sur, por lo que sus áreas de proveniencia se ubican al norte de Potrero de los Funes (Figs. 4a, b, 8a). Como se detalla en el marco geológico, el basamento cristalino aflorante en este sector de la sierra de San Luis está comprendido por dos granitos porfíricos

denominados El Volcán y La Escalerilla sur; limitados al este por las metamorfitas del Grupo Micaesquistos, mediante una zona de cizalla dúctil (Morosini 2011). Los clastos líticos descritos en las litofacies de conglomerados y areniscas de la Formación Potrero de los Funes se corresponden principalmente con la petrología del Granito La Escalerilla sur y del Grupo Micaesquistos, con predominio de los esquistos micáceos sobre las metacuarcitas. Por otra parte, el Granito El Volcán, el cual aflora en toda el área de estudio, sería el basamento de la Formación Potrero de los Funes pero no habría tenido mayor participación como área de aporte. Asimismo, cabe destacar la escasa participación de clastos sedimentarios, todos correspondientes a fangolitas rojizas. Asociado a esto, en las litofacies de fangolitas se ha reconocido la presencia de polen del género *Classopollis* con evidencias de retrabajamiento (Rivarola *et al.* 1997); el cual ha sido ampliamente documentado en las Formaciones La Cantera y Lagarcito del Grupo del Gigante (Prámparo 1990, Prámparo y Milana 1997). Todo esto permite suponer un aporte subordinado de sedimentitas cretácicas que actualmente

no afloran en el sur de sierra de San Luis. Las litofacies de areniscas y grauvacas tienen una composición feldespático-micácea con una marcada abundancia de biotita (20-30%); que está claramente relacionada a la disgregación de los componentes líticos predominantes en las litofacies de conglomerados. Los ambientes tectónicos de proveniencia determinados según los diagramas de Dickinson *et al.* (1983) abarcan ambientes de arco disectado, continental transicional y basamento elevado (Fig. 9). En este sentido, el basamento ígneo-metamórfico de la sierra de San Luis presenta características afines a un arco disectado, ya que corresponde a las raíces del arco orogénico colisional famatiniano (Kilmurray y Dalla Salda 1977, Sato *et al.* 2003, Steenken *et al.* 2006, Christiansen *et al.* 2019). El corrimiento hacia los campos continental transicional y basamento elevado se interpreta como debido a la concentración de feldespatos en detrimento de los fragmentos líticos por efecto de la granulometría fina de las arenas estudiadas; sin embargo, esta es solamente una primera aproximación a la proveniencia de la Formación Potrero de los Funes y se requiere una mayor población de muestras para obtener un análisis estadísticamente significativo.

Edad

De momento, la sedimentación de la Formación Potrero de los Funes queda comprendida en el lapso Albiano - Oligoceno, de casi 70 millones de años (Fig. 2). La edad máxima se ha determinado a partir de la presencia de polen retrabajado del género *Classopollis* en los niveles lacustres del Puesto La Fortuna, cuya edad es aptiana-albiana (Prámparo 1990, Prámparo y Milana 1997).

Por otra parte, la edad de techo estaría delimitada por la edad de base de la Formación San Roque, la cual no ha sido precisada aún debido a la falta de indicadores cronoestratigráficos. De todos modos, la edad más aceptada para la Formación San Roque es oligoceno - mioceno superior, acotada por la correlación a distancia con unidades de edad conocida (Pascual y Bondesio, Contreras *et al.* 1990, Di Paola y Rivarola 1992) y por la edad de la suprayacente Formación Río Quinto, donde se ha reportado la presencia del ma-

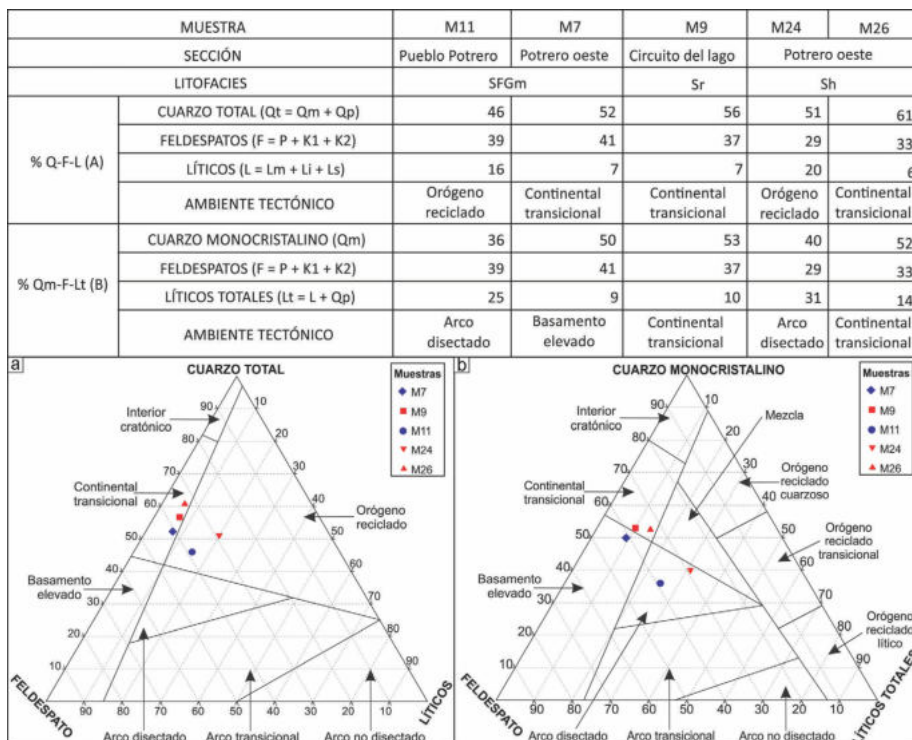


Figura 9. Determinación del marco tectónico del área de procedencia de las litofacies de areniscas y grauvacas de la Formación Potrero de los Funes, según los diagramas QFL (a) y QmFLt (b) de Dickinson *et al.* (1983). Basado en el análisis de composición modal de la figura 6.

crauquénido *Oxydontherium zeballosii*, correspondiente a la edad mamífero Chasicuense, del Mioceno tardío (Cerdeño *et al.* 2005).

Por lo tanto, las pelitas fosilíferas de Puesto La Fortuna son estratégicas para futuras investigaciones paleontológicas y bioestratigráficas que permitan resolver la edad de la Formación Potrero de los Funes, e indirectamente de la Formación San Roque.

CONCLUSIONES

El estudio de nuevas secciones estratigráficas en la localidad de Potrero de los Funes al sur de la sierra de San Luis, permite reconocer una nueva unidad estratigráfica para la cual se propone el nombre de Formación Potrero de los Funes. Además, se reasignan a esta nueva unidad litoestratigráfica, algunas secciones estratigráficas previamente asignadas a otras unidades tales como las Formaciones Lagarcito o San Roque.

La Formación Potrero de los Funes se compone de, al menos, un centenar de metros de sedimentitas silicoclásticas en típicas facies de capas rojas. El conjunto se presenta siempre tectonizado con buzamientos superiores a los 15° y direcciones variables. Se reconocieron catorce litofacies y cinco asociaciones de facies que representan un conjunto de sistemas deposicionales desde fluvial entrelazado hasta lacustre efímero a perenne. Los depósitos lacustres contienen material paleontológico de escaso valor cronoestratigráfico, pero de significativa importancia como guía de prospección a futuro.

Los sistemas de depósitos reconocidos se habrían depositado en una cuenca del tipo intermontana. Las paleocorrientes y la petrografía de las psefitas y psamitas señalan como área fuente a las unidades ígneas (Granito La Escalerilla sur) y metamórficas (Grupo Micaesquistos) del basamento cristalino circundante. Además, la presencia de material palinológico retrabajado apunta a un aporte de sedimentitas previas (Grupo del Gigante) que actualmente no afloran en el área de estudio. La posición de los depósitos en la geografía actual, su granulometría y la presencia de niveles de decantación en el

sector norte del lago Potrero de los Funes, permite inferir que la actitud del basamento cristalino durante la depositación de la Formación Potrero de los Funes debía ser sub-positiva, con un relieve mucho menor al que presenta actualmente.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece expresamente al Departamento de Geología de FCFMyN-UNSL, por el apoyo logístico brindado mediante el uso de los equipos, laboratorios y vehículos. Asimismo, al Proyecto P-3-2-0114 CYT-UNSL, que solventó gran parte de los gastos de esta investigación. También a la Dra. Mercedes Prámparo de CRICYT - Mendoza, por el análisis y clasificación preliminar del material paleontológico coleccionado.

REFERENCIAS

- Alonso Zarza, A.M. 2003. Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. *Earth Science Reviews* 60: 261-298.
- Anadon, P. 1989. Lagos. En: Arche, A. (ed.), *Sedimentología 1*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 219-270, Madrid.
- Camina, S. 2016. Análisis Sedimentológico y Estratigráfico de Unidades Sedimentarias pre-Pliocenas al sur de la Sierra de San Luis. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Luis (inédita), 155 p., San Luis.
- Bense, F., Costa, C., Oriolo, S., Löbens, S., Dunkl, I., Wemmer, K. y Siegesmund, S. 2017. Exhumation history and landscape evolution of the Sierra de San Luis (Sierras Pampeanas, Argentina) – new insights from low-temperature thermochronological data. *Andean Geology* 44(3): 275-306
- Cerdeño, E., Chiesa, J. y Ojeda, G. 2008. Presence of *Oxydontherium* (macrauchenidae, Litopterna) in the Río Quinto Formation, San Luis (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 25: 217-226.
- Christiansen, R., Morosini, A., Enriquez, E., Muñoz, B., Lince Klinger, F., Martínez, M.P., Ortiz Suárez, A. y Kostadinoff, J. 2019. 3D litho/constrained inversion model of southern Sierra Grande de San Luis: new insights into the Famatinian tectonic setting. *Tectonophysics* 756: 1-24.
- Collinson, J.D. y Thompson, D.B. 1989. Sedimentary Structures, 2nd edition. Unwin Hyman, 207 p., London.
- Comité Argentino de Estratigrafía, 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina Serie B 20, 64 p., Buenos Aires.
- Contreras, V., Damiani, O., Milana, J., Bracco, A. y Barrera, O. 1990. Paleógeno y Neógeno de San Juan. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas: 154-184, San Juan.
- Costa, C. 1992. Neotectónica del sur de la Sierra de San Luis. Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Luis (inédita), 390 p., San Luis.
- Costa, C. y Cortés, J.M. 1993. Tectónica extensional en el extremo sur de la sierra de San Luis. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 113-118, Mendoza.
- Criado Roqué, P., Mombrú, C. y Moreno, J. 1981a. Sedimentitas Mesozoicas. En: Yrigoyen, M. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino: 79-100, San Luis.
- Criado Roqué, P., Mombrú, C. y Ramos, V. 1981b. Estructura e interpretación tectónica. En: Yrigoyen, M. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino: 155-192, San Luis.
- Dickinson, W.R. 1985. Provenance Relations from Detrital Modes of Sandstones. En: Zuffa, G.G. (ed.), *Provenance of Arenites*, North Atlantic Treaty Organization Advanced Science Institutes Series, C-148: 333-362.
- Dickinson, W.R., Berad, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. y Ryberg, P.T. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America Bulletin* 94(2): 222-235.
- Di Paola, E. y Rivarola, D. 1992. Formación San Roque: Complejo Fanglomerádico Fluvial Terciario, Sur de la Sierra de San Luis. Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 7(1): 23-29.
- Gallego, O. y Mesquita, M. 2000. First record of oligocene conchostracans (Tremembé Formation, Taubaté Basin) from Sao Paulo, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 13: 685-692.
- Friend, P.F. 1966. Clay fractions and colours of some Devonian red beds in the Catskill Mountains, USA. *Quarterly Journal of the Geological Society* 122: 273-292.

- Isacks, B., Jordan, T., Allmendinger, R. y Ramos, V. 1982. La segmentación tectónica de los Andes Centrales y su relación con la geometría de la placa de Nazca subductada. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 587-606, Buenos Aires.
- Jo, H.R. 2003. Depositional environments, architecture, and controls of Early Cretaceous non-marine successions in the northwestern part of Kyongsang Basin, Korea. *Sedimentary Geology* 161: 269-294.
- Jordan, T. y Allmendinger, R. 1986. The Sierras Pampeanas of Argentina: a modern analogue of Rocky Mountain foreland deformation. *American Journal of Science* 286: 737-764.
- Kietzmann, D.A., Palma, R.M., Ferreyra, T.M.A. 2016. Análisis de facies y asignación estratigráfica de los depósitos fluviales inominados del Jurásico medio de la Cuenca Neuquina surmendocina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 73(1): 104-116.
- Kilmurray J. y Dalla Salda, L. 1977. Caracteres estructurales y petrológicos de la región central y sur de la Sierra de San Luis. *Revista Centenario del Museo de La Plata* 3: 167-178.
- Kraus, M.J. 2001. Sedimentology and depositional setting of the Willwood Formation in the Bighorn and Clark's Fork basins. *Papers on Paleontology* 33: 15-28.
- Limarino, C.O., Caselli, A.T., Net, L.I., Gagliardo, M. 1996. A propose of psefite classification relateded to sand and sandstones composition. En: Scasso, R.A. y Limarino, C.O., *Petrología de Rocas Clásticas*, Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial, 1: 52-54.
- Lippman, M. 1966. Geología del extremo sur de la Sierra de San Luis. Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires (inédita), 67 p. Buenos Aires.
- Miall, A.D. 1977. A review of the braided river depositional environment. *Earth-Science Reviews* 13: 1-62.
- Miall, A.D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers deposits: a summary. En: Miall A.D. (ed.), *Fluvial Sedimentology*. Canadian Society of Petrology and Geology, Memoir 5: 597-604
- Miall, A.D. 1985. Architectural Element Analysis: A new Method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits. *Earth-Science Reviews* 22: 261-308.
- Miall, A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer, 582 p., Berlín.
- Morosini, A. 2011. El Granito La Escalerilla, Provincia de San Luis. Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Luis (inédita), 434 p., San Luis.
- Nemec, W. y Postma, G. 1993. Quaternary alluvial fans in southwestern Crete: sedimentation processes and geomorphic evolution. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* 17: 235-276.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1981. Sedimentitas Cenozoicas. En: Yrigoyen, M. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino: 117-154, San Luis.
- Pettijohn F.J., Potter P.E. y Siever R. 1987. *Sand and sandstone*, 2nd edition. Springer - Verlag, 553 p., New York.
- Prámparo, M. 1990. Palinoestratigraphy of de Lower Cretaceous of de San Luis Basin, Argentina. Its place in the Lower Cretaceous floral provinces pattern. *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 181(1-3): 255-266.
- Prámparo, M. y Milana, J. 1997. Primeros hallazgos de palinomorfos en la Formación Lagarcito, Sierra de Guayaguas, Provincia de San Juan. *Ameghiniana* 34 (1): 124.
- Ramos, A. 1989. Sistemas aluviales braided. En: Arche, A. (ed.), *Sedimentología* 1, Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 67-106, Madrid.
- Rivarola, D. y Ortiz Suárez, A. 2007. Sedimentitas del Grupo del Gigante? en la cuenca del Potrero de los Funes. San Luis. Argentina. 5° Congreso Geológico de Uruguay, Actas en CD, Montevideo.
- Rivarola, D., Prámparo, M., Gallego, O., Costa, C., Ramos, G. y Vinciguerra, H. 1997. La presencia de polen retrabajado en la Formación San Roque. Terciario de la Cuenca de San Luis. Implicancias Paleogeográficas. 10° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Actas: 47, Mendoza.
- Rivarola, D., Perón Orrillo, J. y Ortiz Suárez, A. 2014. Ajustes a la estratigrafía del sur de la sierra de San Luis. 19° Congreso Geológico Argentino, Actas: T1 44, Córdoba.
- Rivarola, D., Camina, S., Perón Orrillo, J., Prámparo, M. y Gallego, O. 2016. Una nueva unidad estratigráfica en el Sur de la Sierra de San Luis. 7° Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 15° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 144, La Pampa.
- Rivarola, D., Camina, S. y Perón Orrillo, J.M. 2017. La Formación Potrero de los Funes (Cretácico tardío - Paleógeno). Una nueva unidad estratigráfica en el sur de la sierra de San Luis. 20° Congreso Geológico Argentino, ST1: 115-119, San Miguel de Tucumán.
- Rust, B.R. 1984. Proximal braidplain deposits in the Middle Devonian Malbaie Formation of Eastern Gaspé, Quebec, Canada. *Sedimentology* 31: 675-965.
- Sáez, A., Anadón, P., Herrero, M. y Moscarillo, A. 2007. Variable style of transition between Palaeogene fluvial fan and lacustrine systems, southern Pyrenean foreland, NE Spain. *Sedimentology* 54: 367-390.
- Sato, A.M., González, P.D., y Llambías, E.J., 2003. Evolución del Orógeno Famatiniano en la Sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58: 487-504.
- Scherer, C.M.S., Goldberg, K. y Bardola, T. 2015. Facies architecture and sequence stratigraphy of an early post-rift fluvial succession, Aptian Barbalha Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology* 322: 43-62.
- Steel, R.J. y Thompson, D.J. 1983. Structures and textures in Triassic braided stream con-glomerates ("Bunter" Pebble Beds) in the Sherwood Sandstone Group, North Staffordshire, England. *Sedimentology* 30: 341-368.
- Talbot, M.R. y Allen, P.A. 1996. Lakes. En: Reading, H.G. (ed.), *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. Blackwell Science: 83-124, Oxford.
- Tunbridge, I. 1984. Facies model for a sandy ephemeral stream and clay playa complex; the Middle Devonian Trentishoe Formation of North Devon, UK. *Sedimentology* 31: 697-715.
- von Gosen, W. y Prozzi, C. 1998. Structural evolution of the Sierra de San Luis (Eastern Sierras Pampeanas, Argentina): implications for the Proto- Andean Margin of Gondwana. En: Pankhurst R.J. y Rapela C.W. (eds.), *The Proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publication 142: 235-258.
- Walker, R.G. y Cant, D.J. 1992. Sandy fluvial systems. En: Walker, R.G. y James, N.P. (eds.), *Facies Models: Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada: 71- 89, Ontario.

Enviado: 23 de mayo, 2019

Aceptado: 17 de octubre, 2019