

REDEFINICIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO RÍO CHICO (PALEÓGENO INFERIOR), EN EL NORTE DE LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE, CHUBUT

María Sol RAIGEMBORN¹, Javier M. KRAUSE², Eduardo BELLOSI³ y Sergio D. MATHEOS¹

¹ Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad de La Plata.

Emails: msol@cig.museo.unlp.edu.ar, smatheos@cig.museo.unlp.edu.ar

² Museo Paleontológico Egidio Feruglio (CONICET-UNPSJB). Email: mkrause@mef.org.ar

³ Museo Argentino de Ciencias Naturales (CONICET). Email: ebellosi@sei.com.ar

RESUMEN

El Grupo Río Chico (Paleoceno Superior-Eoceno Medio), de origen continental y aflorante en la cuenca del Golfo San Jorge, aun no cuenta con un esquema litoestratigráfico adecuado que contemple las variaciones y relaciones espaciales de sus unidades integrantes. En este trabajo, restringido arealmente al norte de la cuenca, se redefinen sus cuatro formaciones que de base a techo son: Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores y Koluel-Kaike. La relación inferior del grupo con la Formación Salamanca es de tipo transicional y se resuelve en un intervalo estratigráfico denominado en este trabajo niveles transicionales. La Formación Las Violetas se circunscribe al centro del área de estudio, borde norte de la cuenca, donde se manifiesta una posible relación de lateralidad con la Formación Peñas Coloradas. Esta última muestra un importante desarrollo en la zona costera y occidental, sin aflorar en el área central de estudio. La Formación Las Flores alcanza su mayor espesor en la zona central (facies más gruesas) y disminuye hacia el este y oeste (facies más finas). La Formación Koluel-Kaike posee sus facies típicas y mayores espesores hacia el oeste, mientras que hacia el centro y este se acuña hasta desaparecer en el borde norte de la cuenca. La relación superior de esta última unidad con la suprayacente Formación Sarmiento es de tipo transicional.

Palabras clave: *Estratigrafía, Grupo Río Chico, Paleógeno, cuenca del Golfo San Jorge.*

ABSTRACT: *Stratigraphic redefinition of Río Chico Group (Early Paleogene) in the north of the Golfo San Jorge basin, Chubut.* The Río Chico Group (Late Paleocene–Middle Eocene), which is continental in origin and outcrop in Golfo San Jorge basin, has not got a suitable lithostratigraphic scheme yet which considers variations and spatial relationships of its internal units. In this paper, restricted to the north of the basin, four formations are redefined from base to top: Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores and Koluel-Kaike. The lower relationship of this group with Salamanca Formation is transitional and it is resolved in a stratigraphic interval called in this paper transitional levels. Las Violetas Formation is restricted to the center of the study area, north edge of the basin, where it probably has a lateral relationship with Peñas Coloradas Formation. The last unit shows an important development in the coastal and western study and it disappears to the central area. Las Flores Formation has its greatest thickness in the central area (more coarse facies) and decreases towards the east and west (more fine facies). Koluel-Kaike Formation has its typical facies and greatest thickness towards the west of the study area. Whereas towards the center and east the thickness decreases until it disappears towards the north edge of the basin. The relationship of the last unit with the upper lying Sarmiento Formation is transitional.

Keywords: *Stratigraphy, Río Chico Group, Paleogene, Golfo San Jorge Basin.*

INTRODUCCIÓN

Desde principios del siglo pasado, las unidades del Terciario inferior de la Patagonia Central fueron ampliamente estudiadas debido a su importante contenido en fósiles. En especial, el actual Grupo Río Chico (Paleoceno Superior-Eoceno Medio), cuyos depósitos de origen continental afloran en el ámbito de la cuenca del Golfo San Jorge (Figs. 1a y 1b), contó con numerosas investigacio-

nes paleontológicas dada su abundancia en mamíferos fósiles (Ameghino 1906, Stappenbeck 1909, Keidel 1920, Windhausen 1924, Feruglio 1929, Frenguelli 1930, Piatnitzky 1931, Simpson 1933, 1935, Feruglio 1938, 1949, entre otros). Sin embargo, los aspectos sedimentológicos y estratigráficos del Grupo Río Chico fueron sólo someramente abordados por Andreis *et al.* (1975), Andreis (1977) y Legarreta y Uliana (1994), quienes plantearon dos esquemas estratigráficos dife-

rentes. Ambos esquemas muestran una amplia variación en la definición de sus límites, tanto internos como inferior y superior (Fig. 2). Al mismo tiempo, la ausencia de dataciones radio-isotópicas para el Grupo Río Chico conduce a que su edad sea poco precisa, sustentándose su asignación cronológica sólo en la relación con las unidades colindantes y en la información de paleovertebrados. A partir de esta situación surge la necesidad de uniformar los esquemas estrati-

gráficos mencionados y de redefinir tanto los límites como las relaciones estratigráficas para el Grupo Río Chico. El principal objetivo de esta contribución consiste en proponer la designación y subdivisión formal, según el Código Argentino de Estratigrafía (CAE 1992) del Grupo Río Chico, y además, documentar aspectos sedimentológicos inherentes a este nuevo esquema estratigráfico.

RESEÑA ESTRATIGRÁFICA

Durante el transcurso de las investigaciones previas, el actual Grupo Río Chico, contó con denominaciones diversas, tanto desde el punto de vista paleontológico como geográfico (Fig. 2), y con fuertes discrepancias en cuanto a las categorías formacionales y relaciones estratigráficas. Inicialmente, las capas continentales entre la actual Formación Salamanca (*Salamanquéen* o Salamanqueano) y la actual Formación Sarmiento (*Notostylopéen* u Horizonte con *Notostylops*), fueron denominadas como *Notostylopéen* basal - *Argiles Fissilaires* (Ameghino 1906) y como Sección Superior de los Estratos con Dinosaurios (Windhausen 1924). Feruglio (1929) denominó a este complejo sedimentario como Pehuenche y *Argiles Fissilaires*. El límite inferior del Pehuenche lo ubicó en el banco negro inferior, consideró un pasaje gradual con la Formación Salamanca e interpretó a las *argiles fissilaires* como la transición entre el Pehuenche y la Formación Sarmiento.

Posteriormente, Piatnitzky (1931) consideró a las *argiles fissilaires* pertenecientes a la Serie de las Tobas con Mamíferos del Terciario inferior y describió, para la zona al sur de la barranca del lago Colhué Huapi, un conjunto de arcillas grises intercaladas entre el complejo arenoso-arcilloso del Pehuenche y las *argiles fissilaires* que formaban un único conjunto con estas últimas.

Los autores citados asignaban para entonces una edad cretácica a las areniscas rojas del denominado Pehuenche (e.g. Piatnitzky 1931). La presunción de que estos estratos contenían dinosaurios (e.g. Wind-

hausen 1924) provenía de la aceptación del esquema de correlación propuesto por Ameghino (1906), quien los consideraba sincrónicos con los estratos cretácicos del Pehuenche de Río Negro, portadores de dinosaurios, y subyacentes a la Formación Roca (Doering 1882). No obstante, ningún resto de dinosaurio fue encontrado en Patagonia Central en estos niveles (Simpson 1933). Este hecho y el hallazgo de notongulados primitivos, permitieron a Simpson (1933) asignarle una edad terciaria a los sedimentos suprayacentes a la Formación Salamanca e infra- yacentes a la Formación Sarmiento.

Simpson (1933) propuso el nombre de Formación Río Chico o Riochiquense, basándose en sus afloramientos del valle del río Chico del Chubut, como sustituto de todas las denominaciones anteriormente propuestas. Este autor incluyó bajo denominación a los depósitos ubicados por encima de la Formación Salamanca (incluyendo al banco negro inferior) e inmediatamente por debajo de la Formación Casamayor (parte basal de la Formación Sarmiento). Además, consideró a las *argiles fissilaires* como una mera variación facial de las tobas del Casamayorense, excluyéndolas así del Riochiquense.

Con posterioridad tres zonas faunísticas (de base a techo *Carodnia*, *Kibenikboria* y *Ernestokokenia*) fueron descritas por Simpson (1935, 1941) en la Formación Río Chico. Cada una de estas zonas era limitada por superficies de erosión, lo cual hacía posible la división interna de la Formación Río Chico en tres subunidades de roca.

En trabajos ulteriores, Feruglio (1938, 1949) mantuvo su esquema anterior (Feruglio 1929), pero utilizó las denominaciones de Riochiquense o Formación Río Chico y Tobas de Koluel-Kaike como respectivos sinónimos de Pehuenche y *Argiles Fissilaires*.

Años más tarde, Andreis *et al.* (1975) y Andreis (1977) modificaron el esquema estratigráfico vigente para ese entonces y dividieron a la Formación Río Chico, excluyendo a las Tobas de Koluel-Kaike, en

dos miembros: Las Violetas (inferior) y Visser (superior).

Finalmente, Legarreta y Uliana (1994) re-categorizaron de manera informal a la unidad como Grupo Río Chico, lo dividieron de base a techo en tres formaciones: Peñas Coloradas, Las Flores y Koluel Kaike, y definieron los contactos externos e internos del grupo mediante discontinuidades estratigráficas. A su vez, cada una de estas formaciones se correlacionó con una edad mamífero sobre la base de sus fósiles. Así la Formación Peñas Coloradas, suprayacente al banco negro inferior que contiene mamíferos de la SALMA (Edad Mamífero Sudamericana) Peligrense (Bonaparte *et al.* 1993, Gelfo *et al.* 2009), se vinculó a la zona de *Carodnia*, la Formación Las Flores correlacionada con la SALMA Itaboraiense y la Formación Koluel-Kaike con la SALMA Riochiquense (Marshall *et al.* 1983, Legarreta *et al.* 1990, Pascual y Ortiz Jaureguizar 1991, Legarreta y Uliana, 1994, Bond *et al.* 1995, Pascual *et al.* 1996, Goin *et al.* 1998, entre otros).

MARCO GEOLÓGICO Y UBICACIÓN

La cuenca del Golfo San Jorge se desarrolla en dirección este-oeste entre dos áreas relativamente positivas: el Macizo Nordpatagónico por el norte y el del Deseado por el sur (Fig. 1a). La misma, de carácter predominantemente extensional, se formó durante el Jurásico y Cretácico en un ámbito cratónico o de intraplaca sobre una corteza continental de edad eopaleozoica (Figari *et al.* 1999), en el marco de los procesos geotectónicos que acompañaron a la fragmentación de Gondwana y a la apertura del océano Atlántico durante el Jurásico Superior (Hechem y Strelkov 2002). Hacia el fin del Cretácico, la subsidencia generalizada del margen continental patagónico hizo posible una extensa transgresión epicontinental que se inició en el Maastrichtiano y permaneció hasta el Paleoceno Temprano sin mayores interrupciones. Tal subsidencia tuvo lugar en un marco tectónico caracteri-

zado por enfriamiento litosférico, carga sedimentaria y el cese de actividad de fallas mesozoicas (Uliana y Biddle 1988). El proceso transgresivo registrado regionalmente en el continente sudamericano, está representado en la cuenca del Golfo San Jorge por los depósitos de la Formación Salamanca (Windhausen 1924). Hacia el Paleoceno Superior la sedimentación fue esencialmente continental con la depositación del Grupo Río Chico (Lagarreta y Uliana 1994), caracterizado por un régimen sedimentario con fluctuaciones entre condiciones fluviales, lacustres y eólicas, bajo un clima con características de tipo subtropical a tropical húmedo (e.g. Petriella y Archangelsky 1975, Raigemborn 2004, Raigemborn *et al.* 2006, Brea *et al.* 2009, Raigemborn *et al.* 2009a, Krause *et al.* en prensa).

Para este estudio se seleccionaron afloramientos del Grupo Río Chico ubicados al sudeste de la provincia del Chubut, comprendidos entre los 45° y los 45° 51' de latitud sur y los 66° 50' y los 69° 04' de longitud oeste, coincidentes con la porción norte de la cuenca del Golfo San Jorge (Fig. 1a). Este segmento incluye al flanco norte y a la faja plegada San Bernardo (Fig. 1a). El flanco norte comprende un sector de borde de cuenca, donde se encuentra la localidad de Estancia Las Violetas; un sector costero, con las localidades de Punta Peligro por el norte y Estancia La Rosa por el sur y un sector central con las localidades de Estancia El Sol y Cañadón Hondo (Fig. 1b). En el área de la faja plegada se analizaron los perfiles correspondientes a las localidades de Las Flores, Cerro Blanco y Cerro Abigarrado (Fig. 1b). Observaciones complementarias efectuadas en las localidades de Estancia El Gauchito, Cañadón Puerta del Diablo, Cerro Colorado, Cañadón Lobo y Koluél Kaike (Fig. 1b), fueron tenidas en consideración.

METODOLOGÍA

Ocho secciones columnares de detalle (Escala 1:100) se confeccionaron en el área de estudio, definiéndose localidades tipo

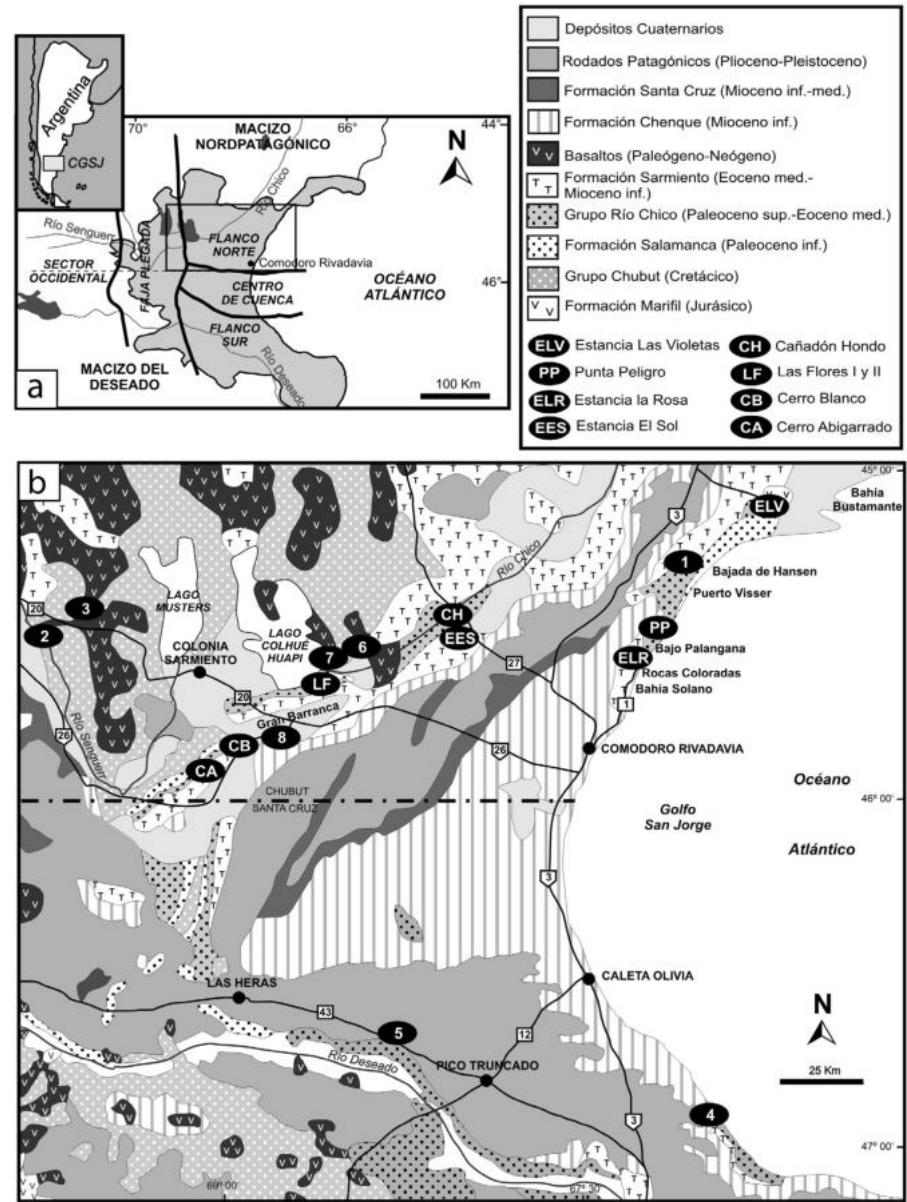


Figura 1: Mapas de ubicación. a) Ubicación de la cuenca del Golfo San Jorge (CGSJ) para el Paleógeno inferior (modificado de Windhausen 1924), mostrando su división interna en función del estilo estructural (modificado de Homocv *et al.* 1995). El recuadro delimita la zona de estudio en la cual fueron relevados los perfiles sedimentológicos mostrados en la figura 3; b) Mapa geológico simplificado del área de estudio (adaptado de Sciuotto *et al.* 2001), indicando la ubicación de los perfiles y de áreas de observación mencionadas en el texto (puntos 1 a 8): 1) Estancia El Gauchito, 2) Cañadón Puerta del Diablo, 3) Cerro Colorado, 4) Cañadón Lobo, 5) Koluél Kaike, 6) Pampa Vaca, 7) Cerro Dragón - Cerro Tortuga y 8) Km 170 - Pique de Manganeso).

y área de distribución de las unidades estudiadas. Con el objeto de caracterizar litológica y composicionalmente al Grupo Río Chico se estudió mediante microscopía estándar a las areniscas (véase metodología utilizada en Raigemborn 2006 y Raigemborn 2008) y por difracción de rayos X a la fracción arcillosa tanto de niveles

arenosos como pelíticos del grupo (véase metodología utilizada en Raigemborn *et al.* 2009a). La reevaluación de los datos radimétricos y paleontológicos preexistentes de las diferentes unidades, fueron utilizados para acotar temporalmente el lapso en el que tuvo lugar la depositación de todo el grupo. En este sentido, se estableció cierta

vinculación temporal del Grupo Río Chico con los importantes eventos paleoclimáticos globales que tuvieron lugar durante el Paleógeno.

PROPUESTA ESTRATIGRÁFICA PARA EL GRUPO RÍO CHICO

A partir del análisis del Grupo Río Chico en la porción norte de la cuenca del Golfo San Jorge (Fig. 1a), se establecen las relaciones estratigráficas tanto dentro del grupo como en relación con las unidades infra y suprayacentes y se propone así una redefinición litoestratigráfica del grupo. En este sentido, la Formación Río Chico es recategorizada como Grupo Río Chico, donde se incluye a la Formación Las Violetas, antiguo Miembro Las Violetas (Andreis *et al.* 1975), como unidad basal del mismo. De este modo, el Grupo Río Chico queda integrado de base a techo por las Formaciones Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores y Koluel-Kaike (Fig. 2).

Formación Las Violetas

Localidad tipo: Área de Estancia Las Violetas (Figs. 1b y 4a).

Sección tipo: Perfil Estancia Las Violetas (45°02'51" S y 66°56'42" O), ubicado a 10 kilómetros al este de la Ruta Nacional N° 3 (Fig. 1b), donde la unidad posee 28 metros de espesor (Fig. 3).

Área de distribución: Se restringe al borde norte de la cuenca, en afloramientos de la franja costera, desde Puerto Visser hasta Bahía Bustamante (ver Andreis *et al.* 1975), como así también más al oeste, en el área de Cañadón Hondo (Fig. 1b), donde la unidad aflora con un espesor variable entre 20 y 25 metros (Fig. 3).

Relaciones estratigráficas: La Formación Las Violetas apoya transicionalmente sobre la Formación Salamanca (Figs. 2 y 3) en las localidades de Las Violetas (Fig. 5a), Cañadón Hondo (Fig. 5b) y Estancia El Sol. En el área del perfil tipo es sucedida tanto por depósitos atribuibles con dudas a la Formación Las Flores, como por depósitos de la Formación Chenque (Fig. 5a),

dispuestos sobre una discordancia erosiva. En el resto de las localidades el techo de la Formación Las Violetas se encuentra parcialmente cubierto.

Caracterización litológica y composicional: Se diferencian dentro de la Formación Las Violetas dos secciones, una inferior, de granulometría gruesa, coloración gris verdosa, frecuente erosión en tubo de órganos e integrada por grandes cuerpos conglomerádicos con abundantes clastos de pómez dispuestos en secuencias grano-decrecientes (Fig. 5a y b); y una superior, de granulometría areno-pelítica, color gris a anaranjado-rojizo que hacia el techo remata en niveles edafizados de naturaleza volcániclastica y colores rosados a ocre (Fig. 5a).

Desde el punto de vista petrográfico, la fracción arenosa se compone de litoarenitas feldespáticas (media $Q_{21}F_{33}L_{46}$) (según clasificación de Folk *et al.* 1970), areniscas tobáceas (*sensu* McPhie *et al.* 1993) y tobas gruesas. Dentro de las primeras repredominan las plagioclasas sobre los feldespatos potásicos y el cuarzo monocristalino respecto al cuarzo policristalino y chert, y abundantes líticos volcánicos de composición intermedia y básica a los que se subordinan fragmentos sedimentarios, plutónicos y metamórficos. Tal composición indica procedencia desde un arco magmático de tipo transicional (según diagrama de Dickinson *et al.* 1983) (Raigemborn 2008). Las principales transformaciones diagenéticas reconocidas sobre las psamitas son la compactación mecánica, la disolución y la cementación de tipo argílica, silíceo y ferruginosa, las que indican condiciones de soterramiento muy someras, de tipo eodiagenéticas (Raigemborn y Krause 2008). Las areniscas tobáceas y las tobas gruesas poseen importante participación de fragmentos pumíceos y trizas vítreas de morfología cuspada y planar, y en menor medida blocosa.

Los niveles pelíticos de la unidad, frecuentes hacia la parte superior, están constituidos por cuarzo, sílice amorfa (ópalo C-T), feldespatos y argilominerales donde se destaca la dominancia de esmectita (100-88%) junto a escasas proporciones

de caolinita e illita (<8%) (Raigemborn y Krause 2008).

Contenido paleontológico y edad: Restos de leños fueron citados por Andreis *et al.* (1975) en el área de Bahía Bustamante (Fig. 1b), mientras que diatomeas y restos vegetales bien preservados, actualmente en estudio, fueron hallados en el perfil de Estancia Las Violetas. Respecto a la edad de la unidad, se considera que la misma tendría una antigüedad máxima asimilable al Selandiano (Gradstein *et al.* 2004) sobre la base de una datación realizada por Andreis (1977) de 61 ± 5 Ma sobre una toba ubicada, en el esquema estratigráfico aquí planteado, en la base de la unidad en Cañadón Hondo (Fig. 5b).


Interpretación paleoambiental: La Formación Las Violetas es interpretada en este trabajo como un sistema fluvial constituido por varios canales inestables de baja sinuosidad con carga gravosa y arenosa que evolucionó a un sistema con extensas planicies de inundación (Fig. 3).

Formación Peñas Coloradas

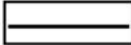
Localidad tipo: Área de Rocas o Peñas Coloradas, paraje situado en el litoral marítimo, a 45 kilómetros al noreste de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Figs. 1b y 4b). *Sección tipo:* Perfil Estancia La Rosa (45°34'50" S y 67°17'36" O), sobre los acantilados costeros (Figs. 1b y 3). En Estancia La Rosa la Formación Peñas Coloradas se presenta con al menos 42 metros de potencia. Sin embargo, unos kilómetros al noreste, en Punta Peligro, esta unidad sólo posee 14 metros expuestos (Fig. 3).

Área de distribución: Los afloramientos de la Formación Peñas Coloradas se distribuyen en el Flanco Norte de la cuenca. Afloramientos que no superan los 20 metros de potencia se reconocieron en el área de Las Flores (Figs. 1b y 3) y hacia occidente, en el Cerro Abigarrado (Figs. 1b y 3) donde la unidad se presenta con alrededor de 40 metros de espesor. En la región de Cerro Colorado y en el Cañadón Puerta del Diablo (Fig. 1b), dentro de la sierra San Bernardo, el espesor de la Formación Peñas Coloradas varía entre

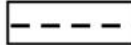
Ameghino (1906)	Windhausen (1924)	Feruglio (1929) Zona costera	Feruglio (1929) Lago Colhué Huapi	Piatnitzky (1931)	Simpson (1933, 1935, 1941)	Feruglio (1938 y 1949)	Andreis <i>et al</i> (1975) y Andreis (1977)	Legarreta y Uliana (1994)	Raigemborn (2008) y este trabajo
Notostylopéen	<i>Notostylopense</i> Tobas del Eógeno	Tobas con Notostylops	Tobas con Notostylops	Tobas con Mamíferos	Formación Casamayor	Tobas de Sarmiento	Grupo Tobas de Sarmiento	Tobas de Sarmiento	Formación Sarmiento
Argiles Fissilaires	Argiles Fissilaires		Argiles Fissilaires	Argiles Fissilaires	Zona de Ernestokokenia	Tobas de Koluél Kaike		Formación Koluél-Kaike	Formación Koluél-Kaike
Notostylopéen basal	Estratos con dinosaurios Sección Superior	Pehuenche	Pehuenche	Arcillas Grises Pehuenche	Zona de Kibenikhorria Zona de Carodnia		Miembro Visser	Formación Las Flores Formación Peñas Coloradas	Formación Las Flores Formación Peñas Coloradas
		Banco Negro Inferior					Miembro Las Violetas		Formación Las Violetas
		Banco Verde Fragmentosa					Banco Negro Inferior		Niveles Transicionales
Salamanqueño	Salamanqueño	Banco Verde Fragmentosa Glaucónitico Lignífero	Salamanqueño	Salamanqueño	Formación Salamanca Banco Negro Inferior Banco Verde	Salamanqueño Banco Negro Inferior Banco Verde Fragmentosa Glaucónitico Lignífero	Formación Salamanca Miembro Hansen	Formación Salamanca Banco Negro Inferior Banco Verde Fragmentosa Glaucónitico	Formación Salamanca Banco Verde Fragmentosa Glaucónitico



Contacto Discordante



Contacto Concordante



Contacto Transicional

Figura 2: Cuadro estratigráfico mostrando las variaciones en la denominación de las unidades y sus límites a lo largo de la historia de las investigaciones y la propuesta en este trabajo. Nótese que las denominaciones informales o actualmente en desuso se expresan en letra cursiva.

10 y 26 metros. Afloramientos con espesores menores a 10 m se observaron en Sierra Nevada (Fig. 1b).

Relaciones estratigráficas: Hacia el norte de la localidad tipo, en Punta Peligro (Fig. 1b), la Formación Peñas Coloradas se apoya en transición sobre la Formación Salamanca. Si bien la Formación Peñas Coloradas comienza en los primeros niveles de areniscas rojizas que forman cuerpos canalizados con bases erosivas, aun se distinguen sobre éstos arenas glauconíticas y niveles pelíticos de coloración oscura (Fig. 6a y b) (Simpson 1935, Feruglio, 1949), típicos de la parte superior de la Formación Salamanca. Una situación similar ocurre en Las Flores donde, a pesar de no estar visible el contacto entre la Formación Peñas Coloradas y la Formación Salamanca, se infiere dicha transicionalidad. En el área de Cañadón Hon-do la discontinuidad de los afloramientos impide establecer fehacientemente una relación discordante. Hacia occidente (cerro Colorado, cañadón Puerta del Diablo) (Fig.1b) y al norte de los lagos Musters y Colhue-Huapí (e.g. sierra Nevada, ver Genise *et al.* 2007), en la base de la

Formación Peñas Coloradas se registra una discordancia erosiva sobre sedimentos continentales del Grupo Chubut, donde se reconocieron intraclastos tobáceos de hasta 30 cm de longitud, provenientes de la Formación Laguna Palacios.

Caracterización litológica y composicional: Un rasgo sobresaliente de esta unidad, por lo que se distingue de la Formación Las Violetas, radica en la importante participación de cuerpos conglomerádicos-sabulíticos de coloración rojiza intensa y amarillenta, que culminan en sucesiones arenosas y areno-pelíticas rosadas, siendo la composición epiclástica (Figs. 6a, b y 7a). Excepcionalmente en la localidad de cerro Abigarrado y hacia occidente del área de estudio se presentan bancos de areniscas tobáceas y tobas gruesas. Desde el punto de vista petrográfico, las areniscas de la Formación Peñas Coloradas poseen una media QFL de 26:36:38, por lo que son clasificadas como litoarenitas feldespáticas y feldarenitas líticas (según Folk *et al.* 1970). Es remarcable la predominancia de cuarzo monocristalino sobre policristalino y chert, de plagioclasa sobre feldespato potásico y de líticos vol-

cánicos respecto a sedimentarios, plutónicos y metamórficos. Dentro de los líticos volcánicos, si bien predominan las texturas asimilables a composiciones intermedias y básicas, se observa un incremento en los fragmentos de composición ácida. Las modas detríticas de esta unidad se relacionan con aportes de arco magmático, principalmente de tipo transicional y en menor medida disectado (según diagrama de Dickinson *et al.* 1983) (Raigemborn 2005, Raigemborn 2006). Los principales procesos diagenéticos registrados en estas areniscas son la corrosión, compactación mecánica inicial, diferentes estadios de cementación (argílica, silíceo, ferruginosa y calcítica) y disolución, los cuales indican condiciones eodiagenéticas hasta mesodiagenéticas someras (Raigemborn y Matheos 2006). La fracción arcillosa de los estratos pelíticos muestra una alta participación de feldespatos, cuarzo, sílice amorfa (ópalo C-T) y argilominerales, junto a concentraciones muy bajas de ceolitas (clinoptilolita). El mineral de arcilla más abundante resulta ser la esmectita acompañada de caolinita, illita e interestratificados illita/

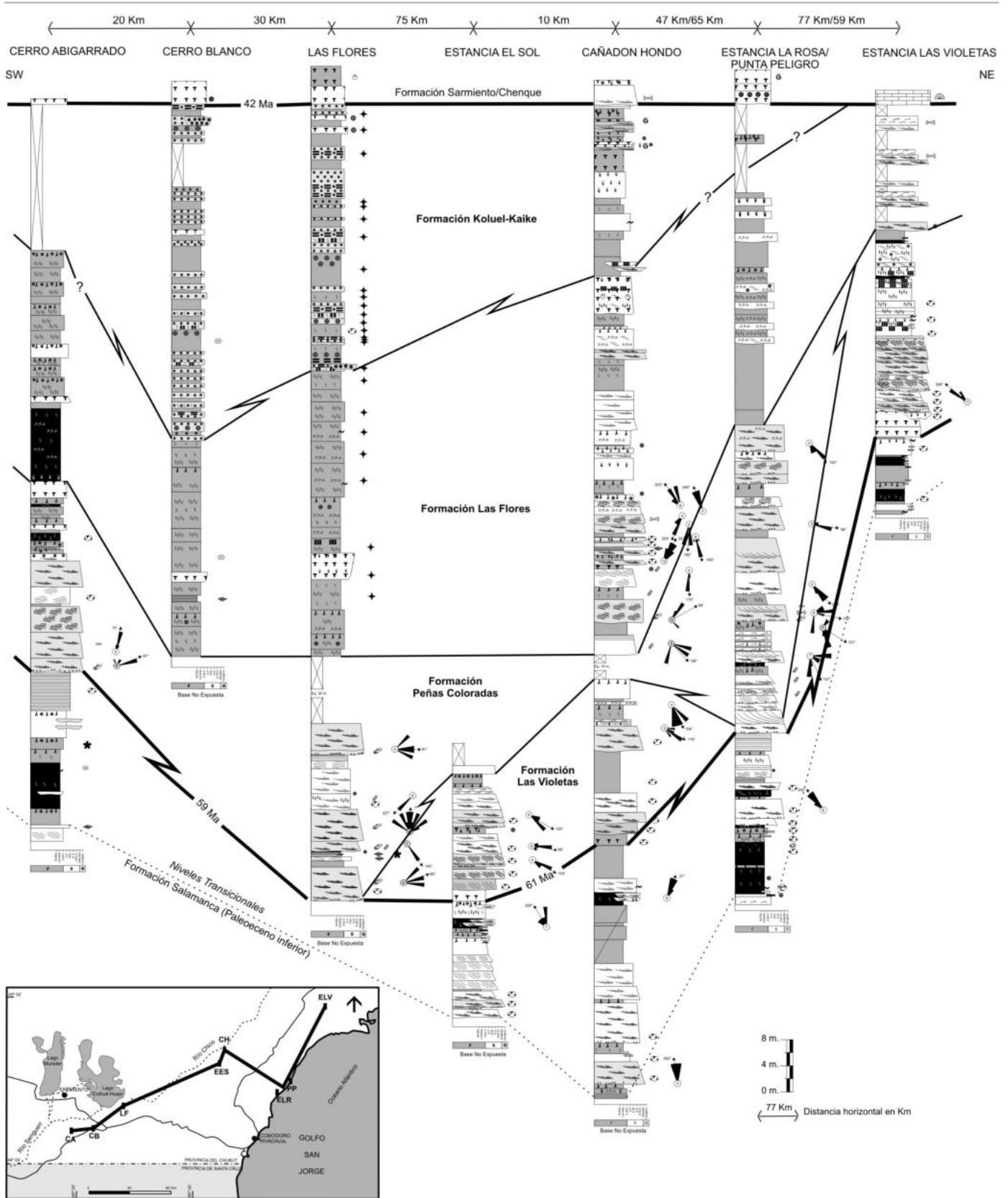


Figura 3: Secciones estratigráficas del Grupo Río Chico niveladas al techo del mismo. Los perfiles de Estancia La Rosa y Punta Peligro y los de Las Flores I y II se muestran integrados. Las líneas gruesas indican la base (61 y 59 Ma para las Formaciones Las Violetas y Peñas Coloradas, respectivamente) y el techo (42 Ma) del grupo.

LITOFACIES

FACIES PSEFÍTICAS (G)

- Psefitas macizas (Gm)
- Psefitas con estratificación entrecruzada planar (Gp)
- Psefitas con estratificación entrecruzada en artesa (Gt)
- Psefitas con estratificación horizontal (Gh)

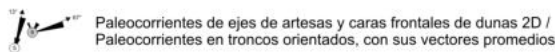
FACIES PSAMÍTICAS (S, SG y TG)

- Areniscas con estratificación entrecruzada en artesa (St)
- Areniscas conglomerádicas con estratificación entrecruzada en artesa (SGt)
- Areniscas con estratificación entrecruzada planar-tangencial (Sp)
- Areniscas con laminación horizontal (Sh)
- Areniscas con estratificación entrecruzada de muy bajo ángulo (Si)
- Areniscas conglomerádicas con estratificación entrecruzada de muy bajo ángulo (SGI)
- Areniscas con estratificación entrecruzada tipo epsilon (Se)
- Areniscas con laminación ondultica asimétrica (Sr)
- Areniscas macizas con rasgos pedogenéticos (Sm-p)
- Areniscas macizas con bioturbación (Sm-b)
- Areniscas macizas (Sm)
- Tobas gruesas con estratificación entrecruzada en artesa (TGt)
- Tobas gruesas con estratificación entrecruzada planar-tangencial (TGp)
- Tobas gruesas macizas y/o con rasgos pedogenéticos y/o bioturbación (TGM/TGm-p)

FACIES PELÍTICAS (F y TF)

- Fangolitas macizas con rasgos pedogenéticos (Fm-p)
- Fangolitas macizas (Fm)
- Fangolitas laminadas (Fl)
- Tobas finas macizas y/o con rasgos pedogenéticos y/o bioturbación (TFm/TFm-p)

MEDIDAS DE PALEOCORRIENTES



OTROS RASGOS

- No expuesto
- Clastos pumíceos
- Estructura de escape de agua
- Bioturbación
- Trazas arenosas
- Banco de pelita negra
- Rudstone

RASGOS PALEOEDAFICOS

- Nódulos carbonáticos
- Nódulos de hierro
- Concreciones de manganeso
- Concreciones de baritina
- Glébulas de óxidos de hierro
- Moteados de color
- Slickensides
- Restos carbonosos
- Raíces/Rizoconcreciones
- Estructura de suelo granular
- Estructura de suelo en bloque
- Estructura de suelo laminar
- Estructura de suelo prismática
- Estratificación relicto

CONTACTOS Y GEOMETRIAS

- Base/techo transicional
- Base/techo plano y neto
- Base con concentración de intraclastos pelíticos
- Geometría tabular con base plana / irregular
- Geometría lenticular con base canalizada

RESTOS FOSILES

- Leños fósiles
- Trazos de raíces y/o ramas delgadas
- Restos de vertebrados fósiles
- Placas de tortugas y cocodrilos fósiles
- Moldes de caracoles terrestres
- Trazas de Coprinisphaera
- Impresiones foliares
- Palinomorfos
- Fitolitos
- Ostreas

esmectita (Raigemborn 2006).

Contenido paleontológico y edad: Simpson (1935) asimiló los restos de mamíferos hallados en las localidades de Bajo Palangana y Cerro Redondo (Fig. 1b) a la zona faunística de *Carodnia*. Marshall *et al.* (1997) le asignó a estos niveles una antigüedad de 59 Ma (Paleoceno Medio o Selandiano). Gelfo *et al.* (2009) atribuyeron esta zona faunística al Paleoceno Superior (Thanetiano), asumiendo que la misma es más joven que la fauna Peligrense del banco negro inferior y más antigua que la fauna Itaboraiense de la Formación Las Flores. Por otra parte, Genise *et al.* (2001), hallaron el icnogénero *Eatonichnus* en cercanías a la localidad tipo.

Leños permineralizados de las localidades de Estancia La Rosa y Cerro Abigarrado (Brea *et al.* 2004) y de Puerto Visser (Brea y Zucol 2006) (Fig. 1b) atestiguan la existencia de bosques mixtos templados a subtropicales, relacionados con condiciones climáticas templadas-cálidas y húmedas (Raigemborn *et al.* 2009a).

Sobre la base de su contenido foliar, la Formación Peñas Coloradas fue ubicada temporalmente por Iglesias (2007) entre la flora de la Formación Salamanca (~60-63 Ma) y la flora de Laguna del Hunco (~52 Ma). Asimismo, la datación de una toba ubicada en el techo de la unidad en el área de cerro Abigarrado (Fig. 1b), con una edad de $57,8 \pm 6$ Ma (Iglesias *et al.* 2007), le asigna a la misma una edad mínima atribuible al Paleoceno Superior o Thanetiano (según escala de Gradstein *et al.* 2004).

Interpretación paleoambiental: La Formación Peñas Coloradas es interpretada en esta contribución como un sistema fluvial de sinuosidad moderada a alta con tramos rectos, siendo su carga mixta, tractiva (arenosa y areno-conglomerádica) y suspensiva (pelítica).

Formación Las Flores

Localidad tipo: Extremo oriental de la Gran Barranca situada al sur del lago Colhué Huapi (Figs. 1b y 4c).

Sección tipo: Perfil Las Flores I (45°42'47" S y 68°36'25" O) ubicado en el Yacimiento

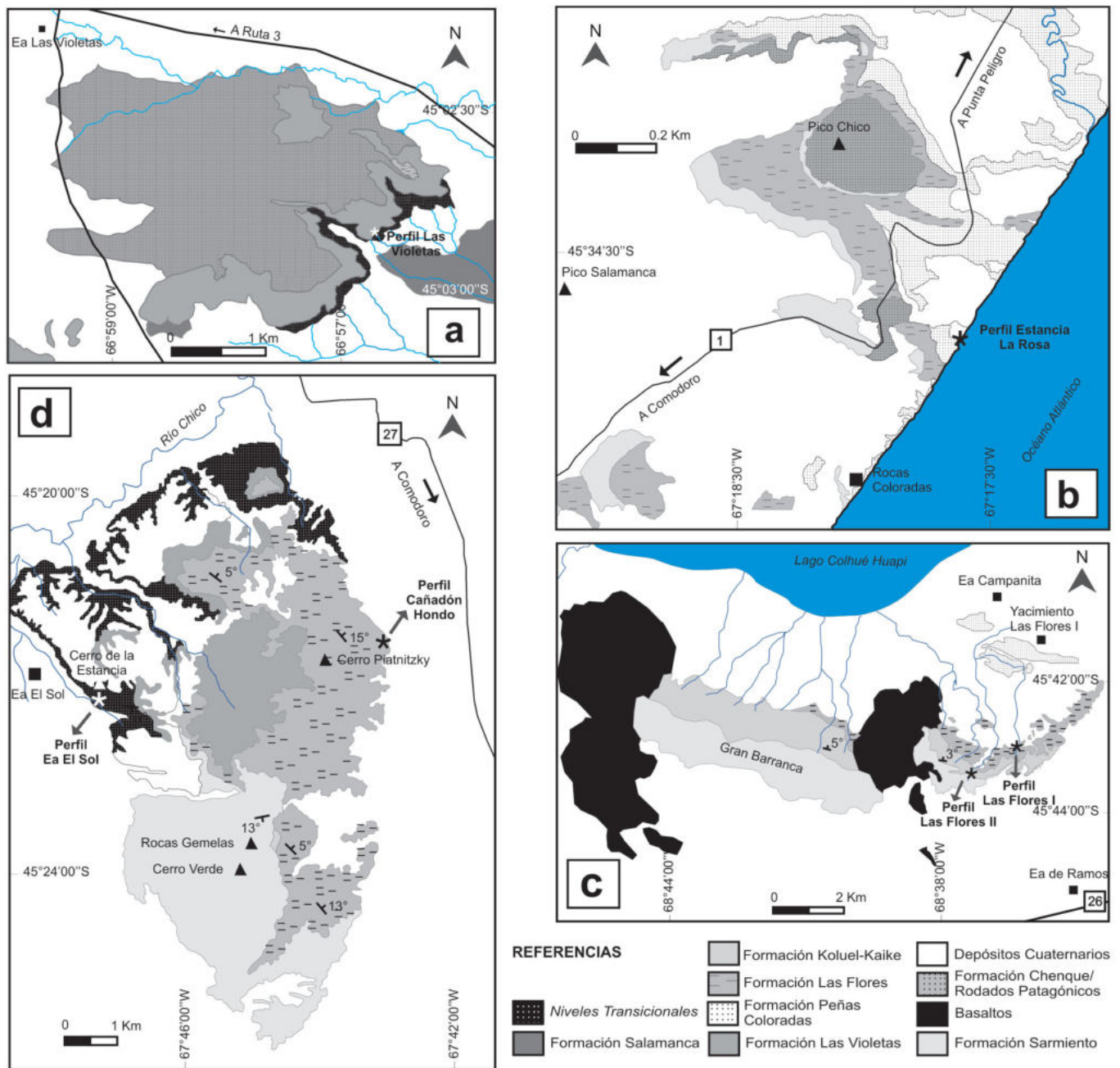


Figura 4: Mapas geológicos de las localidades tipo, donde se indica la ubicación de la sección tipo (figuras a-c). a) Estancia Las Violetas para la Formación Las Violetas; b) Rocas o Peñas Coloradas para la Formación Peñas Coloradas; c) Extremo oriental de la Gran Barranca (Las Flores I y II) para las formaciones Las Flores y Koluel-Kaike, respectivamente; d) Mapa geológico del área de Cañadón Hondo y Estancia El Sol (modificado de Andreis 1977) mostrando la distribución de los niveles transicionales.

Petrolífero Las Flores I, 75 kilómetros al oeste de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Fig. 1b), donde la unidad posee 44 metros de potencia (Fig. 3).

Área de distribución: La Formación Las Flores aflora en prácticamente toda el área de estudio. Sin embargo, un marcado cambio facial se evidencia en sentido este-oeste (Fig. 3). En cerro Blanco la unidad

posee al menos 33 metros de potencia, sin estar su base expuesta, mientras que en cerro Abigarrado (Figs. 1b y 3) lo hace con por lo menos 24 metros, por no estar expuesto su techo. En cañadón Hondo posee al menos 57 metros de espesor dado que su base no está visible, mientras que en Estancia La Rosa aflora con una potencia de 33 metros (Figs. 1b y 3). En

Estancia Las Violetas se asignan al menos 20 metros de espesor a esta unidad (Figs. 1b y 3).

Relaciones estratigráficas: Si bien en el área del perfil tipo la base de la Formación Las Flores no se encuentra expuesta, en el sector occidental de la cuenca (e.g. cerro Abigarrado, cañadón Puerta del Diablo, ver Fig. 1b) se registra un brusco cam-

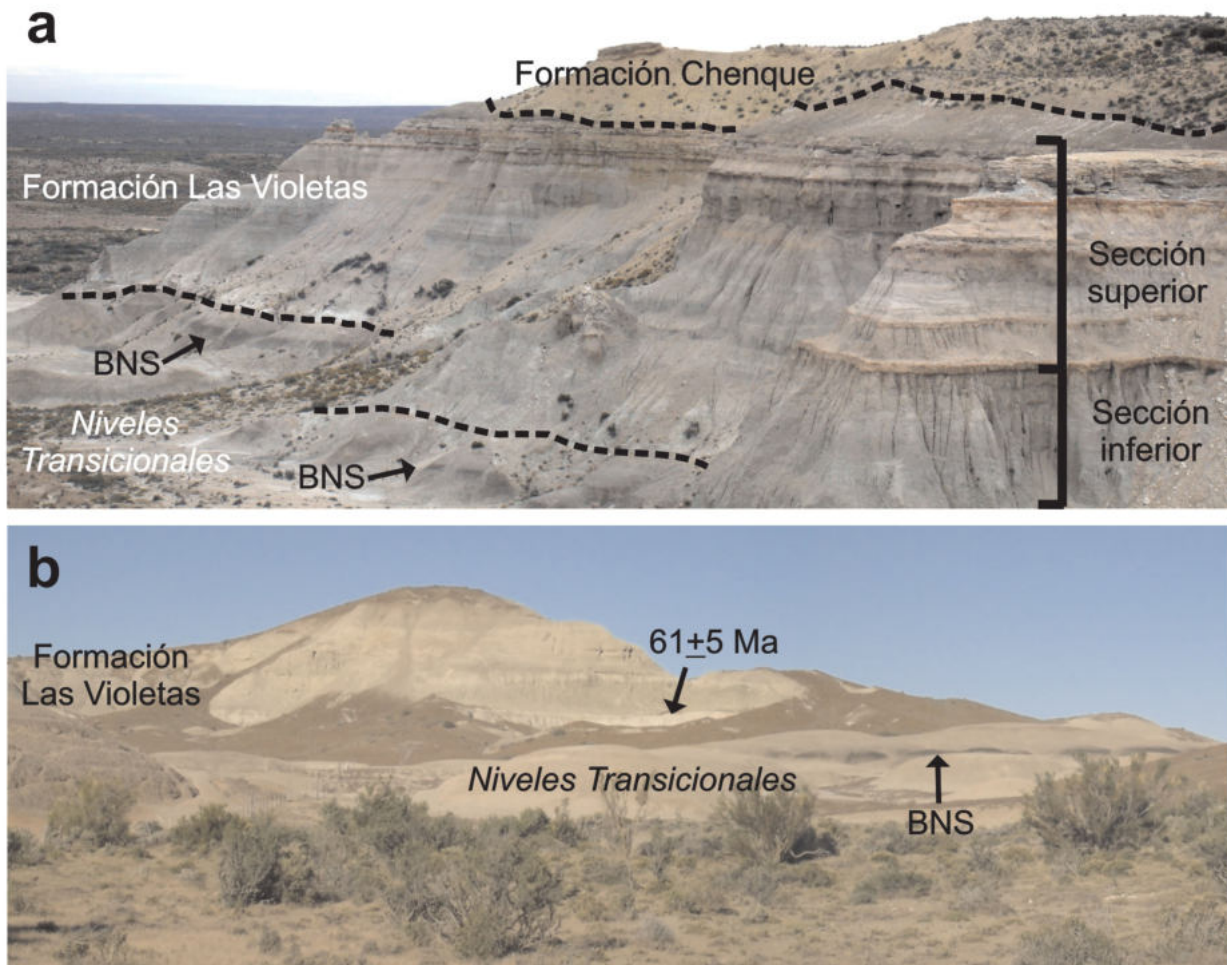


Figura 5: Afloramientos de la Formación Las Violetas. a) Aspecto general en su localidad tipo, donde se observa una sección inferior de granulometría gruesa (areno-conglomerádica) y coloración gris-verdosa, y una sección superior de granulometría fina (areno-pelítica) de coloración gris a anaranjado-rojizo. Nótese como la unidad se dispone transicionalmente sobre los niveles transicionales, en los cuales se incluye al banco negro superior (BNS), y como a su vez ésta es cubierta en este sector discordantemente por la Formación Chenque; b) Afloramientos de la sección inferior (gruesa) en el área de Estancia El Sol. En la base se ubica la toba datada por Andreis (1977) en 61 ± 5 Ma, y por debajo de ésta, los niveles transicionales.

bio litológico y composicional entre ésta y la Formación Peñas Coloradas que sugiere un contacto discordante (Piatnitzky 1931). No obstante, en otros afloramientos no se registraron discontinuidades significativas entre ambas formaciones. En el sector centro-oriental de la cuenca (Pampa Vaca, Estancia El Gauchito, ver Fig. 1b), conforme el mayor tenor en psamitas en la Formación Las Flores, la determinación del límite entre ésta y la Formación Peñas Coloradas resulta aún más difícil de precisar (Fig. 7a), donde se asume una relación de concordancia. Legarreta y Uliana (1994) mencionaron la existencia de amplias incisiones en la

base de la Formación Las Flores en el área costera, labradas en la Formación Peñas Coloradas, por lo que definieron un contacto discordante (Fig. 2). Sin embargo, los mismos autores indicaron que fuera de estas canalizaciones, en el resto de las localidades, la discontinuidad se evidencia sólo por un cambio en la coloración. En Estancia Las Violetas, se refleja un contacto discordante entre las formaciones Las Violetas/Las Flores. El contacto entre la Formación Las Flores y la suprayacente Formación Koluel-Kaike fue definido como transicional, en coincidencia con Piatnitzky (1931) y Ferruglio (1949) (Figs. 2, 7b y 8a). Esto pue-

de ser claramente observado en las localidades de Cañadón Hondo, Las Flores, Pique de Manganeso, Cerro Blanco y Cañadón Puerta del Diablo.

Particularmente en la zona de Cañadón Hondo, Andreis (1977) mencionó la existencia de una clara discordancia angular entre el Miembro Visser (en este trabajo considerado como Formación Las Flores) y la Formación Cañadón Hondo (equivalente al Miembro Gran Barranca de la Formación Sarmiento). Este contacto fue fundado en la disposición estructuralmente anómala del Miembro Visser, representada por flexuras y plegamientos. Si bien, sólo puntualmente se corroboró

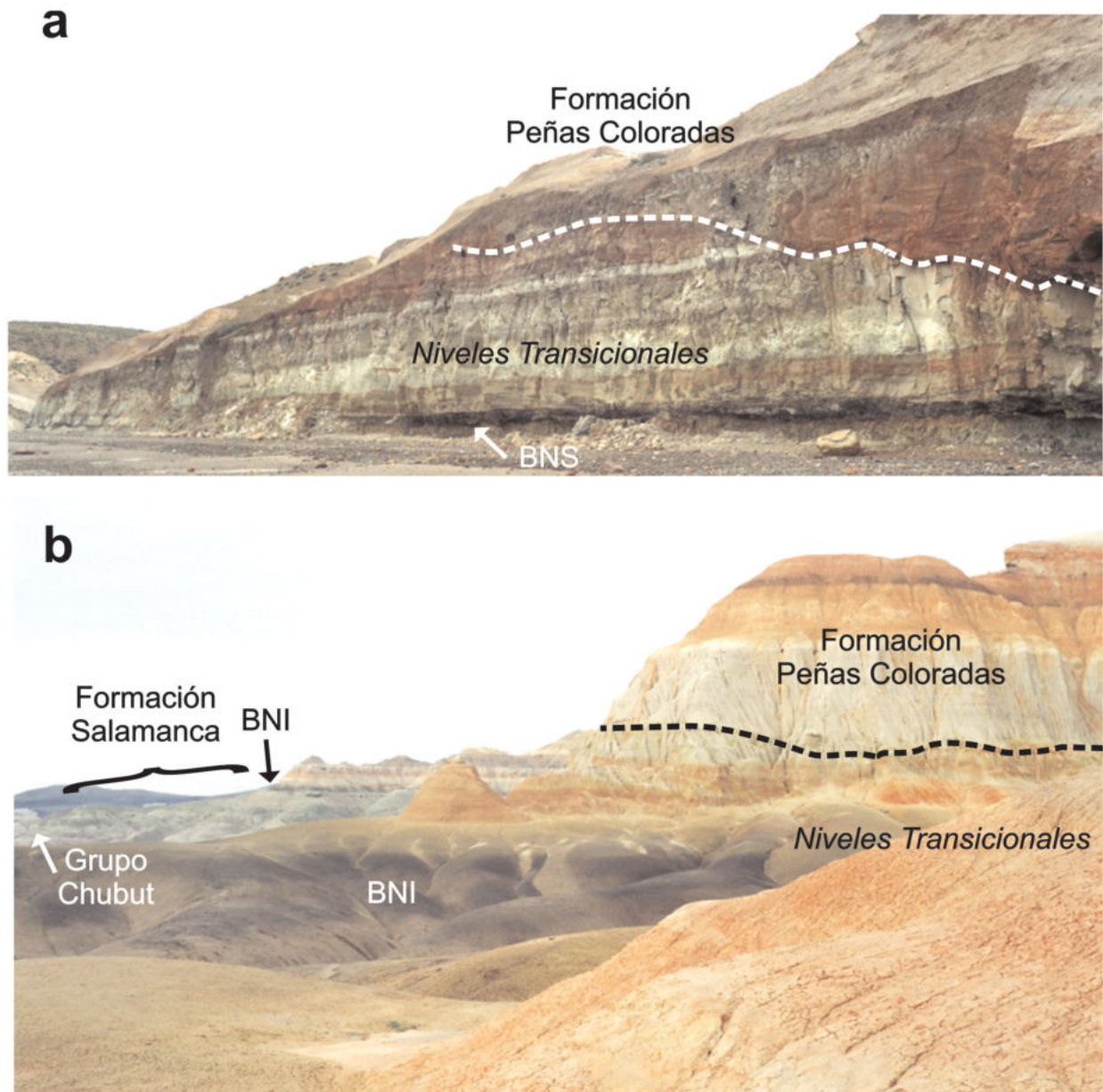


Figura 6: Afloramientos de la Formación Peñas Coloradas. a) Vista de los afloramientos de la unidad al SW de Punta Peligro, compuesta principalmente por areniscas de coloración rojiza y dispuesta mediante una superficie de erosión local sobre los niveles transicionales, donde se incluye al banco negro superior (BNS); b) Afloramientos en el cerro Abigarrado donde la base de la unidad, con bancos de granulometría conglomerádica y coloraciones más grisáceas, también muestra una superficie de erosión local sobre los niveles transicionales. Estos últimos comienzan con el banco negro inferior (BNI). Al fondo puede visualizarse la parte superior de la Formación Salamanca y por debajo de ésta, la parte superior del Grupo Chubut.

la presencia de los plegamientos descritos por Andreis (1977), no se considera en este trabajo que dicha situación permita aseverar la existencia de tal discordancia angular.

Exclusivamente en la zona de Bahía Solano (Fig. 1b) el contacto es mediante una falla normal (falla Pan de Azúcar de Giacosa *et al.* 2004).

Caracterización litológica y composicional: La

Formación Las Flores se presenta en el área central y costera como una sucesión areno-sabulítica con variable proporción de pelitas, de coloración grisácea a rosada y blanca amarillenta (Figs. 3 y 7a) y composición principalmente epiclástica, aunque en la localidad de Cañadón Hondo existen facies piroclásticas primarias y retrabajadas. En cambio, en el área occidental la unidad muestra granulometrías

finas (pelitas), de coloración gris a rosada y composición predominantemente volcánico-clástica, tanto con facies piroclásticas primarias como retrabajadas (Fig. 7b). La cobertura de meteorización tipo *pop corn* y el característico paisaje de *bad lands* (Fig. 8a) que afecta a la unidad en esta región, dificulta notablemente su estudio. Petrográficamente las areniscas de la Formación Las Flores son clasificadas como

feldarenitas líticas (según diagrama de Folk *et al.* 1970), donde las proporciones de cuarzo monocristalino son similares a las de cuarzo policristalino y chert, las plagioclasas dominan sobre los feldespatos potásicos, y los líticos volcánicos de composición intermedia hacen lo propio respecto a los de composición ácida y básica (Raigemborn *et al.* 2009b). Las modas detríticas obtenidas reflejan su vinculación con aporte de los sedimentos desde un área de arco disectado (Raigemborn 2008) (según diagrama de Dickinson *et al.* 1983). Las principales transformaciones diagenéticas reconocidas en estas areniscas consisten en compactación mecánica, disolución de granos y cementación de tipo argílica, silíceas y en menor medida, ferruginosa.

Por su parte, las pelitas poseen cuarzo, sílice amorfa, feldespatos y escasas cantidades de ceolitas. Dentro de la fracción arcillosa existe un predominio de esmectita y caolinita junto a concentraciones menores de clorita e illita (Raigemborn *et al.* 2009a).

Las tobas gruesas poseen una alta proporción de fragmentos pumíceos muy vesiculados con textura esponjosa, vesículas subsféricas y/o canalículos de aspecto tubular, junto a trizas vítreas incoloras o muy claras y fragmentos líticos subangulosos.

Contenido paleontológico y edad: Los restos de mamíferos presentes en Cañadón Hondo fueron asimilados a la zona faunística de *Kibenikboria* de edad Paleoceno Superior (Simpson 1935). Con posterioridad, esta fauna se correlacionó con la SALMA Itaboraiense (Marshall *et al.* 1983, Pascual y Ortiz Jaureguizar 1991, Bond *et al.* 1995, entre otros). Marshall *et al.* (1997) sugirieron que la fauna de la Formación Las Flores tendría una antigüedad aproximada de 58 Ma (Paleoceno Tardío o Thanethiano). Bellosi y Madden (2005) extendieron el intervalo temporal de la Formación Las Flores hasta el Eoceno Temprano, y recientemente, Gelfo *et al.* (2009) planteó la posibilidad de que esta fauna sea aún más joven. En los alrededores de Rocas Coloradas (Fig. 1b), se registraron

estructuras biogénicas asignadas a coprolitos de organismos carnívoros (Krause *et al.* 2006).

Fitolitos de componentes arbóreos y en menor medida herbáceos (Zucol *et al.* 2005), se vincularon a ambientes boscosos húmedos con características subtropicales a tropicales (Raigemborn *et al.* 2009a), pudiendo relacionar así a la unidad con el óptimo climático global acontecido durante la transición Paleoceno-Eoceno y el Eoceno Temprano (Raigemborn *et al.* 2006 y Raigemborn *et al.* 2009a y b).

Interpretación paleoambiental: En el área occidental la Formación Las Flores es interpretada como un ambiente de baja energía en el cual se habrían formado pequeños lagos someros; mientras que en el área central y costera representa un sistema fluvial de moderada a alta sinuosidad y carga mixta, con extendidas planicies de inundación (Raigemborn *et al.* 2009b).

Formación Koluel-Kaike

Localidad tipo: Extremo oriental de la Gran Barranca ubicada al sur del lago Colhué Huapi (Figs. 1b y 4c).

Sección tipo: Perfil Las Flores II (45°43'30" S y 68°37'22" O), ubicado al sudoeste del Yacimiento Petrolífero Las Flores I, 75 kilómetros al oeste de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Fig. 1b), donde la Formación Koluel-Kaike se presenta con 42 metros de potencia (Fig. 3).

Área de distribución: La Formación Koluel-Kaike posee una marcada restricción de sus facies más conspicuas hacia las zonas de borde de cuenca, especialmente hacia el sector occidental (Fig. 3). Como se mencionara anteriormente, esta unidad fue definida por Ameghino (1906) y redefinida por Feruglio (1938), sobre la base de los afloramientos cercanos a la localidad de Koluel Kaike, en el norte de la provincia de Santa Cruz (Fig. 1b).

Considerando la representatividad de los perfiles relevados en el área de estudio, se cree necesario redefinir la sección tipo sugerida de manera informal por Feruglio (1938), atribuyéndola en este trabajo al perfil de Las Flores II (Figs. 1b y 3). Tal

sección resulta de espesor similar al de la localidad de Koluel Kaike, aunque con mejor calidad de exposición, facies mejor desarrolladas y contactos claramente visibles con las unidades lindantes. En cerro Blanco (Fig. 3), Km 170 y Pique de Manganeso (Fig. 1b), la unidad aflora con espesores variables entre 35 y 52 metros (Krause *et al.* en prensa), mientras que en cañadón Puerta del Diablo y cañadón Lobo (Fig. 1b), lo hace con potencias menores a los 20 metros. Hacia el este y norte de la cuenca no se han registrado afloramientos que sean directamente atribuibles a la Formación Koluel-Kaike, al menos en cuanto al contenido de sus facies más conspicuas. No obstante, se hallaron en Cañadón Hondo (Fig. 1b), tobas gruesas y finas silicificadas comparables a aquellas presentes en la región occidental de la cuenca, difiriendo en su coloración y presentando sólo 12 metros de potencia (Figs. 3 y 8b). Asimismo, en la zona de Rocas Coloradas (Fig. 1b), se estimaron 14 metros de tobas finas silicificadas de color blanquecino, parcialmente cubiertas, las que podrían correlacionarse con esta unidad (Fig. 3).

Relaciones estratigráficas: En la sección tipo la Formación Koluel-Kaike guarda una relación de pasaje transicional tanto con la subyacente Formación Las Flores como con la suprayacente Formación Sarmiento (Miembro Gran Barranca) (Fig. 2 y 8b). La relación de concordancia entre la Formación Koluel-Kaike y las unidades lindantes se presenta en todas las localidades estudiadas del sector occidental (*e.g.* Feruglio 1949), donde el contacto superior es reconocido por el aumento en la frecuencia de niveles blanquecinos relativamente friables respecto a los niveles amarillo-anaranjados silicificados (Brea *et al.* 2009, Krause *et al.* en prensa). En cañadón Hondo se reconocieron niveles de tobas finas y chonitas silicificadas, en posición estratigráfica equivalente a la de la Formación Koluel-Kaike (Fig. 3). Como se mencionara precedentemente, aquí la base también es transicional con la infrayacente Formación Las Flores.

Caracterización litológica y composicional: El

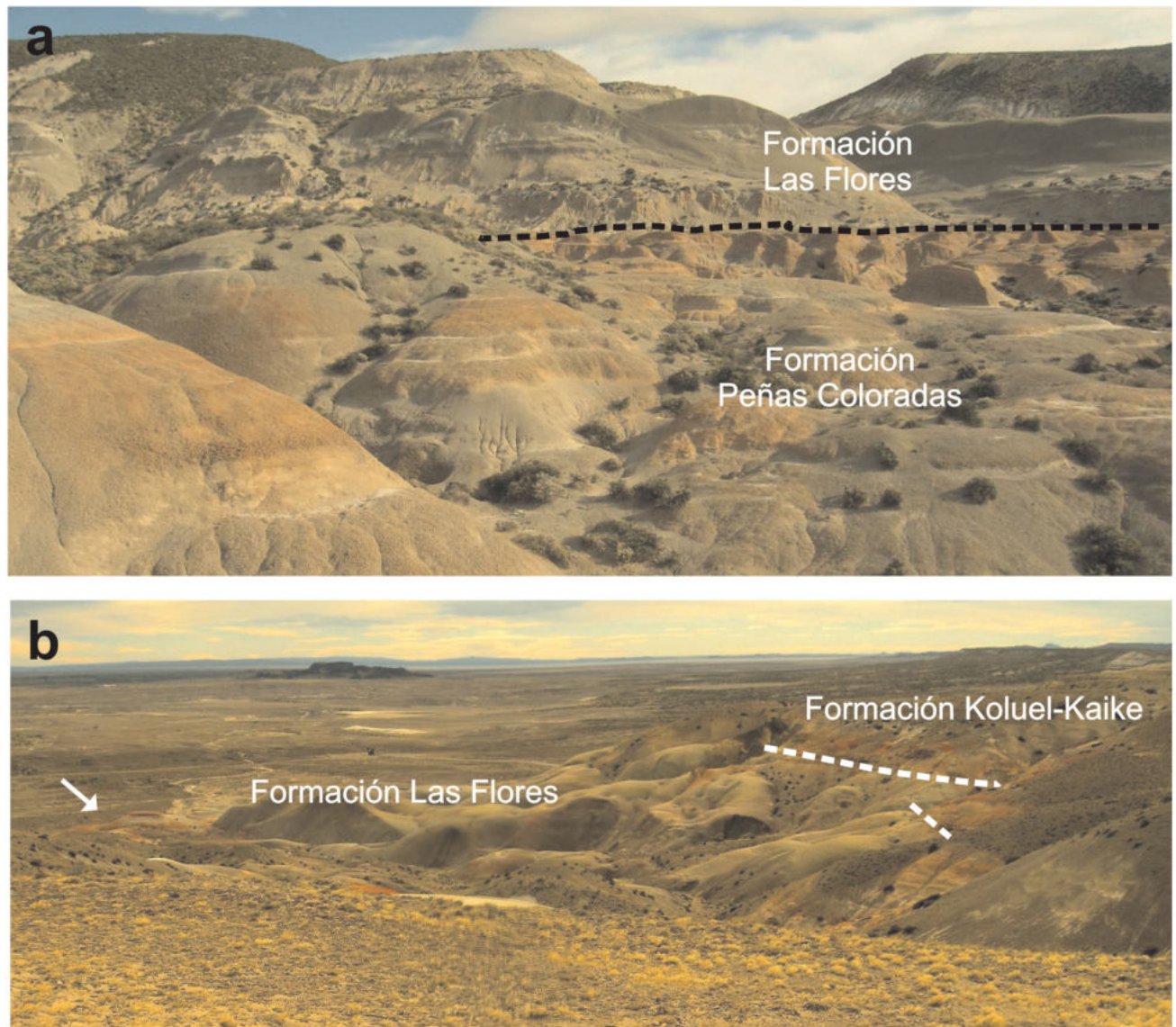


Figura 7: Afloramientos de la Formación Las Flores. a) Contacto concordante entre las areniscas rojizas de la Formación Peñas Coloradas y los niveles arenopelíticos de la Formación Las Flores en las inmediaciones de Punta Peligro. En este sector de la cuenca, la base de la Formación Las Flores queda definida con un banco conspicuo de areniscas líticas blanquecinas y se continúa con una alternancia de areniscas rosadas a gris blanquecinas y fangolitas gris verdosas. b) Vista del contacto transicional entre las fangolitas verdosas de la Formación Las Flores y los niveles rojizos y blanquecinos de composición volcániclastica de la Formación Koluel-Kaike en cerro Blanco. La flecha indica un asomo de material volcániclastico de granulometría fina y coloración blanquecina-rojiza, portador de improntas foliares, ubicado en la porción inferior de la Formación Las Flores.

rasgo más distintivo de la Formación Koluel-Kaike radica en su granulometría fina de composición volcániclastica y los evidentes rasgos pedogénicos. Es así que en la región occidental se compone de sedimentos limosos y en menor medida arenosos, de composición volcániclastica, fuertemente silicificados y edafizados, con coloraciones claras que varían desde blanco hasta el anaranjado-rojizo (Feruglio 1949, Raigemborn 2004, Krause y

Belloso 2006) (Fig. 8a). Por su parte en el área central (Cañadón Hondo), los estratos de esta unidad se constituyen de fangolitas verdes, junto a tobas retrabajadas y primarias, y subordinadas areniscas de coloración blanca y verdosa (Fig. 8b). El estudio microscópico de las sedimentitas de la Formación Koluel-Kaike muestra una fracción esqueletal conformada por abundantes trizas vítreas tamaño limo, incoloras, angulosas, de morfología

variable, tanto cuspada como planar y con aspecto fresco. Acompañan, con granulometría limosa a arenosa muy fina, litoclastos volcánicos alterados, cristales de cuarzo euhedrales y subhedrales con frecuentes engolfamientos, cristales de plagioclasa frescos, tabulares y sin maclado y feldespato potásico. La masa basal de los paleosuelos se conforma de argilominerales, en general orientados en diferentes direcciones, y material vítreo de granulo-

metría fina.

La fracción pelítica se compone de caolinita y esmectita en proporciones variables, aunque hacia los términos superiores de la unidad predomina la esmectita junto a illita, clorita e interestratificados illita/esmectita (Raigemborn 2004, Krause *et al.* en prensa).

Contenido paleontológico y edad: Si bien la literatura clásica cita la inexistencia de restos de vertebrados en la Formación Koluel-Kaike, Simpson (1935) atribuyó a la zona faunística de *Ernestokokenia* (Paleoceno Superior) los restos de mamíferos de niveles equivalentes a esta unidad en la localidad de Bajo Palangana (Fig. 1b). En la actualidad estos fósiles se consideran perteneciente a la SALMA Riochiquense (Legarreta y Uliana 1994, Bond *et al.* 1995, Pascual *et al.* 1996, Marshall *et al.* 1997, Goin *et al.* 1998, Reguero *et al.* 2002). Marshall *et al.* (1997) le atribuyeron a los niveles con fauna de *Ernestokokenia* de Bajo Palangana una antigüedad de 57 Ma (Paleoceno Tardío o Thanetiano).

En los depósitos de Cañadón Hondo se reconoció un peculiar caso de *pipe rock*, caracterizado por abundantes trazas verticales tales como *Taenidium* y *Loloichnus*, asociados con ejemplares de gasterópodos pulmonados (*Strophocheilus*). Además, se reconocieron dentro de esta unidad trazas fósiles constituidas por tubos meniscados (*e.g.* *Taenidium*) y cámaras de ninfas de cigarras (*Feoichnus challa*), las cuales constituyen un elemento conspicuo de bosques subtropicales a tropicales (Krause *et al.* 2008). El material fitolítico hallado, integrado por palmeras y componentes herbáceos, atestigua la existencia de bosques subtropicales a tropicales mixtos (Zucol *et al.* 2004). Adicionalmente, leños fósiles provenientes de la localidad Las Flores (Fig. 1b) fueron vinculados con una flora boscosa de carácter subtropical (Brea *et al.* 2009).

Las relaciones estratigráficas de esta unidad sugieren una edad máxima Paleoceno Tardío?-Eoceno Temprano. En cuanto a su techo, dataciones radimétricas y estudios de polaridad paleomagnética realizados en la zona de Gran Barranca

(Madden *et al.* 2005) (Fig. 1b), ubican la base de la Formación Sarmiento en los 42 Ma. De esta manera, y considerando la relación de transicionalidad existente entre esta unidad y la Formación Koluel-Kaike, se le asigna a esta última una edad mínima que alcanzaría el Eoceno Medio. Así, la unidad comprendería el lapso temporal referido al Eoceno Inferior-Medio (Krause *et al.* en prensa).

Interpretación paleoambiental: Dada la pobre preservación de las estructuras sedimentarias originales debido al avance de la pedogénesis, sólo pudo hacerse un diagnóstico aproximado del paleoambiente depositacional de la Formación Koluel-Kaike. Éste consistiría en un sistema de planicies con cursos de agua poco jerarquizados y cuerpos lagunares someros, donde fueron importantes las caídas de cenizas volcánicas transportadas por el viento (depósitos loésicos), y en menor medida retrabajadas por corrientes tractivas ácuas.

DISCUSIÓN

El sustrato del Grupo Río Chico

Sobre los niveles areno-conglomerádicos y glauconíticos depositados en un paleoambiente estuarino (Andreis *et al.* 1975, Andreis 1977, Martínez 1992, Bellosi *et al.* 2000, Matheos *et al.* 2001) y atribuidos al banco verde de la Formación Salamanca (*sensu* Feruglio, 1949) (Fig. 2), se dispone una serie de estratos que contienen al banco negro inferior (Feruglio, 1949) (Figs. 5a, b, 6a y b), el cual fue atribuido por Feruglio (1949) a facies costaneras (marisma o palustre), mientras que toda la sección fue asimilada a la regresión del mar salamanquense.

La sección estratigráfica antes mencionada que incluye al banco negro inferior, ubicada en la parte superior de la Formación Salamanca, posee una extensión regional en dirección este-oeste mayor a los 200 km de distancia y un espesor variable entre 10 y 38 metros (Figs. 3, 5a, b, 6a y b). En el sentido del CAE (1992), dada la representatividad areal de este intervalo dentro del sector de la cuenca es-

tudiado, resulta apropiado reconocerlo como una unidad independiente, denominándola en esta propuesta estratigráfica como niveles transicionales (Figs. 2, 3 y 4d). Litológicamente esta sección se caracteriza por contener facies finas y gruesas, epiclásticas, volcánicas y piroclásticas, con coloraciones variables entre negro, gris, verde y rosado. Es frecuente la presencia de niveles edafizados (*e.g.* banco negro inferior) con rasgos tales como *slickensides*, bioturbaciones, rizoconcreciones, motas, nódulos y restos carbonosos. La composición de las areniscas de este intervalo varía desde litoarenitas a feldarenitas líticas (según Folk *et al.* 1970), con muy escaso porcentaje de cuarzo (Raigemborn 2008). La fracción arcillosa es netamente esmectítica con importantes concentraciones de ópalo (Raigemborn 2008). El banco negro inferior contiene restos de tortugas, cocodrilos, troncos y palinomorfs, además de los restos de mamíferos que caracterizan a la fauna Peligrense (*e.g.* Bonaparte *et al.* 1993, Gelfo y Pascual 2001, Gelfo 2007). Cronológicamente, este intervalo posee una edad máxima cercana al límite Paleoceno Inferior-Medio (~ 62 Ma) según Somoza *et al.* (1995). Desde el punto de vista paleoambiental los niveles transicionales son interpretados como el registro de un ambiente de transición marino-fluvial, formado por un sistema fluvial sinuoso de baja energía y un ambiente de albufera, pantano y/o manglar (Raigemborn 2008). Es así que los niveles transicionales se reconocen como el sustrato natural del Grupo Río Chico (Fig. 3) sobre el cual apoya en franca transición. Tal situación se manifiesta en la totalidad de las localidades analizadas en el área norte, costera, central y en cerro Abigarrado (Fig. 3), a excepción de las situadas en el ámbito occidental (Las Flores-cerro Blanco) donde el contacto Salamanca-Río Chico no está expuesto, y en las localidades ubicadas en el sector más interior de la faja plegada (cañadón Puerta del Diablo, cerro Colorado, sierra Nevada) donde el sustrato es constituido por sedimentitas del Grupo Chubut y la relación es mediante discor-

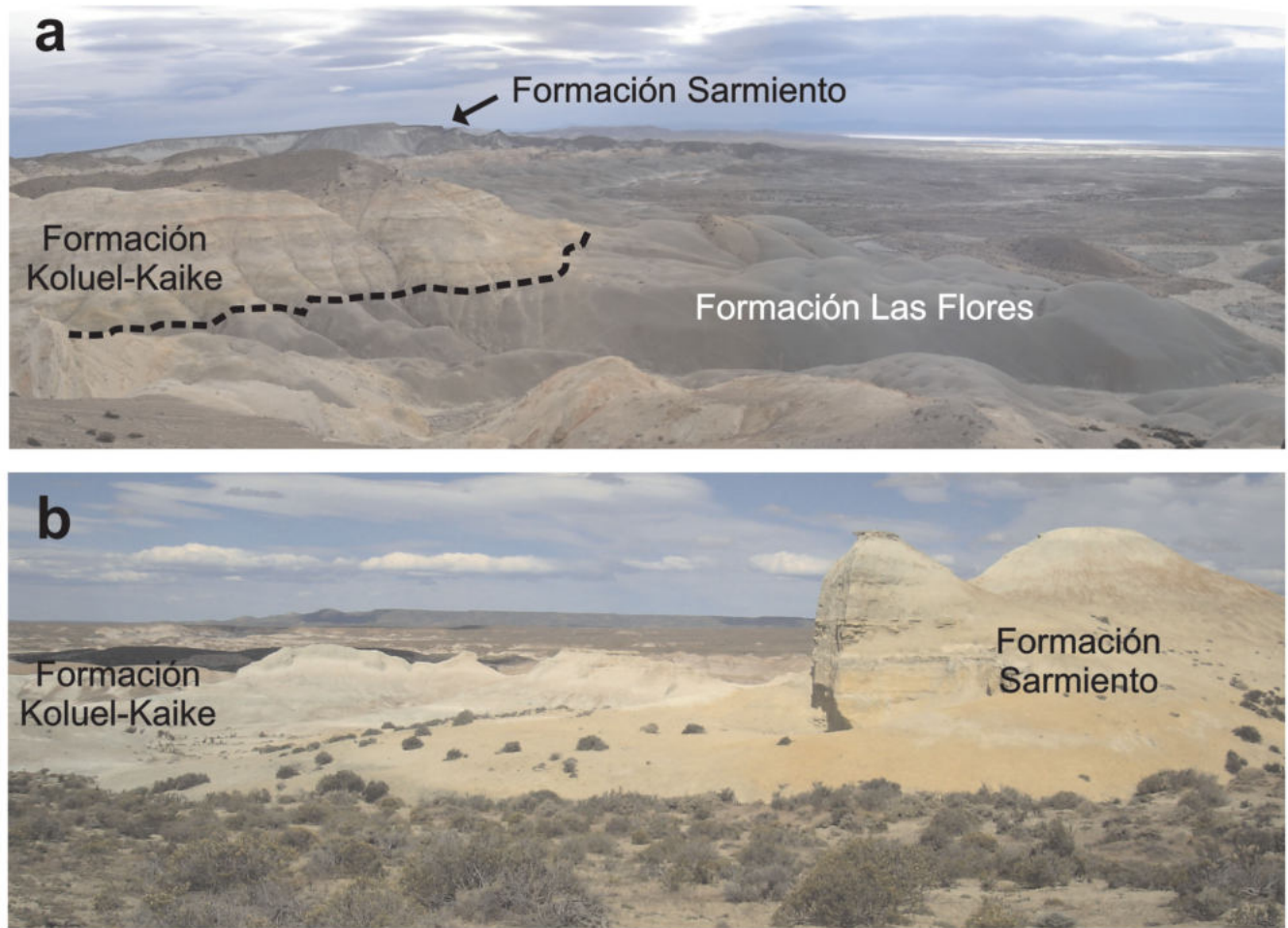


Figura 8: Afloramientos de la Formación Koluel-Kaike. a) Vista panorámica de la sección tipo (Perfil Las Flores I y II) donde tanto el contacto inferior con la Formación Las Flores (paisaje de *bad lands* formado por fangolitas volcanoclásticas gris verdosas) como el superior con la Formación Sarmiento (tobas blanquecinas con fuertes pendientes) es de carácter transicional; b) Vista al NE de los niveles interpretados como un equivalente de la Formación Koluel-Kaike y la Formación Sarmiento en el área de Cañadón Hondo.

dancia erosiva. La ausencia de los depósitos de la Formación Salamanca en este último caso es atribuida a un temprano levantamiento tectónico previo a la inundación daniana (Windhausen 1924, Feruglio 1949, Sciutto 1981). Al mismo tiempo, no se descarta la posibilidad de que la Formación Salamanca no se haya depositado en este sector por haber actuado el mismo como un borde de cuenca.

Si bien, el Grupo Río Chico evidencia la instalación de sistemas depositacionales continentales tras la retracción del mar salamanquense (Legarreta y Uliana 1994), el proceso de regresión marina habría sido pulsátil. Evidencia de ello, como la presencia de areniscas glauconíticas ubi-

cados por encima del banco negro inferior (*e.g.* cerro Abigarrado, cañadón Hondo), fue mencionada en trabajos previos (Simpson 1935, Feruglio 1949) y constatada durante la elaboración de este trabajo.

La relación Formación Las Violetas-Formación Peñas Coloradas

Durante el desarrollo de esta investigación surgieron algunos interrogantes significativos en lo que respecta a cuál es la unidad basal del Grupo Río Chico.

Dependiendo del sector geográfico del que se trate, la unidad puede comenzar con la Formación Las Violetas (Figs. 3, 4a, 5a y b) o bien con la Formación Peñas Coloradas (Figs. 3, 4b, 5a y b); no obstan-

te, la naturaleza del contacto entre cualquiera de éstas y la Formación Salamanca, permanece como transicional (Fig. 2). Se ha advertido una notoria restricción areal de la Formación Las Violetas hacia el sector más septentrional del área de estudio (Figs. 3 y 4a). Esta situación se revela en la zona costera a latitudes menores a la de Puerto Visser y en el área central, hasta la latitud de cañadón Hondo-Estancia El Sol (Figs. 1b y 4d). Según Andreis *et al.* (1975) en Bajada de Hansen y Bahía Bustamante (Fig. 1b) el contacto entre las Formaciones Las Violetas y Peñas Coloradas (base del Miembro Visser) es una superficie de erosión (Fig. 2). Por otra parte, donde la Formación Las Vio-

letas está ausente, la unidad basal del grupo es la Formación Peñas Coloradas, hecho registrado en toda la región occidental del área de estudio y en la zona costera más oriental, en el perfil de Punta Peligro-Estancia La Rosa (Figs. 3, 4b y c). La ausencia de la Formación Las Violetas en esta última localidad podría deberse tanto a su total erosión, previamente a la depositación de la Formación Peñas Coloradas, como a su no depositación en las áreas mencionadas. Esta última alternativa podría vincularse con la existencia de algún paleoalto que haya inhibido su acumulación.

Considerando lo antes expuesto, surge la posibilidad de establecer una relación de lateralidad entre las dos unidades formacionales mencionadas. Si bien esta situación aun no se ha constatado en afloramientos, se presume su existencia entre las latitudes de Bajada de Hansen y Puerto Visser (Fig.1b), donde Andreis *et al.* (1975) mencionaron afloramientos equivalentes a la Formación Las Violetas y Formación Peñas Coloradas aquí definidas.

El techo del Grupo Río Chico

En el transcurso de esta investigación, se observaron diferentes situaciones que atañen a la definición del límite superior del Grupo Río Chico.

En la región occidental y sur de estudio, donde afloran tanto la Formación Koluel-Kaike y la sección inferior de la Formación Sarmiento (Miembro Gran Barranca) el contacto es transicional (Figs. 2, 4c, 8a). Éste se define por cambios litológicos en los que paulatinamente las facies piroclásticas blanquecinas de la Formación Sarmiento sustituyen a los depósitos coloreados piroclásticos y silicificados de la Formación Koluel-Kaike (*e.g.*, Las Flores, cerro Blanco, kilómetro 170) (Fig. 3).

Alternativamente, el techo del Grupo Río Chico puede estar representado por depósitos de la Formación Las Flores (Fig. 3). En este sentido, la sucesión de facies típicas atribuibles a la Formación Koluel-Kaike pierde espesor hacia el este del sec-

tor occidental, siendo gradual y lateralmente reemplazada por depósitos de la subyacente Formación Las Flores, tal como sucede a la altura de Cerro Dragón-Cerro Tortuga (Fig. 1b). Observaciones preliminares efectuadas en el borde sur de Pampa Vaca (Fig. 1b) muestran que en forma subyacente a depósitos del Miembro Gran Barranca aparece una sucesión de facies epiclásticas atribuible a las Formaciones Peñas Coloradas-Las Flores, de reducido espesor, en una probable relación de paraconformidad.

Esta circunstancia sugiere que, al menos para el área de centro de cuenca, la parte superior de la Formación Las Flores es lateralmente equivalente a la Formación Koluel-Kaike.

En un sector de Estancia Las Violetas, se reconoció que el límite superior del Grupo Río Chico es discordante, observándose una superficie erosiva sobre los niveles más altos de la Formación Las Violetas, y sobre la cual se apoyan depósitos marinos de la Formación Chenque (Figs. 3, 4a y 5a).

Puntualmente en Bahía Solano (Fig. 1b), el límite superior del grupo se manifiesta mediante un contacto de tipo tectónico, donde depósitos de las Formaciones Peñas Coloradas-Las Flores afloran a la misma altura topográfica que depósitos de la parte basal de la Formación Sarmiento, producto del fallamiento normal (falla Pan de Azúcar) que pone en contacto dichos sedimentos.

CONCLUSIONES

En la porción norte de la cuenca del Golfo San Jorge, los depósitos continentales epi y piroclásticos del Grupo Río Chico se integran de cuatro unidades formacionales, siendo de base a techo la Formación Las Violetas, Formación Peñas Coloradas, Formación Las Flores y Formación Koluel-Kaike.

El sustrato del grupo varía dependiendo del sector de la cuenca. Hacia el oeste del cerro Abigarrado, la unidad apoya mediante discordancia erosiva sobre las sedimentitas del Grupo Chubut, mientras

que hacia el este, yace sobre los niveles transicionales.

Se establece la base del Grupo Río Chico en el primer depósito de canal fluvial identificable. Estos pueden corresponder tanto a la Formación Las Violetas como a la Formación Peñas Coloradas, pero siempre manteniéndose el carácter transicional del contacto con la Formación Salamanca o discordante con el Grupo Chubut. La Formación Las Violetas se restringe arealmente al sector más septentrional estudiado (Estancia Las Violetas, cañadón Hondo y Estancia El Sol). De esta manera es posible la existencia de una relación de lateralidad entre ambas unidades.

En las localidades orientales el contacto entre las Formaciones Peñas Coloradas-Las Flores posee carácter concordante. Sin embargo, el cambio litológico, composicional y en el ambiente de depositación entre ambas unidades en el sector occidental de estudio, manifiesta un relación discordante. El perfil de cañadón Hondo presenta los mayores espesores y las facies más gruesas de la Formación Las Flores. A partir de aquí se observa una marcada y paulatina disminución en el espesor de la unidad en sentido oeste y este, junto con un aumento en la proporción de facies finas, especialmente hacia occidente.

Finalmente, la Formación Koluel-Kaike, ya sea con sus facies típicas, como las de la región occidental de la cuenca, o no, como las de la región oriental de la cuenca (Rocas Coloradas y Cañadón Hondo), constituye por lo general el tope del Grupo Río Chico. Cuando la unidad se dispone por debajo de los niveles más antiguos de la Formación Sarmiento de edad casamayorena (*i.e.* Miembro Gran Barranca en Las Flores-Gran Barranca; Formación Cañadón Hondo en cañadón Hondo; y en Bajo Palangana-Estancia La Rosa), el contacto entre ambas es transicional. En la región occidental (cerro Blanco y Las Flores), donde la Formación Koluel-Kaike presenta sus facies típicas, el espesor se mantiene relativamente constante. Hacia el centro de la cuenca (zona

central y costera del área de estudio), su equivalente integrado por facies más gruesas, muestra una clara disminución del espesor hasta su total desaparición hacia el borde norte de la cuenca (Estancia Las Violetas).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado en parte por los proyectos de investigación PICT 07-08671 y PIP 5079, ambos dirigidos por el Dr S. Matheos, por los subsidios a Jóvenes Investigadores de la UNLP 2006, 2007, 2008 y 2009 otorgados a la Dra M. S. Raigemborn, por el PICT 13286 dirigido por el Dr. J. Genise y por el IAS Grant Scheme 2006 otorgado al Lic. M. Krause. Los autores quieren expresar su más sincero agradecimiento al Dr. L. A. Spalletti por la lectura crítica del manuscrito y a los árbitros, Dra. M. Tunik y otro anónimo, por las sugerencias brindadas. Nuestra gratitud al Lic. A. Benialgo por su colaboración en los trabajos cartográficos, a los colegas que participaron en las tareas de campo, a los dueños de las estancias por permitir el ingreso a sus propiedades y a la empresa Pan American Energy por los servicios prestados en los yacimientos.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ameghino, F. 1906. Les formations sédimentaires du Crétacé et du Tertiaire de Patagonie entre les faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 15(8): 1-568.
- Andreis, R.R. 1977. Geología del área de Cañadón Hondo. Departamento de Escalante, Provincia del Chubut, Republica Argentina. *Obra del Centenario del Museo de La Plata* 4: 77-102.
- Andreis, R., Mazzoni M. y Spalletti, L. 1975. Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante, Provincia de Chubut, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 30(1): 85-103.
- Bellosi, E. y Madden, R. 2005. Estratigrafía física preliminar de las secuencias piroclásticas terrestres de la Formación Sarmiento (Eoceno-Mioceno) en la Gran Barranca, Chubut. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 427-432, La Plata.
- Bellosi, E., Palamarczuk, S., Barreda, B., Sanagua, J. y Jalfin, G. 2000. Litofacies y palinología del contacto Grupo Chubut-Formación Salamanca en el oeste de la cuenca del Golfo San Jorge. XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Actas: 9.
- Bonaparte, J., Van Valen, L. y Kramartz, A. 1993. La Fauna de Punta Peligro, Paleoceno Inferior, de la provincia del Chubut, Patagonia, Argentina. *Evolutionary Monographs* 14: 3-61.
- Bond, M., Carlini, A., Goin, F., Legarreta, L., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R. y Uliana, M. 1995. Episodes in South Land Mammal evolution and sedimentation: testing their apparent concurrence in a Palaeocene succession form Central Patagonia. VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 47-58, Trelew.
- Brea, M. y Zucol, A. 2006. Leños fósiles de Boraginaceae de la Formación Peñas Coloradas (Paleoceno superior), Puerto Visser, Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 43(1): 139-146.
- Brea, M., Bellosi, E. y Krause, M. 2009. *Taxaceoxylon katuantenkum* sp. nov. en la Formación Koluel-Kaike (Eoceno inferior-medio), Chubut, Argentina: un componente de los bosques subtropicales paleógenos de Patagonia. *Ameghiniana* 46(1): 127-140.
- Brea, M., Zucol, A.F., Raigemborn, M.S. y Matheos, S. 2004. Leños fósiles del Paleoceno superior (Grupo Río Chico), provincia del Chubut, Argentina. *Reuniones de Comunicaciones Científicas de la Asociación Argentina de Paleontología. Ameghiniana* 41 (Suplemento Resúmenes): 7R-8R.
- CAE [Comité Argentino de Estratigrafía] 1992. Código argentino de estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y complementaria 20: 1-64, Buenos Aires.
- Dickinson, W., Breard, L., Brakenridge, G., Erjavec, J., Ferguson, R., Inman, K., Knepp, R., Lindberg, F. y Ryberg, P. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *The Geological Society of America, Bulletin* 94: 222-235.
- Doering, A. 1882. Informe oficial de la comisión científica agregada al estado mayor general de la expedición al Río Negro (Patagonia), Entrega 3, Geología: 299-530, Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1929. Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA)* 3: 395-486.
- Feruglio, E. 1938. Relaciones estratigráficas entre el Patagoniano y el Santacruciano en la Patagonia Austral. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie) I, sección Geología* 4: 129-159.
- Feruglio, E. 1949. Descripción geológica de la Patagonia. YPF Tomo II: 1-349.
- Figari, E., Strelkov, E., Laffitte, G., Cid de la Paz, M., Courtade, S., Celaya, J., Vottero, A., Lafourcade, P., Martínez, R. y Villar, H. 1999. Los sistemas petroleros de la Cuenca del Golfo San Jorge: síntesis estructural, estratigráfica y geoquímica. *Cuarto Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Acta* 1: 197-237, Mar del Plata.
- Folk, R., Andrews, P. y Lewis, D. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. *New Zeland Journal of Geology and Geophysics* 13: 937-968.
- Frenguelli, J. 1930. Nomenclatura estratigráfica patagónica. *Anales de la Sociedad Científica de Santa Fe* 3: 1-117.
- Gelfo, J. 2007. The "Condylarth" *Raulvaccia peligrensis* (Mammalia: Didolodontidae) from the Paleocene of Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27(3): 651-660.
- Gelfo, J. y Pascual, R. 2001. *Pelagotherium tropicalis* (Mammalia, Dryolestida) from the early Paleocene of Patagonia, a survival from a Mesozoic Gondwana radiation. *Geodiversitas* 23 (3): 369-379.
- Gelfo, J. N., Goin, F. J., Woodburne, M. O. y De Muizon, C. 2009. Biochronological relationships of the Earliest South American Paleogene Mammalian Faunas. *Palaentology* 52: 251-269.
- Genise, J.F., Cladera, G. y Tancoff, S. 2001. La presencia de *Eatoniehnus claronensis* en el Paleoceno del Chubut (Argentina). 4ª Reunión Argentina de Icnología y 2ª Reunión de Icnología del Mercosur, Resúmenes: 45, San Miguel de Tucumán.
- Genise, J. F., Melchor, R. N., Bellosi, E. S., González, M. G. y Krause, M. 2007. New insect pupation chambers (*Pupichnia*) from the Upper Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 28: 545-559.

- Giacosa, R., Paredes, J., Nillini, A., Ledesma, M. y Colombo, F. 2004. Fallas normales de alto ángulo en el Neógeno del margen Atlántico de la Cuenca del Golfo San Jorge (46°S-67° 30'O, Patagonia Argentina). *Boletín Geológico y Minero* 115(3): 537-550.
- Goin, F., Candela, A., Bond, M., Pacual, R. y Escribano, V. 1998. Una nueva "comadreja" (Mammalia, Marsupalia?, Polydolopimorphia) del Paleoceno de Patagonia, Argentina. En *Asociación Paleontológica Argentina* (ed.) Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica. Publicación Especial 5: 71-78, Buenos Aires.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. y Smith, A.G. 2004. A geological time scale 2004. En Gradstein, F.M., Ogg, J.G. y Smith, A.G. (eds.) Cambridge University Press, 591 p., Cambridge.
- Hechem, J. y Strelkov, E. 2002. Secuencia sedimentaria mesozoica del Golfo San Jorge. En Haller, M.J. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*. 15º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 129-147, Buenos Aires.
- Homoc, J., Conforto, G., Lafourcade, P. y Chelotti, L. 1995. Fold belt in the San Jorge Basin, Argentina: an example of tectonic inversion. En Buchanan, J. y Buchanan, P. (eds.) *Basin Inversion*. The Geological Society, Special Publication 88: 235-248, London.
- Iglesias, A. 2007. Estudio Paleobotánico, Paleocológico y Paleoambiental en Secuencias de la Formación Salamanca del Paleoceno Inferior en el sur de la Provincia de Chubut, Patagonia, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata (inédito), 244 p., La Plata.
- Iglesias, A., Wilf, P., Johnson, K., Zamuner, A., Cúneo, R., Matheos, S. y Singer, B. 2007. A Paleocene lowland macroflora from Patagonia reveals significantly greater richness than North American analogs. *Geology* 35(10): 947-950.
- Keidel, J. 1920. Investigaciones especiales. Memorias Dirección de Geología y Minería 1917. *Anales de Minería y Agricultura*, Sección Geológica 16 (2): 26-35.
- Krause, M. y Bellosi, E. 2006. Paleosols from the Koluél Kaike Formation (Lower-Middle Eocene) in south-central Chubut, Argentina: a preliminary analysis. IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología, Actas: 125, La Plata.
- Krause, J. M., Verde, M. y Diz, R. 2006. Coprolitos del Grupo Río Chico (Paleoceno-Eoceno medio) en el sudeste de Chubut. 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Resúmenes: 287, Córdoba.
- Krause, M., Bown, T., Bellosi, E. y Genise, J. 2008. Trace fossils of cicadas in the Cenozoic of central Patagonia, Argentina. *Palaeontology* 51(2): 405-418.
- Krause, M., Bellosi, E. y Raigemborn, M.S. en prensa. Lateritized tephric palaeosols from Central Patagonia, Argentina: a southern high-latitude archive of Palaeogene global greenhouse conditions. *Sedimentology*.
- Legarreta, L. y Uliana, M. A. 1994. Asociación de fósiles y hiatos en el supracretácico – Neógeno de Patagonia: una perspectiva estratigráfica – secuencial. *Ameghiniana* 31(3): 257-281.
- Legarreta, L., Uliana, M. y Torres, M. 1990. Secuencias depositacionales cenozoicas de Patagonia Central: sus relaciones con las asociaciones de mamíferos terrestres y episodios marinos epicontinentales. Evaluación preliminar. 3º Simposio del Terciario de Chile, Actas: 135-177, Concepción.
- Madden, R. H., Bellosi, E., Carlini, A., Heizler, M., Vilas, J., Re, G., Kay, R. y Vucetich, M. G. 2005. Geochronology of the Sarmiento Formation at Gran Barranca and elsewhere in Patagonia: calibrating Middle Cenozoic mammal evolution in South America. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 411-412, La Plata.
- Marshall, L., Hoffstetter, R. y Pascual, R. 1983. Mammals and stratigraphy: geochronology of the continental mammal-bearing Tertiary of South America. *Paleovertebrata*, Memoria Extraordinaria: 1-93.
- Marshall, L., Sempere, T. y Butler, R. 1997. Chronostratigraphy of the Mammal-Bearing Paleocene of South America. *Journal of South American Earth Sciences* 10(1): 49-70.
- Martínez, G. 1992. Paleoambiente de la Formación Salamanca en la Pampa María Santísima, Departamento Sarmiento, Provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47(3): 293-303.
- Matheos, S., Brea, M., Ganuza, D. y Zamuner, A. 2001. Sedimentología y paleoecología del Terciario inferior en el sur de la provincia del Chubut, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 8: 93-104.
- Mc Phie, J., Doyle, M. y Allen, R. 1993. Volcanic textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for the Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 196 p., Tasmania.
- Pascual, R. y Ortiz Jaureguizar, E. 1991. El Ciclo Faunístico Cochabambiano (Paleoceno temprano): su incidencia en la historia biogeográfica de los mamíferos sudamericanos. En Suárez-Soruco, R. (ed.) *Fósiles y Facies de Bolivia volumen 1: Vertebrados*. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia, 12 (3-4): 559-574.
- Pascual, R., Ortiz Jaureguizar, E. y Prado, J. 1996. Land Mammals: Paradigm for Cenozoic South American geobiotic evolution. En Arratia, A. (ed.) *Contribution of Southern South America to Vertebrate Paleontology*. *Geowissenschaftlich Abhandlungen (A)* 30: 265-319, München.
- Petriella, B.T. y Archangelsky, S. 1975. Vegetación y ambiente en el Paleoceno de Chubut. I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 257-270, San Miguel de Tucumán.
- Piatnitzky, A. 1931. Observaciones estratigráficas sobre las Tobas con Mamíferos del Terciario inferior en el valle del Río Chico. *Boletín de Informaciones Petroleras* 85: 617-634.
- Raigemborn, M.S. 2004. Caracterización de los minerales de arcilla de la Formación Koluél Kaike (Paleoceno superior – Eoceno inferior?) en el centro oeste de la cuenca del Golfo San Jorge, Chubut. X Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 145-146, San Luis.
- Raigemborn, M.S. 2005. Procedencia de las areniscas de la Formación Peñas Coloradas (Paleoceno superior) en la zona costera al norte de Comodoro Rivadavia, Cuenca del Golfo San Jorge (Chubut, Argentina). XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 103-110, La Plata.
- Raigemborn, M.S. 2006. Análisis composicional y procedencia de la Formación Peñas Coloradas, Grupo Río Chico (Paleoceno superior-Eoceno?), en la región oriental de la Cuenca del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 13(2): 65-87.
- Raigemborn, M.S. 2008. Estudio estratigráfico, sedimentológico y composicional de las sedi-

- mentitas del Terciario inferior (Grupo Río Chico) en el sector sudoriental del Chubut Extraandino. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata (inédito), 352 p., La Plata.
- Raigemborn, M. S. y Krause, M. 2008. Sedimentología de la Formación Las Violetas, (Paleoceno superior) en la región sudoriental de la provincia del Chubut, Argentina. 12° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 149, Buenos Aires
- Raigemborn, M. S. y Matheos, S. 2006. Aspectos diagenéticos de las areniscas de la Formación Peñas Coloradas, Paleógeno, Provincia del Chubut, Argentina. 4° Congreso latinoamericano de Sedimentología y 11° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 187, Bariloche.
- Raigemborn, M. S., Brea, M., Zucol, A. y Matheos, S. 2006. Geology, fossil wood and phytolith assemblages from the Upper Paleocene-Eocene? of central Patagonia, Argentina. Climate and biota of the Early Paleogene Meeting, Volume of Abstracts: 108, Bilbao.
- Raigemborn, M. S., Brea, M., Zucol, A. y Matheos, S. 2009a. Early Paleogene climatic conditions at mid latitude Southern Hemisphere: mineralogical and paleobotanical proxies from continental sequences in Golfo San Jorge basin (Patagonia, Argentina). *Geologica Acta* 7(1-2): 125-145.
- Raigemborn, M.S., Krause, M. y Matheos, S. 2009b. Continental sedimentation of the Las Flores Formation (Early Paleogene) in Golfo San Jorge Basin (Patagonia, Argentina). 27th Meeting of Sedimentology, Libro de Abstracts: 650, Alghero.
- Reguero, M., Marensi, S. y Santillana, S. 2002. Antarctic Peninsula and South America (Patagonia) Paleogene terrestrial faunas and environments: biogeographic relationships. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179: 189-210.
- Sciutto, J.C. 1981. Geología del codo del río Sen guerr, Chubut, Argentina. 8° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 203-219, San Luis.
- Sciutto, J., Césari, O. y Iantanos, N. 2001. Hoja geológica 4566-IV Escalante, Escala 1:250000. Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, (inédito) 50p., Buenos Aires.
- Simpson, G. 1933. Stratigraphic nomenclature of the Early Tertiary of Central Patagonia. *American Museum Novitates* 644: 1-13.
- Simpson, G. 1935. Occurrence and relationships of the Río Chico fauna of Patagonia. *American Museum Novitates* 818: 1-21.
- Simpson, G. 1941. The Eocene of Patagonia. *American Museum Novitates* 1120: 1-15.
- Somoza, R., Cladera, G. y Archangelsky, S. 1995. Una nueva tafoflora Paleocena de Chubut, Patagonia: su edad y ambiente de deposición. VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 265-269, Trelew.
- Stappenbeck, R. 1909. Informe preliminar relativo a la parte sudeste del Terciario del Chubut. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología* 4, 1, Buenos Aires.
- Uliana, M.A. y Biddle, K.T. 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 172-190.
- Windhausen, A. 1924. El nacimiento de la Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 2(2): 95-113.
- Zucol, A., Brea M., Raigemborn, M.S. y Matheos, S. 2004. Asociación fitolítica en las formaciones Las Flores, Koluél Kaike y Sarmiento en Gran Barranca, Lago Colhué Huapi (Chubut, Argentina). Reunión Anual de Comunicaciones de la Asociación Argentina de Paleontología, Actas: 31, Diamante.
- Zucol, A., Brea M., Raigemborn, M.S. y Matheos, S. 2005. Reconstrucción de paleocomunidades arbóreas mediante análisis fitolítico en sedimentos del Paleoceno superior (Formación Las Flores), Chubut, Argentina. Tercer Encuentro de Investigaciones Fitolíticas del Conosur, Actas: 40-42, Tucumán.

Recibido: 22 de noviembre, 2009

Aceptado: 22 de julio, 2010