



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el grado académico de
LICENCIADO EN GEOLOGÍA

Análisis de la red de drenaje y sedimentológico-estratigráfico
de la cubierta neógena-cuaternaria del sector sur del Bloque de Chadileuvú.

PEDRO DI LISCIA

SANTA ROSA LA PAMPA

ARGENTINA

13 de Junio de 2017

DIRECTORA: Dra MEHL, ADRIANA

CO-DIRECTOR: Dr. ZÁRATE, MARCELO

Prefacio

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Geología, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en las instalaciones del Pabellon Sur del Campo de Enseñanza, dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, durante el período comprendido entre el 1 de Marzo de 2016 y el 13 de Junio de 2017, bajo la dirección de la Dra. Adriana Mehl y la codirección del Dr. Marcelo Zárate.

Pedro Di Liscia

13 de junio de 2017

Departamento de Geología

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

RESUMEN

El Bloque de Chadileuvú, en el suroeste de la Provincia de La Pampa, contiene registros del Precámbrico-Mesozoico que afloran de forma discontinua o se encuentran cubiertos por un manto eólico cuaternario de ~3-4 metros de potencia. Los objetivos del trabajo apuntan a comprender el comportamiento del Bloque durante el Cenozoico Tardío (con respecto a los límites cuenca miocena superior), de su red de drenaje, y en particular dilucidar la historia geomorfológica de la cuenca Sur. Las tareas realizadas consistieron en: estudios preliminares de gabinete (lectura y clasificación de bibliografía, análisis de imágenes satelitales y cartas topográficas, medición de parámetros morfométricos), actividades de campo (toma de muestras y levantamiento de perfiles), análisis de lo extraído en el campo (petrografía y análisis de facies) y, finalmente, discusión de los resultados. Los resultados obtenidos revelan que: la cuenca sur posee una red de drenaje muy organizada y desarrollada, que se encuentra condicionada por controles litológicos y de estructuras del basamento, y que la interacción entre las unidades geomorfológicas del Paleobanico del Río Colorado y las Sierras Pampeanas Meridionales dio como resultado el cierre de la cuenca sur. Se concluye que la cuenca sur no siempre se comportó como endorreica, que su red de drenaje se labró en un período de mayores precipitaciones a las actuales o se desarrolló durante un largo período de tiempo, y que el Bloque no se comportó como borde de cuenca miocena superior donde se depositó la Formación Cerro Azul.

SUMMARY

The Chadileuvú Block, in the southwest of La Pampa Province, contains a Precambrian-Mesozoic record that outcrops discontinuously or is covered by a Quaternary wind mantle of ~ 3-4 m thick. The objectives of the work are to understand the behavior of the Block during Late Cenozoic respect to the upper Miocene basin limits, to analyse its drainage network of the southern fluvial basin since a geomorphological perspective. The tasks carried out were: preliminary cabinet studies (reading and classification of bibliography, analysis of satellite images and topographic maps, measurement of morphometric parameters), field activities (sampling and profile survey), petrographic and facies analyses and, finally, the discussion of the obtained results. The results show that: the southern basin of the Chadileuvú Block has a highly organized and developed drainage network, which is conditioned by lithological and basement structures controls; and that the interaction between the two most conspicuous geomorphological units of the region, the Paleobanico of the Colorado River and the Southern Pampean Ranges, resulted in the closure of the southern basin and generation of an endorreic basin. It is concluded that the southern basin did not always behave as endorreic, that its drainage network was developed during a long period of time, and that the Block would not behave like border of the miocen basin where the Cerro Azul Formation was deposited.

INDICE

1. Introducción.....	7
1.1. Antecedentes	
1.2. Hipótesis	
1.3. Objetivos	
2. Geología del Bloque de Chadileuvú.....	12
2.1. Estratigrafía	
2.2. Marco geomorfológico regional	
3. Materiales y métodos.....	15
3.1. Análisis de antecedentes	
3.2. Topografía, Geología e hidrología	
3.3. Tareas de campo	
3.4. Tareas de laboratorio y gabinete	
3.4.1. Análisis de laboratorio	
3.4.2. Tarea de gabinete	
4. Resultados.....	19
4.1. Morfometría	
4.2. Aspectos litoestratigráficos	
4.2.1. Registro Pre-Cenozoico	
4.2.2. Registro Cenozoico Tardío	
4.2.2.1. Neógeno	
4.2.2.1 Cuaternario	

5. Discusión.....	43
5.1. Morfometría y red de drenaje	
5.2. Litoestratigrafía	
6. Conclusiones.....	48
7. Agradecimientos.....	49
8. Bibliografía.....	49
9. Anexo.....	54

1. INTRODUCCIÓN

La región central de Argentina, ubicada entre los 32° y 38° S y limitada longitudinalmente por la Cordillera de los Andes y la costa atlántica, está caracterizada por su complejidad morfoestructural. Así el territorio de la Provincia de La Pampa, está comprendido en el ámbito de las Provincias Geológicas de la Llanura Chaco Bonaerense y del Bloque de Las Mahuidas o Bloque de Chadileuvú (BCH) (Ramos, 1999), y de las unidades morfoestructurales del Bloque de La Pampa Central, la cuenca tectónica de Macachín, del Colorado y el Rift de Quehué (Folguera y Zárate, 2009). En particular el BCH (Fig. 1), área involucrada en este estudio, contiene registros estratigráficos del Precámbrico-Mesozoico temprano que afloran en forma discontinua en diferentes sectores del bloque, siendo las Sierras de Lihuel Calel uno de los registros de afloramientos de mayor extensión, constituido por rocas riolíticas e ignimbríticas de edad permo-triásica (Llambías, 1975; Llambías y Caminos, 1987). En el resto del ámbito del BCH el registro Precámbrico-Mesozoico se encuentra mayormente cubierto por un manto de depósitos sedimentarios de espesor variable (~3-4 metros), asignables de acuerdo con reconstrucciones regionales al Cuaternario tardío (Zárate *et al.*, 2012). Calmels (1996) incluyó este sector de la provincia de La Pampa dentro de las Sierras Pampeanas Meridionales; mientras que Ramos (1999) interpretó el relieve del BCH como una superficie peneplanizada. Se reconoce regionalmente, que durante el Mioceno tardío comenzó la acumulación de los depósitos loésicos de la Formación Cerro Azul (Linares *et al.* 1980; Visconti, 2007), cuyos depósitos cubren el sector norte y central de la provincia de La Pampa y se extienden hasta los márgenes norte y noroeste del BCH donde se acuñan, por lo cual se ha interpretado al BCH como un relieve positivo durante la sedimentación de la Formación Cerro Azul (Folguera y Zárate, 2009).

Las investigaciones en ejecución del Proyecto 234-FCEyN (UNLPam) “El registro Neógeno y Cuaternario continental del centro de Argentina: estratigrafía, sedimentología e inferencias paleoambientales”, los resultados obtenidos a partir de una beca de iniciación a la investigación de la UNLPam y la información en análisis mediante una beca de estímulo a las vocaciones científicas del CIN (otorgadas ambas al tesinista), han permitido profundizar el conocimiento de los aspectos del área del BCH vinculados con su evolución neógena/cuaternaria. Durante los trabajos realizados (de campo y de gabinete), en el contexto de dichas investigaciones, se profundizó en el análisis de las relaciones estratigráficas del

basamento, con afloramientos de reducida extensión, se reconoció la presencia de niveles topográficos escalonados a distintas alturas en el sector sur del BCH y se infirió la edad relativa de la red de drenaje desarrollada en el ámbito del bloque. Se ha identificado una divisoria de aguas regional en el BCH y la existencia de diversas cuencas de drenaje asociadas a ésta, que en principio se suponían tributarias de los ríos Salado, Curacó y de la depresión del Callaqueo-Chasicó; el análisis detallado posterior reveló la naturaleza endorreica de algunas de ellas, y la existencia de líneas de drenaje que siguen en forma preferencial lineamientos estructurales regionales, como los determinados por Di Liscia *et.al.*(2015). La divisoria de agua delimita en el BCH una cuenca endorreica hacia el Oeste, dos cuencas endorreicas y una exorreica hacia el Este, y una cuenca endorreica hacia el Sur (Fig. 2a).

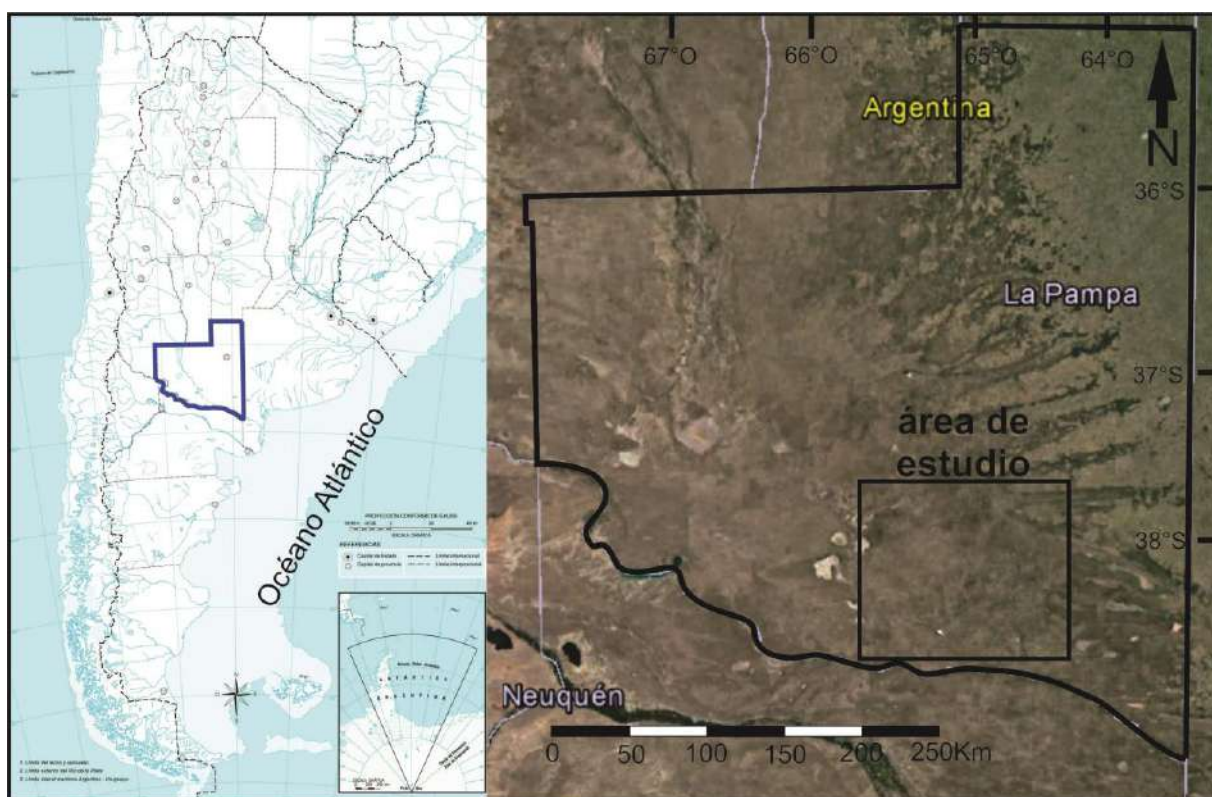


Fig. 1. Mapa de ubicación de la provincia de La Pampa y del área de estudio

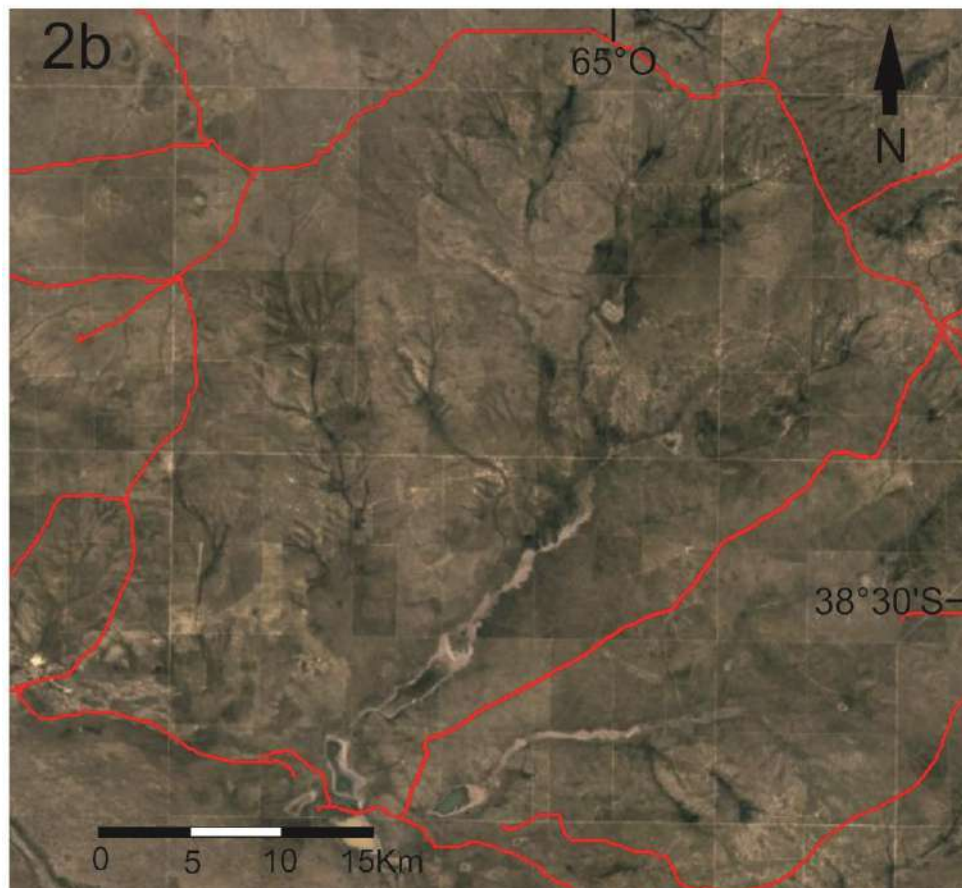
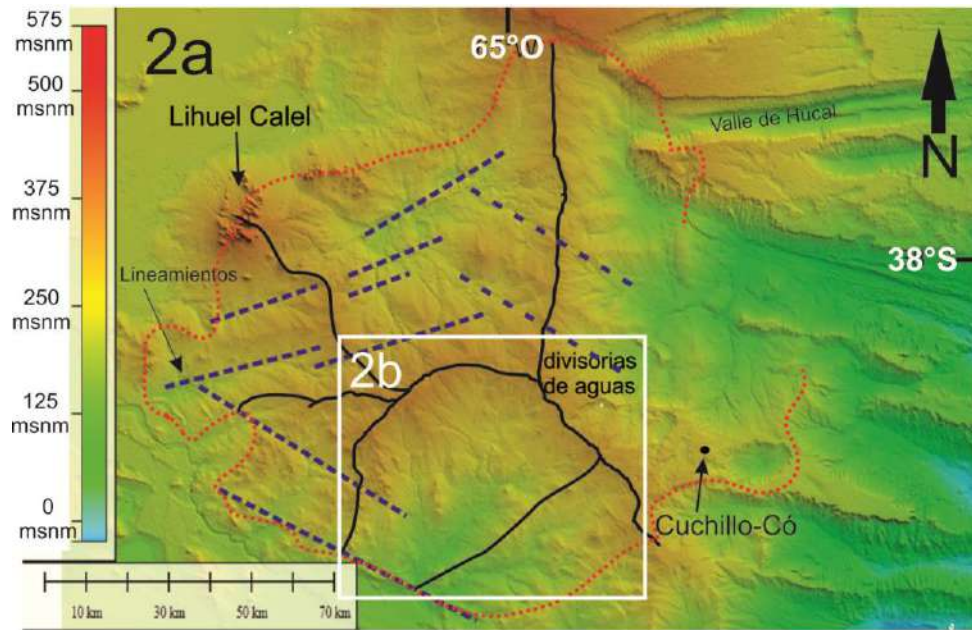


Fig. 2. a) Modelo de elevación digital del terreno (DEM) del BCH. Las líneas azules representan lineamientos, las rojas y negras señalan las divisorias de aguas, tomado y modificado de Di Liscia *et al.*, 2015. b) Detalle de la cuenca sur del BCH, las líneas rojas representan divisorias de aguas.

La presente investigación se centra en el estudio de una de las cuencas ubicadas en el sur del BCH (Fig. 2b), con el objeto de establecer las características litológicas y las relaciones estratigráficas de su cubierta sedimentológica neógeno-cuaternaria. Se seleccionó esta cuenca en particular ya que posee una red de drenaje organizada (Cazenave y Dornes, 2010), muestra una morfología particular con un depocentro ubicado en uno de sus márgenes, y es la de mayor área en comparación a sus cuencas vecinas, por lo que se cree que sería más representativa del BCH. La finalidad fue aportar nueva información de la evolución geológica de los eventos que llevaron a la conformación actual del BCH. Para ello se continuará con el estudio morfométrico de caracterización de la red de drenaje (entre otros jerarquización de la red de drenaje, forma y tamaño de las cuencas) y se efectuará el análisis estratigráfico-sedimentológico de la cubierta sedimentaria asociada. De esta manera, se pretende contribuir al conocimiento del BCH y a la comprensión de los procesos que actuaron durante el Neógeno-Cuaternario en la región central de Argentina.

1.1. Antecedentes

El primer trabajo de importancia regional concierne a Stappenbeck (1913 y 1926). Wichmann (1928) realizó estudios en los departamentos de Chical-Co y Puelén, y distinguió dos grupos de rocas eruptivas, 1) granitos, que ubicó en el Precámbrico y 2) pórfiros cuarcíferos, porfiritas y porfirios graníticos, que posteriormente Groeber (1929) consideró de edad permotriásica. Nágera (1939) consideró a la región de Las Mahuidas (actual BCH) como una región independiente de las Sierras Pampeanas y la denominó como Sierras de la Pampa Central. Vilela y Riggi (1956), en su estudio sobre la comarca de los alrededores de Lihué Calel, ubicaron a los granitos de Sierra Chata en el Precámbrico y a las riolitas de Lihué Calel en el Triásico. Posteriormente Llambías (1972, 1975) y Llambías y Leveratto (1975), indicaron que las rocas eruptivas del Pérmico superior – Triásico inferior como pertenecientes a un extenso *plateau riolítico* correspondiente a un prolongado ciclo magmático ácido. Halpern *et al.* (1971) aplicando el método de isócronas rubidio-estroncio obtuvieron un valor de 226 ± 7 m.a. para las ignimbritas de Lihué Calel, luego Halpern *et al.* (1970) citan una edad de 500 ± 35 m.a. para el granito aflorante sobre la margen norte del Río Colorado en las cercanías de la localidad de Pichi Mahuida. Linares *et al.* (1980) dieron a conocer la edad absoluta (K-Ar y Rb-Sr) de una gran cantidad de rocas metamórficas y eruptivas de toda la Provincia de la Pampa. Tickyj (1997) a través del estudios en el Cerro de Los Viejos ($38^{\circ}28'26,52''S$ -

64°26'11,72'O) , propone un acortamiento horizontal en el BCH por la colisión de Patagonia contra el margen sudoccidental de Gondwana como fue propuesto por Ramos (1984) y desvinculó esta porción de basamento de las Sierras Pampeanas a la que originalmente había sido integrada por Linares *et al.* (1980). Los afloramientos de la Formación Carapacha, ubicados en el sector oeste del BCH fueron inicialmente descriptos por Vilela y Riggi (1956) y posteriormente redefinidos por Melchor (1999) quien indicó una génesis continental. Si bien el basamento de la región del BCH es similar al de Sierras Pampeanas, Ramos (1999) destaca que esta región no estuvo sometida a los importantes levantamientos ándicos, que caracterizaron la región central del país durante el Neógeno y Cuaternario. Además de los estudios geológico-sedimentarios mencionados, recientemente Cazenave y Dornes (2010) analizaron las características de la red de drenaje del sector sur del BCH, señalaron que es el segundo mayor conjunto de drenaje organizado dentro de la provincia de La Pampa e indicaron que posee una dinámica fluvial que se encuentra en retroceso evolutivo. Di Liscia *et al.* (2015) propone que la misma presenta un control estructural determinado por posibles lineamientos del basamento y concluye que el desarrollo de la red sería previo al levantamiento del mioceno tardío.

1.2. Hipótesis

- El BCH constituyó el borde de cuenca durante la sedimentación de la Formación Cerro Azul (acuñamiento de la unidad hacia los márgenes del BCH).
- El BCH estuvo cubierto por los depósitos de la Formación Cerro Azul (no constituyó un borde de cuenca).

1.3. Objetivos

Generales:

- ✓ Contribuir al modelo de evolución geológica de la región central de Argentina durante el Neógeno y Cuaternario.

Específicos:

- ✓ Determinar la morfometría de la red de drenaje de una cuenca representativa, ubicada en el sur del BCH.
- ✓ Reconstruir la historia geológica de la cuenca mencionada.

- ✓ Establecer las características litológicas y relaciones estratigráficas de la cubierta sedimentaria neógena/cuaternaria.

2. GEOLOGÍA DEL BLOQUE DE CHADILEUVÚ

2.1. Estratigrafía

La zona de estudio, y el área circundante, posee un registro geológico-estratigráfico que comienza en el Precámbrico con un basamento constituido por: esquistos, filitas, anfibolitas, pegmatitas y escasas calizas (Espejo y Silva Nieto, 1996).

En el Ordovícico intruyeron los granitos de aspecto porfiroideo de la Formación Curacó (Pankhurst *et al.*, 2006). Luego, en el Devónico se emplazó la Formación Lonco Vaca (Linares *et al.* 1980), sin relación visible con el resto de las unidades, conformada por granitos muscovíticos-biotíticos, rosados a grises. Estas unidades fueron cubiertas por los depósitos continentales de la Formación Carapacha, de edad pérmica inferior (Vilela y Riggi, 1956).

Los granitos, riolitas y andesitas del Grupo Lihuel Calel (Wichmann, 1928; Groeber, 1929) conformado por las formaciones Zúñiga (Llambías, 1975), Choique Mahuida (Llambías, 1975) y El Centinela (Llambías, 1975) de edad pérmico superior – triásico inferior intruyeron y cubrieron a la Formación Carapacha. Las andesitas de la Formación El Centinela cubrieron a los granitos de la Formación Zúñiga, y además subyacen a las riolitas de la Formación Choique Mahuida (Melchor y Llambías, 2000).

La Formación Rio Negro (D'Orbigny, 1842) asignada al Plioceno y constituida por areniscas, areniscas limosas y tobáceas, apoya en discordancia sobre la Fm. El Centinela, y está cubierta a su vez por los conglomerados de la Fm. Tehuelches del Plioceno Superior - Pleistoceno Inferior (Groeber, 1939; Tapia, 1939). Estos conglomerados limitan en su techo con la Fm. Puesto Alí (Espejo *et al.*, 1987) conformada por limos, arcillas y rodados de vulcanitas del Pleistoceno inferior. El Holoceno está representado por depósitos del Río Colorado, sedimentos eólicos y depósitos finos en bajos y lagunas (Espejo y Silva Nieto, 1996).

2.2. Marco geomorfológico regional

En el área de estudio se reconocen dos unidades geomorfológicas principales (Fig. 3), las Serranías Pampeanas Meridionales (Calmels, 1996) o Peneplanicie Preterciaria (Espejo *et al.*, 1996) y el paleoabánico del Río Colorado (Calmels, 1996) o antigua planicie aluvial pedemontana disectada (Espejo *et al.*, 1996) (Fig. 2).

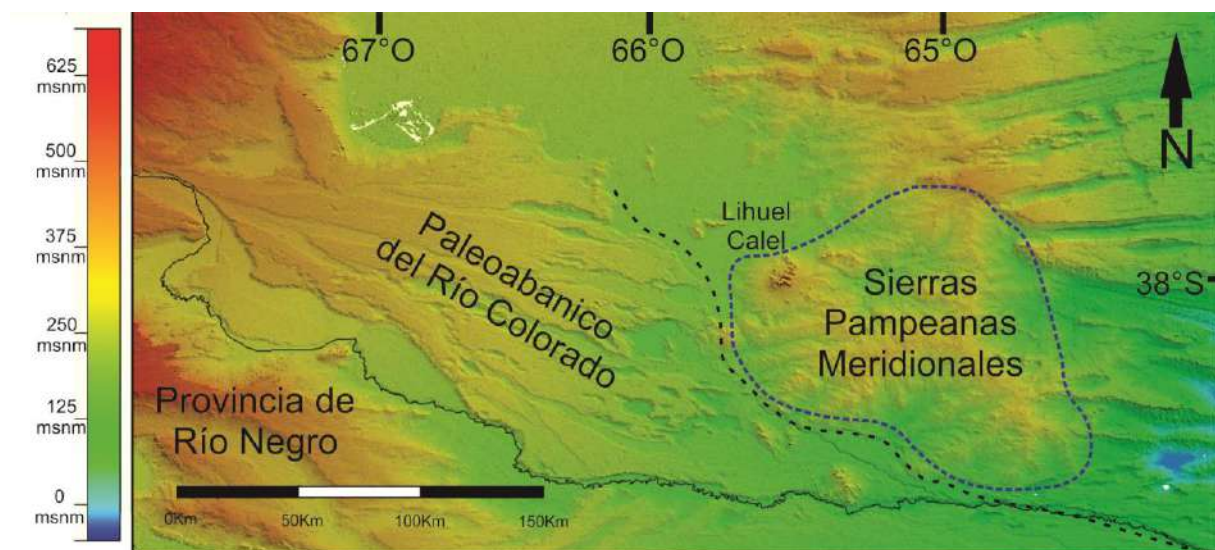


Fig. 3. Modelo digital de elevación del terreno (DEM) del BCH (delimitado por líneas punteadas azules) y alrededores, se observan las unidades geomorfológicas del Paleobanco del Río Colorado y las Serranías Pampeanas Meridionales (Calmels, 1996).

Las Serranías Meridionales (Fig. 3), cuya extensión corresponde a la del BCH, coinciden con la porción meridional de la Dorsal Central Pampeana (Tullio, 1981), una unidad morfoestructural de elongación meridiana ubicada aproximadamente a los $64^{\circ}55'O$, bosquejada inicialmente por Tapia (1935). El paisaje es típicamente senil, ondulado y conformado por lomadas suaves de no más de 30 metros de altura con respecto al terreno circundante (Espejo *et al.*, 1996) (Fig. 4). Las alturas máximas son de 600 msnm y se encuentran en las sierras de Lihuel Calel, mientras que las mínimas son de 153 msnm y se encuentran en los salitrales ubicados en el sur del BCH. De acuerdo con Calmels (1996), la red de drenaje está muy poco desarrollada en algunos sectores, mientras que en otros se observa un drenaje de tipo dendrítico, constituido por arroyos incipientes y efímeros que drenan hacia salitrales o lagunas. El basamento cristalino constituye serranías bajas (Sierra de Lihuel Calel, Cerro Negro, Sierra Chata, Sierra Chica, Sierra Gould, Sierra Choique Mahuida y Sierra Pichi

Mahuida) que presentan formas redondeadas por la meteorización, lo cual indica un largo período de exposición, y están rodeadas por acumulaciones sedimentarias pedemontanas (Calmels, 1996).



Fig. 4. Paisaje y geomorfología del BCH. A) Relieve ondulado característico en el sector de las nacientes de la cuenca en estudio. B) Laguna ubicada en el sector inferior de la cuenca en estudio

Al sureste de la unidad geomorfológica mencionada se encuentra el Paleoabanico del Río Colorado (Fig.3) un extenso paleoabanico de orientación NO-SE con su ápice en la Colonia El Sauzal, donde su cota es de aproximadamente 360 msnm, con una pendiente general del 0,11% hacia el SE. El paleoabanico se encuentra disectado por cursos fluviales, en consecuencia pueden reconocerse geoformas deprimidas como paleocauces colmados de arena eólica, uadis de laderas abruptas, bajos sin salida y geoformas emergentes como terrazas fluviales y mesetas alargadas con orientación similar a la de la pendiente regional (Calmels, 1996). En general estas geoformas se encuentran coronadas por depósitos pefíticos de composición volcánica, con potencia de varios metros, inconsolidados, heterométricos y redondeados. Un manto arenoso es el sedimento más moderno de poco espesor, el cual suele ser más potente en áreas deprimidas. Una costra calcárea fuertemente silicificada se desarrolla en la parte superior de las mesetas (Calmels, 1996). En base al grado de preservación de los elementos geomorfológicos asociados al paleoabanico, Calmels (1996) infiere que habría sido funcional durante el Cuaternario.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Análisis de antecedentes (Tareas de gabinete – Etapa I)

-Recolección, lectura y análisis de información, edita e inédita, sobre la geología, sedimentología, geomorfología, petrología e hidrografía de la zona de estudio.

3.2. Topografía, Geología e Hidrología

-Búsqueda, recolección, fotolectura y fotointerpretación de fotografías aéreas del Instituto Geográfico Nacional, provistas por la Dirección Provincial de Catastro de la Provincia de La Pampa. Se analizaron las imágenes con estereoscopio de bolsillo y se delimitaron áreas de mayor interés para el trabajo a realizar.

-Análisis de cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional, provistas por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de La Pampa. Se analizaron las cartas de la zona de estudio, se analizó la topografía y la red de drenaje asociada.

-Análisis de la hoja geológica 3966-II Puelches, escala 1:250.000, del Servicio Geológico Minero Argentino.

-Utilización del programa *Google Earth* para localizar geográficamente los puntos estudiados, además de contribuir a la descripción general del paisaje y geomorfología de la zona de estudio. Se utilizaron imágenes SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de 90 m de resolución, disponibles en el sitio web de la NASA (Administración Aeronáutica y Espacial Nacional de los EE.UU.), visualizadas y procesadas con el software *Global Mapper*.

-Medición de parámetros morfométricos: área, longitud, perímetro, densidad de drenaje, relación de bifurcación, relación de longitud (Tabla 1), pendiente máxima, pendiente promedio, utilizando *software* para la visualización de imágenes SRTM *Global Mapper* e imágenes satelitales *Google Earth*.

Tabla 1: Parámetros morfométricos, fórmula e información que otorga.

Parámetro morfométricos	Ecuación	Variables	Información
Densidad de Drenaje (Dd)	$\frac{\sum L}{A}$	L: longitud de cada cauce A: área de la cuenca	Revela el estado erosivo de la red de drenaje
Relación de Bifurcación (Rb)	$\frac{N_u}{N_{u+1}}$	Nu: Número de cauces de orden u	Permite la identificación de posibles anomalías de drenaje
Relación de Longitud (RI)	$\frac{L_u}{L_{u-1}}$	Lu: Longitud de cauces de orden u	Complementa la interpretación de la Rb y permite inferir etapas evolutivas de la red

El conjunto de la información provista por las fotografías aéreas, cartas topográficas y geológicas, así como imágenes satelitales permitió realizar una aproximación a la interacción geología-paisaje-drenaje, así como seleccionar zonas representativas para el estudio.

3.3. Tareas de Campo

-Se tomaron fotografías digitales de sitios y características ilustrativas del área de estudio. Se empleó un GPS garminE-trex30 para ubicar geográficamente los puntos de análisis.

-Relevamiento de transectas geológico-topográficas a lo largo de las Rutas Provinciales N° 28 y N° 30. Se recorrieron las rutas nombradas y se realizaron observaciones para realizar descripciones del paisaje, muestrear rocas aflorantes, medir orientación de rasgos estructurales (diaclasas, vetas, venillas) con brújula geológica Brunton, y levantar perfiles en secciones expuestas (ver a continuación). La nomenclatura se realizó en función de los puntos de observación de donde fueron levantadas las muestras (por ejemplo la muestra 37 corresponde al punto de observación 37).

-Levantamiento y análisis estratigráfico y sedimentológico de 2 columnas lito-estratigráficas: 1) Perfil Arroyo (PA. 38°25'18,86''S - 65°3'36,01''O) aproximadamente 200 metros al sur del cruce de la Ruta Provincial N° 32 con el cauce colector de la cuenca y 2) Perfil Cierre (PC. 38°35'49,49''S - 65°14'27,03''O) se denominó de esa manera, porque hace referencia al supuesto de que la unidad geomorfológica a la cual pertenece "cierra" la cuenca de estudio, el perfil se realizó en tres secciones (descriptas de arriba hacia abajo); la sección inferior y la sección media se levantaron en una cárcava ubicada en el margen de la Ruta Provincial N° 34,

mientras que para la sección superior se infirió su espesor aproximado con relaciones de campo ya que ésta forma parte de la carretera. Acondicionamiento de perfiles con palas y piquetas. Determinación en cada una de las columnas de: textura en campo, presencia de nódulos y concreciones, rasgos pedológicos, espesor, geometría y estructura de las unidades sedimentarias identificadas, relaciones estratigráficas, forma (suave, ondulado, irregular y quebrado) y tipo (abrupto, claro, gradual y difuso) de los contactos de acuerdo con Catt (1990). Recolección de muestras de sedimentos representativas de las unidades identificadas para determinar sus atributos en laboratorio y gabinete.

3.4 Tareas de laboratorio y gabinete

3.4.1. Análisis de laboratorio

-Determinación de granulometría utilizando zaranda eléctrica en un equipo vibrador con tamices Zonytest, el tamizado se realizó en intervalos de 2 minutos y con una frecuencia de 1400 ciclos por minuto. Para la determinación de la granulometría de la muestra perteneciente a la Fm. Cerro Azul se pesaron 500 gr de material, se disgregaron en morteros de mano y se tamizaron, luego se observó con lupa de mano la porción retenida en los tamices 590 μ , 1000 μ , 2000 μ y 4000 μ y al determinar que se trataba de agregados de partículas más finas, esa porción (que representó el 25,86% de la muestra) se disgregó nuevamente con mortero de mano y se tamizó por segunda vez. La muestra 7 del Perfil Cierre se encuentra fuertemente cementada con Mn, por ende no pudo disgregarse correctamente y no fue posible determinar su granulometría real.

-Clasificación textural de los sedimentos según la clasificación de Folk (1954/1974).

-Determinación del color de los sedimentos (en seco y en húmedo) por comparación visual con la carta de colores de Munsell (Munsell Color X-Rite, 2000).

-Determinación de carbonatos libres: se realiza con Calcímetro digital "NETTO". El calcímetro mide la cantidad de anhídrido carbónico (CO₂) liberado durante la reacción entre el CaCO₃ presente en 1 gramo de sedimento y 18 ml de ácido clorhídrico (HCl) al 15% de concentración. A partir de los valores de C₂O liberados el calcímetro calcula el porcentaje de carbonato de calcio existente en la muestra.

-Digitalización en planilla de cálculo de los resultados obtenidos en laboratorio utilizando Microsoft EXCEL. Representaciones gráficas de los mismos con el programa Corel DrawX8.

3.4.2. Tareas de gabinete – Etapa II

-Observación de muestras de mano de rocas con lupa de pie de 10X aumentos. Confección de 13 cortes delgados de muestras seleccionadas para descripción con microscopio petrográfico (identificación de minerales y sus características, moda (de ser posible), textura y nombre), las descripciones específicas de cada muestra se encuentran en el anexo II.

-Análisis integrado de los datos obtenidos en laboratorio, análisis de facies, interpretación paleoambiental, significado y relación con la interacción geología-paisaje-drenaje. Se definieron y describieron 4 litofacies sobre la base de la textura y estructura de los depósitos siguiendo los lineamientos propuestos por Miall (2006). La nomenclatura de litofacies propuesta indica en las dos primeras siglas la textura, en la tercera letra la estructura o alguna característica particular del depósito, y en el caso de existir otra característica significativa se indica con un sub índice, (ej. la facies “Arm” hace referencia a una facies compuesta por “arena media maciza”, la facies “Cgm_c” hace referencia a una facies compuestas por “conglomerados matriz sostén con carbonato”). Se interpretó en cada caso el proceso que las habría originado (Miall, 2006; Reading, 1996; Nichols, 2009). Con el objetivo de jerarquizar el significado de las litofacies (procesos sedimentario), se las agrupó en Facies, y a su vez éstas en una Asociación de Facies; en ambos casos para inferir subambientes y ambientes de depositación respectivamente.

-Confección de gráficos, perfiles y esquemas representativos utilizando *software* de diseño y edición de imágenes *Corel Draw*.

-Interpretación de resultados obtenidos y redacción de manuscrito.

4. RESULTADOS

4.1 Morfometría

La cuenca en estudio (Fig. 5), situada en el sector sur del BCH es de carácter endorreico y abarca un área aproximada de 1.260 Km², con un perímetro de 177 Km. La densidad de drenaje (Dd: L/A) es de 0,75 Km/Km². A grandes rasgos, posee una morfología rectangular con su eje más largo en dirección NE-SO y el más corto NO-SE. Las alturas máximas rondan los 340 m.s.n.m. mientras que las mínimas se aproximan a los 153 m.s.n.m., con un Δh máximo de 187 m entre las nacientes de la cuenca y el sistema de lagunas que se encuentra en el sector topográficamente más bajo. Las pendientes máximas no superan el 5%, mientras que el promedio es de 0,5%, y las mínimas son de 0,05%.



Fig. 5. Mapa de ubicación de la cuenca en estudio. Se observan con líneas rojas las divisorias de aguas y con líneas punteadas las rutas provinciales de la zona.

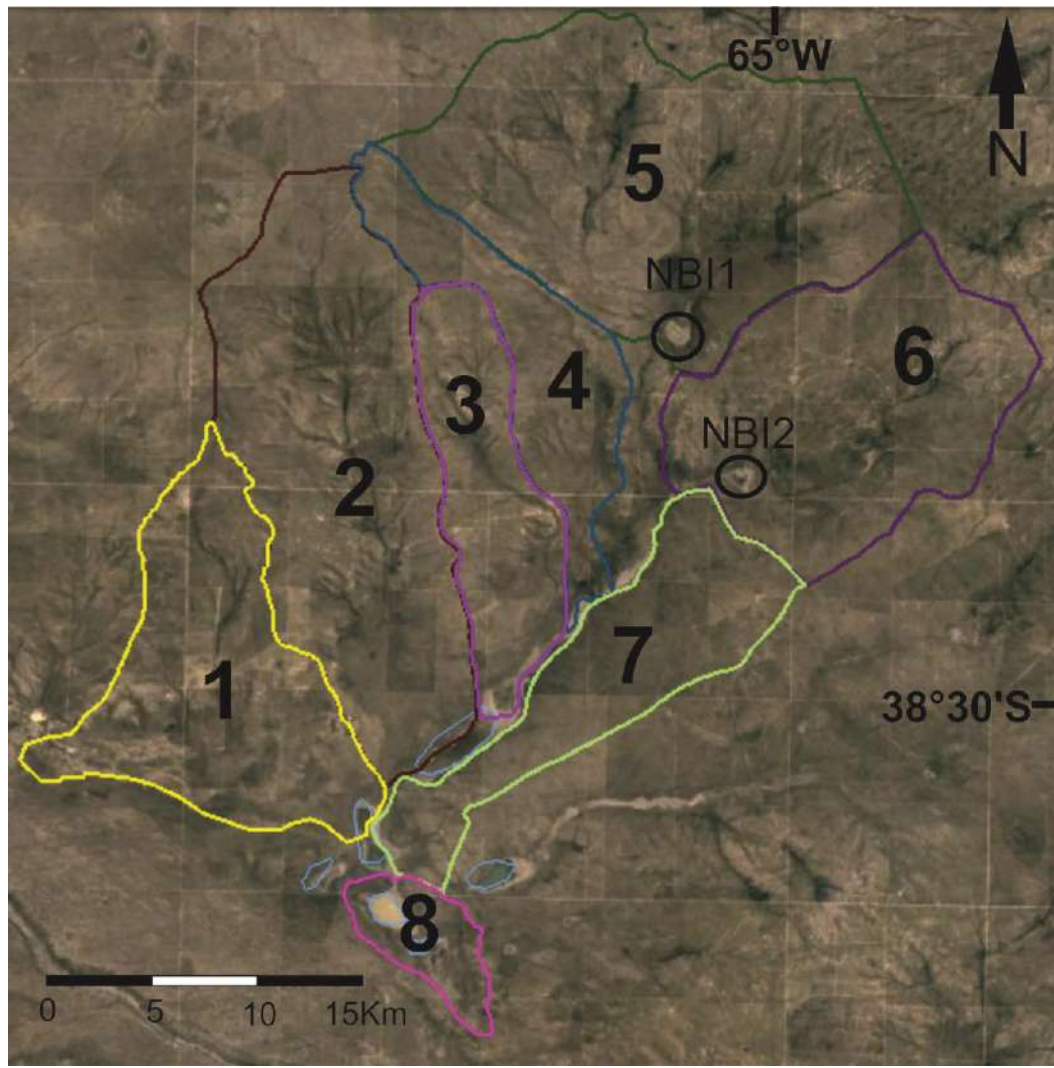


Fig. 6. Subcuencas numeradas de 1 a 8 en sentido horario. Los NBI se encuentran señalados con círculos negros

La cuenca puede ser dividida en 8 sub-cuencas que se denominaron de 1 a 8 en sentido horario (Fig.6). Se puede observar que: las sub-cuencas 1 a 4 y la sub-cuenca 7 drenan directamente al cauce colector, la sub cuenca 8 es de reducido tamaño y drena desde el suroeste directamente al depocentro, las cuencas 5 y 6 presentan lagunas de aproximadamente $3,5 \text{ km}^2$ en sus desembocaduras, las cuales actúan como niveles de base intermedios (NBI, Fig.6) generados por un quiebre en la pendiente con la consecuente pérdida de capacidad de competencia de cursos (Cazenave y Dornes, 2010). Estos niveles intermedios actúan como colectores naturales, que aportan superficialmente solo en grandes eventos de lluvias.

El NBI 1 (38°20'53,23''S – 65°03'21,26''O) se encuentra en la sub cuenca 5, luego de un estudio y mediciones realizadas con imágenes satelitales, se determinó que esta laguna posee una superficie aproximada de 3,58 Km² y un Δh de 8 metros que separa la base de la laguna con el límite del cierre. Por su parte, el NBI 2 (38°24'45,30''S – 65°01'07,43''O), ubicado en la sub cuenca 6, posee una superficie cercana a los 3,2 Km² y un Δh de 6 metros.

La cuenca presenta un drenaje de tipo dendrítico en sus nacientes (Fig. 7). Sin embargo, se puede inferir un control estructural en el cauce colector principal del sistema de drenaje en función de su linealidad y orientación SO-NE, coincidente con lineamientos descritos en el BCH (Di Liscia *et al.*, 2015). Este cauce, de orden 6, colecta el aporte de los cauces de menor jerarquía que drenan, en general, desde el sector NO hacia el SE. Este colector principal se encuentra ubicado en las cercanías del límite SE de la cuenca de drenaje. En algunos sectores altos de la cuenca, los cauces son difícilmente reconocibles y la red es incipiente.

Tabla 2. Datos de número de cauces, longitud total y longitud promedio de los cauces por orden.

Orden	Número	Longitud total(km)	Longitud promedio(Km)	Relación de Bifurcación	Relación de Longitud
1	504	449,06	0,89	2,73	-
2	184	221,07	1,2	4,18	0,49
3	44	140,99	3,2	3,66	0,63
4	12	75,84	6,81	4	0,53
5	3	34,11	11,37	3	0,44
6	1	36,52	36,52	-	1,07

El número de cauces como la longitud total de los mismos (sumatoria de las longitudes de todos los cauces de un mismo orden) descienden a medida que aumentamos el orden de los cauces, mientras que la longitud promedio aumenta (Tabla 2). Los valores medios de la Relación de bifurcación se encuentran entre 2,73 y 4,18; los valores de la Relación de Longitud son menores a 1, excepto en el caso del cauce de orden 6 (Tabla 2).

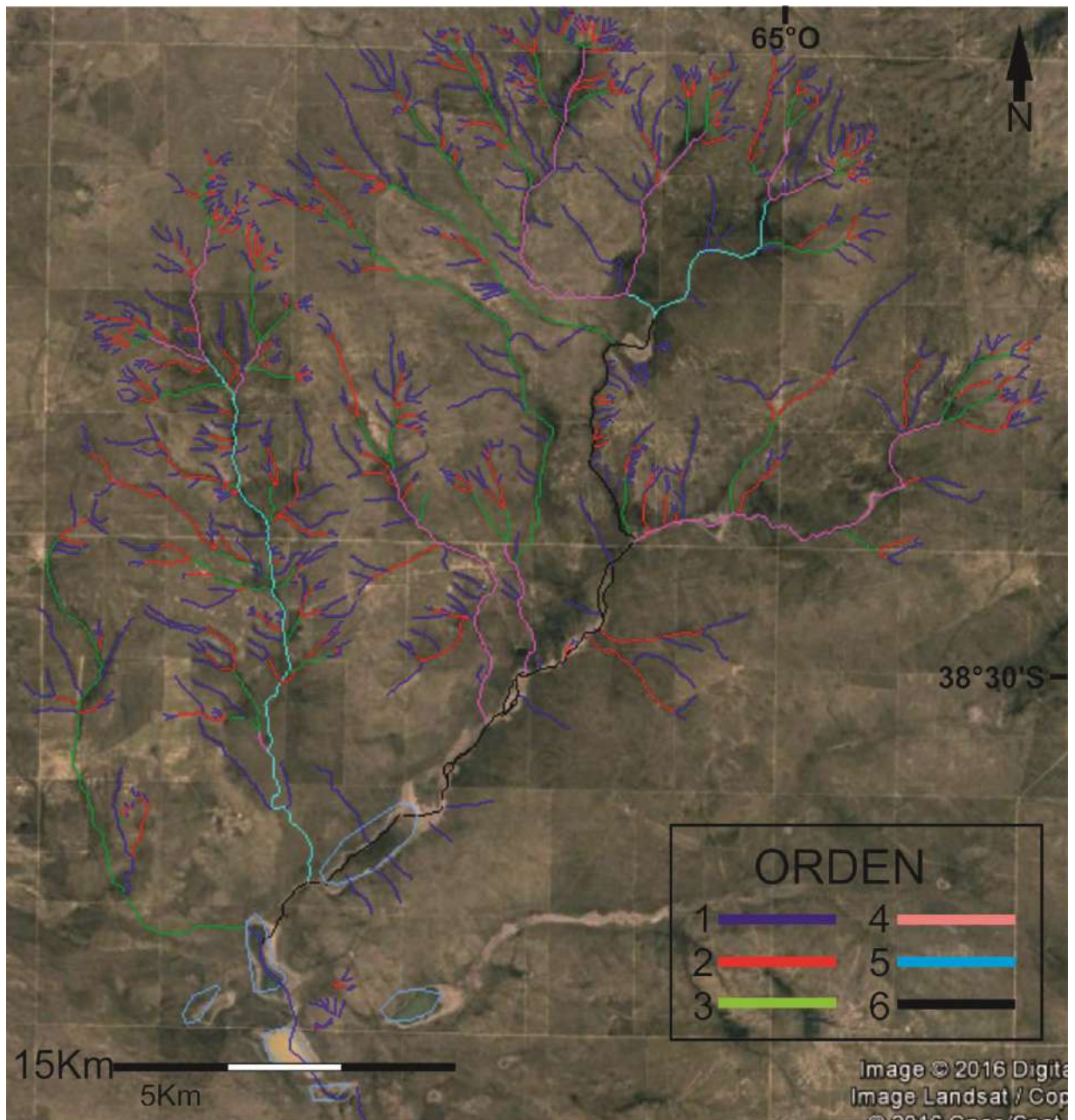


Fig. 7. Jerarquización de la red de drenaje según Horton (1954).

4.2 Aspectos litoestratigráficos

Los resultados de: análisis de muestras con lámina delgada, paisaje y perfiles litoestratigráficos (Fig. 8), fueron ordenados cronológicamente para su descripción en un registro pre-Cenozoico y Cenozoico tardío. Se debe señalar que no todas las muestras pertenecen estrictamente a la cuenca objeto de estudio, sino que también se incluyeron muestras de cuencas vecinas.

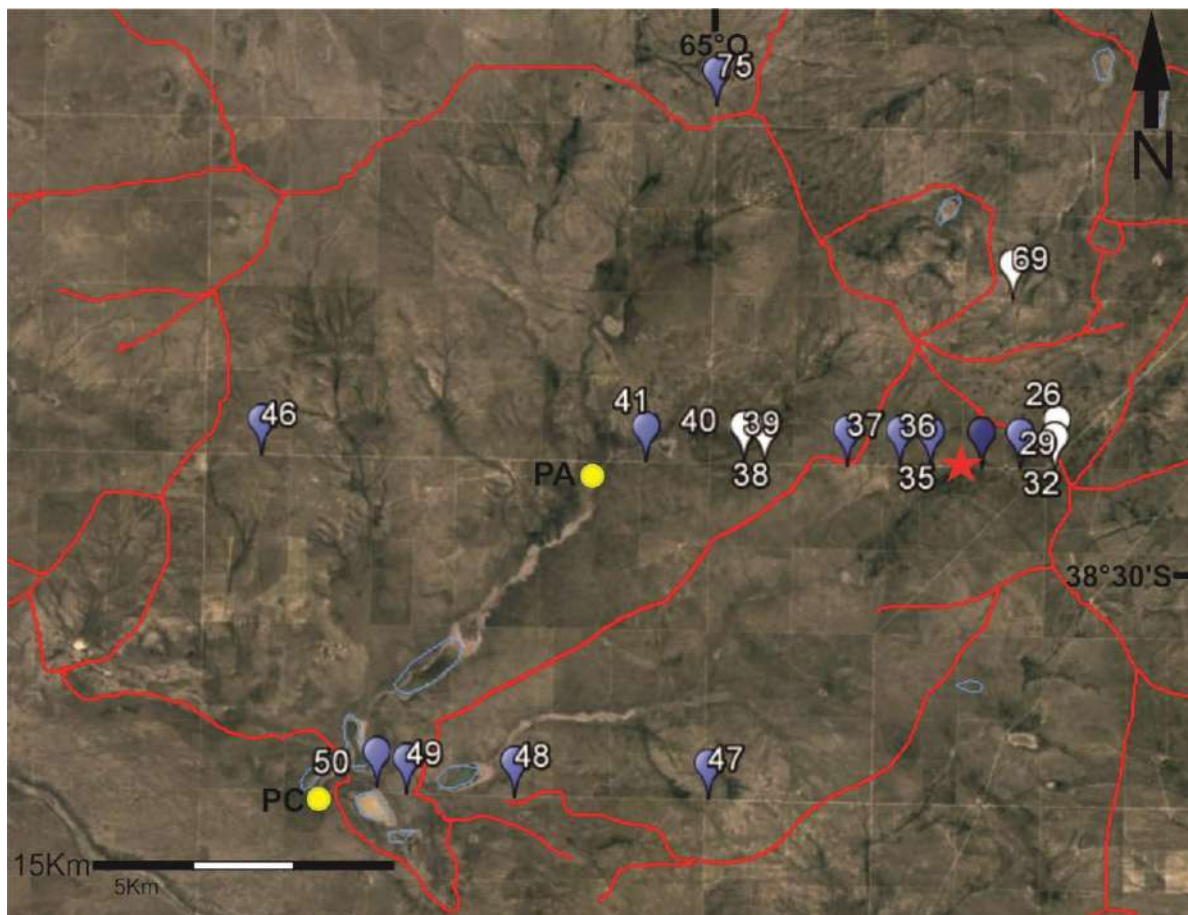


Fig 8. Ubicación de las muestras y puntos de observación. Iconos: (azules) muestras de lámina delgada, (blancos) puntos de observación del paisaje y (amarillos) perfiles litoestratigráficos levantados. Estrella roja: muestra de sedimento analizada (tabla 3)

4.2.1 Registro Pre-Cenozoico

Este registro está representado por el basamento y las formaciones paleozoicas aflorantes. A continuación se realiza una descripción del paisaje y las litologías aflorantes (puntos de observación, Fig. 8).

-Punto de observación 26 ($38^{\circ}25'0,8''S-64^{\circ}45'10,1''O$. Fig 9): se observa una secuencia típica del área de estudio, en esta oportunidad en la base se encuentran granitos que en su sección superior se encuentran calcetizados, aproximadamente hasta los 30 o 40 cm de profundidad. Coronando la secuencia se encuentran sedimentos eólicos formando un depósito mantiforme arenoso de variado espesor (0,5 a 2 metros), bioturbado probablemente por la acción de roedores (e.g. *Ctenomys*, abundantes en la región).

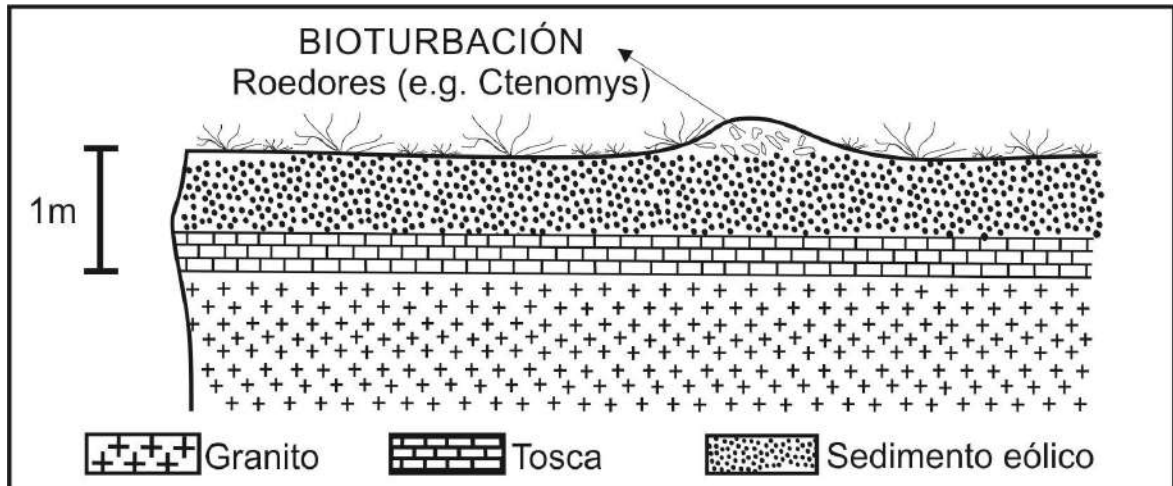


Fig. 9. Esquema de secuencia litológica típica del BCH, punto de observación N°26.

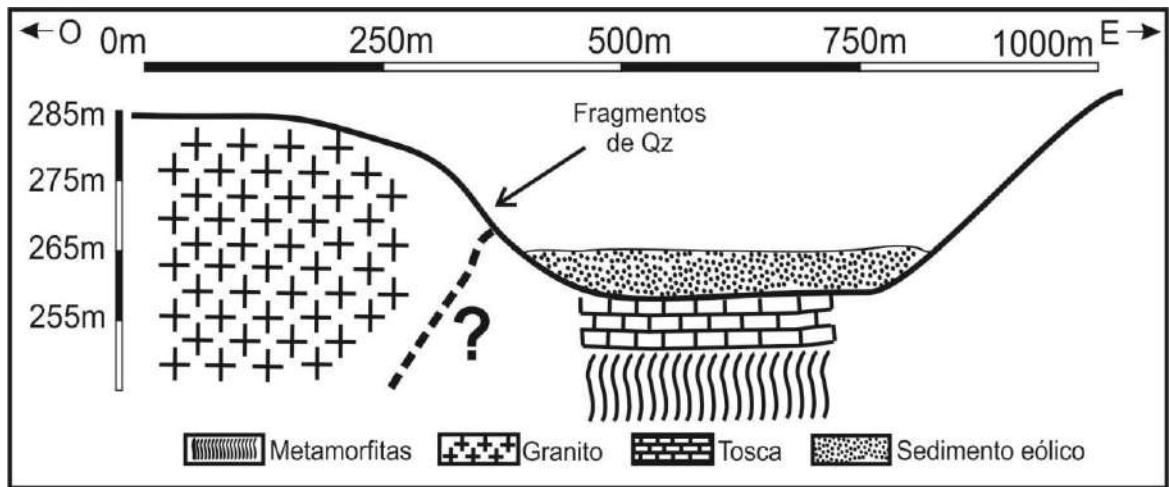


Fig. 10. Esquema del punto de observación N°32.

-Punto de observación 32 ($38^{\circ}25'32,2''\text{S}$ - $64^{\circ}45'15,8''\text{O}$. Fig 10): se distingue un desnivel topográfico generado posiblemente por la diferencia en la resistencia relativa de las litologías observadas. Hacia el oeste aflora una roca granítica que forma la loma, mientras tanto, en el sector bajo aflora una roca metamórfica, entoscada en su sección superior y cubierta por sedimentos eólicos. En la pendiente se encontraron fragmentos de cuarzo movilizados desde el afloramiento granítico inmediato desprendidos por procesos erosivos. El contacto entre ambas unidades no pudo ser observado.

-Punto de observación 38 ($38^{\circ}25'19,9''\text{S}$ - $64^{\circ}57'56''\text{O}$. Fig 11): afloramiento de granito entoscado que forma una loma y está cubierto por sedimentos eólicos. En el bajo adyacente se

encuentran metamorfitas también entoscadas y cubiertas por sedimentos eólicos. El contacto entre ambas unidades no pudo ser observado.

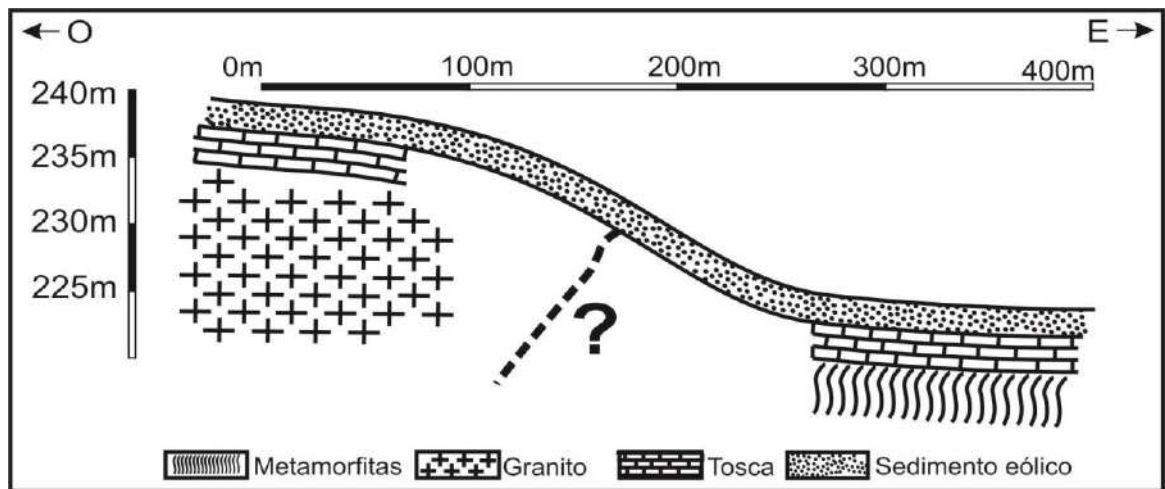


Fig. 11. Esquema del punto de observación N°38.

-Punto de observación 40 ($38^{\circ}27'12,6''S-64^{\circ}57'56,8''O$. Fig 12): afloramiento de ignimbrita entoscada en la loma, mientras que en el sector bajo aflora una roca metamórfica también entoscada, el contacto entre ambas unidades no pudo ser observado por la presencia de sedimentos eólicos en la ladera de la loma.

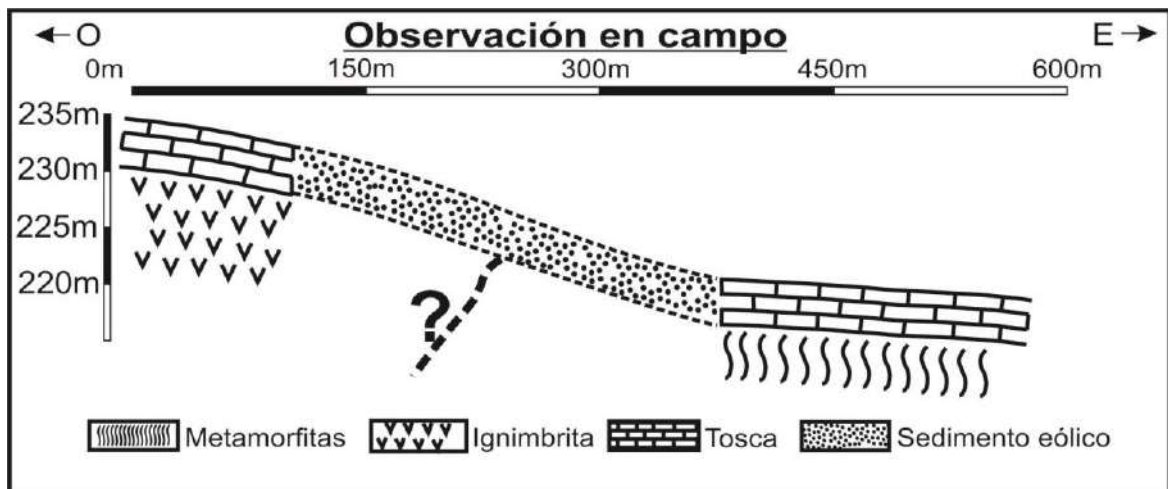


Fig. 12. Esquema y posible reconstrucción del punto de observación N°40.

-Punto de observación 69 ($38^{\circ}20'1''S-64^{\circ}46'59''O$. Fig 13): afloramiento de rocas metamórficas esquematizada hacia el este formando la loma, en el bajo se encuentra una

potente cubierta eólica la cual no permite observar la litología infrayacente. En la loma ubicada del sector oeste se observa un afloramiento granítico entoscado en su sección superior.

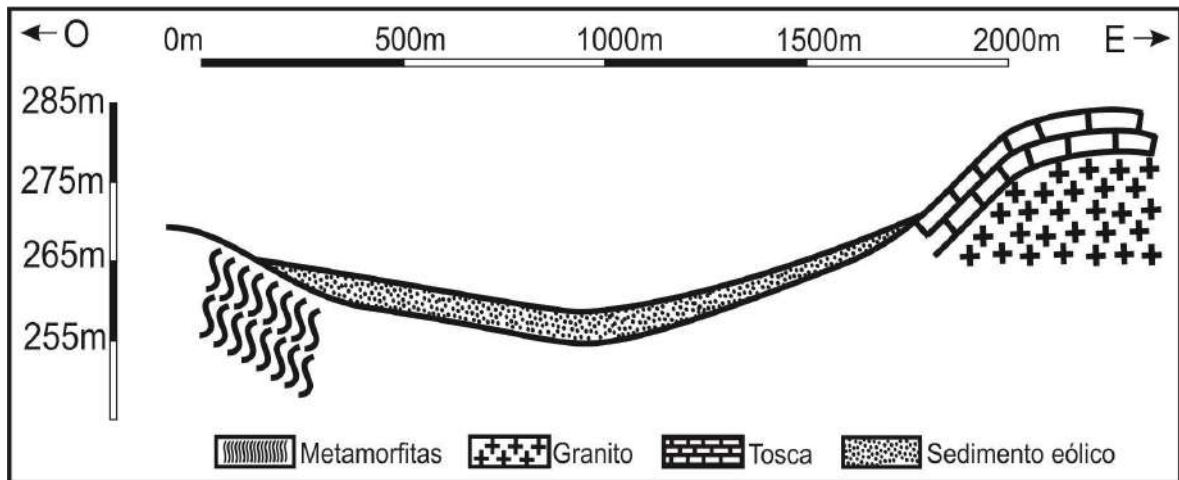


Fig. 13. Esquema del punto de observación N°69.

Descripción petrográfica

En las muestras analizadas se encontraron: 4 de cuarcitas, 3 de granitos, 2 de brechas, 1 de ignimbrita, 1 de fenodacita, 1 de granitoide y 1 de fenoandecita.

-Cuarcitas (muestras 32, 33/34, 75 y 79) (Fig. 14): Las muestras fueron tomadas in situ, de afloramientos de reducida extensión. Poseen texturas típicas de metamorfitas, la muestra 33/34 presenta una textura granolepidoblástica inequigranular, mientras que en la muestras 32, 75 y 79 se observa una textura granoblástica inequigranular. En función de su litología y ubicación las muestras 32 y 33/34 se suponen pertenecientes tanto al basamento precámbrico metamórfico (Fig. 14 a y b) constituido por esquistos, filitas, anfibolitas (Linares *et al.*, 1980) mientras que las muestras 75 y 79 se las asoció a la Formación Carapacha (Vilela *et al.* 1956) (Fig. 14 c y d), del Pérmico inferior (areniscas líticas, pelitas, cuarcitas y calizas).

-Granitos (muestras 26, 37 y 46) (Fig. 15): Las muestras fueron extraídas en las inmediaciones de la Ruta Provincial N° 30. Las tres muestras pertenecen a rocas graníticas de grano fino (<3mm), y se distingue en las tres muestras textura hipidiomórfica. Poseen cuarzo, feldespatos y mica (en menor proporción). Por su litología y ubicación pueden ubicarse dentro de la Formación Zúñiga constituidas por leucogranitos rosados a grises, además de que su presencia

es una constante en toda la encontrándose como pequeños asomos en lomadas suaves (Espejo y Silva Nieto, 1996).

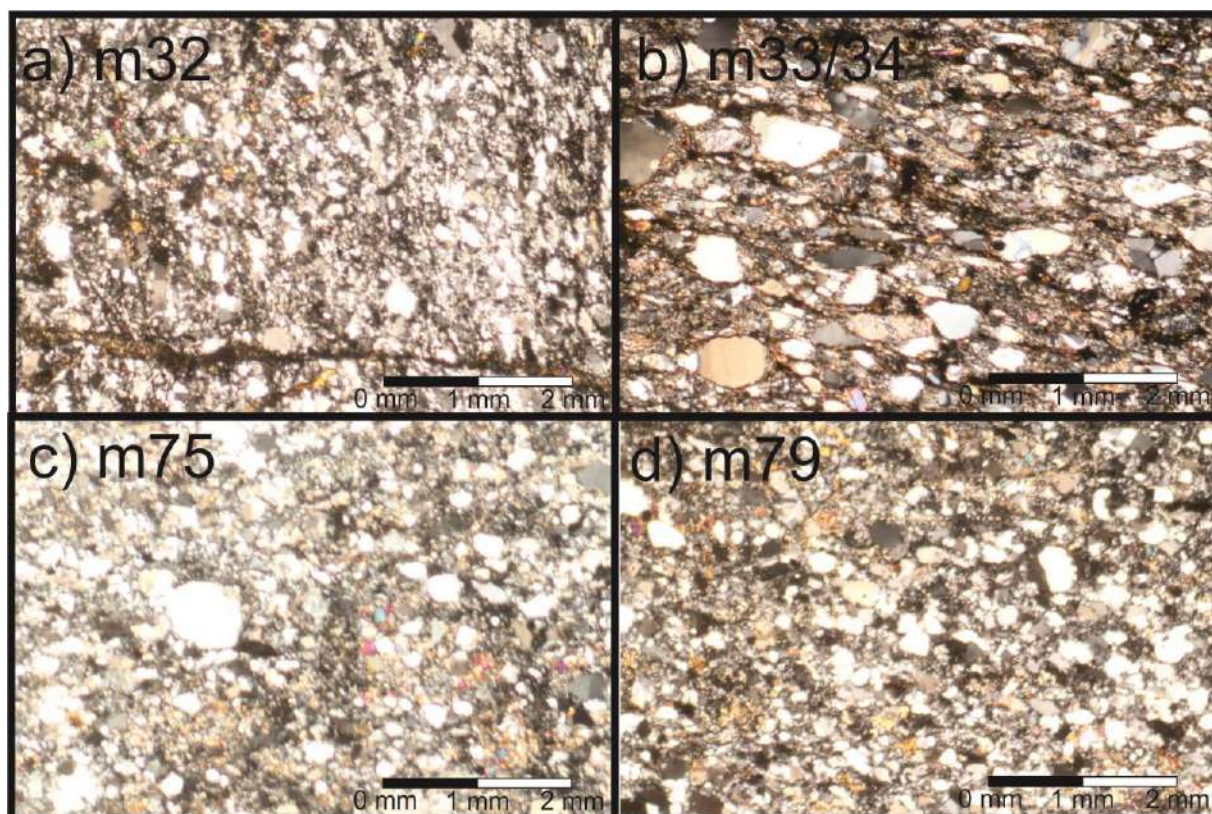


Fig 14. Detalles de lámina delgada de las muestras de cuarcitas. a) muestra 32. b) muestra 33/34. c) muestra 75. d) muestra 79.

-Brechas (muestras 28 y 29) (Fig 16): De mineralogía principalmente cuarzosa, se clasificó a las muestras 28 y 29 como brechas, se encuentran alteradas y con fisuras rellenas de cuarzo con textura en peine o diente de perro, evidenciando circulación de fluidos posterior a la cristalización de la roca. Ambas muestras se encuentran muy cercanas mutuamente, por lo que podrían pertenecer a la misma zona de contacto. No fue posible clasificarla dentro de alguna formación identificada en la hoja geológica de la zona.

-Ignimbrita (muestra 41) (Fig 17a): La muestra posee textura porfídica, mineralógicamente está constituida principalmente por feldespatos alterados a sericita inmersos en una pasta microcristalina de composición félsica, en menor proporción aparecen cuarzos, y minerales accesorios como epidoto (como inclusión dentro de feldespatos o en la pasta) y muscovita fuertemente alterada.

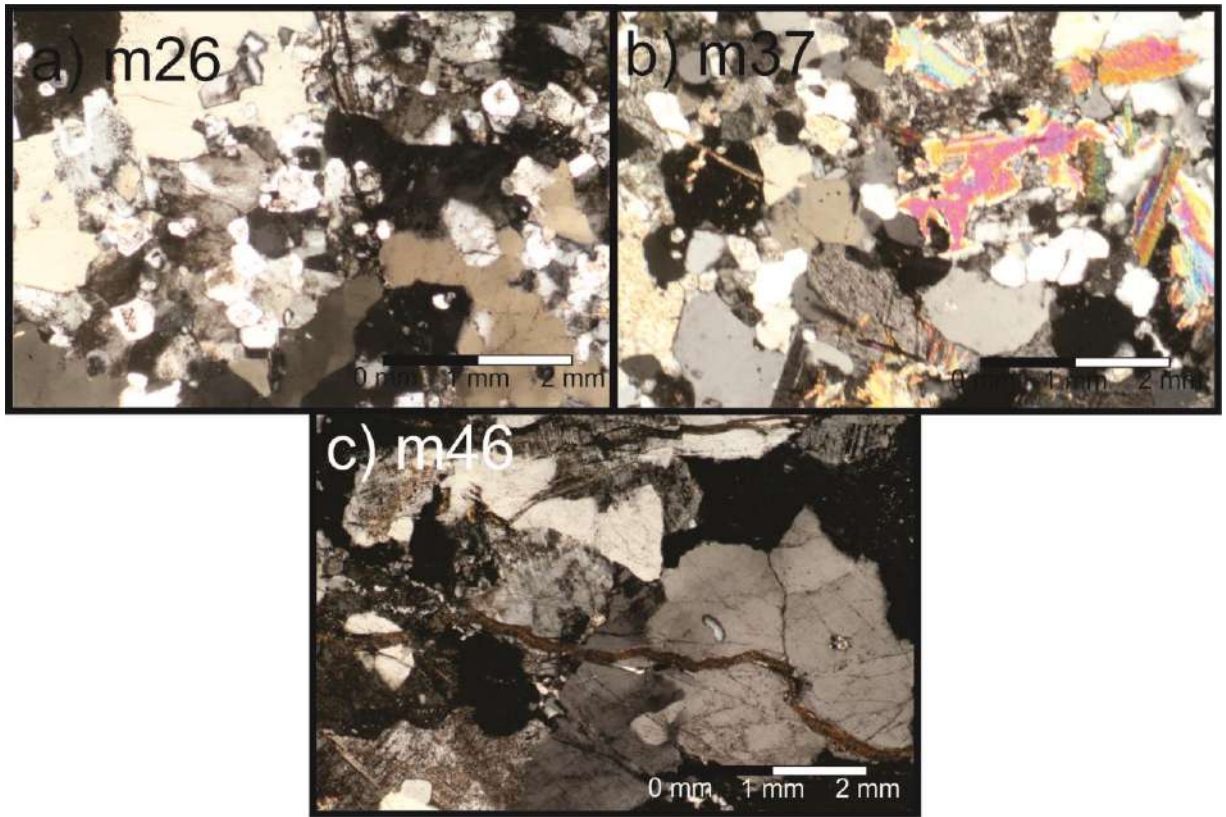


Fig. 15. Detalles de lámina delgada de las muestras de granitos. a) muestra 26. b) muestra 37. c) muestra 46.

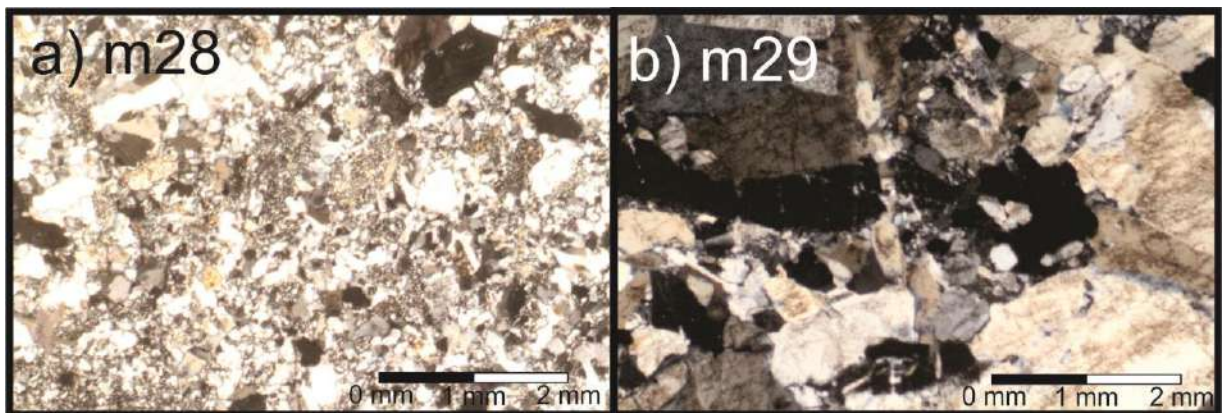


Fig. 16. Detalles de lámina delgada de las muestras de brechas. a) muestra 28. b) muestra 29.

-Fenodacita (muestra 49) (Fig. 17b): La muestra se encuentra muy fuertemente alterada, se reconocen cristales de cuarzo, feldespato, anfíbol y epidoto. Posee una pasta microcristalina, también fuertemente alterada, de composición félsica. El feldespato se encuentra

completamente alterado a sericita, y los anfíboles se encuentran cloritizados. Se podría considerar que esta roca sufrió una alteración propilítica, la cual modificó su mineralogía original. No se encontraron registros de dacitas en la Hoja Geológica en la zona donde se tomó la muestra, podrían pertenecer a pequeños asomos o zonas de alteración.

-Granitoide (muestra 36) (Fig. 17c): La muestra se encuentra fuertemente alterada, por circulación de fluidos posteriores a la cristalización. Posee una textura aplítica, se reconocieron cristales de cuarzo, feldespato, muscovita, biotita, anfíbol, minerales opacos y epidoto. Los cristales de cuarzo son los únicos que no se encuentran totalmente alterados, por su parte, los feldespatos poseen alteración sericítica y los anfíboles y las micas están cloritizadas.

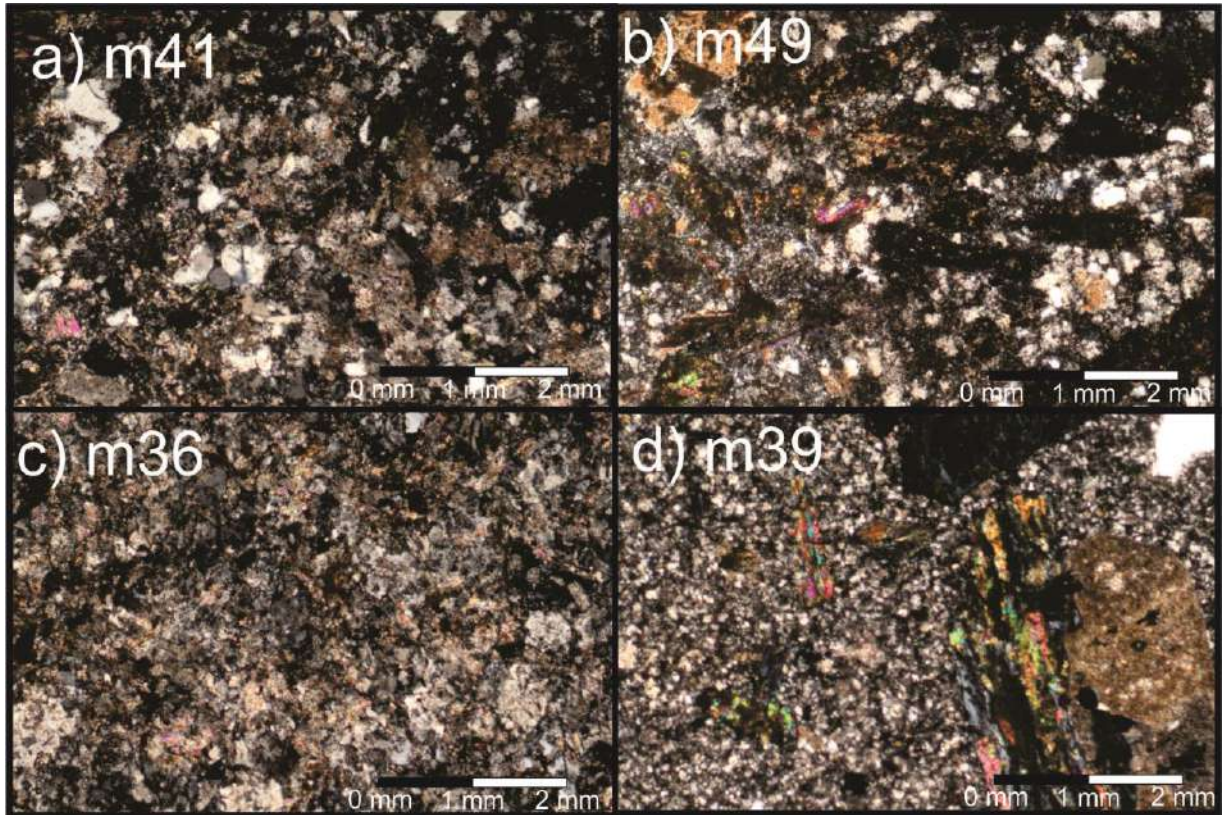


Fig. 17. Detalles de lámina delgada de las muestras: a) muestra 41 (ignimbrita). b) muestra 49 (fenodacita). c) muestra 36 (granitoide). d) muestra 39 (fenoandesita).

-Fenoandesita (muestra 39) (Fig. 17d): La muestra se encuentra fuertemente alterada. Se observan feldespatos (plagioclasas) alterados a sericita (reconocidos por el contorno), anfíboles y micas alteradas a clorita, estos cristales alterados se encuentran recubiertos por una pasta félsica. Se encontraron minerales accesorios como apatito, calcita y titanita. Estos

crisales probablemente cristalizaron durante la alteración. Litológicamente se asocian a la Formación Choique Mahuida, sin embargo, no se registran afloramientos en la zona donde se realizó el levantamiento de esta muestra en particular.

4.2.2 Registro Cenozoico Tardío

Se destaca la presencia de un afloramiento, de reducidas dimensiones (aprox. 2 m²) (38°25'25,3''S - 64°48'7,9''O), ubicado en una cuenca inmediatamente vecina de similares características, que se asociaron a los depósitos de la Formación Cerro Azul por su color castaño muy pálido/castaño (10YR7/3–10YR4/3), textura (tabla 3) y estructura (Fig. 18). En la hoja geológica no se han señalado estos afloramientos. Se observa que el 50% de la muestra corresponde a arena media y arena fina, el 18% a arena muy fina y el 26% a limos y arcillas.

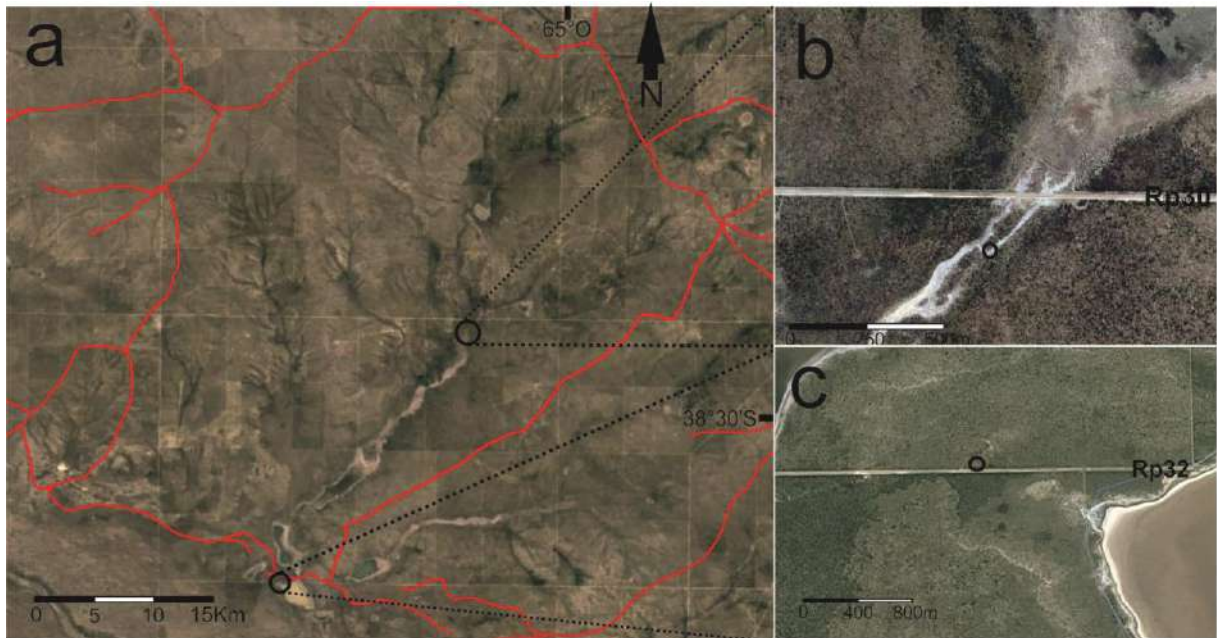


Fig. 18a. Ubicación de los perfiles Cierre y Arroyo (círculo negro) dentro de la cuenca. **b)** Detalle del área donde se levantó el Perfil Arroyo. **c)** Detalle del área donde se levantó el Perfil Cierre.

Se realizaron dos perfiles litoestratigráficos, uno ubicado en el sector superior del cauce colector (perfil Arroyo) y otro ubicado en la unidad geomorfológica que se cierra la cuenca (perfil Cierre) (Fig. 18).

Tabla 3. Textura de la muestra asociada a la Fm. Cerro Azul.

Retenido Tamiz	4000 µm	2000 µm	1000 µm	590 µm	250 µm	125 µm	62 µm	44 µm	Bandeja colectora (<44 µ)
% de retenido	0	0,04	0,82	3,4	27,88	22,06	18,64	13,78	13,48

4.2.2.1. Neógeno

El perfil Cierre (38°35'49''S; 65°14'27''O) (Fig. 19) con una cota aproximada de 167 msnm, se ubica geomorfológicamente en el paleoabánico del Río Colorado (Calmels, 1996). Las secciones media e inferior distan 54 metros una de otra, se destaca la presencia de un paleocanal (Fig. 20) de aproximadamente 10 metros de anchura entre las secciones. Los contactos entre los estratos son suaves y levemente ondulados (Catt, 1990).

-Sección superior, desde arriba

0-0,65 metros, conglomerados calcáreos fuertemente cementados, posiblemente pertenecientes a la Formación Tehuelches. Contacto inferior suave y ondulado.

-Sección media, en general compuesta por sedimentos arenosos (Fig. 23. Tablas 4 y 5)

0,65-0,76 metros, arenas verdosas con algunos granos de grava, posee fuerte reacción al HCl, color amarillo mate. Contacto inferior suave y ondulado.

0,76-0,88 metros, limos arenosos compactos. Contacto inferior suave y ondulado.

0,88-0,99 metros, limos calcáreos con nódulos de carbonato de calcio, color gris claro. Contacto inferior suave y ondulado.

0,99-1,07 metros, arenas con laminación horizontal y muy fuertemente cementadas con Mn, color negro parduzco. Contacto inferior suave y ondulado. 7

1,07-1,18 metros, limo friable sin estructura con fuerte reacción al HCl y presencia de óxido de hierro amarillo en moldes de raíces, color amarillo mate. Contacto inferior suave y ondulado.

1,18-1,58 metros, arenas finas con fuerte reacción al HCl y presencia de nódulos de carbonato, color amarillo mate. Contacto inferior suave y ondulado.

-Sección inferior

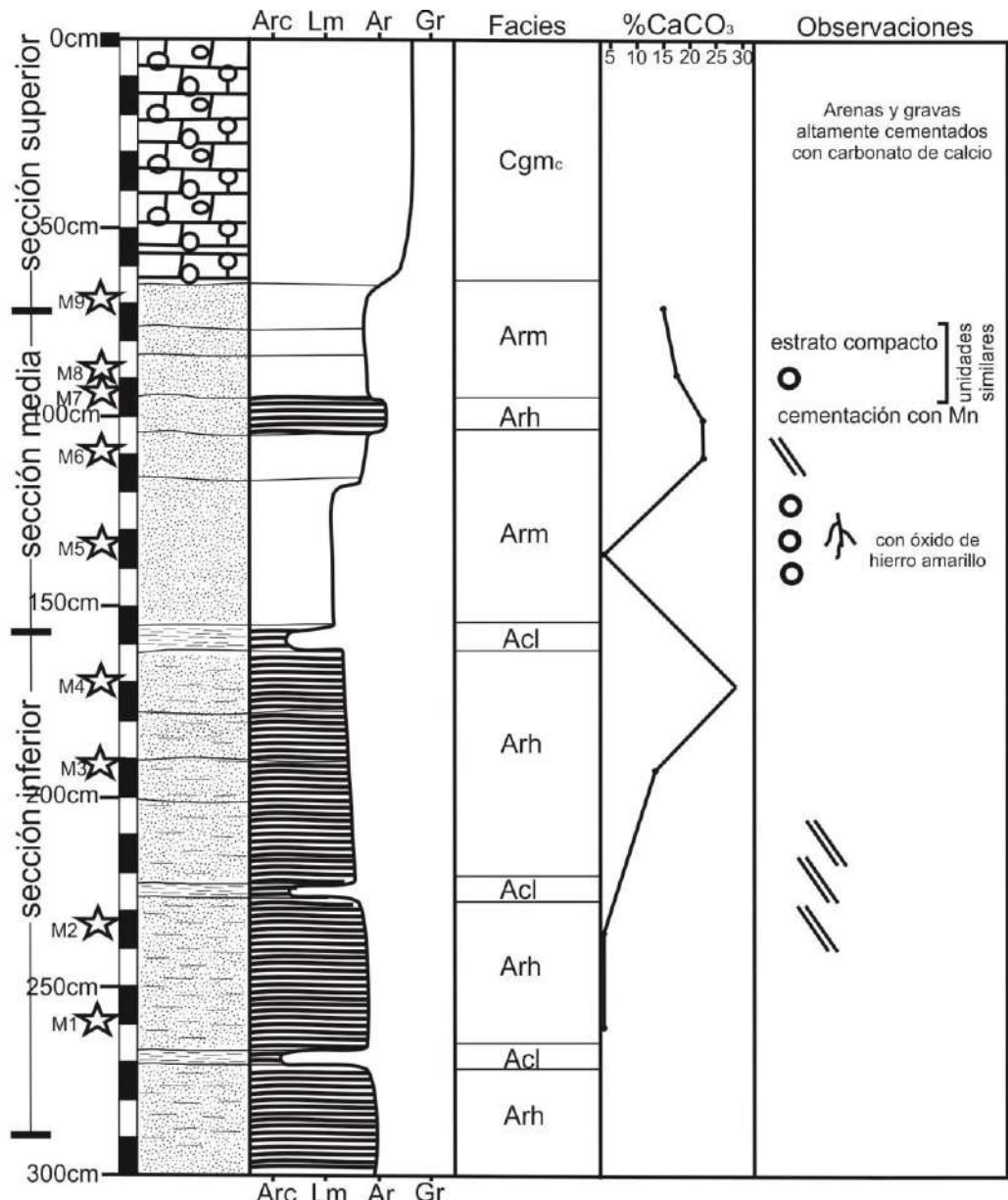
1,58-1,63 metros, arcilla friable. Contacto inferior suave y ondulado.

1,63-1,81 metros, arenas limosas (74% Ar) friables maciza con fuerte reacción al HCl y color amarillo mate. Contacto inferior suave y ondulado.

1,81-1,93 metros, arcillas con alta reacción al HCl y contactos difusos. Contacto inferior suave y ondulado.

1,91-2,01 metros, limos color amarillo mate sin estructura, friable y con fuerte reacción al HCl, color amarillo mate. Contacto inferior suave y ondulado.

2,01-3,01 metros, arenas con un porcentaje de arcillas color marrón rojizo plásticas que aumenta desde la base hacia el techo del estrato, se encuentran dos intercalaciones bien definidas de arcilla a los 40 y 65 cm de la base. Tanto el nivel arenoso como las intercalaciones de arcilla poseen un color amarillo mate. Base cubierta.



Referencias	Textura	Litología	Referencias	Facies
Estructura	Arc: Arcilla	Conglomerado calcáreo	☆ Muestra	Cgmc: conglomerado calcáreo
Laminación planar	Lm: Limo	Calcrete	○ nódulos de CaCO ₃	Arm: arena maciza
	Ar: Arena	Arena	∩ Moteados	Arh: arena media con estrat. horizontal
	Gr: Grava	Arcilla	↗ Pátinas de contracción	Acl: arcilla laminar
		Arena limoarcillosa		

Fig. 19. Perfil litoestratigráfico "Perfil Cierre"

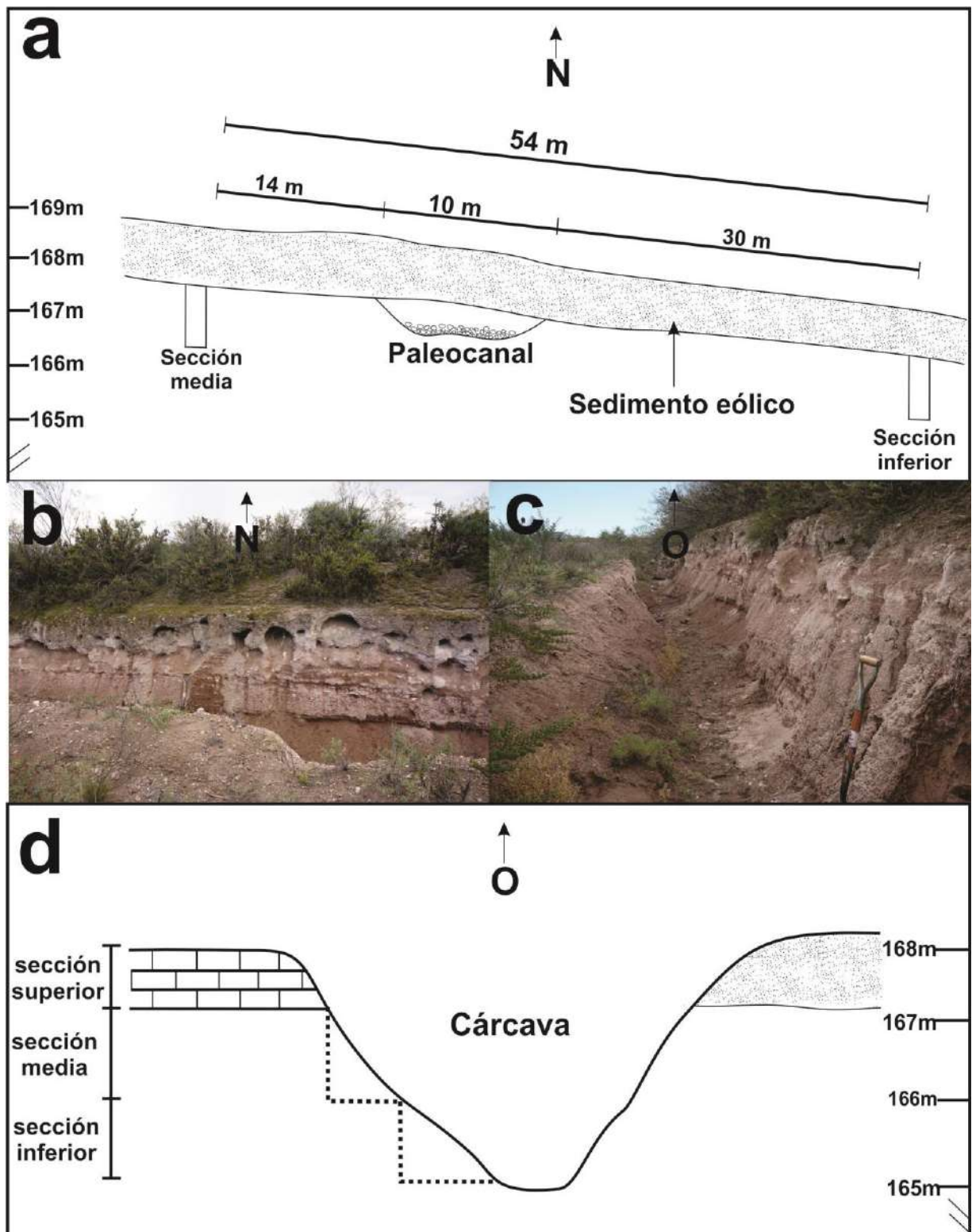


Fig. 20. Esquema de relaciones de campo del Perfil Cierre. a) Corte en dirección O-E señalando la ubicación de las secciones inferior y media y el paleocanal. b-c) Fotografías de la cárcava donde se realizó el perfil. d) Reconstrucción de las relaciones entre las tres secciones del perfil.

4.2.2.2. Cuaternario

El perfil Arroyo (38°25'18''S; 65°3'35''O) (Fig. 21) con una cota aproximada de 203 msnm, se encuentra ubicado geomorfológicamente en la zona de las Serranías Pampeanas Meridionales (Calmels, 1996). Se ubica en el comienzo del cauce colector principal, en cercanías de la convergencia de los cauces de las subcuencas 5 y 6 (fig. 5). Este arroyo efímero está encauzado en una estrecha faja (10 a 20 metros de anchura), la cual culmina en barrancos de aproximadamente 2 metros de alto (Fig. 22 a, b y c), donde se levantó el perfil (Fig. 22 d). Este perfil presenta 210 cm de potencia, está compuesto principalmente por sedimentos arenosos que se subdivieron en 8 estratos, todos los contactos son suaves y levemente ondulados (Catt, 1990) (Fig. 23. Tablas 4 y 5). La sección analizada se ubica en un corte sin base expuesta.

Desde arriba

0-0,17 metros, arenas friables sin estructura, con presencia de clastos aislados de mayor tamaño, color marrón amarillento. Contacto inferior suave y ondulado.

0,17-0,27 metros, arenas friables, con presencia de raíces, color marrón amarillento. Contacto inferior suave y ondulado.

0,27-0,63 metros, arenas friables y sin estructura, con motas de carbonato de calcio, color marrón amarillento. Contacto inferior suave y ondulado.

0,63-1,10 metros, arenas levemente más finas, con motas de carbonatos y con fuerte reacción al HCl, también hay presencia de raicillas, color marrón amarillento. Contacto inferior suave y ondulado.

1,10-1,40 metros, arenas friables con fuerte reacción al HCl y rosas de yeso de hasta 1 cm de tamaño, color marrón amarillento. Contacto inferior suave y ondulado.

1,40-2,10 metros, arenas sin reacción al HCl, en su parte superior presenta bioturbación y canales de 0,5 cm de espesor; en su parte inferior se encuentran numerosas rosetas de yeso de hasta 5 cm de tamaño. Este estrato alberga dos niveles de sedimentos más arcillosos de 3 cm a los 165 y 175 cm de profundidad, los cuales son irregulares, están poco definidos y poseen

rosetas de yeso. Tanto los niveles de arcilla como el nivel arenoso son de color marrón amarillento. Base cubierta.

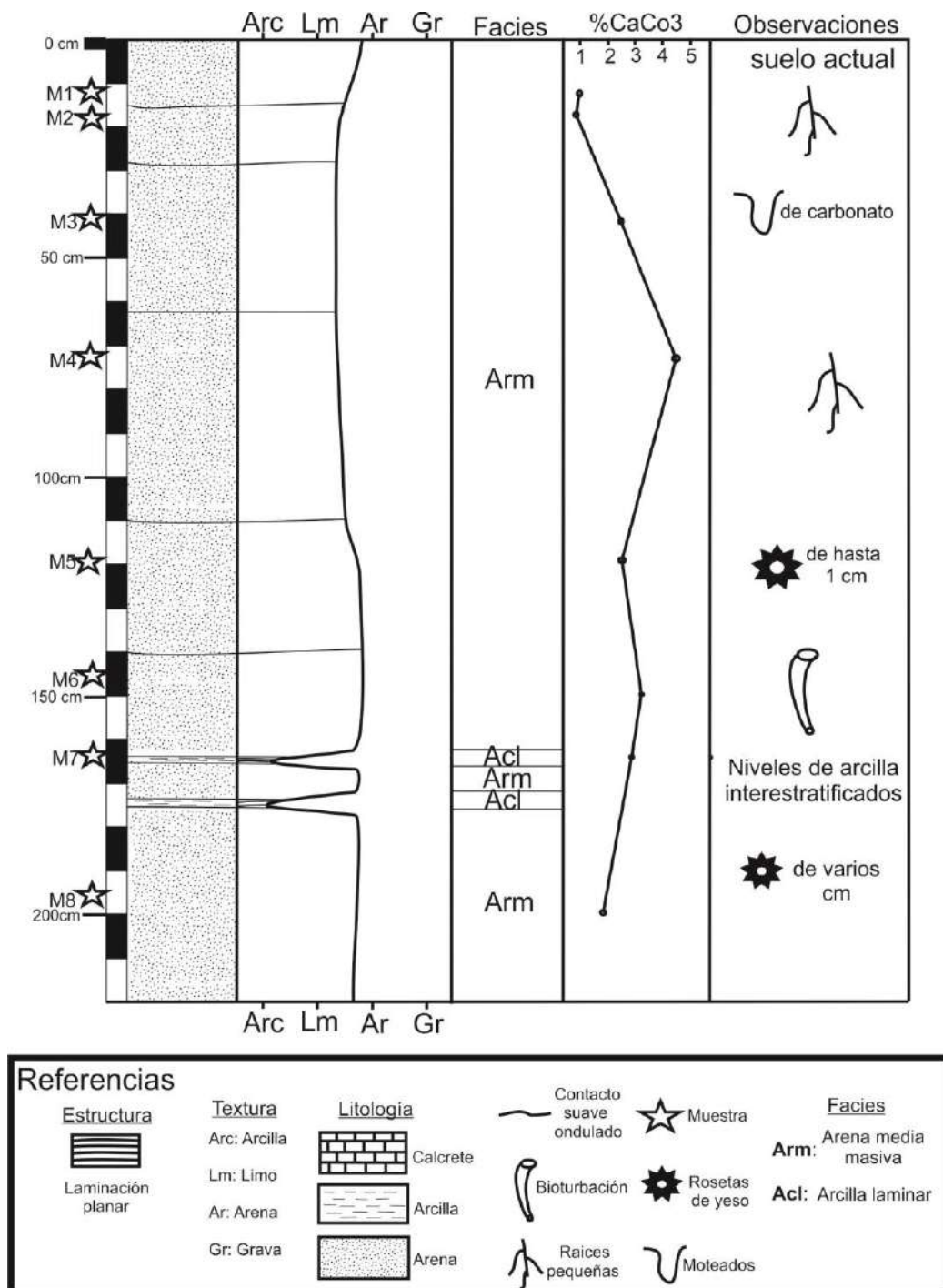


Fig. 21. Perfil litoestratigráfico "Perfil Arroyo"

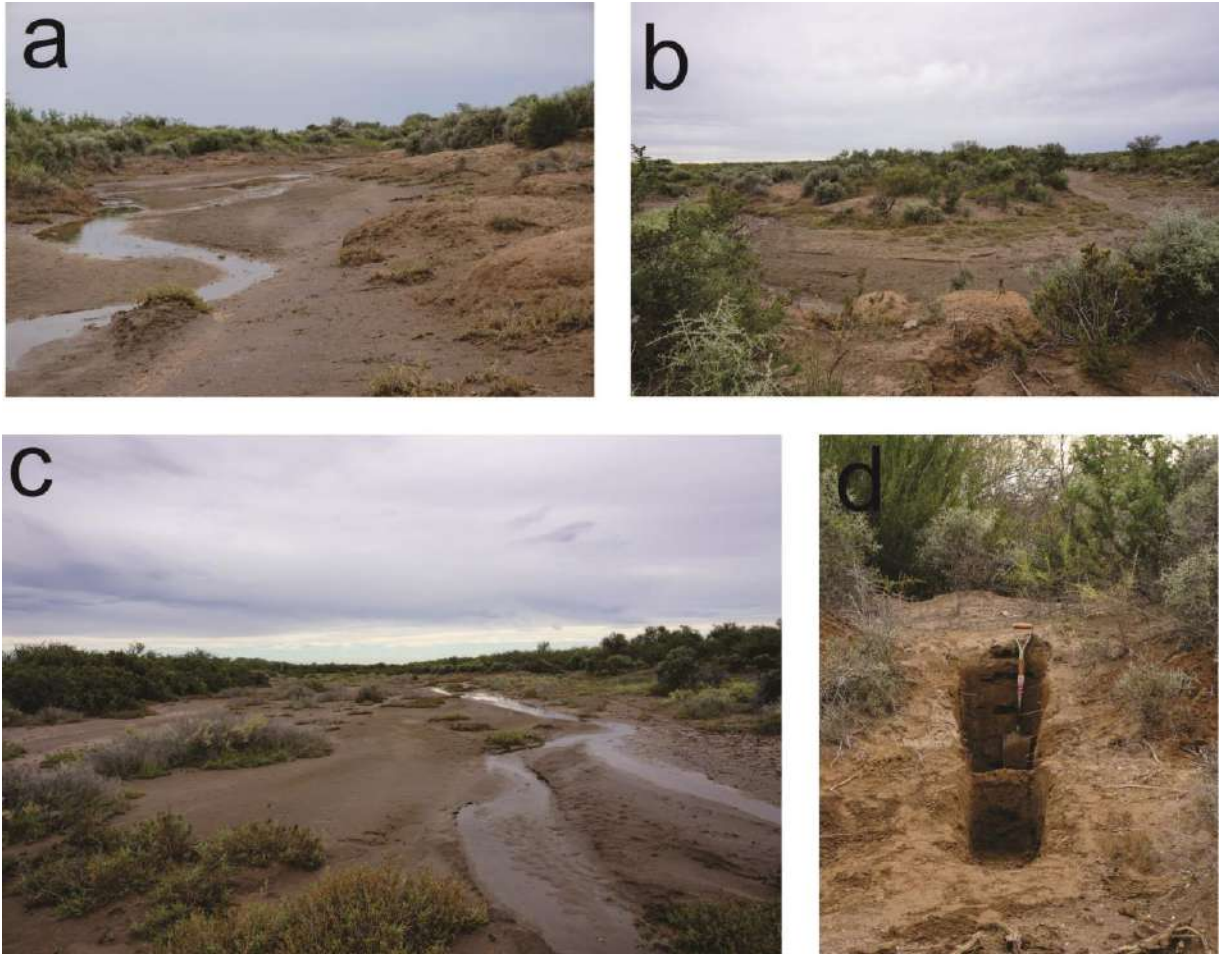


Fig. 22. a, b y c. Faja donde se aprecia el carácter efímero del arroyo. d) Perfil Arroyo.

Tabla 4. Atributos litológicos, % de carbonato, litofacies. Estructuras: M: masiva. L:laminar. H: estratificación horizontal. Litofacies: Arm: Arena maciza. Acl: Arcilla laminar. Arh: Arena con estratificación horizontal. Textura: A: Arena, Aac: Arena arcillosa, Alo: Arena fangosa, Ali: Arena Limosa, ACar: Arcilla Arenosa.

Perfil	Profundidad	Muestra	Textura	Estructura	Color		% Carbonatos	Litofacies	Datos adicionales
					Seco	Húmedo			
Perfil Arroyo	13 cm	1	A	M	10 YR 5/2	10 YR 3/2	1	Arm	
	18 cm	2	A	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	0,9	Arm	
	43 cm	3	A	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	2,5	Arm	
	73 cm	4	Alo	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	4,5	Arm	
	120 cm	5	Alo	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	2,5	Arm	Rosas de yeso > 4000
	150 cm	6	Ali	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	3,3	Arm	
	165 cm	7	Alo	L	10 YR 6/2	10 YR 4/2	2,9	Acl	
	200 cm	8	Alo	M	10 YR 6/2	10 YR 4/2	1,7	Arm	
Perfil Cierre	251 cm	1	Ali	H	10 YR 6/3	10 YR 4/3	0,7	Arh	
	226 cm	2	Aac	H	10 YR 6/3	10 YR 4/3	0,7	Arh	
	184 cm	3	Aac	H	10 YR 7/3	10 YR 4/2	13,7	Arh	
	162 cm	4	Aac	H	10 YR 7/2	10 YR 5/3	28	Arh	
	146 cm	5	Aac	M	10 YR 7/3	10 YR 4/3	1,8	Arm	
	121 cm	6	Aac	M	10 YR 7/2	10 YR 4/2	23,8	Arm	
	101 cm	7	----	H	10 YR 3/2	10 YR 2/2	22,8	Arh	80% de grava cementada
	88 cm	8	ACar	M	10 YR 8/1	10 YR 6/3	17,2	Arm	
72 cm	9	Aac	M	10 YR 7/2	10 YR 4/2	15,8	Arm		

Tabla 5. Análisis granulométrico de las muestras tomadas en los perfiles Arroyo (PA) y Cierre (PC).

	Gravas	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo	Limo fino y arcillas		
Mtas	tamiz %								
	4000µm	2000µm	1000µm	590µm	250µm	125µm	62 µm	44 µm	Colector (<44 µm)
PA M1	0,09	0,48	1,54	2,89	17,1	50,14	22,6	2,41	1,93
PA M2	0,18	0,28	0,85	1,51	15,15	55,3	21,59	2,46	1,79
PA M3	0,36	0,55	0,92	1,38	14,18	52,76	23,66	3,4	2,3
PA M4	1,62	1,82	2,22	5,26	13,17	39,91	25,73	5,47	3,64
PA M5	7,39	2,03	2,25	5,25	8,03	27,22	32,26	7,82	5,78
PA M6	0,17	0,68	2,23	6,69	9,27	21,8	37,16	12,96	3,17
PA M7	4,72	8,4	10,8	10,68	6,65	17,51	22,76	9,1	6,3
PA M8	6,28	6,15	9,69	9,26	16,64	21,82	18,78	5,24	4,51
PC M1	0	0	0	0	26,9	43,04	17,33	8,37	3,43
PC M2	0	0,21	2,31	7,15	12	10,94	26,73	14,76	23,78
PC M3	1,29	1,11	5,38	8,9	13,54	18,73	18,18	7,79	22,63
PC M4	0	13,69	9,78	17,22	20,35	16,24	9,58	4,69	20,74
PC M5	0	2,55	16,2	17,44	17,2	15,58	9,06	5,58	15,11
PC M6	0	0,27	1,67	4,45	14,34	30,22	16,25	6,96	24,09
PC M7	78,6	2,88	1,13	0,72	3,09	6,7	2,78	0,92	2,06
PC M8	14,02	6,95	4,81	3,1	11,24	18,84	9,85	6,2	23,66
PC M9	1,962	10,25	10,03	7,41	15,92	27,26	13,43	4,25	7,08

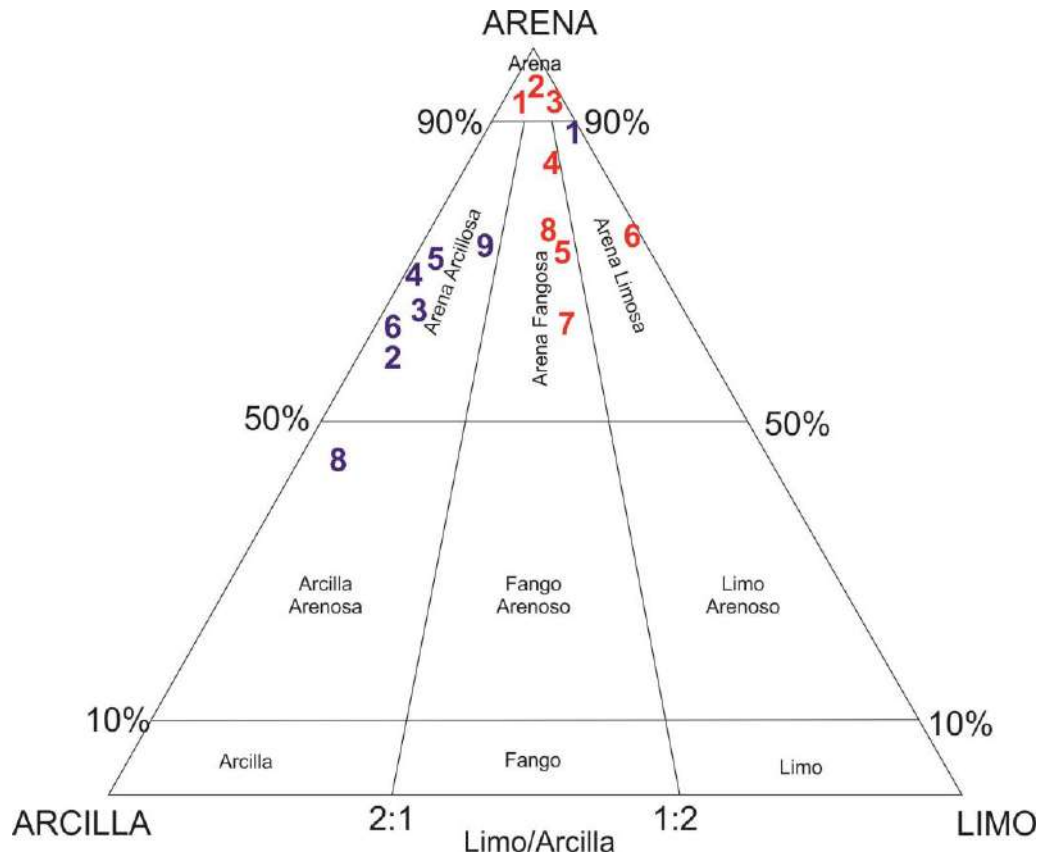


Fig. 23. Triángulo textural de Folk (1954/1974). Las muestras del Perfil Arroyo se encuentran representadas en color rojo y las muestras del Perfil Cierre en azul.

Análisis de facies

Se definieron cuatro facies sedimentarias (Tabla 6) teniendo en cuenta la granulometría, litología y estructura:

-Facies Cgm_c: Conglomerado calcáreo matriz sostén, macizo, pobremente seleccionado. El color es variable de acuerdo con las diferentes litologías de los clastos.

Interpretación: Las características de esta facies sugieren transporte y depositación de clastos de tamaño grava por un flujo de alta energía (Miall, 2006) y la posterior cementación con CaCO₃ de los depósitos.

Presente en: sección superior del Perfil Cierre.

-Facies Arm: Arena maciza, color marrón grisáceo (10YR 6/2), con predominio de tamaño arena fina y arena media. En ocasiones se encuentran bioturbadas, con nódulos o moteados de carbonatos, rosas de yeso de entre 1 y 3 cm, raicillas y óxido de hierro color amarillo o grietas de contracción.

Interpretación: depósitos de flujos gravitacionales de alta densidad (Miall, 2006), otro posible origen de esta facies podría ser por procesos postdepositacionales (bioturbación o erosión) de una facies que posea otra génesis (Miall, 2006).

Presente en: Perfil Cierre se encuentra en dos intervalos, 65-95cm y 105-155 cm de profundidad, Perfil Arroyo también en dos intervalos, 0-165cm y 175-210 cm de profundidad.

-Facies Arh: Arena media con contenidos considerables de arena fina, color amarillo mate (10 YR 6/3), con estratificación horizontal fina y presencia de pátinas de Mn.

Interpretación: Esta facies es compatible con un flujo diluido de baja profundidad y alta velocidad (Miall, 2006).

Presente en: Perfil Arroyo, dos niveles encontrados a 99-107cm y 155-300 cm de profundidad.

-Facies Acl: Arcillas y arenas finas y muy finas, color marrón grisáceo (10 YR 6/2), con laminación horizontal, ocasionalmente con grietas de contracción

Interpretación: Esta facies se interpreta como generada por depositación de sedimentos en suspensión (Miall, 2006), en áreas distales a los cauces dentro del ámbito de la llanura de inundación

Presente en: niveles arcillosos ubicados en ambos perfiles.

Tabla 6. Resumen de la descripción e interpretación de facies

<u>Litofacies</u>	<u>Descripción</u>	<u>Interpretación</u>
Cgm_c	Conglomerado matriz sostén, matriz arenosa cementada con carbonato de calcio.	Deposición en un ambiente de muy alta energía y posterior deposición del carbonato de calcio cementante.
Arm	Arena de tamaño mediano o fino y estructura maciza.	Deposición gravitacional compatible con un flujo diluido de alta densidad.
Arh	Arena media ocasionalmente con mayor contenido de arenas finas, con estratificación horizontal fina.	Producida por la migración de formas de lecho plano de un flujo unidireccional de alto régimen.
Acl	Arcilla castaño rojizo con contenido alto de arenas finas y estructura laminar.	Decantación de las partículas en ambiente de muy baja energía.

Asociación de facies

Las 4 facies analizadas y descritas se agruparon en la asociación de facies “F” de depósitos fluviales.

Esta asociación de facies está principalmente compuesta por los sedimentos arenosos de las facies Arm y Arh. La facies Arm tiene un espesor máximo de 165 cm en la sección superior del Perfil Arroyo, mientras que la facies Arh posee un espesor de 140 cm con pequeñas intercalaciones de la facies Acl en la sección inferior del Perfil Cierre. La facies Cgm_c solo aparece como la sección superior del Perfil Cierre.

Interpretación: la asociación F se interpreta como depósitos fluviales, con predominio de depósitos arenosos de canal (facies Arm y Arh). Localmente hubo eventos de menor energía y consecuente decantación de partículas finas (facies Acl) y eventos de mayor energía (facies Cgm_c).

5. DISCUSIÓN

5.1. Morfometría y red de drenaje

La densidad de drenaje calculada para la cuenca ($0,75 \text{ Km/Km}^2$) resultó mayor a la propuesta por Cazenave y Dornes (2010) ($0,184 \text{ Km/Km}^2$). Esta diferencia fue prevista por dichos autores, ya que estimaron que en un estudio de mayor detalle el valor de la densidad podría ser más elevada, pero difícilmente superior a 10. La densidad obtenida es elevada y es el resultado esperable para una red de drenaje organizada, lo cual evidencia un lapso de evolución prolongado para la red de drenaje. El origen de los NBI (manifestados por lagunas) en los canales de la red no pudo ser determinado, un posible origen es que podrían ser el resultado de autoendicamientos, originado por la disminución de los caudales y la consecuente disminución en la capacidad de carga-distancia de transporte y deposición de sedimentos en niveles intermedios de la cuenca.

El diseño de drenaje varía a lo largo de la misma. El cauce colector se encuentra ubicado en el sector SE de la cuenca, recibiendo principalmente aportes de las sub cuencas que se ubican al NO, aguas abajo de los 200 m.s.n.m, el cauce posee una marcada orientación NE-SO, probablemente correspondiente a un control por lineamientos estructurales del basamento, en concordancia con una $RL > 1$. La subcuenca 7 se ubica a lo largo del SE del cauce colector y no posee una red desarrollada, las subcuencas 1 a 6 presentan un diseño de drenaje dendrítico desarrollado principalmente en sus cabeceras. De acuerdo con Leopold (2005), este diseño dendrítico se caracteriza por la subdivisión de tributarios aleatoriamente y se desarrolla sobre rocas de resistencia uniforme e implica una ausencia de control estructural. Sin embargo, en los sectores de la cuenca donde se observa este diseño, los bajos por donde escurre el agua se caracterizan por la presencia de rocas metamórficas y en las lomas o divisorias de aguas por la presencia de rocas ígneas; por lo tanto, la resistencia no sería totalmente uniforme y se podría inferir un control litológico secundario sobre la red de drenaje. De esta manera, el diseño de drenaje no se clasificaría estrictamente como dendrítico pero, morfológicamente, es el diseño al que más se aproxima.

En su conjunto, la red drenaje tiene una orientación de escurrimiento NE-SO. El depocentro de la cuenca (Fig. 24) se ubica en las cercanías del extremo SO. Considerando que Di Liscia *et al.* (2015) proponen que el comienzo del desarrollo de la red de drenaje sería previo al

levantamiento mioceno tardío (5,3-11,6 Ma.), que el depocentro de la cuenca se encuentra aproximadamente a 154 m.s.n.m., que el paleoabánico del Río Colorado se encuentra a 176 m.s.n.m. y el paleoabánico está conformado por las Formaciones Río Negro y Tehuelches, del Plioceno superior (2,5-3,6 Ma. Pascual y Odreman Rivas, 1973) y Plio-Pleistoceno (0,01-5,3 Ma. Espejo y Silva Nieto, 1996). Se podría considerar la posibilidad de que el sistema no se comportó siempre como endorreico; así, el área de la cuenca del actual río Curacó habría sido su nivel de base previo.

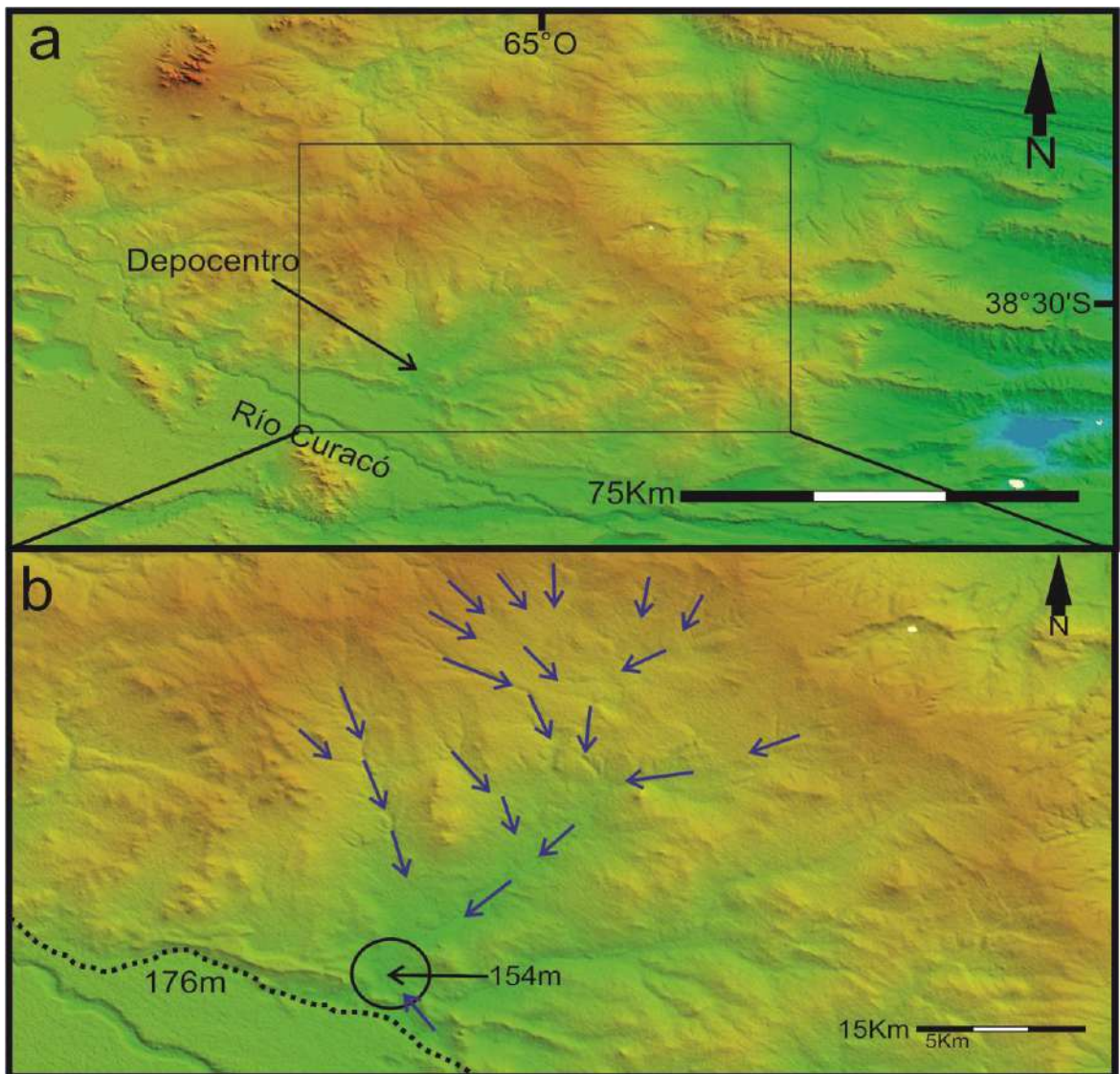


Fig. 24. a. Imagen SRTM del BCH. b. Detalle de la cuenca sur, se encuentran señaladas las alturas del depocentro (154 m.s.n.m.) y del paleoabánico del Colorado (176 m.s.n.m.), en líneas azules se señala la dirección de drenaje general.

5.2. Litoestratigrafía

La Formación Cerro Azul fue descrita inicialmente en un informe inédito por Llambías (1975) para designar a «...Los limos arenosos pardo rosados a rojizos, sin estratificación interna o muy poco visible, con frecuentes clastos de arcilla rojiza del tamaño de una nuez, dispuestos horizontalmente. Presenta forma de erosión tipo loess con barrancas y cañadones abruptos. En la parte superior, los sedimentos están reemplazados por tosca...». Posteriormente, luego de transcribir la citada información y mapeándola, Linares *et al.* (1980) definen la Formación Cerro Azul para incluir a las sedimentitas continentales pliocenas que afloran de manera discontinua en casi todo el ámbito de la provincia de La Pampa (Visconti *et al.*, 2010), su litología se caracteriza por su marcada homogeneidad, y está compuesta principalmente por areniscas muy finas limosas y limolitas arenosas. Visconti *et al.*, 2010 señalan para la Formación Cerro Azul un ambiente sedimentario predominante de llanura, donde se depositó una sucesión de loess con intercalaciones de paleosuelos pobremente desarrollados, además el contenido faunístico fósil hallado en ella, ha permitido ajustar su edad entre los 10 Ma y los 5,8-5,7 Ma (Visconti *et al.*, 2010). Dentro de la provincia de La Pampa, las mayores exposiciones de la Fm Cerro Azul se observan en las laderas aterrazadas de los valles que atraviesan el territorio pampeano con una orientación general OSO-ENE, denominada por Calmels (1999) como el “sistema de los valles transversales”. Se trata de un ambiente de planicie estructural, con una mínima pendiente hacia O-E. Es importante señalar que en sector oeste de la planicie estructural (37°38'27''S – 64°55'59''O) se observan afloramientos de la Fm Cerro Azul a alturas de 390 m.s.n.m.

Folguera y Zárate (2009) delimitan dos cuencas de antepaís, una pliocena y otra miocena tardía (en la cual se deposita la Fm. Cerro Azul, Fig. 25). La Formación Cerro Azul aflora tanto en el borde occidental como en el oriental del BCH (Folguera y Zárate, 2009), hasta el momento no se habían encontrado registros de esta unidad dentro del bloque, por lo que se suponía que por su altura habría sido el borde de la cuenca de depositación de la Fm Cerro Azul durante el Mioceno tardío. Sin embargo, el análisis realizado (tabla 3) a la muestra del afloramiento (Fig. 25) (38°25'25,3''S - 64°48'7,9''O), encontrado en una cuenca inmediatamente aledaña a la cuenca analizada (Fig. 8, estrella roja) durante las tareas de relevamiento de campo, con idénticas características litológicas, reveló una considerable semejanza con los sedimentos de la Formación Cerro Azul: textura arenosa fina – limosa color

castaño muy pálido/castaño (10YR7/3–10YR4/3), estructura maciza. Además, si consideramos las alturas a las que se encuentran los afloramientos de la Fm. Cerro Azul en la planicie estructural y las alturas de hasta 340 m.s.n.m. en las divisorias del BCH, es razonable suponer que la Fm. Cerro Azul también se habría depositado en el interior del BCH, pero esta habría sido retrabajada y erosionada considerablemente en el ámbito del BCH.

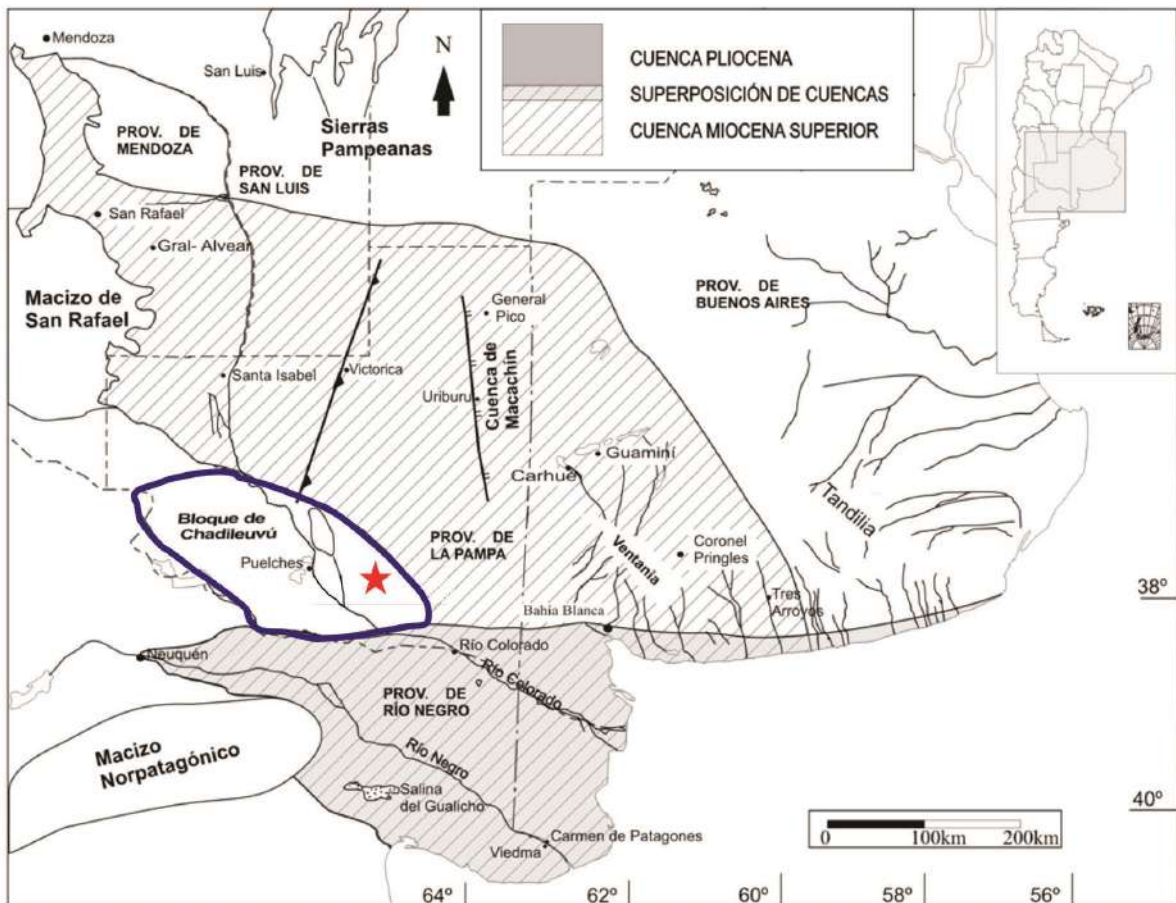


Fig. 25. Tomada de Folguera y Zárate 2009, donde se observan las cuencas de antepaís propuestas. El BCH se encuentra resaltado con líneas azules, la muestra encontrada se señala con una estrella roja.

Por otro lado, los resultados obtenidos luego de analizar los perfiles estratigráficos “Perfil Arroyo” y “Perfil Cierre” revela la existencia de sistemas fluviales activos tanto dentro como fuera del ámbito de la cuenca sur del BCH. En ambos perfiles se observan secuencias fluviales (asociación de facies F), que registran eventos de baja energía, y consecuente decantación de partículas finas. El “Perfil Arroyo” se encuentra dentro del BCH, dentro de la región geomorfológica de las Serranías Pampeanas Meridionales (Calmels, 1996), la edad de esta

secuencia se restringe al Cuaternario. El “Perfil Cierre” se encuentra sobre la región geomorfológica del paleoabanico del Río Colorado (Calmels, 1996), este perfil es asignable al Plio-Pleistoceno, ya que forma parte del paleoabanico propiamente dicho. Esta evidencia revela que dentro de la cuenca del BCH habría funcionado un sistema fluvial más activo en relación al actual.

6. CONCLUSIONES

Los trabajos realizados en este trabajo permiten validar una de las dos hipótesis planteadas como la más probable. De esa manera, la cuenca miocena tardía propuesta por Folguera y Zárate (2009) para la región central del país, en la cual se depositaron sedimentos de la Fm. Cerro Azul, no habría estado limitada en su sector sur por el BCH. Se infiere que el BCH podría haber estado cubierto por estos depósitos loéssicos, pero que estos habrían sido retrabajados por la dinámica fluvial de la cuenca.

Conjuntamente, se cumplió con los objetivos propuestos relacionados con el aporte de información respecto de la evolución geológica del centro de Argentina durante el Neógeno y Cuaternario. Las relaciones espacio-temporales determinadas para las unidades geomorfológicas que componen la cuenca sur del BCH permitieron determinar que esta se comportó como una cuenca exorreica previo a la depositación del paleoabánico del Río Colorado; esta unidad produjo el cierre de la cuenca generando su configuración endorreica actual. Además, en relación a la red de drenaje de la cuenca sur del BCH, se estableció que el cauce colector principal se encuentra influenciado por controles estructurales, mientras que en los cauces tributarios se observa un control litológico que otorga a la red un “aspecto dendrítico” en las áreas de cabecera de las subcuencas determinadas. Finalmente, considerando la organización que posee la red de drenaje, se determinó un lapso evolutivo prolongado para esta cuenca de drenaje.

7. AGRADECIMIENTOS

-A la directora de esta tesina, Dra. Adriana Mehl, por sus constantes consejos, paciencia y predisposición.

-Al Co-Director Dr. Marcelo Zárate, por su dedicación y estímulo desde los comienzos de mi carrera.

-Al Dr. Hugo Tikyj, por su ayuda y asesoramiento en el análisis de muestras de lámina delgada y por desempeñarse como jurado de la presente tesina.

-Al Dr. Pablo Dornes, por su predisposición, por facilitar bibliografía específica y por desempeñarse como jurado de la presente tesina.

-A la Dra. Graciela Visconti por su consejo, ayuda y bibliografía recomendada.

-A Florencia Lorenzo por su apoyo constante durante los últimos años de mi carrera.

-A Claudia Montoya por su ayuda y consejo durante las tareas de laboratorio.

-A Carla Carrizo y Juan Ponce, por su ayuda y compañía durante el viaje de campo.

-A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

-Especialmente a mi familia, amigos y compañeros.

BIBLIOGRAFIA

- Calmels, A.P. 1996. Bosquejo Geomorfológico de la Provincia de La Pampa. UNLPam. Santa Rosa, 110pp.
- Catt, J.A., 1990. Paleopedology manual. *Quaternary International* 6. Pergamon Press. Oxford 95 pp.
- Cazenave, H.W. y P. F. Dornes. 2010. Drenaje en el Flanco Sur del Cratón Pampeano. 3er. Cong. Pampeano del Agua. Sec. Rec. Hídricos de La Pampa. Sta. Rosa, LP. 169-176.
- D'Orbigny, A., 1942. Voyage dans l' Amerique Meridionale. Geologie des Pampes. III, 3er. Partie: Geologie. Paris. P. Bertrand.
- Di Liscia, P. Zárate, M y Mehl, A., 2015. Caracterización general de la red de drenaje del Macizo de Chadileuvú, provincia de La Pampa. 6° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Libro de Resúmenes : 209-210.
- Espejo, P.M. y Silva Nieto, D.G., 1987. Estratigrafía, Litología y Geomorfología de la Formación Puesto Alí. 3° Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa, La Pampa.
- Espejo, P.M. y Silva Nieto, D.G., 1996. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, 1:250.000. Hoja Geológica 3966-II Puelches. Subsecretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico. Boletín N°216. Buenos Aires – 1996.
- Folguera, A. y Zárate, M. 2009. La sedimentación neógena continental en el sector extrandino de Argentina central. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64, 4: 692-712.
- Folk, R. L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *5° Journal of Geology*. 62: 344-359.
- Folk, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Company. 185 p. Austin.

- Halrpern, M., M. Umpierre y E. Linare, 1970. Radiometric ages of crystalline rocks from South América as related to Gondwana and Andean Geologic Provinces. Conferencia. Problemas Tierra Sólida. II: 345-356, Buenos Aires (1972).
- Halrpern, M., E. Linares y C.O. Latorre, 1971. Edad rubidio-estroncio de rocas volcánicas e hipabisales del área norte de la Patagonia, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 26° (2) : 169-174, Buenos Aires.
- Horton R. E. 1945. Erosional Development of stream and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America. Bull. n° 56, p. 275-370.
- Leopold, L. 2005. A View of the River. Harvard University Press. 563p, Cambridge.
- Linares, E., Llambías E.J. y Latorre, C.O., 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina, y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Revista de la Asociación Geológica Argentina : 87-146.
- Llambías, E. 1972. Las ignimbritas de la sierra de Lihué Calel, provincia de La Pampa. 5° Congreso Geológico Argentino. Actas IV: 55-67.
- Llambías, E. 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Dirección de Minas de la Provincia de La Pampa (inédito), 74 p. Santa Rosa.
- Llambías, E y Leveratto M.A., 1975. El plateau riolítico de la provincia de La Pampa, República Argentina. II° Congreso Iberoamericano de Geología Económica. I:99-114. Bs As.
- Llambías, E.J. y Caminos, R. 1987. El magmatismo neopaleozoico de Argentina. En Archangelsky S (ed).El Sistema Carbonífero en la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 253-280.
- Melchor, R. N., 1999. Redefinición estratigráfica de la Formación Carapacha (Pérmico), provincia de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina 54(2): 99-108.
- Melchor, R. N. y Llambías, E. J. (2000). “Hoja geológica 3788 - I Santa Isabel, provincia de La Pampa”. Secretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino. Programa Nacional de Cartas geológicas 1: 250.000. Buenos Aires.

- Miall, A. D., 2006. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag. Printed in Italy, 582 pp.
- Munsell Color X-Rite, 2000. *Munsell Soil Color Charts, revised washable edition*. Grand Rapids.
- Nágera, J.J., 1939 *Geografía Física de la República Argentina*. En Manito O. y Nágera, J.J. (eds). *Geografía física de las Américas y de la República Argentina*. Editorial Kapeluz, 232 p. Buenos Aires.
- Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. 2º Edition. Wiley-Blackwell. Chichester. 419 pp.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Fanning, C. M., & Márquez, M. (2006). Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth-Science Reviews*, 76(3), 235-257.
- Pascual, R. y Odreman Rivas, O. 1973. Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 293-338. Carlos paz.
- Reading, H. G. (1996). *Sedimentary Environments: processes, facies and stratigraphy*. Third Edition. Blackwell Science, 688 pp.
- Ramos, V.A., 1984. Patagonia: ¿Un continente paleozoico a la deriva? 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 311-325.
- Ramos, V. A., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino, en Caminos, R., ed., *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales: Buenos Aires. 41-96.
- Stappenbeck, R. 1913. *Investigación hidrogeológica de los Valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores*. Dirección General de Minas y Geología. Ministerio de Agricultura. Boletín 4, Serie B, Geología, 55 p. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R. 1926. *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa*. 409 págs. Stuttgart.
- Tapia, A., 1935b. Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. Dirección de Minas y Geología. Buenos Aires, 1939. Chacharramendi y alrededores. *Physis* XIX, 221-224. Buenos Aires.

- Tapia, A., 1939. Condiciones hidrogeológicas de los campos de “S.A. Estancias y Colonias Trenel”, Territorio Nacional de La Pampa. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Publicación 91. Buenos Aires.
- Tickyj, H., Dimieri, L. V, Llambías, E. J. y Sato, A. M. 1997. Cerro de Los Viejos (38° 28´S-64° 26´O): cizallamiento dúctil en el sudeste de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina 52(3): 311-321.
- Tullio, J.O., 1981. Informe preliminar sobre el Cuaternario de la provincia de La Pampa y característica de los acuíferos de la región. (inédito), 22 p. Santa Rosa.
- Vilela, C.R. y J.C. Riggi, 1956. Rasgos geológicos y petrográficos de la Sierra de Lihuel Calel. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 9:227-272. Buenos Aires.
- Visconti, G. 2007. Sedimentología de la Formación Cerro Azul (Mioceno superior) en la provincia de La Pampa. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires (inédita), 203 p., Buenos Aires.
- Visconti, G., Melchor, R.N., Montalvo1 C.I., Umazano, A.M. y De Elorriaga E. 2010. Análisis litoestratigráfico de la Formación Cerro Azul (Mioceno Superior) en la provincia de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 67 (2): 257-265.
- Wichman, R., 1928. Contribución a la geología de los departamentos de Chical Có y Puelén, de la parte occidental de la Pampa Central. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología., 40 p.
- Zárate, M y A Tripaldi. 2012. The aeolian system of central Argentina. Aeolian Research 3:401–417.

ANEXO I

Muestra 26 (38°25'0,8''S – 64°45'10,4''O):

Nombre:	Granito, Hipidiomórfica
Textura:	Fanerítica
Composición Modal	65% Cuarzo, 30% Feldespatos, 5% Muscovita
Descripción:	-Cristales de cuarzo hasta 2 mm de longitud, son subhedrales, poseen extinción ondulosa en algunos sectores. -Cristales de feldespato (predominancia de microclino sobre plagioclasas) hasta 2 mm, subhedrales. Las plagioclasas muestran maclas polisintéticas. -Cristales de muscovita son más pequeños que el resto (máximo tamaño 0,5 mm), anhedrales, sin orientación preferencial.
Observaciones:	En un sector de la muestra se observa textura gráfica.

Muestra 28 (38°25'26''S – 64°46'40,8''O)

Nombre: Brecha	Textura: ---
Composición Modal	100% Cuarzo
Descripción:	-Cristales de cuarzo hasta 2 mm, inequigranulares, presentan crecimiento secundario, extinción ondulosa, anhedrales a subhedrales. Toda la muestra se encuentra alterada
Observaciones:	La muestra presenta fisuras rellenas con cuarzo hidrotermal, el cual manifiesta textura en peine.

Muestra 29 (38°25'26''S – 64°46'40,8''O)

Nombre: Brecha	Textura: ---
Composición Modal	95% Cuarzo, 5% Moscovita,
Descripción:	-Cristales de cuarzo inequigranulares, hasta 3 mm de longitud, poseen crecimiento secundario y extinción ondulosa, son subhedrales. La diferencia en granulometría y textura en partes, hace pensar que hubo un episodio en el cual un fluido altamente cargado de silicatos se depositó en la roca. -Cristales de mica de tamaño mucho más pequeño, de hasta 0,5 mm, no presentan orientación preferencial y son anhedrales.

Muestra 32 (38°25'33,2''S – 64°45'15,8''O)

Nombre: cuarcita	Textura: Granoblástica inequigranular
Composición Modal	80 Cuarzo, 20% pasta microcristalina
Descripción:	-Cristales de Cuarzo hasta 0,2mm, son subhedrales, presentan crecimiento secundario y extinción ondulosa. -Pasta microcristalina está compuesta en parte por microcristales félsicos y en sectores también por epidoto (en menor medida)

Muestra 33/34 (38°25'24,7''S – 64°48'14,8''O)

Nombre: Cuarcita	Textura: Granolepidoblástica inequigranular
Composición Modal	45% Cuarzo, 5% Plagioclasas, 10% Moscovita, 40% Matriz félsica
Descripción	-Cristales de cuarzo hasta 0,5 mm, altamente inequigranulares, subhedrales, con evidencia de crecimiento secundario y extinción ondulosa. -Cristales de plagioclasas hasta 0,2 mm, presentan macla polisintética muy marcada,

	<p>subhedrales con leves irregularidades en los bordes por alteración, poseen extinción recta.</p> <p>-Cristales de mica hasta 0,3 mm, se encuentran orientados paralelamente entre sí, subhedrales.</p> <p>-Matriz félsica está compuesta principalmente por cuarzo microcristalino.</p>
--	---

Muestra 36 (38°25'24,7''S – 64°48'14,8''O)

Nombre: Granitoide	Textura: Aplítica
Composición Modal	Debido a que la muestra se encuentra fuertemente alterada, resulta imposible calcular una composición modal, ya que los límites de los cristales no son reconocibles. Sin embargo, se reconocieron cristales de: cuarzo, feldespato, muscovita, biotita, anfíbol, opacos, epidoto.
Descripción:	-Cristales de cuarzo son los únicos que no se encuentran totalmente alterados, por su parte, los feldespatos poseen alteración sericitica y los anfíboles y las micas sufrieron cloritización. Los epidotos son secundarios
Observaciones:	La alteración sufrida podría ser por circulación de fluidos.

Muestra 37 (38°25'21''S – 64°53'44,3''O)

Nombre: Granito	Textura: Fanerítica, Hipidiomórfica
Composición Modal	65% Cuarzo, 20% Moscovita, 15% Feldespato
Descripción:	-Cristales de cuarzo hasta 1,7 mm, son inequigranulares, subhedrales con evidencia de crecimiento secundario y extinción ondulosa. -Cristales de mica tienen un tamaño máximo igual al de los cristales de cuarzo, son subhedrales a anhedrales, no se encuentran orientados preferentemente en ninguna dirección. -Cristales de feldespato son levemente más pequeños que el resto de los minerales, poseen macla polisintética, son subhedrales y se encuentran intercrecimientos de mica en algunos cristales de feldespato.
Observaciones:	El corte delgado posee un único cristal de cuarzo de 0,5 cm

Muestra 39 (38°25'17,9''S – 64°57'56''O)

Nombre: Fenoandesita	Textura: Porfídica
Composición Modal	20% Máficos (anfíboles), 20% Feldespatos, 10% Biotita, 45% pasta félsica, 5% accesorios (calcita, apatito, titanita)
Descripción:	-Cristales de anfíbol hasta 0,3 mm de longitud, no poseen orientación preferencial, anhedrales, se encuentran muy fuertemente alterados. -Cristales de feldespatos hasta 0,2 mm, anhedrales, se encuentran muy fuertemente alterados a sericitita, se reconocen principalmente por su contorno y por la remanencia de maclas poisintéticas en algunos cristales. -Cristales de biotita son más pequeños que los de feldespato, también se encuentran muy alterados, en este caso a clorita. -Minerales accesorios: calcita y apatito, cristalizaron probablemente durante la alteración, el apatito aparece como inclusiones en los minerales máficos. Solo se identificó un pequeño cristal aislado de titanita.

Muestra 41 (38°25'16''S – 64°58'57,6''O)

Muestra:41	Ubicación:
Nombre: Ignimbrita	Textura: Porfídica
Composición Modal	40% Feldespato, 40% pasta félsica, 20% Cuarzo, 10% accesorios (epidoto y

	muscovita)
Descripción:	<p>-Cristales de feldespato se encuentran alterados a sericita, se reconocen por su contorno y por la remanencia de maclas polisintéticas, miden hasta 3 mm, son subhedrales a euhedrales</p> <p>-Cristales de cuarzo hasta 3 mm aproximadamente, son subhedrales, con bordes redondeados pero bien definidos.</p> <p>-Minerales accesorios: el apatito aparece como inclusión en algunos feldespatos o en la pasta, son de muy reducido tamaño (menor a 0,1 mm), son euhedrales y se distinguen por su alto relieve. La muscovita se encuentra alterada, posiblemente por una cloritización, los cristales miden hasta 1 mm, son anhedrales y no presentan orientación preferencial</p>

Muestra 46 (38°24'59,5''S – 65°17'39,6''O)

Nombre: Granito	Textura: Fanerítica, Hipidiomórfica
Composición Modal	50% Cuarzo, 40% Feldespato, 10% Muscovita
Descripción:	<p>-Cristales de cuarzo hasta 3,5mm, muy inequigranulares (rellena fisuras), son subhedrales a euhedrales.</p> <p>-Cristales de feldespato hasta 3mm, son tanto de plagioglasas (dominantes, con macla polisintética, euhedrales) como microclinos (en mucha menor proporción, subhedrales).</p> <p>-Cristales de muscovita hasta 2 mm, son euhedrales y no presentan orientación preferencial.</p>
Observaciones:	La muestra presenta fisuras de entre 1 y 2 mm de apertura, las cuales están rellenas de cuarzo con textura en peine o diente de perro.

Muestra 49 (38°35'53''S – 65°11'46''O)

Nombre: Fenodacita	Textura: Hipocristalina
Composición Modal	Debido a que la muestra se encuentra fuertemente alterada, no fue posible calcular una composición modal, ya que los límites de los cristales no son reconocibles. Sin embargo, se reconocieron cristales de: cuarzo, feldespato, epidoto.
Descripción:	Los cristales de cuarzo son los únicos que no se encuentran totalmente alterados, por su parte, los feldespatos poseen alteración sericitica y los anfíboles sufrieron cloritización. Los epidotos son secundarios.
Observaciones:	Se podría considerar que esta muestra pertenece a una zona de alteración, posiblemente propilítica.

Muestra 75 (38°13'50,5''S – 64°59'4,6''O)

Nombre: Cuarcita	Textura: Granoblástica inequigranular
Composición Modal	80% Cuarzo, 20% Matriz félsica
Descripción:	<p>-Cristales de cuarzo hasta 0,2 mm, inequigranulares, subhedrales, con crecimiento secundario y extinción ondulosa.</p> <p>-La matriz félsica parece estar compuesta principalmente por cuarzo microcristalino</p>

Muestra 79 (38° 7'17,3''S – 64°58'55,6''O)

Nombre: cuarcita	Textura: Granoblástica inequigranular
Composición Modal	50% Cuarzo, 35% Matriz félsica, 15% Accesorios (epidoto y calcita)
Descripción:	<p>-Cristales cuarzo hasta 0,2 mm, son subhedrales a anhedrales, poseen crecimiento secundario y extinción ondulosa.</p> <p>-La matriz félsica parece estar compuesta principalmente por cuarzo microcristalino</p>

