

2016, Volumen 1, Número Especial: 149-168
“La Historia de la Geología en el Bicentenario de la Argentina”

Roberto Caminos (1931 - 1997) un geólogo regional con base petrológica: desde mega- a microescala

Eduardo J. Llambías¹, Carlos A. Cingolani¹ y Ana María Sato¹

¹Centro de Investigaciones Geológicas UNLP-CONICET.

E-mails: llambias@cig.museo.unlp.edu.ar; ccingola@cig.museo.unlp.edu.ar; sato@cig.museo.unlp.edu.ar



Roberto Caminos (1931-1997) un geólogo regional con base petrológica: desde mega- a microescala

Eduardo J. Llambías¹, Carlos A. Cingolani¹ y Ana M. Sato¹

¹Centro de Investigaciones Geológicas UNLP-CONICET.

E-mails: llambias@cig.museo.unlp.edu.ar; ccingola@cig.museo.unlp.edu.ar; sato@cig.museo.unlp.edu.ar

RESUMEN. Roberto Caminos (1931-1997), recibido en la Universidad de Buenos Aires, fue un notable geólogo regional. Su sólida base petrológica era apropiada para mapear terrenos ígneos y metamórficos. Relevó varias hojas geológicas, cuyo desarrollo comenzaban en el campo con lupa y finalizaban en el laboratorio con microscopio. Así combinaba escalas megascópicas con escalas meso- a microscópicas, método que le dio versatilidad en el mapeo de unidades ígneas y metamórficas. Los trabajos de campo duraban varios meses y se recogía mucha información. Sus contribuciones más importantes fueron en Sierras Pampeanas, Precordillera de La Rioja, Cordillera Frontal, Bloque de San Rafael, Macizo Norpatagónico y Cordillera Fueguina. Subdividió las Sierras Pampeanas Noroccidentales en dos fajas, occidental y oriental. La occidental la distinguió por la abundancia de metamorfitas de origen calcáreo y rocas máficas y ultramáficas. La oriental, en cambio, la identificó por la presencia de batolitos graníticos y metamorfitas con protolitos areno-arcillosos. Estas dos fajas servirían posteriormente para explicar la colisión de Cuyania con Gondwana. En Cordillera Frontal reasignó las unidades carboníferas tempranas al Carbonífero Tardío-Pérmico y reconoció la fase orogénica San Rafael. Además, describió en detalle la fase Huárpica, y al hacerlo caracterizó la finalización de la estructuración de la Cordillera Frontal. En el Macizo Norpatagónico subdividió las rocas magmáticas pérmicas en un complejo plutónico y en otro plutono-volcánico, separados por una discordancia. En isla de los Estados describió el metamorfismo de la Formación Lemaire, mencionando por primera vez estilpnomelano, indicador de metamorfismo dinámico y equivalente a la facies de prehnita-pumpellita.

Palabras clave: *Roberto Caminos, Sierras Pampeanas, Cordillera Frontal, Macizo Norpatagónico, Cordillera Fueguina*

ABSTRACT. **Roberto Caminos (1931-1997) a regional geologist with petrological background: from mega- to microscale.** Graduated at Buenos Aires University, Roberto Caminos (1931-1997) was a distinguished regional geologist. The mapping of igneous and metamorphic terrains was based on his solid knowledge of petrology. He surveyed several geologic sheets, a work starting on the field with the use of a hand lens, and ending in the laboratory with the use of a microscope. This combination of mega- to meso- and microscopic scales gave him flexibility when mapping igneous and metamorphic rocks. Field surveys used to last several months and a lot of data were then gathered. His main contributions dealt with Sierras Pampeanas, Precordillera in La Rioja Province, Frontal Cordillera, San Rafael Block, North Patagonian Massif and Fuegian Andes. He divided the northwestern Sierras Pampeanas into two belts: (1) a western belt characterized by relative abundance of metamorphic rocks with calcareous origin and mafic to ultramafic rocks, and (2) an eastern belt

characterized by the presence of granitic batholiths and metamorphic rocks with siliciclastic origin. These differences would later be explained by the collision of the Cuyania terrane against Gondwana. In Frontal Cordillera, he chronostratigraphically reassigned the previous Lower Carboniferous units into the Late Carboniferous - Permian interval, and recognized the importance of the San Rafael orogenic phase. Moreover, he described the Huarpic phase in detail, and with this the final structures of the Gondwanide cycle in Frontal Cordillera. In the North Patagonian Massif he grouped the Permian magmatic rocks into a plutonic complex unconformably followed by a plutono-volcanic complex. In the Isla de los Estados he described the metamorphism affecting the Lemaire Formation, with the first mention of stilpnomelane, an indicator of dynamic metamorphism equivalent to prehnite-pumpellite facies.

Keywords: *Roberto Caminos, Sierras Pampeanas, Cordillera Frontal, Macizo Norpatagónico, Cordillera Fueguina*

Introducción

No resulta sencillo resumir la vida de Roberto Caminos porque además de haber sido un brillante geólogo regional, poseía una inmensa cultura humanística que afloraba en su conversación cotidiana. Podría decirse que era un sobreviviente tardío del enciclopedismo de Diderot y D'Alambert, que tanto influyó en el humanismo de la revolución francesa. Esta amplia formación cultural abrió su mente y contribuyó positivamente en su labor profesional. Lector empedernido, conocía la historia universal como pocos y entendía muchísimo de pintura. Su paseo favorito eran las librerías, de anticuarios y modernas. Su biblioteca contaba con numerosos ejemplares que incluían gran parte de la historia universal, la literatura y en especial la de la pintura. Tenía predilección por los versos de Martín Fierro, que solía recitar de memoria. Además, fue un refinado coleccionista de armas antiguas y después de su muerte su colección fue donada al Museo de Armas de la Nación (avenida Santa Fe 710, Buenos Aires).

Las virtudes familiares y humanas de Roberto Caminos fueron sintetizadas en dos notas necrológicas (Llambías, 1997; 1999) y por lo tanto no serán incluidas en esta referencia. Sin embargo, conviene recordar aquí la influencia positiva de su esposa, la Dra. Regina Levy, en su vida familiar y profesional. Regina es una distinguida paleontóloga, actualmente retirada, quien realizó su carrera en la ex-Dirección Nacional de Geología y Minería (actual Servicio Geológico Minero Argentino, SEGEMAR). Colaboró estrechamente con la labor de su esposo y fue un gran soporte para el desarrollo de su trabajo.

En este artículo solamente vamos a comentar los aportes más importantes de Caminos a la geología de nuestro país y trataremos de reflejar su pasión por la geología regional. Esta vocación por desentrañar los secretos geológicos de nuestras montañas fue la que le permitió soportar largas campañas en regiones inhóspitas.

Roberto Caminos fue un geólogo esencialmente regional. Pero a diferencia de otros geólogos regionalistas que le precedieron, su base petrológica era sólida y apropiada para el mapeo de terrenos ígneos y metamórficos. Su conocimiento geológico procedía del relevamiento de varias hojas geológicas y de los estudios petrográficos de las formaciones ígneas y metamórficas, realizados con lupa en el campo y microscopio en el laboratorio. De esta forma, combinaba escalas megascópicas con meso- y microscópicas. Como era costumbre en esa época, los trabajos de campo duraban varios meses. Para recorrer el terreno se empleaban mulas silleras y cargueras atendidas por un baqueano y un peón, quienes conocían muy bien la región, en especial todo lo referente al mantenimiento de los mulares: existencia de aguadas, mallines con buen pasto y pasos montañosos. Los baqueanos debían tener especial cuidado que en esos mallines no hubiese huecú –especie de coirón, *Festuca argentina*, parasitado por hongos– pasto muy dañino para los mulares. No se regresaba a la “civilización” hasta

no finalizar el trabajo porque el punto de partida solía quedar a más de un día de marcha. Para su tesis doctoral en el cordón del Plata (Cordillera Frontal) Caminos empleó tres veranos para completar el trabajo de campo. La logística de las expediciones la proporcionaba la ex-Dirección Nacional de Geología y Minería (actual SEGEMAR), donde Caminos desarrolló su carrera profesional.

Utilizaba la lupa diestramente y a través de ella obtenía muchísima información que le permitía en el terreno caracterizar las unidades ígneas y metamórficas y agruparlas de acuerdo con sus etapas de formación. Por la inaccesibilidad de los terrenos sabía que las definiciones estratigráficas y características más importantes de secuencias ígneas y metamórficas las debía tomar en el campo, porque era complicado y costoso regresar a los afloramientos. Luego, en el laboratorio, continuaba con el estudio de las secciones delgadas y propiedades químicas de las rocas ígneas.

Su principal interés radicaba en resolver la estratigrafía a nivel regional y era cauto con las correlaciones de larga distancia. Si bien durante la mayor parte de su carrera convivió con el desarrollo de la tectónica de placas, su obsesión era ordenar la estratigrafía para conocer la evolución geológica en el tiempo y en el espacio, tema que le absorbía la mayor parte del tiempo. La interpretación geotectónica la dejaba para más adelante, pero lamentablemente ese tiempo se acortó como consecuencia de un cáncer. Tanto es así que no pudo finalizar como Editor la tercera puesta al día de la Geología Argentina, finalmente publicada por SEGEMAR dos años después de su muerte (Caminos, 1999).

Roberto Caminos procedía de una tradicional familia de Santa Fe, radicada en Buenos Aires. Su padre, quien tenía el mismo nombre, fue un destacado periodista de la redacción del diario *Crítica*, fundado en 1913 por Natalio Botana. Luego del fallecimiento de su fundador en 1941 el diario continuó circulando pero cuando en 1945 se fundó el diario *Clarín* pasó a formar parte de su redacción, llegando a ser subdirector del mismo.

Si bien R. Caminos hijo pasó parte de su adolescencia en Buenos Aires, siempre estuvo relacionado con Santa Fe. Amaba el río Paraná, cuyo amplio valle alberga el típico paisaje de ríos de llanura, con meandros abandonados y extensos humedales. Por esto manejaba la canoa como un experto, especialmente a botador, y conocía la flora y fauna como si hubiera sido un especialista en el tema. A pesar que durante la mayor parte de su vida profesional deambuló por paisajes montañosos, en su intimidad prefería los humedales de Santa Fe. Eran su lugar favorito y cuando podía regresaba a ellos. Poseía una pequeña chacra poco al sur del arroyo Leyes (provincia de Santa Fe), cerca de los grandes bañados del río Paraná, donde disfrutaba enormemente, aún a pesar de sus inundaciones por las frecuentes crecientes del río Paraná. Tal era su identificación con el paisaje que se emocionaba con el murmullo del viento sobre la maciega o con el estridente grito del carao en la noche.

Antes de comenzar la universidad deambuló durante un par de años por el país, subsistiendo por su propio esfuerzo. Su espíritu aventurero y su insaciable curiosidad lo llevaron a conocer numerosos lugares. Cuando conoció la montaña y trató de comprenderla se dio cuenta que la carrera de geología le proporcionaría enormes oportunidades y satisfacciones. Además, apreciaba estar en contacto con la naturaleza. Y quienes lo hemos conocido estrechamente podemos afirmar que no se equivocó: disfrutaba muchísimo las tareas de campo y de gabinete y el razonamiento geológico, mayormente inductivo, le proporcionaba un placer inmenso.

Era una persona de finos modales, serena, educada, amable. Nunca lo vimos ofuscarse ni tampoco le conocimos accesos de ira. Nunca se enojaba y jamás decía malas palabras y cuando algo no salía bien o se interponía en el camino solía decir: "... *bueno, peor es mascar arena*".

Cursó sus estudios en el Departamento de Geología, UBA, entre 1955 y 1962 (Figs. 1 y 2), situado en esa época en Perú y Alsina, en la actual Manzana de las Luces. Sus profesores fueron Oscar Ruiz Huidobro, Edelmira Mórtola, Franco Pastore, Jorge Villar Fabre, Félix González Bonorino, Walter Stoll, Tomás Suero, Amílcar Herrera, Hildebranda Castellaro, Horacio Camacho, Juan Carlos

Turner, Jorge Polanski, entre otros. Se doctoró en la misma universidad en 1964 con el estudio del imponente Cordón del Plata, Mendoza.



Figura 1. Roberto Caminos cuando era estudiante, en 1959. Foto E. J. Llambías.



Figura 2. Viaje de estudios en las sierras de San Luis durante la primavera de 1959. En primer plano Roberto Caminos, en plano intermedio Pedro Ulbrich y atrás Nello Duranti. Foto E. J. Llambías.

Caminos comenzó a trabajar en 1957, cuando aún era estudiante, en la Dirección Nacional de Minería y Geología, como Petrógrafo y Ayudante Geólogo (1957-1961), ascendiendo sucesivamente a Jefe de la oficina de Petrología (1962-1964), Jefe del Departamento de Petrología y Mineralogía (1965-1972), Geólogo en el sector Geología Regional (1972-1976), Jefe del Departamento Cartas Geológicas (1976-1984) y Coordinador de Actividades Geológicas (1985-1993). En esta repartición tuvo activa participación en la confección de los mapas geológicos de la República Argentina, vigentes actualmente. Roberto Caminos y Pablo D. González son los autores de la excelente síntesis volcada en el mapa Geológico de República Argentina, escala 1:5.000.000. Caminos también participó activamente en la ejecución del Mapa Geológico de la República Argentina, escala 1:2.500.000, publicado en 1997 y en el Mapa Geológico de América del Sur, escala 1:5.000.000, publicado en 2000, cuando ya había fallecido.

Ejerció la docencia en las universidades de Buenos Aires y La Plata. En esta última universidad fue profesor Titular de Geología Estructural entre 1971 y 1975. En la Universidad de Buenos Aires comenzó su labor docente como Profesor Adjunto de Petrografía y Petrología (1970-1973) ascendiendo a Asociado (1974- 1979). En 1979 pasó a ser profesor Asociado en Geología Histórica y Regional (1979-1981) y fue Titular entre 1982-1995. Fue director del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires entre 1986 y 1990.

Dirigió diez tesis doctorales: M.A. Leguizamón (1973), M. Godeas (1983), A. Lizuain (1984), J. M. Cortés (1986), M. B. Remesal (1988), R. E. De Barrio (1989), F. M. Salani (1990), J. T. Jones (1992), C. J. Chernicoff (1994) y R. Giacosa (1995) y varios becarios e investigadores del CONICET.

Ocupó varios cargos en la Asociación Geológica Argentina entre 1969 y 1979. En 1974 fue vicepresidente y en el periodo 1975-1977 fue Presidente (Fig. 3). En el Consejo Superior Profesional de Geología fue Consejero Suplente (1971-1973) y Miembro del Tribunal de Ética (1982-1984).

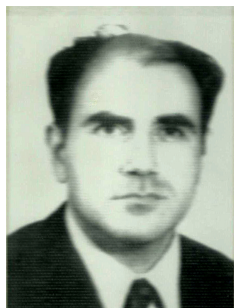


Figura 3: Caminos cuando fue presidente de la Asociación Geológica Argentina (1975-1977). Foto cedida por dicha asociación.

Caminos fue también miembro de comisiones asesoras de varias instituciones, jurado de tesis doctorales en diversas universidades del país y era requerido permanentemente en concursos de profesores de muy variadas materias. La Universidad Nacional de La Plata lo tenía entre los investigadores más versátiles porque podía ser jurado de Petrología, de Levantamiento, de Geología Argentina, Geología Histórica, etc.

Por su experiencia como geólogo regional fue invitado a participar con varios artículos en las dos síntesis sobre la Geología Regional Argentina publicadas en 1972 y en 1979-1980. Estas monumentales obras resumieron la geología de Argentina, cubriendo el extenso lapso desde la última síntesis escrita por Windhausen en 1931. En 1999 SEGEMAR publicó la actualización de la geología regional de Argentina y Caminos fue el editor de esta importante obra (Caminos, 1999), pero lamentablemente no logró verla.

Sus contribuciones más importantes fueron en las provincias geológicas de Sierras Pampeanas, Precordillera de La Rioja, Cordillera Frontal, Bloque de San Rafael, Macizo Norpatagónico y Cordillera Fueguina.

Sierras Pampeanas

Los estudiantes de Geología de la Universidad de Buenos Aires ingresados en 1955 tuvieron calificados profesores, entre ellos se encontraba Félix González Bonorino, quien había regresado de Estados Unidos en 1956. Como profesor del Departamento de Geología impartió en sus clases su experiencia petrológica adquirida en el exterior. González Bonorino tuvo gran influencia en la formación de Caminos y en sus compañeros de estudio, entre quienes se incluye uno de nosotros (E.L.), porque aplicaba sus avanzados conocimientos petrográficos a la geología regional. Lo singular de esta combinación era la de trabajar simultáneamente en diferentes escalas, desde amplias como las de un mapeo geológico básico (1:50.000 a 1:100.000) hasta mesoscópicas y microscópicas para el análisis de rocas ígneas y metamórficas. Esto permitió el avance en esa época del conocimiento geológico de Sierras Pampeanas y de otras provincias geológicas. González Bonorino conocía muy bien las Sierras Pampeanas del norte porque había levantado varias hojas geológicas en las provincias de Catamarca y Tucumán durante la década del 40 (González Bonorino, 1950a, b, 1951, 1972). Caminos, al principio como alumno y luego como colega y hasta amigo, aprovechó las enseñanzas de González Bonorino y las volcó en el levantamiento de varias hojas geológicas en Sierras Pampeanas en las décadas de 1960-1970 (Caminos 1976; Caminos 1979c). También dirigió una investigación sobre las metamorfitas de la quebrada de la Cébila, cuyos resultados fueron publicados por Espizúa & Caminos (1979). De esta manera, enriqueció su experiencia en el basamento cristalino y así pudo reconocer los detalles litológicos de los grandes batolitos y de las diversas series metamórficas (Caminos, 1973). La síntesis de la información recogida durante el minucioso mapeo de las hojas

geológicas la publicó en los dos simposios de geología regional de Argentina en 1972 y en 1979-1980 (Caminos, 1972c; 1979b).

En el Primer Simposio de Geología Regional Argentina (1972) Caminos distinguió un sector occidental para incluir parte de la sierra Valle Fértil (Fig. 4), Pié de Palo, Umango, Cuminchango y Toro Negro. En el Segundo Simposio de Geología Regional (1979) dividió a las Sierras Pampeanas Noroccidentales en dos fajas: faja occidental y faja oriental, sentando las bases modernas de esta extensa y compleja provincia geológica, sometida a varios procesos tectono-magmáticos sucesivos durante el largo periodo comprendido entre el Proterozoico y el Paleozoico. La faja occidental la distinguió por la abundancia de metamorfitas de alto grado: micacitas, gneises, anfibolitas y calizas cristalinas, con protolitos predominantemente carbonáticos y cal-silicáticos. La oriental, en cambio, la identificó por la presencia de cuerpos graníticos de dimensiones batolíticas y metamorfitas con protolitos predominantemente areno-arcillosos: pizarras, filitas, micacitas y cornubianitas. A ambas fajas les asignó edad proterozoica al correlacionarlas con las sierras de Salta y Jujuy donde las rocas cristalinas soportan en discordancia angular sedimentitas cámbricas y ordovícicas (Caminos, 1972c, p. 61). En la faja oriental Caminos, 1979b, p. 252), ya contando con edades radimétricas, admitió la existencia de cuerpos graníticos en el Paleozoico temprano, retomando las edades asumidas por Rasmus (1916) y Bonarelli & Pastore (1918) y en disidencia con González Bonorino (1950c), quien postulaba la edad precámbrica de todos los complejos metamórficos e ígneos.

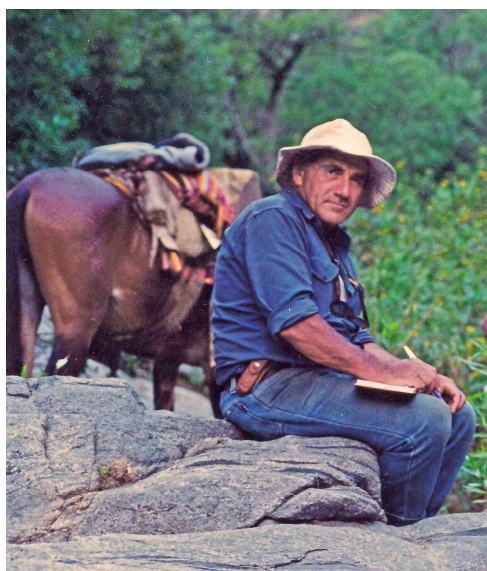


Figura 4. Roberto Caminos, tomando notas sobre la geología de la sierra Valle Fértil, enero de 1995. Foto Pablo D. González.

Al dividir las Sierras Pampeanas noroccidentales en dos fajas: occidental y oriental sentó las bases modernas de esta compleja provincia geológica, situada en el margen activo del continente Gondwana. Durante el Ordovícico se produjo la colisión del terreno de Cuyania (faja occidental) con el de terreno Pampia, perteneciente a la faja oriental (véase Ramos, 1999). El resultado fue el desarrollo de arcos magmáticos y diversas series metamórficas durante el Ordovícico (orógeno Famatiniano) que se adosaron al orógeno Pampeano cuya evolución había tenido lugar durante la transición Precámbrico-Cámbrico.

Cordillera Frontal

Los detallados mapeos en el Cordón del Plata y áreas adyacentes permitieron a Caminos sentar las bases modernas de la constitución geológica de la Cordillera Frontal y Precordillera en el norte de la provincia de Mendoza, generando una nueva estratigrafía y rejuveneciendo las unidades estratigráficas asignadas al Carbonífero Inferior por su director de tesis doctoral Dr. Jorge Polanski. Caminos (1965)

llevó las secuencias sedimentarias del cordón del Plata al Carbonífero más tardío, incluyendo a la Formación Loma de los Morteritos. Creó la Formación El Plata para describir la secuencia sedimentaria de 7.000 m de espesor aflorante en el cordón del Plata y consideró a esta nueva formación como la continuidad norte de la Formación Alto Tunuyán (Polanski, 1958), en el cordón del Portillo. Si bien Caminos no encontró fósiles específicos para determinar la edad de esta formación, la correlacionó con otras formaciones de la Precordillera y Cordillera Frontal cuyos fósiles marinos indicaban edad carbonífera tardía (Amos, 1964; Amos & Roller, 1965).

Caminos (1965) también describió la Formación Loma de los Morteritos y la correlacionó con la Formación El Plata, adjudicándoles una edad similar, aunque en ningún caso las formaciones muestran contactos mutuos. Estudios posteriores confirmaron la edad Carbonífero Tardío-Pérmico Temprano (Azcué *et al.*, 2000) de la Formación Loma de Los Morteritos. Esta unidad había sido creada por Polanski (1958), quien le asignaba edad Carbonífero Temprano y la separaba de las secuencias sedimentarias del Carbonífero Tardío por los “*movimientos Intercarbónicos o Mesovariscicos*”. Caminos, en contraposición con Polanski, no reconoció en el Cordón del Plata estos movimientos, quizás porque no había hallado sedimentitas del Carbonífero Temprano, aunque años más tarde en la Precordillera de La Rioja comprobó la existencia de esos movimientos porque identificó dos secuencias carboníferas separadas por una importante discordancia conocida como fase Río Blanco, ubicada en el tiempo a fines del Carbonífero Temprano.

Las edades atribuidas por Polanski (1958; 1964a, b) al Carbonífero Temprano a las unidades sedimentarias de la Cordillera Frontal de Mendoza y del Bloque de San Rafael, e incluso a parte de las secuencias volcánica-plutónicas neopaleozoicas, se pueden explicar por la formación europea de este experimentado geólogo. En efecto, J. Polanski fue uno de los últimos geólogos europeos, todos ellos brillantes, quienes se incorporaron a la ex Dirección Nacional de Geología y Minería en la primera mitad del siglo veinte. Polanski emigró de Europa en 1947, junto con otras personas, por la inestabilidad política después de la segunda guerra mundial. Durante su experiencia como geólogo en Europa la orogenia variscica o hercínica estaba de moda debido a los estudios realizados en la cordillera Cantábrica, Pirineos y Los Balcanes, con edades carboníferas dominantes.

La orogenia variscica, también conocida como hercínica, es una denominación europea. Se extiende desde la transición Devónico-Carbonífero hasta el Pérmico. Las localidades más características de esta orogenia se encuentran a lo largo de una faja este-oeste que abarca desde la península Ibérica hasta los Balcanes. Actualmente no se emplea en Sudamérica.

Es importante destacar la descripción de Caminos (1965) dentro de la Formación El Plata de una “*Faja dinamometamorfizada*” de 880 m de espesor, intercalada entre los miembros inferior y superior, con filitas inyectadas, similares a las del basamento. En las síntesis de la Cordillera Frontal de los dos Simposios de Geología Regional Argentina (Caminos, 1972b, p. 319 y Caminos, 1979a, p. 412) menciona esta faja con menor énfasis: “*El miembro medio.....es una serie homogénea, monótona.....interrumpida sólo por algunas fajas dinamometamorfizadas en que las grauvacas se tornan medianamente esquistosas*”. Mucho después Heredia *et al.* (2012) agruparon a rocas similares como Estratos de Vallecitos y las separaron de la Formación El Plata, asignándoles una posible edad devónica. Caminos (1965) había concluido que esta faja dinamometamorfizada era parte de la Formación El Plata porque había observado que el contacto inferior era gradual, aunque el superior “*es más brusco, ... probablemente tectónico*”. Estudios más detallados podrían resolver esta diferencia, ya que no se puede descartar que la faja con dinamometamorfismo se haya originado por la tectónica compresiva que afectó a la Formación El Plata (ver perfiles en Caminos 1965, p. 392). A tal efecto, Caminos (1965, p. 387) describió: “*Las subgrauvacas carbónicas de la Formación El Plata presentan deformaciones internas asimilables a las producidas por el metamorfismo dinámico que se localizan en fajas paralelas al rumbo de los bancos...*”. Luego continúa: “*Estas rocas adquieren esquistosidad y brillo satinado ...similar al de las filitas del Complejo Metamórfico, siendo preciso un análisis*

cuidadoso... para no confundir unas con otras e interpretar a las rocas carbónicas dinamometamorfizadas con jirones de basamento enclavados tectónicamente”.

Nos preguntamos si Heredia *et al.* (2012) cuando crearon los Estratos de Vallecitos tuvieron en cuenta las observaciones de Caminos. De confirmarse la existencia de los Estratos de Vallecitos y según sea su edad, podría convalidarse la existencia en el cordón del Plata de una fase diastrófica en el límite Devónico-Carbonífero (Fase Chánica) o de una fase intracarbonífera, como la fase diastrófica Río Blanco (Caminos & Azcuy 1996), que podría ser equivalente a los movimientos intercarbónicos o mesovariscicos de Polanski (Caminos *et al.*, 1993). Si bien esta fase aún no se ha descrito en el Cordón del Plata, Caminos *et al.* (1990); Fauqué & Limarino (1991); Caminos & Azcuy (1996) y Fauqué *et al.* (1999) hallaron evidencias de la fase intracarbonífera en la Precordillera (San Juan y La Rioja) donde la Formación Jagüel (Carbonífero Inferior) no muestra discordancia con la Formación La Punilla (Devónico Superior) pero sí con las formaciones del Carbonífero Superior. Asimismo, dichos autores habían reconocido al norte del Cordón del Plata la fase Río Blanco en varios sectores de las cuencas de Río Blanco y Calingasta-Uspallata. Caminos no había logrado comprender con claridad estas relaciones estratigráficas y en varias oportunidades había comentado su preocupación por la ausencia de la fase Chánica en el sector norte de la Precordillera y su deseo de volver a la zona para realizar estudios más detallados.



Figura 5. Fase orogénica San Rafael en el río Mendoza, cerca de Polvaredas ($32^{\circ}48'55''S$, $69^{\circ}41'02''O$), mirando al este. Lentes sedimentarias delgadas (Chs), lenticulares, correspondientes a la base del Grupo Choiyoi, cubiertas por mantos volcánicos (Chv), se apoyan (línea blanca cortada) en discordancia angular sobre sedimentitas del Carbonífero Superior-Permiano Inferior (C-P). La superficie erosiva San Rafael, que representa el plano de discordancia, está parcialmente dislocada por tectónica. Foto E. J. Llambías.

En el cordón del Plata Caminos (1965) creó la unidad estratigráfica Conglomerado del Río Blanco para referirse a una secuencia conglomerádica apoyada en discordancia angular sobre el Complejo metamórfico del basamento y la Formación Loma de los Morteritos y la asignó al Pérmico Inferior. En su descripción Caminos (1965) resalta el cambio estratigráfico inherente a esta unidad. A los efectos describe: “*El Conglomerado del Río Blanco y sus correlativos pueden interpretarse como las primeras acumulaciones continentales que siguieron a la elevación de las formaciones carbónicas marinas por el diastrofismo variscico...*”. Con esta frase Caminos comenzaba a pensar durante su tesis

doctoral en una fase diastrófica importante en la transición Carbonífero-Pérmico y se anticipaba a la creación de la fase orogénica San Rafael, al comienzo asignada al Pérmico Medio (Azcuy & Caminos 1988) pero luego al Pérmico Temprano (Caminos & Azcuy, 1996), de amplia distribución en la Cordillera Frontal, Precordillera y Bloque de San Rafael. El origen del nombre de esta fase orogénica se debe posiblemente a la publicación de Ramos & Ramos (1979) quienes recopilaron las edades radiométricas y con estos datos confeccionaron un diagrama de frecuencia *versus* tiempo. Estos autores hallaron en el Pérmico Medio un pico al cual denominaron Fase Magmática Sanrafaélica, coincidente con el pico de actividad de la provincia magmática Choiyoi. Es en la zona de tesis de Caminos, en el cordón del Plata, donde se encuentra la unidad más antigua (Conglomerado de Río Blanco) depositada sobre la superficie de erosión labrada durante la fase orogénica San Rafael en el Pérmico muy Temprano. Este conglomerado, fuertemente lenticular, puede correlacionarse con otros depósitos similares de la Cordillera Frontal de San Juan y Mendoza y del Bloque de San Rafael y en todos los casos se encuentran en el inicio de la actividad magmática Choiyoi. La amplitud regional de la fase orogénica San Rafael (Figs. 5, 6 y 7) y el desarrollo de una extensa paleosuperficie evidencia su importancia en la evolución tectónica y paleogeográfica del ciclo Gondwánico.

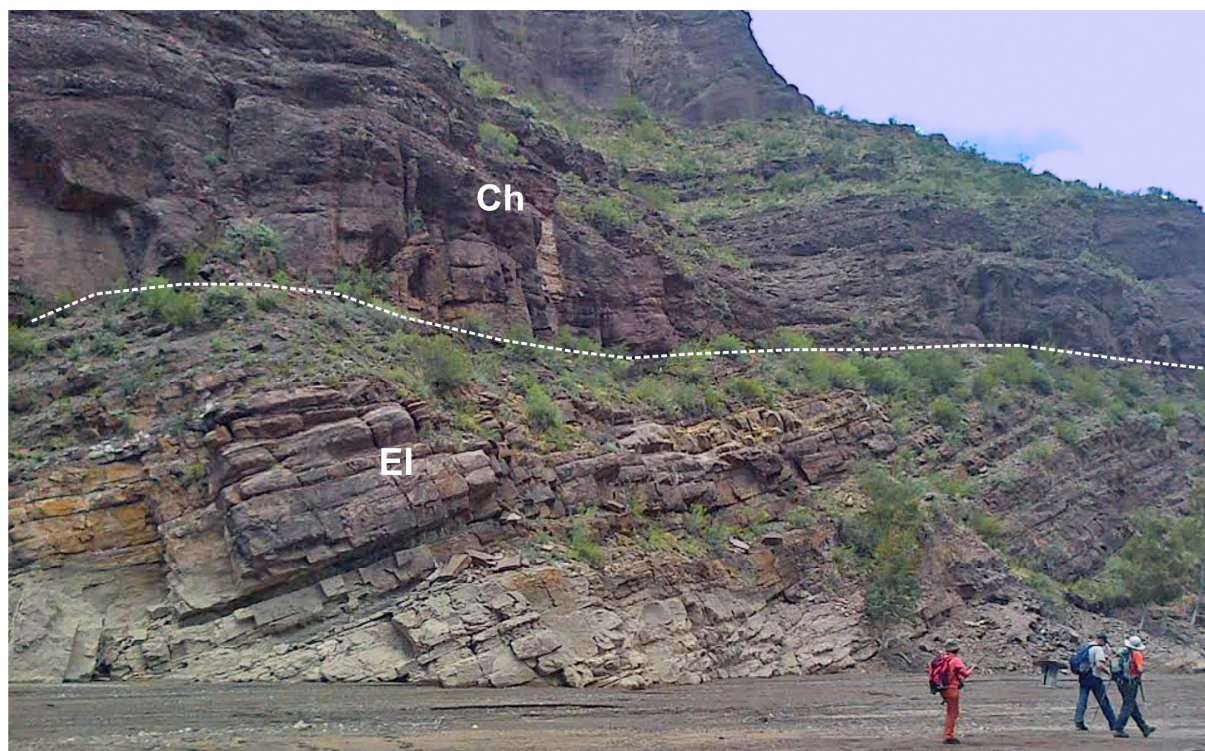


Figura 6. Fase orogénica San Rafael en el bloque de San Rafael. Grupo Choiyoi (Ch) apoyado en discordancia angular (línea blanca cortada) sobre sedimentitas de la Formación El Imperial (EI), tomada al oeste del embalse Los Reyunos, mirando al sur. Foto C. A. Cingolani.

De acuerdo con Caminos (1965) los conglomerados están compuestos principalmente por clastos de areniscas y lutitas carboníferas, filitas del basamento, cuarzo lechoso “y, *en mucha menor cantidad fragmentos aislados de andesitas y riolitas, por lo general muy alteradas, similares a las que componen la Asociación Volcánica Variscica sobrepuesta: no se observaron rodados de granito*”. Estas características se repiten en numerosas localidades de la Cordillera Frontal porque las lentes conglomerádicas depositadas sobre la superficie de erosión San Rafael siempre contienen fragmentos de vulcanitas como las descritas por Caminos. En nuestra opinión Caminos comprendió la importancia de la fase San Rafael durante la elaboración de su tesis doctoral y fue el primero en considerar que el ciclo magmático Choiyoi (ex Asociación Volcánica Variscica) habría comenzado con una delgada fase sedimentaria conglomerádica.



Figura 7. Discordancia San Rafael (línea blanca cortada), en la quebrada de Conconta, Cordillera Frontal de San Juan ($30^{\circ}08'49''S$, $69^{\circ}30'20''O$), mirando al oeste. Grupo Choiyoi (Ch), constituido por una base sedimentaria lenticular (Chs) que pasa hacia arriba a mantos de brechas volcánicas andesíticas e ignimbritas dacíticas (Chv), apoyándose sobre la superficie San Rafael (línea blanca cortada). La Formación Cerro Agua Negra (CAN), fuertemente plegada, está intruida por el Plutón Conconta (C), cuyos diques también intruyen la base de las volcánicas Choiyoi. Foto E. J. Llambías.

Roberto Caminos había comenzado a hacer la Hoja Aconcagua en escala 1:250.000 conjuntamente con Víctor Ramos, quien relevaría la parte de la Cordillera Principal. Caminos, en cambio, se dedicaría al sector de la Cordillera Frontal, teniendo en mente la discordancia San Rafael que se observa en todo el valle inferior del río Tupungato. Lamentablemente no pudo terminar su trabajo.

Otro aporte de Caminos para el conocimiento de la Cordillera Frontal de Mendoza fue la generalización de la fase diastrófica Huárpica (Triásico Medio a Tardío) –propuesta por Turner & Méndez (1975) para la Cordillera Oriental– al reconocerla y describirla en la Cordillera Frontal y en el Bloque de San Rafael (Caminos & Azcuy 1996). La importancia de esta fase es su relación con la apertura de los numerosos rifts que albergarán las cuencas sedimentarias triásicas, casi totalmente continentales en Argentina, con participación volcánica variable. La fase Huárpica, mayormente extensiva, marcaría la finalización de la estructuración de la Cordillera Frontal y del Bloque de San Rafael y la finalización del ciclo magmático Choiyoi. No obstante, en los rifts más antiguos las secciones inferiores del relleno contienen intercalaciones de rocas piroclásticas (primarias y redepositadas) correspondientes a las fases extrusivas tardías del volcanismo Choiyoi, que para esa época estaban en un lento proceso de extinción (Barrionuevo *et al.*, 2013; Sato *et al.*, 2015). Los bancos piroclásticos también coexisten con el magmatismo propio del rift, que a diferencia del volcanismo Choiyoi, ascendía desde cámaras magmáticas profundas, creando confusión en la interpretación del relleno volcánico de los rifts.

Caminos fue testigo de los enormes progresos metodológicos y geotectónicos que se producían en el ámbito de la geología. Conjuntamente con el desarrollo de nuevos equipos para datación absoluta radimétrica y del análisis paleomagnético nacieron nuevas interpretaciones de la tectónica a nivel planetario, como el de la tectónica de placas, que sustituyó a las teorías de la deriva continental y a la de los geosinclinales. El trabajo de Dessanti & Caminos (1967) se enmarca dentro este progreso y puede considerarse un hito en el conocimiento estratigráfico de la Cordillera Frontal de Mendoza por

la incorporación de nueve edades K-Ar. En esa época era el método más confiable para datar rocas ígneas. Las muestras fueron cuidadosamente seleccionadas en el campo después de un prolijo análisis de sus relaciones estratigráficas para que los resultados estuvieran respaldados por un buen control geológico. Por este motivo las edades de tres micacitas (esquistos biotíticos) del Cordón del Portillo (363 ± 18 ; $251\pm 12,5$ y 263 ± 13 Ma) fueron interpretadas por los autores como edades rejuvenecidas por el calor aportado por las intrusiones del Devónico y del Paleozoico tardío. No obstante, las edades más jóvenes obtenidas en los plutones Quebrada de Guevara y Cuchilla de las Minas (202 ± 10 ; 204 ± 10 y $231\pm 11,5$ Ma) fueron adjudicadas a una actividad plutónica de esa edad y no reconocieron un posible rejuvenecimiento. Si bien no hay nuevos datos de estos plutones, lo más probable es que correspondan a las últimas edades del ciclo Choiyoi cercanas a los 250 Ma, puesto que hasta ahora no se han datado plutones graníticos en el Triásico Medio a Tardío en la Cordillera Frontal de Mendoza.

En 1972 Caminos publicó el perfil geológico entre 28° y $28^\circ 30'S$ en el espacio de las Hojas Geológicas, escala 1:200.000, 14a Cerro El Potro y 14b Laguna Brava, La Rioja. Por la inaccesibilidad de esta región por su elevada altura, clima riguroso y en esa época por la ausencia de huellas de vehículo, había muy poca información y los datos aportados contribuyeron significativamente al conocimiento de esta apartada comarca. Lamentablemente por diversas razones Caminos no completó el relevamiento de esas hojas (Caminos, 1977), cuya importancia geológica reside en que en ellas es donde está la transición entre la Cordillera Frontal y la Puna, coincidente con la finalización del segmento de silencio volcánico neógeno, que se extiende desde el norte de Mendoza ($33^\circ 24'S$). Caminos (1972d, p. 73) describió tan acertadamente la transición de la Cordillera Frontal hacia la Puna por lo cual se justifica repetir aquí: “...la Cordillera Frontal, aunque contiene aún los dos elementos geológicos que le son más característicos —las formaciones sedimentarias carbónicas y el batolito variscico— no aparece como una faja montañosa bien definida sino como una altiplanicie de relieve irregular cuya altura media es de unos 4000 metros y cuyo ancho varía entre 70 y 80 km”. En esta publicación aportó cuatro edades K/Ar neopaleozoicas, que para esa época era un significativo avance en la estratigrafía de las rocas ígneas del Pérmico.

Macizo Norpatagónico

Como geólogo de la ex Dirección Nacional de Geología y Minería, Caminos completó en la década del 80 el relevamiento de las Hojas Geológicas 39 g, Cerro Tapiluke y 39 h, Chipauquil en escala 1:200.000, del sector norte del Macizo Norpatagónico (Caminos, 1983), publicadas más tarde en la Hoja Valcheta, escala 1:250.000 (Caminos, 2001). Allí dirigió la tesis doctoral de Jorge Chernicoff para dilucidar la historia geológica del basamento cristalino del sector nororiental del Macizo de Somuncurá. Caminos (1983, en Caminos & Llambías, 1984) definió las dos unidades que componen el basamento y las denominó Complejo Yaminué y Formación Nahuel Niyeu. La primera unidad es un conjunto de metamorfitas de grado medio (gneises, mármoles, esquistos anfibólicos) y granitoides foliados (granodioritas y pequeños cuerpos ácidos como pegmatitas y aptitas), que según Caminos (1983, en Caminos & Llambías, 1984) se intruyeron durante una etapa tardía de plegamiento dentro de la evolución del Complejo Yaminué. La otra unidad metamórfica es de menor grado y está compuesta por grauvacas, limolitas, lutitas pizarreñas y filitas. El contacto entre ambas unidades es tectónico y fue descrito por Caminos (1983, en Caminos & Llambías, 1984) como un contacto tectónico evidenciado por una zona de milonitización y fracturación de rumbo $N40^\circ E$. Posteriormente Chernicoff & Caminos (1996a, b) interpretaron que era un sobrecorrimiento en el cual el Complejo Yaminué cabalga sobre la Formación Nahuel Niyeu.

La edad de la estructuración mencionada fue estimada por Chernicoff & Caminos (1996b) como correspondiente a la transición Devónico-Carbonífero, con posterioridad a la depositación de la Formación Sierra Grande, y fue correlacionada con la fase Chánica.

La descripción de este sobrecorrimiento fue una novedad en la historia del basamento cristalino del sector nororiental del Macizo Norpatagónico. Posteriormente el mismo fue confirmado y ampliado por von Gosen (2003) quien también le asignó edad neopaleozoica, probablemente pérmica.

Ambas unidades metamórficas fueron asignadas al Proterozoico Superior por Caminos *et al.* (1994, p.1304) quienes estimaron que la Formación Nahuel Niyeu era más joven que el Complejo Yaminué y la describieron como resultado de un segundo episodio de deformación: “... *La comparación de las historias tectónico-metamórficas de los terrenos de bajo y alto grado metamórfico sugiere que el Complejo Yaminué representa un nivel estructural más profundo y más antiguo, que se comportó rígidamente durante el plegamiento de la Formación Nahuel Niyeu, unidad más joven correspondiente a un nivel estructural superior*”. Posteriormente, Basei *et al.* (2002); Rapalini *et al.* (2013) y Pankhurst *et al.* (2014) obtuvieron edades del Complejo Yaminué entre 529 y 249 Ma, evidenciando que está formado por distintas unidades que aún necesitan ser debidamente identificadas y mapeadas. Edades máximas de sedimentación de la Fm. Nahuel Niyeu (515-507 Ma) obtenidas sobre la base de circones detriticos analizados por Pankhurst *et al.* (2006) y Rapalini *et al.* (2013) sugieren edades más jóvenes que la Granodiorita Tardugno (529,5±4 Ma) comprobando la edad relativa asumida por Caminos *et al.* (1994) pero en el Paleozoico temprano en vez del Precámbrico Tardío.

Sobre la base del minucioso estudio de los granitoides del sector nororiental del Macizo Norpatagónico, Caminos logró armar una estratigrafía preliminar de las rocas ígneas de este sector del Macizo Norpatagónico. Su preocupación era comparar con otras áreas del sector norte del macizo para comprender la distribución regional y las relaciones entre pulsos magmáticos y tectónicos. Para ese entonces se habían acumulados numerosas edades K-Ar y Rb-Sr de rocas ígneas pre-cretácicas distribuidas a lo largo del sector norte del macizo y en un diagrama frecuencia-tiempo mostraban un pico en el Paleozoico tardío (véase Ramos & Ramos, 1979). Sin embargo, se desconocía el significado geológico del mismo. A raíz de esta incertidumbre, Caminos propuso a uno de nosotros (E. Ll.) elegir dos áreas para levantar mapas de detalle con el objeto de establecer la secuencia eruptiva relativa y tratar de identificar la existencia de uno o más ciclos ígneos. A fin de hallar dos zonas representativas se recorrió el sector norte del macizo y se seleccionaron dos áreas: una de ellas fue la de los arroyos Yaminué-Treneta y por encontrarse en la región que Caminos estaba relevando, se encargó él de llevar a cabo el mapeo detallado. A E.J. Llambías le tocó el bloque de La Esperanza situado en la Hoja Geológica Los Menucos, cuyos afloramientos yacen al descubierto por carecer de la cobertura triásica del Grupo Los Menucos. Estas dos áreas se encuentran a 130 km de distancia, lo cual es apropiado para comprender la amplitud regional de los procesos ígneos.

Después de 15 días de arduo trabajo se reunieron en La Esperanza y cotejaron los resultados. Coincidieron en la estratigrafía general y ambos habían agrupado las unidades ígneas en dos complejos. El más antiguo está compuesto por plutonitas mesosilíceas y el más joven, más silíceo, por vulcanitas, enjambres de diques riolíticos y plutones graníticos subvolcánicos. Caminos denominó al primero Complejo plutónico Navarrete (Pérmico), compuesto por granodioritas, tonalitas y granitos con megacristales y al segundo Complejo plutono-volcánico Treneta (Pérmico Tardío a Triásico Temprano), compuesto por ignimbritas dacíticas y riolíticas, leucogranitos, pórfidos graníticos y riolíticos (véase revisión en Llambías *et al.*, 1984). Entre ambos complejos se reconoció una superficie de erosión elaborada sobre las plutonitas del complejo inferior (Fig. 8). Esta discordancia, aun no observada regionalmente en la Cordillera Frontal y en el Bloque de San Rafael, marca el comienzo de la actividad predominantemente silícea en la provincia magmática Choiyoi y permite subdividir a esta provincia en una sección inferior y una sección superior, conocidas informalmente como Choiyoi inferior y Choiyoi superior (Coira & Koukharsky, 1976; Llambías *et al.*, 1993). Al principio no se conocía la edad de ambos complejos, aunque se lo había acotado entre la Formación Marifil (Jurásico Inferior) y las rocas ígneas deformadas y metamórficas del basamento. Al principio ambos complejos fueron asignados al Carbonífero Temprano por dataciones Rb-Sr (Caminos *et al.*, 1988) pero luego,

con métodos más precisos, se determinaron edades pérmico y triásico temprano por nuevas dataciones Rb-Sr y U-Pb en circones (Pankhurst *et al.*, 1992; 1993; 2006). La unidad intrusiva más antigua del Complejo Navarrete es la Granodiorita Navarrete, cuya edad U-Pb en circón dio 281 ± 3 Ma (Pankhurst *et al.*, 2006), es comparable con las rocas más antiguas de la provincia Choiyoi (Rocha Campos *et al.*, 2011; Sato *et al.*, 2015).

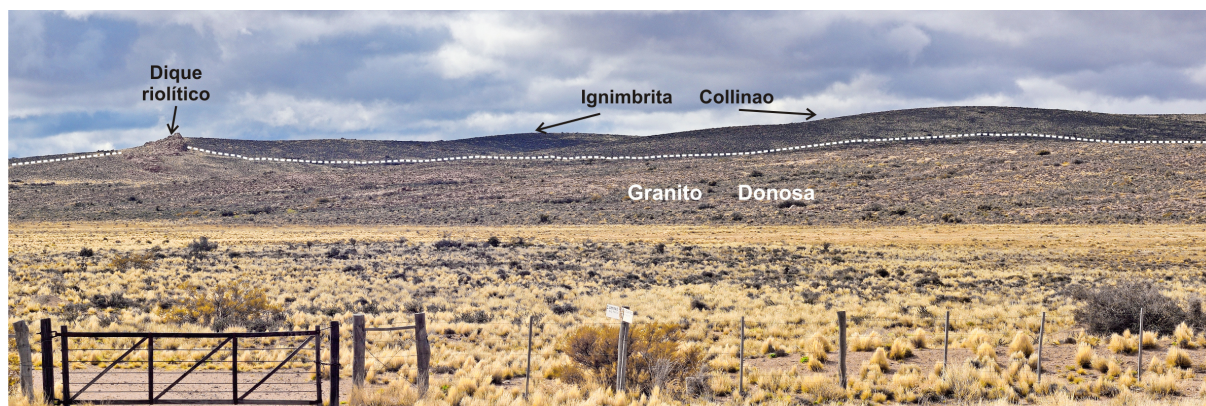


Figura 8. Discordancia (línea blanca cortada) entre el Complejo plutónico volcánico Dos Lomas y el Complejo plutónico La Esperanza ($40^{\circ}23'03''S$, $68^{\circ}27'33''O$) mirando al este, similar a la observada por Caminos entre el Complejo plutónico Navarrete y el Complejo plutono-volcánico Treneta. Las ignimbritas dacíticas Collinao del complejo Dos Lomas se apoyan sobre un plutón del Granito Donosa y en otro lugar, fuera de la fotografía, sobre Granodiorita Prieto, ambos del Complejo La Esperanza. Esto significa que ambas plutonitas se habían exhumado con anterioridad al volcanismo explosivo del complejo Dos Lomas. El dique riolítico corta todas las unidades, incluso a Ignimbrita Collinao. Foto E. J. Llambías.

Basamento metamórfico del Bloque de San Rafael

En la síntesis sobre el basamento metamórfico de la provincia de Mendoza, Caminos (1993) comparte la edad proterozoica de la Formación Cerro La Ventana en el Bloque de San Rafael sostenida por Rolleri & Fernández Garrasino (1979) y Criado Roque (1979). Entre los argumentos para asignar esta edad menciona la similitud litológica con el basamento de las Sierras Pampeanas occidentales, expresando: “*Estas opiniones, que el presente autor comparte, nos llevan a pensar que las metamorfitas del borde oriental del Bloque de San Rafael y del subsuelo de las Subcuencas de Cacheuta y Alvear son elementos Precámbricos pertenecientes a las Sierras Pampeanas occidentales*”. La edad mesoproterozoica de la Formación Cerro La Ventana fue posteriormente comprobada por Cingolani & Varela (1999). De esta manera Caminos se anticipaba a la prolongación hacia el sur del terreno Cuyania posteriormente propuesto por varios autores.

Precordillera de La Rioja

En la Precordillera de La Rioja Caminos (Fig. 9) efectuó diversos estudios, incluida la elaboración de Hojas Geológicas de la región para SEGEMAR (Hojas 14b Sierra Brava y 2969-Tinogasta (Fauqué & Caminos, 2004). Es de destacar la labor realizada por Caminos y colaboradores sobre la sierra La Punilla (Caminos *et al.*, 1993), donde con nuevas observaciones y mapeos detallados confirmó que en gran parte la Formación La Punilla contenía un registro sedimentario desde el Devónico Tardío al Carbonífero Temprano, sin ninguna discontinuidad y documentada por la presencia de numerosos restos vegetales (Cingolani *et al.*, 1990). Se le superponen a esta unidad en discordancia angular los depósitos sedimentarios del Carbonífero Tardío con delgadas lentes de lumachelas que permiten conocer su edad. Definió la estructura ‘gondwánica’ de la región con un arqueamiento producto de la cuña de basamento cristalino adyacente a la sierra La Punilla, con plegamiento producto de un evento diastrófico intracarbonífero, denominado ‘fase Río Blanco’ (Caminos *et al.*, 1990). Luego analizó el

fallamiento longitudinal reactivado durante los movimientos andinos y el plegamiento de las unidades del Neocarbonífero, atribuido a la fase San Rafael del Pérmico Temprano.



Figura 9. Roberto Caminos, parado a la derecha, Eduardo Morel a la izquierda y Carlos Cingolani, sentado, en el campamento matutino durante una de las campañas a la sierra La Punilla (Provincia de La Rioja) realizada en diciembre de 1989. A la izquierda el baqueano Don Marcial Pérez y su tropilla. Foto Carlos Cingolani.

Isla de los Estados, extremo oriental de Cordillera Fueguina, y Antártida

Esporádicamente Caminos realizó levantamientos geológicos en otras provincias geológicas, pero a diferencia de las mencionadas en los párrafos anteriores no fueron visitadas repetitivamente. Cordillera Fueguina y Antártida son ejemplos de ello.

El relevamiento de la Isla de los Estados, que corresponde al extremo oriental de la Cordillera Fueguina, lo llevó a cabo en el marco de un convenio de cooperación científica entre la Dirección Nacional de Geología y Minería y la National Science Foundation impulsado por la Comisión Internacional de Geodinámica con el objeto de estudiar el Arco de Scotia. El trabajo de campo, efectuado conjuntamente con Francisco Nullo, demandó 40 días en la isla, carente de población y con un clima hostil que dificultaba el desembarco en la costa sur. La constitución geológica de esta isla está conformada por metavulcanitas silíceas de la Formación Lemaire con escasa proporción de sedimentitas de la Formación Beauvoir, dispuestas en un gran sinclinal volcado (Dalziel *et al.*, 1974, Caminos & Nullo, 1979). El metamorfismo dinámico fue claramente expuesto por Caminos (1979d) al describir por primera vez estilpnomelano, indicador de la facies prehnita-pumpellita. El buen desarrollo de clivajes de transposición y de fractura fue atribuido por Caminos (1979d) a factores mecánicos y químicos que actuaron simultáneamente. En este análisis Caminos (1980, p. 1480) intuyó aspectos importantes de la reología porque comenta: “...*el mayor grado de deformación y esfuerzo de cizalla fue absorbido (sic) por la matriz de las tobas y areniscas tobáceas, mientras los fenocristales flotaban libremente en una envoltura semiplástica...*”. En este párrafo enfatiza el reparto de la deformación en una roca heterogénea, criterio actualmente utilizado en los procesos de deformación.

Aquí se evidencia la excelente formación de Caminos y el éxito de levantar mapas geológicos con el apoyo de la lupa y el microscopio, como se ha explicado anteriormente.

La Cordillera Fueguina también fue visitada por Caminos, conjuntamente con otros colegas del SEGEMAR (Caminos, 1980, Caminos *et al.*, 1981) por lo cual adquirió una vasta experiencia en este sector de la cordillera de los Andes, con rumbo E-O. Así, pudo reconocer la extensa distribución de las metavulcanitas de la Formación Lemaire y su metamorfismo dinámico. Caminos *et al.* (1981) resaltaron el carácter turbidítico de la Formación Yahgan y reconocieron la presencia de un metamorfismo dinámico leve de “*distribución no homogénea*” comparable con el de la Formación Lemaire.

La visita a la Antártida la hizo al principio de su carrera profesional durante la campaña antártica al comienzo de la década del 60. Los resultados fueron publicados por Caminos *et al.* (1973) y la síntesis de los mismos fue publicada en los dos simposios de Geología Regional de Argentina Caminos (1972a) y Caminos & Massabie (1980).

Corolario

Roberto Caminos fue un apasionado de la geología regional. Recorrió y mapeó amplias regiones en Sierras Pampeanas, Cordillera Frontal, Precordillera de La Rioja, Macizo Norpatagónico y Cordillera Fueguina.

Dividió a las Sierras Pampeanas en orientales y occidentales, anticipando la división en diferentes terrenos. Se basó en el diferente grado metamórfico y en la composición de las suites ígneas.

En la Cordillera Frontal rejuveneció las formaciones sedimentarias pasándolas del Carbonífero Inferior al Carbonífero Superior y Pérmico. Asimismo, en la década del 60 reconoció la importancia de la fase orogénica San Rafael, responsable de la separación de las unidades magmáticas pérmicas de las sedimentarias neocarboníferas, resultando en un cambio paleogeográfico importante. Reconoció la fase diastrófica Huárpica en la Cordillera Frontal de Mendoza y San Juan.

En la Precordillera de La Rioja reconoció los movimientos intracarboníferos, y quedó sorprendido por la posible ausencia de fase Chánica, que por falta de tiempo no pudo resolver. En varias ocasiones nos manifestó sus dudas y su deseo de volver al terreno para estudiar con mayor detalle esta situación.

En el Macizo Norpatagónico nororiental definió las dos unidades metamórficas que integran el basamento cristalino y estableció la secuencia de los ciclos ígneos neopaleozoicos, extendiéndolos hasta el Triásico Temprano. Las edades carboníferas sugeridas al comienzo de la investigación fueron llevadas al Pérmico y Triásico Temprano.

En Isla de los Estados, extremo oriental de la Cordillera Fueguina y en la isla de Tierra del Fuego, caracterizó a la Formación Lemaire del Jurásico como una unidad dinamometamórfica de baja temperatura y escala regional. En la Cordillera Fueguina interpretó las sedimentitas de la Fm. Yahgan como una secuencia turbidítica y reconoció en ella un débil metamorfismo dinámico con distribución no homogénea.

Agradecimientos.

Agradecemos los comentarios sobre Roberto Caminos aportados por Jorge Chernicoff, Luis Fauqué y Pablo González. También agradecemos la detallada revisión del manuscrito por Víctor Ramos y Alberto Riccardi, cuyas sugerencias contribuyeron a mejorar el presente artículo.

Bibliografía

- Amos, A.J. 1964. A review of the marine Carboniferous stratigraphy of Argentina. *International Geologic Congress*, Nueva Delhi, India, 9: 53-72.
- Amos, A.J. & Rolleri, E. D. 1965. El Carbónico marino en el valle de Calingasta-Uspallata. *Boletín de Informaciones Petrolíferas* 368: 50-72, Buenos Aires.
- Azcuy, C.L. & Caminos R. 1988. Características paleogeográficas y diastóricas de algunas cuencas paleozoicas de América del Sur: una reseña. *Sociedad Geológica de Perú, Boletín* 78: 203-224, Lima.
- Azcuy, C.L., Carrizo, H.A. y Caminos, R. 2000. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. En: Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 261-318. Buenos Aires.
- Barrionuevo, M., Arnosio, M. & Llambías, E.J. 2013. Nuevos datos geocronológicos en subsuelo y afloramientos del Grupo Choiyoi en el oeste de La Pampa: implicancias estratigráficas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70(1): 31-39.
- Basei, M.A.S., Varela, R., Sato, A.M., Siga Jr., O. & Llambías, E.J. 2002. Geocronología sobre rocas del Complejo Yaminué, Macizo Norpatagónico, Río Negro, Argentina. *Actas XV Congreso Geológico Argentino* 3: 117-122.
- Bonarelli, G. & Pastore, F. 1918. Bosquejo geológico de la provincia de Tucumán. Primera Reunión Nacional Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, *Physis*: 24-76, Buenos Aires.
- Caminos, R. 1965. Geología de la vertiente oriental del Cordón del Plata, Cordillera Frontal de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(3): 351-392.
- Caminos, R. 1976. Mapa Geológico de la Hoja 19f, Olta, provincia de La Rioja. Servicio Geológico Minero Argentino (inédito), Buenos Aires.
- Caminos, R. 1972a. Antártida Argentina. En: Leanza, A.F. (ed.) *Geología Regional Argentina*, pp. 771-796. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Caminos, R. 1972b. Cordillera Frontal. En: Leanza, A.F. (ed.) *Geología Regional Argentina*, pp. 305-343. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Caminos, R. 1972c. Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. En: Leanza, A.F. (ed.) *Geología Regional Argentina*, pp. 41-79. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Caminos, R. 1972d. Perfil geológico de la Cordillera entre los 28°00' y 28°30' de latitud sur, provincia de La Rioja, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 27(1): 71-83.
- Caminos, R. 1973. Some granites, gneisses and metamorphic related rocks of Argentina. *Geological Society South Africa, Special Publication* 3: 333-338.
- Caminos, R. 1976. Descripción Geológica de la Hoja 19f, Olta, provincia de la Rioja (mapa). Servicio Geológico Nacional (inédito), Buenos Aires.
- Caminos, R. 1977. Mapas geológicos de las Hojas 14a, Cerro El Potro y 14b, Laguna Brava, provincias de La Rioja y San Juan. Servicio Geológico Minero Argentino (inédito), Buenos Aires.
- Caminos, R. 1979a. Cordillera Frontal. En Turner, J.C.M. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Tomo 1 pp. 397-453. *Academia Nacional de Ciencias* 1: 397-453, Córdoba.
- Caminos, R. 1979b. Sierras Pampeanas Noroccidentales Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. En Turner, J.C.M. (ed.) *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Tomo 1, pp. 225-291. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

- Caminos, R. 1979c. Descripción Geológica de las Hojas 21f Sierra de las Minas y 21g Ulapes, provincias de la Rioja, San Juan y Córdoba. *Servicio Geológico Nacional Boletín* 172: 1-56, Buenos Aires.
- Caminos, R. 1979d. Tobas y pórfidos dinamometamorfizados de la Isla de los Estados, Tierra del Fuego. *Actas VI Congreso Geológico Argentino* 2: 9-23.
- Caminos, R. 1980. Cordillera Fueguina. En Turner, J.C.M. (ed.) *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Tomo 2 pp. 1463-1501. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Caminos, R. 1983. Descripción Geológica de las Hojas 39g, Cerro Tapiluke, y 39h, Chipauquil, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional (inédito), Buenos Aires.
- Caminos, R. 1993. El basamento metamórfico Proterozoico-Paleozoico Inferior. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Geología y Recursos Naturales de Mendoza, Ramos V. A., (ed.) *Relatorio* 1(2): 11-19.
- Caminos, R. (editor) 1999. Geología Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales* 29. Buenos Aires.
- Caminos, R. 2001. Hoja Geológica 4166-1 Valcheta, provincia de Río Negro. Instituto de geología y Recursos Minerales, *Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín* 310, 71 p., Buenos Aires.
- Caminos, R. & Nullo, F. 1979. Descripción Geológica de la Hoja 67 e, Isla de los Estados. *Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Boletín* 175, 52 p. Buenos Aires.
- Caminos, R. & Massabie, A. 1980. Antártida Argentina e Islas del Atlántico Sur. En Turner, J.C.M. (ed.) *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias* 2: 1529-1575, Córdoba.
- Caminos, R. & Llambías, E.J. 1984. Basamento Cristalino. *IX Congreso Geológico Argentino, Relatorio*, I (2): 37-63.
- Caminos, R. & Azcuy, C. L. 1996. Fases diastróficas neopaleozoicas. En *El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*, Archangelsky, S. (editor responsable) Academia Nacional de Ciencias: 255-265, Córdoba.
- Caminos, R., Marchese, H., Massabie, A., Morelli, J., Rinaldi, C. & Spikerman, J. 1973. Geología del sector noroccidental de la península Hurd, isla Livingston Shetland del Sur, Antártida Argentina. *Contribución del Instituto Antártico Argentino* 162.
- Caminos, R., Haller, M. J., Lapido, O., Lizuain, A., Page, R. & Ramos, V. 1981. Reconocimiento geológico de los Andes Fueguinos. Territorio Nacional de Tierra del Fuego. *Actas VIII Congreso Geológico Argentino* 3:759-786.
- Caminos, R., Llambías, E. J., Rapela, C. W. & Parica, C. A. 1988. Late Paleozoic-Early Triassic magmatism of Argentina and the significance of Rb-Sr ages from northern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 1(2): 137-145.
- Caminos, R., Fauqué, L. & Limarino, C. 1990. Las fases diastróficas intracarboníferas de la Precordillera y su correlación regional. Proyecto 211 Paleozoico Superior de Sudamérica. *Annual Meeting Work Group Abstracts*: 132-146, Buenos Aires.
- Caminos, R., Llambías, E.J., Rapela, C.W. & Parica, C.A. 1988. Late Paleozoic-Early Triassic magmatism of Argentina and the significance of Rb-Sr ages from northern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 1(2): 137-145.
- Caminos, R., Fauqué, L., Cingolani, C., Varela, R., & Morel, E. 1993. Estratigrafía y estructura del devónico-carbonífero en el sector septentrional de la sierra de La Punilla, Precordillera de La Rioja y San Juan. *Actas XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de exploración de Hidrocarburos* 2: 31-41.
- Caminos, R., Chernicoff, C. J. & Varela, R. 1994. Evolución tectónica-metamórfica y edad del Complejo Yaminué, basamento preandino norpatagónico, República Argentina. *Actas VII Congreso Geológico Chileno* 2: 1301-1305, Santiago.

- Chernicoff, C. J. & Caminos, R. 1996a. Estructura y metamorfismo del Complejo Yaminué, Macizo Norpatagónico oriental, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(2): 107-118.
- Chernicoff, C. J. & Caminos, R. 1996b. Estructura y relaciones estratigráficas de la Formación Nahuel Niyeu Macizo Norpatagónico oriental, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(3): 202-212.
- Cingolani, C.A. & Varela, R. 1999. The San Rafael Block, Mendoza (Argentina): Rb-Sr isotopic age of basement rocks. II South American Symposium on Isotope Geology, *Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Anales* 34: 23-26, Buenos Aires.
- Cingolani, C.A., Varela, R., Morel, E., Schauer, O.C. & Arrondo, O. 1990. Aportes bioestratigráficos en el Devónico-Carbonífero del sector septentrional de la Sierra de la Punilla, provincia de La Rioja. *Actas XI Congreso Geológico Argentino* 2: 207-210. San Juan.
- Coira, B. & Koukharsky, M. 1976. Efusividad tardío hercínica en el borde oriental de la Cordillera Frontal, zona arroyo Tigre, provincia de Mendoza, República Argentina. *Actas I Congreso Geológico Chileno* 2(F): 105-124, Santiago.
- Criado Roque, P. 1979. Subcuenca de Alvear (Provincia de Mendoza). En Turner, J.C.M. (ed.) *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias* 1: 837-869, Córdoba
- Dalziel, I.W.D., Caminos, R. Palmer, K.F., Nullo, F. & Casanova, R. 1974. South extremity of Andes: Geology of Isla de los Estados, Argentine Tierra del Fuego. *American Association Petroleum Geologists* 58: 2502-2512.
- Dessanti, R. N. & Caminos, R. 1967. Edades Potasio-Argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, provincia de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 22(2): 135-162.
- Espizúa, S.M. & Caminos, R. 1979. Las rocas metamórficas de la Formación La Cébila, sierra de Ambato, provincias de Catamarca y la Rioja. *Academia Nacional de Ciencias Boletín* 53: 125-142, Córdoba.
- Fauqué, L. E. & Limarino, C. O. 1991. El Carbonífero de Agua de Carlos (Precordillera de La Rioja), su importancia tectónica y paleoambiental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46(1-2): 103-114.
- Fauqué, L. E. & Caminos, R. 2004. Hoja Preliminar 2969-Tinogasta. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Buenos Aires.
- Fauqué, L.E., Limarino, O., Cingolani, C. & Varela, R. 1999. Los movimientos intracarboníferos en la Precordillera riojana. *Actas XIV Congreso Geológico Argentino* 1: 421-424, Salta.
- González Bonorino, F. 1950a. Geología y petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá). *Dirección General de Industria Minera Boletín* 70, 100 p., Buenos Aires
- González Bonorino, F. 1950b. Descripción Geológica de la Hoja 13e Villa Alberdi. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín* 74, Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1950c. Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 5: 81-110.
- González Bonorino, F. 1951. Descripción geológica de la Hoja 12c, Aconquija, Catamarca-Tucumán. *Dirección Nacional de Minería Boletín* 75, Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1972. Descripción Geológica de las Hoja 13c, Fiambalá. *Dirección Nacional de Geología y Minería Boletín* 127, 75 p., Buenos Aires.
- Heredia, N., Farias, P., García-Sansegundo, J & Giambiagi, L. 2012. The Basement of the Andean Frontal Cordillera in the Cordon Del Plata (Mendoza, Argentina): Geodynamic Evolution. *Andean Geology* 39 (2): 242-257.
- Llambías, E.J. 1997. Roberto Caminos (1931-1997). *Revista de la Asociación Geológica Argentina, Nota Necrológica*, 52(3): 410-414.

- Llambías, E.J. 1999. Dr. Roberto Caminos. En Geología Argentina, Caminos, R. (ed.) *Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales Anales* 29, 796 p., Buenos Aires.
- Llambías, E.J., Caminos, R. & Rapela, C.W. 1984. Las plutonitas y vulcanitas del ciclo eruptivo gondwánico. *IX Congreso Geológico Argentino, Relatorio*, I (4): 85-117.
- Llambías, E.J., Kleiman, L.E. & Salvarredi, J. 1993. El magmatismo gondwánico. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. En *Geología y Recursos Naturales de Mendoza* Ramos, V.A. (ed.), Relatorio I(6): 53-64.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W. Caminos, R. Llambías, E.J. & Parica, C. 1992. A revised age for the granites of the central Somuncura Batholith, North Patagonian Massif. *Journal of South American Earth Sciences* 5(3-4): 321-325.
- Pankhurst, R. J., R. Caminos & Rapela, C. W. 1993. Problemas geocronológicos de los granitoides gondwánicos de Nahuel Niyeu, Macizo Norpatagónico. *Actas XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos* 4: 99-104, Buenos Aires.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Fanning, C.M. & Márquez, M. 2006. Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth-Science Reviews* 76: 235-257.
- Pankhurst, R.J, Rapela, C.W., López De Luchi, M. G., Rapalini, A., Fanning, C. M. & Galindo, C. 2014. The Gondwana connections of northern Patagonia. *Journal of the Geological Society*, London 171(3): 313-328.
- Polanski J. 1958. El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 12(3): 165-197. Buenos Aires.
- Polanski J. 1964a. Descripción geológica de la Hoja 25a-Volcán San José (provincia de Mendoza). *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín* 98, 94 p., Buenos Aires.
- Polanski J. 1964b. Descripción geológica de la Hoja 26c-La Tosca (provincia de Mendoza). *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín* 101, 86 p., Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 1999. Rasgos Estructurales del territorio Argentino 1. Evolución tectónica de la Argentina. En Geología Argentina, Caminos, R. (ed.), *Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales* 29 (24): 715-784, Buenos Aires.
- Ramos, E.D. & Ramos, V.A. 1979. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. *Actas VII Congreso Geológico Argentino* 1: 771-786.
- Rapalini, A.E., López de Luchi, M., Tohver, E. & Cawood, P. A. 2013. The South American ancestry of the North Patagonian Massif: geochronological evidence for an autochthonous origin? *Terra Nova* 25: 337-342.
- Rassmuss, J. 1916. Rasgos geológicos generales sobre las Sierras Pampeanas. *Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología Boletín* 13, Buenos Aires.
- Rocha Campos, A.C., Basei, M.A. Nutman, A.P., Kleiman, L., Varela, R., Llambías, E., Canile, F.M., da Rosa, O. de C.R. 2011. 30 million years of Permian volcanism recorded in the Choiyoi igneous province (W Argentina) and their source for younger ash fall deposits in the Paraná Basin: SHRIMP U-Pb zircon geochronology evidence. *Gondwana Research* 19: 509-523.
- Rolleri, E.O. & Fernández Garrasino, C. 1979. Comarca septentrional de Mendoza. En Turner, J.C.M. (ed.), *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias* 1: 771-809, Córdoba.
- Sato, A.M., Llambías, E. J., Basei, M.A.S. & Castro, C.E. 2015. Three stages in the Late Paleozoic to Triassic magmatism of southwestern Gondwana, and the relationships with the volcanogenic events in coeval basins. *Journal of South American Earth Sciences* 63: 48-69.
- Turner, J.C.M. & Méndez, V. 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, provincia de Salta, República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias Boletín* 51(1-2): 11-24, Córdoba.

von Gosen, W. 2003. Thrust tectonics in the North Patagonian Massif (Argentina): Implications for a Patagonia plate. *Tectonics* 22 (1005): 1-32.

Windhausen, A. 1929. *Geología Argentina. Primera parte Geología General o Dinámica*. J. Peuser, 435 p., Buenos Aires.

Windhausen, A. 1931. *Geología Argentina. Segunda parte Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino*. J. Peuser, 645 p., Buenos Aires.

Recibido: septiembre 2016

Aceptado: octubre 2016