

LA PLATAFORMA PATAGÓNICA Y SUS RELACIONES CON LA PLATAFORMA BRASILEIRA

Victor A. Ramos
Laboratorio de Tectónica Andina, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina
andes@gl.fcen.uba.ar

Resumo:

A parte sul do continente sul-americano, conhecida como região da Patagônia, sempre foi considerada como um fragmento exótico com uma história geológica diferente do resto da Plataforma Sul-Americana. O Professor Fernando de Almeida foi um dos primeiros a separar a Plataforma Patagônica dos cinturões brasileiros típicos e fragmentos cratônicos da parte estável da América do Sul. O presente capítulo analisa sua história geológica e tectônica bem como os diferentes modelos tectônicos propostos para o seu amalgamento à América do Sul. Com base nos dados mais recentes, propõe-se que a Patagônia é um bloco alóctone amalgamado ao Gondwana durante a orogenia gondwânica no Eopermiano.

Palavras-chave: Patagônia, Colisão, Gondwana, Gondwanides, Somun Cura, Deseado.

Abstract:

The southern part of the South American continent, known as the Patagonia region, was always considered as an exotic fragment with a different geological history from the rest of the South American platform. Professor Fernando de Almeida was one of the first to separate the "Patagonian platform" from the typical Brazilian belts and cratonic pieces of the stable part of South America. This chapter analyzes its geological and tectonic history, as well as the different tectonic models proposed for its amalgamation to South America. Based on the most recent data it is proposed that Patagonia is a composed allochthonous terrane amalgamated to Gondwana during the Gondwanan orogeny in the Early Permian.

Keywords: Patagonia, Collision, Gondwana, Gondwanides, Somun Cura, Deseado.

Resumen:

El sector sur del continente sudamericano, conocido como la región patagónica, ha sido siempre considerado como un fragmento exótico con una historia geológica distinta y diferente al resto de la plataforma sudamericana. El Profesor Fernando de Almeida fue uno de los primeros a separar la plataforma patagónica de los típicos cinturones brasileños y fragmentos cratónicos característicos de la parte estable de Sudamérica. El presente capítulo analiza la historia geológica y tectónica, así como los diferentes modelos tectónicos que han sido propuestos para su amalgamiento a Sudamérica. Basado en los datos más recientes se confirma la naturaleza alóctona de la Patagonia que se ha amalgamado al Gondwana durante el Pérmico inferior.

Palabras llave: Patagonia, Colisión, Gondwana, Gondwanides, Somun Cura, Deseado.

Introducción

La reconstrucción de la Plataforma Brasileira, tal como fuera definida originalmente por Almeida (1970), comprendía el área cratónica estabilizada como resultado de la orogenia brasiliana. El Profesor Fernando de Almeida en sus sucesivos análisis identificó al sector comprendido al sur de la provincia de Buenos Aires, más precisamente al sur del río Colorado, por sus características peculiares y distintivas. A este sector lo reconoció como plataforma patagónica (*Patagonian platform*), para destacar aquella porción del continente sudamericano que había sido modificada con posterioridad a la orogenia brasiliana (Almeida *et al.*, 1977) por eventos desarrollados durante el Paleozoico (Fig. 1).

El objetivo de la presente síntesis es destacar, después de más de 30 años, la visionaria apreciación del Profesor Fernando de Almeida, quien fue uno de los primeros en señalar que la plataforma patagónica tuvo una evolución geológica diferente al resto del continente, a partir del Precámbrico tardío y Cámbrico temprano, período donde la mayor parte del continente se amalgamó para formar la Plataforma Sudamericana.

a) Antecedentes

Si se analizan los primeros trabajos de los exploradores que hicieron los reconocimientos iniciales de la Patagonia, por ejemplo las afirmaciones del Perito Francisco Pascasio Moreno vertidas hace ya dos siglos, llama la atención la naturaleza enigmática de esta región. Este investigador, basado en la naturaleza de sus floras y marsupiales, aseveraba “que el macizo brasileño se dirigía hacia el Africa... mientras que las Malvinas, la Nueva Georgia, la América del Sur austral, Nueva Zelandia, Tasmania y Australia, formaban un continente alargado” independiente del primero (Moreno, 1882, pág. 104). La constitución geológica distinta de la Patagonia, cuando comparada a la del resto de la región central de Argentina ocupó los análisis de Keidel (1925) y Windhausen

(1931), en sus pioneras síntesis de la evolución geológica de esta región, complementadas años más tarde por las de Harrington (1962). A estos trabajos pioneros le han seguido diversas síntesis que hicieron propuestas, muchas de ellas excluyentes sobre su evolución geológica, y en particular de los procesos tectónicos que controlaron su formación.

La Patagonia comprende dos macizos cristalinos de diferentes características, el macizo de Somun Cura en el sector norte y el del Deseado en el sector austral (Fig. 2). A fin de comprender la evolución tectónica de la plataforma patagónica en el sentido definido por Almeida *et al.* (1977) se realizará una breve descripción de las características principales de su basamento.

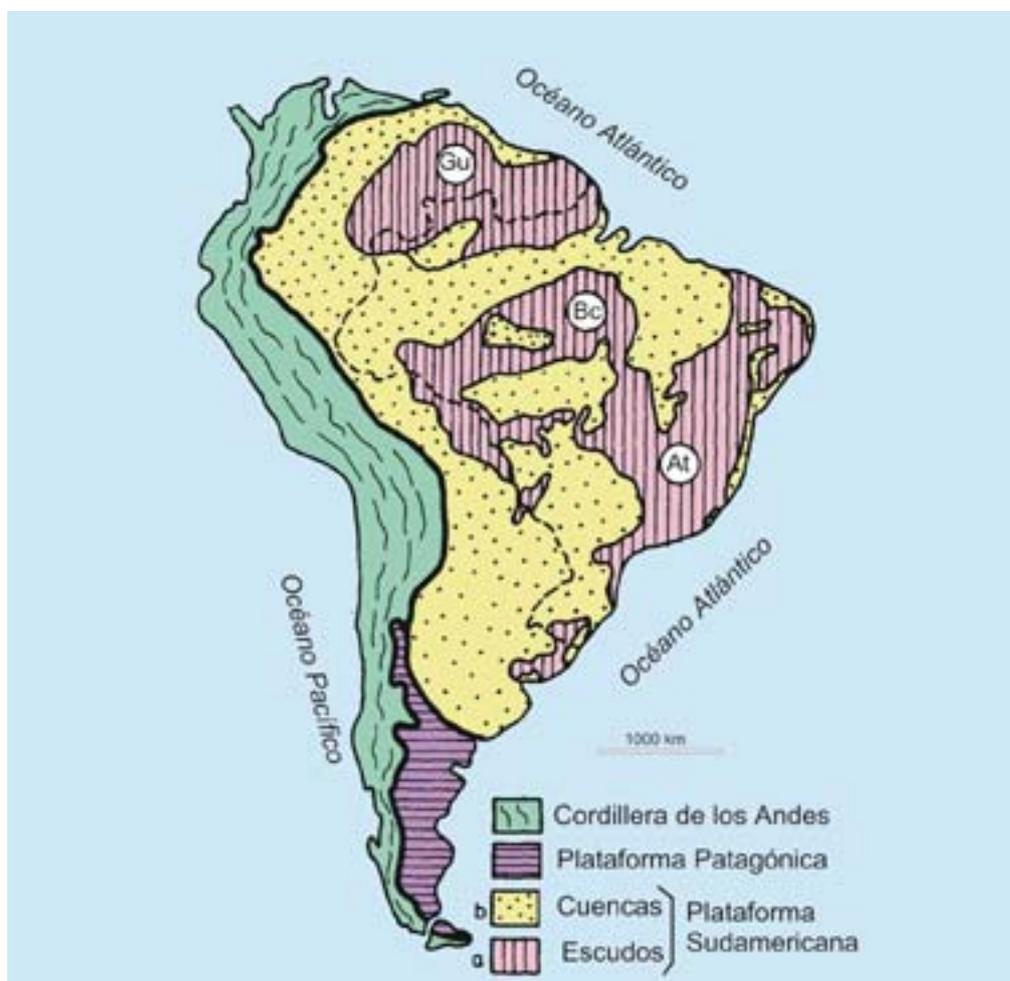
El basamento de la región Patagónica

a) El macizo de Somun Cura

Este macizo comprende los afloramientos de basamento cristalino expuestos al sur del río Colorado y constituyen el margen norte de la Patagonia (Fig. 3 y 4). En su sector oriental está constituido por rocas metamórficas del alto grado agrupadas en el Gneiss Mina Gonzalito (Ramos, 1975; Caminos y Llambías, 1984; Giacosa, 1993). Estas rocas están asociadas a las Ectinitas El Jagüelito, un conjunto de esquistos y cuarcitas de bajo grado metamórfico asignadas tradicionalmente al Precámbrico (de Alba, 1954; Ramos, 1975). La estructura, deformación y mineralización asociada en Mina Gonzalito han sido caracterizadas por Dalla Salda y Aragón (1994). Se han obtenido diversas edades en estas rocas metamórficas mediante estudios Rb-Sr, que han sugerido edades de 315 ± 25 Ma (muscovita-roca total, Halpern, 1972) y de 850 ± 50 Ma (roca total en esquistos, Linares *et al.*, 1990). Sin embargo, estudios posteriores como el de Varela *et al.* (1998) dieron a conocer una edad Rb-Sr de 557 ± 62 Ma por roca total para un gneiss tonalítico correlacionable con el Gneiss Mina Gonzalito. En ese mismo estudio presentan una edad discordante U-Pb en circones de 526

Fig. 1: La plataforma patagónica y sus relaciones con la plataforma brasilera o sudamericana (según Almeida 1970; Almeida *et al.*, 1967 y subsiguientes). Gu: escudo de Guyana; Bc: escudo de Brasil Central; y At: escudo Atlántico

- The Patagonian platform and its relationship with the Brazilian or South American platform (after Almeida 1970; Almeida *et al.*, 1967 and subsequent papers). Gu: Guyana shield; Bc: Central Brasil shield; and At: Atlantic shield



± 15 Ma que lo llevan a interpretar a estas rocas metamórficas como finibrasilianas, equivalentes a la orogenia Río Doce del sudeste brasileño. Los granitoides que intruyen a estas rocas metamórficas arrojan edades ordovícicas (U-Pb en circones, 476 ± 4 Ma).

Sin embargo, nuevas dataciones por U-Pb mediante SHRIMP I en el sector oriental arrojan un amplio rango de valores puntuales entre ca. 450 y 1160 Ma para núcleos de circones del Gneiss Mina Gonzalito (Pankhurst *et al.*, 2001a). Análisis mediante SHRIMP II de los sectores externos arrojan una edad media de 469 ± 4 Ma, interpretada por estos autores como una edad de metamorfismo. Estos circones presentan picos de 500, 540, 570, 610 y 650 Ma, con picos menores en 700-900 Ma y un amplio pico a los 1050-1100 Ma de típica edad grenvilliana, que se interpretaron como eventos prominentes en la regiones de origen de estos protolitos. Estos picos son similares a los valores encontrados en las Ectinitas El Jagüelito, donde a los 545 Ma se ubica un pico discreto y además presentan algunos circones más viejos de 1200 Ma (Fig. 5). Estos nuevos datos muestran que la región estuvo afectada por eventos brasilianos o pan-africanos a fines del Proterozoico o principios del Cámbrico, en forma similar al resto del basamento de Sudamérica. Estos estudios geocronológicos se complementan con el reciente hallazgo de González *et al.* (2002), quienes describen los primeros icnofósiles procedentes de afloramientos al sur de Sierra Grande, correlacionados con las Ectinitas el Jagüelito. Estos autores describen la presencia de *Chondrites isp.*, típico icnogénero conocido solamente desde el Cámbrico a la actualidad, junto con otras formas de mayor persistencia que se conocen desde el Proterozoico. La asociación de icnogéneros indicaría una edad cámbrica inferior, que sumado a los nuevos datos geocronológicos, permitiría circunscribir una edad proterozoica cuspidal a cámbrica inferior (< 545 Ma) para la sedimentación de las Ectinitas El Jagüelito.

En los sectores central y occidental del macizo, en región de Yaminué, el basamento ígneo-metamórfico ha sido agrupado como Complejo Yaminué por Caminos y Llambías (1984) y Chernicoff y Caminos (1996), quienes describen gneisses, esquistos biotíticos, mármoles, anfíbolitas, granitoides foliados y granodioritas porfíroides tardío-cinemáticas. En todas estas rocas Chernicoff y Caminos (1996) reconocieron una fase de deformación que alcanzó un metamorfismo en grado anfíbolita. Las granodioritas foliadas abarcan más del 90 % de los afloramientos del Complejo Yaminué, constituyendo la parte esencial del mismo. La edad de cristalización de estos granitoides se encuentra entre 304 y 281 Ma (Basei *et al.*, 2002), lo que permite acotar la deformación penetrativa de estas rocas con una edad máxima de 280 Ma, y por lo tanto asignarlas al Pérmico inferior. Estos granitoides formaron parte de un extenso batolito con cuerpos plutónicos granodioríticos que han cristalizado entre el Carbonífero superior y Pérmico inferior y afectados por una deformación y metamorfismo que los transformó parcialmente en ortogneisses, durante el Pérmico inferior a medio. La presencia de biotita y feldespatos recrystalizados permiten inferir temperaturas equivalentes a facies de anfíbolita baja. La edad de esta deformación está comprendida entre la intrusión de la granodiorita y la edad del Complejo Navarrete, que contiene granitoides no afectados por la deformación, brindando una edad mínima de 244 ± 9 Ma (Basei *et al.*, 2002).

Estas edades son similares a las encontradas en las rocas metamórficas y granitoides de la región de Bariloche que contienen circones de edad pérmica (Basei *et al.*, 1999), lo que indica que el sector occidental del macizo de Somun Cura, ha sido también afectado por esa deformación.

Como lo destacaron Llambías *et al.* (2002) los granitoides del Complejo Yaminué presentan un metamorfismo regional neopaleozoico, que contrastan con las rocas ígneas del Bloque de San Rafael y la Cordillera Frontal, carentes de metamorfismo y deformaciones equivalentes. Esta deformación ha sido el resultado de la orogenia San Rafael (Ramos, 1988), que como lo destacaron Llambías *et al.* (2002) en la Cordillera Frontal y las estructuras adyacentes hacia el sur se

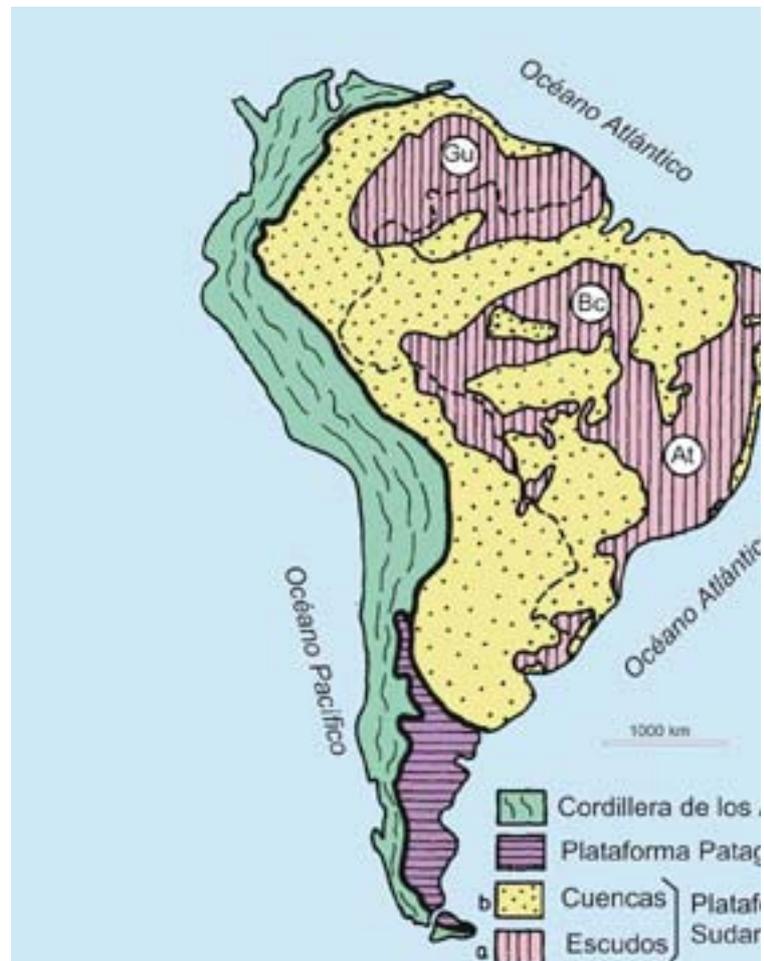


Fig. 2: Mapa de topografía digital que muestra la ubicación de los macizos de Somun Cura y del Deseado en la plataforma patagónica

- Digital topographic map showing the location of the Somun Cura and Deseado massifs

caracterizaron por el desarrollo de una faja plegada y corrida, controlada por el basamento, pero que no llega a exponer el sustrato. Hacia el este, en el antepais, las deformaciones son mínimas o sólo se manifiestan por cambios en la sedimentación, como sucede en la cuenca de Paganzo.

Las deformaciones neopaleozoicas al sur de los 36° tienen una vergencia diferente hacia el norte y noreste (Ramos y Cortés, 1984); se extienden hasta la costa atlántica, y presentan una deformación penetrativa característica de niveles corticales más profundos. En diversas localidades alcanzaron temperaturas equivalentes a facies metamórficas de anfíbolita de grado bajo. Esta deformación penetrativa se ha distinguido en diferentes sectores y a través de distintos procesos.

Granitoides neopaleozoicos

Se observa deformación y metamorfismo de granitoides neopaleozoicos (ca. 300 Ma), hasta su transformación en ortogneisses, en el Complejo Yaminué (Llambías *et al.*, 2002), en los gneisses tonalíticos y tonalitas foliadas de la sierra de Mamil Choique (Cerredo y López de Luchi, 1998; López de Luchi *et al.*, 1999) y en granitoides deformados de Comallo, Paso Flores y Bariloche (Basei *et al.*, 1999; Varela *et al.*, 1999). Estos sectores corresponderían al arco magmático, deformado por la colisión neopaleozoica.

Fajas de cizalla

El desarrollo de fajas de cizalla con formación de milonitas y ultramilonitas, a temperaturas equivalentes a facies de esquistos verdes, se observan también al norte del macizo de Somun Cura, como por ejemplo en el cerro Los

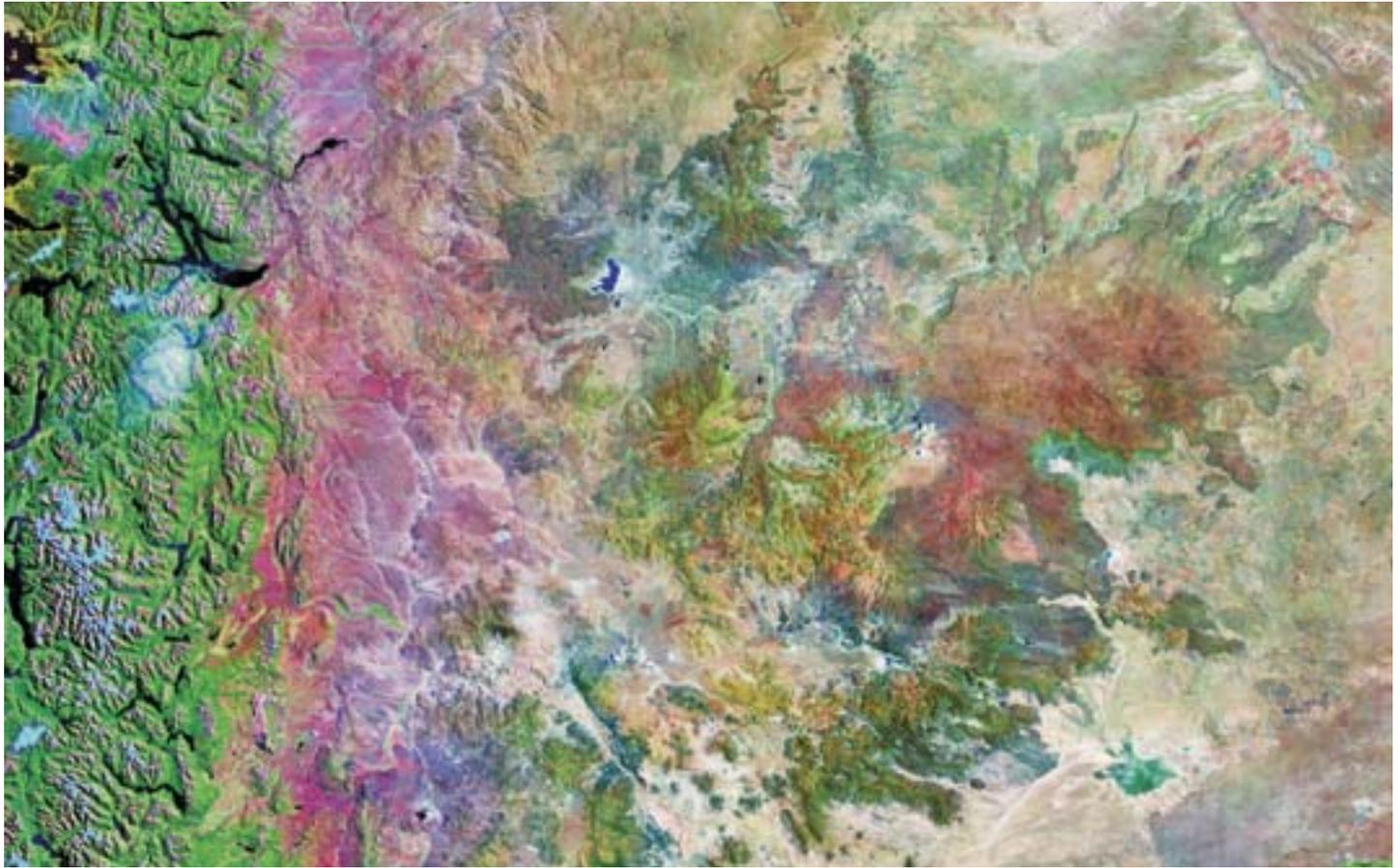


Fig. 3: Imagen satelital del macizo de Somun Cura. La expresión topográfica positiva es el resultado de un alto de basamento asociado a importantes manifestaciones volcánicas de basaltos de intraplaca y otras rocas alcalinas

- Satellite image of the Somun Cura massif. The topographic expression is the result of a “basement high” associated to volcanic flows of intraplate basalts and other alkaline rocks

Viejos, al sur de la Pampa, con recristalización de muscovita a los 260 Ma (Tickyj *et al.*, 1997), en El Jagüelito y Peñas Blancas en la región nororiental del macizo previamente descrito (Ramos y Cortés, 1984; Giacosa, 2001) y en la faja milonítica Peynecura en la región central norte (Llambías *et al.*, 2002). Estas fajas de cizalla ampliamente extendidas han sido interpretadas tradicionalmente como efectos de transcurrencia, aunque los estudios estructurales más recientes han podido demostrar el desarrollo de una importante componente compresiva y el predominio de una tectónica de corrimiento (*thrust tectonics*), como describe von Gossen (2003), para rocas miloníticas desarrolladas en granitoides neopaleozoicos en diversos sectores del macizo. De acuerdo con este autor las rocas silúricas y devónicas, al igual que los gneisses neopaleozoicos, han sido deformados en forma penetrativa con el desarrollo de estructuras dúctiles durante el Pérmico. La vergencia dominante en el sector centro-oriental es hacia el sur y sudeste (Ramos y Cortés, 1984; von Gosen, 2003), opuesta a la observada en la región de Bariloche y al norte del río Colorado donde domina una vergencia hacia el norte y nordeste. Estos sistemas de cizalla compresivos denotan un fuerte acortamiento dúctil orientado con rumbos nornordeste a nornoroeste, dependiendo de su ubicación particular dentro del macizo.

Sistema de Ventania

Al norte del macizo de Somun Cura se desarrolló en el sector sur de la provincia de Buenos Aires, una faja plegada y corrida, que se extiende hasta el sistema del Cabo, ya reconocida por los estudios de Keidel (1916) y Du Toit (1937). La edad del plegamiento de las cuencas sedimentarias de Sierra de la Ventana está establecida por el desarrollo de illita metamórfica datada entre 282 y 260 Ma (Varela *et al.*, 1985;

Buggisch, 1987; von Gosen *et al.*, 1991), confirmando la importancia de su plegamiento en el Pérmico inferior. Estudios sedimentológicos han demostrado la presencia de estratos de crecimiento en las secuencias pérmicas (López Gamundi *et al.*, 1995), confirmado por datos paleomagnéticos que marcan una magnetización sintectónica para estas unidades (Tomezzoli y Vilas, 1999). Esta deformación también se detecta en el sector oriental del macizo en Sierra Grande, al sur del río Colorado, cuyo plegamiento se atribuye al Pérmico (Ramos y Cortés, 1984; Rapalini, 1998) y posiblemente más al sur en Tepuel (Márquez y Giacosa, 2000).

Sector occidental

Un importante metamorfismo neopaleozoico afecta a sedimentitas en facies de esquistos verdes hasta anfibolita en la región occidental, como se observa en la Cordillera de la Costa al sur de los 34° (Hervé, 1988; Hervé *et al.*, 1997; Duhart *et al.*, 2001). Esta deformación se continúa en territorio argentino en el cordón de la Piedra Santa, ubicado en Neuquén y donde ha sido caracterizada por Franzese (1995). Si bien no hay continuidad entre estos afloramientos, esta deformación es la que caracteriza a las rocas metamórficas de la Formación Colohuincul, hasta la región de Bariloche (Basei *et al.*, 1999; Varela *et al.*, 2001).

Síntesis de la evolución del macizo de Somun Cura

Las evidencias geocronológicas descritas muestran que el macizo de Somun Cura, y por ende el sector norte de la Patagonia tiene registros de eventos brasilianos entre los 800 y 600 Ma, como se preservan en las Ectinitas El Jagüelito, cuya edad mínima ha sido establecida en 545 Ma (Pankhurst *et al.*, 2001a). Estos datos permiten inferir que estas rocas participaron de la agregación del continente de

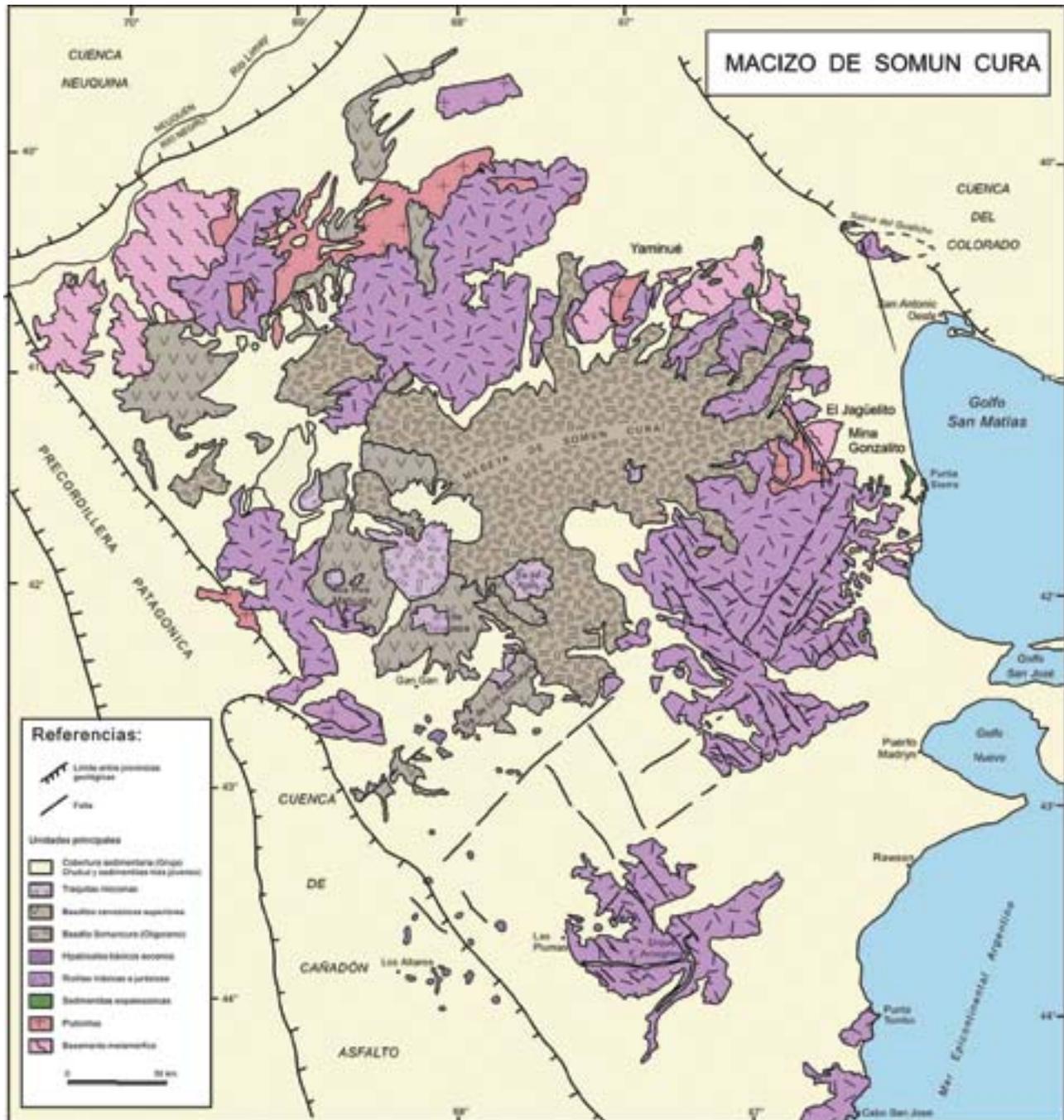


Fig. 4: Mapa geológico generalizado del macizo de Somun Cura, con indicación de los afloramientos de basamento metamórfico y las principales localidades mencionadas en el texto

- Generalized geologic map of the Somun Cura Massif, with indication of the metamorphic basement outcrops and the main localities mentioned in the text

Gondwana. Por otra parte, es evidente que el macizo de Somun Cura con posterioridad ha tenido eventos ígneos y metamórficos paleozoicos. En el sector oriental se ha evidenciado un metamorfismo alrededor de los 460 a 470 Ma, asociado a emplazamiento de granitoides. Esto plantea dos alternativas contrapuestas. La que han sostenido diversos autores, entre ellos Pankhurst *et al.* (2001a) favorece una continuidad del orógeno famatiniano por el borde del protomargen gondwánico occidental y un carácter decididamente autóctono para la Patagonia. La alternativa a este carácter autóctono ha sido propuesta hace años por Ramos (1984), quien sobre la base de los datos existentes para esa época había reconocido un arco magmático ordovícico en el sector oriental del macizo de Somun Cura, que se extendía temporalmente hasta el Pérmico inferior, época en la cual Patagonia habría colisionado con el resto del Gondwana. Esta hipótesis se ha revigo-

rizado en los últimos años con los nuevos estudios geocronológicos y estructurales en el basamento supuestamente precámbrico, en el que han encontrado circones carboníferos y pérmicos en granitoides y rocas metamórficas, permitiendo inferir una deformación dúctil pérmica inferior a media.

Para consensuar ambas evidencias es necesario postular una colisión proterozoica, similar a la ya propuesta por Dalla Salda y Francese (1989), pero que habría ocurrido en el Proterozoico tardío a Cámbrico basal. Esta colisión inicial necesitaría de una etapa de rifting posterior, que se evidencia en la base del margen pasivo desarrollado a partir del Ordovícico y que se preserva entre Tandilia y Ventania (Ramos, 2000). Los nuevos registros sísmicos identifican sistemas de rift previos a las secuencias ordovícicas más antiguas de esta región, no afectados por la faja plegada y cor-

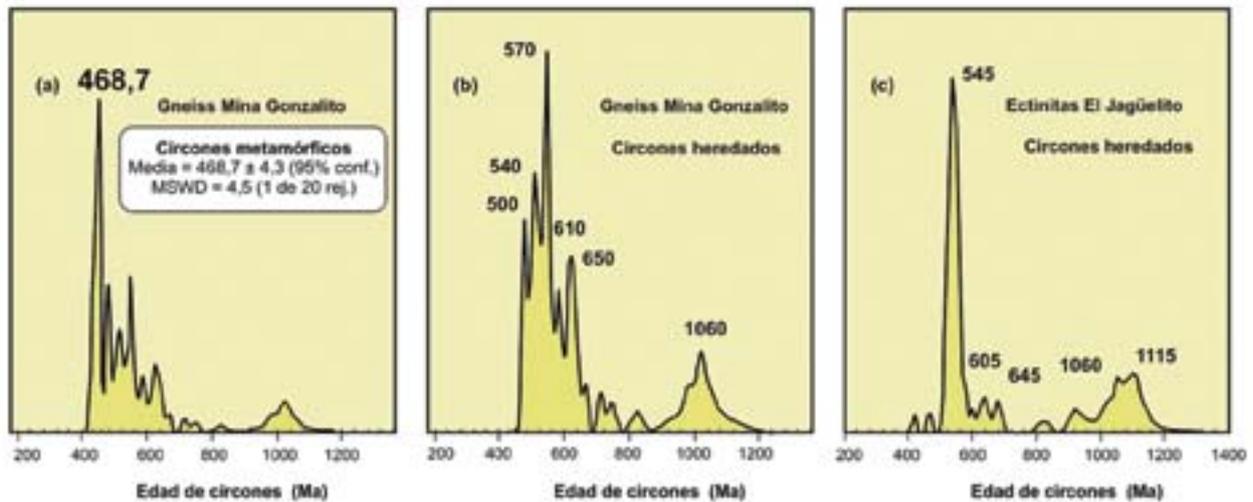


Fig. 5: Eventos brasilianos detectados en los circones de las Ectinitas El Jagüelito y en el Gneiss Mina Gonzalito (basado en Pankhurst *et al.*, 2001a)

- Brasiliano events identified in the zircons of El Jagüelito Ectinites and in the Mina Gonzalito Gneiss

rida de Ventania. Los recientes estudios de Rapela *et al.* (2003) han identificado granitos de 530 Ma al sur de sierra de la Ventana, que si bien son contemporáneos a la colisión del terreno de Pampia, indicarían según estos autores el inicio de un importante sistema de rift. Rocas asociadas a deformación extensional en esta época han sido también reconocidas en el sistema del Cabo en Sudáfrica.

El desarrollo de dos márgenes conjugados como lo postularan Ramos y Cortés (1984), uno en Gondwana preservado entre Ventania y Tandilia y otro en la Sierra Grande del macizo de Somun Cura, sería responsable de la separación de la parte norte de la Patagonia del resto del Gondwana. Sobre la base del actual conocimiento se podría interpretar que el de Ventania sería de *lower plate*, dado el desarrollo de sistemas de sinrift cámbricos. El de Sierra Grande sería de *upper plate*, dado la presencia de magmatismo básico (Ramos y Cortés, 1984), aunque ya durante el Ordovícico inferior a medio debió ser activado con el desarrollo de un arco magmático.

Con posterioridad no hay dudas que la deformación penetrativa neopaleozoica y el magmatismo de arco asociado se corresponden a una etapa de margen activo en el norte de la Patagonia, que culmina con su colisión pérmica inferior a media con el continente gondwánico (Ramos, 1984, 1986).

b) El macizo del Deseado

Para comprender la complejidad del basamento de la Patagonia se deberá analizar la presencia de otro macizo cristalino en su sector sur, conocido como macizo del Deseado (Leanza, 1958), cuyas características principales se ilustran en las fig. 6 y 7.

El basamento cristalino del macizo del Deseado ha sido analizado por diversos autores (véase Chebli *et al.*, 1976; de Giusto *et al.*, 1980; Di Persia, 1962; de Barrio *et al.*, 1982; Palma, 1991; Giacosa *et al.*, 1997). En los últimos años se ha progresado en el conocimiento de las características del metamorfismo y los intrusivos asociados al macizo del Deseado (véase síntesis en Giacosa *et al.*, 2002). Básicamente se reconocen metamorfitas con fracciones detríticas datadas por U/Pb en circones de 903 Ma (Loske *et al.*, 1999) y edades modelos Nd/Sm de 1200 Ma en rocas volcánicas jurásicas del macizo del Deseado que corresponderían a la posible edad de fraccionamiento del manto de las rocas que por fusión posterior originaron estas volcanitas (Pankhurst *et al.*, 1994). Los circones detríticos indicarían la presencia de un basamento de esa edad que aportaba detritos a lo que es hoy el macizo del Deseado. Posibles fuentes para el origen de estos circones se podrían buscar en el plateau de las Malvinas, donde edades

Rb/Sr entre 1124 y 980 Ma fueron obtenidas para las rocas metamórficas del cabo Belgrano de la Isla Gran Malvina por Cingolani y Varela (1976). Estas edades fueron confirmadas en esta misma localidad por K/Ar entre 977 y 953 Ma por Rex y Tanner (1982). Estas edades K/Ar indicarían que el basamento de este sector de las Malvinas no sufrió modificaciones posteriores, a diferencia del macizo del Deseado. Estas edades detríticas grenvillianas son también comunes en las rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas del prisma de acreción pacífico de la Patagonia (Hervé *et al.*, 2000).

La única edad proterozoica hasta cámbrica temprana procede de una datación K/Ar de 540 ± 20 Ma en metamorfitas de bajo grado, los Esquistos La Modesta, obtenida por Pezzuchi (1978), que permitiría tentativamente ubicar en el límite entre estos dos periodos un episodio metamórfico en el sector oriental del macizo del Deseado (Giacosa *et al.*, 2002). El sector nororiental está compuesto por gneisses y metamorfitas de mayor grado que corresponden al Complejo Metamórfico Deseado (Fig. 7).

Davidson (1984) presentó una edad de 649 ± 62 Ma procedente de dataciones de testigos de perforaciones en el subsuelo del estrecho de Magallanes, donde ya Lesta *et al.* (1980) habían descrito para el basamento de la plataforma Springhill un basamento gnéissico.

La presencia de granitoides y tonalitas con edades U/Pb en circones que oscilan entre 472 y 454 Ma (Loske *et al.*, 1999) permiten reconocer edades de cristalización para estas plutonitas emplazadas en el basamento anteriormente descrito. Es interesante destacar, como lo hicieran Giacosa *et al.* (2002), que estos granitoides presentan deformación dúctil a dúctil frágil. Las edades obtenidas no corresponden a la deformación, que puede ser posterior. Un dique granítico datado en 424 Ma (U/Pb en circones, Loske *et al.*, 1999), edad de cristalización del dique, presenta metamorfismo en facies de anfibolita y deformación dúctil, que podría pertenecer a la misma fase de deformación anterior.

Nuevas dataciones en circones mediante U-Pb SHRIMP del basamento del macizo del Deseado (Pankhurst *et al.*, 2001b; 2003), han mostrado que rocas de bajo grado como las Filita Dos Hermanos tienen una población detrítica de circones con picos desde 1000 y 1060 Ma, típicamente grenvillianos, asociados a otros aún más importantes entre 630 y 565 Ma característicos de áreas fuentes brasilianas (Fig. 8). Si se acepta la propuesta de Giacosa *et al.* (2002), quienes asignan al evento metamórfico que afectó a estas filitas al Cámbrico basal, sobre la base de la edad K-Ar de 540 Ma, se estaría en presencia de remanentes de rocas desarrolladas en un orógeno brasiliano. En forma similar a lo analizado en el

macizo de Somun Cura al norte de la Patagonia, estaríamos en presencia de remanentes de basamento originados durante la orogenia brasiliana-panafricana, que demostrarían que la Patagonia participó en la formación del supercontinente de Gondwana y su amalgamiento finibrasiliano.

Sin embargo, la presencia de un magmatismo posterior representado por tonalitas, granodioritas y otros granitoides de edad ordovícica a silúrica, que se desarrollan en forma oblicua al macizo, permitirían identificar un arco magmático eopaleozoico. Los granitoides y tonalitas con edades U/Pb en circones que oscilan entre 472 y 454 Ma (Loske *et al.*, 1999; Pankhurst *et al.*, 2003) han sido interpretadas como edades de cristalización para estas plutonitas emplazadas en el basamento anteriormente descrito. Es interesante destacar como lo hicieron Giacosa *et al.* (2002) que estos granitoides presentan deformación dúctil a dúctil frágil. Las edades obtenidas no corresponden a la deformación, que puede ser posterior. Un dique granítico datado en 424 Ma (U/Pb en circones, Loske *et al.*, 1999), edad de cristalización del dique, presenta metamorfismo en facies de anfibolita y deformación dúctil, que podría pertenecer a la misma fase de deformación anterior. Rocas de 529 Ma fueron datadas mediante circones en U-Pb convencional en el basamento de la Patagonia Austral por Sollner *et al.* (2000) y confirmadas mediante U-Pb SHRIMP por Pankhurst *et al.* (2003).

Hipótesis sobre la evolución tectónica de la Patagonia

Las diferentes interpretaciones que tratan de explicar la evolución tectónica de este basamento son de difícil conciliación, dado que los afloramientos son saltuarios, las evidencias indirectas, y los datos disponibles escasos. Sin embargo, con el fin de orientar investigaciones futuras se realizará un

análisis de las alternativas planteadas, siguiendo en lo posible un orden cronológico de las hipótesis. Estas necesitan tener en cuenta las edades y características descriptas para este basamento.

a) Acreción lateral de la Patagonia como parte de Gondwana

Diversos autores favorecieron la hipótesis que el sector austral de Patagonia comprendido en la provincia de Santa Cruz, era parte indivisible del resto del Gondwana y la falta de un basamento cristalino antiguo en gran parte de ella fue interpretada como producto de una acreción sedimentaria neopaleozoica. Estas hipótesis aceptaban un núcleo precámbrico antiguo, básicamente en el macizo de Somun Cura, que a través de la erosión y acreción lateral durante el Paleozoico fue creciendo en dirección sudoeste, en coordenadas actuales (Forsythe, 1982; Uliana *et al.*, 1986, Caminos *et al.*, 1988).

Esta interpretación asume que tanto el macizo de Somun Cura, como el del Deseado son parte del margen sudoccidental del Gondwana, y corresponderían a núcleos relativamente estables. El macizo del Deseado correspondería a ese continente y el margen continental con rumbo sudoeste cruzaba al sur del Deseado la Patagonia austral.

Esta hipótesis no explica el magmatismo eopaleozoico observado en el macizo del Deseado, el que correspondería a un margen activo, con posterioridad fuertemente deformado por episodios orogénicos. Ello implicaría que la subducción sobre el margen pacífico, quizás en una posición más oriental que la presente trinchera, habría comenzado en tiempos ordovícicos y persistido en el Silúrico.

b) El basamento del Deseado como un macizo alóctono



Fig. 6: Imagen satelital del macizo del Deseado. La expresión topográfica es el resultado de un alto de basamento asociado a manifestaciones volcánicas ácidas de edad jurásica y de los basaltos de intraplaca cenozoicos

- Satellite image of the Deseado massif. The topographic expression is the result of a "basement high" associated to Jurassic acidic volcanic rocks, and Cenozoic intraplate basalts

Fig. 7: Afloramientos principales del basamento metamórfico del macizo del Deseado, sus granitoides eopaleozoicos y del prisma de acreción postdevónico superior, con indicación de la zona de subducción inferida durante el Ordovícico-Silúrico. Los afloramientos del basamento están basados en Giacosa *et al.*(2002) y Márquez *et al.*(2002), los datos del subsuelo en el estrecho de Magallanes en Davidson (1984). La interpretación ha sido basada en la propuesta original de Frutos y Tobar (1975)

- Main metamorphic basement outcrops of the Deseado massif, its Lower Paleozoic granitoids and accretionary prism of post-Devonian age, with location of the inferred subduction zone during the Ordovician-Silurian. The basement outcrops are based on Giacosa *et al.*(2000) and Márquez *et al.*(2002); the suboutcropping data in the Magallanes strait from Davidson (1984). The interpretation was based in the original proposal of Frutos and Tobar (1975)



La propuesta de un órogeno que atravesaba en forma oblicua la Patagonia austral fue por primera vez presentada por Frutos y Tobar (1975). Estos autores proponen una paleo-trinchera oceánica de edad paleozoica inferior a media que separaba la Patagonia del macizo del Deseado. Esta interpretación implicaría que la parte austral de Patagonia sería un terreno diferente, al que se ha identificado como el terreno Deseado (Ramos y Aguirre-Urreta, 2000). Segmentación similar fue propuesta por Gallagher (1990), pero el desconocimiento de la estratigrafía del área lo llevó a interpretarla como una colisión neopaleozoica.

Si se acepta la hipótesis del terreno Deseado como una microplaca independiente del resto de la Patagonia norte, las características del basamento descritas podrían interpretarse como producidas por un orógeno que de acuerdo a los estudios de Giacosa *et al.* (2002) tendría como dirección de deformación penetrativa dominante un rumbo de N35°O e inclinación al sudoeste. Esta deformación sería sintética con una subducción inclinando al sudoeste lo que implicaría que el terreno norte de la Patagonia, al que se identificará como Somun Cura, correspondería a un margen pasivo (fig. 7). El terreno Deseado correspondería al margen activo.

Los granitoides y tonalitas de edad ordovícica a silúrica representarían el arco magmático en el sector norte del

macizo del Deseado. La intensa deformación penetrativa que caracteriza a las rocas eopaleozoicas se habría producido con posterioridad, durante la colisión y correspondería en sentido amplio a la orogenia chánica. La fig. 7 representa en forma sintética la paleogeografía dominante para el Paleozoico inferior. En la provincia de Chubut este margen activo se continuaría con el magmatismo eopaleozoico detectado en el basamento de Río Chico por Dalla Salda *et al.* (1994).

Es interesante destacar que esta hipótesis es parcialmente corroborada por la geometría de las cuencas de rift asimétricas que se desarrollan en la pared colgante de la sutura propuesta tanto en la cuenca del golfo de San Jorge durante el Jurásico (véase Palma *et al.*, 1993), como en el Pérmico en la cuenca de San Julián ya en la plataforma continental (Figueiredo *et al.*, 1996).

c) Hipótesis de Lock-Dalziel

El modelo de acreción lateral de Forsythe (1982) no explica satisfactoriamente lo que ocurre tanto en Ventania como en el sistema del Cabo en Sudáfrica. El problema principal radica en que la deformación penetrativa es ortogonal a la trinchera oceánica y se extiende con ese rumbo a miles de kilómetros de distancia del Pacífico. Esta hipótesis no pudo

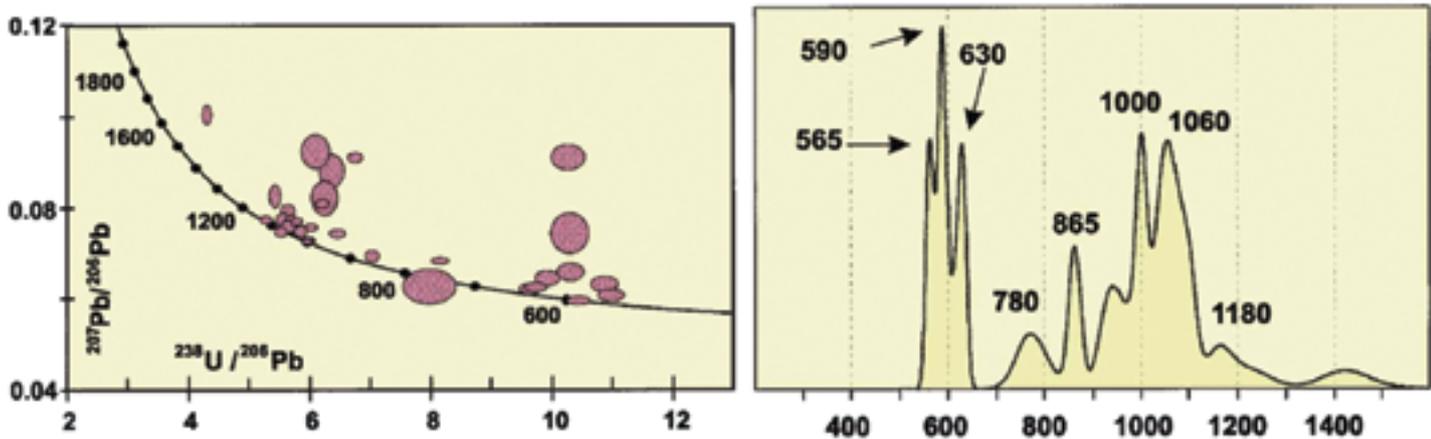


Fig. 8: Dataciones U-Pb SHRIMP del basamento metamórfico del macizo del Deseado representado por la Filita Dos Hermanos (basada en Pankhurst *et al.*, 2003)

- U-Pb SHRIMP data from the metamorphic basement of the Deseado massif represented by the Dos Hermanos Phyllite (based on Pankhurst *et al.*, 2003)

explicar el cinturón orogénico de Samfrau, ya propuesto por Du Toit (1937).

Esta deformación tan extendida y ortogonal al margen pacífico se intentó explicar por la hipótesis de Lock (1980), quien propuso una subducción horizontal desde la región más austral, con la inyección de la trinchera al sur de Tierra del Fuego para explicar esta deformación y el magmatismo concomitante en el macizo nordpatagónico, hipótesis sustentada por Dalziel (1982 y subsiguientes) para explicar la deformación en Ventania y Sistema del Cabo.

Esta propuesta no explicaba el intenso magmatismo neopaleozoico que se observa principalmente en el macizo de Somun Cura, por lo que recientemente fue modificada por Dalziel *et al.* (2000), asumiendo la combinación de subducción horizontal y un punto caliente, actuando concomitantemente. La subducción horizontal produciría la deformación pérmica en el sistema de Ventania, y el punto caliente el intenso plutonismo pérmico de la región del Somun Cura. Sin embargo, las dataciones disponibles indican edades eopaleozoicas, carboníferas y pérmicas, con diferentes características geoquímicas, que no pueden explicarse por ese punto caliente. Esa anomalía térmica representada por las volcanitas del Karoo, que ocurrió básicamente en el Jurásico inferior (195 ± 4 Ma), sería la responsable del punto triple que llevó a la ruptura del Gondwana Occidental (Storey *et al.*, 1996).

Ese período anormalmente térmico explicaría el amplio desarrollo en el Jurásico inferior de la provincia magmática de Chon Aike sensu Kay *et al.* (1989). La fig. 9 representa las etapas gondwánicas de la propuesta de Dalziel *et al.* (2000), adaptadas a la Patagonia y al sistema de Ventania, mientras que la fig. 10 ilustra la hipótesis de Lock (1980) actualizada por las interpretaciones de Turner (1999).

d) Hipótesis de una Patagonia alóctona

La hipótesis que la Patagonia era un terreno independiente del Gondwana para el Paleozoico superior fue postulada inicialmente por Ramos (1984, 1986 y 1996) para América del Sur y por Winter (1984) para el sistema del Cabo, quien interpretó la existencia de una colisión para explicar la intensa deformación neopaleozoica. Esta hipótesis fue complementada por Palma (1989), quien interpretó a la Patagonia como parte de un continente Austral, abarcando en éste la Península Antártica y terrenos relacionados, que en conjunto habrían colisionado con el margen gondwánico a fines del Paleozoico.

Esta hipótesis explica que Patagonia sería un terreno compuesto en el sentido de Monger (1984), donde posteriormente a la amalgamación de los terrenos de Somun Cura y Deseado, junto eventualmente a otros terrenos actualmente

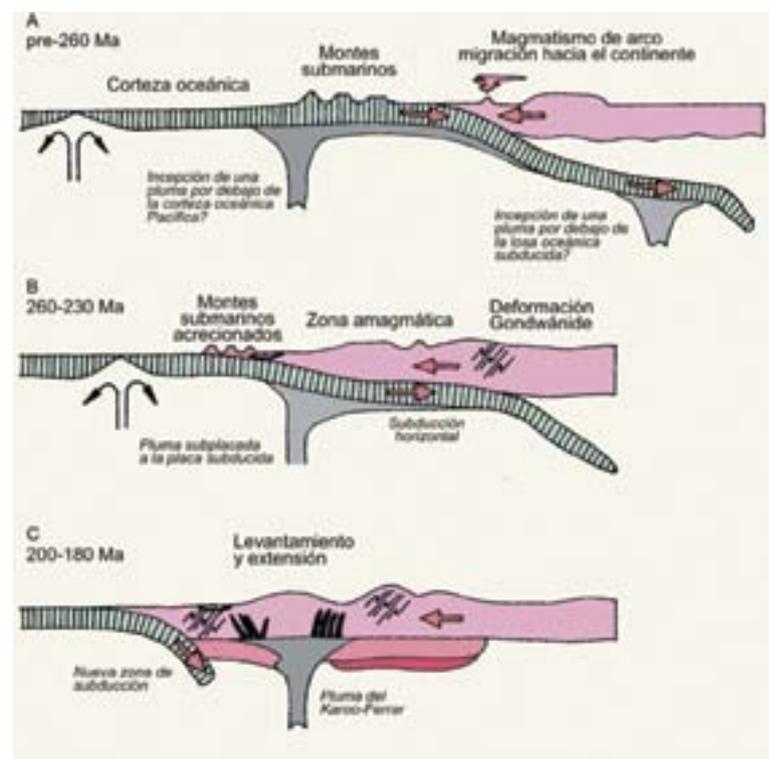
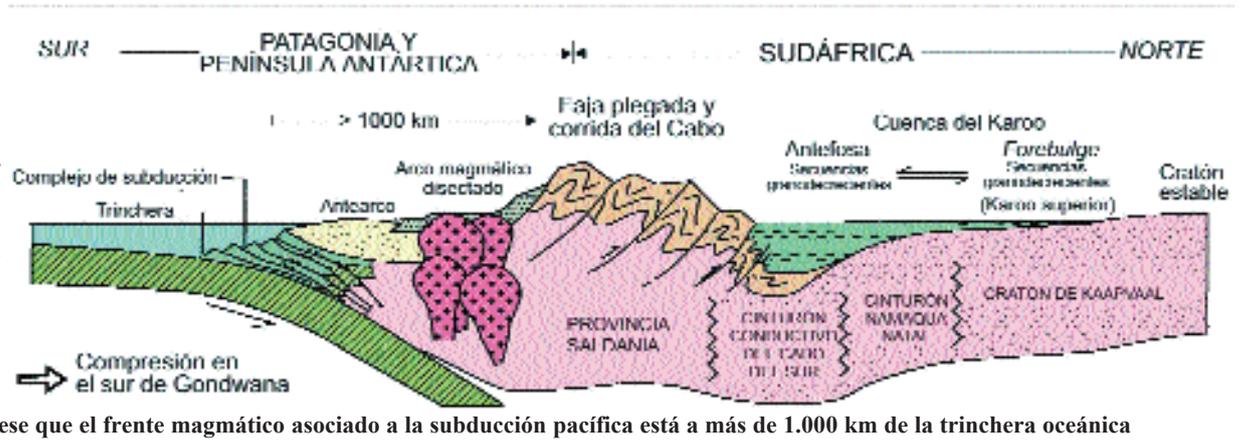


Fig. 9: Evolución gondwánica de la Patagonia y el sistema de Ventania mediante la hipótesis de orogenia asociada a subducción horizontal y un punto caliente (según Dalziel *et al.*, 2000). A) El arco magmático se localiza en el macizo de Somun Cura; B) La deformación pérmica durante la orogenia gondwánica desarrolla el sistema plegado y corrido de Ventania; y C) El Levantamiento y extensión produciría el rift pérmico de La Golondrina en el macizo del Deseado

- Gondwanic evolution of Patagonia and the adjacent Ventania system based on the tectonic hypothesis of a flat-slab subduction linked with a hot-spot (after Dalziel *et al.*, 2000). A) The magmatic arc is located in the Somun Cura massif; B) The Permian deformation during Gondwanic orogeny developed the Ventania fold and thrust belt system; and C) Subsequent uplift and extension produced the La Golondrina Permian rift in the Deseado massif

Fig. 10: Interpretación de la deformación del geosinclinal de SAMFRAU a través de una sección que abarca el sistema del Cabo (Sud Africa) con la ubicación de la Patagonia en el modelo clásico de Lock (1980) según la propuesta de Turner (1999). Nótese que el frente magmático asociado a la subducción pacífica está a más de 1.000 km de la trinchera oceánica



- Interpretation of the SAMFRAU “geosyncline” deformation through a section of the Cape System (South Africa) with location of Patagonia based in the classic model of Lock (1980) after the Turner (1999) proposal. Note that the magmatic front associated with the Pacific subduction is more than 1,000 km away from the oceanic trench

preservados en la Antártida occidental, habría colisionado en el Pérmico contra el Gondwana. El arco magmático habría estado desarrollado en la margen norte (coordenadas actuales) del macizo nordpatagónico y representados por los ortogneisses neopaleozoicos descritos por Llambías *et al.* (2002). Durante el Pérmico inferior se habría producido la colisión y la intensa deformación penetrativa que se observa tanto en Ventania (Von Gosen *et al.*, 1991a), como en el macizo de Somun Cura (Von Gosen, 2001a, b; 2003). Esta colisión explicaría el cambio en la procedencia de los sedimentos en el sistema de Ventania propuesto por Andreis y Cladera (1992 a, b), provenientes de fuentes maduras derivadas de un ambiente estable ubicado hacia el norte hasta el Devónico, por un cambio a detritos inmaduros con fuerte participación volcánica y procedentes del sur para el Neopaleozoico. Estos depósitos sedimentarios pérmicos inferiores representados por la Formación Las Tunas tendrían evidencia de sedimentación sinorogénica (López Gamundi *et al.*, 1995), que darían lugar al desarrollo de la antefosa de Claromecó (Ramos, 1984; López Gamundi y Rossello, 1992). Evidencias paleomagnéticas en la Sierra de Pillahuincó corroboran esta deformación pérmica (Tomezzoli y Vilas, 1999). Con posterioridad a la colisión se habría producido el intenso magmatismo ácido que caracteriza el Pérmico superior y que se continuó durante el Triásico (Llambías *et al.*, 1984).

En la Patagonia Austral este evento distensivo está asociado a procesos de rifting que se observan tanto en el macizo del Deseado como en la cuenca de San Julián postulados

por Palma y Ubaldón (1988) y que están representados en la pared colgante de la sutura eopaleozoica (Ramos, 2002), en forma similar a otros sistemas de rift que se han desarrollado en la placa superior de suturas anteriores (Gibbs, 1989).

Conclusiones

Las hipótesis que sostienen que los diferentes macizos que componen la Patagonia reconocidos como tales por Harington (1962) son y han sido parte autóctonas del margen del Gondwana a través del Paleozoico (Pankhurst *et al.*, 2003), no explican satisfactoriamente la deformación dúctil transversal a oblicua que presentan tanto el macizo de Somun Cura como el del Deseado, asociada al desarrollo de un arco magmático calcoalcalino representado por suites de tonalitas, granodioritas y granitos. Una hipótesis que explicaría en forma más coherente los datos existentes, necesitaría postular una acreción posterior de los terrenos del Deseado y Somun Cura, amalgamados en el continente Austral de Palma (1989), que culminaría colisionando en el Pérmico inferior (Fig. 11) produciendo la importante orogenia gondwánica registrada en el margen continental de los sistemas de Ventania y El Cabo en Sudáfrica (Ramos, 1984; 1986). Las evidencias isotópicas y estructurales descriptas para el macizo de Somun Cura han revaluado la alternativa de interpretar a la Patagonia como un

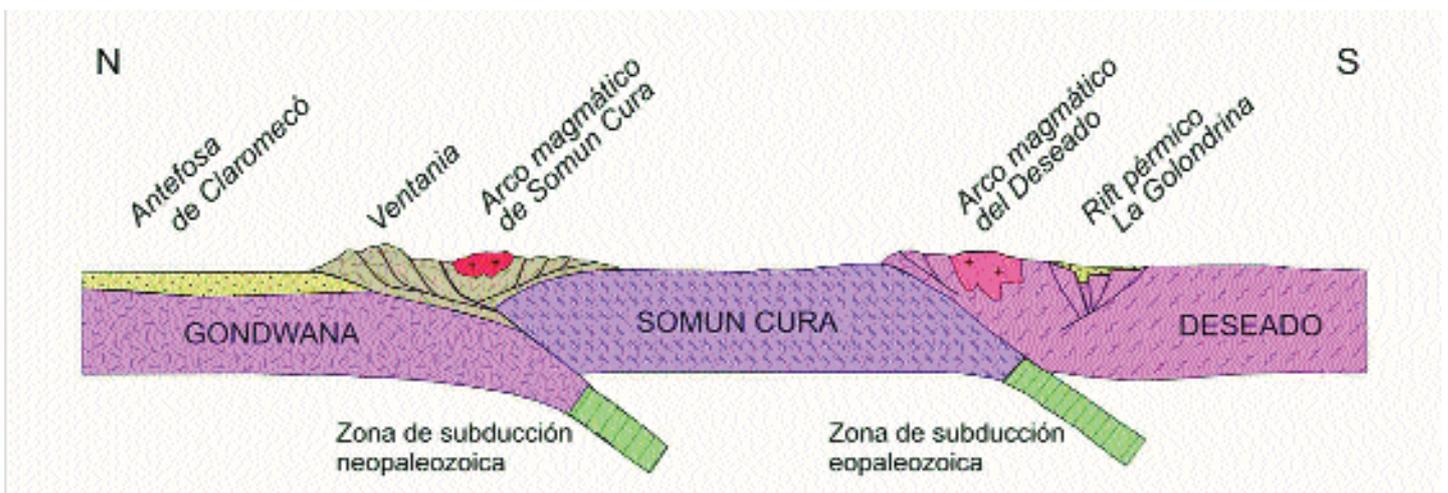


Fig. 11: Esquema conceptual que ilustra las relaciones tectónicas entre los macizos de Somun Cura y Deseado con la plataforma sudamericana (basado en Ramos, 2002).

- Conceptual model illustrating the tectonic relationships between the Somun Cura and Deseado massifs with the South American platform (based on Ramos, 2002).

terreno alóctono colisionado durante el Pérmico inferior al Gondwana (von Gosen, 2001 a, b; 2003). Sin embargo, el basamento de ambas regiones registra eventos de edad brasiliana, por lo que ambos macizos debieron de participar de la amalgamación del Gondwana. Esto permitiría postular que la Patagonia es un terreno alóctono para el Gondwana durante la

mayor parte del Paleozoico, aunque su basamento es de naturaleza para-autóctona, dado que se habría originado durante la amalgamación de este supercontinente. Ello implicaría que el basamento de los macizos del Somun Cura y el Deseado se habrían desagregado durante una importante fase de rifting en el Cámbrico inferior, para luego acrecionarse en sucesivas etapas durante el Paleozoico.

