

# El basamento de la sierra de San Luis: Nuevas evidencias magnéticas y sus implicancias tectónicas

Carlos J. CHERNICOFF<sup>1</sup> y Víctor A. RAMOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, U.B.A., Servicio Geológico-Minero Argentino.

E-mail: jchern@secind.mecon.gov.ar

<sup>2</sup> Laboratorio de Tectónica Andina, Departamento de Geología, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: andes@gl.fcen.uba.ar

**RESUMEN.** Los mapas aeromagnéticos disponibles de las sierras de San Luis y Comechingones en el sector sudoriental de las Sierras Pampeanas de Argentina, permiten examinar las características geológicas y estructurales de las unidades metamórficas e intrusivas del basamento de la región. A través de la aplicación del filtro de continuación ascendente a los datos del campo magnético total reducido al polo, se ha podido observar la configuración profunda de las distintas unidades. Entre ellas se destaca la secuencia supracortical, en parte correspondiente a la Formación San Luis, que permite reconstruir en varios sectores de la región, en algunos casos subaflorente, una importante sucesión de rocas metasedimentarias de hasta 3 km de espesor, que es interpretada como perteneciente a depósitos de una cuenca de antepaís formada con posterioridad a la orogenia pampeana, alrededor de los 530 Ma. Se caracterizan las distintas unidades metamórficas e ígneas a partir de su señal magnética, y sobre esta base se presenta una sección estructural profunda, que sirve de base para proponer la evolución tectónica del basamento de este sector de las Sierras Pampeanas. Éste registra a partir de la orogenia pampeana la instalación de un arco magmático con su respectiva cuenca de trasarco durante el Cámbrico tardío y el Ordovícico temprano, los que son cerrados y deformados durante la colisión del terreno de Cuyania en el Ordovícico medio.

**Palabras clave:** Sierras Pampeanas, Tectónica, Magnetismo Aéreo, Basamento, Argentina

**ABSTRACT.** *The basement of Sierra de San Luis: New magnetic evidence and tectonic implication.* The available aeromagnetic maps of the Sierras de San Luis and Comechingones in the south-eastern sector of the Sierras Pampeanas of Argentina, show the geologic and structural characteristics of the metamorphic and intrusive units of the basement of the region. Through the upward continuation filter applied to the magnetic data, it is possible to view the depth to the different units. Among them it stands out the supracrustal sequence partly equivalent to the San Luis Formation, interpreted as foreland basin deposits formed at about 530 Ma as a consequence of the Pampean orogeny; this important succession of metasedimentary rocks, recognized in several sectors, some of them overlain by a thin cover of Cenozoic sediments, reaches a thickness of as much as 3km. The other metamorphic and igneous units are characterized based on their magnetic properties, and on these bases a deep structural section of the basement is produced, that allow to propose a tectonic model for the evolution of the region. The area after the Pampean orogeny recorded the inception of a magmatic arc and an associated back-arc basin during the late Cambrian and early Ordovician, which were closed and deformed during docking and collision of the Cuyania terrane in middle Ordovician times.

**Key words:** Sierras Pampeanas, Tectonics, Airborne magnetics, Basement, Argentina

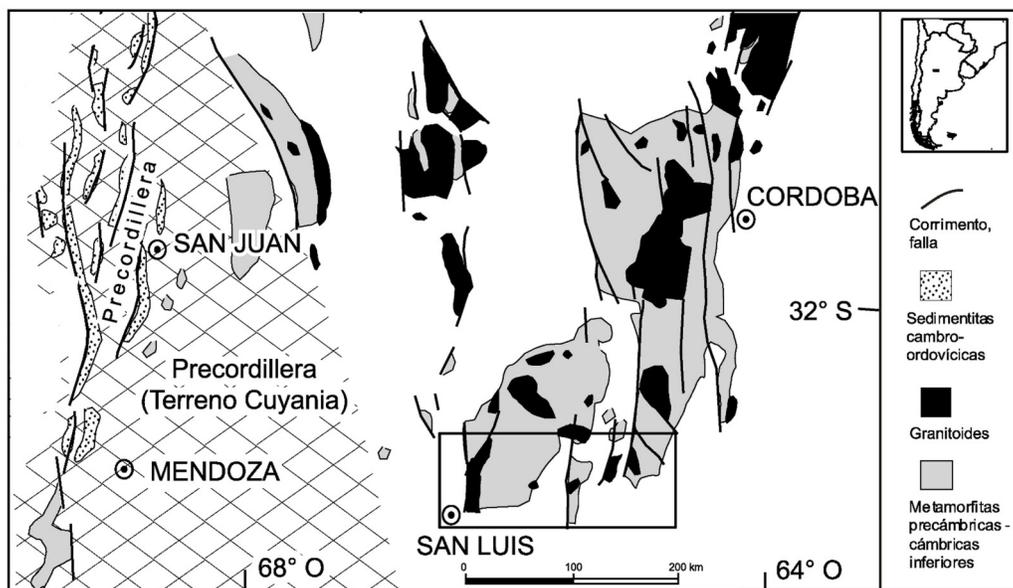
## Introducción

El objetivo del presente trabajo es analizar las características magnéticas del basamento de la sierra de San Luis, en el sector sur de las Sierras Pampeanas (Fig. 1), sobre la base del levantamiento geofísico aéreo realizado por el Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) en 1996. Las peculiaridades distintivas de este basamento han permitido establecer divisiones en función de su textura e intensidad magnéticas, reconocidas tanto en niveles someros como profundos, definiéndose así un grupo de unidades litomagnéticas con un significado geológico objetivo, en particular en lo

que hace a su configuración tridimensional. Sobre esta base y mediante correlación con el conocimiento previo de la región, se esboza una sección cortical de este basamento y se propone una hipótesis de evolución tectónica que permita explicar las características observadas.

La región estudiada queda comprendida entre 66°25' y los 64°45' de longitud oeste y los 32°40' y los 33° 20' de latitud sur, abarcando la región central de la sierra de San Luis en el sector oriental de las Sierras Pampeanas.

El levantamiento aeromagnético que se ilustra en la figura 2 comprende la realización de 26.000 km lineales de perfiles de orientación norte-sur, con un espacio-



**Figura 1:** Mapa de ubicación de la región de estudio en las Sierras Pampeanas. Se indica además la provincia geológica de Precordillera y la extensión del basamento del terreno Cuyania.

miento de 500 m y una altitud aproximada de 120 m sobre el terreno; el intervalo de muestreo a lo largo de las líneas de vuelo es de 8 metros; el posicionamiento de la aeronave durante el vuelo fue obtenido mediante el uso de un sistema GPS diferencial a razón de una lectura por segundo, sincronizado con el sistema de adquisición de datos geofísicos; el error de posicionamiento es igual o inferior a 5 metros. El magnetómetro de medición aérea utilizado fue un SCINTREX CS-2 de vapor de cesio (sensibilidad 0,001 nT, rango de medición de 15.000 a 100.000 nT) con un intervalo de muestreo de 0,1 segundos (equivalente a aproximadamente 8 m a lo largo de las líneas de vuelo). El magnetómetro de base es de idénticas características, habiéndose tomado las lecturas con un intervalo de muestreo de un segundo. Otros instrumentos de relevancia usados en el levantamiento son: radar altimétrico (intervalo de muestreo 0,25 segundos), altímetro barométrico (intervalo de muestreo 0,25 segundos) y cámara de video para la filmación continua del terreno bajo la aeronave. El procesamiento de los perfiles magnéticos incluyó la remoción de *spikes*, filtrado de ruido, aplicación de la corrección magnética diurna, remoción del *IGRF* (Campo Geomagnético Internacional de Referencia) y nivelación final mediante la utilización de la malla de intersecciones. La empresa contratista (World Geoscience) usó un *software* propio para realizar el procesamiento aquí descrito; además, con fines de verificación, el Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) repitió el proceso mediante el uso del programa Geosoft. Los valores magnéticos finales luego fueron reducidos a una grilla regular de 120 m de lado usando el método de curvatura mínima del módulo de grillado del programa Geosoft.

Como parte del análisis de los datos magnéticos

digitales se aplicaron diversas pruebas de procesamiento a los datos “crudos” de intensidad del campo magnético total. En consecuencia, a partir de los datos grillados se generaron diversos mapas intermedios que fueron utilizados como herramientas de interpretación, presentándose aquí los correspondientes al campo magnético total reducido al polo y al filtro de continuación ascendente (Figs. 2 y 3).

En el presente trabajo se ha realizado una interpretación geológica del levantamiento aeromagnético (Fig. 4), que toma en cuenta la interpretación preliminar de Sims *et al.* (1997) e introduce nuevos elementos, enfatizando particularmente la definición de los rasgos estructurales y el contraste en la señal magnética de los distintos tipos de cuerpos graníticos de la región. La figura 4 representa un mapa de “geología sólida”, es decir que las unidades identificadas en el mismo –unidades litomagnéticas o dominios litomagnéticos– están constituidas por zonas con una “firma” o señal magnética uniforme, entendiéndose por tal a la intensidad y al gradiente del campo magnético medidos localmente, tal como se expone en los mapas aeromagnéticos de la región (SEGEMAR 1996). Los dominios litomagnéticos definidos están limitados por cambios conspicuos en la “firma” magnética que, en muchos casos, se originan por la presencia de fallas y/o fracturas. Las unidades litomagnéticas no coinciden exactamente con las unidades litológicas aflorantes en la región debido al carácter “transparente” que presentan algunas litologías al método aeromagnético. Para definir los dominios a partir de los mapas aeromagnéticos se consideraron rasgos tales como: la intensidad y el gradiente del campo magnético y la configuración de las anomalías tanto a niveles someros como profundos; estas características fueron contrastadas en conjunto con la expresión mag-

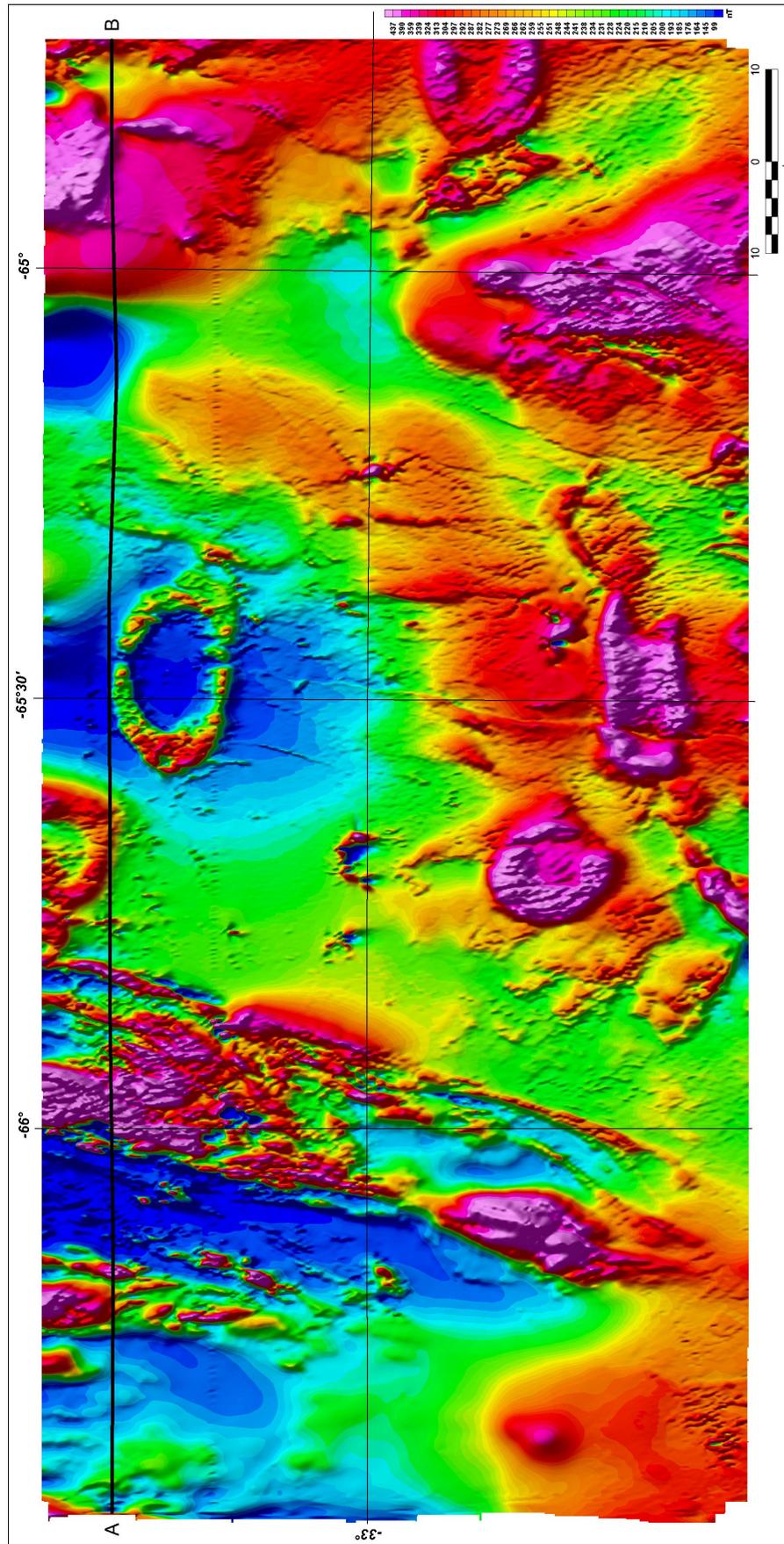
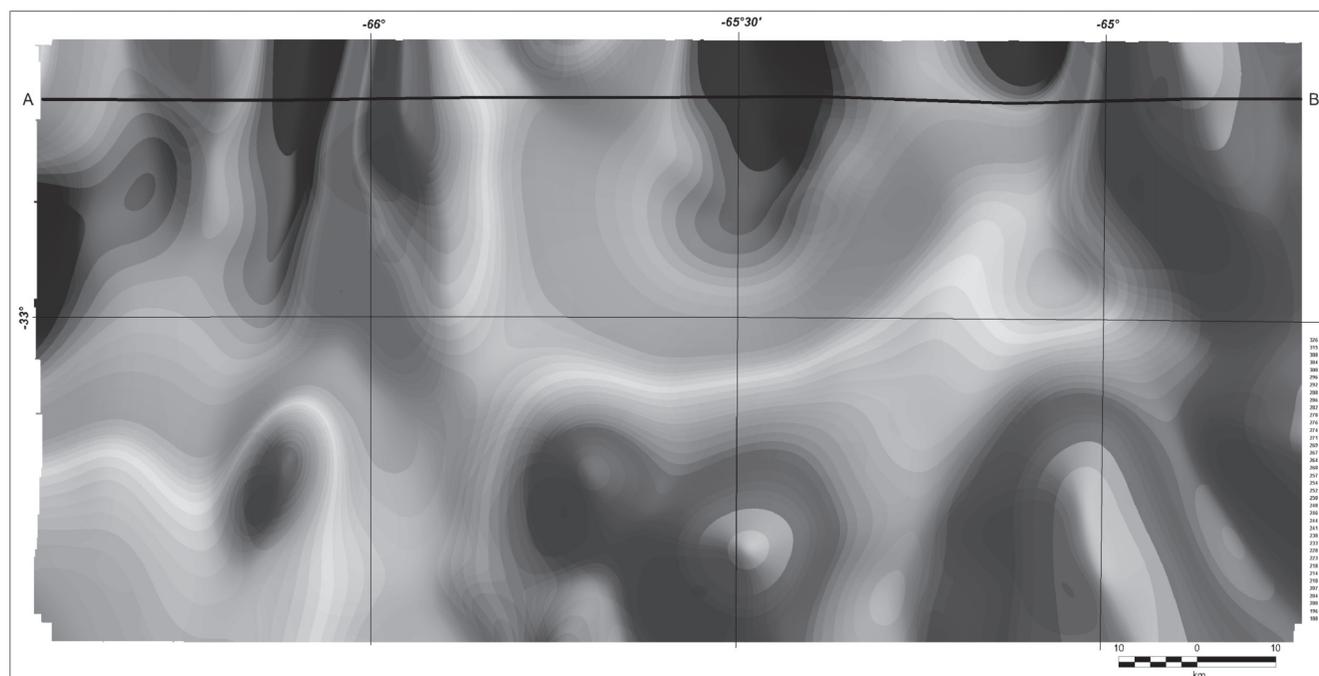


Figura 2: Mapa aeromagnético de la región de estudio (campo magnético total, reducido al polo).



**Figura 3:** Mapa aeromagnético de la región de estudio (continuación ascendente, 6 km, del campo magnético total reducido al polo). Nótese la desaparición de los rasgos magnéticos de origen más somero.

nética de cada una de las unidades litológicas mapeadas en la región

#### *Investigaciones anteriores*

Son numerosos los estudios realizados en el basamento metamórfico y plutónico de la sierra de San Luis. Para una síntesis actualizada de las características de su basamento metamórfico se recomienda a Llambías *et al.* (1996b), von Gosen y Prozzi (1998) y von Gosen (1998 a,b) y von Gosen *et al.* (2002). La evolución de sus rocas ígneas ha sido resumida por López de Lucchi (1993, 1996), Llambías *et al.* (1998) y Quenardelle y Ramos (1999). En estos trabajos se encuentra una completa revisión de los estudios anteriores. Los nuevos datos geocronológicos han sido presentados por Sims *et al.* (1997, 1998), Rapela *et al.* (1998), Stuart Smith *et al.* (1999) y Söllner *et al.* (2000) y en diversos trabajos del presente volumen.

Una interpretación preliminar de los datos aeromagnéticos ha sido anticipada por Sims *et al.* (1997), como parte de la descripción geológica a escala 1:250.000 del sector austral de las sierras de San Luis y Comechingones.

#### **Marco geológico**

Las diferentes unidades litomagnéticas se han descrito dentro del marco geológico conceptual pro-

puesto por Sims *et al.* (1997, 1998) divididas en cuatro grandes sectores: el occidental, el centro occidental, el central y el oriental.

#### *Sector occidental*

Este sector se ubica en el extremo occidental de la región bajo estudio y se corresponde con la unidad litomagnética 1 de la figura 4. Abarca al Complejo Metamórfico Nogolí definido por Sims *et al.* 1997, y está formado por ortogneises félsicos, anfibolitas y gneises pelíticos subordinados, que se destacan por un gradiente magnético uniformemente bajo, y una intensidad magnética particularmente baja en el sector norte. Esta característica permite distinguirlo del Complejo Metamórfico Pringles (unidad litomagnética 4, de la Fig. 4), del que está separado por un corrimiento submeridional con vergencia al oeste, que se corresponde con la zona de cizalla El Realito-La Quebrada (véase Sato *et al.* 2003, este volumen).

La presencia de rocas metamórficas prefamatiniánas llevaron a Llambías *et al.* (1996a) a interpretar a este complejo como un terreno más antiguo donde se superponían dos episodios orogénicos. Datos U-Pb recientes en rocas ortogneísicas de la parte norte de este complejo muestran una edad de cristalización proterozoica para el emplazamiento de estos cuerpos ( $553 \pm 3$  Ma, Vujovich y Ostera, 2003, este volumen). Estos terrenos fueron posteriormente afectados por la orogenia famatiniana.



### Sector centro-occidental

Este sector queda comprendido entre las zonas de cizalla El Realito en el margen occidental y la de Río Guzmán en el oriental (Fig. 4), donde se han individualizado diferentes unidades litomagnéticas. Es el sector más complicado y se corresponde en parte con el Complejo Metamórfico Pringles o la unidad litomagnética 4. Se han distinguido las siguientes unidades en este sector.

*Complejo Metamórfico Pringles:* Está limitado por corrimientos de alcance regional de orientación nor-nordeste y marcada vergencia occidental. Comprende gneises y esquistos pelíticos, intruidos por rocas máficas y ultramáficas y por numerosos cuerpos leucograníticos y pegmatíticos. Es común el desarrollo de milonita en el contacto de los gneises con las anfibolitas.

Internamente comprende dos bloques separados por un corrimiento de igual rumbo y vergencia que los anteriores, denominado Corrimiento Arroyo de las Águilas (Fig. 4). El bloque oriental coincide con el labio alto de la falla y es equivalente al *Eastern Basement Complex* de von Gosen *et al.* (2002). Su segmento norte se caracteriza por una fuerte señal magnética, tanto en intensidad como en gradiente, donde se puede reconocer la foliación o esquistosidad del Complejo Metamórfico Pringles, reflejada en una conspicua fábrica magnética nornordeste, la que está cubierta hacia el sur por las filitas y micaesquistos de la Formación San Luis. El bloque occidental corresponde al labio bajo de la falla y es equivalente al *Western Basement Complex* de von Gosen *et al.* (2002). Se caracteriza por su gradiente e intensidad magnéticas medianas a altas, consistentes con la presencia de granitoides pre- o sincinemáticos de composición mesosilícica y susceptibilidad magnética alta, aunque aparentemente sin componentes pegmatoides de baja susceptibilidad magnética. Está cubierto también por la Formación San Luis.

Con respecto a la edad de este complejo se cuenta con las dataciones U-Pb SHRIMP en circones presentadas por Sims *et al.* (1998) de 460 a 450 Ma. Este lapso coincidiría con dataciones K-Ar realizadas por Ortiz Suárez (1999). Los datos U-Pb son coincidentes con una faja de rocas metamórficas del sector occidental de las Sierras Pampeanas que se corresponden con la roca de caja de arco magmático Cámbrico tardío a Ordovícico medio (Ramos 1988). En esta faja Finney *et al.* (2003), en la quebrada de La Cébila en Catamarca han encontrado circones de 480 Ma en rocas metamórficas de grado medio a bajo, que le permiten inferir una edad ordovícica para estas rocas. Edades similares se han registrado en la Sierra de Famatina. Sobre esta base se interpreta al Complejo Metamórfico Pringles como una asociación de rocas metamorfozadas en el Ordovícico medio.

*Grupo Las Águilas:* El sector sur del bloque oriental

está caracterizado por un alto magnético originado por el emplazamiento sincinemático de las rocas máficas y ultramáficas del Grupo Las Águilas, que se corresponde con la unidad magnética 9 (Fig. 4). Estas rocas descriptas originariamente por González Bonorino (1962), están constituidas por cuerpos de rocas máficas y ultramáficas metamorfozadas en facies de granulita. Incluyen dunitas, piroxenitas, hornblenditas, y anfibolitas (Bjerg *et al.* 1996). Una segregación félsica de estas rocas ha sido datada por U-Pb en circones que arrojó una edad de  $478 \pm 6$  Ma, la que fue asignada por Sims *et al.* (1997) como edad de cristalización. Estas rocas han sido interpretadas como una serie de intrusiones lineales no vinculadas a una asociación ofiolítica (Villar 1975), o a una sutura de una cuenca de trasarco (Ramos 1988), o más recientemente como una serie de rocas máficas, ultramáficas y anfibolitas emplazadas sincrónicamente con la deformación regional en un ambiente de trasarco o arco de islas (Sims *et al.* 1997, Ramos *et al.* 2000).

*Formación San Luis:* Tanto el bloque oriental como el occidental están cubiertos por una secuencia supracortical (*supracrustal sequence*) que se asocia con la Formación San Luis y constituyen conspicuos bajos magnéticos elongados en la dirección nor-nordeste. Estas rocas corresponden a la unidad magnética 5. El desplazamiento hacia el este de las anomalías magnéticas correspondientes a esta unidad, verificado en el mapa aeromagnético de continuación ascendente (Fig. 3) sugiere que estas fajas inclinan hacia el este. Están en contacto tectónico con las rocas de mayor grado y el orden de magnitud de su espesor en este sector es estimado en 500 metros.

Estas rocas corresponden a filitas y micaesquistos que Prozzi y Ramos (1988) y Prozzi (1990) denominaron Formación San Luis, que se correlacionan con el Conglomerado Cañada Honda (Prozzi 1990; Ramos *et al.* 1996a), y que contienen metavolcanitas ácidas extrusivas (Brodtkorb *et al.* 1984). Estas secuencias sólo han sufrido metamorfismo famatiniano (González y Llambías 1998). La edad U-Pb en circones de las volcanitas intercaladas es de  $529 \pm 12$  Ma (Söllner *et al.* 2000), lo cual permite asignar a esta secuencia al Cámbrico temprano. Estas rocas son tradicionalmente correlacionadas con la Formación Puncoviscana aflorante en el noroeste argentino.

*Granitoides:* En el segmento sur del sector centro-occidental, tanto en el bloque oriental como en el occidental, se observa menor gradiente e intensidad magnéticas causadas por la presencia de granitos y pegmatitas sin-deformacionales con muy baja susceptibilidad magnética. La porción más austral de esta faja está intruida por el Granito La Escalerilla correspondiente a la unidad magnética 6, que también da origen a un bajo magnético y se correlaciona con un intrusivo precinemático (Llambías *et al.* 1996b; Quenardelle y

Ramos 1999). Hay edades U-Pb en circones de los Granitos Escalerilla y Río Claro, de 507 y 490 Ma que indicarían una edad cámbrica tardía a ordovícica inferior (von Gosen *et al.* 2002).

Otros intrusivos menores presentes en esta área comprenden a tonalitas-granodioritas precinemáticas (cuerpos Bemberg, Las Verbenas, Gasparillo y Tamboreo) de baja intensidad y gradiente magnéticos, los que han sido agrupados en la unidad litomagnética 7, cuyo bajo contraste magnético sólo permite esbozar sus límites. Un caso análogo es el de los granitos sincinemáticos de Llambías *et al.* (1996b), incluidos en la unidad litomagnética 8. Finalmente, hay cuerpos pre- y sincinemáticos que por sus reducidas dimensiones, amén de sus características magnéticas poco contrastantes, no pueden detectarse en un levantamiento aeromagnético regional.

### Sector central

Este sector comprende la porción oriental de la sierra de San Luis y abarca principalmente al Complejo Metamórfico Conlara, así definido por Sims *et al.* (1997), para reunir esquistos y paragneisses biotíticos, que constituyen la mayor parte del basamento metamórfico de la sierra de San Luis. En esta región, mediante la caracterización magnética se han separado de este complejo basamental tres unidades. Un basamento homogéneo, correspondiente al Complejo Metamórfico Conlara (*sensu stricto*), una cubierta supracortical, con facies metamórficas caracterizadas por un potente paquete de metasedimentitas, con escaso volcanismo sinsedimentario y diferentes granitos postorogénicos y anorogénicos.

**Complejo Metamórfico Conlara:** El Complejo Metamórfico Conlara corresponde al basamento proterozoico-paleozoico inferior comprendido entre las sierras de San Luis y Comechingones, habiendo sido así denominado por Sims *et al.* (1997) para el área con cobertura aeromagnética. Se corresponde con la unidad litomagnética 2, la que en el extremo sur de la sierra de Comechingones, incluye a las metamorfitas del Complejo Achiras (Otamendi *et al.* 1996; 1998a y b).

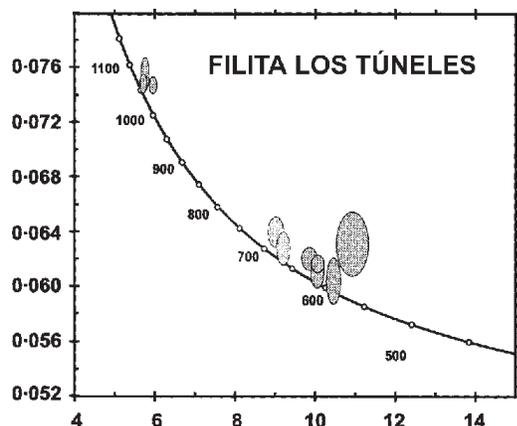
El borde occidental de este complejo metamórfico está definido por un fuerte lineamiento magnético de orientación NNE, que corresponde a la zona de cizalla Río Guzmán la que tiene una marcada vergencia al oeste. Esta falla lo separa del Complejo Metamórfico Pringles, el que es localmente sobreyacido por los metasedimentos de la Formación San Luis.

El basamento metamórfico de este complejo (unidad litomagnética 2 de la figura 4) está compuesto por esquistos y gneises metapelíticos y metapsamíticos; ortogneises félsicos y rocas calco-silicáticas y mármoles subordinados, los que en conjunto presentan una fábrica magnética homogénea, con escasos

lineamientos magnéticos. Uno de ellos, ubicado al norte de San José del Morro (“c” en figura 4), a los 65° 31' O / 33° 07' S, se lo ha interpretado como un corrimiento ándico de rumbo nor-nordeste con vergencia al oeste, el cual es subparalelo y coincide aproximadamente con el alineamiento de cuerpos de anfibolita que Delakowitz *et al.* (1991 a) describieran al oeste de la sierra del Morro, que se extiende también con dirección nor-nordeste. Esta falla ándica desplaza por contracción al Granito del Morro (Figs. 2 y 4). Estas anfibolitas habían sido interpretadas por Delakowitz *et al.* (1991 a, b) y Ramos (1991) como una cuenca de trasarco pampeana que se interponía en el basamento siálico de la sierra de San Luis. Sin embargo, las nuevas observaciones y su expresión magnética no permiten observar una discontinuidad discreta en el basamento, por lo que se interpreta que este arco magmático interoceánico, se hallaría completamente cratonizado, dado que no se preserva discontinuidad cortical alguna. Si esta hipótesis fuera valedera implicaría que estas rocas máficas de trasarco serían más antiguas que pampeanas, zona de debilidad que controló la reactivación ándica. Datos geocronológicos preliminares de las anfibolitas confirman su edad más antigua (véase Brodtkorb *et al.* 2003, en preparación).

**Cubierta supracortical:** El mapa del campo magnético reducido al polo (Fig. 2), así como el de su continuación ascendente (Fig. 3), permiten inferir la presencia subaflorente de dos sectores correspondientes a una potente secuencia supracortical (*supracrustal sequence*), la que presenta características similares a las identificadas en el sector centro-occidental de la sierra de San Luis. El espesor de esta secuencia se estimó por medio de la aplicación de la deconvolución de Euler (Reid *et al.* 1990) a los datos magnéticos. Nótese que se asume que el espesor que localmente tienen los sedimentos cenozoicos es de un orden de magnitud muy inferior al de la secuencia supracortical, por lo cual no se lo tomó en cuenta. Si se acepta esta premisa, la profundidad de la base de la secuencia supracortical es equivalente a su espesor.

El primer sector corresponde al área Villa del Carmen (Fig. 4) y comprende un paquete de rocas metasedimentarias del orden de los 3 km de espesor que ocupa una faja submeridiana limitada por la falla occidental de la sierra de Comechingones. Esta coincide con un fuerte lineamiento magnético de orientación nor-noroeste (Fig. 2) que marca el borde occidental de la zona de cizalla Las Lajas, y separa la secuencia supracortical del Complejo Metamórfico Monte Guazú definido por Sims *et al.* (1997). Esta estructura coincide con la sutura propuesta por Otamendi *et al.* (1996), que según von Gosen *et al.* (2002) correspondería al contacto entre el cratón del Río de La Plata y el terreno de Pampia. Esta sutura más hacia el norte está representada por una faja ofiolítica descrita por Escayola (1994), Kraemer *et al.* (1995) y Ramos *et al.* (2000). Estas rocas están cubier-



**Figura 5:** Diagrama de Tera-Waserburg para las filitas de los Túneles que muestran circones con típicas edades brasilianas comprendidas entre 550 y 700 Ma (basado en Pankhurst *et al.* 2000).

tas por sedimentos cenozoicos, aunque sin embargo están preservadas más hacia el norte, en la región de Los Túneles, en el labio bajo de la falla de Comechingones. En esta localidad han sido descritas como una serie de filitas de bajo grado por Rapela *et al.* (1998), que preservan su estratificación relíctica y se hallarían basculadas hacia el este, por debajo del basamento metamórfico milonitizado del cratón del Río de La Plata. Esta faja milonítica ha sido caracterizada estructuralmente como una zona de intensa deformación con vergencia hacia el oeste por Simpson *et al.* (2002). A su vez Pankhurst *et al.* (2000) han datado por U-Pb en circones las filitas, que tienen poblaciones de circones detríticos típicamente brasilianos que varían entre 550 y 700 Ma (Fig. 5). Estas filitas se hallarían en continuidad con el sector más oriental aquí analizado en el labio bajo de la sutura propuesta por Otamendi *et al.* (1996).

El segundo sector pertenece al área del valle del Conlara y se caracteriza por un conspicuo bajo magnético de 33 km de diámetro (Fig. 4) comprendido entre las localidades de Tilisarao, Naschel y Paso Grande. Este sector central se interpreta como la zona con el mayor desarrollo areal de metapelitas y metapsamitas que alcanza un espesor del orden de los dos kilómetros. Esta unidad se corresponde a las filitas y micaesquistos descritos por von Gosen y Prozzi (1998) entre Quines y Santa Rosa. La señal magnética de este sector es similar a aquélla que identifica al sector más oriental de la secuencia supracortical, por debajo de la sutura con el cratón del Río de la Plata. Esta unidad presenta una señal magnética similar a las filitas y micaesquistos de la Formación San Luis, cubiertos por los sedimentos del valle de Conlara (C.A.A.S. 1973).

*Granitoides postorogénicos y anorogénicos:* La magnetometría permite distinguir un grupo de cuerpos intrusivos discordantes respecto del basamento metamórfico en el sector oriental reconocidos en la figura 4 como correspondientes a la unidad litomagnética 10.

La geometría inferida de estos cuerpos, indica dos tipos diferentes de granitoides en este sector. Los mismos coinciden con la clasificación propuesta para los granitoides de la sierra de San Luis por Llambías *et al.* (1998) y Quenardelle y Ramos (1999).

El primer grupo se halla caracterizado por facies magnéticas concéntricas de geometría circular a elíptica de buen desarrollo, como se observa en los diferentes cuerpos del batolito Las Chacras. El ejemplo más conspicuo dentro del área del levantamiento aeromagnético es el Granito Renca que corresponde al Devónico inferior ( $393 \pm 5$  Ma, U-Pb en Sims *et al.* 1997). Este cuerpo presenta facies concéntricas de creciente intensidad hacia los bordes, como se puede apreciar en los halos de alta frecuencia e intensidad magnética de la figura 2. La susceptibilidad magnética varía de  $100 \times 10^{-5}$  a  $1000 \times 10^{-5}$  SI en el anillo externo, a menos de  $10 \times 10^{-5}$  SI en el núcleo central (Sims *et al.* 1997), consistente con la variación de facies de un granito biotítico-monzogranito porfírico a granito equigranular de dos micas, respectivamente (Lopez de Luchi 1996). Estos cuerpos son interpretados como anorogénicos, dado que al momento de su emplazamiento no existían ya esfuerzos desviatoricos y presentaron un alto contraste térmico con la caja (Llambías *et al.* 1996b). La edad de estos cuerpos ha sido establecida entre 408 y 320 Ma (véase Sato *et al.* 2003).

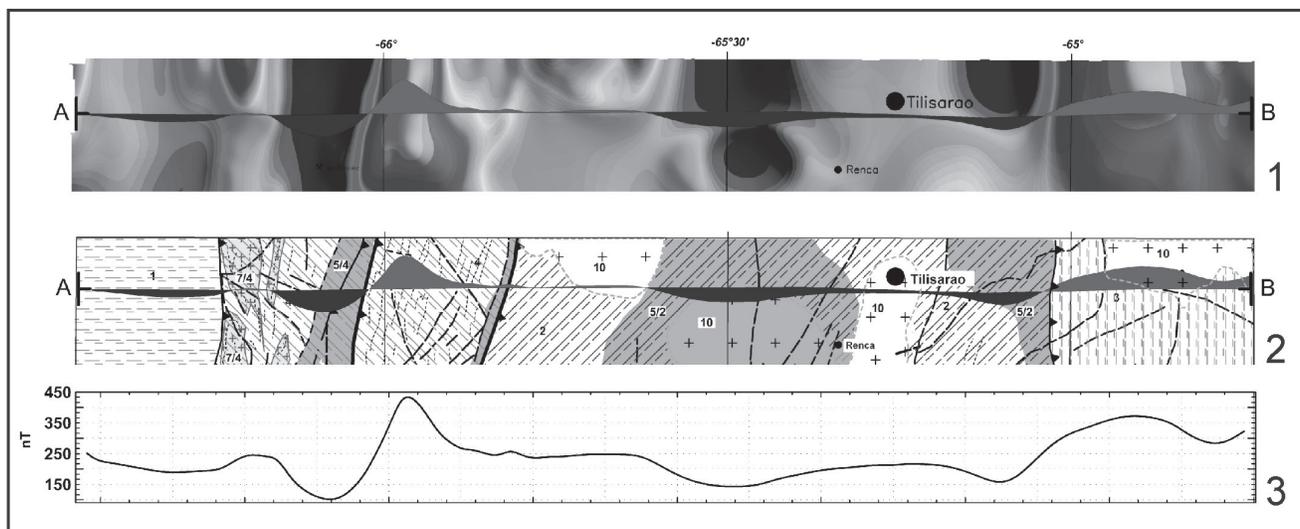
El segundo grupo corresponde a los granitoides postorogénicos emplazados en forma discordante con la fábrica metamórfica previa de edad pampena, pero cuyo emplazamiento se realizó cuando existían campos de esfuerzos desviatoricos todavía activos. Esto se infiere por la forma subcircular elongada de los cuerpos, que de acuerdo a Llambías (2001), corresponderían a intrusivos postorogénicos. En la figura 4 se pueden observar diversos cuerpos de granitoides que presentan estas peculiaridades.

En el extremo sur de la sierra de Comechingones se reconoce el Complejo Ígneo Achiras (Sims *et al.* 1997; edad U-Pb en circones,  $382 \pm 6$  Ma; Camacho y Ireland, 1997), caracterizado por un conspicuo alto magnético que presenta sectores con alto gradiente correspondientes a zonas aflorantes y subaflorantes de la unidad. El Complejo Ígneo Achiras integra los términos ígneos (Granito Los Nogales) del Complejo Achiras de Otamendi *et al.* (1996).

Además de estos cuerpos existen otros cuerpos de menor tamaño reconocidos en este sector como intrusivos sincinemáticos o sintectónicos, los que dada la falta de contraste con las rocas de caja no tienen expresión en los mapas aeromagnéticos analizados.

#### Sector oriental

Este sector comprende en líneas generales al basamento metamórfico de la sierra de Comechingones, definido por Sims *et al.* (1997) como Complejo Metamór-



**Figura 6:** Perfil magnético este-oeste a la latitud  $32^{\circ} 45' S$  (color del relleno: rojo = positivo, azul = negativo; rango de valores residuales :  $-132 / 199$  nT), combinado con: **a**, Mapa aeromagnético (continuación ascendente, 2 km, del campo magnético total reducido al polo) y **b**, Mapa de interpretación geológica del levantamiento aeromagnético.

fico Monte Guazú, constituido por gneises pelíticos y ortogneises tonalíticos, como así también ortoanfilolitas y metagrabros subordinados, mapeados por Otamendi *et al.* (1996) como Metamorfitas Monte Guazú, integrante del Complejo Las Lajas. Estas rocas metamórficas se corresponden a la unidad litomagnética 3 (Fig. 4). Estas rocas están cabalgando al Complejo Metamórfico Conlara, contrastando con este último por su mayor intensidad magnética. Esta falla ándica es posiblemente una reactivación cenozoica de la faja de cizalla Las Lajas, sutura entre los terrenos de Pampia y el cratón del Río de La Plata.

Estas rocas metamórficas están intruidas por granitoides postorogénicos de características similares a los descriptos en el sector central.

### Estructura

Sobre la base de las distintas unidades litomagnéticas, ponderadas dentro del marco geológico previamente descripto, se ha confeccionado una sección estructural que se presenta en la figura 6.

Sobre esta base, más la información disponible, en especial los levantamientos estructurales de von Gosen (1998 a, b) y von Gosen y Prozzi (1998), se ha confeccionado la sección estructural que se ilustra en la figura 7. En ella se pueden observar las principales unidades geológicas y las estructuras principales, así como una interpretación en profundidad basada en las características de las unidades litomagnéticas.

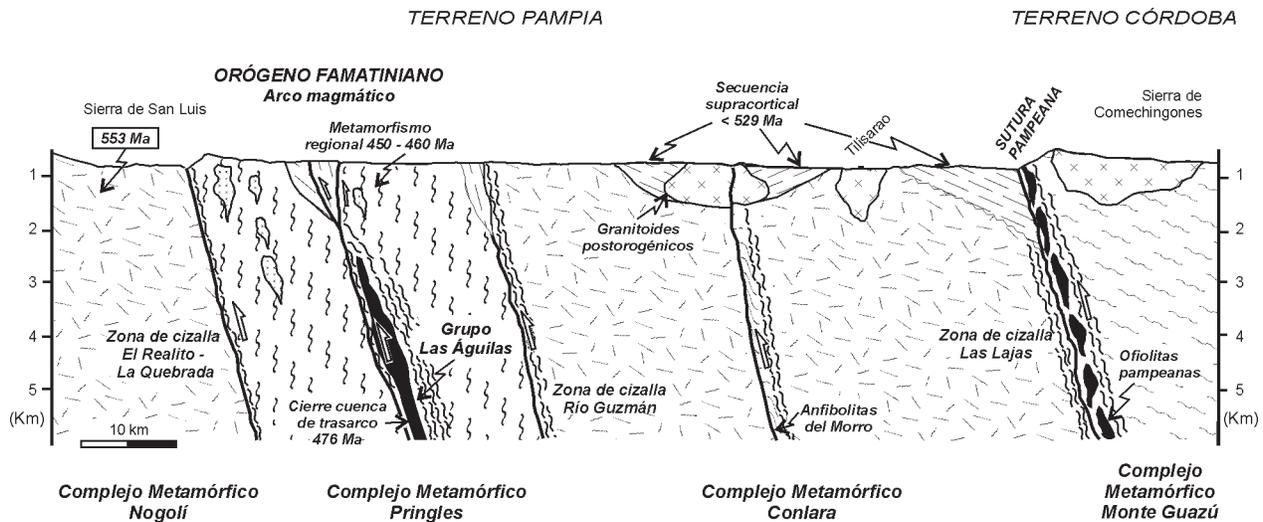
Una de las evidencias más notable es la correspondencia que tiene la estructura ándica con las zonas de cizalla precámbricas y eopaleozoicas. Estas fajas limitan los principales complejos metamórficos previamente descriptos. Es interesante observar la continuidad de la

cubierta supracortical al pie occidental de la sutura pampeana, entre los terrenos de Pampia y Córdoba. Este último ha sido interpretado como la parte occidental del cratón del Río de La Plata por Kraemer *et al.* (1995); Rapela *et al.* (1998) y von Gosen *et al.* (2002). Dentro del Complejo Metamórfico Conlara se indica la faja de anfibolitas del Morro descriptas por Delakowitz *et al.* (1991 a), la que si bien no tiene un contraste magnético *per se*, coincide con una falla de conspicua expresión magnética. La zona de cizalla Río Guzmán yuxtapone el Complejo Metamórfico Conlara, con la Formación San Luis, en el presente trabajo interpretada como parte de la secuencia supracortical. Ésta se halla repetida por un grupo de fallas de vergencia oeste y alta inclinación. El rasgo más conspicuo de este sector es el emplazamiento tectónico del Grupo Las Águilas, que si bien aflora al sur de la traza del perfil se lo ha proyectado hacia el norte. Este sector del Complejo Metamórfico Pringles es el que presenta mayor deformación, con numerosas fallas subparalelas y de rumbo submeridiano. Se han indicado como referencia una serie de cuerpos graníticos pre-tectónicos y sintectónicos, frecuentes en este sector.

La zona de cizalla El Realito – La Quebrada, ubica a las rocas metamórficas del Complejo Pringles por encima del basamento prefamatiniense de Llambías *et al.* (1996 a). Éste en la presente sección estructural se lo interpreta como parte del terreno de Pampia, el que es removilizado en la zona centro occidental por un metamorfismo regional de edad orodovícica.

### Interpretación tectónica

Los datos analizados y la sección estructural descripta permiten esbozar una interpretación tectónica, basa-



**Figura 7:** Sección estructural de las sierras de San Luis y Comechingones elaborada sobre la base de sus distintas unidades litomagnéticas e información estructural previa de von Gosen (1998 a, b) y von Gosen *et al.* (2002).

da no sólo en las distintas unidades litomagnéticas, sino también en el grado de conocimiento alcanzado en la comprensión geológica del basamento de la provincia de San Luis.

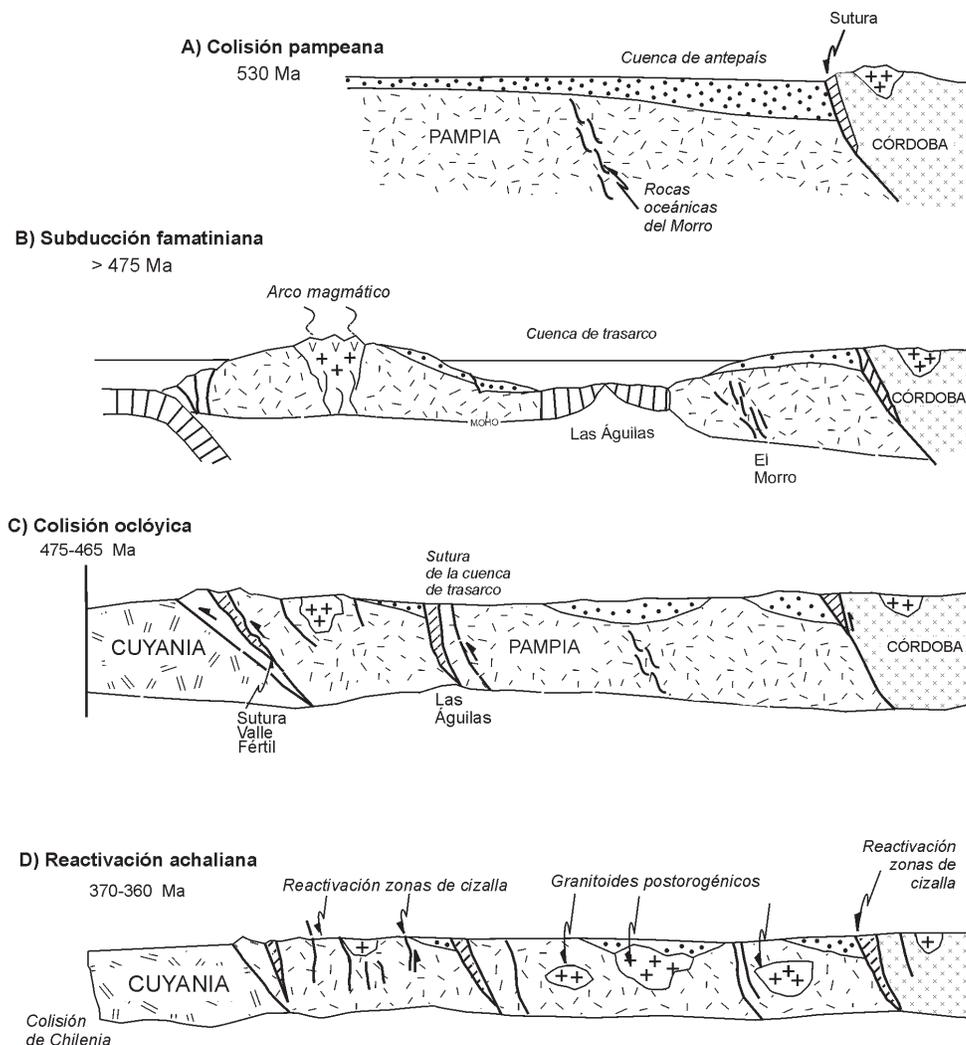
En una primera aproximación a la evolución del basamento de la sierra de San Luis, se había propuesto, interpretando los aportes de Delakowitz *et al.* (1991 b) y de Hack *et al.* (1991), la existencia de un complejo sistema de arcos pampeanos (Ramos 1991). El avance del conocimiento geológico de la región permite plantear nuevos interrogantes. A partir de la propuesta de Kraemer *et al.* (1995), no quedan dudas que la polaridad de la zona de subducción correspondiente del arco pampeano principal es hacia el este por debajo del Complejo Metamórfico Monte Guazú. La faja de anfibolitas de la sierra del Morro, aparentemente son más antiguas que el ciclo pampeano (Koukharsky *et al.* 2003, este volumen). El supuesto arco de San Francisco, se correspondería con las tonalitas de 553 Ma (Vujovich y Ostera 2003, este volumen), y podría pertenecer al ciclo pampeano. Sin embargo, el carácter fragmentario de la información no permite precisar la evolución proterozoica de la región.

Las rocas más antiguas del sector oriental corresponden al llamado terreno Córdoba (Ramos 1995), del que en el sector analizado no hay datos geocronológicos que permitan adscribirlo al cratón del Río de La Plata. Su fábrica submeridiana indica una fuerte removilización con respecto a la estructura transamazónica de rumbo N50-70°O, característica del cratón del Río de La Plata, como lo han ya destacado diversos autores (Dalla Salda 1984; Martino 2003, este volumen). Está limitado hacia el oeste por la zona de cizalla Las Lajas, que marcaría la sutura con el terreno de Pampia.

La secuencia supracortical ha sido correlacionada en parte, por lo menos la correspondiente a la Formación

San Luis, con la Formación Puncoviscana (Rapela *et al.* 1998, von Gosen *et al.* 2002). Estos autores interpretan a la Formación San Luis como parte de la cuenca Puncoviscana, que separó mediante *rifting* durante el Proterozoico tardío a Cámbrico temprano (~ 608 a 530 Ma) al cratón del Río de La Plata del terreno pampeano más occidental (*Pampean terrane* de Ramos 1988), aquí considerado como el terreno Pampia (Ramos y Vujovich 1993). Sin embargo, en el presente trabajo se interpreta a esta secuencia supracortical como más joven que la orogenia pampeana, dado que contiene entre otros circones, una abundante población entre aproximadamente 700 y 550 Ma (Filita Los Túneles, figura 5), y se halla estratificada con volcanitas ácidas de 529 Ma (Söllner *et al.* 2000). Esto implicaría, si se acepta una edad para la orogenia pampeana de aproximadamente 530 Ma (Rapela *et al.* 1998), que estos depósitos fueron el resultado del levantamiento, erosión y depositación acaecida en el Cámbrico inferior. Si se acepta esta interpretación, estos depósitos corresponderían a una cuenca de antepaís, como lo habían ya sugerido Kraemer *et al.* (1995) y Keppie y Bahlburg (1999). Además esto explicaría porqué las rocas de las secuencias supracorticales tienen sólo evidencia de un único episodio metamórfico, ocurrido durante el ciclo famatiniano, que lo distingue de los complejos pampeanos removilizados. Si Puncoviscana fuera una cuenca de *rifting* que llegó a formar corteza oceánica, para luego ser subducida para generar el arco magmático pampeano, y con posterioridad colisionar, el tiempo disponible para la formación del orógeno pampeano sería extremadamente breve, quizás no superior a 10 o 20 millones de años. Esto motivó a Rapela *et al.* (1998) a proponer que el orógeno pampeano fue un *short-lived orogen*, criterio que no se comparte.

El arco magmático famatiniano, desarrollado sobre el



**Figura 8:** Evolución tectónica de la región durante los ciclos pampeano y famatiniano (modificada de Ramos 1988, 1991; Kraemer *et al.* 1995; Rapela *et al.* 1998; von Gosen *et al.* 2002).

terreno de Pampia, removilizó el basamento más antiguo. La subducción con polaridad hacia el este, se implantaría al oeste de la sierra de San Luis, posiblemente a lo largo del lineamiento Valle Fértil, límite propuesto para el terreno de Cuyania (Astini *et al.* 1996; Ramos *et al.* 1996 b). El arco magmático habría comenzado por lo menos a los 507 Ma, edad máxima de los granitoides precinemáticos como la del Granito La Escalerilla (von Gosen *et al.* 2002), y habría persistido hasta por lo menos el Ordovícico inferior (Pankhurst *et al.* 1998). Sobre la base de los datos obtenidos por Sims *et al.* (1997) que indican una edad de 476 Ma para el Grupo Las Águilas, es evidente que estas rocas se emplazaron tectónicamente en el sector oriental del arco magmático famatiniano durante el Ordovícico inferior. Las características geoquímicas de estas rocas, su edad y su importante extensión hacia el sur (Kostadinoff *et al.* 2002), permiten interpretarlo como perteneciente a una cuenca de trasarco (*back-arc basin*), desarrollada sincronicamente con el arco

magmático famatiniano, y que se cerró en el Ordovícico medio. La colisión entre Cuyania y Pampia habría acontecido con el pico de metamorfismo regional de 460 – 450 Ma (Sato *et al.* 2003, este volumen). La colisión de Cuyania removilizó las estructuras previas, reactivando las zonas de cizalla más orientales.

Los granitoides postorogénicos de la región oriental se han emplazado durante las postrimerías de la deformación, o inmediatamente al cese de los esfuerzos, mostrando típicas formas de emplazamiento subcirculares a circulares (Pinotti *et al.* 2002). La figura 8 resume la evolución geológica de la región estudiada.

### Conclusiones

La interpretación y análisis de los datos aeromagnéticos, combinada con los antecedentes geológicos de la región han permitido reconocer una serie de unidades litomagnéticas objetivamente definidas. Muchas de es-

tas unidades tienen una correlación directa con los diferentes complejos metamórficos, rocas máficas y ultramáficas, y cuerpos graníticos ya reconocidos en el basamento de las sierras de San Luis y Comechingones, pero aportando en ciertos casos una mejor identificación de sus contactos, en especial cuando estos se hallan cubiertos.

Uno de los mayores aportes de la aeromagnetometría en la región de estudio es haber permitido discernir en forma objetiva, de acuerdo al régimen de esfuerzos vigente, las características de emplazamiento de los cuerpos graníticos postorogénicos. Asimismo, los datos aeromagnéticos han sido de gran utilidad para delimitar las secuencias supracorticales, que presentan un espesor importante y una amplia distribución en la región.

Sobre esta base se ha propuesto un modelo de evolución tectónica, interpretándose que como resultado de la colisión del terreno de Pampia contra el margen cratónico aproximadamente a los 530 Ma, se originó una potente cuenca de antepaís. Ésta es posteriormente removilizada y deformada por la orogenia famatiniana, caracterizada por un arco magmático cámbrico superior – ordovícico temprano y una cuenca oceánica de trasarco, que se cierra con la colisión del terreno de Cuyania en el Ordovícico medio.

Si bien las hipótesis presentadas necesitan de una mayor base de datos, en especial geocronológicos, los datos aeromagnéticos son una base sólida para futuros trabajos en la región.

## Agradecimientos

Los autores desean expresamente agradecer al Servicio Geológico-Minero Argentino por haber permitido la utilización de los datos aeromagnéticos y su autorización para publicarlos, así como a la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 06729/99) por su apoyo financiero.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Astini, R., Ramos, V.A., Benedetto, J.L., Vaccari, N.E. y Cañas, F.L., 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 293-324, Buenos Aires.
- Bjerg, E.A., Kostadinoff, J., Mogessie, A., Hoinkes, G., Stumplf, E.F., and Hauzenberger, C., 1996. La faja de rocas máficas y ultramáficas de las Sierras de San Luis: nuevos hallazgos de minerales del grupo del platino: 2° Jornadas de Mineralogía, Petrografía y Metalogénesis de rocas máficas y ultramáficas. Publicación del Instituto de Recursos minerales. Universidad Nacional de La Plata, Publicación 5: 303-310.
- Brodtkorb, M.K. de, Pezzutti, N. y Dalla Salda, L., 1984. Presencia de vulcanismo ácido en la Provincia de San Luis. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 181-190, Buenos Aires.
- C.A.A.A.S., 1973. Recursos de aguas subterráneas y su aprovechamiento en la llanura pampeana y en el valle del Conlara, Provincias de Córdoba, Santa Fe y San Luis, República Argentina. Convenio Argentino Alemán de Aguas Subterráneas. 6 Tomos. Servicio Geológico de la República Federal de Alemania.
- Camacho, A., y Ireland, T.R., 1997. U-Pb Geochronology: Final Report. Geoscientific mapping of the Sierras Pampeanas, Argentine-Australian Cooperative Project, Australian Geological Survey Organization (inédito), SEGEMAR, 53 p. Buenos Aires.
- Dalla Salda, L.H., 1984. La estructura íntima de las sierras de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina 39(1-2): 38-51, Buenos Aires.
- Delakowitz, B., Höll, R., Brodtkorb, M.K. de y Brodtkorb, A., 1991a. Geología y génesis de yacimientos scheelíticos en la sierra del Morro oeste, provincia de San Luis. Publicación del Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, I: 49-96, La Plata.
- Delakowitz, B., Höll, R., Brodtkorb, M.K. de y Stärk, H., 1991b. Geological and geochemical studies of the Sierra del Morro Oeste (San Luis Province, Argentina): meta-sediments and meta-volcanics from the probable back-arc setting. Journal of South American Earth Sciences 4(3): 189-201, England.
- Escayola, M., 1994. Faja ultramáfica de la Sierra Grande de Córdoba entre Intiyaco y Ea. San Miguel, Calamuchita, Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, (inédita), 300 p.
- Finney, S., Gleason, J., Gehrels, G., Peralta, S. y Azeñolaza, G., 2003. Early Gondwana connection for Argentina Precordillera. Earth and Planetary Science Letters 205: 349-359.
- González, P.D. y Llambías, E.J., 1998. Estructura interna de las metamorfitas pre-famatinianas y su relación con la deformación del Paleozoico inferior en el área de Gasparillo, San Luis, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires), Actas 2: 421-426.
- González Bonorino, F., 1962. Petrología de algunos cuerpos básicos de San Luis y las granulitas asociadas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 16(1-2): 61-106, Buenos Aires.
- Hack, M., Brodtkorb, M. K. de, Höll, R. y Brodtkorb, A., 1991. Geología y consideraciones genéticas de los yacimientos scheelíticos entre el dique La Florida y Pampa del Tamboreo, provincia de San Luis. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata. Publicación 1: 113-152, La Plata.
- Keppie, J.D. y Bahlburg, H., 1999. The Puncoviscana Formation of northwestern and central Argentina: passive margin or foreland basin deposit? In V.A. Ramos y D. Keppie (eds.) Laurentia Gondwana Connections before Pangea. Geological Society of America, Special Paper 336: 139-144.
- Kostadinoff, J., Gregori, D., Bjerg, E. A., Raniolo A. y Alvarez, G., 2002. La prolongación austral de las Sierras de San Luis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 57(4): 359-364.
- Koukharsky, M., Brodtkorb, M.K. de, Kay, S.M., y Munizaga, F., 2003. La Formación Balbuena, integrante de un arco magmático del Cámbrico de la Sierra de Ambargasta, provincia de Santiago del Estero. Revista de la Asociación Geológica Argentina, este volumen.
- Kraemer, P.E., M.P. Escayola y R.D. Martino, 1995. Hipótesis sobre la evolución tectónica neoproterozoica de las Sierras Pampeanas de Córdoba (30°40'- 32°40'), Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 50(1-4): 47-59, (1994) Buenos Aires.
- Llambías, E., 2001. Geología de los cuerpos ígneos. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 15: 1- 233.
- Llambías, E.J., Sato, A.M., Prozzi, C. y Sánchez, V., 1996a. Los pendantes de gneises en el Plutón Gasparillo: evidencia de un metamorfismo pre-Famatiniano en las Sierras de San Luis. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 5: 369-376. Buenos Aires.

- Llambías, E., Quenardelle, S., Ortiz Suárez, A. y Prozzi, C., 1996b. Granitoides sincinemáticos de la Sierra Central de San Luis. En 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 487-496, Buenos Aires.
- Llambías, E.J., A.M. Sato, A. Ortiz Suárez y C. Prozzi, 1998. The granitoids of the sierra de San Luis. En R.J. Pankhurst y C.W. Rapela (eds.) The Proto-Andean margin of Gondwana, Geological Society of London, Special Publication 142: 325-341.
- López de Luchi, M.G. 1993. Caracterización geológica y emplazamiento del Batolito de Renca. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Mendoza. Actas 4: 42-53. Buenos Aires.
- López de Luchi, M.G. 1996. Enclaves en un batolito posttectónico; petrología de los enclaves microgranulares del batolito de Renca, Sierras Pampeanas, San Luis. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 51 (2): 131-146. Buenos Aires.
- Martino, R.D., 2003. Las fajas de deformación dúctil de las Sierras Pampeanas de Córdoba: una revisión general. Asociación Geológica Argentina. Revista, este volumen.
- Ortiz Suárez, A., 1999. Geología y petrología del área de San Francisco del Monte de Oro, San Luis. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Físico - Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. 259 p., inédito.
- Otamendi, J.E., Nullo, F.E., Fagiano, M. y Aragón, E., 1996. Dos terrenos metamórficos y estructurales en el extremo sur de la Sierra de Comechingones, Córdoba-San Luis: algunas implicancias tectónicas. 8° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 249-266, Buenos Aires.
- Otamendi, J.E., Nullo, F.E., Patiño Douce, A.E. y Fagiano, M., 1998a. Geology, mineralogy and geochemistry of syn-orogenic anatectic granites from the Achiras Complex, Córdoba, Argentina: some petrogenetic and geodynamic implications. Journal of South American Earth Sciences, 11 (4): 407-423.
- Otamendi, J.E., Fagiano, M., Nullo F. E. y Patiño Douce, A. E., 1998b. Petrología, geoquímica y metamorfismo del Complejo Achiras, sur de la sierra de Comechingones. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53 (1): 27-40. Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Saavedra, J., Baldo, E., Dahlquist, J., Pascua, I. y Fanning, C.M., 1998. The Famatinian magmatic arc in the central Sierras Pampeanas: an Early to Mid-Ordovician continental arc on the Gondwana margin. En: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds): The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society of London, Special Publications, 142: 343-367, London.
- Pankhurst, R., Rapela, C. y Fanning, C. M., 2000. Age and origin of coeval TTG, I- and S-type granites in the Famatinian belt of NW Argentina. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Sciences 91: 151-168, Edinburgh.
- Pinotti, L.T., Coniglio, J.E., Esparza, A.M., D'Eramo F.J. y Llambías, E.J., 2002. Nearly circular plutons emplaced by stoping at shallow crustal levels, Cerro Aspero Batholith, Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina. Journal of South American Earth Sciences 15(2): 251-265.
- Prozzi, C., 1990. Consideraciones acerca del Basamento de San Luis. Actas 11° Congreso Geológico Argentino, 1: 452-455, San Juan.
- Prozzi, C. y Ramos, G., 1988. La Formación San Luis. 1° Jornadas de Trabajo de las Sierras Pampeanas, Abstracts p. 1, San Luis.
- Quenardelle, S y Ramos, V.A., 1999. The Ordovician western Sierras Pampeanas magmatic belt: record of Precordillera accretion in Argentina. In V.A. Ramos y D. Keppie (eds.) Laurentia Gondwana Connections before Pangea. Geological Society of America, Special Paper 336: 63-86.
- Ramos, V.A., 1988. Late Proterozoic – Early Paleozoic of South America: a collisional history. Episodes, 11: 168-175.
- Ramos, V.A., 1991. Los ambientes tectónicos de los distritos wolframíferos de las Sierras Pampeanas. En M.K. de Brodtkorb (ed.) Geología de Yacimientos de Wolframio de las provincias de San Luis y Córdoba, Argentina. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación 1: 185-196, La Plata.
- Ramos, V.A., 1995. Sudamérica: un mosaico de continentes y océanos. Ciencia Hoy, 6(32): 24-29, Buenos Aires.
- Ramos, V.A. y G.I. Vujovich, 1993. The Pampia craton within western Gondwanaland. First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference (Guanajuato). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Proceedings 113-116, México.
- Ramos, G., Prozzi, C. y Ortiz Suárez, A., 1996a. Conglomerados del basamento de Sierras Pampeanas. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 607-617, Buenos Aires.
- Ramos, V.A., Vujovich, G.I. y Dallmeyer, R.D., 1996b. Los klippen y ventanas tectónicas de la estructura preáfrica de la Sierra de Pie de Palo (San Juan): edad e implicaciones tectónicas. 8° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Actas 5: 377-392.
- Ramos, V.A., Escayola, M., Mutti D. y Vujovich, G. I., 2000. Proterozoic-early Paleozoic ophiolites in the Andean basement of southern South America. En Y. Dilek, E.M. Moores, D. Elthon and A. Nicolas (eds.) Ophiolites and Oceanic Crust: New insights from field studies and ocean drilling program. Geological Society of America Special Paper 349: 331-349, Boulder.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J., Galindo, C. y Fanning, C.M., 1998. The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. En: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds). The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society of London, Special Publications, 142: 181-217, London.
- Reid, B., Allsop, J.M., Granser, H., Millet, A.J. y Somerton, I.W., 1990. Magnetic interpretation in three Dimensions using Euler deconvolution. Geophysics, 55 (1): 80-91.
- Sato, A.M., P.D. González y E.J. Llambías, 2003. Evolución del Orógeno Famatiniano en la sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. Revista de la Asociación Geológica Argentina, este volumen.
- SEGEMAR, 1996. Carta aeromagnética de las sierras de San Luis y Comechingones, escala 1:250.000. Servicio Geológico-Minero Argentino. Buenos Aires.
- Simpson, C., Law, R.D., Gromet, L.P., Miró R. y Northrup, C.J., 2002. Paleozoic deformation in the Sierras de Córdoba and Sierra de Las Minas, eastern Sierras Pampeanas. Journal of South America Earth Sciences, 15(7): 749-764.
- Sims, J., Stuart Smith, P., Lyons P. y Skirrow, R., 1997. Informe Geológico y Metalogénico de las Sierras de San Luis y Comechingones, provincias de San Luis y Córdoba. Servicio Geológico Minero Argentino Anales 28: 1-148 p.
- Sims, J.P., Ireland, T.R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P.E., Skirrow, R.G., Stuart-Smith P.G. y Miró, R., 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. In R.J. Pankhurst and C.W. Rapela (eds.) The Proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society, London, Special Publication 142: 259-281.
- Söllner, F., Brodtkorb, M. K. de, Miller, H., Pezzutti, N. y Fernández, R., 2000. U-Pb zircon ages of metavolcanic rocks from the sierra de San Luis, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 55: 15-22.
- Stuart-Smith, P.G., Camacho, A., Sims, J.P., Skirrow, R.G., Lyons, P., Pieters, P.E., Black, L. y Miró, R., 1999. Uranium-lead dating of felsic magmatic cycles in the southern Sierras Pampeanas, Argentina: Implications for the tectonic development of the proto-Andean Gondwana margin. En: Ramos, V.A. y Keppie, J.D. (Eds.): Laurentia-Gondwana before Pangea. Geological Society of America Special Paper 336: 87-114.

- Villar, L.M., 1975. Las fajas y otras manifestaciones ultrabásicas en la República Argentina y su significado metalogénico. 2° Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Actas 3: 135-155, Buenos Aires.
- von Gosen, W., 1998a. The Phyllite and Micaschist Group with associated intrusions in the sierra de San Luis (Sierras Pampeanas/Argentina) – structural and metamorphic relations. *Journal of South American Earth Sciences*, 11(1): 79-109.
- von Gosen, W., 1998b. Transpressive deformation in the southwestern part of the sierra de San Luis (Sierras Pampeanas, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 11(3): 233-264.
- von Gosen, W. y Prozzi, C., 1998. Structural evolution of the sierra de San Luis (Eastern Sierras Pampeanas, Argentina): implications for the proto-Andean margin of Gondwana. En B. Pankhurst y C.W.Rapela (eds.) *Protomargin of Gondwana*, Geological Society, Special Publication 142: 235-258.
- von Gosen, W., Loske W. y Prozzi, C., 2002. New isotopic dating of intrusive rocks in the sierra de San Luis (Argentina): implications for the geodynamic history of the Eastern Sierras Pampeanas. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2): 237-250.
- Vujovich, G.I. y Ostera, H., 2003. Evidencias del Ciclo Pampeano en el basamento del sector noroccidental de la sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(4): 541-548.

**Recibido:** 26 de mayo, 2003

**Aceptado:** 15 de agosto, 2003