

Configuración geofísica-geológica del sector norte de la provincia de Río Negro

José KOSTADINOFF¹, Daniel A. GREGORI¹ y Ariel RANIOLO²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geología, San Juan 670, 8000 Bahía Blanca. E-mail: gfkostad@criba.edu.ar

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ingeniería, Av. Alem 1250, 8000 Bahía Blanca.

RESUMEN. En el sector norte de la provincia de Río Negro y sur de la de La Pampa se realizaron relevamientos gravimétricos y magnetométricos que permitieron establecer la existencia de siete sectores geológicamente diferenciables. Entre ellos, la cuenca neuquina que se extiende hasta Chelforó y su evidencia gravimétrica desaparece progresivamente hacia el este y noreste en dirección del Alto de Chimpay – Gobernador Duval, así como al sudeste hacia la zona de alto gradiente Bajo de Trapalcó-Chimpay. Varios depocentros expresados como mínimos gravimétricos asociados a la falla de Huincul se ubican en el tramo Chimpay-Chichinales. La cuenca de Estancia El Caldén, conformada por sedimentitas mesozoicas y cenozoicas y localizada al este de Choele Choel, podría estar relacionada con aquella estructura. Altos del basamento de edad pampeana como el alto de Río Colorado y neoproterozoica, correspondiente al cierre gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval, se prolongan hasta la falla de Huincul. Una configuración similar posee la cuenca de Carapacha y las rocas ácidas de la Formación Choique Mahuida o equivalentes, las cuales se extienden hasta la falla de Huincul. Esta falla cruza toda la provincia de Río Negro, hasta la longitud del río Colorado, manteniendo un comportamiento de tipo dextral a lo largo de su recorrido. Al sur de Río Negro, el alto de Choele Choel, conformado por rocas de edades pampeanas e ígneas del ciclo gondwánico, habrían sido desplazadas esporádicamente en direcciones este y noroeste entre el Neopaleozoico y el Cretácico medio-superior.

Palabras claves: *Cuenclas, Altos, Nordpatagonia, Río Negro, Argentina*

ABSTRACT. *Geophysical and geological character of the northern sector of Río Negro Province.* In the north sector of Río Negro and southern La Pampa provinces, gravimetric and magnetometer surveys distinguish seven different geological areas. The Neuquén Basin extends as far as Chelforó and its gravimetric signature disappears progressively eastward and north-eastward toward the Chimpay-Governor Duval High, as well as south-eastward to the high-gradient Bajo de Trapalcó-Chimpay area. Several depocenters expressed as gravimetric minima, associated with the Huincul Fault are located between Chimpay and Chichinales. The Estancia El Caldén Basin, formed of Mesozoic and Cenozoic sedimentary rocks and located east of Choele Choel, could be related to the Huincul Fault. Basement highs of Pampean and Neoproterozoic age (Río Colorado High and Chimpay-Governor Duval High) extend south, and are truncated by the Huincul Fault. A similar configuration occurs in the Carapacha Basin, and the acidic rocks of the Choique Mahuida Formation and equivalents, which also extend as far as the Huincul Fault. The Huincul Fault crosses the entire Río Negro Province to the longitude of Río Colorado, maintaining a dextral type behaviour along strike. South of the Río Negro, the Choele Choel High, formed by Pampean- and Gondwana age rocks, has been displaced sporadically in easterly and north-westerly directions between Late Palaeozoic and mid-Late Cretaceous times.

Key words: *Basins, Highs, Northern Patagonia, Río Negro, Argentina.*

Introducción

En el sector norte de la provincia de Río Negro dos importantes ríos, el Colorado y el Negro, discurren en amplios valles excavados en una altiplanicie fluvio-glacial (Fig. 1).

Los únicos afloramientos de rocas del basamento se hallan en el valle del río Colorado en el sector de Pichi Mahuida y Salto Andersen. En el sector oeste, entre los dos ríos, la exploración sísmica permitió establecer el margen oriental de la cuenca neuquina estableciéndolo (aproximadamente) en el meridiano que pasa por la localidad de Chichinales.

Entre esta cuenca y la del Colorado, en límite con la provincia de Buenos Aires, es notable la ausencia de afloramientos de las rocas del basamento. Además la escasez de publicacio-

nes sobre trabajos de prospección geofísica implica un desconocimiento del espesor sedimentario en esa región. Asimismo no hay datos fehacientes sobre la posible vinculación entre ambas cuencas o la existencia de otros depocentros.

Con el fin de resolver esta temática y evaluar la estructura que existe entre ambos ríos se prospectó con métodos gravimétricos y magnetométricos el sector ubicado entre el límite de la provincia del Neuquén y el límite de la provincia de Buenos Aires.

Antecedentes

Son numerosos los estudios sobre el sector de la cuenca

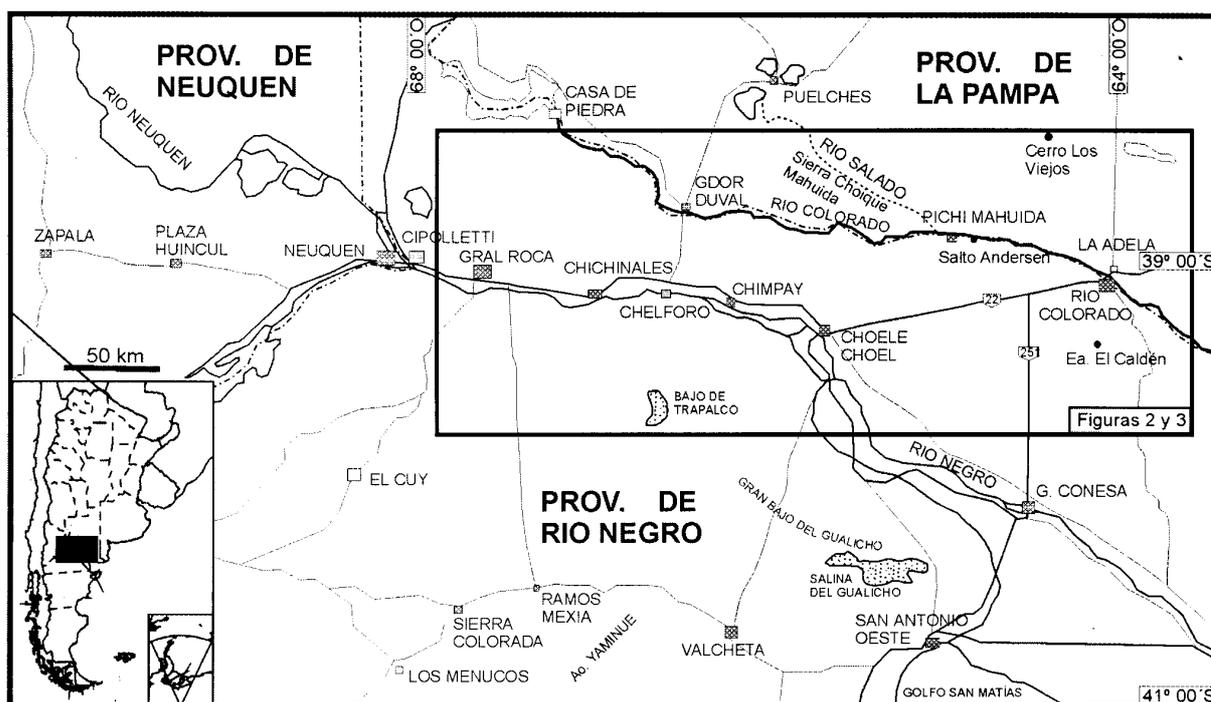


Figura 1: Ubicación del área investigada.

neuquina al oeste de Chelforó, siendo los más destacados los realizados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales, sobre la base de la interpretación de la sísmica de reflexión, las perforaciones de exploración y el desarrollo de los yacimientos petrolíferos. Una síntesis completa se realizó en los relatorios Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén (1978) y Río Negro (1984). En este último es destacable el trabajo de Orchuela y Ploszkiewicz (1984), donde sobre la base de sísmica de reflexión, se analizan las características de la cuenca neuquina y de la falla de Huincul en el sector ubicado al oeste de Chichinales. Por otro lado, Ramos y Cortés (1984) incluyen entre ambos ríos tres unidades estructurales: el engolfamiento neuquino, el zócalo de las Mahuidas y el aulacógeno del Colorado, además de remarcar la falla de Huincul. El zócalo de las Mahuidas fue estudiado entre otros por Llambías y Leveratto (1975), Linares *et al.* (1980), Llambías *et al.* (1996), Tickyj *et al.* (1997), Melchor *et al.* (1999a, b, c), Melchor (1999), Tickyj *et al.* (1999a, b), Kostadinoff *et al.* (2001) y Tickyj *et al.* (2002) entre otros. En este sector (Tickyj *et al.* 2002) afloran las siguientes unidades: El Complejo Metamórfico Las Piedras (Cámbrico superior? – Ordovícico); el Grupo Pichi Mahuida (Cámbrico superior – Devónico inferior); el Complejo Cerro de los Viejos (Paleozoico superior); la Formación Carapacha (Pérmico) y rocas pertenecientes al magmatismo gondwánico. Este conjunto se halla cubierto por rocas terciarias y cuaternarias.

Metodología

Las mediciones geofísicas incluyeron determinaciones

gravimétricas y magnetométricas. Los valores del campo gravitatorio se obtuvieron con un gravímetro Worden, cubriéndose un área de 35.000 km² con un reticulado de una estación cada 6 km en promedio. La selección de los puntos de medición y la altimetría necesaria para el cálculo de las anomalías de Bouguer se realizó con mapas del Instituto Geográfico Militar, en escala 1:100.000. La determinación de las posiciones geográficas se verificó con un GPS marca Garmin del tipo Legend.

Los valores del campo magnético terrestre (CMT) se determinaron con un magnetómetro de precesión protónica Geometric G-826. Para establecer las anomalías del CMT se consideró la variación diurna geomagnética y el valor del *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF).

Resultados

El mapa de anomalías de Bouguer (Fig. 2) y el de anomalías magnéticas (Fig. 3), permite identificar siete áreas (Fig. 4). Algunas de ellas pueden ser correlacionadas con sectores geológicamente conocidos, mientras que otros deben ser interpretados utilizando nueva información. Asimismo los tres perfiles (Fig. 5) elaborados en base a estos mapas indican, considerando las anomalías de Bouguer, la existencia de tres mínimos asociados a dos cuencas conocidas; la neuquina y la de Carapacha. Entre ambas se halla un mínimo de -41 mGal que denominaremos cuenca de Chelforó (véase perfil 1, Fig. 5). En el perfil 2 de la misma figura se puede visualizar la magnitud de la variación de gravedad existente entre el alto de Choele Choel y la cuenca de Carapacha, mayor de 55 mGal

asociado a oscilaciones del campo magnético terrestre de baja amplitud (menores de 150 nT). Para el caso del perfil 3, que se denominará Estancia El Caldén, se observan variaciones similares a las halladas en el perfil 2 pero de menor magnitud siendo la anomalía de Bouguer de -25 mGal y las del campo magnético terrestre menores de 100 nT. De acuerdo a la figura 4 se tiene:

a) Cuenca neuquina

En la zona de la provincia de Río Negro esta cuenca se caracteriza por una serie de mínimos gravimétricos (Fig. 4) que van desde -54 mGal en el sector oeste (máximo espesor sedimentario) hasta -32 mGal. Aquí se ubican los yacimientos de Aguada de los Indios, Blanco de los Olivos, Puesto Kaufman y General Roca. En este sector se cuenta con información sísmica que nos permite conocer los espesores sedimentarios de la cuenca siendo además este dato confirmado por las perforaciones de los pozos de exploración y desarrollo. Los espesores sedimentarios conocidos pueden ser correlacionados con las anomalías gravimétricas de Bouguer con el fin de obtener parámetros que nos permitan elaborar un modelo del sector de la cuenca ubicado más al este. Así por ejemplo en los alrededores de Chelforó se ubican dos mínimos gravimétricos de -38 y -41 mGal los cuales se interpretan como un depocentro en el extremo este del engolfamiento neuquino. La sísmica de refracción realizada por YPF en la década del 70, en su mayor parte inédita, indica que al norte de la localidad de Chimpay donde se halla el alto gravimétrico homónimo, la profundidad del basamento se ubica a 750 metros. El depocentro de Chelforó de -41 mGal es, de acuerdo al perfil 1 de la figura 5 y su modelo respectivo, consecuencia de un aumento del espesor sedimentario que llega a un máximo de 2.350 metros. Estos depocentros podrían ser considerados como cuencas de *pull-apart*, relacionados con la mecánica transtensional de la falla de Huincul en este sector del engolfamiento neuquino, (sector C, Fig. 4). Desde el punto de vista magnético este sector de la cuenca neuquina presenta anomalías que oscilan entre -125 y $+125$ nT (Fig. 4). Estas podrían corresponder a rocas sedimentarias con hematita pues este mineral ferrimagnético tiene una susceptibilidad magnética promedio de $0,006500$ SI (Telford *et al.* 1990) lo que justificaría los valores hallados. Los sedimentos del Grupo Neuquén son los que presentan la mayor concentración de este mineral por lo tanto se puede proponer que este grupo sedimentario es el responsable de las anomalías halladas.

b) Cierre gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval

Durante la década del 70 YPF realizó dos disparos de sísmica de refracción en la zona, que se mantienen inéditos pero que sirvieron para conocer los espesores sedimentarios. Las velocidades de las ondas P permitieron identificar el tipo de basamento del alto gravimétrico. La expresión de este alto se ve reflejada en anomalías de Bouguer de -26 , -27 mGal y al norte de Gobernador Duval de -14 mGal (Figura 4). Con los datos sísmicos y los valores de anomalías gravimétricas se puede calcular un modelo geofísico que indica un contraste de densidad de $+0,24$ g/cm³ y un espesor sedimentario promedio

de 900 metros en la zona ubicada inmediatamente al norte de Chimpay.

Los resultados expuestos indican una disminución apreciable de las unidades que constituyen la cuenca neuquina (Kostadinoff y Llambías 2002). Dada la proximidad con la cuenca de Carapacha (Kostadinoff y Llambías 2002) no puede descartarse la presencia de sedimentitas paleozoicas en este sector. Al norte de Gobernador Duval el alto gravimétrico de -14 mGal exige que el basamento sea de mayor densidad que el supuesto en Chimpay. Si se toma un contraste de densidad de $+0,32$ g/cm³ entre el basamento y las rocas que rodean a este alto gravimétrico es posible obtener un resultado coherente que justifique dicha anomalía. Rocas de este tipo no afloran en el sector considerado. Sin embargo Sato *et al.* (2000) describieron tonalitas y trondhjemitas en Las Matras, ubicadas unos 130 km al NNO de la anomalía, por lo cual no se puede descartar la presencia de tales rocas en el alto correspondiente al cierre gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval. La presencia de rocas similares en profundidad explicarían las anomalías magnéticas de este sector, que varían entre 250 y 175 nT (Fig. 3).

c) Falla de Huincul

Al sur de la línea General Roca, Chichinales y Chelforó se ubica la falla de Huincul (Orchuela y Ploszkiewicz 1984). Los altos gradientes gravitatorios en esa región se corresponden con la misma (Figs. 2 y 4, perfiles 2 y 3 de la Fig. 5).

Desde Chelforó hacia el este se incrementa dicho gradiente extendiéndose a lo largo del río Negro entre Chimpay y Choele Choele. Desde esta localidad cambia a un rumbo este-sureste prolongándose por más de 150 km, hasta casi al límite con la provincia de Buenos Aires. La falla de Huincul se puede continuar geofísicamente a lo largo de 350 km en la provincia del Río Negro, variando su rumbo este-oeste en el tramo Neuquén-Choele Choele a uno este-sureste en el tramo Choele Choele- Estancia El Caldén. Este cambio se produce en forma gradual, conformando una estructura levemente convexa hacia el norte. Este mismo tipo de estructura puede reconocerse en el tramo comprendido entre Neuquén y puente Picún Leufu, donde adopta un carácter dextrógiro (Orchuela *et al.* 1981). Considerando que este mismo comportamiento se mantiene en el sector Neuquén- Estancia El Caldén, la falla de Huincul debería considerarse como de tipo transpresivo, al menos en el sector ubicado entre Estancia El Caldén y Chimpay (Fig. 6). Desde allí hasta Neuquén adoptaría una configuración transtensiva.

En cuanto a las anomalías magnéticas, las mismas no son de gran magnitud (175 a 75 nT), pero parecen seguir la traza de la falla. En promedio, las mismas se ubican unos 5-10 km al norte de la zona de máximo gradiente gravimétrico que representa la misma y aparentemente se encuentran condicionadas por ella. Existen tres opciones para explicar la existencia de estas anomalías. La primera es considerar que los mismos se deben a las rocas del Grupo Neuquén. Los afloramientos de estas capas rojas, portadoras de hematita, conforman barrancas de hasta 150 m de altura inmediatamente al sur del Río Negro, mientras que al norte afloran rocas del Grupo Malargüe. Ello permitiría explicar la configuración de las anomalías en el tra-

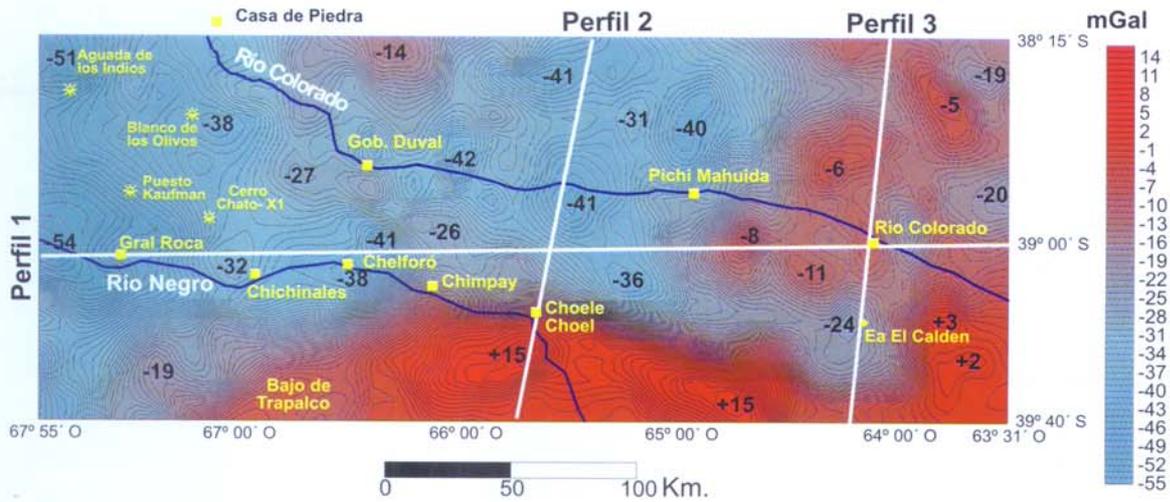


Figura 2: Mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer y ubicación de perfiles. Isocintas cada 1 mGal.

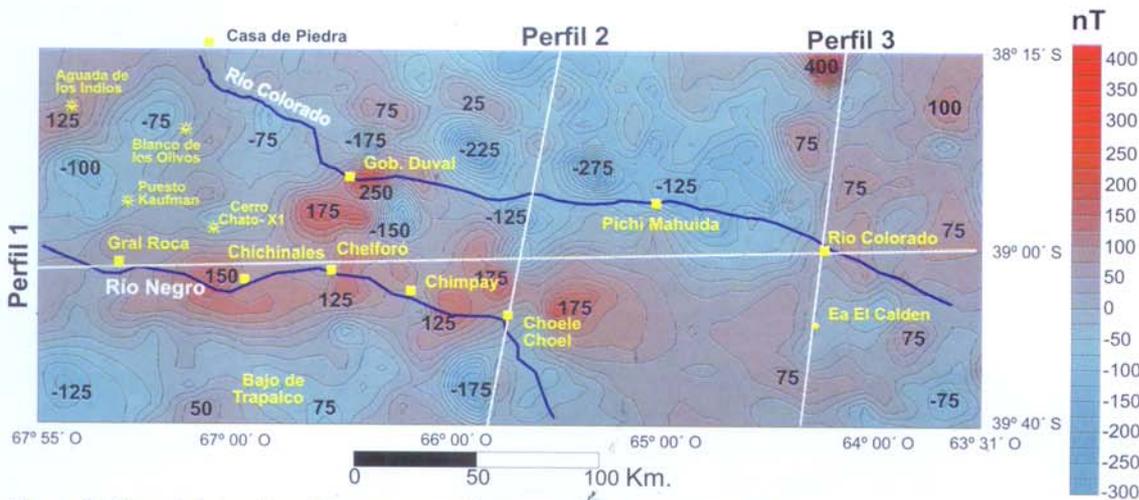


Figura 3: Mapa de anomalías del campo magnético terrestre, isocintas cada 25 nT.

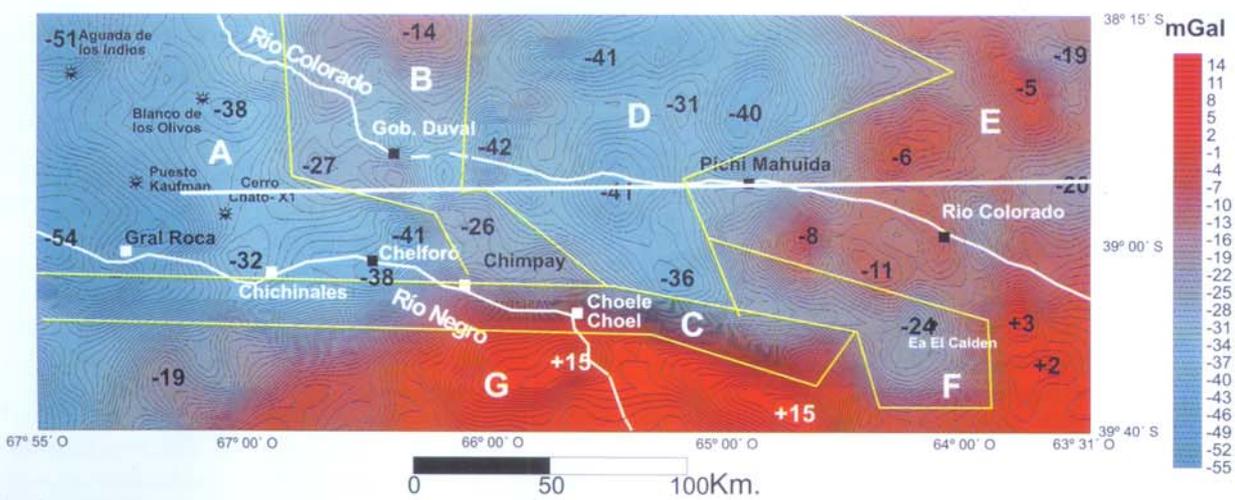


Figura 4: Mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer y zonas seleccionadas por sus singularidades geológicas y geofísicas.

mo General Roca-Choele Choel, pero no las presentes en el tramo Choele Choel- Estancia El Caldén. La segunda posibilidad es considerar que se trata de rocas máficas relacionadas a la apertura de los depocentros ubicados en la zona de Chelforó y Chimpay. Rocas con tales características no han sido reconocidas en las secuencias sedimentarias de la cuenca neuquina y parece poco probable que estén representadas por las anomalías analizadas, dada que las mismas se extienden sin interrupciones importantes por más de 300 km en dirección este-oeste y sudeste. La tercera opción es considerar que estas anomalías se asocian a la geometría de la zona de falla y correspondan a rocas del alto de Choele Choel (sector G, Fig. 4) localizadas en zonas de cizalla.

d) Cuenca de Carapacha

Esta cuenca ha sido ubicada por trabajos geofísicos al norte del río Colorado, en la provincia de La Pampa por Kostadinoff y Llambías (2002), pero los espesores de sedimentos paleozoicos son difíciles de estimar. Esto es debido al poco contraste de densidad entre las rocas del basamento, las sedimentitas paleozoicas y las riolitas permo-triásicas. En algunos casos se ha determinado que los sedimentos paleozoicos poseen mayor densidad que las rocas del basamento. Los mínimos gravimétricos de -41, -31 y -40 mGal ubicados al norte y noroeste de Pichi Mahuida, así como aquellos ubicados al sur del río Colorado (-41 y -36 mGal) representarían una prolongación de la cuenca de Carapacha (Fig. 4, y perfiles 2 y 3 de la Fig. 5). No puede excluirse la presencia de rocas de la Formación Choique Mahuida (Linares *et al.* 1980), ubicadas por arriba de las sedimentitas paleozoicas así como de una moderada cobertura cenozoica (más de 500 m), prolongación de la cuenca neuquina.

Desde el punto de vista magnetométrico los mínimos de -275, -225 y -125 nT (Fig. 3) se deben a la baja susceptibilidad magnética de los sedimentos paleozoicos los cuales tienen espesores que oscilan entre 900 m (Melchor 1999) y 2.700 m (Kostadinoff *et al.* 2001). Asimismo se debe considerar la posibilidad de sedimentos calcáreos de la Formación Ponón Trehue que en su estado de máxima pureza es diamagnética (-0,000001 a -0,00001 SI). A ello debe agregarse la Formación Choique Mahuida, constituida fundamentalmente por rocas riolíticas que también presentan susceptibilidades magnéticas muy bajas.

e) Alto de río Colorado

Entre Pichi Mahuida, el Cerro Los Viejos y la localidad de Río Colorado (Figs. 2 y 4) se ubican máximos gravimétricos de -6, -8 y -11 mGal que de acuerdo a Kostadinoff y Llambías (2002) son parte del basamento de las sierras Pampeanas. Esta configuración se extiende hasta los 39° 40' sur (Figs. 2 y 4). Las rocas del basamento metamórfico presentan varios afloramientos en el sureste de la provincia de La Pampa y fueron identificadas por Linares *et al.* (1980) y Tickyj *et al.* (2002) entre otros. Se hallan conformadas por anfibolitas, gneises, esquistos micáceos, filitas y metareniscas asignadas al Complejo Metamórfico Las Piedras. Las rocas graníticas y granodioríticas aflorantes en la zona del río Colorado corresponden al Grupo Pichi Mahuida y fueron asignadas al

Cámbrico superior - Devónico inferior (Linares *et al.* 1980). Los afloramientos del Complejo Cerro de los Viejos (Linares *et al.* 1980, Tickyj 1999) ubicados unos 65 km al nor-noroeste de Río Colorado corresponden a gneises graníticos escasamente foliados y gneises miloníticos (Tickyj *et al.* 1997) deformados durante el Paleozoico superior.

En cuanto a las características magnéticas de este sector, se aprecia que las anomalías mantienen la configuración y los valores descriptos por Kostadinoff *et al.* (2001) para el sector sudeste de la provincia de La Pampa. Esta configuración respondería a la presencia de bloques de basamento, posiblemente de edad pampeana, en distintas posiciones.

f) Cuenca de estancia El Caldén

En el extremo sureste del área estudiada se encuentra un mínimo de Bouguer de -24 mGal el cual se desarrolla en los alrededores de la estancia El Caldén cubriendo una superficie de 2.000 km² (Figs. 2 y 4). Este mínimo se extiende hacia el oeste como una expresión del labio bajo de la falla de Huincul. La sísmica de refracción realizada por YPF en la década del 70 (inédita) indica que en los alrededores de la localidad de Río Colorado la profundidad del basamento se halla a 395 metros. Siguiendo los disparos hacia el sur de esa localidad se observa como se profundiza en concordancia el aumento del déficit de masa, como lo indica un incremento del mínimo gravimétrico de -11 a -24 mGal. Con esa información y un contraste de densidad de -0.24 se halló que en el centro del mínimo gravimétrico la cobertura sedimentaria es de 1.700 m (perfil 3, Fig. 5). Por las velocidades sísmicas halladas en el trabajo de refracción mencionado anteriormente y las perforaciones existentes entre Río Colorado y General Conesa, la edad de los sedimentos es cenomesozoica.

g) Alto de Choele Choel

Este sector se ubica al sur de la falla de Huincul. Corresponde a anomalías gravimétricas que fluctúan entre -19 y +15 mGal (Figs. 2 y 4). El sector localizado al oeste de la línea bajo de Trapalcó-Chimpay, de rumbo N 40°, que muestra un alto gradiente, se caracteriza por presentar anomalías de gravedad transicionales con la cuenca neuquina.

Los afloramientos principales corresponden a unidades de los Grupos Neuquén y Malargüe. Unos 15 km al sudoeste del área analizada se reconocen afloramientos del Complejo Alessandrini (Saini-Eidukat *et al.* 2002) constituido por granito, granodioritas y riolitas de edad jurásica inferior. Los afloramientos de estas rocas están condicionadas por los lineamientos Sierra Blanca de la Totorá, El Loro y Patú Co (Bjerg *et al.* 1998) cuyos rumbos fluctúan entre N 40° y N 80°. Las rocas graníticas desaparecen debajo de la cobertura cenozoica en dirección NE, siguiendo el rumbo de los cañadones El Salado y Caita Có. Esta estructuración es pseudo paralela con la faja de alto gradiente que se ubica entre la cuenca neuquina y los máximos del alto de Choele Choel.

Por otro lado, el sector oriental presenta escasas singularidades gravimétricas y se conforma con un máximo relativamente uniforme de +15 mGal. No se conocen afloramientos de roca sólida en este sector, pero 40 km en dirección sur aparecen metamorfitas asignables al Complejo Yaminué y a la For-

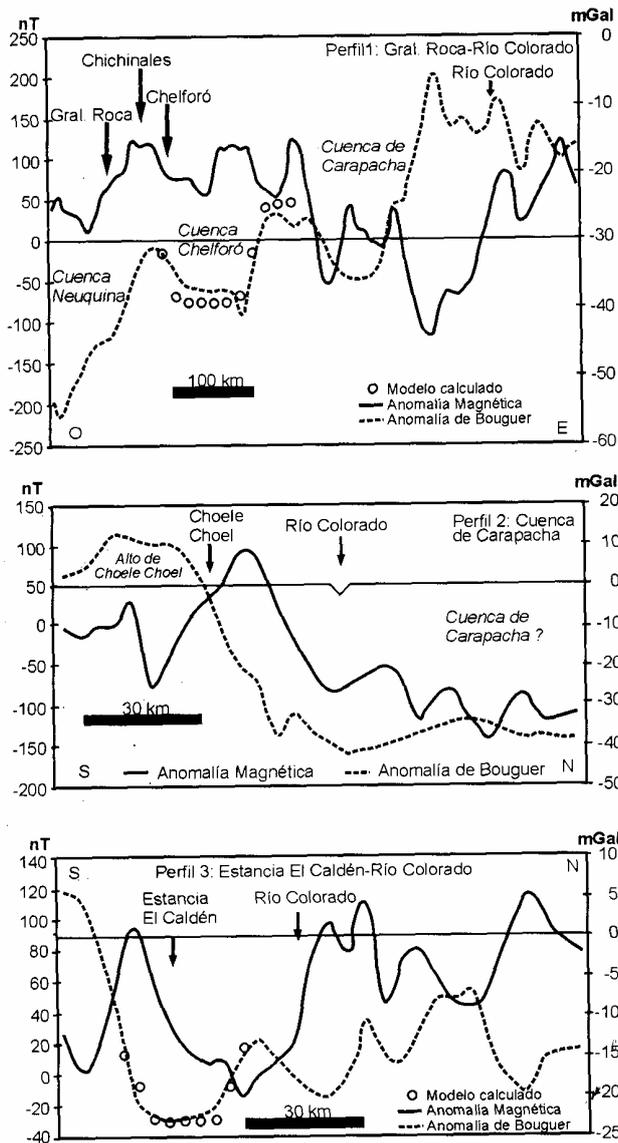


Figura 5: Perfiles gravimagnetométricos. Perfil 1. General Roca – Río Colorado; Perfil 2. Cuenca de Carapacha; Perfil 3. Estancia El Caldén – Río Colorado

mación Nahuel Niyeu. Ambas se encuentran afectadas por intrusivas y volcanitas del ciclo gondwánico. En el complejo Yaminué se han reconocido, entre otras litologías rocas gnéissicas, anfíbolíticas, granodóricas y milonitas (Caminos y Llambías 1984). Al sudeste, en la zona de Mina Gonzalito el basamento se halla constituido por esquistos micáceos, micacitas, ortoanfíbolitas, y gneises afectados por inyecciones leucocráticas (Busteros *et al.* 1998) Ambos conjuntos fueron intruidos y cubiertos por rocas ácidas del ciclo magmático gondwánico.

Desde el punto de vista magnético el sector presenta escasa anomalías, con fluctuaciones de +75 a -75 nT, destacándose una de -175 nT localizada al sur de Choel Choel. Este comportamiento muestra la inexistencia de rocas básicas-ultrabásicas en este sector y la preponderancia de rocas esca-

samente magnéticas entre las que se cuentan las metamorfitas pampeanas de bajo grado y las rocas ácidas gondwánicas.

Discusión

Los aspectos más importantes observados en este trabajo son: la continuidad desde la provincia de La Pampa hacia el sur de las estructuras que representan los altos de basamento pampeano y la cuenca de Carapacha, la prolongación hacia el este del engolfamiento neuquino y de la falla de Huincul, y la delimitación del alto de Choel Choel al sur del Río Negro.

Con relación al primero, diversos autores postularon la conexión de las Sierras Pampeanas con rocas aflorantes en la comarca nordpatagónica. Importantes evidencias geocronológicas fueron aportadas por Linares *et al.* (1980). Estos autores indicaron que el conjunto de afloramientos de rocas metamórficas de la provincia de La Pampa formaría parte de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis y representarían la continuación de las sierras de Comechingones y del Yulto. Esta hipótesis fue en parte confirmada mediante investigación geofísica por Kostadinoff *et al.* (2001) quienes indicaron la presencia de altos gravimétricos que se extienden entre Lonco Vaca y Valle Daza y que representan rocas máficas-ultramáficas equivalentes a las de las sierras de San Luis.

Tickyj *et al.* (1999a,b) basándose en litologías y grados metamórficos similares correlacionaron las rocas del Complejo Metamórfico Las Piedras aflorantes en La Pampa con aquellas de la Formación El Jaguelito que aflora entre Mina Gonzalito y la costa atlántica. Por otro lado, el hallazgo de trazas fósiles en la Formación El Jaguelito (González *et al.* 2002) comparables con las de la Formación Puncoviscana, así como las similitudes que presenta con la Formación San Luis llevaron a estos autores a sugerir que la cuenca de Puncoviscana se extendería desde las Sierras Pampeanas hasta el sector oriental de la comarca nordpatagónica. Además, Rapela y Pankhurst (2002) basándose en dataciones radiométricas previas (Pankhurst *et al.* 2001) y en los eventos tectónicos asociados al cierre del océano Adamastor postularon la continuidad del cinturón pampeano hasta la comarca nordpatagónica. Fundamentándose en estos argumentos y en la continuidad, al menos hasta los 40°00' sur del alto del Río Colorado y de las anomalías que representan al basamento metamórficos, se considera que la faja de rocas pampeanas se extiende hasta la latitud del Río Negro y se conectan con aquellas aflorantes en la comarca nordpatagónica.

En cuanto a la continuidad de las cuencas neopaleozoicas hacia la Patagonia, Polanski (1970) presentó una de las compilaciones más completas que indican esta posibilidad. En particular, en la provincia de La Pampa, su bahía pampeana, parte de la cuenca de San Rafael, engloba los afloramientos que se ubican entre Agua Escondida y Pichi Mahuida. Si bien los depocentros de las Formaciones Agua Escondida y Carapacha han sido interpretados de diferente manera por Melchor (1999) al descartar la conexión física entre las cuencas de San Rafael y la de Carapacha, el estadio extensional que afectó este sector durante el Neopaleozoico parece extenderse más al sur que el límite originalmente propuesto por

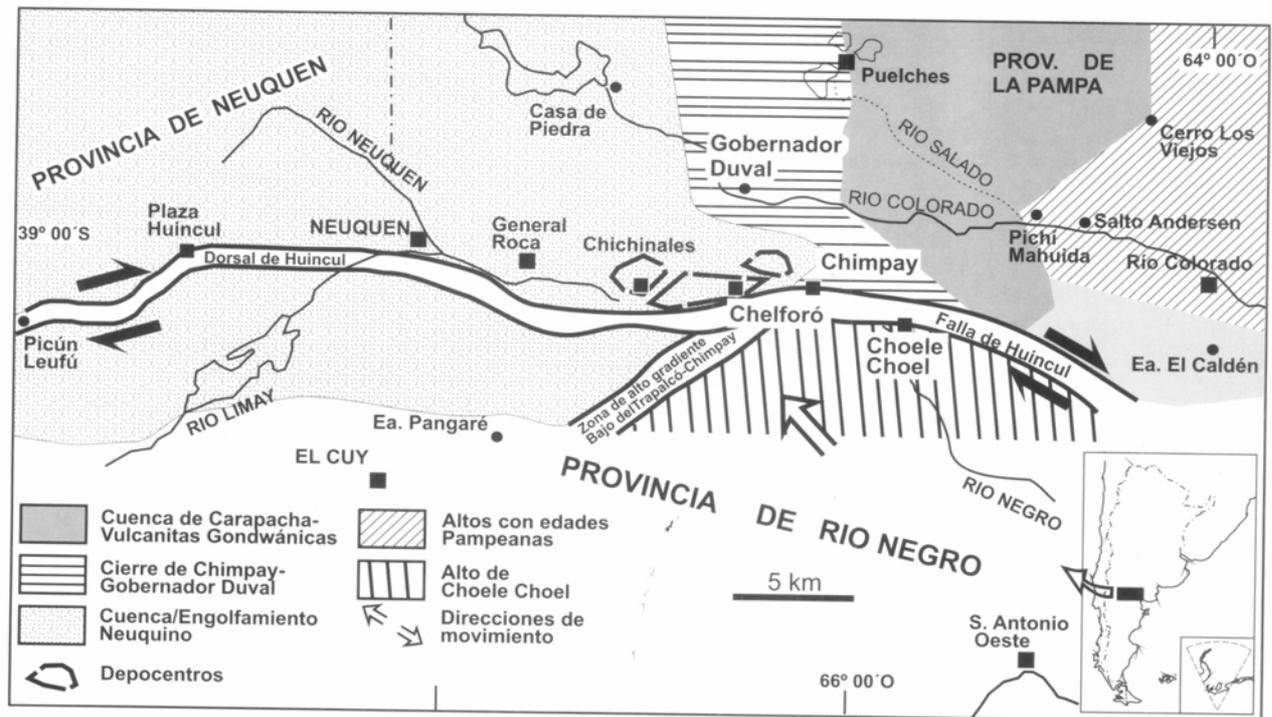


Figura 6: Configuración geológica basado en las interpretaciones geofísicas en el sector norte de la provincia de Río Negro.

Polanski (1970), alcanzando el curso del Río Negro.

Hay que remarcar que esta comarca se encontraba bajo condiciones extensionales desde el Paleozoico temprano, ya que los afloramientos de las calizas ordovícicas de la Formación San Jorge (Tickyj *et al.* 2002) se ubican en dirección nor-noroeste, de la misma manera que lo hacen las unidades neopaleozoicas.

En lo referente a la prolongación hacia el este del engolfamiento neuquino, los nuevos datos indican que esta cuenca podría extenderse en dirección este, hasta la longitud de Chelforó. Desde allí se continuaría en dirección noroeste, estando bordeada al este por el alto del cierre gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval. En cuanto a la porción situada al sur del Río Negro, la misma se hallaría ubicada al oeste de la línea bajo de Trapalcó-Chimpay y posee características similares a las ubicadas al norte del Río Negro.

La prolongación hacia el este de la falla de Huincul había sido postulada por Turner y Baldis (1978), quienes la asignaron, en la provincia de Río Negro a la fosa Choele Choel, la cual junto con otros elementos constituiría una estructura transcontinental. La continuidad de la falla de Huincul en la provincia de Río Negro fue confirmada por Orchueta y Ploszkiewicz (1984), quien además dieron detalles sobre su mecánica y la denominaron falla Río Negro. Según estos autores, en el engolfamiento neuquino la falla es de tipo dextrógiro.

El alto de Choele Choel se encuentra limitado hacia el noroeste por una faja de alto gradiente de dirección sudoeste-noroeste, que posiblemente se asocie a un sistema de fallamiento. Al norte y noreste su límite es la prolongación de

la falla de Huincul. Este alto se hallaría conformado por rocas de basamento con edades pampeanas y por rocas ígneas intrusivas y volcánicas del ciclo gondwánico que afloran en la zona de Aguada Cecilio-Yaminué.

Considerando que en este sector la falla de Huincul mantiene una mecánica de tipo dextral, el alto de Choele Choel o sectores del mismo debería haberse desplazado en dirección oeste o noroeste. En este caso y debido a la geometría de la falla, las áreas ubicadas al norte de la misma, entre Chimpay y Estancia El Caldén, deberían encontrarse sometidas a esfuerzos compresivos. Tal comportamiento podría observarse también a lo largo de la línea bajo de Trapalcó-Chimpay. En cambio, en el tramo Chelforó-General Roca, debido al cambio de rumbo de la estructura, las condiciones pasarían a ser extensionales, con la formación de pequeñas cuencas *pull-apart*.

Si bien la resolución de la estructura requiere estudios al sur del área analizada, hay elementos que pueden ayudar a vislumbrar un panorama más completo.

Como ya se indicó unos 20 km al sudoeste del bajo de Trapalcó, Saini-Eidukat *et al.* (2002) mapearon granitos y granodioritas afectadas por fajas miloníticas con movimiento sinistral de rumbo N 340°. Estas fajas se localizarían en el borde sudoeste del bloque donde se ubica el alto de Choele Choel (Figs. 2 y 4).

Si bien no hay evidencias directas como para indicar cuando se inició el movimiento de este bloque o cual es su mecánica, sí las hay de tipo indirecto.

La faja de milonitas mapeada por Saini-Eidukat *et al.* (2002)

está intruida por granitos y volcanitas jurásicas, lo cual indicaría una edad triásica o mayor para la deformación.

La Formación El Jaguelito, que aflora en el sector sur del bloque aquí considerado tiene una edad cámbrico-tremadociana (González *et al.* 2002) y presenta una deformación D1 generada por esfuerzos provenientes desde el oeste (von Gosen 2002) o del noroeste (Giacosa y Paredes 2001). Una situación similar se observa en la Formación Nahuel Niyeu, donde la deformación D3 (Chernicoff y Caminos 1996b) produjo vergencia al oeste, producida por empuje desde el este.

En la zona del arroyo Nahuel Niyeu, esta unidad se encuentra desplazada sobre la Formación Sierra Grande [Bloque La Horqueta, Chernicoff y Caminos (1996a); Nahuel Niyeu *Thrust Sheet*, von Gosen (2003)]. Según los primeros autores la vergencia es al sudeste, mientras que para el segundo autor la dirección de transporte es hacia el sur con sectores hacia el sudoeste. Algo más al norte, en la falla Tardugno, y en una estructura seudoparalela de similares características von Gosen (2003) reconoce transporte en dirección al sudeste. De acuerdo a sus observaciones interpreta la existencia de tres estadios sucesivos de deformación que van desde direcciones noreste-sudoeste, a noroeste-sudeste hasta este-oeste durante tiempos permo-triásicos.

Las direcciones de esfuerzo noreste-sudeste y este-oeste podrían asociarse con un movimiento, en esas direcciones, del bloque que contiene al alto de Choele Choel. Si ello fuese así, el comportamiento dextral de la falla de Huincul se extendería hasta la zona de Estancia El Caldén.

La falla de Huincul muestra una historia compleja de actividad, que alcanzan en ciertos sectores al Cretácico superior-medio, afectando incluso niveles del Grupo Neuquén (Schiuma *et al.* 2002). Ya que unidades del Paleozoico inferior, aflorantes en el bloque que contiene el alto de Choele Choel fueron deformadas mediante esfuerzos de dirección NO, no se puede descartar que la falla de Huincul se encuentre esporádicamente activa desde esa época. La mecánica de desplazamiento indicada para el alto de Choele Choel es coincidente con los resultados de Rapalini (1998), los que sugieren que el norte de Patagonia no ha realizado desplazamientos latitudinales importantes desde el Devónico.

Conclusiones

En este trabajo se ha establecido que la cuenca neuquina puede extenderse hasta Chelforó, disminuyendo progresivamente su espesor hacia el alto gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval y hacia la línea bajo de Trapalcó-Chimpay. La falla de Huincul se prolonga hasta la zona de Estancia El Caldén. Se considera que mantiene un comportamiento dextral en todo su recorrido. Varios depocentros relacionados a esta mecánica se desarrollaron entre Chimpay y Chichinales.

Se establece la presencia del depocentro de la cuenca de Estancia El Caldén, conformado por sedimentitas mesozoicas y cenozoicas que alcanzan los 1.700 m de espesor. Su relación con las cuencas neuquina y del Colorado es desconocida, pero podría estar relacionado con la mecánica de la falla de Huincul.

Por otro lado, altos de basamento pampeano se prolongan, al menos hasta los 40° sur, no descartándose su enlace con rocas de edades similares aflorantes en la comarca nordpatagónica.

La cuenca de Carapacha y las rocas ácidas de la Formación Choele Mahuida o equivalentes se extienden hacia el sur, al menos hasta la falla de Huincul. El cierre gravimétrico de Chimpay – Gobernador Duval, constituido posiblemente por rocas con edades neoproterozoicas se prolongan hacia el sur, hasta la falla de Huincul.

Finalmente, al sur del Río Negro, entre la línea bajo de Trapalcó-Chimpay y la prolongación sudeste de la falla de Huincul se ha detectado el alto de Choele Choel. Se hallaría constituido por rocas de edades pampeanas y por intrusivas y volcánicas del ciclo gondwánico. Este alto formaría parte de un bloque de mayores dimensiones que engloba el sector norte de la comarca nordpatagónica. Este bloque habría sido transportado esporádicamente en direcciones este-oeste y noroeste-sudeste entre el Neopaleozoico y el Cretácico medio-superior.

Agradecimientos

A los árbitros que con sus correcciones permitieron mejorar este trabajo. Esta investigación se realizó con un subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica de Universidad Nacional del Sur, Proyecto 24/H 061.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bjerg, E. A., Gregori, D. A. y Labudía, C. H. 1998. Geología y estratigrafía de la región de El Cuy, Comarca Nordpatagónica, provincia de Río Negro, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 52 (3): 387-399.
- Busteros, A., Giacosa, R. Lema, H. y Zubia, M. 1998. Hoja Geológica 4166-IV Sierra Grande, Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 241: 1-75.
- Caminos R. y Llambías, E., 1984. El basamento cristalino. En V.A. Ramos (ed.) *Geología y Recursos naturales de la Provincia de Río Negro*, 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 37-63.
- Chernicoff, C. J. y Caminos, R., 1996a. Estructura y metamorfismo del Complejo Yaminué, Macizo Nordpatagónico oriental, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(2): 107-118.
- Chernicoff, C. J. y Caminos, R. 1996 b. Estructura y relaciones estratigráficas de la Formación Nahuel Niyeu, Macizo Nordpatagónico oriental, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(3): 201-212.
- Giacosa, R. E. y Paredes, J. M. (2001). Estructura de las metamorfitas del Paleozoico temprano en el Arroyo. Salado. Macizo Nordpatagónico, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(2): 141-149.
- González, P. D., Poiré, D. y Varela, R. 2002. Hallazgo de trazas fósiles en la Formación El Jagüelito y su relación con la edad de las metasedimentitas, Macizo Nordpatagónico Oriental, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57 (1): 35-44.
- Kostadinoff J., Llambías, E., Raniolo, L. A. y Alvarez, G., 2001. Geología y Geofísica del sector oriental de la provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(4): 481-493.

- Kostadinoff, J. y Llambías, E., 2002. Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de La Pampa. V Congreso de Exploración y Explotación de Hidrocarburos. Actas electrónicas. Mar del Plata.
- Linares, E., Llambías, E. J. y Latorre, C. O., 1980. Geología de la Provincia de La Pampa. República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Revista de la Asociación Geológica Argentina 35: 87-146.
- Llambías, E. J., y Leveratto, M. A., 1975. El plateau riolítico de la provincia de La Pampa. República Argentina. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica. Buenos Aires. Actas 1: 99-114.
- Llambías, E. J., Melchor, R. N., Tickyj, H. y Sato, A. M., 1996. Geología del Bloque del Chadileuvú. 13° Congreso Geológico Argentino. Actas 5: 417-425. Buenos Aires.
- Melchor, R. N., 1999. Redefinición estratigráfica de la Formación Carapacha (Pérmico), provincia de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina 54(2): 99-108.
- Melchor, R.N., Cheng, Z. y Foland, K., 1999a. Isotopic dating of San Jorge Fm. limestones (Early Paleozoic): Preliminary results from a Pb/Pb isochron and 87Sr/86Sr ratios. 2° Simposio Sudamericano de Geología Isotópica. Actas: 414-417. Villa Carlos Paz.
- Melchor, R.N., Sato, A.M., Llambías, E.J. and Tickyj, H., 1999b. Confirmación de la extensión meridional del terreno Cuyania/Precordillera en la provincia de La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 156-159. Salta.
- Melchor, R. N., Tickyj, H. y Dimieri, L. V., 1999c. Estratigrafía, Sedimentología y Estructura de la Fm. San Jorge (Paleozoico Inferior). La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 389-392. Salta.
- Orchuela I. A. y Ploszkiewicz, V., 1984. La Cuenca Neuquina. En V.A. Ramos (ed.) Geología y recursos naturales de la provincia de Río Negro. 9° Congreso Geológico Argentino. Relatorio, 1(7): 163-188. S. C. de Bariloche.
- Orchuela I. A., Ploszkiewicz, V. y Viñes, R., 1981. Reinterpretación estructural de la denominada "Dorsal Neuquina". 8° Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 281-293.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W. y Fanning, C.M., 2001. The Mina Gonzalito gneiss: Early Ordovician metamorphism in northern Patagonia. 3° South American Symposium on Isotope Geology. actas electrónicas) Pucón.
- Polanski, J., 1970. Carbónico y Pérmico de la Argentina. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 216 p., Buenos Aires.
- Rapalini, A. E., 1998. Syntectonic magnetization of the mid-Paleozoic Sierra Grande Formation: Further constraints of the tectonic evolution of Patagonia. Journal of Geological Society 155: 105-114.
- Rapela, C. W. y Pankhursts, R. J., 2002. Eventos tecto-magmáticos del Paleozoico Inferior en el margen Proto-Atlántico del sur de Sudamérica. 15° Congreso Geológico Argentino. actas electrónicas. El Calafate.
- Ramos, V. y Cortes, J. M., 1984. Estructura e interpretación tectónica. En V.A. Ramos (ed.) Geología y recursos naturales de la provincia de Río Negro. Relatorio, 9° Congreso Geológico Argentino 1(7): 317-346. S. C. de Bariloche.
- Saini-Eidukat, B., Migueles, N., Gregori, D. A., Bjerg, E. A., Beard, B. L., y Johnson, B., 2002. The Alessandrini Complex: Early Jurassic plutonism in Northern Patagonia, Argentina. 15° Congreso Geológico Argentino. actas electrónicas. El Calafate.
- Schiama, M., Saavedra, C., Malone, P., Cevallos, M., Rebori, I., y Vergani, G., 2002. Grupo Lotena. En Shiima, M., Hintervimmer, G. y Vergani (eds) Rocas reservorios de las cuencas productivas de la Argentina. Simposio del 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. 788. p., Mar del Plata.
- Sato, A.M., Tickyj, H., Llambías y E.J., Sato, K., 2000. The Las Matras tonalitic-trondhjemitic pluton, central Argentina: Grenvillian-age constrains, geochemical characteristics, and regional implications. Journal South American Earth Sciences 13: 587-610.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. y Sheriff, R.E., 1990. Applied Geophysics. Magnetic Methods. Chapter 3: 74. Cambridge University Press.
- Tickyj, H., Dimieri, L. V., Llambías, E. J. y Sato, A. M., 1997. Cerro de Los Viejos (38° 28' S-64° 26' O): cizallamiento dúctil en el sudeste de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina 52(3): 311-321.
- Tickyj, H., Llambías, E.J. y Sato, A.M., 1999a. El basamento cristalino de la región sur-oriental de la provincia de La Pampa: Extensión austral del Orógeno Famatiniano de Sierras Pampeanas. 14° Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 160-163.
- Tickyj, H., Basei, M.A.S., Sato, A.M. y Llambías, E.J., 1999b. U-Pb and K-Ar ages of Pichi Mahuida Group, crystalline basement of SE La Pampa province, Argentina. 2° South American Symposium on Isotope Geology, Extended Abstract. 139-142. Carlos Paz.
- Tickyj H., Llambías E. J y Melchor, R. N., 2002. Ordovician Rocks from La Pampa Province, Argentina. 257-266. En Aceñolaza, F. G. (ed.) Aspects of the Ordovician System in Argentina. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 16, 370 p., Tucumán.
- Turner, J. C. M. y Baldis, B. A. J., 1978. La estructura transcontinental del límite septentrional de la Patagonia. 7° Congreso Geológico Argentino. Neuquen. Actas 2: 225-238. Buenos Aires.
- von Gosen, W., 2002. Polyphase structural evolution in the northeastern segment of the North Patagonian Massif (southern Argentina). Journal of South American Earth Sciences 15: 591-623.
- von Gosen, W., 2003. Thrust tectonics in the North Patagonian Massif (Argentina). Implications for a Patagonia Plate. Tectonics 22 (1): 5/1-5/33.
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 1975. Mapa de sismica de refracción. 3766-3763. 3966-3963. (inédito). Buenos Aires.

Recibido: 23/08/04

Aceptado: 15/05/05