

EL SINRIFT DE LA DORSAL DE HUINCUL, CUENCA NEUQUINA: EVOLUCIÓN Y CONTROL SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURA DEL ÁREA

Francisco PÁNGARO¹, Diego Martín PEREIRA² y Eduardo MICUCCI³

¹ Petrobrás Energía S.A., Maipú 1, C1084ABA Buenos Aires. Email: francisco.pangaro@petrobras.com,

² Pluspetrol S.A., Lima 339, C1073AAG Buenos Aires. Email: mpereira@pluspetrol.net,

³YPF S.A., Roque Saenz Peña 777, Buenos Aires. Email: emmicuccim@ypf.com

RESUMEN

La dorsal de Huincul es un rasgo morfo-estructural sobresaliente que prácticamente divide a la cuenca Neuquina en dos sectores, se extiende por 250 km con una orientación general E-O desde el frente orogénico andino al oeste hasta la zona de General Roca al este. Está compuesta por un tren de estructuras de orientación preferencial E-O fuertemente asimétricas y con vergencia predominante hacia el sur; el rechazo vertical de éstas excede en muchos casos 1,5 kilómetros. La evolución de la dorsal de Huincul comenzó con el desarrollo de sistemas de hemigrábenes (*half-grabens*) de orientación noroeste, típicamente con el bloque hundido al norte; esta tendencia cambia en el sector oriental a una orientación oeste-noroeste. Típicamente tienen 10 a 20 km de longitud en el sentido del rumbo y un relleno entre 1,5 y 5 km de depósitos del Triásico superior al Toarciaco Inferior. La morfología previa a la primera ingresión marina durante el Jurásico Inferior era de un sistema de hemigrábenes cuyo relieve había sido en parte enrasado por los depósitos volcánicos y clásticos del Precuyano; además altos de basamento prominentes y edificios volcánicos controlaron la distribución de los sedimentos marinos jurásicos. La influencia de la subsidencia de rift está claramente documentada durante el Toarciaco Inferior; luego el área atravesó un período de relativa calma tectónica acompañado por la progradación de los sistemas deposicionales desde el sur sin interferencia de los rasgos estructurales subyacentes. El desarrollo de un sistema compresivo que abarcó desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior dio a la dorsal de Huincul su configuración actual.

Palabras clave: *Dorsal de Huincul, Sinrift jurásico, Evolución estructural, Control estructural sobre la estratigrafía.*

ABSTRACT: *The synrift of the Huincul High, Neuquén Basin: Evolution and control on the stratigraphy and structure of the area.* The Huincul High constitutes an outstanding E-W morpho-structural feature that splits the Neuquén Basin into two, it spans for more than 250 km from the Andean orogenic front, eastwards to the General Roca area. It is composed by a trend of E-W oriented, strongly asymmetric and south verging anticlines with a vertical throw exceeding 1.5 km. The evolution of the Huincul High began with the development of a series of NW oriented half-grabens, typically with the downthrown block to the north; this tendency shifts in the eastern end to more WNW-ENE oriented half grabens. They are normally 10 to 20 km long in strike direction with a 1.5 to 5 km thick infill of Upper Triassic to Lower Toarcian deposits. The morphology previous to the first marine transgressions during Early Jurassic times was of a series of half-grabens whose relief had been partly leveled by the volcanic and clastic deposits of the Precuyano; besides prominent basement highs and volcanic edifices controlled the distribution of the Jurassic marine sediments. The influence of the rift subsidence is well documented until Early Toarcian times; afterwards the area went through a period of relative tectonic quiescence accompanied by the progradation of the depositional systems from the south regardless of the underlying structural features. The development of a compressive system spanning from the Upper Jurassic to the Upper Cretaceous gave the Huincul High its present day configuration.

Keywords: *Huincul High, Jurassic synrift, Structural evolution, Structural controls on the stratigraphy.*

INTRODUCCIÓN

La dorsal de Huincul es un rasgo morfo-estructural sobresaliente que divide a la cuenca Neuquina en dos; tiene una orientación general este-oeste y se extiende por más de 250 kilómetros desde la zona del Cerro Chacaico al oeste, donde se en-

cuentra con el frente orogénico andino, hasta las inmediaciones de General Roca al este. Está constituida por un tren de estructuras anticlinales de orientación preferencial este-oeste fuertemente asimétricas con vergencia predominante al sur cuyo rechazo vertical excede en muchos casos 1,5 kilómetros, involucrando

desde el basamento paleozoico hasta los sedimentos del Cretácico Superior (Fig. 1). Debido a su importancia desde el punto de vista de la exploración y desarrollo de hidrocarburos, la dorsal de Huincul es uno de los rasgos más estudiados de la cuenca Neuquina. El hecho que la exploración se enfocara en ella por más de cin-

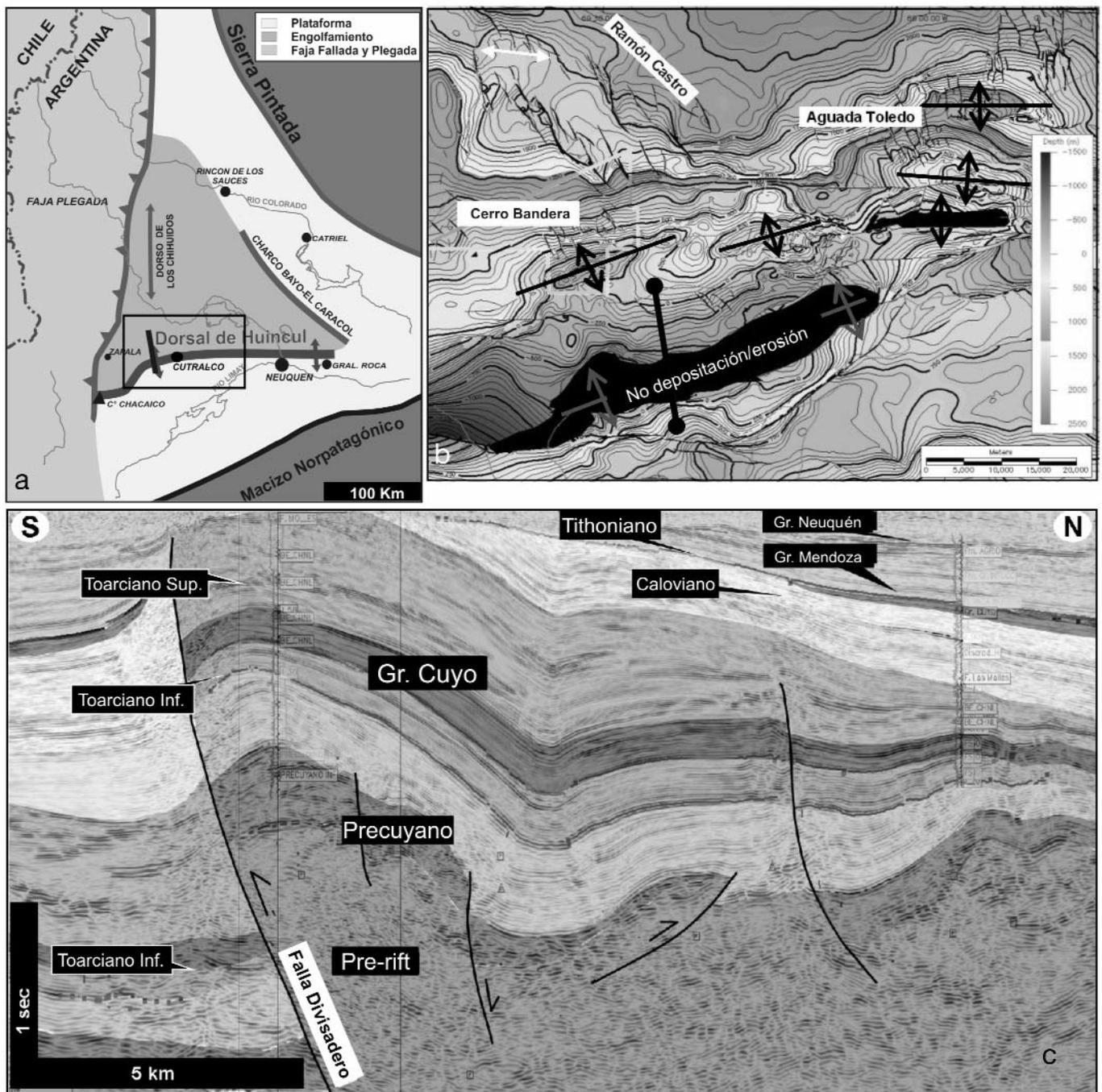


Figura 1: a) Mapa de ubicación regional. El recuadro muestra la ubicación del mapa de la figura 1b; b) Plano isócrono a la base de la Formación Vaca Muerta del sector centro y oeste de la dorsal de Huincul. Nótese la fuerte impronta de las estructuras del Jurásico Superior a Cretácico Superior cuya orientación este-oeste a oeste-sudoeste dan a la dorsal de Huincul su configuración actual. En las zonas de Ramón Castro y Aguada Toledo sistemas de fallas en echelon con orientación noroeste reflejan la existencia de rasgos estructurales profundos con esa orientación; c) Línea sísmica en tiempo norte-sur mostrando la típica configuración estructural existente a lo largo de la dorsal de Huincul: fallas de basamento de vergencia al sur de gran rechazo vertical. En este caso la falla Divisadero en la zona de Cerro Divisadero levanta al Precuyano más de dos kilómetros (modificado de Pángaro *et al.* 2006a). Para ubicación véanse a y b.

co décadas derivó en un profundo conocimiento de su estratigrafía y estructura (Orchuela *et al.* 1981, Ploszkiewicz *et al.* 1984, Bettini 1984, Vergani *et al.* 1995,

Veiga *et al.* 2001, Pángaro *et al.* 2002 a, b, Gómez Omil *et al.* 2002, Mosquera 2002, Pángaro *et al.* 2006a, Silvestro y Zubiri 2007, entre otros). Sin embargo, no fue

hasta fines de la década del '90, luego de la adquisición intensiva de sísmica 3D y de la focalización en objetivos exploratorios profundos, que se logró un conoci-

miento más claro de la estructura y de la estratigrafía de los depósitos del rift que controló la evolución de gran parte de la cuenca Neuquina desde el Triásico Superior hasta el fin del Jurásico Inferior. La evolución tectono-estratigráfica de la dorsal de Huincul comenzó con el desarrollo de una serie de hemigrábenes de orientación noroeste, típicamente con bloque hundido al norte; situación que varía hacia el este dando lugar a una orientación oeste-noroeste. La influencia de la subsidencia de rift está bien documentada hasta el Toarciano Inferior luego de lo cual existió en el área un período de relativa calma tectónica con progradación de los sistemas deposicionales desde el sur, y de forma independiente respecto de la orientación de las estructuras subyacentes (Pángaro *et al.*, 2006a). El desarrollo de un sistema compresivo que persistió desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior impuso a la dorsal de Huincul su configuración estructural actual y constituyó el principal control para la sedimentación en el área durante ese período.

Las primeras interpretaciones estructurales se valieron de deformación compresiva y transcurrente para explicar numerosas estructuras de este ámbito (Orchuela *et al.* 1981, Ploszkiewicz *et al.* 1984) sin ahondar en la interpretación del sinrift debido a la pobre calidad de los datos existentes en ese entonces; en la década del '90 y años posteriores la interpretación mediante modelos de inversión tectónica tomó auge (Vergani *et al.* 1995, Veiga *et al.* 2001, Mosquera 2002, Pángaro *et al.* 2002 a, b, Pángaro *et al.* 2005, Mosquera y Ramos 2005) trayendo consigo aparejada la interpretación de la existencia de hemigrábenes triásicos de orientación este-oeste (Fig. 2). Trabajos posteriores, basados en información regional integrada permitieron reinterpretar la estructura del sinrift triásico a jurásico inferior y la posterior evolución estructural y estratigráfica del área (Pángaro *et al.* 2006a, Silvestro y Zubiri 2007). Estos aportes concluyen que los modelos que postulaban la inversión tectónica como principal

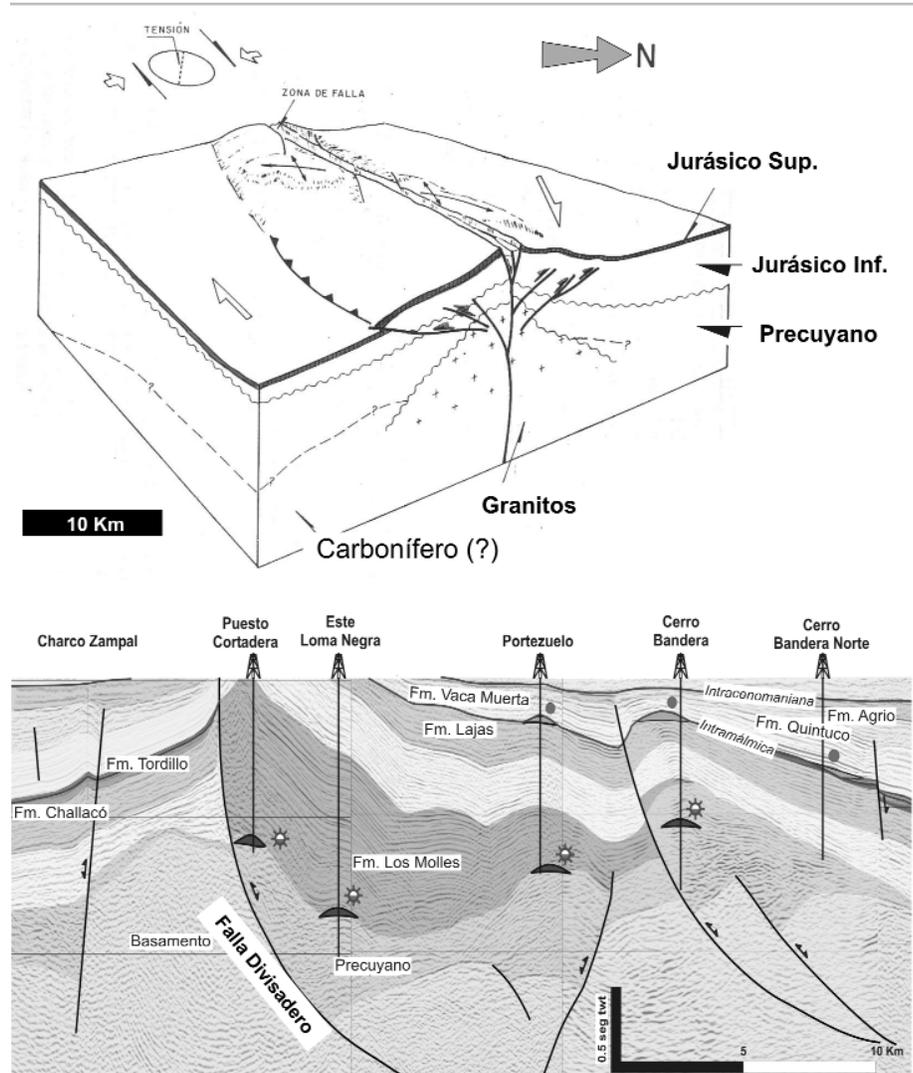


Figura 2: Modelos estructurales previos propuestos para la dorsal de Huincul. a) Modelo de Ploszkiewicz *et al.* (1984) en el cual se interpreta el origen de las estructuras como resultado de deformación transpresiva (tomado de Ploszkiewicz *et al.* 1984); b) Modelo de inversión tectónica. En este caso Pángaro *et al.* (2002a) interpretan que las estructuras están formadas por hemigrábenes invertidos desde el Jurásico Temprano. Estas interpretaciones estuvieron influenciadas por la pobre imagen sísmica del basamento y sinrift. En este caso la falla Divisadero limita según la interpretación un hemigraben con bloque hundido al norte. Compárese con la línea de la figura 1 (según Pángaro *et al.* 2005).

mecanismo formador de estructuras en la dorsal de Huincul no son sustentables a la luz del gran volumen de información surgido en la última década. En este trabajo se presentan y recopilan interpretaciones estratigráficas, estructurales y cinemáticas recientes basadas en datos conclusivos que permiten reconstruir la historia evolutiva de este sector de la cuenca Neuquina durante el Triásico y el Jurásico Superior.

EL SINRIFT DEL TRIÁSICO SUPERIOR AL JURÁSICO INFERIOR

Una de las claves para la interpretación de la evolución de la dorsal de Huincul radica en la correcta interpretación tanto geométrica como temporal de la etapa de sinrift. Esta interpretación se vio favorecida en los últimos años por la proliferación de sísmica 3D con objetivos exploratorios profundos lo que permitió con-

tar con una mejor calidad de información de las unidades del sinrift y prerift; asimismo la exploración de objetivos dentro del Precuyano trajo aparejados numerosos análisis de esta unidad que constituye el principal relleno de los hemigrábenes (Veiga *et al.* 2001, Bermúdez *et al.* 2002, Pángaro *et al.* 2002b, Valenzuela *et al.* 2002, Rubinstein *et al.* 2005, Pángaro *et al.* 2005, Pángaro *et al.* 2006b).

El sistema de hemigrábenes que conforman el sinrift tiene, a lo largo de prácticamente toda la dorsal de Huincul, una orientación preferencial noroeste a oeste-noroeste. Esta orientación fue erróneamente interpretada como este-oeste durante muchos años debido a la fuerte impronta de las estructuras compresivas desarrolladas entre el Jurásico Superior y el Cretácico Superior, a la regular a pobre calidad de los datos sísmicos 2D, y al reducido tamaño y falta de superposición de los cubos 3D existentes. Estas interpretaciones estuvieron además influenciadas por el auge de los modelos de inversión tectónica que proliferaron a partir de los años '90, los que postulaban que las estructuras principales de la dorsal de Huincul eran el resultado de la inversión de hemigrábenes triásicos de orientación análoga a la de las estructuras jurásico-cretácicas (Vergani *et al.* 1995, Pángaro *et al.* 2002 a, b, Mosquera 2002, Mosquera y Ramos 2005).

Luego de la integración de la nueva información sísmica 3D y de los datos surgidos de la investigación de objetivos exploratorios en el sinrift, fue posible interpretar que el sistema de rift presente en la zona de la dorsal de Huincul está constituido por una serie de hemigrábenes de orientación noroeste, típicamente con bloque hundido al norte; situación que varía hacia el este dando lugar a una orientación oeste-noroeste. Las dimensiones de estos hemigrábenes son habitualmente unos 10 a 20 km de extensión en sentido del rumbo y un relleno de unos 1,5 a 3 km de depósitos que abarcan desde el Triásico Superior hasta el Toarciano Inferior (Figs. 3 y 4).

Se reconocen en general tres etapas en el

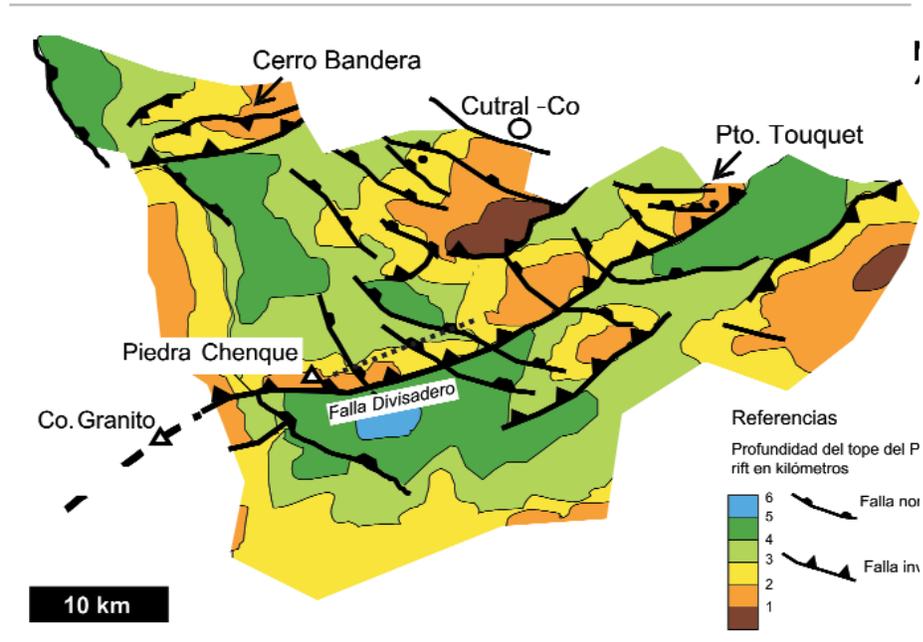


Figura 3: Mapa estructural al tope del pre-rift en el sector centro occidental de la dorsal de Huincul. Nótese que los hemigrábenes del Triásico Superior a Jurásico Inferior aún mantienen su rechazo normal inicial pese a haber sido afectados por la tectónica compresiva jurásica superior a cretácica superior. En línea punteada se muestra la ubicación del corte de la figura 4.

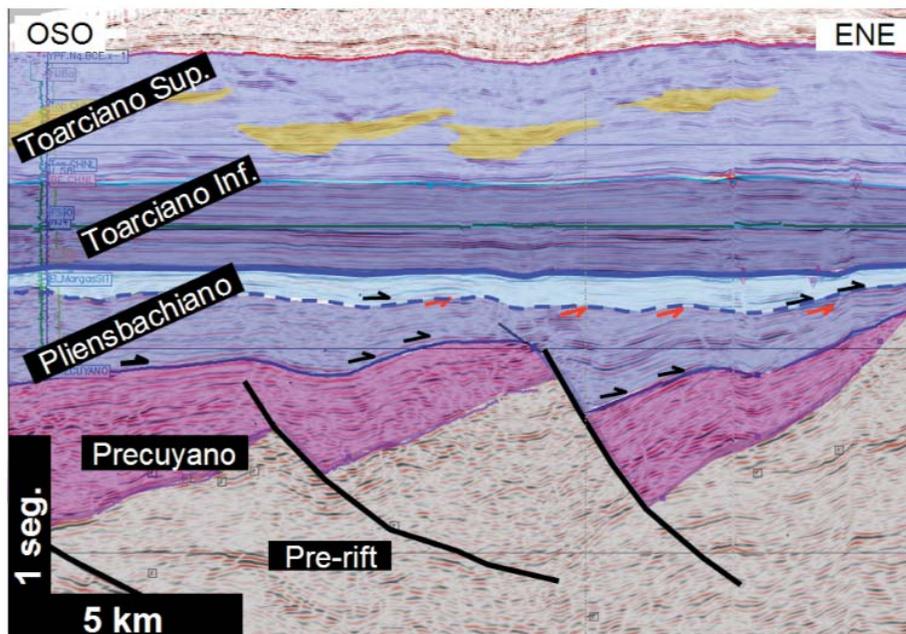


Figura 4: Línea sísmica OSO - ENE nivelada al tope del Toarciano Inferior. Nótese el efecto claro de la subsidencia asociada a las fallas del rift hasta el Pliensbachiano. Este disminuye hasta desaparecer hacia el Toarciano Superior. El hemigráben del extremo oeste-sudoeste tiene un relleno con espesor superior a 2 kilómetros (según Pángaro *et al.* 2006a). Para ubicación véase la figura 3.

relleno de los hemigrábenes; la primera está dominada por una fuerte subsidencia tectónica y volcanismo bi-modal; los depósitos de esta etapa son típicamente agrupados dentro del Ciclo Precuyano

(en el sentido de Legarreta y Gulisano 1989) y su composición y espesor son sumamente variables aunque con una marcada predominancia de volcanitas. La segunda etapa, que abarca desde el Pliens-

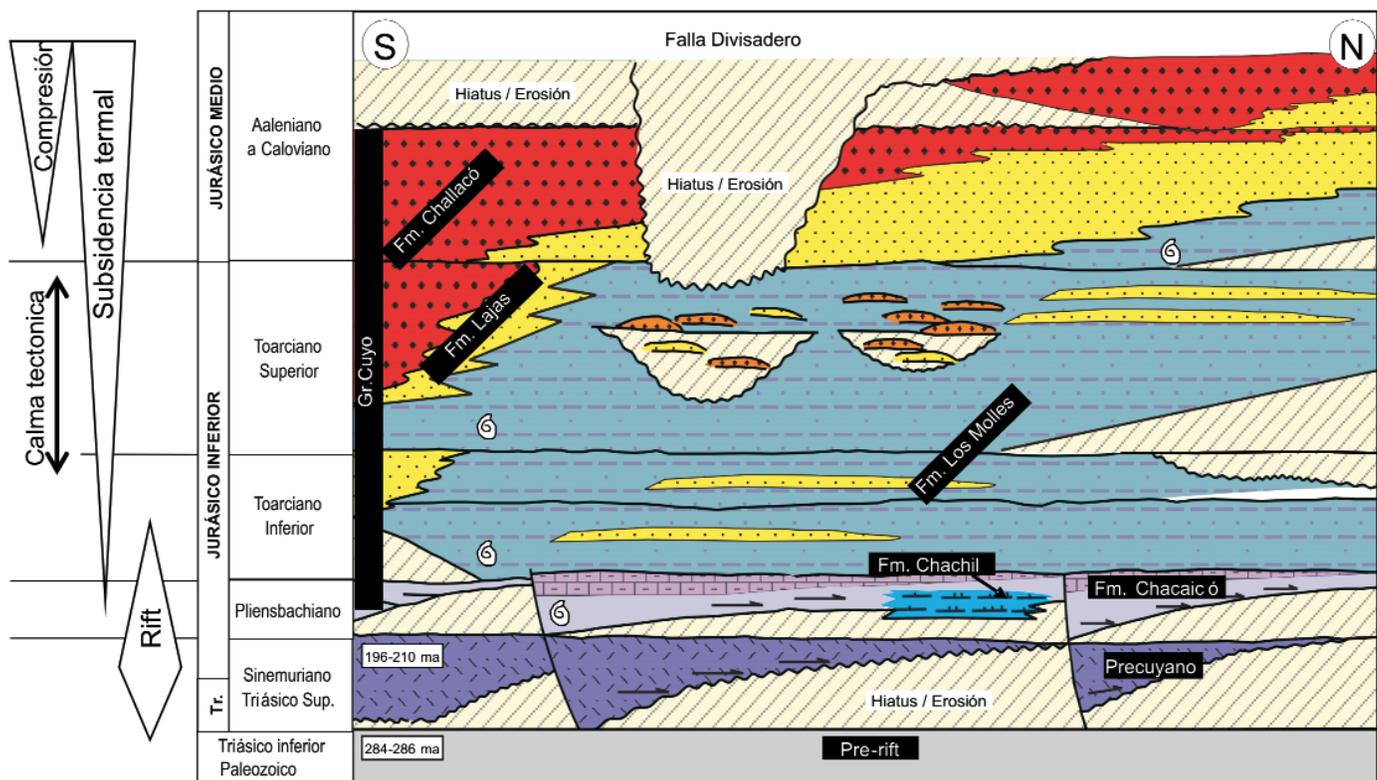


Figura 5: Cuadro cronoestratigráfico norte-sur del intervalo Triásico a Jurásico Medio para la porción centro y occidente de la dorsal de Huincul. El clímax de la subsistencia extensional se interpreta durante el Sinemuriano; durante el Pliensbachiano y Toarciano Inferior se da el pasaje a un régimen de subsistencia tectónica. En la zona de la falla Divisadero se interpreta un período de calma tectónica durante el Toarciano Superior luego del cual comienza la deformación compresiva.

bachiano hasta el Toarciano Inferior muestra aún una sedimentación dominada por una fuerte subsistencia tectónica, aunque en franca desaceleración, con predominio de facies clásticas asociadas a una actividad volcánica en marcada disminución; y la tercera y última etapa está signada por una subsistencia tectónica póstuma y un predominio del control eustático sobre los sistemas deposicionales. Durante esta última etapa tiene lugar la transición a un estadio de subsistencia térmica regional que controló la sedimentación en la mayor parte de la cuenca Neuquina desde el Toarciano Inferior hasta el Cretácico Superior (Fig. 5).

Etapa I: Sinrift volcánico

Debido a su génesis asociada a hemigrábenes en general inconexos y con alta participación de volcanismo, no existe una localidad tipo para referirse al Precuyano; numerosos trabajos proveen descripciones de esta unidad, en general basadas en

afloramientos o datos de pozo y correlación con información sísmica (Leanza y Hugo 1997, Pángaro *et al.* 2002b, Bermúdez *et al.* 2002, Leanza *et al.* 2005, Valenzuela *et al.* 2005, Rubinstein *et al.* 2005, Pángaro *et al.* 2006b, Schiuma y Llambías 2008). En esta contribución se hará referencia a dos localidades del ámbito de la dorsal de Huincul, una de superficie y una de subsuelo, que permiten tener una buena perspectiva de las características más frecuentes del relleno de los hemigrábenes durante esta etapa.

La edad del sinrift de afinidad volcánica, de ahora en más Precuyano, está acotada en la zona de la dorsal de Huincul por dataciones radiométricas que arrojaron edades entre 210 y 196 Ma en la zona del Cerro Chacaico (Bermúdez y Delpino 2002) y por dataciones en la zona de Anticlinal Campamento y Guanaco que arrojaron edades de $199 \pm 1,5$ y $203 \pm 0,75$ Ma (Schiuma y Llambías 2008). Estos últimos autores proveen además edades

para el prerift obtenidas en una granodiorita y en un dique andesítico de $286,5 \pm 2,3$ y $284 \pm 1,3$ Ma, respectivamente las cuales permiten establecer en el sector occidental de la dorsal de Huincul que el Precuyano se habría desarrollado con posterioridad al Pérmico Superior es decir, desde el Triásico hasta el Sinemuriano. Evidencias de volcanismo activo aún durante el Sinemuriano se interpretaron también en la zona de Cerro Bandera, donde Pángaro *et al.* (2002a) y Bermúdez *et al.* (2002) mencionan la existencia de tobas primarias intercaladas con niveles fosilíferos de esta edad.

La edad del tope del Precuyano está acotada por los sedimentos marinos del Pliensbachiano que se reconocen sobre los depósitos volcánicos en localidades como la Sierra de Chacaico, Espinazo del Zorro, Morro del Aguila (Leanza y Hugo 1997), Portezuelo Grande y Cerro Divisadero (Pángaro *et al.* 2006a) entre otras.

El Precuyano en el área de Portezuelo Grande

Portezuelo Grande, unos 10 km al oeste de la ciudad de Cutral-Có, constituye una localidad de excepción para la caracterización del Precuyano; en esta localidad Pángaro *et al.* (2006b) interpretan en base a sísmo-estratigrafía y datos de pozo, la existencia de rasgos morfológicos primarios de origen volcánico como domos lávicos y estrato volcanes además de los característicos hemigrábenes con relleno mixto clástico y volcánico. El corte de la figura 6 muestra una línea sísmica arbitraria 3D perpendicular a la orientación de los hemigrábenes, en la cual se interpreta un estrato volcán de unos 1.500 m de relieve mediante el uso de imágenes de pozo combinadas con registros eléctricos de pozo y observación directa de recorres de perforación (Pángaro *et al.* 2006b). En el mismo describen una transición de base a techo de coladas ácidas brechosas y fluidales, pasando luego a una intercalación de depósitos de coladas y piroclásticas; hacia los términos superiores predominan las ignimbritas y depósitos de caída y/o surge con algunas posibles intercalaciones clásticas. Sin embargo, el rasgo más destacable interpretado en esta localidad es la relación de down-lap de las coladas basales con el basamento prerift la cual permitió reconstruir las dimensiones del aparato volcánico. Puede además apreciarse la fuerte pendiente que presenta este edificio volcánico y como el flanco occidental del mismo es cubierto por depósitos clásticos y piroclásticos cuya distribución está controlada por hemigrábenes de orientación noroeste. Inmediatamente al sur de este estrato volcán, Pángaro *et al.* (2006b) interpretan mediante sísmica 3D y correlación con análogos de superficie la existencia de un domo lávico, probablemente riolítico, en cuyos flancos es posible apreciar la relación de *onlap* de los depósitos pliensbachianos del Grupo Cuyo. Esta relación entre el sinrift volcánico y los depósitos clásticos de sinrift pero ya sin participación volcánica tan marcada fue también observada en las Sierras de Reyes y Cara

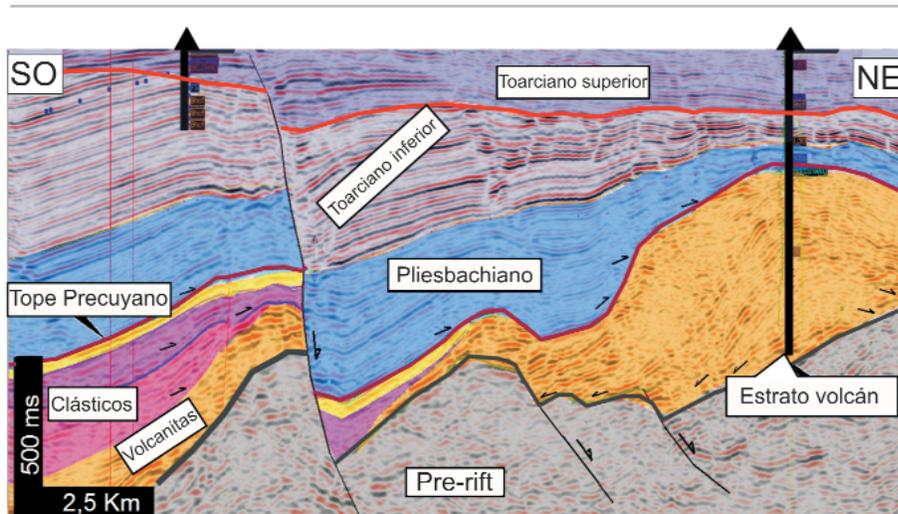


Figura 6: Línea sísmica SO-NE del área de Portezuelo Grande. Nótese el estrato volcán de más de 1.500 m de altura interpretado en el sector noreste y su relación con el pre-rift. El efecto del relieve del aparato volcánico influyó la sedimentación hasta el Toarciano Inferior (modificado de Pángaro *et al.* 2006a). Véase la figura 9 para ubicación.

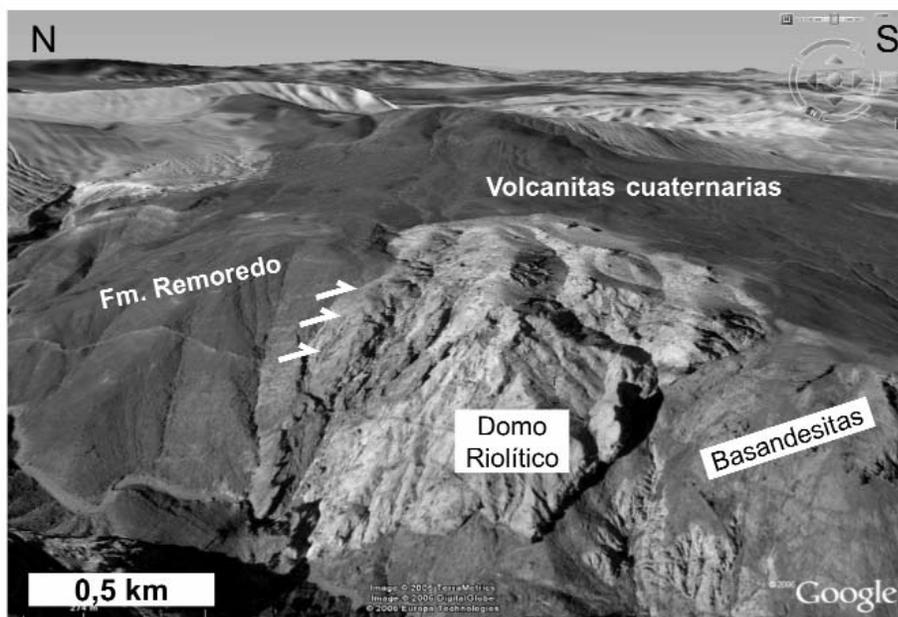


Figura 7: Afloramiento del Precuyano en el flanco occidental de la Sierra de Cara Cura, sur de la provincia de Mendoza. Ejemplo de un domo riolítico sobre el cual se dispone en relación de *onlap* el relleno del sinrift de afinidad clástica representado en esta localidad por la Formación Remoredo.

Cura, en el sur de la provincia de Mendoza, donde los mismos autores describen domos riolíticos cubiertos en relación del *onlap* por depósitos pertenecientes a la Formación Remoredo (Fig. 7). En este caso se ha podido medir en afloramiento la pendiente original del domo riolítico la cual supera los 40°; ésta se encuentra preservada gracias al rápido soterramiento por facies clásticas. En el caso

de Portezuelo Grande, la relación interpretada es la misma, altas pendientes originales asociadas a aparatos y domos volcánicos rápidamente soterradas por los depósitos del Pliensbachiano que evidencian un proceso de depositación sin períodos de erosión prolongados. Si se tiene en cuenta la relación estratigráfica entre el Pliensbachiano y los relieves volcánicos primarios interpretados pue-

den sacarse valiosas conclusiones con respecto a la evolución tectónica del área durante el Sinemuriano-Pliensbachiano. Una es que entre el tope del sinrift de afinidad volcánica y el sinrift de afinidad clástica sobreyacente no media necesariamente una discordancia importante. Localmente pueden observarse fuertes pendientes derivadas de rasgos morfológicos primarios, pero no existió un período de erosión suficiente como para enrasar este relieve; más bien la fuerte disponibilidad de sedimento permitió que el mismo fuera rápidamente soterrado.

Otra localidad que permite hacer valiosas observaciones sobre la dinámica de relleno del sinrift volcánico es la Sierra de Chacaico en el extremo occidental de la dorsal de Huincul. Ya Lambert (1946) menciona la existencia de rocas volcánicas que atribuyó al Rético; para las cuales Groeber (1958) emplea la denominación de Capas de Lapa. Con posterioridad numerosos estudios ampliaron el conocimiento de esta localidad entre los que se destacan los más recientes de Leanza y Hugo (1997), Leanza *et al.* (2005) y Franzese *et al.* (2007). En las inmediaciones del Arroyo Lapa y hacia el norte se reconoce una sección basal de depósitos de flujos piroclásticos que fueron descritos como Grupo Choiyoi por Leanza y Hugo (1997) y posteriormente Formación Nirecó por Leanza *et al.* (2005). Sobre éstos se dispone en relación de para-concordancia y lateralmente de *onlap* una alternancia de volcanitas y sedimentitas que son agrupadas dentro de la Formación Lapa. Ésta incluye basaltos, ignimbritas, tobas de caída y epiclastitas y culmina hacia el tope con un potente banco de ignimbritas que cubren a las unidades anteriormente descritas y al basamento paleozoico en las zonas donde éstas están ausentes.

Las dataciones radimétricas existentes tanto de la unidad inferior como de las superiores muestran una muy baja dispersión de edades (196 a 210 Ma) (Bermúdez y Delpino 2002) por lo que es muy probable que las relaciones estratigráficas observadas en el campo sean el

resultado del relleno de relieves primarios no erosionados tal como se observa en la zona de Portezuelo Grande y en las localidades de Sierra de Reyes y Sierra de Cara Cura. Haciendo analogía con la localidad previamente analizada, puede interpretarse a la Formación Lapa como la última manifestación de la etapa de rift con alta participación de volcanismo. En la Sierra de Chacaico, Pereira y Gozalvez (2006) interpretan mediante un detallado análisis litofacial y estratigráfico, la existencia de un hemigraben de orientación nor-noroeste con relaciones estratigráficas similares a las interpretadas en la zona de Portezuelo Grande y cuyo relleno habría ocurrido durante al menos tres pulsos extensivos principales.

Etapas II: Sinrift de afinidad clástica

A partir del comienzo del Sinemuriano tiene lugar en el entorno de la dorsal de Huincul una fuerte merma en la actividad volcánica asociada al sinrift al tiempo que comienza a esbozarse una subsidencia regional generalizada; estos factores resultan en la depositación de potentes secuencias clásticas con participación subordinada de rocas volcánicas como las aflorantes en el Arroyo Lapa (Formación Chacaicó), las cuales son portadoras de las primeras evidencias de sedimentación marina en el ámbito de la dorsal de Huincul.

Se observa en la porción basal de esta unidad y en zonas próximas a altos topográficos previos, la presencia de conglomerados gruesos mayormente clasto-sostén con material proveniente de tres protolitos bien diferenciados: esquistos devónicos de la Formación Piedra Santa, granitoides atribuibles al complejo plutónico de Chachil y volcanitas del Precuyano (Pereira y Gozalvez 2006). Composicionalmente la Formación Chacaicó está integrada principalmente por areniscas y limolitas con fuerte participación de material volcánico que fueron depositadas en ambientes litorales a marinos poco profundos; en los afloramientos del Arroyo Lapa pueden reconocerse inclusive tobas primarias tal como describen Leanza

et al. (2005). En la zona de Cerro Bandera, al oeste de la ciudad de Cutral Có, Pángaro *et al.* (2002a) describen mediante análisis de recortes de perforación la existencia de sedimentitas fosilíferas de origen marino intercaladas con piroclásticas; este conjunto es atribuido, mediante análisis bioestratigráficos, al Pliensbachiano-Sinemuriano. Estos sedimentos y volcanitas fueron asignados al Precuyano por Pángaro *et al.* (2002a), aunque teniendo en cuenta los actuales modelos de evolución del sinrift es más adecuado correlacionarlos con la Formación Chacaicó. En zonas alejadas de las áreas locales de aporte sedimentario tuvo lugar la depositación de secuencias carbonáticas que constituyen la Formación Chachil de edad pliensbachiana las cuales son cubiertas dependiendo de su posición paleogeográfica por rocas marinas pliensbachianas o más jóvenes (Fig. 8b).

Hacia la parte alta del Pliensbachiano tiene lugar en la zona que abarca desde Puesto Touquet hacia el oeste una fuerte transgresión marina que resultó en la depositación de arcilitas y margas de ambiente de baja energía que, aunque con mucha menor intensidad, muestran variaciones de espesor asociadas a la subsidencia póstuma en las fallas maestras de los hemigrabenes (Fig. 4).

La subsidencia de rift, fuertemente activa aun durante el Pliensbachiano queda en evidencia en la geometría de los depocentros (Fig. 9), la clara relación de *onlap* sobre los depósitos del Precuyano y basamento prerift subyacentes, así como en los numerosos límites de secuencia asociados a tectonismo local que se observan tanto en sísmica como en afloramiento (Figs. 4 y 8). El espesor de los sedimentos del Sinemuriano alto a Pliensbachiano alcanza en el ámbito del Cerro Divisadero un máximo de unos 1.400 m en coincidencia con el eje de un importante hemigraben y muestra fuertes reducciones asociadas a los hombros de los depocentros y a paleoaltos, ya sea de basamento como relieves volcánicos primarios del Precuyano.

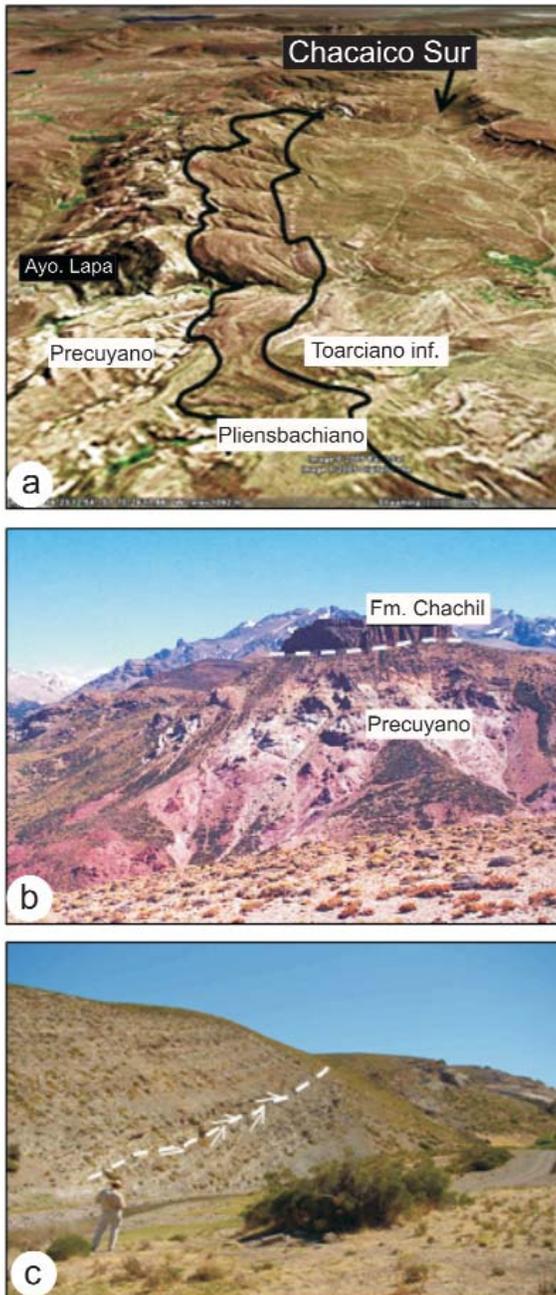


Figura 8: a) Vista hacia el norte de la Sierra de Chacaico. Se reconoce en el núcleo en la zona del Arroyo Lapa el Precuyano y sobre éste el relleno pliensbachiano de la Formación Chacaicó; b) Calizas de edad pliensbachiana de la Formación Chachil apoyadas directamente sobre el Precuyano. Morro del Águila, margen norte del río Picún Leufú. En esta localidad están ausentes las facies clásticas de la Formación Chacaicó por lo que se interpreta una situación de paleo-alto relativo; c) Detalle del afloramiento de la Formación Chacaicó en la margen sur del Arroyo Lapa en el cual se reconocen límites de secuencia erosivos interpretados como el resultado de tectonismo sin-sedimentario.

Etapa III: Sinrift tardío

Durante el Toarciano Inferior tiene lugar a escala regional un marcado cambio en la polaridad de los sistemas deposicionales que se ve reflejado desde el Cerro Chacaico hasta la zona de la ciudad de Neuquén. Los sistemas controlados por la geometría de los hemigrábenes de orientación noroeste y oeste-noroeste dejan de ser activos paulatinamente, dando lugar a una sedimentación con una clara dirección de transporte de sedimento ha-

cia el norte a nor-noroeste. Aunque este hecho no es claramente reconocible en los afloramientos clásicos como Arroyo La Jardinera ó Espinazo del Zorro, si se puede identificar mediante análisis sísmo-estratigráficos en sísmica 3D en la zona de Portezuelo Grande y Puesto Touquet, y a partir de su correlación con la bioestratigrafía de pozos.

Durante el Toarciano Inferior aún es visible, aunque en forma muy sutil, la subsidencia tectónica en las fallas de rift; ésta

se pone de manifiesto en los planos isopáquicos de los sedimentos de esta edad y a través de sutiles quiebres de plataforma que se emplazan preferentemente en las zonas de hombro de los hemigrábenes (Pángaro *et al.* 2006a). Otro rasgo que reflejaría el efecto de la subsidencia póstuma asociada a las fallas del sinrift es el control sobre la distribución de facies del Miembro Cutral-Có de la Formación Los Molles, en la zona de Puesto Touquet. En dicha localidad Gómez Omil *et al.* (2002) interpretan la existencia de un fan-delta con dirección de transporte hacia el nor-noroeste; interpretaciones posteriores permitieron establecer que éste está fuertemente acotado en su distribución hacia el oeste por el hombro de un hemigráben. En base a la extensión y geometría del Miembro Cutral-Co puede interpretarse un área de aporte desde el sur con orientación axial a los hemigrábenes.

SUBSIDENCIA TÉRMICA - TOARCIANO SUPERIOR

La transición de la etapa de rift a la etapa de subsidencia térmica regional que comenzara en el Toarciano Inferior culmina hacia el Toarciano Superior; en este tiempo el efecto de la subsidencia de rift desaparece dando lugar a un régimen exclusivamente térmico y de alcance regional. El área de aporte regional de sedimento es claramente desde el sud-sudeste sin que en la zona de la dorsal de Huincul exista ningún obstáculo de origen tectónico para la sedimentación; a excepción de algunos altos del basamento paleozoico, tales como Cerro Chato o el Octógono Fiscal, que constituyeron altos también para el Triásico y el Jurásico Inferior y de relieves volcánicos primarios remanentes del rift de afinidad volcánica.

Desde la zona de Puesto Touquet y hacia el oeste se reconoce en este tiempo un sistema deposicional complejo que abarca facies continentales de alta energía hacia el sur que, desde el punto de vista litostratigráfico, corresponden a la Formación Challacó; litorales y deltaicas, correspondientes a la Formación Lajas; y

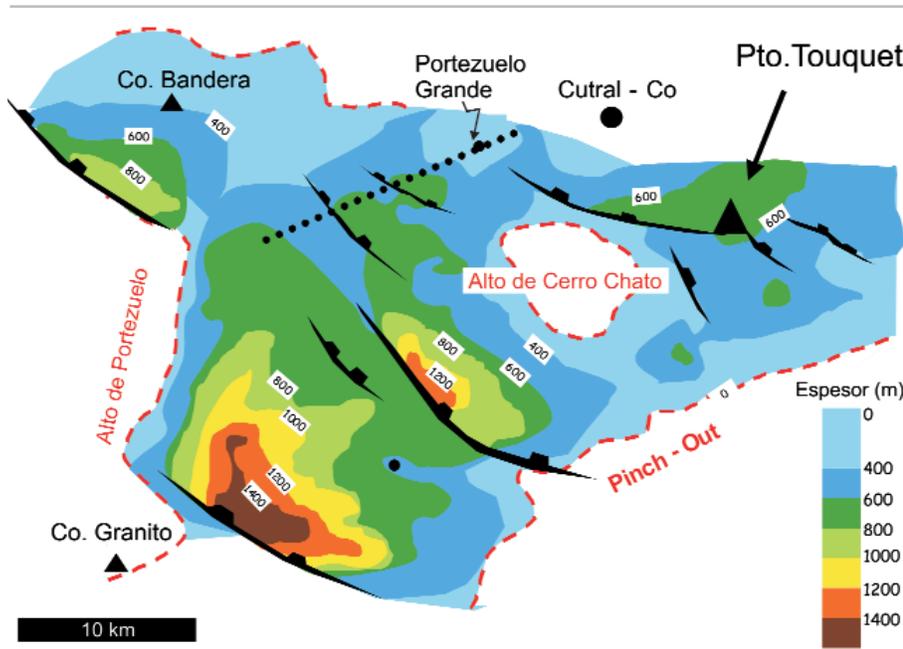


Figura 9: Plano isopáquico del relleno de sinrift de edad pliensbachiana. En la zona de Portezuelo Grande se puede observar una zona semicircular que corresponde a la reducción de espesor debida a la presencia del estrato volcán que se describe en el corte de la figura 6 cuya ubicación coincide con la línea punteada. Las zonas de Cerro Chato y Sierra del Portezuelo se reconocen paleo-altos relativos; al sur y al norte se observan acuñamientos regionales de los sedimentos de esta edad.

facies marinas hacia el norte desde plataforma externa hasta talud y pie de talud pertenecientes a la Formación Los Molles. Durante este período los sistemas fluviales alimentaron a una serie de cañones submarinos de una extensión de decenas de kilómetros, los cuales transpor-

taban su carga de sedimentos hasta el pie de talud depositándose allí una serie de abanicos submarinos. Estos cañones, mencionados anteriormente por Gómez Omil *et al.* (2002) en el área de Puesto Touquet y descritos por Verzi *et al.* (2005) en la zona de Portezuelo Grande, son descrip-

tos en mayor detalle por Pereira y Micucci (2006) quienes reconocen un sistema de facies vinculando los depósitos de alta energía de la Formación Challaco con los cañones de plataforma y abanicos del pie del talud de la Formación Los Molles.

El cese de la subsidencia de rift fue acompañado, durante el Toarciaco Superior, por el desarrollo de estructuras compresivas de orientación oeste-sudoeste y vergencia al norte como la que se observa unos 15 km al sur de Puesto Touquet (Fig. 10). Estas estructuras involucran depósitos previos del Grupo Cuyo y rocas más antiguas del Precuyano y basamento paleozoico. En la localidad mencionada se interpreta, en base a información sísmica 3D, una estructura anticlinal con un relieve estructural aproximado para el tope del Precuyano de un kilómetro, la cual estuvo activa desde el Toarciaco Inferior hasta el Cretácico Superior (Fig. 10). Del análisis combinado de las facies del Toarciaco Superior en la dorsal de Huincul y de la existencia de estructuras compresivas al sur de la misma, activas durante este tiempo, se pueden sacar valiosas conclusiones: que en la zona de la dorsal propiamente dicha no existía ningún relieve estructural condicionando la sedimentación; y que las estructuras compre-

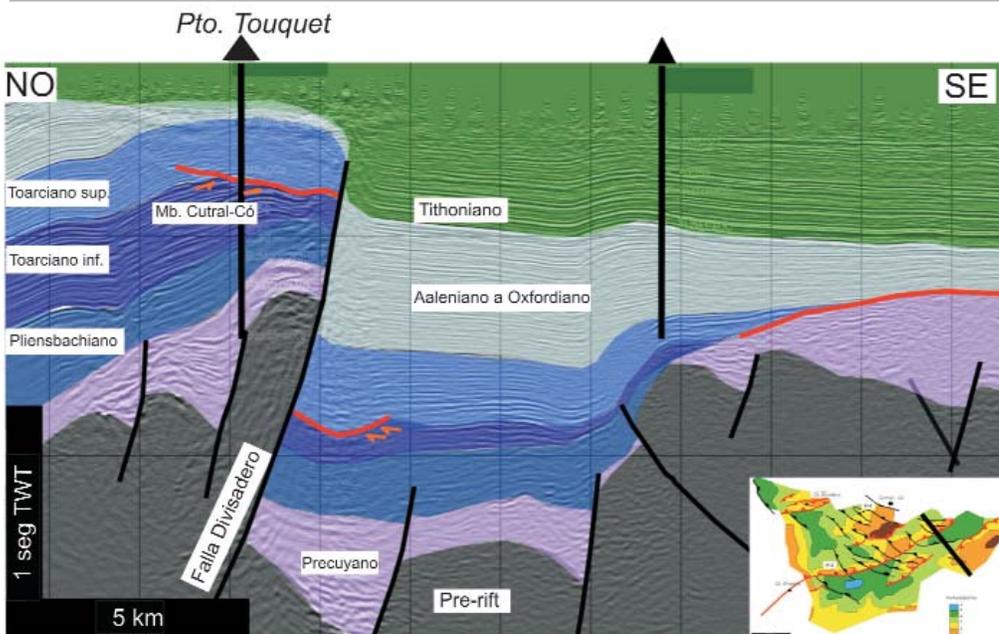


Figura 10: Línea sísmica NO-SE de la zona de Puesto Touquet. Se destaca la existencia de hemigrábenes transportados pasivamente por la falla Divisadero durante la deformación compresiva. La estructura al sudeste presenta una evolución temporal más temprana que la falla Divisadero.

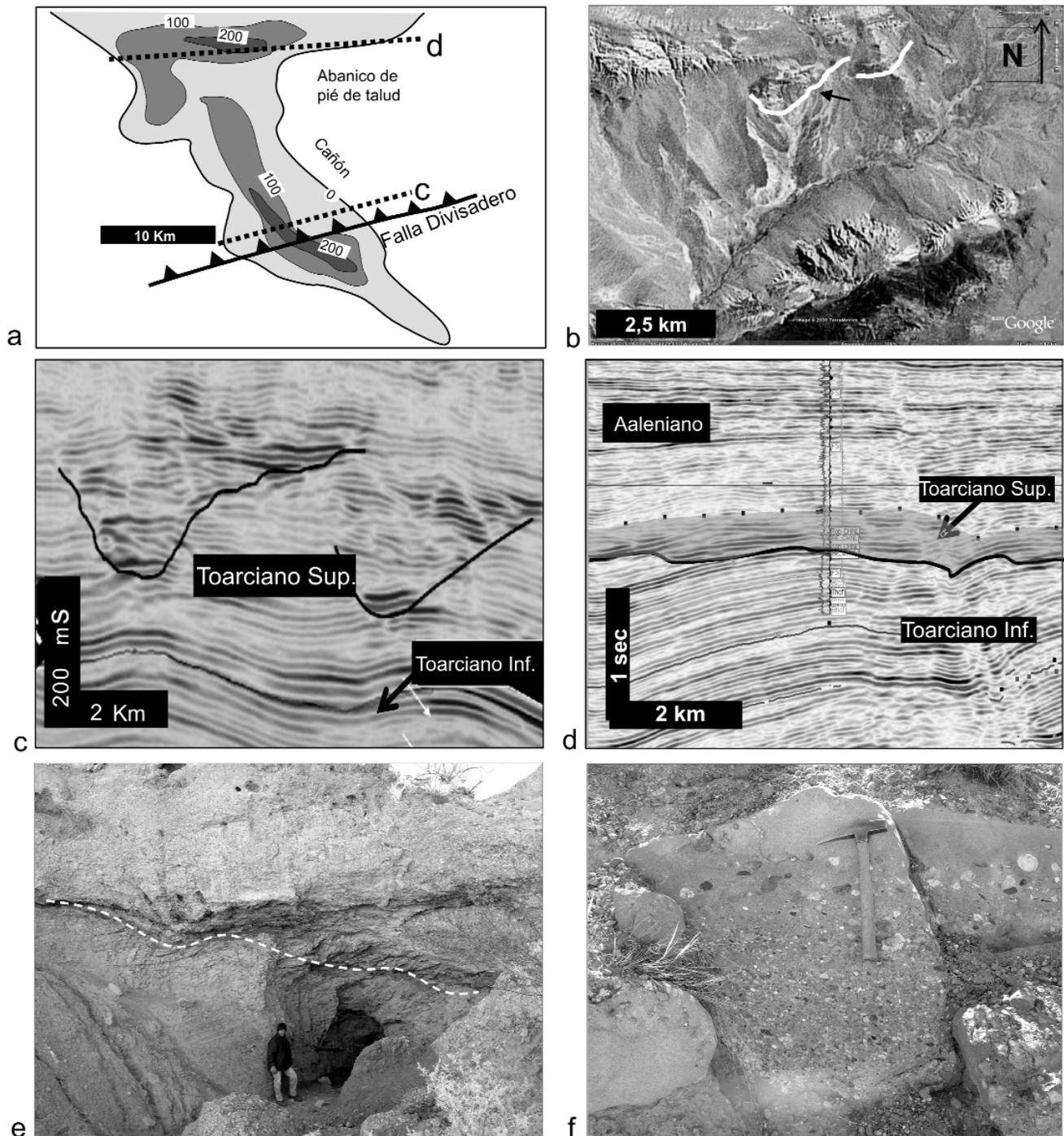


Figura 11: Interpretación estratigráfica de los depósitos del Toarciano Superior. a) Plano isopáquico del relleno de uno de los cañones submarinos identificados mediante sísmica 3D en la zona de Cerro Divisadero. La dirección de transporte es hacia el nor-noroeste y no se observan variaciones de facies, espesor, o dirección de los cañones al pasar la falla Divisadero la cual evolucionó a partir del Aaleniano. En el extremo norte se reconoce el abanico de pié de talud; b) Idénticas facies y relaciones estratigráficas son reconocibles en la zona inmediatamente al norte de los cerros Lotena y Granito, unos 12 km al oeste del cañón de la figura 11a donde se interpretan dos cañones de unos 2 km de ancho labrados en facies de plataforma y rellenos por depósitos de flujos hiperpícnos con alta participación de conglomerados; c) Corte sísmico transversal a uno de los cañones reconocidos en Cerro Divisadero. Nótese la típica evolución de corte-relleno-agradación y migración lateral; d) Corte sísmico transversal en la zona del pié del talud del Toarciano Superior. Mediante relación de discordancia a paraconcordancia se depositan las facies de abanico de talud asociadas a los cañones; e) Relación de erosión entre las facies de plataforma y el relleno, predominantemente de paraconglomerados, de uno de los cañones submarinos interpretados en la zona al norte de Cerro Granito; f) Detalle de las facies de paraconglomerados que caracterizan el relleno de los cañones. De base a techo del banco se observa una variación del tamaño de los clastos conglomerádicos; paraconglomerados evidenciando variaciones en la velocidad del flujo. Clastos flotantes en una matriz arenosa gruesa hacia el tope reflejan la poca capacidad de selección del flujo. Estas características entre otras permiten interpretar el accionar de flujos hiper-concentrados como mecanismo de transporte de sedimento.

sivas del sector austral involucrando al Grupo Cuyo y unidades más antiguas probablemente hayan sido el área de aporte para las facies de alta energía que están representadas por el sistema de facies compuesto por sistemas fluviales, cañones submarinos de plataforma y abanicos de pié de talud.

Es evidencia del primer punto el hecho de que en la zona de falla Divisadero es perfectamente posible correlacionar cañones submarinos de bloque alto con sus contrapartes en el bloque bajo; éstos solamente muestran deformación compresiva sin desplazamiento de rumbo y además no se observan diferencias de facies o espesor de los sedimentos del Toarciano Superior o más antiguos debido a la actividad de esta falla (Figs. 10 y 11a). El hecho de que estructuras activas aportaron una considerable cantidad de sedimentos y derivaron en la existencia de facies de alta energía queda de manifiesto merced a la observación directa de las estructuras presentes al sur de Puesto Touquet y al análisis de facies del relleno de los cañones. Estos últimos fueron descritos en afloramientos al norte de Cerro Lotena y Cerro Granito y subsuelo en el área de Cerro Divisadero por Pereira y Micucci (2006) quienes reconocen facies de orto y para conglomerados lenticulares que constituyen el relleno de canales confinados a cañones submarinos dominados por flujos hiperpícnos (Fig. 11). Estos depósitos son interpretados como distantes más de 15 km de la línea de costa en base a la reconstrucción paleoambiental del Toarciano Superior.

DEFORMACIÓN COMPRESIVA - AALENIANO A CRETÁCICO SUPERIOR

Si bien se interpreta que a la longitud de Puesto Touquet unos 15 km al sur de la falla Divisadero la deformación compresiva se inició en el Toarciano Inferior alto, ésta no comenzó en la zona central de la dorsal de Huincul sino hasta el fin del Toarciano Superior a Aaleniano. En este período se interpreta un cambio en el ré-

gimen de esfuerzos de la zona y se comienzan a desarrollar las estructuras compresivas de orientación preferencial este-oeste y este-noreste que dan a la dorsal de Huincul su configuración estructural actual.

El aspecto más relevante de estas estructuras es que su desarrollo es prácticamente indiferente a las estructuras extensionales de la etapa de rift previa. Este hecho es descrito en Pángaro *et al.* (2006a) quienes ponen de manifiesto la ausencia casi total de inversión tectónica en el área comprendida entre Cerro Divisadero y Puesto Touquet donde los hemigrábenes son de orientación noroeste (Fig. 3); mientras que en la zona de Aguada Toledo reconocen una sutil reactivación compresiva de fallas directas en los casos en que éstas tienen una orientación oeste-noroeste, aunque no es este proceso el principal formador de las estructuras en dicha localidad. Silvestro y Zubiri (2007) proveen un análisis regional de la estructura de la dorsal de Huincul y áreas aledañas en el que postulan la existencia de cuatro zonas diferenciadas de acuerdo a su comportamiento tectónico. En su interpretación, en las proximidades de la dorsal neuquina, la inversión tectónica oblicua si alcanzaría a jugar un rol importante en la deformación compresiva.

Tal como se mencionó anteriormente, las interpretaciones de las estructuras compresivas involucradas en este sector de la cuenca Neuquina fueron variando en función de los paradigmas existentes y de los datos disponibles. Sin embargo, recientemente Pángaro *et al.* (2006a) en base a datos de pozo y sísmica 3D obtenidos en la última década, comprobaron que la inversión tectónica de los mencionados hemigrábenes, es el rasgo menos conspicuo en la dorsal de Huincul, puesto que los mismos se encuentran orientados en dirección noroeste mientras que las principales estructuras anticlinales se hallan en la dirección este-oeste.

INTERPRETACIÓN

A la luz de las evidencias presentadas, re-

sulta claro que la etapa de rift se prolongó desde el Triásico Superior hasta el límite Pliensbachiano-Toarciano Inferior, es decir durante unos 25 Ma, tiempo en que comienza una franca desaceleración de la subsidencia asociada a las fallas maestras de los hemigrábenes (Figs. 4 y 5). En lo que respecta a la actividad volcánica, ésta alcanzó su clímax entre los 210 y 196 Ma para luego mermar progresivamente hasta que en el Sinemuriense-Pliensbachiano solo se documentaron piroclastitas intercaladas con sedimentitas continentales y marinas. En conjunto, los depósitos que corresponden al relleno de sinrift están agrupados dentro del Precuyano y de la porción basal del Grupo Cuyo (Formaciones Chachil, Chacaicó y Los Molles). El pasaje a la etapa de sag tiene lugar durante el Toarciano Inferior y está registrado también, en la secuencia inferior del Grupo Cuyo.

En la zona de la dorsal de Huincul tuvo lugar un período de relativa calma tectónica que se prolongó desde el Toarciano Inferior alto hasta el fin del Toarciano Superior; durante este período el principal aporte a la subsidencia fue probablemente termal y la actividad tectónica estuvo restringida al sur de la dorsal.

Desde el sector sur de la dorsal neuquina y propagándose progresivamente hacia el norte, avanzó un frente de deformación compresivo (Pángaro *et al.* 2006a, Silvestro y Zubiri 2007), que es el responsable del gran aporte clástico documentado en la zona centro y oeste de la dorsal de Huincul durante el Toarciano Superior y de las imponentes estructuras compresivas que conforman la dorsal de Huincul y que evolucionaron en ella desde el Aaleniano hasta el Cretácico Superior (Figs. 1 y 10). Éstas fueron generadas por fallas inversas de alto ángulo y vergencia predominante al sur, que cortaron indistintamente al basamento paleozoico y a los hemigrábenes del Precuyano sin que éstos últimos ejerzan un control significativo sobre su orientación y emplazamiento.

No se documenta, de acuerdo con los datos disponibles en la zona analizada, in-

versión tectónica importante tal como se postulara en numerosos trabajos de la década del '90, ni deformación transpresiva con desplazamiento lateral importante. Pequeñas reactivaciones de hemigrábenes tienen lugar como efectos locales en la zona de Aguada Toledo tal como describieran Pángaro *et al.* (2006a) y en otros sectores de la dorsal de acuerdo a lo postulado por Silvestro y Zubiri (2007) en su análisis estructural de la dorsal de Huincul. El rasgo más conspicuo para analizar el mecanismo predominante de formación de las estructuras de la dorsal es la falla Divisadero. A lo largo de esta falla, que tiene unos 40 km de longitud y un rechazo vertical que supera los tres kilómetros, puede observarse como al menos siete hemigrábenes del sinrift triásico a jurásico inferior son cortados y levantados pasivamente por la misma, sin producir inversión tectónica significativa de los hemigrábenes preexistentes. Otros sectores de la dorsal muestran situaciones similares, como la falla de Aguada Toledo-Meseta Barrosa la cual corta al menos tres hemigrábenes tal como describen Pángaro *et al.* (2006a).

CONCLUSIONES

Los datos aportados en el presente trabajo permiten arrojar luz sobre dos puntos críticos a ser tenidos en cuenta para la interpretación tanto local como regional del entorno de la dorsal de Huincul: la extensión y naturaleza del sinrift y la evolución cinemática de las estructuras que la componen. La importancia de los factores que controlaron la estructuración pueden variar en diferentes localidades pero queda de manifiesto que el principal disparador para la evolución de las estructuras de la dorsal de Huincul es un evento de deformación compresiva que se prolongó desde el Toarciano Superior a Aaleniano hasta el Cretácico Superior y que el mismo no generó inversión tectónica importante. La deformación compresiva habría comenzado hacia el sur de la dorsal durante el Toarciano Inferior alto para luego propagarse hacia el norte.

Tal como expresan autores anteriores (Pángaro *et al.* 2006a y Silvestro y Zubiri 2007) el principal control de las estructuras compresivas es la orientación del esfuerzo principal máximo y no la orientación de las estructuras de rift. Este hecho permitió re-interpretar los sistemas de facies del Precuyano y del Grupo Cuyo arribándose a modelos estratigráficos sólidos y extrapolables a todo el ámbito de la dorsal de Huincul.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a YPF S.A. y a Pluspetrol por permitir la publicación de la información contenida en el presente trabajo y a los Dres. Tomás Zapata y Ernesto Cristallini por el valioso aporte realizado al mismo en su calidad de árbitros. También desean expresar su especial agradecimiento al Dr. Tomás Zapata por facilitar y alentar la participación de los autores en esta publicación.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bermúdez, A. y Delpino, D. 2002. Perfiles tipo sobre las secuencia volcanioclastica de la unidad Precuyano en la sierra de Chacayco (Area Ao. Lapa y Cerro Colorado). Segundo informe sobre dataciones radimétricas. Informe interno Repsol YPF (inédito), Buenos Aires.
- Bermúdez, A., Delpino, D. y Pángaro, F. 2002. Volcanismo de arco asociado a procesos de subducción - extensión durante el Triásico Superior - Jurásico Inferior (Precuyano). Área Cerro Bandera, Cuenca Neuquina, Argentina. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 11 p.
- Bettini, F.H. 1984. Pautas sobre cronología estructural en el área del Cerro Lotena, Cerro Granito y su implicancia en el significado de la dorsal del Neuquén, Provincia del Neuquén. 9° Congreso Geológico Argentino (Bariolche), Actas 2: 342-361.
- Franzese, J.R., Veiga, G.D., Muravchik, M., Ancheta, M.D. y D'Elía, L. 2007. Estratigrafía de 'sin-rift' (Triásico Superior-Jurásico Inferior) de la Cuenca Neuquina en la sierra de Chacayco, Neuquén, Argentina. Revista Geológica de Chile 34(1): 49-62.

- Gómez Omil, R., Schmithalter, J., Cangini, A., Albariño, L. y Corsi, A. 2002. El Grupo Cuyo en la Dorsal de Huincul, Consideraciones Estratigráficas, Tectónicas y Petroleras. Cuenca Neuquina. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 22 p.
- Groeber, P. 1958. Acerca de la edad del Sañicolitense. Revista de la Asociación Geológica Argentina 11(4): 281-292.
- Lambert, L.R. 1946. Contribución al conocimiento de la sierra de Chacay-Có (Neuquén). Revista de la Sociedad Geológica Argentina 1(4) : 231-252.
- Leanza, H.A. y Hugo, C.A. 1997. Hoja Geológica 3969 - III - Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Programa Nacional de la Carta Geológica a escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Naturales. SEGEMAR. Boletín 218: 1-135, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Llambías, E.J. y Carbone, O. 2005. Unidades estratigráficas limitadas por discordancias en los depocentros de la Cordillera del Viento y la Sierra de Chacaico durante los inicios de la Cuenca Neuquina. 6° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 13 p.
- Legarreta, L. y Gulisano, C. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior -Terciario Superior), Argentina. En G.A. Chebli y L.A. Spalletti (eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas, Serie de Correlación Geológica 6: 221-243, Tucumán.
- Mosquera, A. 2002. Inversión tectónica jurásica inferior en el sector central de la Dorsal de Huincul, área Los Bastos. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 11 p.
- Mosquera, A. y V.A. Ramos, 2005. Intraplate foreland deformation in the Neuquén embayment. 6° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 28 p.
- Orchuela, I.A., Ploszkiewicz, J.V. y Viñes, R. 1981. Reinterpretación estructural de la denominada "Dorsal Neuquina". 8° Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas 3: 81-93.
- Pángaro, F., Veiga, R. y Vergani, G. 2002a. Evolución tecto-sedimentaria del área de Cerro Bandera, Cuenca Neuquina, Argentina. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 16 p.

- Pángaro, F., Corbera, R., Carbone, O. y Hinterwimmer, G. 2002b. Los reservorios del Precuyano. En M. Schiuma, G. Hinterwimmer y G. Vergani (eds.) Rocas Reservorio de las Cuencas Productivas de la Argentina. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), p. 229 -274.
- Pángaro, F., Melli, A.T., Malone, P., Cevallos, M., Soraci, A., Mosquera, A. y Kim, Hyung Joo 2005. Modelos de entrapamiento de la dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina, Argentina. Simposio Trampas de Hidrocarburos de las Cuencas Productivas de la República Argentina. 6° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas 331-356.
- Pángaro, F., Pereira, M., Silvestro, J.L., Raggio, F., Pioli, O., Zubiri, M. y Gozalvez, G. 2006a. Tectonic inversion of the Huincul high, Neuquén Basin, Argentina: An endangered species. Stratigraphic Evidences of its Disappearance. 9° Simposio Bolivariano Petroleum Exploration in the Subandean Basins (Cartagena), Actas en CD: 9 p.
- Pángaro F., Pereira, M. y Giorgetti, M. 2006b. Volcanic reservoirs of the Precuyano, Neuquén Basin, Argentina: Extrapolation of Surface Analogs to Seismic and Log Interpretation. 9° Simposio Bolivariano Petroleum Exploration in the Subandean Basins (Cartagena), Actas en CD: 11 p.
- Pereira, D.M. y Gozalvez, G. 2006. El Precuyano de la Sierra de Chacaico. Identificación de facies y modelo geológico. Neuquén, Argentina. Informe interno Repsol YPF (inédito).
- Pereira, D.M. y Micucci, E.M. 2006. Ambientes de sedimentación de la Formación Los Molles en el ámbito occidental de la Dorsal de Huincul. Integración de datos de subsuelo y superficie. 4° Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 11° Reunión Argentina de Sedimentología (Bariloche), Actas: 64.
- Ploszkiewicz, J.V., Orchuela, I.A., Vaillard, J.C. y Viñes, R. 1984. Compresión y desplazamiento lateral en la zona de la Falla Huincul, estructuras asociadas, Provincia del Neuquen. 9° Congreso Geológico Argentino (Bariloche), Actas 2: 163-169.
- Rubinstein, N., Sruoga, P. y Pángaro, F. 2005. Volcanismo basáltico alcalino del ciclo Precuyano (Triásico superior - Jurásico inferior), rifting inicial de Cuenca Neuquina, Argentina. 16° Congreso Geológico Argentino (La Plata), Actas 1: 50-56.
- Schiuma, M. y Llambías, E.J. 2008. Nuevas edades del volcanismo jurásico inferior de la cuenca Neuquina en la dorsal de Huincul. Revista Asociación Geológica Argentina 63: 644-652.
- Silvestro, J y Zubiri, M. 2008 Convergencia oblicua: modelo estructural alternativo para la dorsal Neuquina (39°S), Neuquén. Revista Asociación Geológica Argentina 63: 49-64.
- Valenzuela, M.E., Olea, G.M, Gutiérrez Pleimling, A. y Gavarrino, S. 2005. Evaluación del Precuyano en el Bloque Barranca de los Loros, Provincia de Río Negro. 6° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas en CD: 19 p.
- Veiga, R.D., Hechem, J., Bolatti, N., Agraz, P., Sánchez, E., Saavedra, C., Pángaro, F., García, D. y Moreiras, E. 2001. Syn-rift deposits as a new play concept in the central portion of the Neuquén Basin: future perspectives from the analysis of physical models. Hedberg Conference AAPG (Mendoza), Program with abstracts: 6 p., Mendoza.
- Vergani, G.D., Tankard, A.J., Belotti, H.J. y Welsink, H.J. 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. En A.J. Tankard, R. Suárez S. y H.J. Welsink (eds.) Petroleum Basins of South America, AAPG Memoir 62: 383-402.
- Verzi, H., Raggio, M.F. y Suarez, M. 2005. Volume interpretation of a turbidite system, Los Molles Formation, Neuquén Basin, Argentina. En D. Soubies, M. Arteaga y F. Fantín (eds.) La Sísmica de Reflexión, más allá de la Imagen Estructural. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas: 219-226.

Recibido: 30 diciembre, 2008
Aceptado: 28 de mayo, 2009