

DEPOCENTROS MESO-CENOZOICOS Y RASGOS TECTÓNICOS DEL BASAMENTO CRISTALINO DEL RÍO DE LA PLATA (ARGENTINA Y URUGUAY)

Eduardo A. ROSSELLO¹, Gerardo VEROSLAVSKY², Héctor de SANTA ANA³ y Pablo RODRÍGUEZ³

¹ CONICET-FCEN, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. E-mail: ea_rossello@yahoo.com.ar

² Instituto de Ciencias Geológicas, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

³ Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland.

RESUMEN

En el presente trabajo se describen las características morfotectónicas de los registros sedimentarios meso-cenozoicos dispuestos sobre el basamento del Río de la Plata, localizado entre Argentina y Uruguay. Para su caracterización se interpreta información de subsuelo y se describe la prolongación austral de la cuenca Santa Lucía de Uruguay y su conexión con la cuenca del Salado de Argentina a través de la Fosa de Quilmes. Además, se describe a partir de datos de subsuelo un nuevo depocentro meso-cenozoico denominado Fosa Recalada dispuesto subparalelamente al anterior. Estos volúmenes sedimentarios son muy poco conocidos y están ocultos debajo de una cubierta cuaternaria y de las mismas aguas del Río de la Plata. Para su estudio se realiza un análisis de las correlaciones tectonoestratigráficas de los sectores mejor reconocidos de las cuencas adyacentes Santa Lucía y Salado a partir de la información geofísica regional sísmica y gravimétrica disponible e interpretaciones estructurales dentro del contexto extensional mesozoico relacionado con la apertura atlántica. Se destaca la importancia de estos volúmenes sedimentarios como potenciales reservorios de fluidos (hidrocarburos y aguas subterráneas) por su localización estratégica próxima a los grandes conglomerados poblacionales de Buenos Aires y Montevideo.

Palabras clave: *Extensión mesozoica atlántica, rifting, Fosa de Quilmes, Fosa Recalada, potencial exploratorio*

ABSTRACT

Meso-cenozoic depocenters and tectonic features of the Río de la Plata crystalline basement (Argentina and Uruguay)

In the present work the morphotectonic characteristics of the Mesozoic to Cenozoic sedimentary records overlying on the Río de la Plata basement, located between Argentina and Uruguay, are described. This characterization is based on the interpretation of subsurface data in the context of the southern extension of the Santa Lucía basin of Uruguay and its connection with the Salado basin of Argentina through the Quilmes trough. In addition, a new Mesozoic to Cenozoic depocenter called Recalada trough oriented subparallel to the previous one is described on the basis of subsurface data. These sedimentary volumes are very little known and are hidden under a quaternary cover and the waters of the Río de la Plata. For their study, tectono stratigraphic correlation analysis of the best recognized sectors of the adjacent Santa Lucia and Salado basins is made supported by available regional seismic and gravimetric geophysical information as well as structural interpretations within the mesozoic extensional tectonic context related to the Atlantic opening. The importance of these sedimentary volumes as potential reservoirs of fluids (hydrocarbons and groundwater) is high lighted because of their strategic location close to large population conglomerates of Buenos Aires and Montevideo.

Keywords: *Atlantic Mesozoic extension, rifting, Quilmes trough, Recalada trough, exploration potential*

INTRODUCCIÓN

La naturaleza y configuración de los principales rasgos geológicos que subyacen las aguas del Río de la Plata son poco conocidas y además como se reparten entre territorios de dos países, su caracterización es controvertida. Por ello, en este trabajo se pone énfasis en la identificación y descripción de los depocentros mesozoicos y su basamento cristalino in-

frayacente. Este análisis surge a partir de la integración e interpretación de datos e información geofísica y geológica del basamento del Río de la Plata a partir de la correlación crono-litoestratigráfica entre las comarcas mejor conocidas de las cuencas Santa Lucía (Uruguay) y del Salado (Argentina) que se disponen sobre sus adyacencias (Fig. 1).

El alcance de la extensión occidental de la cuenca Santa Lucía presentó incerti-

dumbres debidas a su localización sobre el límite internacional entre Argentina y Uruguay (Zambrano 1974). Recientemente, a partir de interpretaciones conjuntas entre investigadores de ambos países pudieron identificarse evidencias de rellenos meso-cenozoicos sobre el litoral septentrional de la provincia de Buenos Aires denominada Fosa de Quilmes, que fueron considerados como la continuación de la cuenca Santa Lucía en el terri-

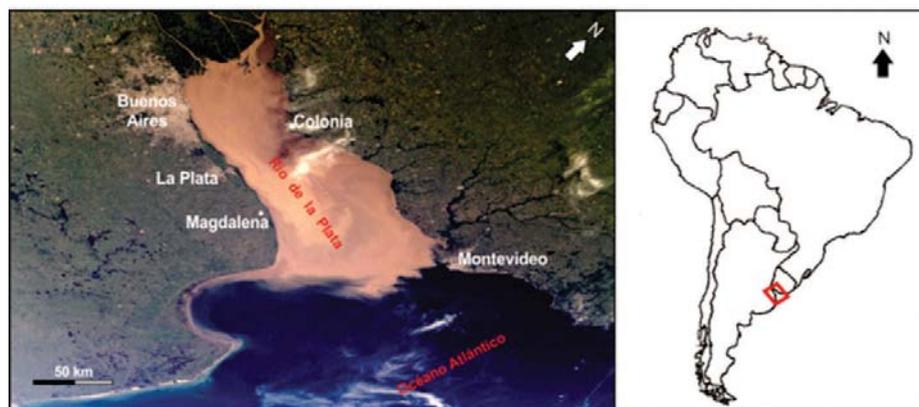


Figura 1: Localización regional del sector estudiado a partir de imagen satelital del Río de la Plata (fuente: *Earth Sciences and Image Analysis Laboratory*, NASA - eol.jsc.nasa.gov).

torio argentino (Rossello *et al.* 2011). De este modo, pierde vigencia la hipótesis de la presencia de un límite estructural de naturaleza tectónica de primer orden cuya primera mención está dada en el “Umbral de Martín García” atribuida al geólogo Alberto Mingramm (Zambano 1974). Con posterioridad, la mayoría de los investigadores continuaron sosteniendo esta interpretación denominándolo Alto de Martín García (Urien *et al.* 1995, Tavellay Wright 1996, Urieny Zambano 1996) apoyados en la ausencia de información de la cuenca Santa Lucía hacia el territorio argentino. Este rasgo tectónico fue asumido como un rasgo elevado del basamento cristalino a partir de la proyección desde la isla Martín García y cuya traza fue localizada en el Río de la Plata casi coincidente con el límite internacional entre Argentina y Uruguay. De esta forma, este concepto de Alto de Martín García se había constituido en un confín occidental físico para los registros mesozoicos de la cuenca Santa Lucía e incluso fue proyectado hacia la plataforma continental atlántica como el Alto del Plata (Soto *et al.* 2011).

En este trabajo se define también un nuevo depocentro mesozoico cuyo eje mayor se dispone con orientación NE, paralelo a la Fosa de Quilmes y sobre el basamento cristalino del Río de la Plata para el que se propone la denominación Fosa Recalada, en virtud de localizarse en las proximidades del pontón homónimo que marca el comienzo del canal de na-

vegación hacia el puerto de Buenos Aires. Ambos depocentros quedan limitados por un alto del basamento dispuesto con la misma orientación regional aproximadamente entre las localidades de Magdalena y Montevideo (Fig. 1).

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Las aguas del Río de la Plata se disponen entre los territorios argentino y uruguayo. Sus costas están caracterizadas por llanuras extensas, tapizadas por sedimentos modernos dispuestos parcial o totalmente sobre áreas pedimentadas del basamento precámbrico constituyentes del cratón del Río de la Plata y de los depocentros mesozoicos de las cuencas del Salado y Santa Lucía.

El basamento cristalino del Río de la Plata

El cratón del Río de la Plata fue definido por Almeida *et al.* (1973) para caracterizar un conjunto de rocas ígneo-metamórficas, en su mayoría paleo-proterozoicas, que constituyen un área con marcada estabilidad tectónica desde finales del ciclo Brasiliano (Fig. 2). En particular, su naturaleza y evolución geológica así como sus límites geográficos siempre fueron materia de discusión, agravada ésta por la falta de afloramientos que tan sólo se reconocen en el sur del territorio uruguayo, la Isla Martín García y algunos testigos extraídos de pozos existentes en la

Ciudad Autónoma de Buenos Aires y región adyacente (Yrigoyen 1993). Sus límites regionales septentrionales, australes y occidentales son motivo de diferentes interpretaciones (Rapela *et al.* 2007, Oyhançabal *et al.* 2011).

Sin embargo, el límite oriental del cratón del Río de la Plata está establecido por la presencia del cinturón Dom Feliciano, orógeno definido por Fragozo César (1980), que reúne un conjunto de macizos y fajas móviles acrecionados por una convergencia oblicua transpresiva ocurrida durante el Neoproterozoico (Masquelin 2006, Oriolo *et al.* 2016a, b). La naturaleza geológica de este cinturón se encuentra documentada en un faja de afloramientos de gran continuidad que, con dirección general NE, se extiende desde el sur de Brasil hasta la costa rioplatense del territorio uruguayo (Basei *et al.* 2008). Pángaro (2013) identificó el límite sutural entre el cinturón Dom Feliciano y el cratón del Río de la Plata, bajo el estuario del Río de la Plata, estableciéndolo en continuidad con aquellos afloramientos de la costa uruguaya en coincidencia con el contraste existente entre la disposición de anomalías gravimétricas arqueadas típicas del cratón del Río de la Plata y las generadas por las direcciones NE características del cinturón Dom Feliciano (Fig. 2). Asimismo, Pángaro (2013) coloca como punto de control para dicha interpretación la naturaleza del basamento que exhibe el pozo Punta Mogotes en el cual la edad del metamorfismo definida por Rapela *et al.* (2011) muestra una afinidad con el cinturón Dom Feliciano.

En el sur del territorio uruguayo, el cratón del Río de la Plata está compuesto por la yuxtaposición de bloques granítico-gnéisicos y fajas supracorticales orientadas en la dirección general ENE-OSO (Masquelin 2006). En territorio argentino, con excepción de los afloramientos de las Sierras de Tandil (Dalla Salda *et al.* 2005), sólo existe un asomo de este basamento en la isla Martín García, constituido por anfíbolitas, gneises y esquistos que denotan un protolito sedimentario (Dalla Salda 1981) y que en conjunto poseen una anisotropía planar mayor con rum-

bo NE, coincidente con las observaciones del sur uruguayo. El basamento en la ciudad de Buenos Aires y provincia de Buenos Aires se encuentra en el subsuelo a profundidades variables. Por ejemplo, en la perforación histórica del Ing. Adolfo Sourdeaux en la Iglesia La Piedad (citada en Yrigoyen 1993) localizada en las actuales calles Bartolomé Mitre y Paraná de la ciudad de Buenos Aires el basamento aparece a 283 m de profundidad. En la localidad de Olivos se lo localiza a 245 m y a 401 m en la perforación del Puente de la Noria (Yrigoyen 1993). Algo más al sur, en la Plaza de Armas de la ciudad de La Plata el basamento se encuentra a 497 m (Artaza 1943) mientras que los pozos y la sismica en el dominio de la cuenca del Salado muestran un basamento que se profundiza, en forma escalonada, hacia la bahía de Samborombón (Tavellay Wright 1996, Cingolani 2010).

Chernicoff *et al.* (2015) reportaron las primeras edades absolutas para el basamento de la ciudad de Buenos Aires a partir de muestras proveniente de testigos de dos perforaciones históricas (“Sociedad Rural” y Riachuelo n° 2). Estas mostraron la ocurrencia de un magmatismo entre 2106 y 2186 Ma y un pico de metamorfismo de ca. 2069 Ma, coincidente con las edades esencialmente paleo-proterozoicas de magmatismo transamazónico que exhiben las rocas del cratón del Río de la Plata en territorio uruguayo (Masquelin 2006). El comportamiento gravimétrico del cratón del Río de la Plata en territorio uruguayo y brasileño fue descrito por Shukowsky *et al.* (1991) y Hallinan *et al.* (1993). Se destaca un alto gravimétrico regional que, particularmente en territorio uruguayo, aumenta en las regiones donde se disponen los cinturones supra-corticales de dirección ENE. Estos cinturones de gneises y anfíbolitas generan un resalto gravimétrico aún mayor dentro de los terrenos del cratón del Río de la Plata conformando altos gravimétricos frente a valores menores de contraste relacionados a los terrenos graníticos adyacentes.

Un mapa de anomalías de Bouguer del área de estudio muestra la relación en-

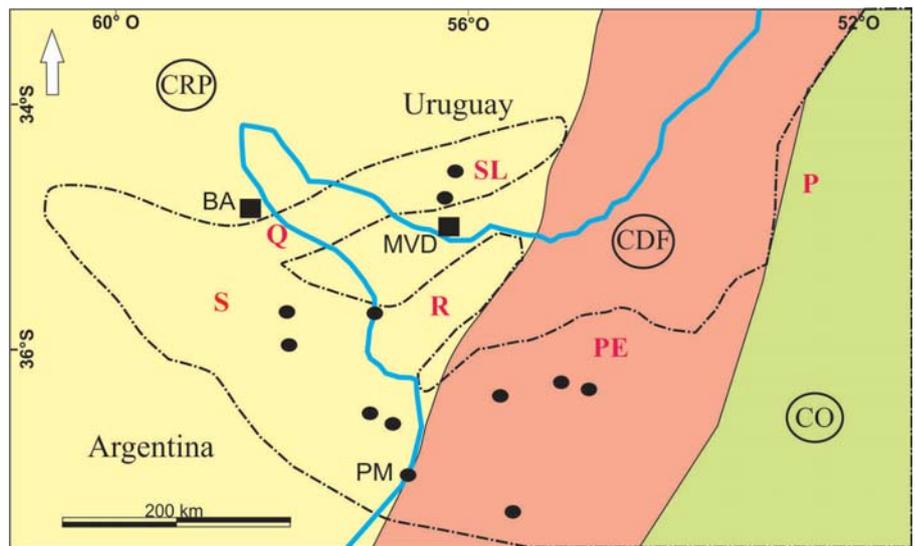


Figura 2: Distribución esquemática de los basamentos corticales que subyacen al Río de la Plata y a las coberturas fanerozoicas suprayacentes. CRP: cratón del Río de la Plata, CDF: cinturón Dom Feliciano, CO: Corteza oceánica, S: Cuenca del Salado, SL: Cuenca Santa Lucía, Q: Fosa de Quilmes, R: Fosa Recalada, P: Cuenca de Pelotas, PE: Cuenca Punta del Este, PM: Pozo Punta Mogotes, BA: Buenos Aires, MVD: Montevideo (modificado de Pángaro 2013 y Rossello *et al.* 2011).

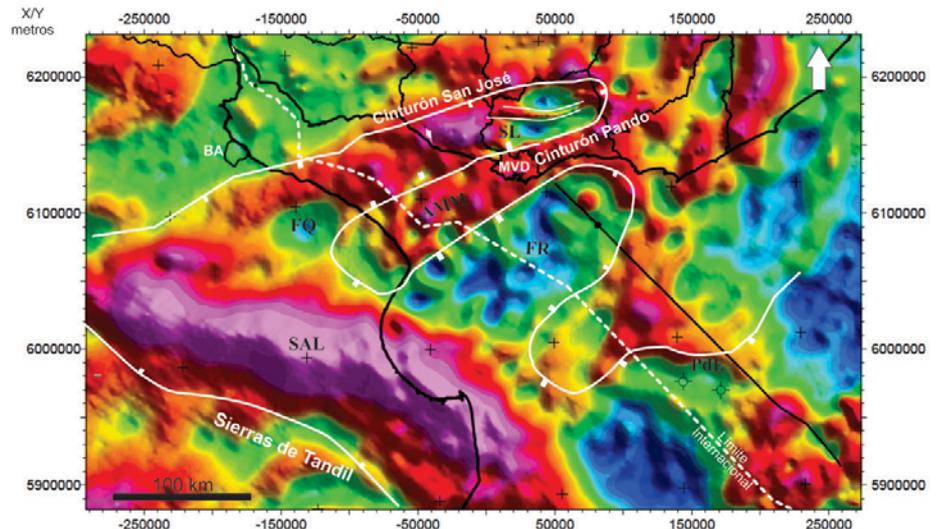


Figura 3: Mapa de anomalía Bouguer del Río de la Plata y áreas adyacentes. FQ: Fosa Quilmes, FR: Fosa Recalada, AMM: Alto Montevideo – Magdalena, SL: Cuenca Santa Lucía, SAL: Cuenca del Salado, PdE: Cuenca Punta del Este, BA: Buenos Aires, MVD: Montevideo. La línea discontinua indica la posición del límite internacional entre Argentina y Uruguay. La traza continua negra indica la posición de la línea sísmica UR-70.

tre los principales altos gravimétricos de orientación ENE y las fajas de cinturones móviles San José y Pando y la continuidad de esos rasgos gravimétricos por debajo del Río de la Plata y la provincia de Buenos Aires (Fig. 3). Este mapa fue creado a partir de los datos de las estaciones gravimétricas terrestres del Uruguay (aproximadamente unas 30.000), mien-

tras que para el resto del área de estudio se utilizaron datos de una grilla de anomalía de Bouguer proporcionados por el *World Gravity Map 2012* (disponible para la descarga en la página web del *Bureau Gravimétrique International*: <http://bgi.omp.obs-mip.fr/>).

La interpretación gravimétrica sugiere la presencia de anomalías que coinciden con

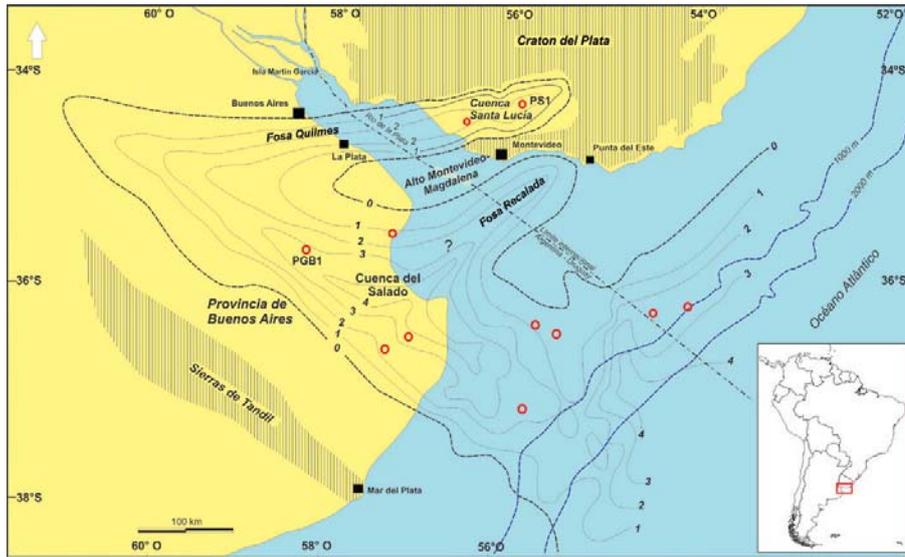


Figura 4: Localización de las fosas de Quilmes y Recalada y sus relaciones con las cuencas del Salado y Santa Lucía. Mapa isopáquico esquemático de los registros sedimentarios meso-cenozoicos (tomado de Rossello *et al.* 2011). Los sectores rayados corresponden a afloramientos de basamento. Los círculos esquematizan la posición de los principales pozos exploratorios (PGB1: Pozo General Belgrano 1, PS1: Pozo Sauce 1).

los volúmenes sedimentarios de los depocentros mesozoicos identificados en el basamento del Río de la Plata (Fig. 3). Por otro lado, estos relevamientos gravimétricos no permiten reconocer ningún rasgo estructural dispuesto con dirección NO que pueda ser atribuido a algún elemento estructural de primer orden que esboce la presencia del “Alto del Plata–Martín García”. Asimismo, la configuración de la Fosa Recalada coincide con un bajo gravimétrico, cuyo margen oriental está probablemente asociado a una paleosutura precámbrica del basamento cristalino y la presencia de una cobertura sedimentaria más espesa. Se reconoce un alto gravimétrico correspondiente al positivo que separa los depocentros de la cuenca Santa Lucía y Fosa Recalada, el Alto Magdalena Montevideo, coincidente con el cinturón Pando (Fig. 3).

La cuenca del Salado exhibe una anomalía gravimétrica con un prominente máximo (Introcaso y Ramos 1984, Crovetto *et al.* 2007), en cambio en la cuenca Santa Lucía es menos marcada y por su aspecto de tipo puramente mecánico probablemente sea solo por extensión sin atenuamiento cortical, al igual que la Fosa Recalada.

LOS DEPOCENTROS MESOZOICOS

En los márgenes costeros del Río de la Plata se reconocen depocentros mesozoicos de tipo extensional asociados con la apertura Atlántica (Rossello *et al.* 2013) que permiten proyectar su presencia en los sectores cubiertos por sus aguas.

Cuenca del Salado

La cuenca del Salado es un depocentro de tipo aulacógeno, que si se incluye la denominada cuenca Punta del Este en el territorio marítimo uruguayo (Soto *et al.* 2011), tiene una superficie aproximada de 85.000 km² y muestra relleno sedimentario de naturaleza volcánica y silicoclástica de más de 7.000 m de potencia (Fig. 4) depositados durante el Mesozoico y Cenozoico (Stoakes *et al.* 1991, Tavellay Wright 1996). Su labio norte habría estado controlado por una sutura de su infrayacente basamento cristalino y datada en unos 2,1 a 2,0 Ga (Pángaro 2013).

La presencia de una secuencia pre-*rift* paleozoica en el ámbito de la cuenca Punta del Este fue reconocida sobre un alto en el pozo Gaviotín (Veroslavsky *et al.* 2003) e identificada sísmicamente en hemigrá-

benes profundos (Ucha *et al.* 2003) y los que pueden ser reconocidos actualmente como la continuidad en la cuenca del Salado (Pángaro 2013). Recientemente, se ha propuesto que todo el actual ámbito geográfico que ocupan las cuencas del Salado y Punta del Este fueron parte de un extenso ámbito de sedimentación paleozoica denominado cuenca de Hespérides (Pángaro *et al.* 2015).

Cuenca Santa Lucía

La cuenca Santa Lucía (Fig. 4) posee una extensión de casi 12.000 km² del territorio uruguayo y exhibe una geometría ligeramente triangular rellena por casi 2.500 m de secuencias volcánicas de diferentes edades comprendidas entre el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior (Fig. 5) (Veroslavsky *et al.* 2004). Corresponde a un depocentro de tipo *pull-apart* intracratónico (Rossello *et al.* 2001) que se propagó a través de los principales planos de debilidad cortical que exhibe el cratón del Río de la Plata, particularmente los que determinan los mayores bordes de los rellenos sedimentarios y altos internos dispuestos en direcciones ENE (de Santa Ana *et al.* 1994).

En una sección transversal a su eje longitudinal, la cuenca Santa Lucía muestra un perfil asimétrico conformado por un sistema conjugado de fallas normales lístricas de crecimiento sintéticas y antitéticas que definen grábenes y pilares tectónicos sucesivos de diferentes escalas (Rossello *et al.* 2001). Esta disposición permite individualizar dos subcuencas separadas por el Alto de Santa Rosa (Veroslavsky *et al.* 2004). Los límites de la cuenca son precisos excepto cuando se analiza su extremo sudoccidental, donde su continuación costa afuera dentro del Río de la Plata siempre fue reconocida solamente por información indirecta y su continuidad hacia territorio argentino fue propuesta por Rossello *et al.* (2012).

A partir de información de superficie, relevamientos sísmicos y varios pozos exploratorios (Veroslavsky *et al.* 2004) se comprueba la presencia de registros pre-*rift* que comienzan con escasas erupciones basálticas correspondientes a la For-

mación Puerto Gómez intercaladas con sedimentitas continentales gruesas de la Formación Cañada Solís con porosidades efectivas que oscilan en el orden del 12% al 15% y con trampas esperables del tipo estratigráfico (acuñamientos) y combinadas con cierre contra falla (Veroslavsky 1999). Han sido traslapadas por una sedimentación *sin-rift* potente asociadas con un contexto transtensivo de edad albiana-aptiana constituidas por pelitas, areniscas finas a gruesas y arcillas de las Formaciones Castellanos y Migues que exhiben excelente calidad como sellos (Fig. 5).

Hacia el Cretácico Tardío, la sedimentación cambió a una secuencia silicoclástica continental, desarrollada en un contexto de *post-rift*, donde predomina el desarrollo de sistemas fluviales (Formaciones Mercedes y Asencio).

Los registros cenozoicos se inician con una secuencia silicoclástica oligocena (Formación Fray Bentos) que cubrió discordantemente la cuenca cretácica y el basamento cratónico y durante el Mioceno se produce un evento transgresivo que está representado por las sedimentitas marinas que se reúnen en las Formaciones Paraná (Argentina) y Camacho (Uruguay) (Fig. 5).

RASGOS ESTRUCTURALES Y DEPOCENTROS ASOCIADOS EN EL SUBSUELO DEL RÍO DE LA PLATA

Los rasgos estructurales de primer orden que se reconocen en el basamento del Río de la Plata a partir de los relevamientos gravimétricos exhiben altos y bajos dispuestos subparalelamente con rumbos generales ENE compatibles con una tectónica extensiva relacionada con el desmembramiento del Gondwana y la apertura temprana del océano Atlántico (Fig. 6).

Los bajos expresados por estos relevamientos relacionados con la batimetría permiten interpretar el incremento de los volúmenes sedimentarios que están representados por depocentros con

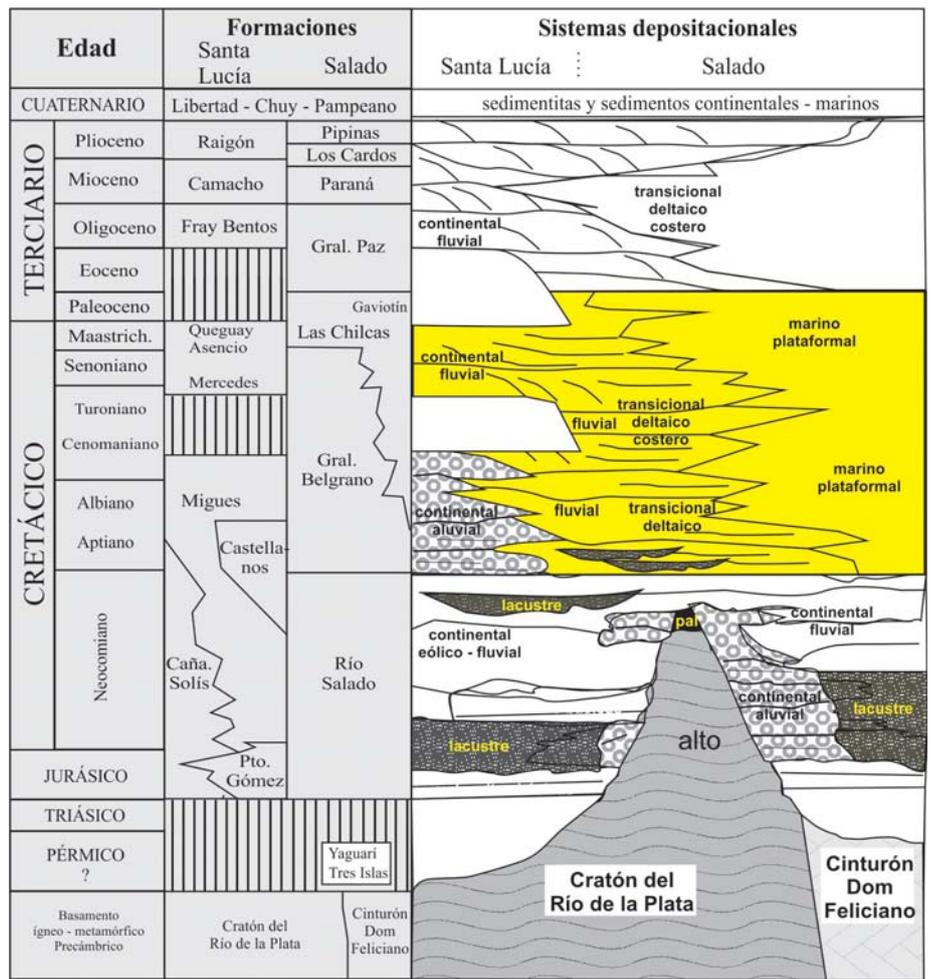


Figura 5: Columnas crono-litoestratigráficas de las cuencas de Santa Lucía y del Salado, simplificadas de Tavella y Wright (1996), Pucci (2006), Veroslavsky *et al.* (2004).

rellenos mesozoicos de la extensión occidental de la cuenca Santa Lucía-Fosa Quilmes y Fosa Recalada separados por el Alto Magdalena-Montevideo.

Fosa de Quilmes

A pesar de aún no se dispone de una adecuada información sísmica ni pozos lo suficientemente profundos sobre este sector ribereño del Río de la Plata en la provincia de Buenos Aires, se estima que la extensión occidental de la cuenca Santa Lucía y su continuación en el territorio argentino en la Fosa de Quilmes. Posee un relleno sedimentario con una potencia media de unos 2.000 m (Rossello *et al.* 2011) y estaría constituida esencialmente por secuencias cretácicas que coalescen desde la cuenca Santa Lucía directamente en la cuenca del Salado (Fig. 4).

A partir de datos geofísicos disponibles sobre el litoral NE bonaerense, entre Buenos Aires y Magdalena (Gianibelli Ríos 1989, Gianibelli *et al.* 1989) y de los bordes septentrionales de la cuenca del Salado (Zambrano 1974, Yrigoyen 1975, Robles y Caporrossi 1996) se realizaron nuevos modelados gravimétricos (Rossello *et al.* 2011). Estos procedimientos permiten reconocer en el sector ribereño bonaerense del Río de la Plata anomalías que sugieren la presencia de volúmenes sedimentarios dispuestos sobre bloques basamentales con respuestas geofísicas equivalentes a las de la cuenca Santa Lucía (Fig. 7).

La interpretación gravimétrica de sectores de la Fosa Quilmes a partir de secciones modeladas con el programa *GM5* sugieren la presencia de un depocentro

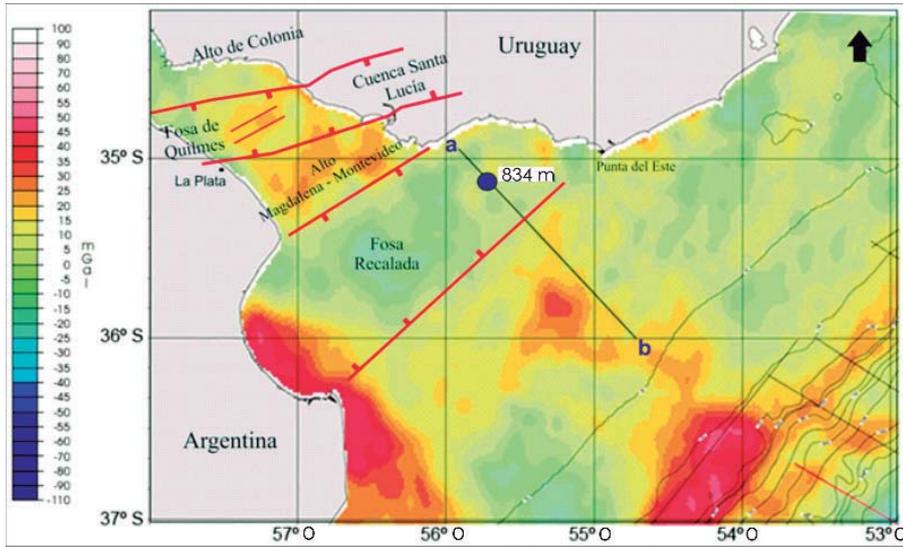


Figura 6: Esquema gravimétrico de aire libre del Río de la Plata e identificación de los principales depocentros mesozoicos (Fosa de Quilmes y Fosa Recalada) y altos estructurales (Colonia y Magdalena - Montevideo). El círculo azul indica el pozo virtual ubicado sobre línea UR70-13 (a-b) que se utilizó para el cálculo del espesor sedimentario (ver Cuadro 1).

CUADRO 1: Potencias estimadas de las secuencias cretácicas a partir de las velocidades sísmicas calculadas en el Pozo virtual de la figura 10.

Tiempo doble (s)	Velocidad media (m/s)	Secuencia estratigráfica	Potencia estimada (m)
0,435	2450	Cenozoico	532,9
0,600	3650	Cretácico	301,1
		TOTAL	834,0

metría fluvial se puede interpretar un volumen sedimentario localizado sobre la desembocadura del Río de la Plata que se dispone al este del Alto Magdalena-Montevideo (Fig. 4) y que alcanza una posición aproximada dispuesta entre Punta del Este en el margen uruguayo y Punta Indio-Samborombón, en el margen bonaerense. Este depocentro alcanza una superficie del orden de 80.000 km² y potencias de hasta 2.000 m.

A partir de la interpretación de la línea sísmica UR 70-13 adquirida por ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, Uruguay) y que atraviesa el borde oriental de la Fosa Recalada (Fig. 9) se puede visualizar la posición de la sutura cratón del Río de la Plata/Dom Feliciano y las características de su relleno sedimentario (Fig. 10). Esta línea sísmica fue adquirida en el año 1970 por la empresa *Compagnie Générale de Geophysique* en el marco de un contrato con ANCAP para la realización de un relevamiento geofísico en la plataforma continental del Uruguay. En lo que refiere a la adquisición de datos sísmicos se utilizó, como fuente de energía, dinamita (*Flexotir*), disponiéndose de 4 cañones además de un *streamer* de 2.400 m y 24 trazas (50 hidrófonos por traza). La calidad del dato sísmico es muy bueno por el uso de dinamita como fuente empleada, ya que es más impulsiva y genera mayores cantidades de energía que los tradicionales cañones de aire comprimido utilizados en sísmica marina.

A partir de las diferencias de amplitudes y patrones de reflectores que exhiben se pueden reconocer dos sismosecuencias que pueden ser referidas a registros del Cretácico inferior y superior dispuestas

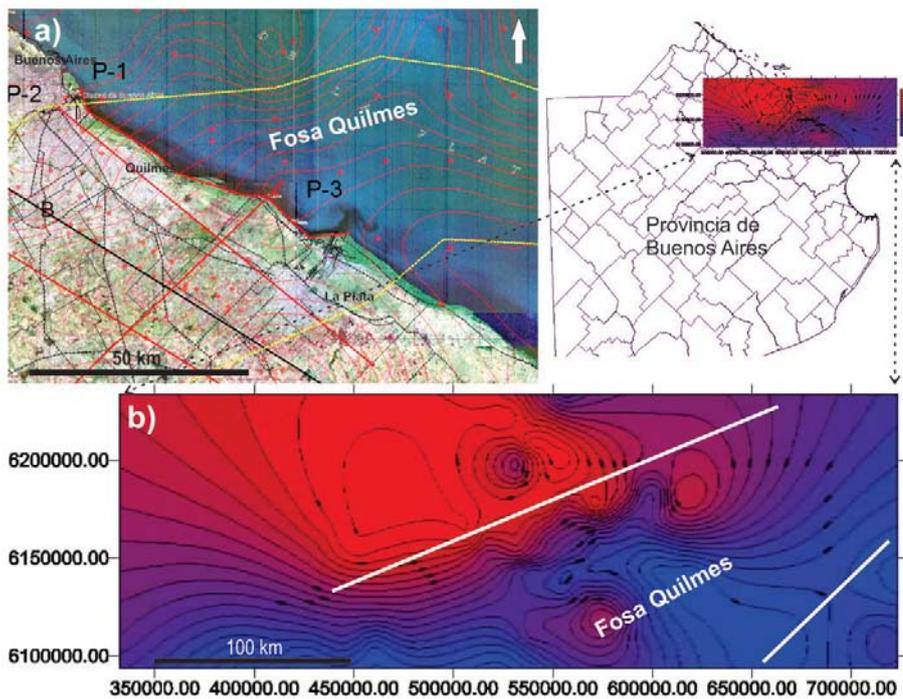


Figura 7: a) Localización de relevamientos gravimétricos sobre el litoral bonaerense entre Buenos Aires y La Plata; b) Mapa gravimétrico de Bouguer a partir de los datos disponibles (tomado de Rossello *et al.* 2011).

extensional limitado por fallamientos de alto ángulo (Fig. 8).

A partir de estos relevamientos, es posible identificar en esta ribera occidental del Río de la Plata debajo de la carpeta cuaternaria un depocentro que ocupa unos

20.000 km² tanto del territorio bonaerense continental como fluvial (Fig. 4).

La Fosa Recalada

A partir del análisis de la relación entre la gravimetría regional disponible y la bati-

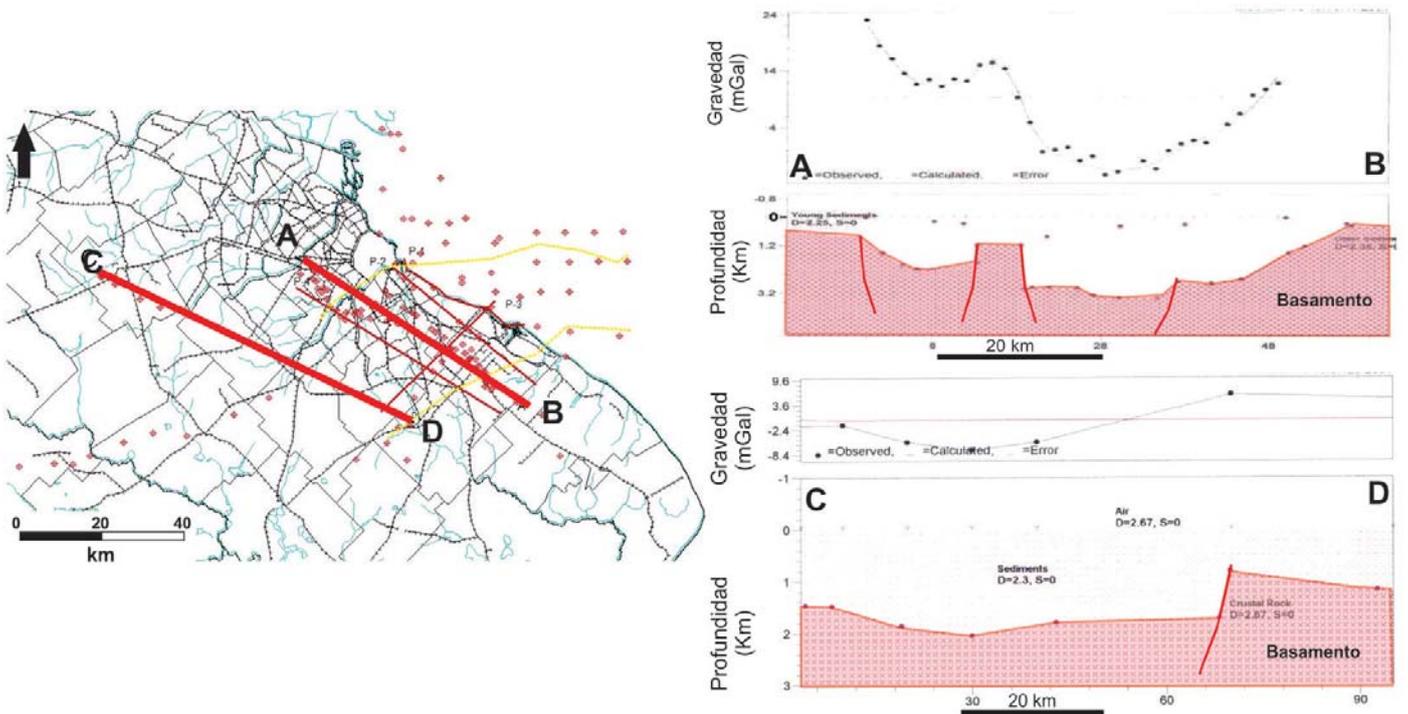


Figura 8: Localización de secciones gravimétricas modeladas sobre la ribera bonaerense del Río de la Plata modeladas a partir de *GMSYS* (tomado de Rossello *et al.* 2011).

sobre un basamento cristalino (Fig. 10). Este último exhibe rasgos sísmicos particularmente distintivos que pueden describirse de la siguiente manera: i) hacia el NO con reflectores sin desarrollo característicos del comportamiento más isotrópico del cratón del Río de la Plata, y ii) hacia el SE con reflectores con buen desarrollo compatibles con un comportamiento más anisotrópico típico del cinturón Dom Feliciano. Sin embargo, es necesario aclarar que algunos reflectores, que aparecen entre 900 y 1000 m en el extremo SE de la línea, podrían ser múltiples del reflector del basamento. En este tipo de sísmica es frecuente encontrar múltiples fuertes en zonas en las que no hay reflexiones, por ello es probable que se trate de un basamento masivo sin reflexiones internas donde las reflexiones múltiples prevalecen. Si bien esta interpretación podría poner en duda el criterio de la sísmica para diferenciar el cinturón Dom Feliciano del cratón del Río de la Plata se pone énfasis en el aspecto diferente del sector central que los separa. Allí, la notable ausencia de múltiples tan marcadas como en los sectores SE y NO podría indicar una di-

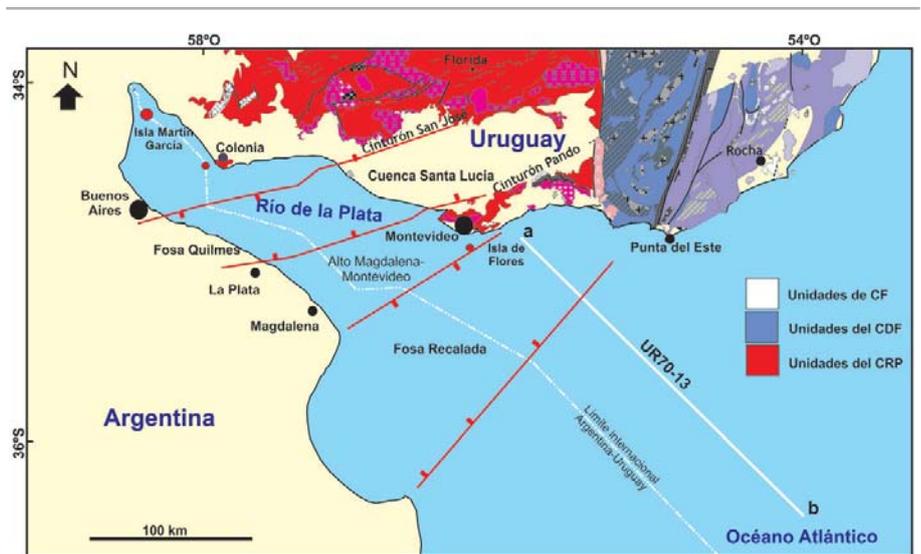


Figura 9: Rasgos geológicos del basamento del Río de la Plata y ubicación de la línea UR70-13. CRP: cratón del Río de la Plata, CDF: cinturón Dom Feliciano, CF: Cobertura fanerozoica (modificado de Masquelin 2006).

ferencia en la naturaleza petrológica y estructural del basamento. La secuencia referida al Cretácico Inferior exhibe reflectores con amplitudes más intensas y se dispone al SE del cambio de basamento y se expresa como hemigrábenes discretos limitados por fallamientos de crecimientos preferen-

cialmente dispuestos con vergencia hacia el NO. En cambio, la secuencia referida al Cretácico superior presenta reflectores con amplitudes más suaves y se desarrolla de modo más continuo indistintamente del tipo de basamento y con características de una depositación post-*rift* (Fig. 10). Estos rasgos sísmicos son compara-

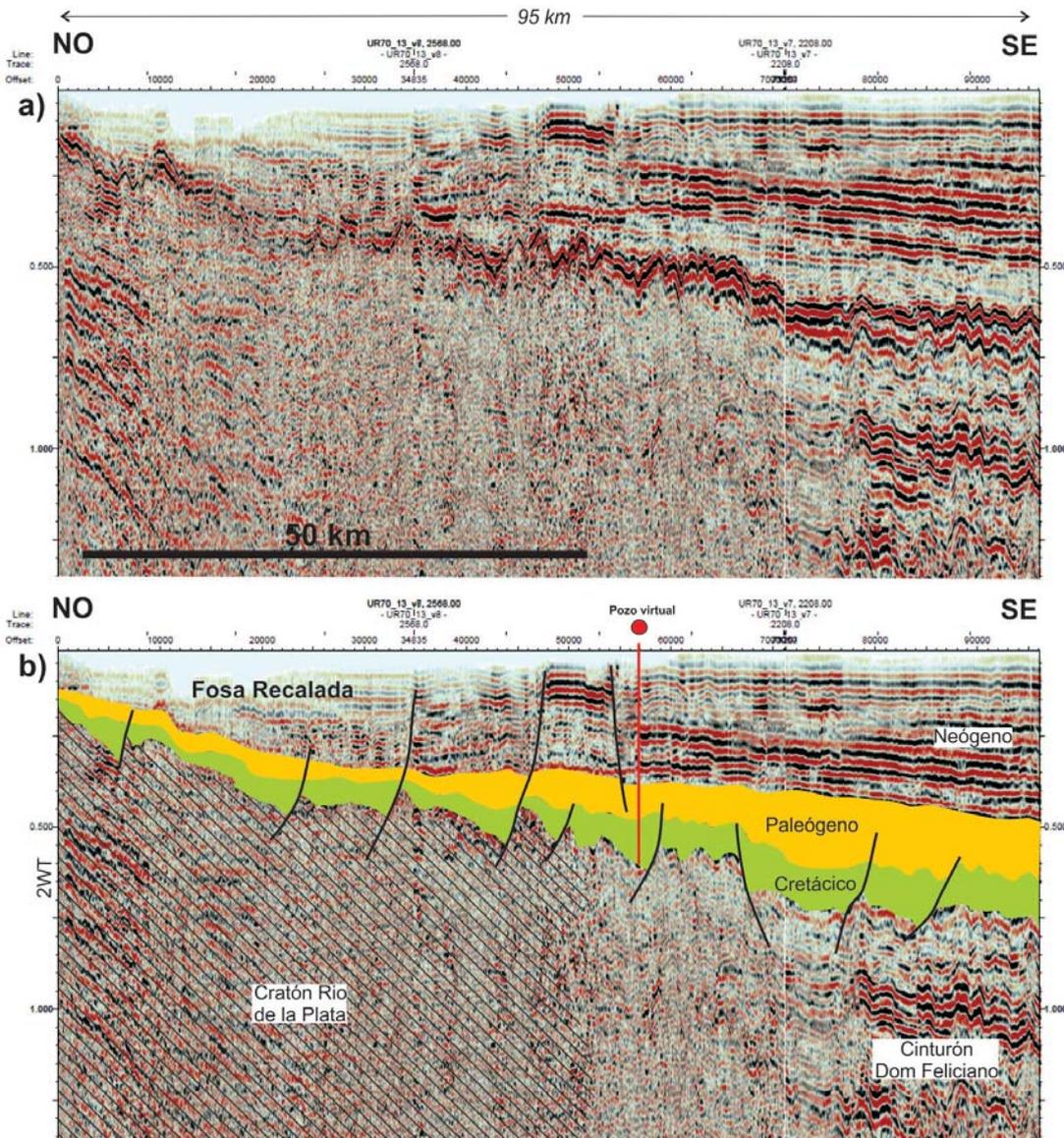


Figura 10: Línea sísmica UR 70-13 (véase localización en Fig. 5). a) sin interpretación; b) con interpretación donde se reconocen distintos tipos de respuestas sísmicas del basamento y las secuencias cretácicas que lo suprayacen. Las diferencias de respuesta sísmica del basamento del CRP hacia el Oeste (rayado oblicuo) y del CDF (sin rayado) podrían indicar la presencia de distintos tipos de rocas asociadas al basamento cristalino.

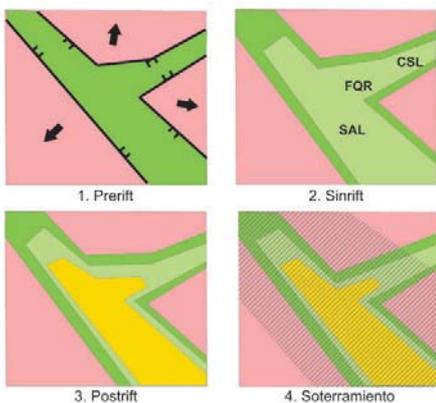


Figura 11: Esquemas evolutivos simplificados del desarrollo de los depocentros de las cuencas Santa Lucía y Salado en relación con la apertura del Atlántico a partir del Juro-Cretácico. CSL: Cuenca Santa Lucía, FQR: Fosas Quilmes y Recalada, SAL: Cuenca Salado (tomado de Rossello *et al.* 2011).

bles con los interpretados en secuencias costa afuera del litoral Atlántico del Uruguay (ANCAP inf. inédito).

En el pozo virtual mostrado en la figura 10, se estimó el espesor sedimentario (Cuadro 1) utilizándose las velocidades medias descritas en un informe de CGG (ANCAP, inf. inédito) para las secuencias referidas al Cretácico.

DISCUSIONES

La evolución de las cuencas del Salado y Santa Lucía están asociadas genéticamente con el desmembramiento del continente Gondwana como consecuencia de la antesala de la apertura temprana del

océano Atlántico inicialmente favorecido por antiguas estructuras del basamento cristalino (Rossello *et al.* 2001, Pángaro y Ramos 2012). Desde el punto de vista espacial, exhiben grandes diferencias en la ubicación de sus ejes regionales (Fig. 3): mientras la cuenca del Salado se dispone sublatitudinalmente transversal al margen continental actual de modo semejante con respecto a las cuencas del Colorado, Punta del Este y Pelotas (aulacogénica), la cuenca Santa Lucía lo hace con un eje principal NNE subparalelo al actual margen atlántico del territorio uruguayo. Estas disposiciones diferentes influyeron en la evolución de sus rellenos durante todo el Terciario, permi-

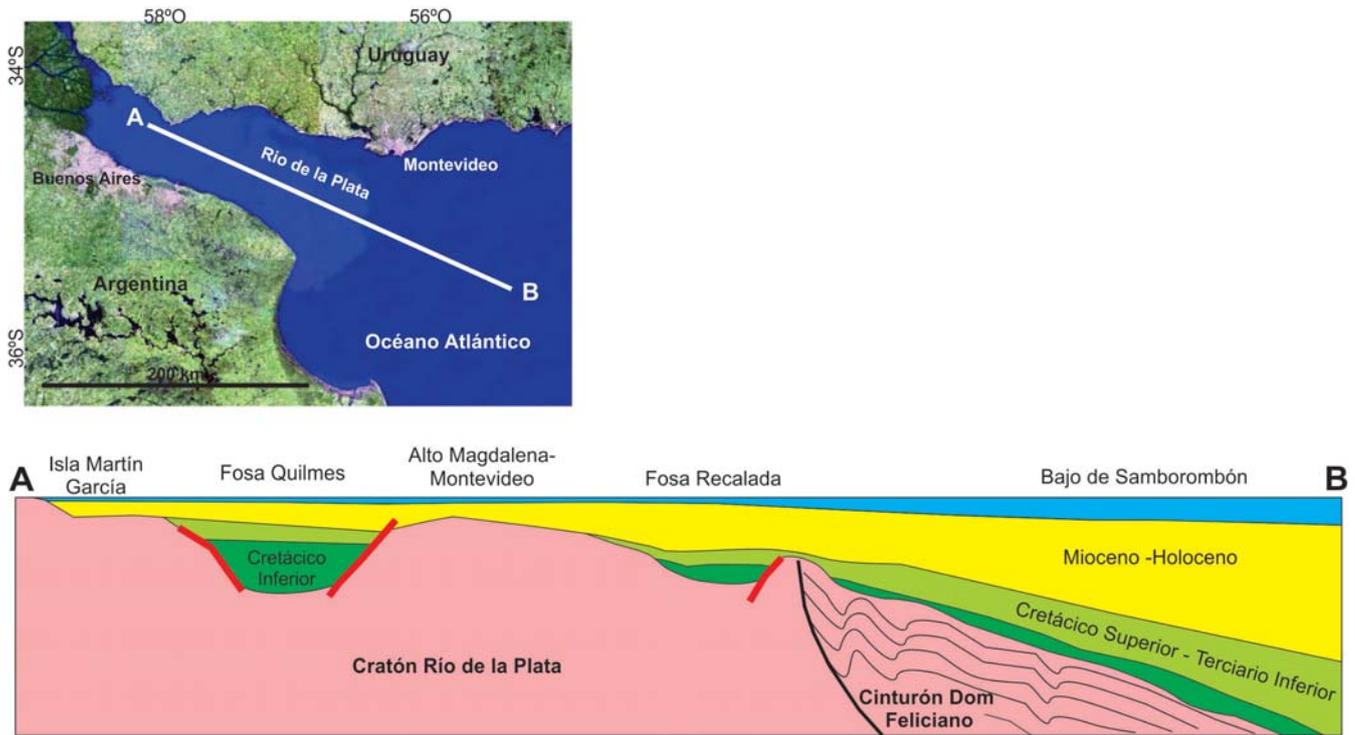


Figura 12: Transecta regional esquemática del subsuelo del Río de la Plata que exhibe los principales rasgos tectónicos meso-cenozoicos.

tiendo que la cuenca del Salado recibiera una mayor e importante sedimentación (Fig. 11).

Las posibles interconexiones entre las cuencas del Salado y Santa Lucía fueron inicialmente sugeridas por Zambrano (1974) para la evolución temprana de estos depocentros, a través de una posible conexión marina durante el Cretácico Inferior por el extremo noreste de la cuenca del Salado, región que se denomina cuenca Punta del Este en la literatura geológica uruguaya (Stoakes *et al.* 1991, Tavellay Wright 1996). Luego, Rossello *et al.* (2011) consideraron que la conexión entre estos depocentros está materializada por la Fosa de Quilmes.

La principal diferencia que favoreció la subsidencia de la cuenca del Salado con respecto a la cuenca Santa Lucía y los depocentros propuestos en este trabajo, es su génesis. Donde la primera comparte el hecho de tener un atenuamiento cortical inicial que resultó en descompensación isostática al ser abortadas. En cambio la cuenca Santa Lucía los depocentros menores que las conectan parecen ser de tipo mecánicos, sin atenuamiento cortical

substantial reflejado en la respuesta gravimétrica. Por otro lado, como la cuenca Santa Lucía se ha interpretado como una cuenca *pull-apart* (Rossello *et al.* 2001) la Fosa Quilmes tendría también un comportamiento semejante y todas relacionadas con brazos abortados del rifting atlántico con componentes transcurrentes que facilitaron su apertura.

De esta manera sobre una transecta a lo largo del desarrollo del Río de la Plata se pueden reconocer depocentros mesozoicos dispuestos sobre un basamento cristalino diferenciado (Fig. 12).

Los depocentros de la cuenca Santa Lucía-Fosa de Quilmes y Fosa Recalada empalman con la cuenca del Salado a partir de su hombro septentrional (Fig. 13).

Una correlación esquemática entre pozos de las cuencas Santa Lucía (Sauce 1) y del Salado (Gral. Belgrano) permite reconocer una pendiente regional del basamento pre-Mesozoico que se profundiza hacia el sudoeste (Fig. 14).

La morfología y batimetría actual del lecho del Río de la Plata (Cavallotto 1987, Parker y López-Laborde 1989, Jaime y Menéndez 1999) presenta un umbral rela-

cionado con el desarrollo deprimido de la Fosa Recalada que permitiría reconocer una actividad tectónica reciente que controla la disposición de las secuencias más modernas e incluso la costa entrante de la bahía Samborombón (Fig. 15).

Asimismo, el Alto Magdalena-Montevideo se dispone sobre la traza del labio oeste de la Fosa Recalada, con una fuerte influencia en la configuración de geofor-mas de lecho positivas que se describen para el Río de la Plata así como también en la interpretación de la propia dinámica del sistema depositacional actual. Como ejemplo, se señala la configuración morfológica de la Barra del Indio (Parker y Marcolini 1992) así como los límites establecidos para los diferentes subambientes que se reconocen en el Río de la Plata (Cavallotto 1987, Cavallotto *et al.* 2005).

La actividad reciente de estos rasgos tectónicos asociados con los depocentros del Río de la Plata puede estar relacionada con la detección de sismos históricos (Benavídez Sosa 1998) y tal vez recientes (Sánchez Bettucci *et al.* 2016) localizados en cercanías de la localización de estos fallamientos.

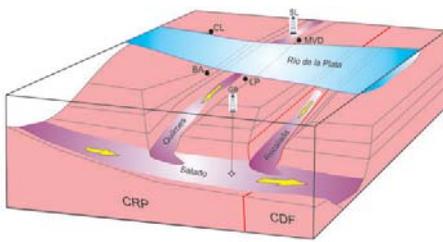


Figura 13: Esquema tridimensional de la conexión entre las cuencas Santa Lucía-Fosa de Quilmes y Fosa Recalada con la cuenca del Salado. CRP: craón del Río de la Plata, CDF: cinturón Dom Feliciano, BA: Buenos Aires, LP: La Plata, MVD: Montevideo, CL: Colonia; GB: Pozo General Belgrano, SL: Pozo Santa Lucía.

CONCLUSIONES

Se interpretan en el subsuelo del Río de la Plata dos depocentros con rellenos meso-cenozoicos dispuestos con rumbos ENE denominados: i) extensión occidental de la cuenca Santa Lucía - Fosa de Quilmes y ii) Fosa Recalada, ambos separados por el Alto Magdalena-Montevideo. Estos elementos estructurales influyen en el control batimétrico del Río de la Plata y en la propia dinámica de deposición estuarina.

El basamento del Río de la Plata infrayace depocentros con rellenos sedimentarios mesozoicos que alcanzan una potencia media de casi 900 m donde dentro del tercio inferior se estiman importantes intervalos de areniscas y conglomerados de probada calidad como reservorios de fluidos si se los correlaciona con zonas vecinas de la cuenca Santa Lucía. Las condiciones petrofísicas esperables oscilan en el orden del 12% al 15% de porosidad efectiva y con trampas esperables del tipo estratigráfico (acuñamientos) y combinadas (cierre contra falla), que han sido traslapadas por sedimentos finos con excelente calidad como sellos (Veroslavsky 1999).

A partir de las evidencias geofísicas y geológicas descriptas, la existencia previa de un rasgo estructural de primer orden asociado a un alto o umbral de dirección NO identificado como Alto Martín García a lo largo del límite fluvial internacional entre Argentina y Uruguay queda injustificado.

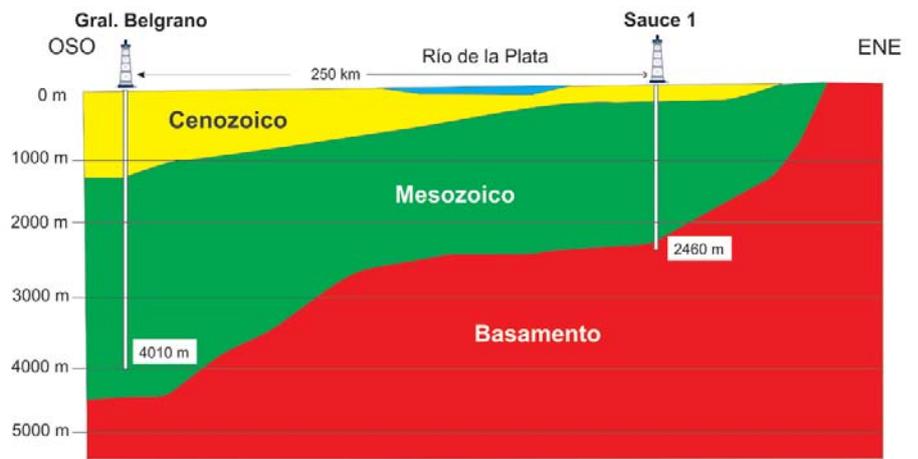


Figura 14: Esquema regional del subsuelo a través del Río de la Plata que exhibe la profundización de las secuencias meso-cenozoicas desde Uruguay hacia la cuenca del Salado.

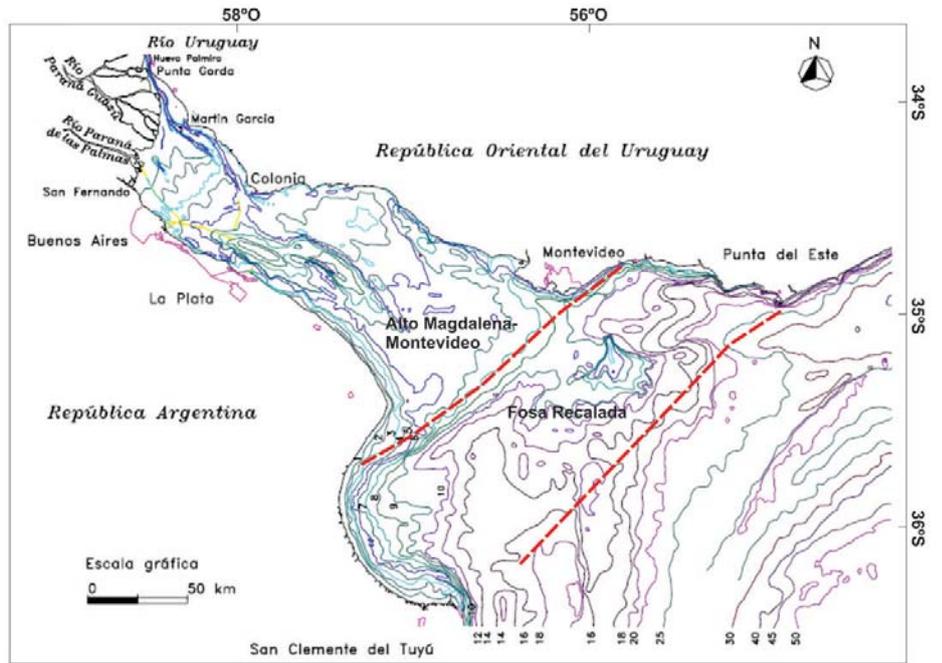


Figura 15: Mapa batimétrico del Río de la Plata -isóbatas a intervalos de un metro (tomado de Jaime y Menéndez 1999). Se visualiza el control que ejercen la Fosa Recalada (FR) y el Alto Magdalena-Montevideo (AMM) sobre la batimetría del Río de la Plata.

La consideración de un origen tectónico cogenético entre las cuencas Santa Lucía y del Salado sugiere una evolución a partir de un punto triple donde se desarrollan brazos extensionales interconectados que han tenido historias tectosedimentarias comunes.

De esta manera, debajo de las aguas del Río de la Plata se pueden alumbrar importantes ambientes sedimentarios adecuados para el almacenamiento de hi-

drocarburos y/o recursos hídricos que se encuentran en inmejorable posición geográfica respecto a zonas que exhiben un alto consumo estacional de gas y distribución de ductos como requerimientos de aguas de buenas calidades de consumo humano. También determinan nuevas oportunidades exploratorias de recursos naturales genéticamente asociados con estos registros.

AGRADECIMIENTOS

Se desea dejar constancia de nuestro agradecimiento a ANCAP por la autorización a utilizar la línea sísmica UR 70-13 y utilizar distintos programas de tratamiento de información geofísica. Además, agradecemos al *Bureau Gravimétrique International (BGI) / International Association of Geodes* y por los datos gravimétricos brindados en las interpretaciones incluidas en el trabajo. También, se reconocen las útiles sugerencias de los árbitros que mejoraron la lectura del presente trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- de Almeida, F.F.M., Amaral, G., Cordani, U.G. y Kawashita, K. 1973. The Precambrian evolution of the South American cratonic margin, South of the Amazon river. En: Nairn, A.E. y Stehli, F.G. (eds.), *The Ocean Basins and Margins*, Springer 1: 411-446.
- Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland. 2010. Interpretación de secuencias costa afuera del litoral Atlántico del Uruguay. Informe Inédito, 70p., Montevideo.
- Artaza, E. 1943. Saneamiento urbano en la República Argentina, provisión de agua y desagües urbanos: Provisión de agua. Publicaciones Especiales, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, Universidad Nacional de La Plata, Cuaderno n°6. Serie Tesis.
- Basei, M.A.S., Frimmel, H.E., Nutman, A.P. y Preciozzi, F. 2008. West Gondwana amalgamation based on detrital zircon ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa. En: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B. y de Wit, M.J. (eds.), *West Gondwana: Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region*. Geological Society of London, Special Publication 294: 239-256, London.
- Benavidez Sosa, A. 1998. Sismicidad y sismotectónica en Uruguay. *Tierra* 10:167-186.
- Cavallotto, J.L. 1987. Dispersión, transporte, erosión y acumulación de sedimentos en el Río de la Plata (morfología y dinámica sedimentaria del Río de la Plata). Informe final de beca de iniciación, Comisión de Investigaciones Científicas (inédito), 100p., La Plata.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A. y Colombo, F. 2005. Evolución y cambios ambientales de la llanuracostera de la cabecera del río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60: 353-367.
- Chernicoff, C.J., Pereyra, F., Santos, J.O.S. y Zappettini, E.O. 2015. Primeras edades U-Pb SHRIMP del cratón del Río de la Plata en el subsuelo del área Metropolitana de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 72: 575-577.
- Cingolani, C.A. 2010. The Tandilia system of Argentina as a southern extension of the Río de la Plata craton: a new view. *International Journal of Earth Sciences*: 1-22.
- Crovetto C.B., Novara I.L. e Introcaso A. 2007. A stretching model to explain the Salado Basin (Argentina). *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología* 77: 1-10, Rosario.
- Dalla Salda, L. 1981. El basamento de la isla Martín García, Río de La Plata. *Revista Asociación Geológica Argentina* 26: 29-43.
- Dalla Salda, L., de Barrio, R.E., Echeveste, H.J. y Fernández, R.R. 2005. El basamento de las Sierras de Tandilia. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 31-50, La Plata.
- Fragoso Cesar, A.R.S. 1980. O Cratón do Río de la Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguai-Sul-Riograndense. 31° Congreso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geociências, Anais: 2879-2892, Camboriú.
- Gianibelli, J.C. y Ríos, F.F. 1989. Aspectos geofísicos y tectónicos de la Cuenca del Salado. 3° Reunión Geotransectas América del Sur, Actas: 31-39, Mar del Plata.
- Gianibelli, J.C., Cabassi, I.R., Suárez, E.A., Barrio, L., Weisz, S., Petcoff, L., Cingolani, C.A., Sidoti, O. y Ríos, F.F. 1989. La anomalía del borde noreste de la Cuenca del Salado: Transecta. 3° Reunión Geotransectas América del Sur, Actas: 112-118, Mar del Plata.
- Hallinan, S.E., Mantovani, M.S.M., Shukowski, W. y Braggion Jr, I. 1993. Estrutura do Escudo Sul-Brasileiro: Uma revisão através de dados gravimétricos e magnetométricos. *Revista Brasileira de Geociências* 23: 201-214.
- Jaime, P. y Menéndez, A.N. 1999. Modelo hidrodinámico Río de la Plata 2000. Informe LHA 01-183-99. Instituto Nacional del Agua, 172p., Buenos Aires.
- Introcaso, A. y Ramos, V.A. 1984. La cuenca del Salado: un modelo de evolución aulacogénica. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 27-46, San Carlos de Bariloche.
- Masquelin, E. 2006. El Escudo Uruguayo. En: Veroslavsky, G., Ubilla, M. y Martínez, S. (eds.) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y recursos naturales – Mesozoico*. DIRAC:37-106, Montevideo.
- Oriolo, S., Oyhantçabal, P., Basei, M.A.S., Wemmer K. y Siegesmund, S. 2016a. The Nico Pérez Terrane (Uruguay): From Archean crustal growth and connections with the Congo Craton to late Neoproterozoic accretion to the Río de la Plata Craton. *Precambrian Research* 280: 147-160.
- Oriolo, S., Oyhantçabal, P., Wemmer, K., Basei, M.A.S., Benowitz, J., Pfänder, J., Hannich, F. y Siegesmund, S. 2016b. Timing of deformation in the Sarandí del Yí Shear Zone, Uruguay: Implications for the amalgamation of western Gondwana during the Neoproterozoic Brasileiro-Pan-African Orogeny. *Tectonics*, 35, DOI:10.1002/2015TC004052.
- Oyhantçabal, P., Siegesmund, S. y Wemmer, K. 2011. The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. *International Journal of Earth Sciences* 100: 201-220.
- Pángaro, F. 2013. Las cuencas paleozoicas episuturales del margen atlántico de la provincia de Buenos Aires y su control sobre la apertura atlántica. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, 300 p., Buenos Aires.
- Pángaro, F., Ramos V.A. y Pazos, P.J. 2015. The Hesperides basin: a continental-scale upper Palaeozoic to Triassic basin in southern Gondwana. *Basin Research* 54:1-27.
- Parker, G. y López Laborde, J. 1989. Aspectos geológicos. En: Comisión Administradora del Río de la Plata (ed.) *Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata*, Informe de Avance. 2: 1-72, Buenos Aires.
- Parker, G. y Marcolini, S. 1992. Geomorfología del delta de Paraná y su extensión al Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47:243-249.
- Pucci, J.C. 2006. Situación de las cuencas marinas de la República Argentina. *Petrotecnia* 7: 16-26.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Fanning, C.M., Baldo, E.G., González-Casado, J.M., Galindo C. y Dahlquist, J. 2007. The Rio de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana. *Earth-Sciences Review* 83:49-82.
- Rapela, C.W., Fanning, C.M., Casquet, C.,

- Pankhurst, R.J., Spalletti, L., Poiré, D. y Baldo, E.G. 2011. The Río de la Plata craton and the adjoining Pan-African/brasilian oroterranes: Their origins and incorporation into south-west Gondwana. *Gondwana Research* 20: 673-690.
- Robles, D.E. y Caporossi, C.E. 1996. Lincoln Block CNE-44. A Frontier Exploration Area, Northeast Basin, Argentina. 12° Congreso Geológico Argentino-3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos 1: 309-328, Buenos Aires.
- Rossello, E.A., de Santa Ana, H. y Veroslavsky, G. 2001. La Cuenca Santa Lucía (Uruguay): un *pull-apart* Juro-Cretácico transtensivo dextral. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 38-50.
- Rossello, E.A., Veroslavsky, G. y de Santa Ana, H. 2011. La Fosa de Quilmes: prolongación austral de la cuenca Santa Lucía (Uruguay) en la Provincia de Buenos Aires (Argentina). 18° Congreso Geológico Argentino, Actas: 1044-1045, Neuquén.
- Rossello, E.A., López-Gamundí, O.R., Veroslavsky G. y de Santa Ana, H. 2012. The Santa Lucía-Aiguá-Merín rifting (Uruguay): an early aborted branch of the South Atlantic break-up. *Basin Dynamics: session GD 2.1/SSP5.5/TS4.8. European Geosciences Union, General Assembly, Viena.*
- Rossello, E.A., López-Gamundí, O.R., Guillocheau F. y de Santa Ana, H. 2013. Tectonic influence of the pre-break-up basement on the Mesozoic half grabens: the Atlantic margin (33° and 41° S), offshore Uruguay and Argentina). *Conferencia Internacional y Exhibición AAPG, Actas en CD-room, Cartagena.*
- de Santa Ana H, Goso C., Muzio R, Oyhançabal Py Veroslavsky G. 1994. Bacia do Santa Lucía (Uruguai): evolução tectónica e sedimentar. *Geociências* 13: 37-52.
- Sánchez Bettucci, L., Castro, H., Rodríguez, M., Curbelo, A., Arduin, F., Nuñez, P., Latorres, E. y Castro Artola, O. 2016. Informe de Evento UY24112016-Las Piedras. Observatorio Geofísico del Uruguay, Reporte 19 p., Montevideo.
- Shukowsky, W., Vasconcellos, A.C.B.C. y Mantovani, M.S.M. 1991. Estruturação dos terrenos pré-Cambrianos da região sul do Brasil e oeste do Uruguai: Um estudo por modelamento gravimétrico. *Revista Brasileira de Geofísica* 9: 275-287.
- Soto, M., Morales, M., Veroslavsky, G., Santa Ana, H., Ucha, N. y Rodríguez, P. 2011. The continental margin of Uruguay: Crustal architecture and segmentation. *Marine and Petroleum Geology* 28: 1676-1689.
- Stoakes, F.A., Campbell, C.V., Cass, R. y Ucha, N. 1991. Seismic stratigraphic analysis of the Punta del Este Basin, offshore Uruguay, South America. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 75: 219-240.
- Tavella, G.F. y Wright, C.G. 1996. Cuenca del Salado. En: Ramos, V.A. y Turic, M.A. (eds.) *Geología y recursos naturales de la Plataforma Continental Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio* 95-116, Buenos Aires.
- Ucha, N., de Santa Ana H y Veroslavsky, G. 2003. La Cuenca Punta del Este: geología y potencial hidrocarbúfero. En: Veroslavsky, G., Ubilla, M. y Martínez, S. (eds.) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y recursos naturales – Mesozoico, DIRAC*, 171-190, Montevideo.
- Urien, C.M., Zambrano, J.J. y Yrigoyen, M.R. 1995. Petroleum basins of southern South America: an overview. En: Tankard, A.J., Suárez-Soruco, R. y Welsink, H.J (eds.) *Petroleum basins of South America. American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 62: 63-77, Tulsa.
- Urien, C.M. y Zambrano, J.J. 1996. Estructura del margen continental. En: Ramos V.A. y M.A. Turic (eds.) *Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino-3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio* 29-85, Buenos Aires.
- Veroslavsky, G. 1999. *Geología da Bacia de Santa Lucía - Uruguai. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista*, 152 p., São Paulo.
- Veroslavsky, G., Daners, G. y de Santa Ana, H. 2003. Rocas sedimentarias pérmicas en la plataforma continental uruguaya: el pre-*rift* de la Cuenca de Punta del Este. *Geogaceta* 34: 203-206.
- Veroslavsky, G., de Santa Ana, H. y Rossello, E.A. 2004. Origen y evolución tectosedimentaria de los depósitos juróocretácicos de la región meridional del Uruguay: su vinculación con el Lineamiento Santa Lucía-Aiguá-Merín. En: Veroslavsky, G., M. Ubilla y S. Martínez (eds) *Cuencas sedimentarias de Uruguay: Geología, paleontología y recursos minerales. Mesozoico. DIRAC, Universidad de la República de Uruguay*, 117-142, Montevideo.
- Yrigoyen, M.B. 1975. Geología del subsuelo y plataforma continental. 6° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 139-168, Bahía Blanca.
- Yrigoyen, M.B. 1993. Morfología y geología de la ciudad de Buenos Aires. Evaluación e incidencia geotécnica. *Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, Actas* 7: 7-38.
- Zambrano, J.J. 1974. Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 29: 443-469.

Recibido: 21 de noviembre, 2016

Aceptado: 28 de abril, 2017