

RASGOS MORFOSEDIMENTARIOS, PROCESOS Y EVOLUCIÓN DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA DESDE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL

Roberto A. VIOLANTE, Irundo P. COSTA, José L. CAVALLOTTO, Carlos M. PATERLINI, Susana MARCOLINI y Graziella BOZZANO

Servicio de Hidrografía Naval, Departamento Oceanografía, División Geología y Geofísica Marina. E-mail: violante@hidro.gov.ar.

RESUMEN

La plataforma continental argentina es una de las plataformas submarinas más extensas del mundo, localizada en un contexto geotectónico dominado por un margen continental pasivo, aunque en su porción más austral se asocia a sectores de márgenes activos. Su extensión y escaso relieve han favorecido un profundo efecto modelador producto de las sucesivas transgresiones y regresiones marinas del Cuaternario, que le imprimieron variados rasgos morfosedimentarios. La transgresión postglacial dejó los rasgos finales que pueden ser reconocidos en las características superficiales y subsuperficiales, como ser las terrazas escalonadas asociadas a variaciones en la velocidad de ascenso del nivel del mar así como evidencias de paleolíneas de costas hoy sumergidas. Numerosos rasgos demuestran aspectos de la exposición subaérea durante el Último Máximo Glacial, como relictos de redes fluviales, depósitos glaci-fluviales y remanentes de suelos. La acción conjunta de los procesos actuantes favoreció la redistribución de los sedimentos aportados por la erosión de las sucesivas líneas de costas durante los avances y retrocesos marinos, además de aquellos incorporados desde el continente por acción eólica y fluvial. De esta manera, la cobertura sedimentaria resultante es terrígena de tipo relictico y palimpsestico. Las características del borde exterior de la plataforma en transición al talud demuestran complejos procesos tanto litorales (durante etapas de bajo nivel del mar) como profundos (erosión retrocedente asociada a la dinámica de cañones submarinos), mientras que la disposición diferente de las terrazas entre los sectores bonaerense y patagónico de la plataforma estaría asociada a ajustes hidroisostáticos.

Palabras clave: *Margen continental, postglacial, fluctuaciones del nivel del mar, procesos sedimentarios, UMG*

ABSTRACT

Morphosedimentary features, processes and evolution of the Argentine Continental Shelf since the Last Glacial Maximum

The argentine continental shelf is one of the more extensive shelves of the world, located in a geotectonic context dominated by a passive margin with sectors of active margins in the southernmost region. The large extension and low relief favored a deep modeling effect under the influence of the Quaternary transgressions and regressions that imprinted diverse morphosedimentary features. The postglacial transgression left the final imprint that can be recognized in the surface and subsurface characteristics, manifested in terraces at increasing depths offshore, genetically associated to variations in the velocity of the sea level rise as well as in evidences of paleocoastlines presently submerged. Diverse features show aspects of the pre-transgressive subaerial exposure during the Last Glacial Maximum, like relicts of fluvial networks, glaci-fluvial deposits and buried soil remains. The complex interaction among the processes involved influenced the distribution of sediments supplied to the shelf by the intense coastal erosion during the successive marine advances and retreats, as well as the sediment supply via eolian and fluvial activity. In this way the sedimentary cover of the shelf is characterized by terrigenous, relictic and palimpsestic facies. The features in the shelf break in transition to the slope demonstrate predominance of erosive activity produced by both coastal processes during lowstands and deep-water processes associated to the backward erosion related to the dynamic of submarine canyons, whereas the different disposition of the terraces in the bonaerensian and patagonian sectors of the shelf is associated to hydroisostatic readjustments.

Keywords: *Continental margin, postglacial, sea-level fluctuations, sedimentary processes, LGM*

INTRODUCCIÓN

La plataforma continental argentina es una de las plataformas submarinas más extensas del mundo, condición impuesta por su pertenencia en su mayor parte

a un margen continental pasivo de gran desarrollo con sectores de márgenes activos en su porción sur. Constituye una típica plataforma silicoclástica, cuya etapa evolutiva final ocurrida con posterioridad al Último Máximo Glacial pasó por esta-

dios de exposición subaérea y posterior inundación marina durante la transgresión postglacial. De esta manera adquirió sus rasgos morfosedimentarios, modelados por la interacción de diversos factores tales como las fluctuaciones del nivel

del mar, cambios climáticos y oceanográficos, dinámica oceánica, procesos litorales y marinos poco profundos y procesos sedimentarios, con menor afectación por procesos isostáticos y tectónicos que influyeron particularmente en las regiones adyacentes al sur patagónico.

Relevamientos sistemáticos llevados a cabo desde 1980 en la plataforma bonaerense mediante batimetría, sísmica de reflexión de alta resolución mono y multicanal y muestreos geológicos (Parker *et al.* 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004), así como relevamientos saltuarios en otras regiones de la plataforma patagónica, integrados sobre la base de la información bibliográfica disponible, permitieron adquirir el conocimiento regional expresado en la presente contribución, la cual tiene el carácter de síntesis que refleja el estado de situación del conocimiento actual. La misma se enfoca en la morfología, sedimentología y evolución de la plataforma continental argentina a partir del Último Máximo Glacial. Debe tenerse en cuenta que por la magnitud de la región el conocimiento es desigual. No obstante, es posible establecer un esquema evolutivo y de los procesos involucrados que servirá de base para continuar las investigaciones en la región.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y GEOTECTÓNICO

La plataforma continental argentina (Fig. 1) forma parte del margen continental argentino, situado mayoritariamente en la placa Sudamericana asociada a la extensión cortical vinculada a la apertura del océano Atlántico a partir del Jurásico Medio. Urien y Zambrano (1996), Ramos (1996, 1999), Turic *et al.* (1996), Hinz *et al.* (1999), Franke *et al.* (2007), Cavallotto *et al.* (2011) entre otros, han detallado y sintetizado diferentes aspectos evolutivos del margen. Una de las etapas más importantes que incidieron en la evolución de la plataforma fue la transgresión marina global que inundó regiones de la actual Patagonia en el Maastrichtiano (70-65 Ma), la cual dio lugar a la primera plataforma continental de esta porción de la placa Sud-

americana (Malumián 1999, Nández y Malumián 2008). La profundización de ese mar y consecuente mayor circulación de las aguas a partir del Oligoceno (30-32 Ma), cuando se abrió definitivamente el pasaje de Drake entre Sudamérica y Antártida y se instaló la corriente Circumpolar Antártica, llevaron a la instalación de condiciones oceanográficas de mar abierto. Después de estos eventos mayores, la evolución del margen continental argentino pasó a ser dominada más por factores climáticos-oceanográficos que tectónicos, comenzando así a imprimirse los rasgos morfosedimentarios definitivos, que en el caso de plataforma se vieron substancialmente influenciados por los procesos glacioeustáticos propios del Cuaternario. El sustrato de la plataforma está constituido en el sector bonaerense por una sucesión de cuatro unidades sismoestratigráficas asociadas a las fluctuaciones glacioeustáticas del Cuaternario (Parker *et al.* 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004), cuya base que las separa de las secuencias terciarias es una superficie de discordancia (horizonte sísmico "a", Ewing y Lonardi 1971) reconocida a una profundidad de 140 m en el subsuelo de la plataforma bonaerense hasta ~43°S. Este horizonte se va perdiendo hacia las regiones patagónicas, donde el sustrato de la plataforma está en gran parte constituido por unidades terciarias. La reducida presencia de sedimentos Cuaternarios en el sur se ha asociado a la ocurrencia de procesos de erosión o no depositación (Ewing y Lonardi 1971).

LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA

Cubre una superficie de ~960.000 km², extendiéndose a lo largo de unos 2.400 km entre el Río de la Plata y el cabo de Hornos, aunque la línea de costa que la margina tiene una longitud de unos 5.300 km si se consideran sus irregularidades mayores (Fig. 1). Su ancho es variable entre 170 y ~1.200 km. El borde interior (hacia el continente) está marcado por un frente de costa de fuerte pendiente cuya base

llega hasta los -10/20 m en el litoral bonaerense y va incrementando su profundidad hacia el sur. El borde exterior, que marca la transición hacia el talud, sigue un rumbo NE-SO entre 36°S (Río de la Plata) y 44°S, a partir de donde cambia gradualmente a N-S para, a los 50°S, dirigirse hacia el este rodeando las islas Malvinas y volver a acercarse al continente frente al estrecho de Magallanes. La profundidad del borde exterior también es variable con una tendencia regional de profundización de norte a sur (Figs. 2 y 3a). La pendiente es suave, modelada en superficies aterrazadas escalonadas (Fig. 2, Cuadro 1) y con características cambiantes, ya que en el área adyacente a la región pampeana su perfil es convexo (mayor pendiente regional hacia la plataforma exterior) mientras que en la región adyacente a Patagonia es cóncavo (mayor pendiente regional hacia el lado del continente).

Factores que condicionaron el modelado y sedimentación en la plataforma

La configuración morfosedimentaria de la plataforma resultó de dos aspectos principales: en primer lugar la herencia geotectónica dominada por los factores endógenos involucrados en la estructura y evolución del margen, entre los cuales parecen haber sido relevantes los procesos de flexohundimiento (Turic *et al.* 1996), y en segundo lugar los factores externos condicionados por el clima y los procesos oceanográficos, los cuales fueron haciéndose con el tiempo más importantes que los endógenos pasando a ser dominantes en el Cenozoico, y manifestándose fundamentalmente con las fluctuaciones glacioeustáticas del Cuaternario.

Variabilidad paleoclimática desde el Último Máximo Glacial: Los factores paleoclimáticos globales fueron esenciales en la evolución del extremo sur de Sudamérica durante las épocas glaciales y postglaciales, sumados a la influencia de factores regionales y locales tales como: a) las condiciones atmosféricas y consecuentes patrones de vientos impuestos por la variabilidad entre los anticiclones del Pacífico Sur y del Atlántico Sur; b) la cercanía de las masas de hielo antártico y los hielos continentales.

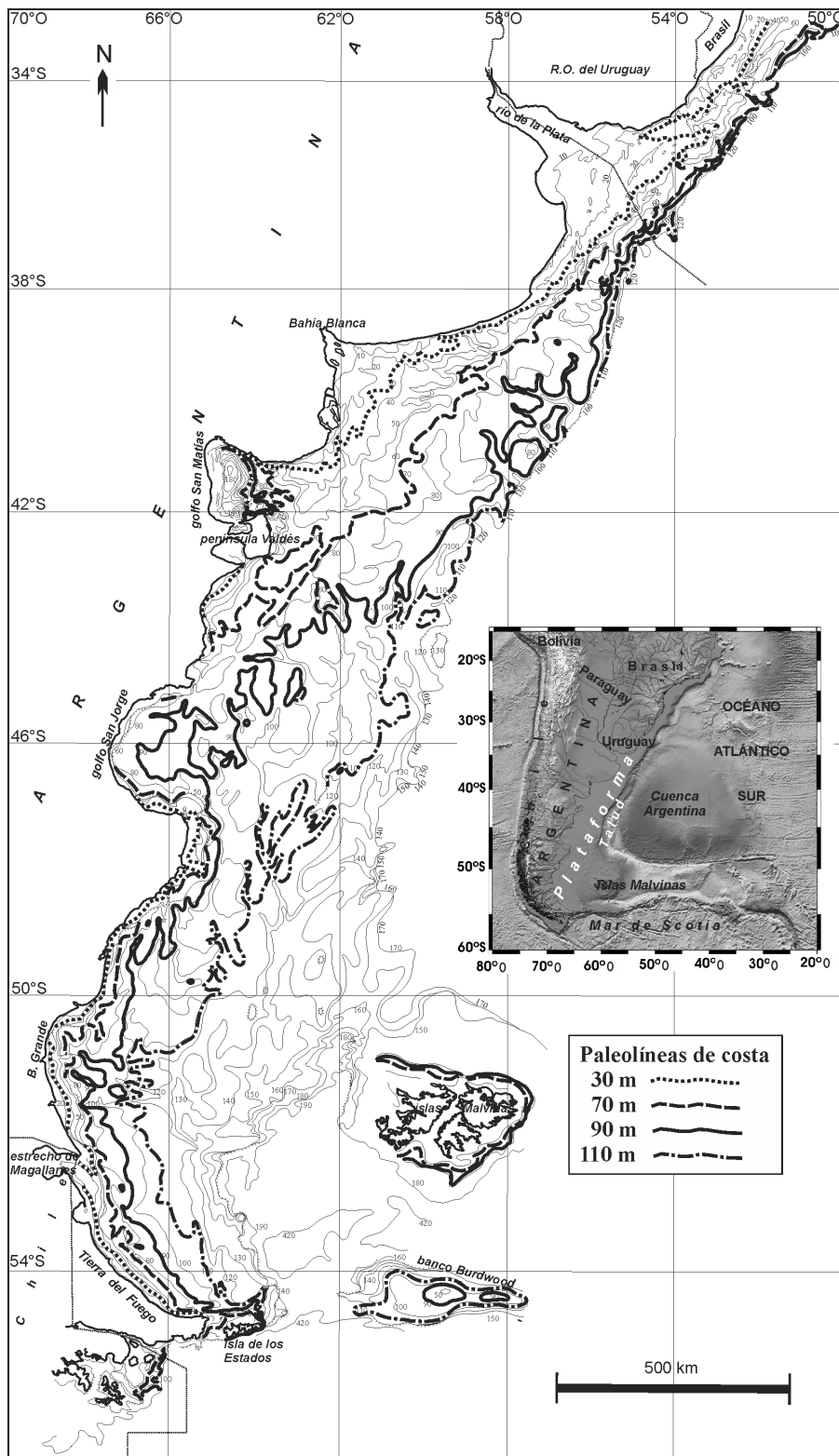


Figura 1: Mapa batimétrico de la plataforma, con indicación de paleolíneas de costas a diferentes profundidades. Se ilustran las de 30, 90 y 110 m según los detalles evidenciados en la plataforma bonaerense (Fig. 5) más la de 70 m que correspondería a la base de la terraza I, coincidente con el nivel del mar al momento de ocurrencia del período Youger Dryas. El mapa fue elaborado en la Sección Geología Marina del Servicio de Hidrografía Naval en base a la recopilación de cartas GEBCO y la Carta Batimétrica del Atlántico Suroccidental escala 1:5.000.000 (Servicio de Hidrografía Naval).

les de los Andes del sur, y su transformación en volúmenes de agua oceánica después de su derretimiento; e) la relación variable entre la superficie de tierras emergidas y sumergidas a través del ciclo glacial - postglacial, que llevó no solamente a una duplicación del continente durante el Último Máximo Glacial al quedar emergida la actual plataforma y su progresiva reducción a la mitad de su extensión original en los tiempos postglaciales, sino también a consecuentes cambios climáticos.

A escala global se consideran tres períodos caracterizados por particulares condiciones climáticas (Fleming *et al.* 1998): Último Máximo Glacial, Glacial Terminal y Postglacial.

El Último Máximo Glacial está documentado entre 23 y 17 ka (Fleming *et al.* 1998, Yokohama *et al.* 2000, Hulton *et al.* 2002). Rabassa (2008) lo ubicó en ~24 ka en base a evidencias glaciales en el sur de Patagonia. Durante este período, el incremento de la superficie patagónica continental como resultado de la baja posición del nivel del mar y exposición subaérea de la plataforma, favoreció la “continentalización climática”, que incidió en una disminución notable del efecto moderador marino con el consecuente incremento de las temperaturas extremas, así como disminución en las precipitaciones (Clapper-ton 1993, Rabassa 2008) e intensificación de los vientos dominantes del oeste (*westerlies*) más fríos y secos (Iriondo 1999, Compagnucci 2011). La finalización del Último Máximo Glacial está indicada por el rápido decrecimiento en el volumen de hielos (Yokohama *et al.* 2000, Klemann *et al.* 2007). Hulton *et al.* (2002) cuantificaron ese volumen al considerar que el total de hielo perdido desde el Último Máximo Glacial hasta hoy es cercano a 500.000 km³, el cual se habría reducido a la mitad en los primeros 300 años de deglaciación y a un 20% 2000 años después.

El Glacial Terminal es el período transcurrido entre el final del Último Máximo Glacial y ~7 ka (Fleming *et al.* 1998), aunque algunos autores lo limitan a los 10 ka (Heusser 1998, Coronato *et al.* 1999, Rabassa *et al.* 2011). Markgraff (1983) consideró que las condiciones glaciales du-

raron más tiempo (hasta ~8,5 ka) en las regiones de la Patagonia sur que en aquellas más septentrionales, donde ya se evidenciaron cambios a los 12 ka. La característica de ese período fue la ocurrencia de significativos y recurrentes cambios climáticos que marcaron la transición entre la época glacial y la actual. La primera recesión glacial significativa en Patagonia se manifestó a los 14,8 ka (Rabassa *et al.* 2011). A partir de allí ocurrieron algunos nuevos avances glaciales a ~13 ka, 11 ka y 9,7-9,3 ka (Mercer 1976, Wenzens 1999, Coronato *et al.* 1999). El período frío de los 11 ka fue asignado al Younger Dryas (Rabassa y Clapperton 1990, Clapperton 1993, Prieto 1996, Ariztegui *et al.* 1997, Heusser 1998, Tonni *et al.* 2003, Labeyrie *et al.* 2003), aunque no hay aún consenso en cuanto a su real influencia en estas regiones, como fue expresado por ejemplo por McCullock *et al.* (2000) al documentar la ausencia de cambios significativos de temperatura en las evidencias paleoecológicas de la región del estrecho de Magallanes.

El Postglacial representa el período que evolucionó hacia las condiciones climáticas actuales. Incluye al Hypsitermal, caracterizado por climas más cálidos que el presente aunque regionalmente muy variables en cuanto a humedad o aridez (ej.: Prieto *et al.* 2004, Quattrocchio *et al.* 2008, Iriando *et al.* 2010), así como debilitamiento y migración de los *westerlies* hacia el sur (McCullock *et al.* 2000, Waldman *et al.* 2010, Compagnucci 2011). Según González *et al.* (1983) el máximo del Hypsitermal se dio a los 6 ka cuando las aguas marinas alcanzaron las mayores temperaturas de acuerdo a evidencias $\delta^{18}O/\delta^{16}O$.

Condiciones hidrográficas: Desde el punto de vista oceanográfico el margen continental argentino está dominado por masas de agua de origen antártico que circulan de sur a norte, cuyos niveles superiores corresponden a la corriente de Malvinas. Estas condiciones inducen corrientes litorales que afectan la costa con una componente principal hacia el norte. Frente a la provincia de Buenos Aires, a 38°S, esas masas de agua se encuentran con otras provenientes de zonas ecuatoriales que

circulan de norte a sur—siendo la parte superior la corriente de Brasil—, generando ese encuentro la zona de confluencia (Piola y Gordon 1989, Piola y Matano 2001). Esta configuración oceanográfica hace que la plataforma continental argentina esté dominada por aguas de origen antártico diluidas por los aportes fluviales y el balance evaporación-precipitación, por lo que pueden diferenciarse regiones con masas de aguas de diferentes salinidades (Perillo y Kostadinoff 2005, Piola *et al.* 2010). Hacia el sur de la zona de confluencia, anomalías de salinidad y temperatura parecen indicar extensiones de las masas de agua asociadas a la corriente de Malvinas hacia sectores internos de la plataforma (Piola *et al.* 2000, Piola *et al.* 2010).

Las olas y mareas se constituyen en procesos esenciales en la dinámica sedimentaria en la zona litoral, variando en su importancia a lo largo de las costas. Tanto la altura de ola y los efectos que sobre ella ejercen las tormentas, así como como la amplitud de la marea, aumentan de norte a sur (Servicio de Hidrografía Naval 2012). La relación entre estos factores hace que mientras en las costas bonaerenses las olas de tormenta sean el factor dominante (D’Onofrio *et al.* 1999, Dragani *et al.* 2010) condicionando el transporte y disponibilidad de arenas en la franja litoral, en las costas patagónicas la acción de las mareas es mucho más significativa, en función de su altura y velocidades de corrientes (Glorioso y Flather 1997, Simionato *et al.* 2004).

La influencia fluvial en la plataforma continental argentina tiene al río de la Plata como principal aporte de agua dulce, descargando entre 22 y 25.000 m³/s (Jaime *et al.* 2002, Giberto *et al.* 2004, Simionato *et al.* 2007). Este volumen de agua acarrea una carga sedimentaria en suspensión transferida desde los ríos Uruguay y Paraná, del orden de 92 millones de toneladas anuales según Milliman y Meade (1983) y 79,8 según Giberto *et al.* (2004). De acuerdo a Campos *et al.* (2008b), 57 millones de toneladas anuales irían al océano. En menor grado aportan a la plataforma los ríos patagónicos, que en conjunto no exceden 2000 m³/s, destacándose co-

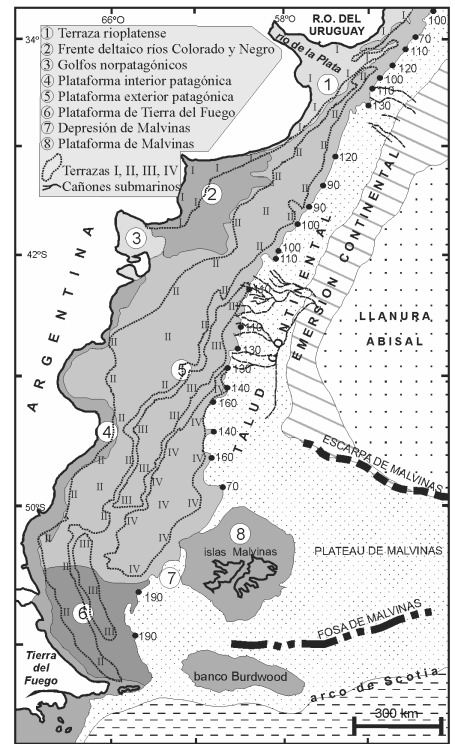


Figura 2: Mapa geomorfológico (modificado de Parker *et al.* 1996) con indicación de las profundidades del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud (puntos negros). Nótese en el talud la ubicación de los sistemas mayores de cañones submarinos.

mo más importantes los ríos Negro (858 m³/s), Santa Cruz (691 m³/s) y Colorado (131 m³/s) (Gaiero *et al.* 2002, 2003).

Tanto los procesos oceanográficos como los fluviales han variado a través del tiempo. Los cambios paleoceanográficos pueden sintetizarse a partir de la variabilidad en las temperaturas oceánicas y desplazamiento de las masas de agua entre los períodos glaciales e interglaciales. Estos cambios estuvieron significativamente influenciados durante la última glaciación por la transferencia de enormes volúmenes de agua desde las regiones marinas a las continentales donde se acumularon como masas de hielo, y en forma inversa por derretimiento de estos últimos durante las interglaciaciones. Según Fleming *et al.* (1998) esta fue la causa principal del cambio en el volumen de los océanos durante los últimos 20 ka. De acuerdo a CLIMAP (1981) las temperaturas superficiales del agua de mar en la región durante las épocas glaciales fueron entre 2 y 4°C

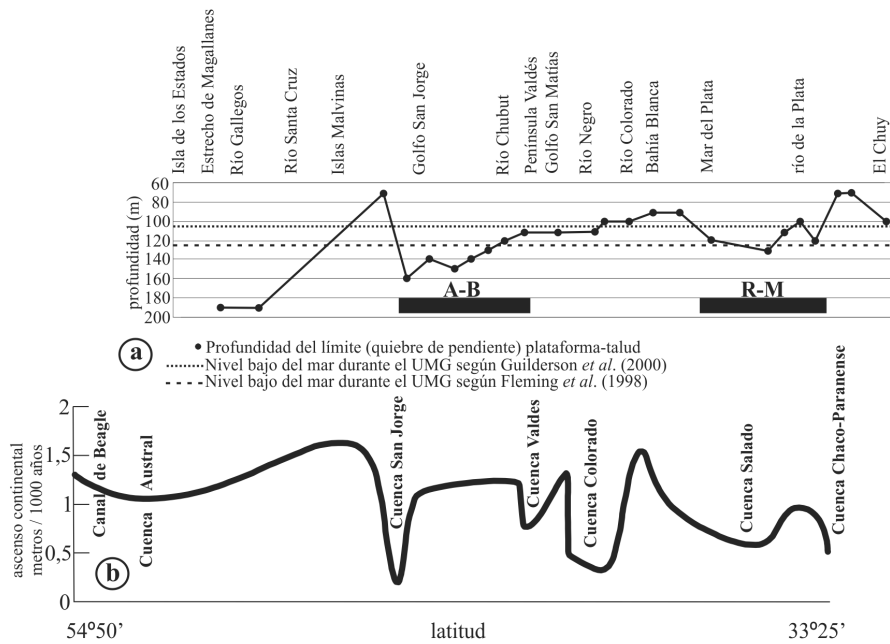


Figura 3: a) Perfil S-N a lo largo del quiebre de pendiente plataforma-exterio-talud. b) Curva de ascenso isostático relativo de Codignotto *et al.* (1993). R-M y A-B: zona influenciada por la actividad de los sistemas de cañones submarinos Río de la Plata-Mar del Plata y Ameghino-Alte. Brown respectivamente (para su ubicación ver figura 2).

menores que las actuales, mientras que Laprida *et al.* (2011) consideraron diferencias mayores (4 a 6 °C). Esas diferencias afectaron los procesos de evaporación de las aguas marinas y la circulación oceánica. Berger y Wefer (1996) postularon para la última época glacial una intensificación en la circulación y engrosamiento de las masas de agua de origen antártico en relación a las de las masas de aguas del Atlántico Norte que alcanzan la región. Paralelamente, la corriente de Malvinas se habría desplazado hacia zonas más profundas forzada por la disminución de la profundidad oceánica, a la vez que habría fluido con mayor intensidad con el consecuentemente desplazamiento de la zona de confluencia hacia el norte, conclusiones documentadas a través de estudios sobre caparzones de foraminíferos planctónicos contenidos en testigos marinos (Laprida *et al.* 2011, Groeneveld y Chiesi 2011) y de análisis sismoestratigráficos (Preu *et al.* 2013).

Los aportes fluviales durante épocas geológicas pasadas parecen haber sido más importantes que en tiempos recientes a juzgar por evidencias morfológicas en el continente de valles fluviales actualmente sobredimensionados respecto de la diná-

mica presente, que demuestran mayor tamaño y dinámica de los ríos. Como ejemplo, Kokot (2004) estimó que el río Santa Cruz tiene en la actualidad una descarga de 1/10 de aquella propia del Pleistoceno. Estas condiciones influyeron tanto en la ocurrencia de procesos erosivos más importantes en las antiguas redes fluviales que cruzaban la plataforma durante las etapas de niveles del mar bajos, como también mayor aporte sedimentario hacia las primitivas desembocaduras y zonas proximales de plataforma.

Variaciones del nivel del mar: La gran extensión de la plataforma continental argentina y sus regionalmente diferentes características hacen compleja la tarea de establecer una curva de variaciones relativas del nivel del mar como consecuencia de las complejas variables eustáticas, tectónicas e isostáticas que han intervenido en su evolución. Se han publicado mapas locales y regionales con posiciones de la línea de costa durante el Último Máximo Glacial basadas en el trazado de isobatas asignadas a la posición que el mar habría alcanzado durante su máximo retroceso (Tonni *et al.* 1999, Urien *et al.* 1993, Coronato *et al.* 1999, Cavallotto y Violante 2005, Ponce *et al.* 2011). Par-

ker *et al.* (1996) identificaron el borde de plataforma y acotaron sus profundidades sin hacer referencia a su relación con el Último Máximo Glacial. Diversos autores (ver recopilación en Violante y Parker 2000 y Cavallotto *et al.* 2004) han elaborado curvas en diferentes regiones, esencialmente centradas en la regresión marina de los últimos 6.000 años. Esas curvas evidencian la falta de coincidencia en los detalles de las fluctuaciones marinas, lo que puede considerarse como consecuencia de la influencia de factores locales (climáticos, isostáticos, etc.) en cada una de las regiones consideradas. Rostami *et al.* (2000) afirmaron que existen diferencias en el comportamiento de las regiones norte y sur de Patagonia, ya que las predicciones de las fluctuaciones del nivel del mar y los modelos de deglaciación coinciden para la primera pero no para la segunda, como consecuencia de la alta relación tierras emergidas/sumergidas dada por el excepcional ancho de la plataforma en el sur, como así también por la cercanía de Antártida y la influencia de los mantos de hielo patagónicos, y por la ocurrencia de procesos tectónicos vinculados a las zonas de subducción y tectónica del no tan alejado margen chileno. Algunos autores han cuantificado las variables regionales en la influencia sobre los cambios eustáticos. Hulton *et al.* (2002) determinaron que los hielos patagónicos aportaron 1,2 m de agua global al océano a consecuencia de su derretimiento postglacial. Irvins *et al.* (2000) establecieron -en base a modelos- que el aporte de Antártida al ascenso eustático global fue de 24,5 m, con un ajuste isostático de 1,5-2,5 mm/año, que se eleva a 6-9 mm/año cuando se aplican modelos digitales para el Último Máximo Glacial. Rignot *et al.* (2003) consideraron, sobre la base de modelos digitales, que los glaciares patagónicos contribuyen al nivel del mar con un 9% de los volúmenes globales de agua. La influencia de la tectónica e hidroisostasia se manifiesta en diversas regiones, y se han mencionado aún evidencias de neotectonismo en áreas submarinas (Kostadinoff 1985, Benavides Sosa 1988, Henkel *et al.* 2011). Codignotto *et al.*

(1992) infirieron un ascenso isostático a lo largo de la costa argentina de 0,12-1,63 m/ka decreciendo de sur a norte (a su vez mayor en las áreas de intercuenas que en las cuencas), con un ascenso total de 0,7 m/ka para los últimos 9,5 ka. Por el contrario, Rostami *et al.* (2000) realizaron un estudio basado en modelos obteniendo un ascenso isostático regional constante, sin diferencias entre cuencas e intercuenas, de 0,9 m/ka para los últimos 300 ka. Guilderson *et al.* (2000) elaboraron para la plataforma argentina una curva de variaciones del nivel del mar para el período postglacial basada en dataciones ^{14}C (AMS) de conchillas contenidas en 36 testigos. Esa curva es considerada por sus autores como eustática después de haber corregido los datos en un máximo de 45 m a partir de un modelo de compensación isostática/tectónica, decreciendo los valores de corrección desde el Último Máximo Glacial hasta el presente. Cuando se la compara con la curva eustática global de Fleming *et al.* (1998) se observa un desfase de unos 5 ka para el Último Máximo Glacial con 15 m de diferencia para el nivel del mínimo eustático (Fig. 4). Si bien no se cuenta con evidencias para explicar tales diferencias, debe considerarse que aún con las correcciones apropiadas por tectónica e isostasia, la plataforma continental argentina es un ámbito sumamente complejo por su asociación a diferentes tipos de márgenes, y por lo tanto deberían considerarse a futuro estudios más profundos a los fines de obtener información más precisa sobre las variables eustáticas e isostáticas. En efecto, Clark y Bloom (1979) consideraron a la plataforma continental argentina como un ejemplo de procesos hidroisostáticos. Rostami *et al.* (2000) agregaron que debe tenerse en cuenta el enorme ancho de la plataforma patagónica junto con el efecto de las mareas, como factores relevantes para definir la relación ente eustatismo e isostasia. Al inicio de la transgresión postglacial el nivel del mar habría llegado al menos a unos 105 m por debajo de su posición actual, o 150 m sin las correcciones aplicadas (Guilderson *et al.* 2000). A partir de allí ascendió a una velocidad de ~11-

12 mm/año (Cavallotto *et al.* 2004, Schnack *et al.* 2005), para luego decrecer el ritmo de ascenso a unos 9,4 mm/año a los 8,6 ka. Si bien la curva de Guilderson *et al.* (2000) no revela fluctuaciones significativas en la velocidad de ascenso durante el evento frío Younger Dryas, no se descarta su ocurrencia en la región, pudiendo no estar evidenciado debido a la carencia de un suficientemente denso número de muestras. Pero es indudable que la velocidad de ascenso del nivel del mar ha tenido fluctuaciones, evidenciadas en relictos de paleolíneas de costas actualmente sumergidas que muestran la posición estacionaria que el mar ha tenido en determinados momentos. La figura 5 muestra la posición de dos paleolíneas de costas a aproximadamente 115 y 95 m de profundidad (A y B en el mapa respectivamente), evidenciadas por su diseño en los registros de la sonda Parasound donde se revelan como geoformas cordoniformes longitudinales paralelas a las isobatas. Testigos extraídos durante campañas propias (Litoral Bonaerense I a VI entre 1987 y 2013, y Coring 2002) y de otras instituciones (Campañas Vema y Conrad del Lamont Doherty Earth Observatory, años 1959 a 1972) muestran en esos sectores niveles con altos contenidos de conchillas afines con depósitos litorales.

A los ~6 ka el nivel del mar llegó a su posición más alta. La edad de este nivel máximo es relativamente coincidente para las costas argentinas, aunque no son uniformes las alturas alcanzadas por el mar, las que fueron documentadas entre aproximadamente 2,5 y 6 m (ver compilación bibliográfica de las áreas sin evidencias de ascensos isostáticos en Violante y Parker 2000 y Cavallotto *et al.* 2004). A partir del máximo el mar bajó en forma discontinua, con momentos de descensos más rápidos o más lentos y aún de estabilidad, aunque muchas de estas fluctuaciones tampoco son coincidentes entre regiones. Existen evidencias de fluctuaciones muy rápidas de descenso y ascenso del nivel del mar (Laprida *et al.* 2007), algunas de ellas llevándolo aún por debajo de su posición actual (Gómez *et al.* 2006). Ponce *et al.* (2011) utilizaron modelos digitales pa-

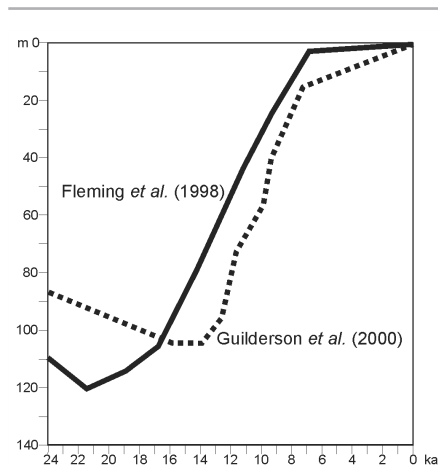


Figura 4: Comparación entre las curvas de variaciones del nivel del mar de Fleming *et al.* (1998) y Guilderson *et al.* (2000).

ra establecer mapas paleogeográficos que muestran diferentes posiciones de la línea de costa durante la transgresión (sobre la base de la curva eustática global de Fleming *et al.* 1998), determinando que el ascenso fue rápido al comienzo de la transgresión y considerando que a ~15,3 ka, cuando el nivel del mar estuvo a ~90 m por debajo de su posición actual, la gran llanura que estaba siendo inundada ya se había reducido a la mitad de su tamaño original. Conceptos similares fueron expresados por Kaiser y Lamy (2010). En la presente contribución se establecen posibles posiciones del nivel del mar en distintos momentos claves de la transgresión postglacial (Fig. 1).

Procedencia de sedimentos: La plataforma continental argentina recibe sedimentos terrígenos procedentes de dos áreas de aporte principales: la región andina y el escudo de Brasilia. No deben descartarse aportes menores de las Sierras Pampeanas y otras regiones del centro de Argentina. La región andina fue afectada por intenso volcanismo Mesozoico y Cenozoico, cuyos productos de erosión fueron transportados hacia el este por acción fluvial y eólica, esta última también interviniendo en la movilidad de cenizas volcánicas y materiales piroclásticos. Todos estos materiales fueron depositados y retransportados en las regiones pampeana y patagónica a través de diversos ciclos sedimentarios multigenéticos hasta que finalmente alcanzaron las costas y el mar (Violante y

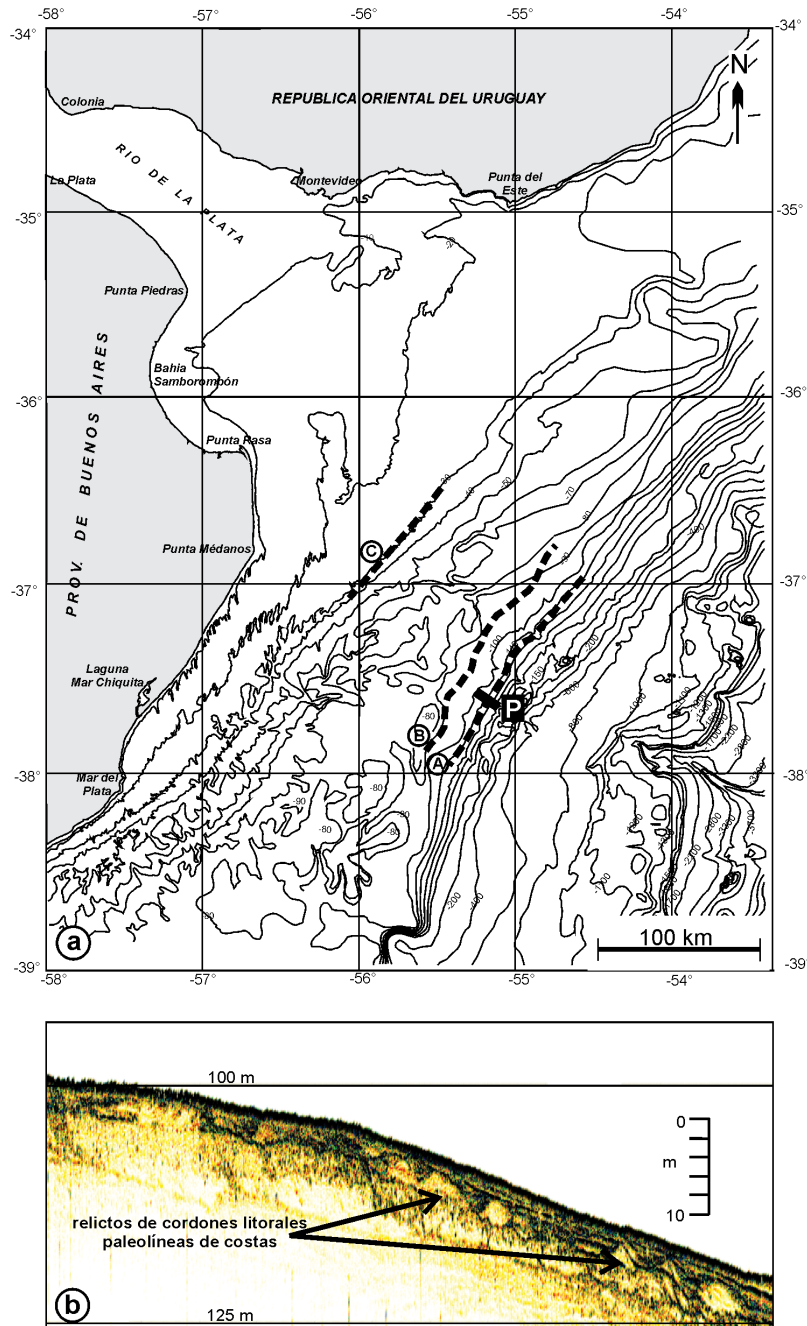


Figura 5: a) Paleolíneas de costas en la plataforma bonaerense (A = ~110 m; B = ~90 m; C = ~30 m) interpretadas a partir de registros de la sonda paramétrica Parasound obtenidos durante la Campaña B/O Meteor (Alemania) M78/3 (2009). b) Ejemplo de sonda Parasound en el que se observan rasgos asociados a paleolíneas de costas, algunas de las cuales se pudieron seguir regionalmente (las indicadas en a) y a su vez corroboradas por la composición litológica de testigos. La ubicación de este perfil se indica en a) con la letra P.

Rovere 2005 y citas allí incluidas). La asociación mineralógica resultante fue definida como asociación volcánico-piroclástica (Teruggi 1954, Etchichuri y Remiro 1963, Gelos *et al.* 1988). Por su parte, las regiones cratónicas de Uruguay y Brasil están constituidas por rocas ígneo-me-

tamórficas del Precámbrico y Paleozoico inferior así como basaltos jurásicos, cuyos productos de erosión son transportados por los ríos Paraná y Uruguay hacia el Río de la Plata y de allí llevados hacia la plataforma (Etchichuri y Remiro 1963, Berkowsky 1986). Debe considerarse que

por esta vía sólo llegan a la plataforma los excedentes de sedimentos que no quedan retenidos en el ámbito deltaico-estuarico del Río de la Plata. El límite sur de alcance de estos sedimentos en la plataforma fue establecido en 35°S (Etchichuri y Remiro 1963), aunque estudios posteriores señalan que llegarían más al sur (hasta 45°S) al menos en una de las terrazas descritas en la plataforma (Marcolini 2005, Marcolini y Bozzano 2007). No obstante la presencia de las dos asociaciones, el predominio de la primera es evidente en la mayor parte de la plataforma continental argentina, tal como queda documentado por la composición mineralógica a nivel regional (Marcolini 2005), como también por análisis isotópicos (Mahiques *et al.* 2008, Noble *et al.* 2012) y de mineralogía de arcillas (Campos *et al.* 2008a). El análisis petrográfico de fragmentos de rocas y rodados hallados en depósitos marinos del talud a más de 500 m de profundidad en las inmediaciones del cañón submarino Mar del Plata (38°S) reveló el predominio de materiales de procedencia bonaerense (Tandilia) y patagónica (Bozzano *et al.* 2011). Todas estas características se justifican por la pertenencia de las regiones costeras argentinas -en términos de procedencia de sus sedimentos- a la asociación andina (Potter 1994). El análisis de la concentración de elementos mayoritarios en sedimentos superficiales del margen continental argentino documenta, desde los aspectos geoquímicos, el origen terrígeno de los mismos (Frenz *et al.* 2004, Mahiques *et al.* 2008, Chiessi *et al.* 2009, Govin *et al.* 2012).

Dinámica sedimentaria: Dada la composición terrígena de los sedimentos que componen la plataforma, la dinámica sedimentaria debe ser considerada en forma integral abarcando tanto los procesos continentales que inciden en la costa como así también los litorales y marinos. Los sedimentos son introducidos en el sistema dinámico litoral desde el continente adyacente de diferentes maneras, tanto por transporte fluvial y eólico como por erosión costera, para ser posteriormente transferidos hacia la plataforma; no obstante, en el caso del transporte flu-

vial y eólico (este último incluyendo tanto el aporte de sedimentos por erosión eólica como también tefras y cenizas originadas en erupciones andinas) puede ocurrir un *bypass* que los lleve directamente hacia las zonas profundas sin estacionarse en el sistema litoral. Durante la transgresión postglacial estos procesos han ocurrido en cada etapa del ascenso eustático, con variantes en función de la velocidad de ascenso, factores climáticos, circulación oceánica, procesos litorales y cambios en los aportes sedimentarios. La transgresión postglacial actuó sobre un substrato Neógeno-Cuaternario poco consolidado provocando el progresivo barrido de su superficie por la acción erosiva de las olas y corrientes litorales con el consecuente rápido retroceso costero, manifestado a través de una alta tasa de erosión de la costa y transferencia de sedimentos hacia los fondos marinos adyacentes (Urien y Ewing 1974, Parker y Violante 1982, Violante y Parker 2000, 2004, Perillo *et al.* 2005, Parker *et al.* 2008). Los depósitos resultantes sobre la plataforma que se depositaron sobre la superficie de erosión (*ravinement*, Swift 1968), son palimpsestos o relictos de acuerdo a cómo hayan sido o no afectados por las condiciones hidrodinámicas.

El aporte total de sedimentos terrígenos a la plataforma por acción directa de los agentes de transporte fue estimado en 70×10^6 ton/año (Pierce y Siegel 1979, Gaiero *et al.* 2003), de los cuales 39×10^6 ton/año (56%) corresponden a erosión costera, 29×10^6 ton/año (41%) a transporte eólico y 2×10^6 ton/año (3%) a actividad fluvial. Isla y Cortizo (2005) estimaron valores muy distintos ($243,8 \times 10^6$ ton/año) para los sedimentos erosionados de los acantilados patagónicos e introducidos al mar, aunque sin duda deben considerarse importantes diferencias entre regiones, dependientes de factores locales. Las redes fluviales transportan hacia las zonas costeras volúmenes sedimentarios relativamente reducidos, ya que los ríos más pequeños tienen poca capacidad de transporte mientras que los más caudalosos generalmente desembocan en ambientes estuáricos que retienen bue-

na parte de los detritos. La mayor capacidad fluvial durante épocas pasadas está evidenciada no solamente por el tamaño desproporcionado de los valles en el continente respecto a los caudales actuales, sino también por la gran cantidad de gravas de origen glaciafluvial que tapizan la plataforma patagónica (Perillo y Kostadinoff 2005).

Las olas y mareas, especialmente bajo condiciones de tormenta, son capaces de removilizar grandes volúmenes de sedimentos (Perillo y Kostadinoff 2005), como queda documentado por los campos de ondas de marea que ocupan algunos sitios de la plataforma donde las velocidades son mayores (Servicio de Hidrografía Naval 1961, Urien y Ewing 1974, So *et al.* 1974, Perillo y Kostadinoff 2005). En relación al transporte por corrientes litorales, la circulación neta es hacia el norte, a excepción de células locales de circulación opuesta influenciada tanto por la morfología de la línea de costa como por los aportes fluviales. En el sector este de la provincia de Buenos Aires se midieron transportes netos hacia el norte de $0,563 \times 10^6$ m³/año (Lanfredi y Schmidt 1979), $1,15 \times 10^6$ m³/año (Galvin 1978) y $0,17-1,35 \times 10^6$ m³/año (Framiñan 1990).

Teniendo en cuenta la dinámica sedimentaria imperante en la plataforma, Violante (2004) siguiendo los conceptos de Swift (1976), la consideró como de régimen sedimentario pasivo de carácter autóctono. Algunas de las estructuras sedimentarias superficiales, como los complejos de bancos arenosos formados por el retroceso costero (*shoal retreat massif*, Swift 1976) con desarrollo de bancos alineados presentes en la plataforma interior norbonaerense (Parker *et al.* 1978, 1982, Swift *et al.* 1978, Parker y Violante 1982), son típicas de esos regímenes de sedimentación.

Por otra parte, los mecanismos de transferencia de sedimentos desde el borde exterior de la plataforma hacia el talud superior, y desde éste hacia los cañones submarinos, no están aún adecuadamente conocidos, principalmente si se considera que los cañones están en gran parte desconectados de la plataforma (Ewing y Lonardi 1971). Pierce y Siegel (1979) es-

timaron una transferencia de sedimentos hacia el talud de 17×10^6 m³/año. Al menos en el sector del talud bonaerense, el transporte sedimentario por procesos gravitacionales parece ser dominante (Hernández-Molina *et al.* 2009, Violante *et al.* 2010a, Krastel *et al.* 2011).

CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA

Se consideran aquí los aspectos estratigráficos cuaternarios de la plataforma continental argentina, así como los rasgos resultantes de la transgresión postglacial que le imprimieron sus características morfosedimentarias presentes.

Aspectos estratigráficos

La estratigrafía de los niveles superiores del subsuelo de la plataforma continental argentina está representada por secuencias sismoestratigráficas del Plioceno superior-Holoceno (Parker *et al.* 1999, 2008), cuya unidad más reciente corresponde al paquete sedimentario post-Último Máximo Glacial con una edad entre ~18 ka y el presente (Violante *et al.* 1992, Parker *et al.* 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004), definida como una secuencia depositacional (o unidad sismoestratigráfica) identificada mediante relevamientos sísmicos de alta resolución efectuados en las áreas marinas del este bonaerense. La secuencia se extiende desde el borde exterior de plataforma (y aún sectores del talud superior) hasta las llanuras costeras, estando limitada en su base por la superficie transgresiva mientras que su tope está representado por la superficie topográfica actual. Su espesor promedia los 5 a 10 m, siendo mayor en la plataforma bonaerense donde llega a 10-15 m y menor en la patagónica donde generalmente no excede los 5 m, teniendo aquí una distribución discontinua (Urien y Ewing 1974, Parker *et al.* 1996, 1997, Urien *et al.* 2003). La configuración sísmica interna de la secuencia es en general de carácter caótico y no transparente, indicando alto contenido de arena, aunque en aquellos lugares donde incrementa su proporción de fangos, como en ambientes estuáricos, es transpa-

rente o libre de reflexiones internas. El carácter litológico está corroborado por numerosos testigos que han atravesado la unidad, los cuales demuestran rasgos sedimentológicos de carácter relicto y palimpsestico representados principalmente por arenas y fangos de composición terrígena y silicoclástica con variable cantidad de fragmentos de conchillas (Urien y Ewing 1974, Parker *et al.* 1999, 2008).

Se reconocen tres cortejos depositacionales: de nivel de mar bajo, transgresivo y de nivel de mar alto.

El cortejo depositacional de nivel bajo es conocido a nivel regional de manera limitada por la escasez de estudios específicos en las zonas profundas de la plataforma. Son considerados como parte de este cortejo depositacional las concentraciones de sedimentos biogénicos que representan antiguas líneas de costas preservadas en muchos sectores de su borde exterior. Urien y Ewing (1974) y Violante *et al.* (en prensa) documentaron ambientes litorales en los sedimentos preservados en testigos extraídos en esas áreas, considerándolos como formados en tiempos cercanos al Último Máximo Glacial. Por su parte, antiguos depósitos deltaicos actualmente sumergidos, como los descritos por Urien *et al.* (1993) en el sur patagónico y por Spalletti e Isla (2003) y Melo *et al.* (2003) en el sur bonaerense, se asocian a este cortejo depositacional. También se vinculan a éste las unidades sismoestratigráficas progradantes compuestas por sedimentos fangosos halladas en diferentes posiciones en la parte más alta del talud superior a profundidades de unos 400 m (Violante *et al.* 2010b, Costa *et al.* 2012).

El cortejo depositacional transgresivo constituye la cobertura mayor de la plataforma, formada esencialmente por las arenas transgresivas que pasan a fangos en sectores costeros muy someros y semiprotegidos (Urien y Ewing 1974, Parker *et al.* 1996). En las regiones adyacentes al litoral bonaerense este cortejo depositacional está representado por sismofacies que denotan una estructura interna de disposición retrogradante (Parker *et al.* 1999, Violante *et al.* 2000, 2004, Costa *et al.* 2012), así como por los complejos de

bancos arenosos formados por el retroceso costero, los cuales contienen sistemas de bancos alineados asociados al retrabajo de las arenas transgresivas por los procesos litorales en el frente de costa (Swift *et al.* 1978, Parker *et al.* 1978, 1982, 2008, Urien *et al.* 1979).

El cortejo depositacional de nivel alto se desarrolla en las llanuras costeras, donde quedaron preservados los depósitos de cordones litorales, llanuras de mareas, estuarios y lagunas costeras formados cuando el mar alcanzó su nivel más alto entre 3 y 6 msnm hace ~6 ka, hallándose los mismos a cotas crecientes hacia el sur entre 3 m en la bahía Samborombón y 10 m en Tierra del Fuego, dependiendo esas diferencias del efecto producido por ajustes glacioisostáticos. En la plataforma interior se han hallado sismofacies agradantes asignadas a este cortejo depositacional (Costa *et al.* 2012).

El substrato pre-transgresivo

La transgresión postglacial transcurrió sobre una superficie que previamente constituía una extensa planicie subaérea con características morfológicas, hidrográficas, edafológicas y biológicas semejantes a las actuales regiones pampeana y patagónica, aunque bajo condiciones impuestas por los climas imperantes. Si bien el avance del mar modificó substancialmente aquella superficie, no borró totalmente los rasgos subaéreos previos que quedaron parcialmente preservados. De esta manera quedó determinada la superficie transgresiva que representa el substrato sobre el cual avanzó el mar, constituyendo en consecuencia un plano tiempo-transgresivo cuya evolución tuvo lugar entre el momento en que el nivel del mar ocupó su posición más baja durante el Último Máximo Glacial hasta que llegó a su máximo nivel hace ~6.000 años. Sus características son el resultado de: a) el relieve y constitución litológica del substrato; b) los procesos subaéreos durante etapas pre-transgresivas (costeros, fluviales, eólicos, lacustres, formación de suelos y procesos físico-químicos asociados como desecación y oxidación); c) velocidad y variabilidad del ascenso relativo del ni-

vel del mar; d) tipos de ambientes litorales desarrollados en diferentes regiones y su variabilidad a través del tiempo; e) balance erosión-depositación en cada etapa de la transgresión, el cual dependió de la dinámica litoral, la acomodación al nivel de base en ascenso y el aporte sedimentario. Violante y Parker (2000, 2004) describieron las posibles variantes reconocidas en los paleoambientes sedimentarios según la posición relativa del nivel del mar durante las diferentes etapas de la transgresión, pudiendo variar ellos desde ámbitos exclusivamente formados por sedimentos marinos en las partes más profundas de la plataforma a diferentes relaciones entre ambientes marinos, litorales y continentales a medida que las secuencias se acercan al continente. Los principales rasgos pre-transgresivos que se han reconocido en la plataforma son paleolíneas de costas, valles fluviales sumergidos, geoformas glaciogénicas, paleosuelos y otras evidencias de depósitos continentales.

Relieve: El relieve pre-transgresivo está conformado por la superficie de *ravinement* (Parker *et al.* 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004), la cual muestra evidencias de niveles aterrazados heredados de procesos erosivos posiblemente asociados a estabilizaciones momentáneas del nivel del mar durante transgresiones precedentes a la última (Costa *et al.* 2012). Esos relieves han quedado como relictos aún después del modelado final durante la transgresión postglacial.

Paleolíneas de costa: En el borde exterior de algunas de las terrazas de la plataforma se desarrollan acumulaciones sedimentarias relicto que revelan la presencia de antiguas líneas de costas hoy sumergidas. En la terraza Rioplatense, a 30 m de profundidad, relevamientos con sonar lateral y muestreos (Urien y Ewing 1974, Parker *et al.* 1999, 2008) revelaron geoformas cordoniformes paralelas a las isobatas compuestas por arenas gruesas, gravas y concentraciones de conchillas, asignadas a ese origen. Urien *et al.* (1993) mencionan dos paleolíneas de costa relicto en el sur patagónico a profundidades de 119 y 157 m asociadas a antiguos frentes deltaicos del río Santa Cruz y el estrecho de Maga-

llanes. El análisis realizado en la presente contribución permitió reconocer paleocostas a -95 y -115 m (Fig. 5). Violante *et al.* (en prensa) hallaron evidencias de una paleolínea de costa formada en un tiempo cercano al Último Máximo Glacial en base a dataciones ^{14}C avaladas por la posición topográfica y estratigráfica, preservada en un testigo ubicado a 100 m de profundidad en el borde de la plataforma del sur bonaerense, que recuperó una típica secuencia sedimentaria transgresiva formada por facies superpuestas (de abajo hacia arriba) de ambientes fluvio-estuariños, niveles de playas con cordones litorales y depósitos de plataforma. Esta interpretación está a su vez documentada por rasgos morfológicos cordoniformes compatibles con geofomas de origen litoral registrados en ecosondas de alta resolución.

Valles fluviales sumergidos: La superficie de la plataforma patagónica muestra rasgos morfológicos representativos de una red fluvial relictos en la cual es posible aún reconocer áreas con diferentes diseños de drenaje (Parker *et al.* 1996). Al norte de 40°S los cauces tienen una orientación subparalela entre sí y dirección al sureste hacia el talud. No se evidencia una conexión directa entre la mayoría de ellos y los sistemas de cañones submarinos. En la plataforma exterior adyacente al Río de la Plata, en cambio, no se hallaron evidencias de paleocauces (Krstel *et al.* 2011), siendo el único paleocauce conocido asociado a ese río el que bordea la costa uruguaya hasta el sur de Brasil a través de los Pozos de Fango (Urien y Ewing 1974). Al sur de 40°S, donde la plataforma se ensancha significativamente, las primitivas redes de drenaje tienen un diseño más caótico con numerosos distributarios y se dirigen hacia el sur para luego hacerlo hacia el sureste en las áreas más cercanas al talud. Entre 40 y 46°S algunos paleocauces podrían estar conectados con los sistemas de cañones submarinos, mientras que al sur de 46°S tienden a converger hacia la depresión de Malvinas (Fig. 2). En las regiones costeras los paleocauces muestran rasgos particulares, como los relictos de redes entrelazadas asociadas al

sistema deltaico hoy sumergido de los ríos Colorado y Negro, y el drenaje semiradial centrípeto en los golfos San Matías, Nuevo y San Jorge, lo que en este último caso estaría avalando el posible origen continental de los golfos como fuera considerado en base a otras evidencias por Mouzo *et al.* (1978), Ponce *et al.* (2011), Paterlini y Mouzo (2013) y Mouzo (2014). Ponce *et al.* (2011) considera que la gran extensión de las regiones emergidas durante la última época glacial favoreció una mayor distribución e integración de la red de drenaje, en la cual algunos ríos que hoy no están conectados entre sí (Colorado, Negro, Sauce Grande) pueden haber sido afluentes de algún río mayor en el ámbito de lo que hoy es la plataforma exterior. Bujalesky *et al.* (2004) y Giagante *et al.* (2008) documentaron paleocauces en el canal de Beagle y el estuario de Bahía Blanca respectivamente.

Geofomas glaciogénicas: El extremo sur de la cordillera andina fue cubierto por hielo durante las épocas glaciales. Debido a la estrechez del continente, la masa de hielos se extendió hacia las zonas costeras y dejó relictos de morenas y depósitos glaciogénicos y glaciifluviales sumergidos a profundidades de hasta 70 m en las áreas marginales de plataforma frente a Tierra del Fuego (Isla y Schnack 1995, Coronato *et al.* 1999, Mouzo 2005). Por su parte, sedimentos gravosos forman parte de la cobertura superficial de la plataforma al sur de 46°S (Urien y Ewing 1974, Urien *et al.* 1993, Parker *et al.* 1996, 1997, Perillo y Kostadinoff 2005) cuyo origen se asocia al retransporte y redepositación de sedimentos de origen glaciifluvial.

Paleosuelos y otras evidencias de depósitos continentales en la plataforma: En la plataforma bonaerense, a 80 m de profundidad, han sido descritos testigos que contienen probables niveles paleoedáficos documentados por el hallazgo de silicofitolitos en depósitos continentales intercalados entre sedimentos marinos (Osterrieth *et al.* 2008, Osterrieth *et al.* 2014). En áreas vecinas, como en la plataforma de Río Grande do Sul en el sur de Brasil, Martins y Martins (2004) hallaron evidencias de depósitos de turbas asociados a sedimen-

tos arcillosos continentales. Cione *et al.* (2005) documentaron el hallazgo de restos de un mastodonte a 45 m de profundidad aguas afuera de la desembocadura del Río de la Plata, incluido en sedimentos continentales posiblemente Lujanenses del Pleistoceno superior-Holoceno inferior. El hallazgo en las playas de restos fósiles de mamíferos terrestres cuaternarios ha sido asociado al retransporte de materiales extraídos del fondo marino por acción erosiva durante las transgresiones (Tonni y Cione 1999), como fuera también documentado en el sur de Brasil (Schiller Aires y Pereira Lopes 2012). Isla (2011) dio a conocer la presencia de restos de vegetación de ambiente de estepa dados en 11,130 años B.P., a 70 m de profundidad en el golfo San Matías.

Rasgos morfosedimentarios

La plataforma continental argentina está modelada en niveles aterrazados que se desarrollan a profundidades crecientes hacia el talud, a 25/35, 80/90, 110/120 y 130/150 m (Groeber 1938, 1948, Parker *et al.* 1997, Violante 2005, Perillo y Kostadinoff 2005). El cuadro 1 sintetiza los niveles y subniveles de terrazas y sus características morfosedimentarias. El cuadro 2 muestra los tipos litológicos, distribución y otros aspectos de la cobertura sedimentaria de la plataforma basado en las descripciones de Parker *et al.* (1997), mientras que el cuadro 3 indica los subambientes y regiones geográficas en los cuales pueden diferenciarse rasgos característicos de la plataforma.

Evolución de la plataforma continental argentina a partir del Último Máximo Glacial

Los rasgos morfosedimentarios de la plataforma continental argentina fueron adquiridos como resultado de la interacción de diversos factores como las fluctuaciones del nivel del mar, isostasia, clima, procesos oceanográficos, dinámica sedimentaria, y morfología y composición del substrato pre-transgresivo. El contexto geotectónico lo dio un margen continental con características predominantemente pasivas excepto en el extremo sur de Pa-

CUADRO 1: Niveles de terrazas (ampliado a partir de las descripciones de Parker *et al.* 1997 y Violante 2005).

Terraza	Extensión	Sub nivel -Prof.	Expresión morfosedimentaria
I	Longitud: 900 km al este de la región pampeana entre 35° y 42°S (interrumpida a la latitud de Mar del Plata). Ancho: 150 km en la boca del Río de la Plata y 100 km frente a Bahía Blanca.	A 30 m	Superficie mayor de la terraza. Sector norte (terrace Rioplatense): se extiende hasta Necochea, y en su sector septentrional está asociada a antiguas facies deltaicas del Río de la Plata (Parker <i>et al.</i> 1999, 2008, Violante y Parker 2000, 2004). Sector sur (Bahía Blanca-San Blas): asociado a antiguas facies deltaicas de los ríos Colorado y Negro (Spalletti e Isla 2003, Melo <i>et al.</i> 2003). También en reducidos sectores adyacentes a las costas patagónicas como en Puerto Deseado. Constitución sedimentaria: arenas finas a medianas. Concentraciones de conchillas en cordones elongados en borde exterior de terraza.
		B 50 m	Pequeño nivel aterrazado en la parte media del escalón exterior de la terraza Rioplatense.
		C 70 m	En la base del escalón exterior de la terraza. Frente a Bahía Blanca está desdibujada por facies deltaicas sumergidas de los ríos Colorado y Negro. Niveles equivalentes se desarrollan en sectores de la plataforma patagónica (península de Valdés, golfo San Jorge y <i>offshore</i> Tierra del Fuego).
II	Longitud: 2500 km entre el Río de la Plata y Tierra del Fuego (35° a 55°S). Ancho máximo de 200 km.	D 80 m	Terraza muy extensa, muy bajo gradiente y escaso relieve, alcanza su mayor expresión entre Mar del Plata y península de Valdés. Cubierta por arenas finas a muy finas algo limoarcillosas, gris verdoso oscuras.
		E 90 m	Rampa de suave pendiente extendida al sur de península de Valdés, adquiere su mayor expresión y configuración subhorizontal al sur del río Santa Cruz. Cubierta por arenas finas a muy finas algo fangosas de colores muy oscuros.
		F 100 m	Muy extensa y subhorizontal, disectada por canales y surcos erosivos que representan una antigua red fluvial parcialmente obliterada por depósitos modernos. Cobertura de arenas finas a medianas con concentraciones de gravas en la región <i>offshore</i> del sur de Patagonia.
III	Longitud: 1200 km entre 43 y 54°S. Ancho máximo de 100 km.	110-120 m	Relieve muy uniforme con evidencias de posible red fluvial relicto. A esta profundidad se manifiestan pequeños escalones frente al Río de la Plata, sin desarrollar importantes expresiones regionales. Cobertura de arenas bioclásticas y gravas de posible origen glacialfluvial.
IV	Longitud: 200 km al oeste de las Islas Malvinas (46° a 52°S). Ancho: 100 km.	130-150 m	Reducida expresión regional. A esta profundidad se manifiestan pequeños escalones frente al río de la Plata, sin desarrollar importantes expresiones regionales. También cubierta por arenas bioclásticas y gravas.

tagonia. El proceso condicionante más relevante fue la transgresión postglacial, responsable de la configuración final de la plataforma, sus terrazas y su cobertura sedimentaria. La figura 1 muestra diferentes posiciones de la línea de costa durante esa transgresión estimadas en base al diseño de las isobatas, aunque se es consciente que en el extremo sur patagónico las mismas pueden haber sufrido algún efecto por ajuste isostático. El origen y modelado de las terrazas es asociado a interrupciones en la velocidad de ascenso del nivel del mar con la consiguiente estabilización de la línea de costa por tiempos relativamente prolongados, permitiendo el modelado de una superficie erosiva que conforma la base de cada terraza (Parker *et al.* 1997, Violante 2005, Perillo y Kostadinoff 2005, Ponce *et al.* 2011). También en Brasil, la presencia de terrazas en la plataforma ha sido asociada a los mismos procesos (ej.: Correa 1996, Mahiques *et al.* 2010). La configuración de las isobatas en la figura 1 permite interpretar que dadas las

características morfológicas de la plataforma, mucho más ancha y profunda en la región adyacente a Patagonia que en la bonaerense, su inundación se produjo más rápidamente en la primera que en la segunda. Esto estaría asociado además a procesos costeros energéticos más intensos (olas y mareas) en la plataforma patagónica, lo que habría colaborado con la conformación de un perfil cóncavo de su superficie y consecuentemente habría sido expuesta a una más rápida inundación. Para los aproximadamente 13 ka, cuando el nivel del mar se encontraba a 90/100 m de profundidad (probablemente cerca de la base de la terraza II), la plataforma bonaerense estaba aún prácticamente descubierta en su totalidad, mientras que la norpatagónica se había reducido a la mitad y la sur patagónica estaba sumergida quizás en más del 80 % de su superficie actual. La irregularidad en el trazado de la isobata de 100 m (Fig. 1) indica posiblemente la existencia por aquel entonces de desembocaduras de redes fluviales más

importantes que la de la actualidad. Para los 11 ka, durante un nivel del mar situado a unos 70 m por debajo del actual (base del escalón exterior de la terraza I), la mitad de la superficie expuesta a los 13 ka ya se había inundado. Si bien se discrepa con las edades de cada etapa de posición del nivel del mar establecidas por Ponce *et al.* (2011), básicamente por haberse considerado para el análisis comparativo dos curvas diferentes, las características del ascenso glacioeustático y de la resultante sobre la superficie de la plataforma son esencialmente similares. Aquellos autores describieron además con cierto detalle la configuración de las áreas continentales e insulares expuestas a condiciones subaéreas al momento de algunas posiciones claves del nivel del mar. En el caso de la terraza rioplatense (II), la comparación entre la profundidad de su base con la curva eustática relativa construida por Guilderson *et al.* (2000) señala una notoria coincidencia con la edad del evento frío Younger Dryas (Vio-

CUADRO 2: Tipos sedimentarios (ampliado a partir de las descripciones de Parker *et al.* 1997).

Tipo	Area	Descripción	Distribución regional	Morfologías	Origen
Arena	65 %	Arenas finas a medianas. Arena gruesa y muy fina subordinada. Bioclásticos subordinados. Sedimentos sueltos, texturalmente maduros, moderados a bien seleccionados, colores amarillentos, castaños y grisáceos.	Offshore norte y centro de Patagonia: fracciones finas a medianas. Offshore región pampeana y Tierra del Fuego: fracciones medianas a gruesas. Áreas costeras semicerradas (Río de la Plata, Bahía Blanca, golfos norpatagónicos): arenas muy finas parcialmente fangosas.	En general: mantos arenosos. En cabo San Antonio: relictos de barreras litorales y cordones de playas, dunas subácueas y bancos alineados formados por acción de corrientes de marea. Bahía Blanca-golfo San Matías: dunas subácueas gigantes. Desembocaduras de Río de la Plata y Colorado: sistemas deltaicos sumergidos.	Sedimentos terrígenos de carácter relictico a palimpsestico.
Conchillas	12.5 %	Conchillas fragmentadas y enteras (hasta varios cm), restos de pelecípodos, braquiópodos, artrópodos, peces, equinoideos. Sedimentos sueltos, semiconsolidados o cementados (a veces coquinas).	Al norte de 43°S.	Cordoniformes	Antiguas líneas de playas a diferentes profundidades (hasta el borde de plataforma) asociadas a fluctuaciones del nivel del mar.
Gravas	12.5 %	Rodados de hasta varios cm de diámetro, composiciones muy variadas.	Offshore de la desembocadura de ríos patagónicos y en gran parte de plataforma del sur patagónico.	No evidente.	Depósitos glaci-fluviales por acción glacial en Patagonia durante épocas glaciales.
Fangos	8 %	Arcillas y limos, frecuentemente con altas concentraciones de materia orgánica. Predominantemente cohesivos, colores gris verdoso oscuro.	En ambientes costeros semicerrados (estuarios, bahías, golfos)	No evidente.	Deposición en ambientes de muy baja energía.
Sedimentitas y rocas	2 %	Afloramientos del sustrato	Muy saltuario.	En muchos casos constituyen elevaciones significativas del fondo.	Relictos del sustrato pre-transgresivo.

lante 2005). Este evento habría inducido a una interrupción en el ascenso progresivo del nivel del mar cuando este se hallaba a unos 70/80 m por debajo de su posición actual, con el consecuente incremento en los procesos erosivos y labrado de la superficie de la terraza situada por debajo de ese nivel (III). Ponce *et al.* (2011) concuerdan, en base a la aplicación de modelos digitales, con la edad de ~11 ka para la terraza I (Cuadro 4). Es de destacar que en Brasil también se ha hallado un nivel de terraza correspondiente a una estabilización del nivel del mar ocurrida a 11 ka que ha sido relacionado probablemente al Younger Dryas (Mahiques *et al.* 2010). Una vez reiniciado el ascenso del mar, la capacidad erosiva no fue suficiente para modificar substancialmente la morfología de la terraza. Cuando el nivel del mar alcanzó una posición alrededor de los 20 m por debajo de la posición actual, aproximadamente a los 8,6 Ka, en estrecha coincidencia con un nuevo decrecimiento en la velocidad de ascenso (Cavallotto *et al.* 2004), la superficie de la terraza I fue nivelada por la acción persis-

tente de la ola y cubierta por sedimentos resultantes del retrabajo del sustrato.

Con respecto a las terrazas II, III y IV, el momento de su labrado no puede aún precisarse en detalle. El cuadro 4 muestra las posibles edades de las mismas según diferentes autores en base a evidencias no corroboradas con dataciones, siendo las diferencias mayores con la edad. Aunque este análisis necesita mayor investigación, hay consenso en que el modelado de las terrazas se asocia esencialmente a las inestables condiciones climáticas y posibles rápidas respuestas del nivel del mar a las mismas durante los milenios iniciales de la transgresión postglacial, previo a la estabilización climática que caracterizó al Holoceno. En el caso de la edad asignada por Violante (2005) a la terraza II, es coincidente con el momento de ocurrencia de la Reversión Fría Antártica (*Antarctic Cold Reversal*, McCulloch *et al.* 2000, Labeyrie *et al.* 2003), aunque se desconoce si ésta puede haber producido alguna fluctuación significativa del nivel del mar al menos en áreas proximales (*near-field sites*) o intermedias (*intermediate-field sites*) en relación a las

regiones englazadas. Debe considerarse que el modelado de las terrazas II, III y IV, a diferencia de la I, podría haber estado parcialmente influenciado por reajustes isostáticos al desarrollarse en regiones del sur de Patagonia, donde las glaciaciones y sus efectos glaciostáticos fueron importantes durante el Cuaternario. A su vez, y como lo mencionan Perillo y Kostadinoff (2005), las terrazas más profundas contienen sedimentos más gruesos que aquellas más someras, hecho compatible con la mayor dinámica fluvial y capacidad de transporte hacia la plataforma en tiempos cercanos a la última glaciación.

Otra característica significativa es que las terrazas más antiguas y profundas tienen su mayor desarrollo en el sur y van perdiendo significación morfológica hacia el norte, mientras que por el contrario, la terraza I muestra su mayor expresión al norte (Figs. 1 y 2). Esto estaría relacionado por un lado a la influencia en la terraza I de aportes fluviales y alta dinámica sedimentaria a través de los ríos de la Plata, Colorado y Negro, los cuales desarrollaron grandes sistemas deltaicos que sin

CUADRO 3: Subambientes y regiones geográficas de la plataforma.

Subambientes de plataforma		
Interior	De la línea de costa hasta 30 m.	Sedimentos ajustados a las actuales condiciones hidrodinámicas (palimpsestos). Formas de fondo activas influenciadas por sedimentación costera, corrientes litorales, olas y mareas (macizos de retroceso costero, bancos alineados, dunas subácuas). Este subambiente está mejor definido en la terraza Rioplatense.
Media	Entre 30 y 90 m.	Áreas sedimentológicamente más estables con baja movilidad de sedimentos (relictos). Gran parte de la plataforma patagónica es de este tipo.
Exterior	Entre 90 m y el borde exterior de plataforma.	Dinámica sedimentaria asociada a la transición plataforma-talud. Dominan corrientes de borde y procesos gravitacionales propios del talud superior, e influenciados por cabeceras de cañones submarinos.
Regiones geográficas diferenciadas por los procesos dominantes		
Norte	De la línea de costa hasta 30 m.	Domina actividad fluvial por sobre los procesos marinos por la influencia del Río de la Plata, activo desde el Plioceno. Los efectos por acción de olas son subordinados. Fuera de la zona dominada por el Río de la Plata se desarrollaron, durante etapas de nivel del mar más bajo que la actual, costas de barreras litorales con extensas playas, llanuras de mareas y lagunas costeras.
Central	Entre 30 y 90 m.	Predominio de la acción de la ola al norte y de mareas al sur. La influencia fluvial es menor y solamente de importancia local como proveedor de sedimentos a la plataforma. El retroceso costero ocurrió como resultado del balance entre las variaciones glacioeustáticas y el ascenso isostático, que modelaron una superficie de <i>ravinement</i> (Swift 1968) cubierta por arenas relicto. Estos sedimentos relicto provienen del retrabajo de ambientes costeros desarrollados durante etapas de bajo nivel del mar, representados por sistemas de barreras arenosas y lagunas costeras fangosas con arenas gruesas y gravas en las desembocaduras fluviales, en parte caracterizadas por deltas, y fangos en los ámbitos semicerrados dominados por estuarios y llanuras mareales. Un rasgo importante de este segmento lo representan los cañones submarinos del talud adyacente, que debe suponerse estaban muy activos durante el Último Máximo Glaciar cuando los procesos costeros se ubicaban cerca de sus cabeceras.
Sur	Entre 90 m y el borde exterior de plataforma.	Predominio de mareas por sobre las olas. El sector continental adyacente experimentó parcial cobertura de hielos durante épocas glaciales, los glaciares alcanzaron posiciones cercanas a la costa durante etapas de mar bajo (Isla y Schnack 1995, Rostami <i>et al.</i> 2000, Mouzo 2005, Coronato <i>et al.</i> 2008, Ponce <i>et al.</i> 2011) y la plataforma fue parcialmente cubierta por depósitos glaciafluviales.

CUADRO 4: Edades propuestas para las terrazas (tomado de Violante 2005 y Ponce *et al.* 2011).

Terraza	Profundidad del tope de la terraza	Edad (Violante 2005)	Edad (Ponce <i>et al.</i> 2011)
TI	25-30 m, base a 70 m	11 ka (Younger Dryas?)	11 ka
TII	85-95 m	12-13 ka (Antarctic Cold Reversal?)	15 ka
TIII	110-120 m	14-15 ka	22 ka
TIV	130-150 m	16-18 ka	1 Ma (Gran Glaciación Patagónica)

duda deben haber aportado a la configuración morfosedimentaria de la terraza. Por otra parte debe considerarse el efecto erosivo en la transición plataforma-talud en la región norte, mucho más asociado a procesos turbidíticos y dinámica de cañones submarinos con posible erosión retrocedente y destrucción de las terrazas marinas más profundas, que en la región sur donde los procesos dominantes en el talud son longitudinales (Hernández Molina *et al.* 2009) y no parecen afectar mayormente a la plataforma exterior.

La variabilidad en la profundidad del borde exterior de la plataforma es uno de los aspectos más interesantes de la configuración morfológica regional (Figs. 2 y 3). Southard y Stanley (1976) y Pratson *et al.*

(2007), entre otros, sintetizaron la complejidad de las variables que intervienen en el modelado de ese rasgo, entre las que se cuentan procesos estructurales, isostáticos, eustáticos, oceanográficos, sedimentarios y dinámica sedimentaria continental, litoral y marina profunda, y aún biológicos, todos ellos actuando de manera diferencial durante etapas de posiciones variables del nivel del mar. Un análisis comparativo entre la curva que señala el borde de plataforma con la curva de ascenso isostático relativo construida por Codignotto *et al.* (1993) (Fig. 3), revela que las zonas donde el borde de plataforma se encuentra más recortado y a mayor profundidad son coincidentes con las áreas de menor ascenso isostático (cuencas). A

su vez, son adyacentes a las áreas con gran desarrollo de cañones submarinos en el talud pertenecientes a los sistemas Alte. Brown y Ameghino (entre golfo San Jorge y península Valdés) y Río de la Plata (frente al litoral del este bonaerense al norte de Mar del Plata). Estas conclusiones preliminares indican que una combinación de complejos procesos entre los cuales se destaca la actividad fluvial durante la exposición subaérea de la plataforma, sumada al ajuste isostático y la erosión retrocedente en el talud superior asociada a grandes procesos erosivos profundos vinculados al funcionamiento de sistemas de cañones submarinos, han sido relevantes en la configuración del borde exterior de la plataforma.

CONCLUSIONES

La plataforma continental argentina muestra diversas características geológicas como resultado de su emplazamiento en diferentes contextos geotectónicos, oceanográficos y sedimentarios. Aunque es considerada como una típica platafor-

ma de margen pasivo, sus rasgos morfológicos, sedimentarios y evolutivos, evidenciados por la sucesión y variabilidad de los rasgos morfosedimentarios y por las diferentes profundidades de su borde exterior, son sumamente complejos y revelan la necesidad de profundizar su conocimiento, más aún teniendo en cuenta la disparidad en la información con la que se cuenta en diferentes regiones. La plataforma evolucionó bajo la interacción de factores eustáticos, isostáticos, geotectónicos, morfosedimentarios, oceanográficos y dinámica sedimentaria, predominando los endógenos en las etapas evolutivas iniciales para pasar a dominar los exógenos durante el Cenozoico. Los aportes que surgen del análisis integral realizado en la presente contribución son los siguientes: Se presenta un mapa batimétrico que incluye posibles paleolíneas de costas formadas durante la transgresión postglacial en momentos de estabilizaciones temporarias del nivel del mar. Estudios batimétricos, de sísmica de reflexión y el análisis de testigos documentan la presencia de paleolíneas de costas en el litoral bonaerense a profundidades de 30, 70, 95 y 115 m. Estas evidencias, sumadas a las documentadas por otros autores, revelan la compleja dinámica de la plataforma y confirman que su cobertura sedimentaria es el resultado de una sucesión ininterrumpida de numerosas paleolíneas de costas formadas durante todo el proceso transgresivo postglacial, parcialmente re-trabajadas aunque en muchos casos preservadas.

Se establecen diferencias entre la curva eustática global de Fleming *et al.* (1998) y la local de Guilderson *et al.* (2000). Si bien estos últimos autores han introducido correcciones por efectos hidroisostáticos, se considera que la extensión de la plataforma y sus variables regionales deben ser analizadas con mayor profundidad y con el aporte de más dataciones radiocarbónicas, a fin de refinar la curva para la plataforma continental argentina.

La plataforma se profundiza de norte a sur, en la medida que las terrazas de menor profundidad tienen su mayor desarrollo en las regiones bonaerense y extremo

norte patagónico y las de mayor profundidad hacia el centro y sur de Patagonia. Esto a su vez se traduce en una profundización creciente tanto del frente de costa como del borde exterior en transición al talud. El ajuste isostático postglacial y posible basculamiento de la plataforma ha de haber incidido en esa configuración. En el caso de este borde exterior, aún dentro de una marcada tendencia de profundización hacia el sur, muestra irregularidades y desniveles cuyo modelado parece estar asociados tanto a la configuración heredada de la disposición de las áreas de cuencas e intercuenas transversales al margen como al efecto morfosedimentario asociado a la erosión retrocederte de cañones submarinos, sumado a la actividad fluvial durante el último nivel bajo del mar. Estos procesos influyeron en que la plataforma adquiriera perfiles morfológicos diferentes, convexo al norte y cóncavo al sur.

El sector norte (bonaerense) de la plataforma manifiesta en su sector exterior mayor participación de procesos erosivos que el sector patagónico, a juzgar por la disposición que presentan allí las terrazas más profundas que se encuentran profundamente recortadas. El predominio de procesos erosivos profundos en el talud de esta región podría tener efectos sobre la conformación de la plataforma.

AGRADECIMIENTOS

La presente contribución es parte del Proyecto Marco denominado "MARGEN" (Reconocimiento Geológico Geofísico del Margen Continental Argentino) llevado a cabo en el Servicio de Hidrografía Naval, a través de los Proyectos MINCYT-ANPCYT-PICT 2003-14417 (2005-2010) y 2010-0953 (iniciado en 2012), así como de los proyectos internacionales IGCP 526 e INQUA 1202. Se expresa un profundo reconocimiento al personal técnico de la Sección Geología Marina del Servicio del Hidrografía Naval, Sres. Horacio C. Martínez y Alejandro J. de León, por la invalorable colaboración de tantos años en tareas de campaña, laboratorio y gabinete. La batimetría de la plataforma re-

presentada en la figura 1 fue arduamente elaborada en los años '80 por el Técnico Héctor Canilla del Servicio de Hidrografía Naval. Por otra parte se expresa el agradecimiento a los colegas de Alemania Dres. Volkhard Spiess, Benedict Preu (ambos de MARUM - Universidad de Bremen) y Sebastian Krastel (Instituto de Ciencias de la Tierra - Universidad de Kiel) por facilitar los registros de la sonda Parasound. También se agradece a los revisores anónimos y editores de la Revista (Dres. Pablo Pazos y Diego Kietzmann) por los comentarios y sugerencias que permitieron mejorar substancialmente el trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ariztegui, D., Bianchi, M.M., Massafiero, J., Lafargue, E. y Niessan, F. 1997. Interhemispheric synchrony of late-glacial climatic instability as recorded in proglacial Lake Mascardi, Argentina. *Journal of Quaternary Science* 12: 133-138.
- Benavidez Sosa, A. 1988. Sismicidad y sismotectónica en Uruguay. *Física de la Tierra* 10: 167-186.
- Berger, W.H. y Wefer, G. 1996. Expeditions into the past: Paleoceanographic studies in the South Atlantic. En Wefer, G. Berger, W.H., Siedler, G. y Webb, D.J. (eds.) *The South Atlantic, Present and Past Circulation*. Springer: 363-410. Berlin-Heidelberg.
- Berkowsky, F. 1986. Arenas del Río de la Plata: una excepción a la relación entre composición de areniscas y la tectónica de placas. *Primera Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes*: 263-266, La Plata.
- Bozzano, G., Violante, R.A. y Cerredo, M.E. 2011. Middle slope contourite deposits and associated sedimentary facies of NE Argentina. *Geo-Marine Letters* 31: 495-507.
- Bujalesky, G., Aliotta, A. e Isla, F.I. 2004. Facies del subfondo del canal Beagle, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59: 29-37.
- Campos, E.J.D., Mulkherjee, S., Piola, A. y de Carvalho, F.M.S. 2008a. A note on the mineralogical analysis of the sediments associated with the Plata River and Patos Lagoon outflows. *Continental Shelf Research* 28: 1687-1691.
- Campos, E.J.D., Piola, A.R. y Matano, R.P.

- 2008b. PLATA: a synoptic characterization of the southwest Atlantic shelf under influence of the Plata river and Patos lagoon outflows. *Continental Shelf Research* 28: 1551-1555.
- Cavallotto, J.L. y Violante, R.A. 2005. Geología y Geomorfología del Río de la Plata. En de Barrio, R.E. de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. y Llambías, E. (eds.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. 16º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 237-254, La Plata.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A. y Parker, G. 2004. Sea level fluctuations during the last 8600 yrs in the Río de la Plata (Argentina). *Quaternary International* 114: 155-165.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A. y Hernández Molina, F.J. 2011. Geological aspects and evolution of the Patagonian continental margin. *Biological Journal of Linnean Society* 103: 346-362.
- Chiessi, C.M., Mulitza, S., Pätzold, J., Wefer, G. y Marengo, J.A., 2009. Possible impact of the Atlantic Multidecadal Oscillation on the South American summer monsoon. *Geophysical Research Letters* 36: L21707.
- Cione, A.L., Tonni, E.P. y Dondas, A. 2005. A mastodon (Mammalia, Gomphotheriidae) from the Argentinian Continental Shelf. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monashefte* 10: 614-630.
- Clapperton, C. 1993. *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier, 779 p., Amsterdam.
- Clark, J.A. y Bloom, A.L. 1978. Hydro-isostasy and Holocene emergence of South America. *International Symposium on Coastal Evolution, Proceedings*: 41-60, San Pablo.
- CLIMAP (Climate: Long Range Investigation, Mapping, and Prediction Project Members) 1981. Seasonal Reconstruction of the Earth's Surface at the Last Glacial Maximum. *Geological Society of America, Map and Chart Series, MC-36*: 1-18.
- Codignotto, J.O., Kokot, R.R. y Marcomini, S.C. 1992. Neotectonism and sea-level changes in the coastal zone of Argentina. *Journal of Coastal Research* 8: 125-133.
- Codignotto, J.O., Kokot, R.R. y Marcomini, S.C. 1993. Desplazamientos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48: 125-132.
- Compagnucci, R.H. 2011. Atmospheric circulation over Patagonia from the Jurassic to present: a review through proxy data and climatic modeling scenarios. *Biological Journal of Linnean Society* 103: 229-249.
- Coronato, A.M.J., Salemme, M. y Rabassa, J. 1999. Paleoenvironmental conditions during the early peopling of Southernmost South America (Late Glacial-Early Holocene, 14-8 ka BP). *Quaternary International* 53/54: 77-92.
- Correa, I.C.S. 1996. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plateforme continentale du Rio Grande do Sul - Brésil. *Marine Geology* 130: 163-178.
- Costa, I.P., Cavallotto, J.L., Violante, R.A. y Paterlini, C.M. 2012. Sismoestratigrafía del Pleistoceno Superior-Holoceno de la Plataforma Continental Bonaerense. XIII Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 58-59, Salta.
- D'Onofrio, E., Fiore, M. y Romero, S. 1999. Return periods of extreme water levels estimated for some vulnerable areas of Buenos Aires. *Continental Shelf Research* 19: 1681-1693.
- Dragani W.C., Martin, P.B., Campos, M.I. y Simionato, C.G. 2010. Are wind wave heights increasing in south-eastern South American continental shelf between 32°S and 40°S?. *Continental Shelf Research* 30: 481-490.
- Etchichuri, M.C. y Remiro, J.R. 1963. La corriente de Malvinas y los sedimentos pampeano-patagónicos. *Comunicaciones Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Ciencias Geológicas* 1: 1-11.
- Ewing, M. y Lonardi, A.G. 1971. Sediment Transport and Distribution in the Argentine basin. 5. En Ahrens, L., Press, F., Runkorn, S.K y Urey, H.C. (eds.) *Sedimentary structure of the Argentine Margin, Basin, and related provinces*. Pergamon Press, Physics and Chemistry of the Earth 8: 125-251, Oxford.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwart, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K. y Chappell, J. 1998. Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science Letters* 163: 327-342.
- Frañan, M. 1990. Transporte de sedimentos en Pinamar, Provincia de Buenos Aires. 2 Jornadas de Oceanografía Física y 16 Reunión Científica, Resúmenes: 15, Bahía Blanca.
- Franke, D., Neben, S., Ladage, S., Schreckenberger, B. y Hinz, K. 2007. Margin segmentation and volcano-tectonic architecture along the volcanic margin of Argentina/Uruguay, South Atlantic. *Marine Geology* 44: 46-67.
- Frenz, M., Höppner, R., Stuut, J.-B.W., Wagner, T. y Henrich, R. 2004. Surface sediment bulk geochemistry and grain-size composition related to the oceanic circulation along the South American Continental Margin in Southwest Atlantic. En Wefer, G. Wefer, G., Mulitza, S. y Ratmeyer, V. (eds.) *The South Atlantic in the Late Quaternary*. Springer: 347-373, Berlin-Heidelberg.
- Gaiero, D.M., Probst, J.-L., Depetris, P.J., Lelyter, L. y Kempe, S. 2002. Riverine transfer of heavy metals from Patagonia to the southwestern Atlantic Ocean. *Regional Environmental Change* 3: 51-64.
- Gaiero, D.M., Probst, J.L., Depetris, P.J., Bidart, S.M. y Leleyter, L. 2003. Iron and other transition metals in Patagonian riverborn and windborne materials: geochemical control and transport to the South Atlantic Ocean. *Geochimica et Cosmochimica* 67: 3603-3623.
- Galvin, C. 1978. Sediment transport in the Punta Médanos área. OEA, Organización de los Estados Americanos (Inédito), 28 p., Buenos Aires.
- Gelós, E.M., Spagnuolo, J.O. y Lizasoain, G.O. 1988. Mineralogía y caracterización granulométrica de sedimentos actuales de la Plataforma Argentina entre los paralelos 39° y 43° de latitud sur y del golfo San Matías. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 63-79.
- Giagante, D.A., Aliotta, S. y Ginsberg, S.S. 2008. Análisis sismoestratigráfico de paleocanales en el subsuelo marino del estuario de Bahía Blanca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 65-75.
- Giberto, D.A., Bremec, C.S., Acha, E.M. y Mianzán, H.W. 2004. Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Río de la Plata estuary and adjacent shelf waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 1-13.
- Glorioso, P.D. y Flather, R.A. 1997. The Patagonian Shelf tides. *Progress in Oceanography* 40: 263-283.
- Gómez, E.A., Martínez, D.E., Borel, C.M., Guerstein, G.R. y Cusminsky, G.C. 2006. Negative sea level oscillation in Bahía Blanca Estuary related to a global climatic change around 2650. *Journal of Coastal Research* 39: 181-185.

- González, M.A., Panarello, H.O., Marino, H. y Valencio, S.A. 1983. Niveles marinos del Holoceno en el estuario de Bahía Blanca (Argentina). Isótopos estables y microfósiles calcáreos como indicadores paleoambientales. Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar durante el último Hemisiclo Deglacial en la Argentina. Programa Internacional de Correlación Geológica, IGCP 61, Actas: 48-68, Mar del Plata.
- Govin, A., Holzwarth, U., Heslop, D., Keeling, L.F., Zabel, M., Mulitza, S., Collins, J.A. y Chiessi, C.M., 2012. Distribution of major elements in Atlantic surface sediments (36°N-49°S): Imprint of terrigenous input and continental weathering. *G3 Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 13: Q01013.
- Groeber, P. 1938. Mineralogía y Geología. Espasa-Calpe Argentina, 492 p., Buenos Aires.
- Groeber, P. 1948. Las plataformas submarinas y su edad. *Revista Ciencia e Investigación* 6: 224-231.
- Groeneveld, J. y Chiessi, C.M. 2011. Mg/Ca of *Globorotalia inflata* as a recorder of permanent thermocline temperatures in the South Atlantic. *Paleoceanography* 26: PA2203.
- Guilderson, T.P., Burkle, L., Hemming, S. y Peltier, W.R. 2000. Late Pleistocene sea level variations derived from the Argentine Shelf. *G3 Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 1: 2000GC000098.
- Henkel, S., Strasser, M., Schwenk, T., Hanebuth, T.J.J., Hüsener, J., Arnold, G.L., Winkelmann, D., Formolo, M., Tomasini, J., Krastel, S. y Kasten, S. 2011. An interdisciplinary investigation of a recent submarine mass transport deposit at the continental margin off Uruguay. *G3 Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 12: Q08009.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, C.M., Violante, R.A., Marshall, P., de Isasi, M., Somoza, L. y Rebesco, M. 2009. A contourite depositional system on the Argentine Slope: an exceptional record of the influence of Antarctic water masses. *Geology* 37: 507-510
- Heusser, C.J. 1998. Deglacial paleoclimate of the American sector of the Southern Ocean: Late Glacial-Holocene records from the latitude of Canal Beagle (55°S), Argentine Tierra del Fuego. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 141: 277-301.
- Hinz, K., Nelves, S., Schreckenberger, B., Roeser, H.A., Block, M., Goncalves de Souza, K. y Meyer, H. 1999. The Argentine continental margin north of 48° S: sedimentary successions, volcanic activity during breakup. *Marine and Petroleum Geology* 16: 1-25.
- Hulton, N.R.I., Purves, R.S., Mc.Cullock, R.D., Sugden, R.D. y Bentley, M.J., 2002. The Last Glacial Maximum and deglaciation in southern South America. *Quaternary Science Reviews* 21: 233-241.
- Iriondo, M. 1999. Last Glacial Maximum and Hypsithermal in the Southern Hemisphere. *Quaternary International* 62: 11-19.
- Iriondo, M., Brunetto, E. y Krohling, D. 2010. Historical climatic extremes as indicators for typical scenarios of Holocene climatic periods in the Pampean plain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 283: 107-119.
- Irvins, E.R., Raymond, C.A. y James, T.S. 2000. The influence of 5000 year-old and Younger Glacial mass variability on present-day crustal rebound in the Antarctic Peninsula. *Earth Planets Space* 00: 001-008.
- Isla, F.I. 2011. Submerged woods of Upper Pleistocene age at San Matías Gulf: a sea level curve for Northern Patagonia. 13 Congreso de la Asociación Brasileña de estudios del Cuaternario ABEQUA, Anales CD: 5 p., Buzios.
- Isla F.I. y Cortizo, L.C. 2005. Patagonian cliff erosion as sediment input to the continental shelf. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 773-778, La Plata.
- Isla, F.I. y Schnack, E. 1995. Submerged moraines offshore northern Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9: 205-222.
- Jaime, P., Menéndez, A., Uriburu Quirno, M. y Torchio, J. 2002. Análisis de los regímenes hidrológicos de los ríos Paraná y Uruguay. Instituto Nacional del Agua, Ezeiza, provincia de Buenos Aires, Informe LHA 05-216-02, 140 p., Buenos Aires.
- Kaiser, J. y Lamy, F. 2010. Links between Patagonian ice sheet fluctuations and Antarctic dust variability during the last glacial period (MIS 4-2). *Quaternary Science Reviews* 29: 1464-1471.
- Klemann, V., Ivins, E.R., Martinec, Z. y Wolf, D. 2007. Models of active glacial isostasy roofing warm subduction: Case of the South Patagonian Ice Field. *Journal of Geophysical Research* 112, B09405.
- Kokot, R.R. 2004. Erosión en la costa por cambio climático. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59: 715-726.
- Kostadinoff, J. 1985. Investigaciones sísmicas en la prolongación marina del Sistema de Tandilia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 40: 202-210.
- Krastel, S., Wefer, G., Hanebuth, T., Antobreh, A.A., Freudenthal, T., Preu, B., Schwenk, T., Strasser, M., Violante, R.A., Winkelmann, D. y M78-3 shipboard scientific party, 2011. Sediment Dynamics and Geohazards offshore Uruguay and Northern Argentina: First Results from the multi-disciplinary Meteor-Cruise M78-3. *GeoMarine Letters* 31: 271-283.
- Labeyrie, L., Cole, J., Alverson, K. y Stocker, T. 2003. The history of climate dynamics in the Late Quaternary. En Alverson, K., Alverson, K.D., Bradley, R.S. y Pedersen, T.F. (eds.) *Paleoclimate, Global Change and the Future. The IGBP Series, PAGES (Past Global Changes Program)*, Springer: 33-62, Berlin-Heidelberg.
- Lanfredi, N.W. y Schmidt, S.A. 1979. Cálculo de transporte litoral, Mar de Ajó, 1976/77/78. Servicio de Hidrografía Naval, IC-IT-79-01: 19 p., Buenos Aires.
- Laprida, C., García Chaporí, N., Violante R.A. y Compagnucci, R.H. 2007. Late Holocene evolution and paleoenvironments of north-eastern Argentine shoreface-offshore transition: new evidences based on benthic foraminifera. *Marine Geology* 240: 43-56.
- Laprida, C., García Chaporí, N., Chiessi, C.M., Violante, R.A., Watanabe, S. y Totah, V. 2011. Middle Pleistocene sea surface temperature in the Brazil-Malvinas Confluence Zone: Paleooceanographic implications based on planktonic foraminifera. *Micropaleontology* 57: 183-195.
- Mahiques, M.M., Tassinari, C.C.G., Marcolini, S., Violante, R.A., Lopes Figueira, R.C., Almeida da Silveira, I.C., Burone, L. y de Mello e Souza, S.H. 2008. Nd and Pb isotope signatures on the Southeastern South America upper margin: Implications for sediment transport and source rocks. *Marine Geology* 250: 51-63.
- Mahiques, M.M., de Mello e Souza, S.H., Furtado, V.V., Gonzalez Tessler, M., de Lima Toledo, F.A., Burone, L., Lopes Figueira, R.C., Klein, D.A., Martins, C.C. y Alves, D.P.V. 2010. The southern Brazilian shelf: general characteristics, Quaternary evolution and sediment distribution. *Brazilian Journal of Oceanography* 58: 25-34.

- Malumian, N. 1999. La sedimentación y el volcanismo terciarios en la Patagonia extraandina. 1. La sedimentación en la Patagonia extraandina. En Caminos, R. (ed.) Geología Argentina. SEGEMAR-IGME, Buenos Aires, Anales 29: 557-612, Buenos Aires.
- Marcolini, S., 2005. Mineralogía de los sedimentos de la plataforma como posible indicador de cambios de circulación atmosférica y oceánica. 5 Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Resúmenes: 82, Mar del Plata.
- Marcolini, S. y Bozzano, G. 2007. Caracterización sedimentológica y mineralógica de los depósitos recientes del Margen Continental Bonaerense. 6 Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Resúmenes: 106, Mar del Plata.
- Markgraff, V. 1983. Late and post glacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate and arid environments in Argentina. *Palynology* 7: 43-70.
- Martins, L.R. y Martins, I.R. 2004. Presença de turfa na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. *Gravel* 2: 77-85.
- Mc Cullock, R.D., Bentley, M.J., Purves, R.S., Hulton, N.R.J., Sugden, D.E. y Clapperton, C. 2000. Climatic inferences from glacial and palaeoecological evidence at the last glacial termination, Southern South America. *Journal of Quaternary Science* 15: 409-417.
- Melo, W.D., Schillizzi, R., Perillo, G.M.E. y Piccolo, M.C. 2003. Influencia del área continental pampeana en la evolución morfológica del estuario de Bahía Blanca. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 10: 37-50.
- Mercer, J.H. 1976. Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research* 6: 125-166.
- Milliman, J.D. y Meade, R.H. 1983. World-delivery of river sediment to the ocean. *Journal of Geology* 91: 1-21.
- Mouzo, F.H. 2005. Límites de las glaciaciones Plio-Pleistocenas en la plataforma continental al noreste de la Tierra del Fuego. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 787-792, La Plata.
- Mouzo, F. 2014. Edad del Golfo San Matías, Plataforma Continental Argentina y la estratigrafía en el Gran Bajo de San Antonio, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71: 125 - 138.
- Mouzo F., Garza M.L., Izquierdo J.F. y Zibecchi R.O. 1978. Rasgos de la Geología del Golfo Nuevo (Chubut). *Acta Oceanográfica Argentina* 2: 69-91.
- Náñez, C. y Malumián, N. 2008. Paleobiogeografía y paleogeografía del Maastrichtense marino de la Patagonia, Tierra del Fuego y la Plataforma continental argentina, según sus foraminíferos bentónicos. *Revista Española de Paleontología* 23: 273-300.
- Noble, T.L., Piotrowski, A.M., Robinson, L.F., McManus, J.F., Hillenbrand, C.-D. y Bory, A.J.-M. 2012. Greater supply of Patagonian-sourced detritus and transport by the ACC to the Atlantic sector of the Southern Ocean during the last glacial period. *Earth and Planetary Science Letters* 317-318: 374-385.
- Osterrieth, M., Violante, R.A. y Borrelli, N. 2008. Silicofitolitos en sedimentos de testigos marinos de la región norte de la Plataforma continental argentina. En Korstanje M.A. y Babot, M.P. (eds.) *Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de otros Microfósiles*. British Archaeological Research Series 1870: 109-117, Oxford.
- Osterrieth, M.L., Borrelli, N.L., Laprida, C. y Violante, R.A. 2014. Biomineralizaciones de sílice amorfo y hierro asociadas a evidencias de pedogenesis en secuencias sedimentarias postglaciales de la plataforma exterior del sur bonaerense. 19º Congreso Geológico Argentino, Actas CD, Córdoba.
- Parker, G. y Violante, R.A. 1982. Geología del frente de costa y plataforma interior entre Pinamar y Mar de Ajó, Prov. de Buenos Aires. *Acta Oceanográfica Argentina* 3: 57-91.
- Parker, G., Perillo, G.M.E. y Violante, R.A. 1978. Características geológicas de los Bancos Alineados (Linear Shoals) frente a Punta Médanos, Prov. de Buenos Aires. *Acta Oceanográfica Argentina* 2: 11-50.
- Parker, G., Lanfredi, N. y Swift, D.J.P. 1982. Seafloor response to flow in a southern hemisphere sand ridge field: Argentine inner shelf. *Sedimentary Geology* 33: 195-216.
- Parker, G., Violante R.A. y Paterlini, C.M. 1996. Fisiografía de la Plataforma Continental. En Ramos, V. y Turic, M. (eds.) *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma continental argentina*. Relatorio del XIII Congreso Geológico Argentino: 1-16, Buenos Aires.
- Parker, G., Paterlini, C.M. y Violante, R.A. 1997. El fondo marino. En Boschi, E. (ed.) *El Mar argentino y sus Recursos Marinos*. INIDEP 1: 65-87, Mar del Plata.
- Parker G., Paterlini, C.M., Violante, R.A., Costa, I.P., Marcolini S.I. y Cavallotto, J.L. 1999. Descripción Geológica de la Terraza Rioplataense (Plataforma Interior del Noreste Bonaerense). Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín 273, 98 p., Buenos Aires.
- Parker, G., Violante, R.A., Paterlini, C.M., Marcolini, S., Costa, I.P. y Cavallotto, J.L. 2008. Las secuencias sismoestratigráficas del Plioceno-Cuaternario en la Plataforma Submarina adyacente al litoral del este bonaerense. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 15: 105-124.
- Paterlini, C.M. y Mouzo, F. 2013. Exploración sísmica del Golfo Norpatagónico San José, Plataforma Continental Argentina, Provincia del Chubut. Versión on line *Geoacta* 38(1).
- Perillo, G.M.E. y Kostadinoff, J. 2005. Margen Continental de la Provincia de Buenos Aires. En de Barrio, R.E. Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. y Llambías, E. (eds.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. Relatorio 16º Congreso Geológico Argentino: 277-292, La Plata.
- Perillo, G.M.E., Piccolo, M.C. y Marcovecchio J. 2005. Coastal Oceanography of the Western South Atlantic continental shelf (33°S to 55°S). En Robinson A.A. y Brink K. (eds.) *The Sea. The Global Coastal Ocean. Regional studies and Syntheses*, J.Wiley & Co.: 295-327, New York.
- Pierce, J.W. y Siegel, F.R. 1979. Suspended particulate matter on the Southern Argentina Shelf. *Marine Geology* 29: 73-91.
- Piola, A.R. y Gordon, A.L. 1989. Intermediate waters in the Southwest South Atlantic. *Deep-Sea Research* 36: 1-16.
- Piola, A.R. y Matano, R.P. 2001. The South Atlantic Western Boundary Currents Brazil/Falkland (Malvinas) Currents. En Steele, J.M., Steele, J.M., Thorpe, S.A. y Turekian, K.K. (eds.) *Encyclopedia of Ocean Sciences*, Academic Press, 340-349, Londres.
- Piola, A.R., Campos, E.J.D., Möller Jr., O.O., Charo, M. y Martínez, C. 2000. Subtropical shelf front of Eastern South America. *Journal of Geophysical Research* 105: 6565-6578.
- Piola, A.R., Martínez Avellaneda, N, Guerrero, R.A., Jardón, F.P., Palma, E.D. y Romero, S.I. 2010. Malvinas-slope water intrusions on the Northern Patagonia continental shelf. *Ocean Science* 6: 345-359.
- Ponce, J.F., Rabassa, R., Coronato, A. y Borromei, A.M. 2011. Paleogeographic evolution

- of the Atlantic coast of Pampa and Patagonia since the Last Glacial Maximum to the Middle Holocene. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 363-379.
- Potter, P.E. 1994. Modern sands of South America: composition, provenance and global significance. *Geologische Rundschau* 83: 212-232.
- Pratson, L.F., Nittrouer, Ch.A., Wiberg, P.L., Steckler, M.S., Swenson, J.B., Cacchione, D.A., Karson, J.A., Murray, A.B., Wolinsky, M.A., Gerber, T.P., Mullenbach, B.L., Spinelli, G.A., Fulthorpe, C.S., O'Grady, D.B., Parker, G., Driscoll, N.W., Burger, R.L., Paola, C., Orange, D.L., Field, M.E., Friedrichs, C.T. y Fedele, J.F. 2007. Seascape evolution on clastic continental shelves and slopes. En Nittrouer, Ch.A., Austin, J.A., Field, M.E., Kravitz, J.H., Syvitski, J.P.M. y Wiberg, P.L. (eds.) *Continental Margin Sedimentation, from sediment transport to sequence stratigraphy*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 37: 339-380.
- Preu, B., Hernández-Molina, F.J., Violante, R.A., Piola, A.R., Paterlini, C.M., Schwenk, T., Voigt, I., Krastel, S. y Spiess, V. 2013. Morphosedimentary and hydrographic features of the northern Argentine margin: the interplay between erosive, depositional and gravitational processes and its conceptual implications. *Deep-Sea Research* 75: 157-174.
- Prieto, A. R. 1996. Late Quaternary vegetation and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Prieto, A., Blasi, A.M., De Francesco, C.G. y Fernández, C. 2004. Environmental history since 11.000 ¹⁴C yr BP of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Lujan river, *Quaternary Research* 62: 146-161.
- Quattrocchio, M.E., Borromei, A.M., Deschamps, C. M., Grill, S.C. y Zavala, C.A., 2008. Landscape evolution and climate changes in the Late Pleistocene-Holocene, southern Pampa (Argentina): Evidence from palynology, mammals and sedimentology. *Quaternary International* 181: 123-138.
- Rabassa, J. 2008. Late Cenozoic Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego. En Rabassa, J., (ed.) *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. Developments in Quaternary Sciences* 11: 151-204, Amsterdam.
- Rabassa, J. y Clapperton, C. 1990. Quaternary glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Review* 9: 153-174.
- Rabassa, J.L., Coronato, A. y Martínez, O. 2011. Late Cenozoic glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego: an updated review. *Biological Journal of Linnean Society* 103: 316-335.
- Ramos, V.A. 1996. Evolución tectónica de la Plataforma Continental. En Ramos, V. y Turic, M. (eds.) *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma continental argentina. Relatorio 13° Congreso Geológico Argentino*: 385-404, Buenos Aires
- Ramos, V.A. 1999. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1) Evolución tectónica de la Argentina. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina. SEGEMAR-IGRM, Anales* 29: 715-784, Buenos Aires.
- Rignot, E., Rivera, A. y Casassa, G. 2003. Contribution of the Patagonia icefields of South America to sea level rise. *Science* 302: 434-437.
- Rostami, K., Peltier, W.R. y Manzini, A. 2000. Quaternary marine terraces, sea-level changes and uplift history of Patagonia, Argentina: comparisons with predictions of the ICE-4G (VM2) model of the global process of glacial isostatic adjustment. *Quaternary Science Review* 19: 1495-1525.
- Schiller Aires, A.S. y Pereira Lopes, R. 2012. Representativity of Quaternary Mammals from the Southern Brazilian Continental Shelf. *Revista Brasileña de Paleontología* 15: 57-66.
- Schnack, E.J., Isla, F.I., De Francesco, F.D. y Fucks, E.E. 2005. Estratigrafía del Cuaternario marino tardío en la Provincia de Buenos Aires. En de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. y Llambías, E. (eds.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, Relatorio 16° Congreso Geológico Argentino*: 159-182, La Plata.
- Servicio de Hidrografía Naval 1961. Dunas gigantes en el golfo de San Matías. Servicio de Hidrografía Naval, Publicación H-662, 12 p., Buenos Aires.
- Servicio de Hidrografía Naval 2012. Tablas de marea. Servicio de Hidrografía Naval, Publicación H-610, 625 p., Buenos Aires.
- Simionato, C., Dragani, W.C., Núñez, M. y Engel, M. 2004. A set of 3-d nested models for tidal propagation from the Argentinean continental shelf to Río de la Plata estuary. *Journal of Coastal Research* 20: 893-912.
- Simionato, C.G., Meccia, V., Guerrero, R., Dragani, W.C. y Núñez M. 2007. The Río de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intraseasonal scales: currents vertical structure and its implications on the salt wedge structure. *Journal of Geophysical Research, Oceans* 112: C07005.
- So, C.L., Pierce, J.W. y Siegel, F.R. 1974. Sand waves in the Gulf of San Matías, Argentina. *Geografiska Annaler* 56A: 227-235.
- Southard, J.B. y Stanley, D.J. 1976. Shelf-break processes and sedimentation. En Stanley, D.J. y Swift, D.J.P. (eds.) *Marine sediment transport and environmental management*. J.Wiley & Sons: 351-378, Nueva York.
- Spalletti L.A. e Isla, F.I. 2003. Características y evolución del delta del Río Colorado ("Colú-Leuvú"), Provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 10: 23-37
- Swift, D.J.P. 1968. Coastal erosion and transgressive stratigraphy. *Journal of Geology* 76: 444-456.
- Swift, D. 1976. Continental shelf sedimentation. En Stanley, D.J. y Swift, D.J.P. (eds.) *Marine sediment transport and environmental management*. J.Wiley & Sons: 311-350, Nueva York.
- Swift, D.J.P., Parker, G., Lanfredi, N., Perillo, G. y Figge, A. 1978. Shore-face connected sand ridges on American and European Shelves. *Estuarine and Coastal Marine Research* 7: 257-273.
- Teruggi, M.E. 1954. El material volcánico-piroclástico en las sedimentación cuaternaria argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 9: 184-191.
- Tonni, E.P. y Cione, A.L. 1999. Pleistocene continental vertebrates from the present marine shelf of Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 16: 134-136.
- Tonni, E.P., Cione, A.L. y Figini, A.J. 1999. Predominance of arid climates indicated by mammals in the Pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147: 257-281.
- Tonni, E.P., Carlini, A.A., Scillato Yañé, G. J. y Figini, A.J. 2003. Cronología radiocarbónica y condiciones climáticas en la Cueva del Milodón (sur de Chile) durante el Pleistoceno Tardío. *Ameghiniana* 40: 609-615.
- Turic, M.A., Nevistic, A.V. y Rebay, G. 1996. Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental. En Ramos, V. y Turic, M. (eds.) *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma continental argentina. Relatorio 13°*

- Congreso Geológico Argentino: 405-423, Buenos Aires.
- Urien, C.M. y Ewing, M. 1974. Recent sediments and environments of Southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires and Río Negro Continental Shelf. En Burk, C. y Drake, Ch. (eds.) *The Geology of Continental Margins*. Springer: 157-177, New York.
- Urien, C.M. y Zambrano, J.J. 1996. Estructura de la Plataforma Continental. En Ramos, V. y Turic, M. (eds.) *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma continental argentina*. Relatorio 13° Congreso Geológico Argentino: 29-66, Buenos Aires.
- Urien, C.M., Martins, L.R. y Martins, I.R. 1979. Modelos depositacionales de la Plataforma Continental de Rio Grande do Sul, Uruguay y Buenos Aires. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 639-658, Neuquén.
- Urien, C.M., Martins, L.R. y Martins, I.R. 1993. Glaciomarine sediments from Southern Argentina Continental Shelf. Preliminary note. *Pesquisas*, 20: 96-100.
- Urien, C.M., Martins, L.R. y Martins, I.R. 2003. Paleoplataformas e progradación deltaica do Neógeno da Margem Continental do Uruguai e norte da Argentina. *Gravel* 1: 40-46.
- Violante, R.A. 2004. Coastal-marine processes and sediment supply during the post-LGM transgression in the northern part of the Argentine Continental Shelf. 4th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental shelves during the last glacial cycle", Abstracts: 58-60, Roma-Ponza.
- Violante, R.A. 2005. Submerged terraces in the continental shelf of Argentina and its significance as paleo-sea level indicators: the example of the Rioplatense Terrace. 5th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental Shelves during the Last Glacial Cycle", Abstracts volume: 97-99, San Petesburgo.
- Violante, R.A. y Parker, G. 2000. El Holoceno en las regiones costeras y marinas del noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55: 337-351.
- Violante, R.A. y Parker, G. 2004. The post-Last Glacial Maximum transgression in the de la Plata river and adjacent Inner Continental Shelf, Argentina. *Quaternary International* 114: 167-181.
- Violante, R.A. y Rovere, E.I. 2005. Los sedimentos de la Plataforma Submarina y su relación con el volcanismo andino neógeno. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 239-246, La Plata.
- Violante, R.A., Parker, G., Cavallotto, J.L. y Marcolini, S. 1992. La Secuencia Depositacional del Holoceno en el "Río" de la Plata y Plataforma del noreste bonaerense. 4° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas 1: 275-282, La Plata.
- Violante, R.A., Paterlini, C.M., Costa, I.P., Hernández-Molina, J., Segovia, L.M., Cavallotto, J.L., Marcolini, S., Bozzano, G., Laprida, C., García Chapori, N., Bickert, T. y Spiess, V. 2010a. Sismoestratigrafía y evolución geomorfológica del talud continental adyacente al litoral del este bonaerense, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 17: 33-62.
- Violante, R.A., Paterlini, C.M., Hernández Molina, F.J., Bozzano, G., Costa, I.P. y Marcolini, S. 2010b. Conditioning factors and resulting morphosedimentary features in the upper-middle continental slope offshore Eastern Buenos Aires Province, Argentina. *International Geological Congress on the Southern Hemisphere*. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* 51: 223-226.
- Violante, R.A., Laprida, C., Bressan, G.S., Diaz, G.R., Bozzano, G., Grant, J.P., García Chapori, N., Cavallotto, J.L., Maidana, N.I., Cianfagna, F.A., Osterrieth, M.L., Paterlini, C.M. y Costa, I.P. 2014. Registro paleoambiental del Estadio Isotópico 2 en la Plataforma Continental exterior del Sureste Bonaerense: un nuevo aporte a la evolución regional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71, en prensa.
- Waldmann, N., Ariztegui, D., Anselmetti, F.S., Austin Jr, J.A., Moy, C.M., Stern, C., Recasens, C. y Dunbar, R.B. 2010. Holocene climatic fluctuations and positioning of the Southern Hemisphere westerlies in Tierra del Fuego (54°S), Patagonia. *Journal of Quaternary Science* 25: 1063-1075.
- Wenzens, G. 1999. Fluctuations of outlet and valley glaciers in the southern Andes (Argentina) during the past 13,000 years. *Quaternary Research* 51: 238-247.
- Yokoyama, Y., Lambeck, K., De Deckker, P., Johnston, P. y Fifield, L.K. 2000. Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature* 406: 713-716.

Recibido: 10 de marzo, 2013

Aceptado: 5 de septiembre, 2013