

El desarrollo de abanicos deltaicos (fan deltas) en el sistema lacustre Pueyrredón-Posadas y su correlación con los controles aloclícos postglaciales del Pleistoceno-Holoceno en la Patagonia andina argentina

Luis R. HORTA ^{1,2}; Sergio M. GEORGIEFF ³; José BUSNELLI ³; Carlos A. ASCHERO ^{2,3}

Resumen: *EL DESARROLLO DE ABANICOS DELTAICOS (FAN DELTAS) EN EL SISTEMA LACUSTRE PUEYRREDÓN-POSADAS Y SU CORRELACIÓN CON LOS CONTROLES ALOCÍCLICOS POSTGLACIALES DEL PLEISTOCENO-HOLOCENO EN LA PATAGONIA ANDINA ARGENTINA.* A los pies de los Andes en la Patagonia Argentina, se formaron una serie de lagos oligotróficos producto de la deglaciación pleistocena tardía – holocena temprana. El Sistema Lacustre Pueyrredón–Posadas (SLP-P) en Argentina pertenece a este grupo de lagos postglaciales. En la costa sur del SLP-P se desarrollaron cuatro abanicos deltaicos (fan deltas); el de mayor desarrollo areal se encuentra hacia el Este en la desembocadura del río Furioso, mientras que los tres restantes disminuyen de tamaño hacia el Oeste. El abanico deltaico del río Furioso está conectado con depósitos de una morrena frontal, entre ambos producen la separación de los lagos Pueyrredón y Posadas. Los abanicos deltaicos de los ríos Oro y Suyai han desarrollado barras litorales paralelas a la costa producto del oleaje relacionado a los intensos vientos del Oeste. Los ápices de los abanicos deltaicos se encuentran correlacionados con niveles lacustres datados en la costa norte del SLP-P. En los abanicos deltaicos se identificaron dos niveles aterrazados, a 300 msnm y a 400 msnm. Los diferentes pulsos en la caída del nivel de base del SLP-P permitieron el desarrollo sistemático de los abanicos deltaicos, tanto en sentido areal de la geoforma (en relación directa con el tamaño de la cuenca de drenaje) como altitudinal del ápice, con una disminución constante de ambos parámetros en el sentido este – oeste. Las variaciones batimétricas ocurridas en este sistema fueron corroboradas con la integración de un modelo digital de elevación y control de campo. De esta manera, el desarrollo de los abanicos deltaicos en el SLP-P habría estado controlado, principalmente, por factores aloclícos: clima y descenso del nivel de base.

Abstract: *THE DEVELOPMENT OF FAN DELTA IN THE SYSTEM LAKE PUEYRREDÓN-POSADAS AND ITS CORRELATION WITH ALLOCYCLIC CONTROLS POSTGLACIAL PLEISTOCENE-HOLOCENE IN THE PATAGONIAN ANDES, ARGENTINA.* At the foot of the Andes in Patagonia Argentina, a series of oligotrophic lakes were formed by deglaciation during Late Pleistocene – Early Holocene. The Pueyrredón-Posadas Lacustrine System (P-PLS) in Argentina belongs to this group of postglacial lakes. In the southern coast of the P-PLS four fan-deltas were developed; the largest development in this area is located in the mouth of Furioso River Eastward, whereas the others three decrease in size westward. The Furioso River fan-delta is connected with deposits of a frontal moraine; both together produce the separation of Pueyrredón and Posadas Lakes. The Oro and Suyai fan-deltas have developed barriers parallel to the coast by wave actions related to intense winds from West. The apexes of these fan-deltas are correlated with datings in lacustrine levels at the North coast of the P-PLS. At both sides of fan-deltas, two terraces were identified, at 300 masl and 400 masl. The timing in the base level fall of P-PLS allowed this particular systematic development of fan-deltas, as in geoform sizes (directly related to size of drainage basin) as altitudes of these apexes, with a methodical diminution of both parameters in the East-West sense. The bathymetric variations in P-PLS were corroborated with the integration of a digital elevation model and field work. Thus, the development of these fan-deltas in the P-PLS could be, mainly, controlled by allocyclic factors: climate and base level.

Palabras Clave: Abanicos deltaicos. Sistemas Lacustres. Controles Aloclícos. Pleistoceno Tardío – Holoceno Temprano. Lago Pueyrredón.

Key words: Fan-deltas. Lacustrine System. Allocyclic controls. Late Pleistocene-Early Holocene. Pueyrredón Lake.

¹) Universidad Nacional de La Rioja, Av. Luis M. de la Fuente S/N - La Rioja - CP 5300. Argentina.

²) ISES-CONICET.

³) Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e I.M. Lillo, Miguel Lillo 205 CP 4000, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. E-mail address: hluisth@hotmail.com

Introducción

Los lagos Patagónicos andinos están localizados en valles glaciares entre los 39° 44' S y los 55° 59' S (Rabassa, 1999) y pueden tener sistemas de drenaje hacia el Océano Pacífico o Atlántico. Son lagos oligotróficos o ultraoligotróficos, con una zona eufótica que puede alcanzar hasta 50 m de profundidad (Morris *et al.*, 1995).

En el caso de los lagos patagónicos argentinos los procesos sedimentarios fueron afectados por los cambios climáticos, cambios de nivel de base y tectono-volcánicos del Pleistoceno y Holoceno los cuales según Shanley y McCabe (1994) son procesos alocíclicos.

Durante el Pleistoceno tardío el retroceso de los glaciares trajo aparejado la formación y la posterior fragmentación de los grandes lagos patagónicos (Hatcher, 1903; Caldenius, 1932; Mercer and Sutter, 1982; Ramos, 1982; Sylwan *et al.*, 1991; Clapperton, 1993; Ton-That *et al.*, 1999; Turner *et al.*, 2005; Glasser *et al.*, 2008; Aschero *et al.*, 2005; Rabassa *et al.*, 2011). La separación de los campos de hielo, generó que un gran número de lagos proglaciales cambiaran de nivel de base y comenzaran a drenar hacia el Océano Pacífico (Coronato *et al.*, 1999; Tatur *et al.*, 2002; del Valle *et al.*, 2007; Bell, 2008; McCulloch y Morello, 2009).

Las fluctuaciones paleobatimétricas del SLP-P propuestas por Horta *et al.* (2011) pueden asociarse a controles alocíclicos relacionados al clima y a los cambios de nivel de base. Las caídas progresivas del SLP-P ocasionaron tanto la depositación de gravas y arenas en la costa sur como sedimentación de limos con arcillas y arenas finas subordinadas en la costa norte. Hein *et al.* (2010) proponen una reconstrucción paleogeográfica regional de la distribución del hielo y la extensión del SLP-P entre los 28 y 15 ka, donde plantea que el sistema lacustre habría iniciado su formación entre los 16.5 y 15 ka.

Fluctuaciones que produjeron procesos similares fueron interpretadas por Bell (2008, 2009) en depósitos del lago General Carrera en Chile, 100 km al norte del SLP-P; los niveles del lago descendieron de 650 msnm (hace unos 13000 años) a 201 msnm (cota actual) por el derretimiento del glaciar que endicaba el lago (Glasser *et al.*, 2004), generando siete deltas con ápices a diferentes cotas. Estudios paleoambientales fueron realizados en la cuenca endorreica del lago Cardiel (Stine and Stine 1990; Stine, 1994; Gilli *et al.*, 2001), donde a partir de un análisis de las fluctuaciones de los niveles del lago usando evidencias sedimentarias, geomorfológicas y dataciones de C¹⁴, determinaron que el nivel más alto del lago durante los últimos 21000 años ocurrió en 9780 AP con una cota superior a los 55 m por encima de la actual con condiciones climáticas de mayor humedad, siendo estas apreciaciones coincidentes con los estudios de polen realizados por Markgraf (1983, 1989).

Controles alocíclicos relacionados al clima fueron estudiados por Solari *et al.* (2012) en el Parque Nacional Torres del Paine de la Patagonia Chilena, 500 km al sur del SLP-P, donde proponen el desagüe del paleolago Tehuelche hace 6273 AP por la fusión del glaciar, el nivel máximo del lago habría alcanzado los 220 m por encima del nivel actual con posterioridad a los 20300 Cal años AP.

Materiales y métodos

En el área de estudio, se identificaron y mapearon los niveles lacustres, abanicos-deltaicos y niveles aterrizados (figura 1). Los relieves, pasado y actual, fueron analizados a partir de las características topográficas determinadas por modelos de elevación digital (DEM)

extraídos del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). El DEM se corrigió utilizando el algoritmo de interpolación matemática. En el campo, los puntos de control relevados fueron georeferenciados con GPS Garmin Map y un altímetro barométrico Pretel. Los puntos de control permitieron aumentar la precisión del DEM por interpolación en el SIG. A partir de la generación del DEM también se reconstruyeron los antiguos niveles de paleocostas del sistema lacustre. Imágenes del Google Earth 2010 (Spot 5 y GeoEye) también se utilizaron como complemento para un mapeo más detallado.

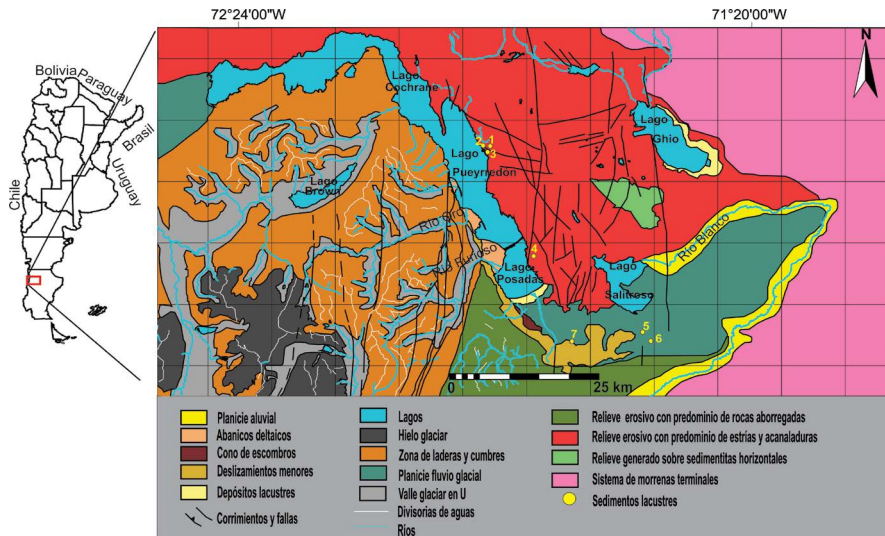


Figura 1. Mapa de Geoformas, donde se destacan también los lagos actuales en celeste con sus respectivos nombres, en negro se destacan las principales fallas y lineamientos, ríos y divisoria de agua, puntos de muestreo (Milodón Norte 2, punto 1; Quebrada Milodón punto 2; Alero Inclinado, punto 3, Posadas Norte, punto 4; punto 5 perfil Río Camino; punto 6, nivel del lago 400 msnm y el punto 7 corresponde Cerro de los Indios. / **Figure 1.** Landforms map; it can be observed that, current lakes in blue with names, in black highlights major faults and lineaments, rivers and watershed, sampling points (Milodón Norte 2, point 1; Quebrada Milodón point 2; Alero Inclinado, point 3, Posadas Norte, point 4; point 5 perfil Río Camino; point 6, level of the lake 400 masl and 7 point Cerro de los Indios.

Geomorfología

El SLP-P está ubicado al noroeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina centrado a los 47° 22' 28" de latitud sur y 71° 55' 34" de longitud oeste (figura 1). El área está caracterizada por geoformas glaciares: valles en U, valles colgados, rocas aborregadas, acanaladuras y estrías; y depósitos sedimentarios: abanicos-deltaicos, fluvio-deltaicos, lacustres, glacialacustres, morrenas terminales y laterales. Predominan las geoformas erosivas de origen glaciar al norte del SLP-P, principalmente acanaladuras y estrías labradas sobre mantos ignimbríticos jurásicos (Complejo El Quemado). La extensión de los depósitos sedimentarios está restringida a sectores protegidos, hacia el oriente se encuentran los sistemas de morrenas terminales, la separación de los lagos Pueyrredón y Posadas está dada por una morrena frontal sobre la cual en el extremo sur se formó el abanico-deltaico del río Furioso. En el sector suroeste se

destacan los relictos de la última glaciación, los más importantes son los que se encuentran en el área del cerro San Lorenzo (3706 msnm, 47° 35'S - 72° 19'W). Los principales valles en U se encuentran en el sector SW, si bien en el sector norte también están presentes pero son de menores dimensiones (Horta y Aschero, 2010).

Sedimentos y paleocostas lacustres

Los depósitos lacustres fueron identificados en siete sectores (figura 2) e interpretados como depósitos de lago profundo, lago somero y paleocostas (Horta *et al.*, 2011). De esta manera se definieron niveles de inundación, los que fueron agrupados en cuatro antiguas áreas inundadas correspondientes a las diferentes paleocostas (figura 2):

- 1)- El área actual ocupada por los lagos es de 491,62 km², cota del lago 150 msnm,
- 2)- Área inundada para una paleocosta de 200 msnm es de 736,76 km²,
- 3)- Área inundada para una paleocosta de 300 msnm es de 1061 km²,
- 4)- Área inundada para un paleofondo del lago a 400 msnm es de 1525,32 km².

Las dataciones C¹⁴ en sedimentos ubicados a 190 msnm fueron 19.910 ± 310 años AP (Alero Inclinado), 18.050 ± 350 años AP (base Posadas Norte); sedimentos localizados a 197,2 msnm fueron 8.570 ± 170 años AP (techo Posadas Norte), y sedimentos ubicados a 300 msnm: 7.070 ± 120 años AP (Milodón Norte 2), en Horta *et al.* (2011).

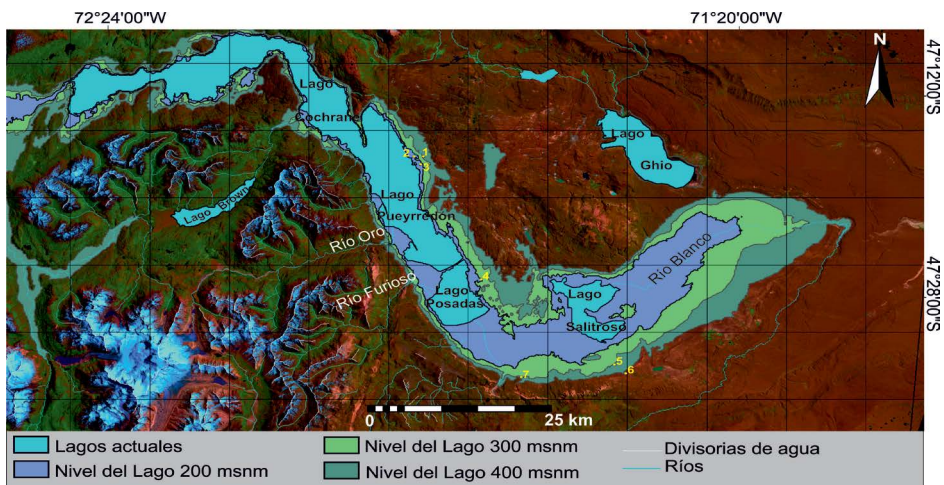


Figura 2. Imagen satelital LANSAT ETM, combinación de bandas 741 en los canales RGB, donde se destacan las diferentes áreas inundadas, en celeste se muestra el área ocupada por el nivel actual, en azul para el nivel correspondiente a una cota de 180-200 msnm, en verde claro el área que corresponde a la cota de entre 300-310 msnm y verde oscuro a la cota de 400./**Figure 2.** Satellite image LANSAT ETM, view was the 741 band in the RGB channels, highlighting different areas flooded in light blue shows the area occupied by the current level, in blue to a level corresponding to a height of 180-200 masl, in light green the area corresponding to the height of between 300-310 m and dark green at elevation 400 masl.

Abanicos deltaicos

En la costa sudoccidental del SLP-P se identificaron 4 abanicos deltaicos de desarrollo variable tanto en sus dimensiones, como en las cotas de sus ápices (figura 3). La geología de este sector presenta un sistema de fallas y corrimientos subparalelos a la costa (Giacosa y Franchi, 2001; Fig. 3) que asociados al retroceso del hielo generaron valles colgados con umbrales topográficos y abanicos deltaicos en la desembocadura. En el ámbito de los valles colgados, los cursos fluviales son de carácter permanente y muestran variaciones en los diseños de los canales (por ejemplo en el Río Oro, Spalletti, 1975 a, b; 1976 a, b) que se asocian al control tectónico: canales entrelazados en la cuenca alta y canales meandranes en la cuenca baja del valle (figura 4). El umbral topográfico, produce un abrupto cambio de pendiente y un “rejuvenecimiento” del sistema, aguas abajo del umbral, los ríos adquieren un carácter rectilíneo, una repentina desembocadura y la formación de canales meandranes en la planicie sobre los abanicos deltaicos.

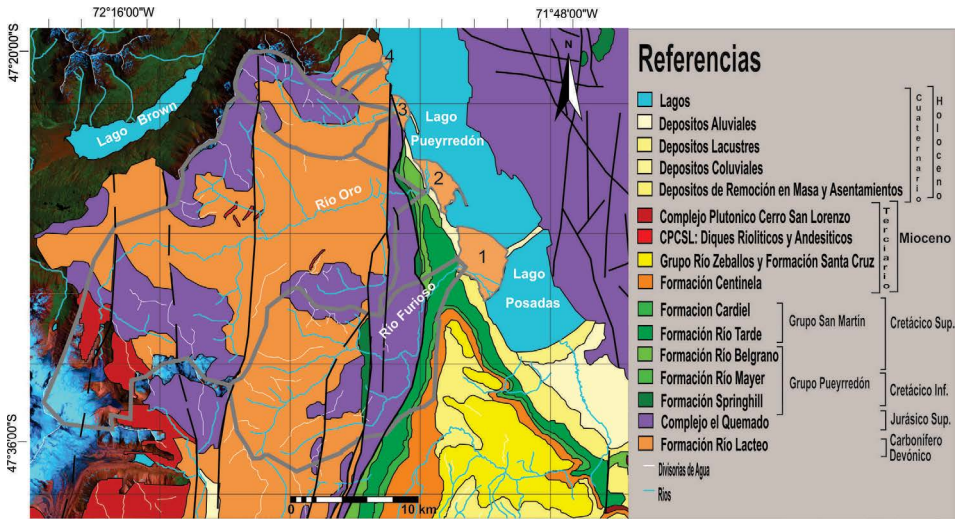


Figura 3. Geología, cuencas imbriferas en línea grises y abanicos deltaicos de la costa SW del Lago Pueyrredón, note la disminución progresiva del tamaño de los abanicos deltaicos hacia el NW. Los abanicos deltaicos están numerados para facilitar su referencia: 1 río Furioso, 2 río Oro, 3 río Suyai, y 4 río Chico./**Figure 3.** Geology, imbriferas basins in gray line and fan deltas SW Coast of Lake Pueyrredón, note the progressive decrease in the size of the fan deltas to the NW. The fan deltas are numbered for easy reference: 1 Furioso River, 2 Oro River, 3 Suyai River, and 4 Chico River.

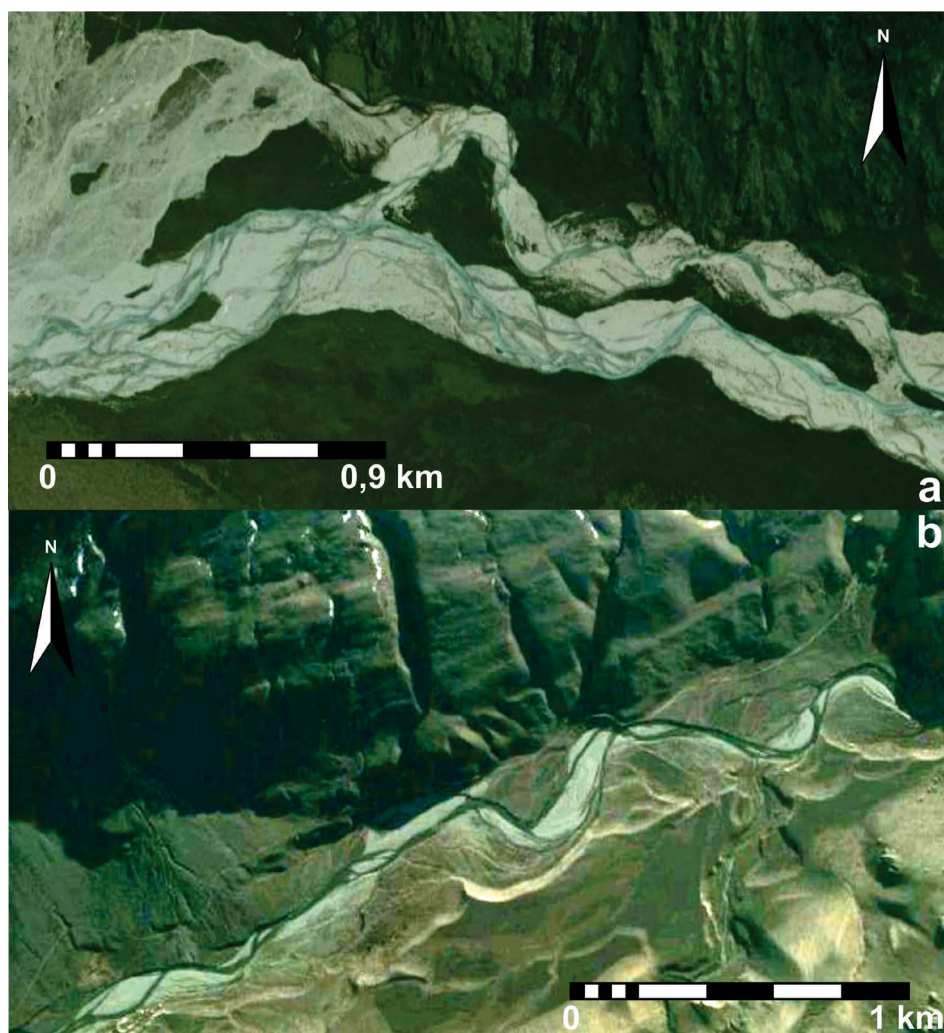


Figura 4. Diferentes diseños en la red de drenaje del río Oro. a)- tramo entrelazados en el sector medio superior. b)- Diseño meandroso en el tramo medio inferior. / **Figure 4.** Different network designs in Oro River drainage a) - stretch woven into the upper medium sector. b) - Design meandering in the lower middle section.

En cuanto a las facies, el cuerpo principal de los abanicos deltaicos del lago Pueyrredón está formado por bancos de arena y conglomerados de bloques y guijas clasto y matriz soporte transportados por corrientes fluviales permanentes y flujos de detritos, respectivamente (figura 5 a, b). Los abanicos deltaicos muestran la gradación granulométrica decreciente típica desde el ápice gravoso a la zona distal, donde predominan los depósitos de arena fina y limo intercalados de espesor métrico (figura 5 c), aunque también pueden registrarse depósitos de grava que conforman la línea de costa más externa (Spalletti, 1975 a, b; 1976 a, b). Los abanicos deltaicos de los ríos Oro y Suyai han formado una barrera arenosa paralela a la costa (figura 5 d), estas barras paralelas a la costa de 1,3 y 1,7 km de longitud respectivamente, que

se desarrollan en sentido oeste a este, son interpretadas como producto del oleaje relacionado a intensos vientos provenientes del Pacífico a través de los Andes.

Por otro lado, la litología de las áreas fuentes es variada, tanto composicionalmente como en lo que se refiere a las edades de las rocas (figura 3, tabla 1).



Figura 5. Vista sureste de las facies proximales (a) depósitos de corrientes fluviales permanentes y (b) depósitos de flujos de detritos, (c) facies distales del abanico deltaico del Río Furioso donde predominan los depósitos de arena fina y limo intercalados de espesor métrico; (d) vista hacia el NW del espolón mayor correspondiente al abanico deltaico formado en la desembocadura del río Oro. **Figure 5.** View southeast of proximal facies a) deposits of permanent streams and b) debris flow deposits, c) distal facies range Furioso River deltaic deposits predominantly fine sand and silt interspersed metric thickness, d) view of the larger the spur NW for the fan delta formed at the mouth of the River Oro.

Río	Roca madre				
	metamorfitas Devónico – Carbonífero	ignimbritas volcanitas Jurásico	sedimentitas		volcanitas plutonitas
			Cretácico		
Furioso	X	X	X		
Oro	X	X		X	X
Suyai	X	X			
Chico	X	X			
	Fm. Río Lácteo ¹	Complejo El Quemado ²	Fm. Springhill ³ Fm. Río Mayer ⁴	Fm. Belgrano ⁵ Fm. Río Tarde ⁶	Complejo Plutónico Cerro San Lorenzo ⁷

Tabla 1. Relaciones entre la roca madre, cuenca imbrífera y parámetros del abanico deltaico para cada río. 1 Bianchi, (1967) y Leanza, (1972); 2 Riccardi, (1971); 3 Thomas, (1949) y Ramos, (1979); 4 Riccardi, (1971); 5 y 6 Ramos, (1979); 7 Giacosa y Franchi, (2001). **Table 1.** Relations between the bedrock, imbrifera basin and fan delta parameters for each river.

Las características principales de las rocas madres en la cuenca imbrífera de los ríos pueden ser analizadas a partir de la figura 3 y se resumen en la tabla 1.

El análisis de los parámetros morfométricos (tabla 2) de los abanicos deltaicos muestra una relación entre los ápices actuales de los abanicos deltaicos con los niveles de paleocostas registrados en el SLP-P (figuras 2 y 3). En un estudio previo, Horta *et al.* (2009) indican que tanto la extensión areal como la cota de los ápices de los deltas decrecen de este a oeste. La geometría en planta de los abanicos deltaicos de los ríos Oro y Suyai es levemente asimétrica, debido al retrabajo por la acción del oleaje (erosión) y a una acumulación a expensas de la protección de la barrera litoral.

Los umbrales topográficos en los valles colgados asociados a fallamientos y cambios litológicos, podrían haber creado estrechamientos en el valle fluvial y endicamientos esporádicos que actuaron como trampas de sedimentos y afectan al volumen de material aportado al lago. Esta interpretación de los procesos explica la excepción encontrada en la diferencia de tamaño entre la cuenca imbrífera y el abanico deltaico del río Oro.

Río		Abanico deltaico actual					Abanico deltaico antiguo
Cuenca imbrífera (km ²)	Área (km ²)	Cota del ápice (msnm)	Ápice-lago (m)	Radio promedio (km)	Pendiente máxima (%)	Cota máxima del ápice (m)	
165	14	293	128	3,2	14	400	
350	6,27	165	14,5	1,8	5	300	
51,5	2,82	190	40	1,3	8	200	
2,8	0,59	210	61	0,6	16	200	

Tabla 2. Parámetros morfométricos de los abanicos aluviales de la costa sudoeste del lago Pueyrredón. / **Table 2.** *Morphometric parameters of the alluvial fans of the southwestern shore of Lake Pueyrredón.*

Niveles aterrizados

Se observaron niveles aterrizados indicadores de antiguas posiciones del paleolago y relacionados a las cotas de los ápices de los abanicos deltaicos. Estos niveles aterrizados pueden ser identificados a diferentes escalas, uno de los más conspicuos se observa en el abanico deltaico del río Furioso (figura 6) y también pueden registrarse algunos de escala más regional en la costa sudoccidental del SLP-P (figura 7 a, b). Los principales niveles aterrizados fueron registrados a 400 msnm y 300 msnm (figura 7 a, b, línea roja y línea amarilla, respectivamente). En el tramo medio del valle del río Oro, Spalletti (1975 a, b; 1976 a, b) describe seis niveles aterrizados que los relaciona a caídas sucesivas del SLP-P.



Figura 6. Vista desde el abanico deltaico del río Furioso hacia el sudoeste. Depósitos de flujos de detritos actuales (en primer plano), hacia el fondo depósitos arenosos del paleoabanico deltaico, note la diferencia de altura de casi 150m entre el nivel aterrazado de 400m y el de 255m. / **Figure 6.** Southern view of the Furioso River fan delta. Debris flow deposits current (foreground), towards the bottom of alluvial fan sandy deltaic deposits, note the difference in height of about 150m between the terraced level of 400m and 255m.

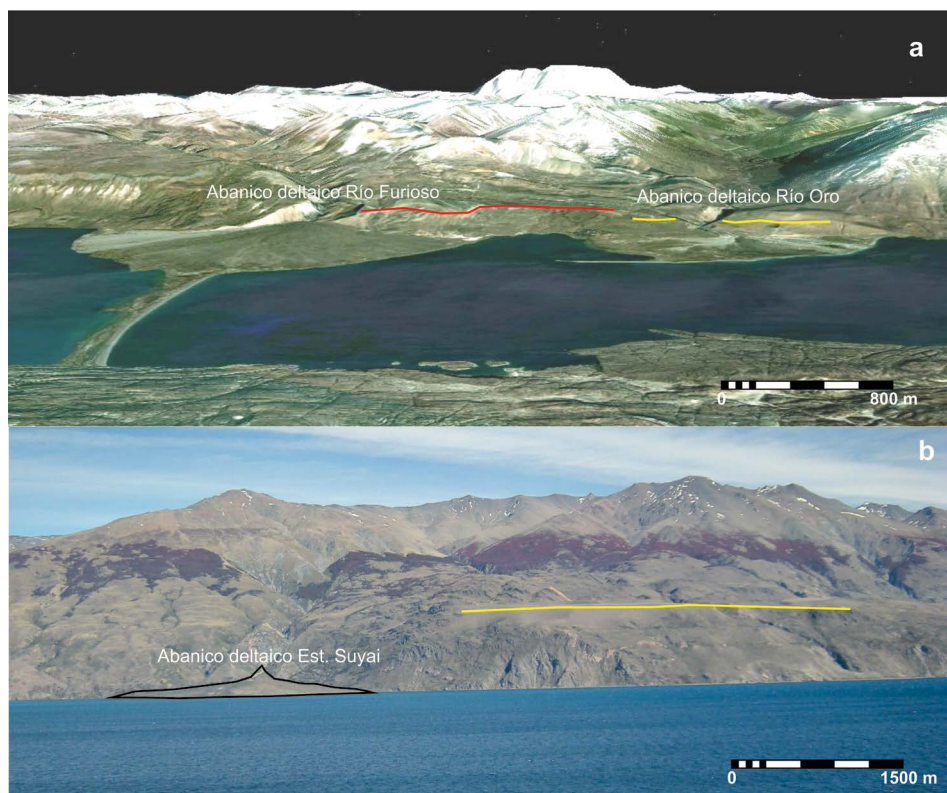


Figura 7. Niveles aterrazados, en rojo se destacan el correspondiente a la cota de 400 msnm (a) y en amarillo los niveles correspondientes a una cota de 300 msnm (a y b). / **Figure 7.** Levels terraced red highlights corresponding to the height of 400 m (a) and in yellow the levels corresponding to a height of 300 m (b).

Discusión y conclusiones

El desarrollo de abanicos deltaicos asociado a sucesivas etapas de caídas de nivel de base del SLP-P permite proponer la evolución paleogeográfica de los últimos 20.000 años para esta región y correlacionarla con estudios de áreas aledañas (lago Cardiel: Stine and Stine, 1990; Stine, 1994; Gilli *et al.*, 2001; lago General Carrera: Bell, 2009; lagos Pueyrredón, Posadas y Buenos Aires: Hein *et al.*, 2010; paleolago Tehuelche: Solari *et al.*, 2012).

Las dataciones C^{14} en sedimentos y su relación a los niveles de paleocostas se complementan con las cotas de los ápices de los abanicos deltaicos (antiguos y actuales) y los niveles aterrizados identificados en la costa sudoccidental del SLP-P. De esta manera, puede proponerse una relación entre el retroceso del hielo, la formación de los lagos proglaciales y el desarrollo areal de los abanicos deltaicos de acuerdo a la siguiente correspondencia: depósitos lacustres a 400msnm: punto 6 en la figura 1 coincidente con el ápice antiguo del abanico deltaico del río Furioso (figura 5), paleocosta a 300msnm: cerro Los Indios y Milodón Norte 2, con el ápice antiguo del río Oro y ápice actual del río Furioso, paleocosta a 190msnm: Posadas Norte y Alero Inclinado coincidente con el ápice actual del río Suyai.

Por otro lado, en base a las dataciones de base y techo del sitio Posadas Norte se calcula una tasa de sedimentación de 0,76m/1000 años.

Los abanicos deltaicos del SLP-P se habrían formado entre los 20.000 y 5.000 años como producto del retroceso glaciar, este planteo se sustenta en los sedimentos lacustres datados en 19.910 años AP que suprayacen a depósitos morrénicos y en los numerosos cadilitos (dropstones) registrados en sedimentos subyacentes a depósitos con gasterópodos del género *Succinea* (Gastropoda: Stylommatophora) datados en 5,208 años AP, Horta *et al.* (2011). Además, el avance del abanico deltaico del río Furioso sobre la morrena frontal produjo la fragmentación del lago proglacial y la formación de los lagos Pueyrredón y Posadas, aunque estos están conectados por un arroyo en la costa norte. Además, el mismo evento de retracción produjo la formación de valles colgados, que muestran cambios en los diseños de los canales asociados a fallas transversales al drenaje regional.

Agradecimientos

Agradecemos a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por la financiación del proyecto PICT 2488. A Teresa Civalero, Damián Bozzuto y Mariana Sacchi por la ayuda en las tareas de campo. Queremos agradecer muy especialmente por la ayuda brindada durante estas tareas a la familia Otamendi y Mario Espona de Estancias El Bagual y Pueyrredón. A Carlos y Cristina Palenque, a Marcelo Alochis y la Municipalidad de Perito Moreno por su apoyo logístico.

Bibliografía

- Aschero, C.A., Goñi, R.A., Civalero, M.T., Molinari, R.L., Espinosa, S.L., Guraieb, A.G. y Bellelli, C.I. 2005. Holocenic Park: Arqueología del Parque Nacional Perito Moreno (PNPM). *Anales de la Administración de Parques Nacionales*, 17: 1-64.
- Bell, C.M. 2008. Punctuated drainage of an ice-dammed Quaternary lake in southern South America. *Geografiska Annaler*, Series A, *Physical Geography*, 90A: 1-17.
- Bell, C. Mike. 2009. Quaternary lacustrine braid deltas on Lake General Carrera in southern Chile. *AndGeo*, 361: 51-65. ISSN 0718-7106 [online].
- Bianchi, J. L. 1967. Informe preliminar acerca de los perfiles estratigráficos realizados en el sector occidental de la Cuenca Austral, durante las campañas 1964-65 y 1965-66. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, (inédito). Buenos Aires.
- Caldenius, C.C. 1932. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. *Geografiska Annaler* 14:1-164, Stockholm.
- Clapperton, C.M. 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*, 768 p., Amsterdam.
- Coronato, A., Salemmé, M. and Rabassa, J. 1999. Palaeoenvironmental conditions during the early peopling of southernmost South America (late Glacial-early Holocene, 14-8 ka BP). *Quaternary International*: 53-54: 77-92.
- Del Valle, R.A., Tatur, A. y Rinaldi, C.A. 2007. Cambios en lagos y circulación fluvial vinculados al calentamiento climático del Pleistoceno tardío-Holoceno temprano en Patagonia e isla 25 de Mayo, islas Shetland del Sur, Antártica. *Revista Asociación Geológica Argentina* 62(4). Buenos Aires.
- Giacosa, R. y Franchi, M. 2001. Hojas Geológicas 4772-III y 4772-IV. Lago Belgrano y Lago Posadas, Provincia de Santa Cruz. SEGEMAR. Boletín N° 256. Buenos Aires
- Gilli, A., F. S. Anselmetti, F. S., Ariztegui, D., Bradbury, P., Kelts, K., Markgraf, V and McKenzie, J. 2001. Tracking Abrupt Climate Change in the Southern Hemisphere: a Seismic Stratigraphic Study of Lago Cardiel, Argentina (49° S). *Terra Nona* 13 (6): 443- 448.
- Glasser, N.F., Aniya, M., Harrison, S. and Winchester, V. 2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global and Planetary Change* 43: 79-101.
- Glasser, N.F., Jansson, K.N., Harrison, S., and Kleman, J. 2008. The glacial geomorphology and Pleistocene history of South America between 38°S and 56°S. *Quaternary Science Reviews* 27, 365–390.
- Hatcher, J. B. 1903. Narrative of the Expeditions. *Reports of the Princeton Expeditions to Patagonia*, 1:1-210.
- Hein, A.S., Hulton, N.R.J., Dunai, T.J., Kaplan, M.R., Sugden, D., and Xu, S. 2010. The chronology of the Last Glacial Maximum and deglacial events in central Argentine Patagonia. *Quaternary Science Reviews*, 29. 1212–1227, doi: 10.1016/j.quascirev.2010.01.020.
- Horta Luis R. y Carlos A. Aschero. 2010 Evidencias de un Paleolago Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano en el área del Lago Pueyrredon, Noroeste de la Provincia de Santa Cruz. *XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Mendoza, Argentina*, Tomo V:1929-1934.
- Horta, L.R., Console Gonella C.A., Aschero C.A y Georgieff S.M. 2009. Variaciones de los Niveles del Sistema Lacustre Pueyrredón - Posadas - Salitroso en Relación al Calentamiento Climático del Pleistoceno Tardío-Holoceno. ICES. ISBN 978-987-575-090-6, p. 73.
- Horta, L.R., Georgieff, S.M., Cónsole, C., Busnelli, J. y Aschero, C. 2011. Registros de fluctuaciones paleobatimétricas del sistema lacustre Pueyrredón-Posadas-Salitroso durante el Pleistoceno Tardío? – Holoceno Temprano, noroeste de Santa Cruz, Argentina. *Serie Correlación Geológica*, 27 (2): 100–109.
- Leanza, A. F. 1972. Andes Patagónicos Australes. En A. F. Leanza (ed.): *Geología Regional Argentina*. 689-706. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Markgraf, V. 1983. Late and postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate and arid environments in Argentina. *Palynology* 7: 43-70.
- Markgraf, V. 1989. Paleoclimates in central and south America since 18,000 BP based on pollen and lake-level records. *Quaternary Sciences Reviews* 8: 1-24.
- McCulloch, R. y Morello, F. 2009. Evidencia glacial y paleoecológica de ambientes tardiglaciales y del Holoceno temprano. Implicaciones para el poblamiento temprano de Tierra del Fuego. En: Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confin. En: M. Salemmé, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M.E. Mansur (eds.) *Editorial Utopías*, Ushuaia.
- Mercer, J.H. and Sutter, J.F. 1982. Late Miocene–earliest Pliocene glaciation in southern Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 38, 185–206.
- Morris, D., Zagaresse, H., Williamson, C., Balseiro, E., Hargreaves, B., Modenutti, B., Moeller, R. and Queimaliños, C. 1995. The attenuation of UV radiation in lakes, and the role of dissolved organic carbon. *Limnol. Oceanography*. 40: 1381-1391.

- Rabassa, J. 1999. Cuaternario de la Cordillera Patagónica y Tierra del Fuego. En Caminos, R. (ed.) Geología Argentina. Cuaternario. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales* 29, 23: 715-784, Buenos Aires.
- Rabassa, J.O., Coronato, A.M., Martínez, O.A. 2011 Late Cenozoic Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego: an updated review. *Biological Journal Of The Linnean Society*: 316 – 335.
- Ramos, V. A. 1979. Tectónica de la región del río y lago Belgrano, Cordillera Patagónica, Argentina. *Actas 2º Congreso Geológico Chileno*: B1- B32.
- Ramos, V. A. 1982. Descripción geológica de las Hojas 53 a Monte San Lorenzo y 53 b, Monte Belgrano, Provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, (inédito). Buenos Aires.
- Riccardi, A. 1971. Estratigrafía en el oriente de la Bahía de la Lancha, Lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. *Revista Museo de la Plata* (nueva serie), 7: 1-61. La Plata.
- Shanley, K.W. and McCabe, P.J. 1994. Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 78.
- Spalletti, L. A. 1975a. Estudio del glaciar septentrional del monte San Lorenzo y del río Oro (provincia de Santa Cruz). 1. Aspectos generales. Geomorfología. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 30 (1): 17-43. Buenos Aires.
- Spalletti, L. A. 1975b. Estudio petrofábrico de sedimentos glaciales y fluviales de la región del cerro San Lorenzo. *Congreso Geológico Argentino*, Actas 6, 2: 369-378. Buenos Aires.
- Spalletti, L. A. 1976a. Estudio granulométrico de sedimentos glaciales, fluviales y lacustres de la región del monte San Lorenzo, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina* 31 (2): 95-117. Buenos Aires.
- Spalletti, L. A. 1976b. Sedimentología de gravas glaciales, fluviales y lacustres de la región del cerro San Lorenzo, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina* 31 (4): 241-259. Buenos Aires.
- Solari, M.A., Calderón M., Airo A., Le Roux J. P. y Hervé F., 2012. Evolution of the Great Tehuelche Paleolake in the Torres del Paine National Park of Chilean Patagonia during the Last Glacial Maximum and Holocene. *AndGeo*, 39 (1): 1-21.
- Stine, S. 1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during medieval time. *Nature* 369:546-549.
- Stine, S. and Stine, M. 1990. A record from Lake Cardiel of Climate Change in Southern America. *Nature* 345(6277): 705-708.
- Sylwan, C. A., Beraza, L. y Castelli, A. 1991. Magnetoestratigrafía de la secuencia morénica en el valle del lago Pueyrrredón, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 46 (3-4): 235-238. Buenos Aires.
- Tatur, A., Del Valle, R.A., Bianchi, M.M., Outes, V., Villarosa, G., Niegodzisz, J. and Debaene, G. 2002. Late Pleistocene palaeolakes in Andes and Extra-Andean Patagonia at mid-latitudes of South America. *Quaternary International* 89: 135-150.
- Thomas, C. R. 1949. Manantiales Field, Magallanes Province. *American Association Petroleum Geologist*, 33 (9):1579-1589.
- Ton-That, T., Singer, B., Mörner, N. y Rabassa, J. 1999. Dataciones de lavas basálticas por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y geología glacial de la región del lago Buenos Aires, Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54 (4): 333-352.
- Turner, K.J., Fogwill, C.J., McCulloch, R.D. and Sugden, D.E. 2005. Deglaciation of the eastern flank of the North Patagonian Icefield and associated continental-scale lake diversions. *Geografiska Annaler* 87A, 363–374.

Recibido: 21/12/2012

Aceptado: 07/06/2013