

**RASGOS GEOMORFOLOGICOS GENERADOS DURANTE EL HIPSITERMAL (HOLOCENO MEDIO)
Y SU RELACION CON LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS**

Aguilera EY^{1,2}, Rabassa J^{3,4}

¹ **Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), Calles 122 y 60, La Plata, Bs.As.**
eaquilera@fcnym.unlp.edu.ar

² **DAIS (Dirección de Aplicación de Imágenes Satelitarias), Calle 7 N° 1267-2°, La Plata, Bs As.**

³ **CADIC-CONICET, Bernardo Houssay 200, 9410 Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina**

⁴ **Universidad Nacional de la Patagonia-San Juan Bosco, Sede Ushuaia**

Los intensos cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno-Holoceno con condiciones cálidas y húmedas reflejados en el régimen hídrico tienen incidencia en la morfología del paisaje. En la presente contribución se analizan estos cambios climáticos impresos en geoformas (formas de relieve) vinculadas al desarrollo de paleolagos en la región ubicada al este de la Cordillera Andina y geoformas generadas en función de la evolución de la hidrología superficial de la llanura bonaerense. La metodología aplicada a estos estudios consistió en el reconocimiento de campo para su encuadre geomorfológico, mediante la aplicación de imágenes satelitarias y análisis topográficos.

Los resultados a partir del reconocimiento de estos rasgos geomórficos relícticos que han quedado impresos en el relieve actual permiten reconstruir la paleogeomorfología de estas regiones y su relación con las condiciones climáticas del pasado geológico distintas a las actuales.

Introducción

El periodo Hipsitermal, también denominado "Óptimo Climático" por algunos autores, se extiende aproximadamente entre los 8000 y 4500 años radiocarbono antes del presente (AP). Este período se caracterizó por condiciones climáticas extremadamente cálidas y húmedas, puestas de manifiesto en numerosas investigaciones geológicas, geomorfológicas y paleobiológicas.

Dichas condiciones climáticas determinaron el desarrollo de condiciones ambientales que no se habían producido, probablemente por más de 75.000 años, desde el fin del último Interglacial (Interglacial Sangamon o Pascua, Estadío Isotópico 5), cuando comenzó la Última Glaciación (Glaciación Wisconsin temprano o Llanquihue 1).

El calentamiento climático también afectó a la Patagonia en el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano, afectando al sector patagónico central durante la transición Pleistoceno/Holoceno. (del Valle et al. 2007). Esta anomalía climática produjo cambios en la morfología del paisaje, incluyendo la génesis, desarrollo y desintegración de grandes lagos al este de la Cordillera Andina.

Los glaciares y sus morenas constituían barreras naturales que contenían las aguas de deshielo y mantenían alto el nivel de las aguas en grandes paleolagos. El cambio de las condiciones, manifestado por el calentamiento climático ocasionó la progresiva fusión del campo de hielo regional, con la consecuente incisión fluvial de los depósitos morénicos.

Recientemente se han identificado asociaciones de ostrácodos en secuencias antiguas de los afloramientos de líneas de costa de la Laguna Carri Laufquen que serían indicadores de un lago salino y turbio durante el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano el cual se correspondería con un incremento de las precipitaciones (Cusminsky et al, 2011).

Las condiciones climáticas más cálidas y húmedas, han sido evidenciadas también por un nivel del mar más alto que el actual que tiene su máxima expresión en 7-6.5 ka (Fidalgo, 1979, Isla et al. 1990) y constituye una probable representación local del hipsitermal. Estas condiciones dieron lugar al desarrollo de ambientes con mayor cobertura vegetal (Paez y Prieto, 1993), provocando la retracción de especies adaptadas a condiciones previas de aridez. La región de la Pampa Deprimida se caracteriza por ser una llanura de acumulación limosa predominantemente eólica con suelos desarrollados sobre la cubierta cuaternaria del Pleistoceno superior y Holoceno. El óptimo climático del Holoceno está representado en la región Pampeana por los sedimentos marinos de la Formación Las Escobas (Tonni et al., 1999). La parte superior de la cubierta sedimentaria ha sufrido procesos deflacionarios durante los períodos secos que formaron depresiones cerradas que hoy constituyen lagunas (Frenguelli, 1950; Fidalgo, 1973). Tricart (1973) considera que, en general, se originaron por deflación.

El origen de estas depresiones es diverso y varios los procesos involucrados, además de la superposición de dos o más acciones geomorfológicas. No obstante Dangavs, 1998 sostiene que el proceso dominante es deflacionario, y con menor frecuencia, la génesis está ligada a cauces fluviales preexistentes. Señala que

esta morfología, que controla los procesos hidrológicos, es heredada de un clima diferente al actual, donde ha dominado un ambiente desértico. Estos cambios hidrológicos fueron seguramente acompañados con cambios ecológicos de magnitud, en particular en lo que hace a la vegetación de las áreas inundables y el desarrollo de los suelos asociados.

Para el sector de lagunas interconectadas Malagnino (1988) señala que este aspecto indicaría una herencia previa fluvial (morfológica y sedimentológica) condicionante del desarrollo de cuencas de deflación que se habrían formado directamente en el lecho del río Salado, bajo condiciones de sequía en un periodo de extrema aridez, por lo que el río se habría originado previamente a las cuencas de deflación y en su desarrollo habría experimentado severas variaciones en su caudal.

Selección de áreas de estudio

En este trabajo se analiza un sistema lacustre considerado relevante en la evolución paleoclimática de la Patagonia y un sector de la region pampeana con características geomórficas desarrolladas entre el Pleistoceno tardío y el Holoceno medio. Se han considerado sectores de dos ambientes geomorfológicos distintos: Patagonia extrandina y llanura pampeana. Cuyas ubicaciones geográficas se muestran en la Fig.1.

- Para la región Patagónica la Laguna Carri Laufquen Grande, localizada en la provincia de Río Negro, República Argentina, entre los 69°37' - 69°13' longitud oeste y 40°59' - 41°14' latitud sur
- Para la llanura Pampeana (llanura bonaerense), sector del Río Salado (partidos de Pila y Chascomús) se ubica entre las coordenadas: (35° 30'S - 58° 08'O// 35° 30'S - 57° 52'O y 36° 03'S - 58° 15'O//36° 02'S - 57° 50'O)

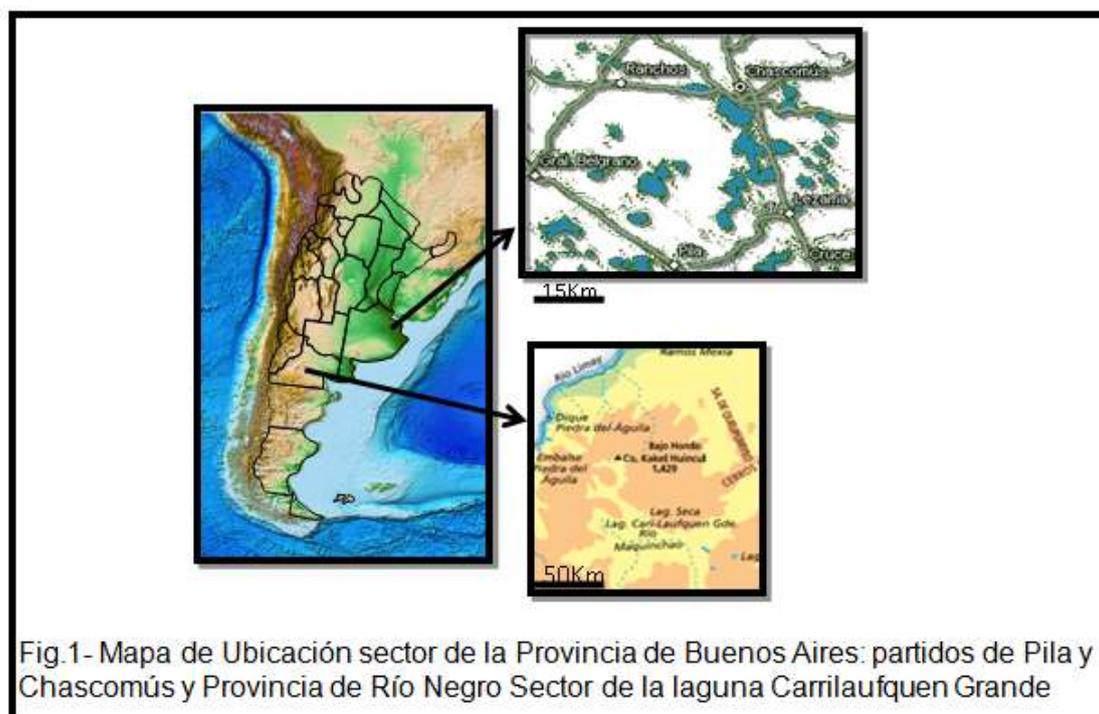


Fig.1- Mapa de Ubicación sector de la Provincia de Buenos Aires: partidos de Pila y Chascomús y Provincia de Río Negro Sector de la laguna Carrilauquen Grande

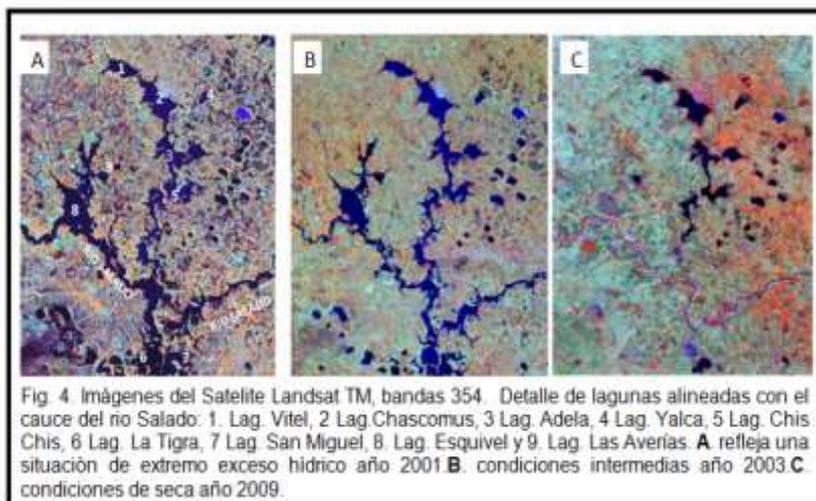
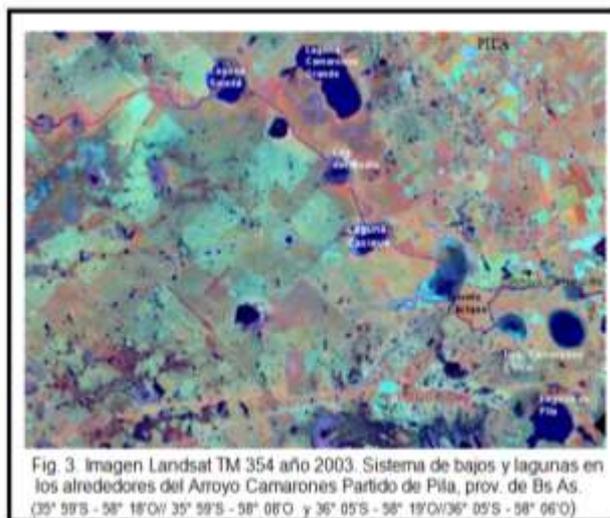
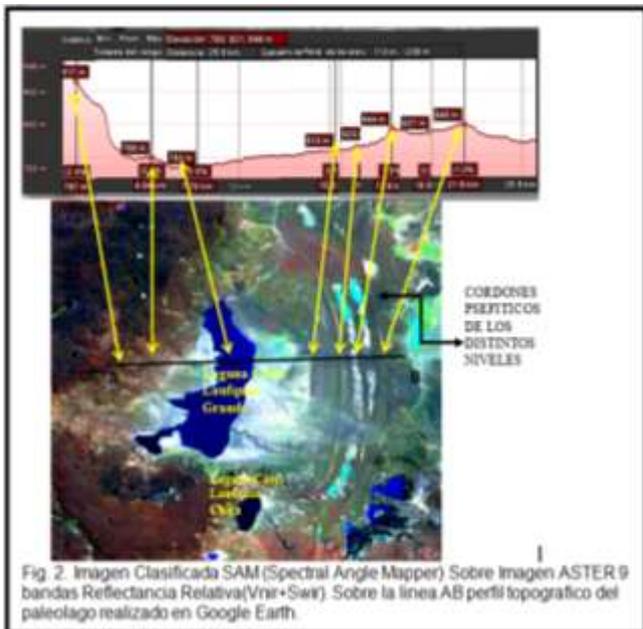
Objetivos y metodología

Objetivos: analizar rasgos geomórficos relictos relacionados con sistemas lacustres de la Patagonia y con el sistema fluvial de la llanura bonaerense, a efectos de reconocer características locales y regionales que registraron aquellas anomalías climáticas. Se intenta reconocer modificaciones del paisaje por mecanismos que han actuado a partir del Pleistoceno. Estos eventos se hallan estrechamente vinculados con profundos cambios climáticos que afectaron el régimen hídrico, incorporando además otros procesos geomórficos como eólico y litoral.

La metodología implementada consistió en :

- ✓ Análisis de imágenes satelitales
- ✓ Determinación de áreas para observaciones de campo.
- ✓ Análisis topográfico de las áreas escogidas.

- ✓ Estimación crecimiento/decrecimiento de lagos/ lagunas.
- ✓ Verificación de campo, identificación de sedimentos palustres y lacustres, presencia de paleosuelos, en zonas actualmente no inundadas.



Resultados

Del análisis de los rasgos geomorfológicos de la laguna CarriLaufquen Grande, cuyo nivel actual es de 783 m.s.n.m., hacia el sector oriental se observan paleoniveles que indican los alcances sucesivos del cuerpo de agua. El primer nivel, el mas oriental, se ubica a una altura de 847 m s.n. m., con una cota de 64 m sobre el nivel actual de la laguna, en el sector norte se reconocen restos de 2 cordones psefíticos que alojan lagunas temporarias. El segundo nivel alcanza una altura de 843 m.s.n.m, con una cota de 60 m sobre el nivel actual, este nivel se ubica a 7 km del primer nivel. Este segundo nivel esta constituido por varios cordones psefíticos que se destacan a modo de resaltos en este nivel. El tercer nivel acusa una altura de 820 m.s.n.m., con una cota de 37 m respecto del nivel actual, este nivel se ubica a 2,6 km del anterior. Se destaca la cobertura de sedimentos aluviales recientes sobre los depositos de los cordones psefíticos que en este nivel son portadores de carbonatos y estromatolitos (Coira,1979).

Llanura bonaerense:

Estos rasgos geomórficos relicticos son menos evidentes que en el caso anteriormente descrito. En este sentido se incluyen aqui una serie de geformas que adquieren expresión en los casos de extremas condi-

ciones de humedad (inundación), los cuales son reconocidos por imágenes satelitarias con una combinación de bandas espectrales 354; donde la Banda 3: (0,63 a 0,69 micrones – rojo, espectro visible) por absorción de clorofila y permite identificar la cubierta vegetal, ya que se trata de un área cultivada. Mientras que la Banda 4: (0,76 a 0,90 micrones) del infrarrojo cercano, permite la delimitación de cuerpos de agua y la Banda 5: (1,55 a 1,75 micrones - infrarrojo medio) es indicadora de la humedad de la vegetación y del suelo.

En la mayoría de los casos estas geformas no se observan en su totalidad, sino que deben reconstruirse a partir de observaciones multitemporales, como se destaca en las siguientes subescenas satelitarias. En la secuencia de imágenes de la Fig. 4, se observa el evidente cambio temporal que han sufrido los cuerpos de agua que forman las lagunas próximas al río Salado. En la imagen correspondiente al año 2009, estos cuerpos de agua, experimentan una notable retracción y aún condiciones de desecamiento. En situación de máxima humedad pueden identificarse numerosas cuencas lagunares, el río Salado muestra sectores muy ensanchados y se observa que su cauce es modificado por interacción con una serie de lagunas interconectadas dentro de las cuales se han desarrollado deltas, en ocasiones albardones y otras formas. Por otro lado estas lagunas tienen una orientación alargada acompañando la dirección del cauce del río Salado, además de ampliar su valle. Algunas de ellas son de régimen permante y otras de régimen temporario (Fig.3).

Conclusiones

Laguna Carri Laufquen Grande

El análisis geomorfológico revela la presencia de rasgos paleogeomorfológicos como las líneas de costa ubicadas a diferentes alturas sobre el nivel de los lagos actuales. Los mismos sugieren la existencia de paleolagos con una extensión areal mucho mayores que los actuales observados en Laguna Carri Laufquen Grande, similares observaciones se realizaron para el Lago Colhue Huapi y Laguna de Agnia (Chubut).

La presencia de carbonatos y estromatolitos algales, en el nivel III (línea de costa) de la Laguna Carri Laufquen sugiere que su edad podría coincidir con el Óptimo Calórico Postglacial (Vokheimer, 1973).

Los diferentes niveles identificados marcarían estadios de desecación condicionados por factores climáticos. El reconocimiento y disposición espacial de estos niveles representan a antiguos cordones litorales indicadores de su evolución ante los mencionados cambios climáticos. (Gonzalez Bonorino et al., 1973).

La génesis y evolución de los paleolagos esta relacionada con la progresiva fusión del campo de hielo regional y la incisión fluvial de las morenas, a consecuencia del calentamiento climático. El rápido retroceso de los glaciares produjo el desalojo de los valles andinos a ambos lados de la cordillera, lo cual abrió cauces fluviales transversales a la cordillera y direccionó el drenaje hacia el océano Pacífico de los grandes lagos glaciales que existían al este de los Andes. Como consecuencia de ello se produjo un marcado descenso del nivel de los paleolagos (del Valle et al. 2007).

Llanura bonaerense:

Estas condiciones paleoambientales se caracterizaron por el desarrollo de profundos cambios en la hidrología superficial de las llanuras bonaerenses, con el crecimiento desmedido de las lagunas y áreas inundadas, en las depresiones existentes en la planicie de loess o en las llanuras aluviales, generadas en parte por la deflación eólica durante la Última Glaciación, finalizada hace 10000 años radiocarbono AP.

El crecimiento de las lagunas y áreas inundables se produjo por la incapacidad del paisaje para disponer del exceso hídrico, lo cual se tradujo en el mantenimiento de ambientes subácueos de gran extensión a lo largo de muchos miles de años, hecho éste evidenciado por los sedimentos lacustres y palustres acumulados en las depresiones, y por el desarrollo de paleosuelos correspondientes a esas condiciones de alta humedad, como ha sido demostrado por numerosos autores. En esta misma región, además del suelo actual, fueron reconocidos tres eventos pedogenéticos fechados entre 10-7, 6.5-4 (Geosol Puesto Callejón Viejo) y 3-2 ka AP (Geosol Puesto Berrondo) (Tonni et al., 2001).

Entre los factores causales de la incapacidad del paisaje para disponer del exceso hídrico y evacuarlo en forma encauzada y efectiva se mencionan capturas, desvios y sepultamientos, todos ellos, fenómenos relacionados con los intensos cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno-Holoceno, reflejados en la variación del caudal de los ríos emisarios de centros glaciares y alternancia de periodos áridos y húmedos.

El análisis de rasgos geomórficos relacionados sistemas lacustres de la Patagonia y con el sistema fluvial de la llanura bonaerense, permite reconocer características locales y regionales que registran estas anomalías climáticas. Las mismas se traducen en modificaciones del paisaje por mecanismos que han actuado a partir del Pleistoceno. Estos eventos se hallan estrechamente vinculados con profundos cambios climáticos que afectaron el régimen hídrico, incorporando además otros procesos geomórficos como el eólico y litoral.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTE

Los resultados a partir del reconocimiento de estos rasgos geomórficos relícticos que han quedado impresos en el relieve actual permiten reconstruir la paleogeomorfología de estas regiones y su relación con las condiciones climáticas del pasado geológico.

BIBLIOGRAFIA

- Coira, B., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 40d, Ingeniero Jacobacci, Provincia del Río Negro. Servicio Geológico Nacional. Bol. 168. Buenos Aires
- Cusminsky, G., Schwalb, A., Pérez A., Pineda D.A., Viehberg, F., Whatley, R., Markgraf, V., Gilli, A., Ariztegui D., and Anselmetti, F.S., 2011. Late quaternary environmental changes in Patagonia as inferred from lacustrine fossil and extant ostracods. *B Journal of the Linnean Society*, 103, 397–408.
- Dangavs N. 1998. Los ambientes lénticos de la Pampasia Bonaerense, República Argentina. En: Fernandez Cirelli, A. (Ed.) *Agua: Problemática Regional*, 145-150, BsAs.
- Dangavs N. 2005: Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. *Actas del XVI Congr.o Geol. Arg., Geol. y Rec. Miner.s de la provincia de Buenos Aires*, 219-235.
- Del Valle, A.R. 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, antártida. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (4): 618- 626.
- Frenguelli, J.,- 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la Provincia de Buenos Aires. *LEMIT Serie II, N° 33: 72 pp. La Plata.*
- Fidalgo, F., 1979. Upper Pleistocene-Recent marine deposit in the Northeastern Buenos Aires Province (Argentina). *Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary: 384-404, San Pablo.*
- Fidalgo, F., 1983. Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del salado y en la pampa ondulada. *Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, Actas II: 1045-1057*
- Gonzalez Bonorino, F. y Rabassa, J. -1973 La Laguna Carri Laufquen Grande y el origen de los bajos patagónicos. *Comentario. Revista de la Asociación Geológica Argentina XXVIII(3): 314-318*
- Isla, F., Fasano, J., Ferrero, L., Espinosa, M.A. y Schnack E., 1990. Late Quaternary Marine-Estuarine Sequences of the Southeastern Coast of Buenos Aires Prov., *Arg. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 4 (8): 137-157 Rotterdam.
- Malagnino, E.-1988: Evolución del sistema fluvial de la provincia de Buenos Aires desde el Pleistoceno hasta la actualidad. *Actas de las Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses, UNS, pp. 201-211.*
- Paez, M.M. y Prieto, A.R.-1993. Paleoenvironmental Reconstruction by pollen Analysis from Loess Sequences of the Southeast of Buenos Aires (Argentina). *Quaternary International* 17: 21-26. Londres.
- 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, Palaeocology*, 147: 257-281.
- Tonni, E.P., Cione A.L. y Figini, A.J.. 2001. Chronology of Holocene pedogenetic events in the Pampean Area of Argentina. *Current Research in the Pleistocene*, 18: 124-127.
- Tricart, J.-1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. *INTA XII. Colección Científica* 1-202. Buenos Aires.
- Vokheimer, W. 1973. Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias (Provincia de Río Negro). *Rev. Asoc. Geol. Arg.-. XXVII, 4, 410-412.*