

# APORTES DE LA GEOMÁTICA EN EL ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO DE LOS “BAJOS SIN SALIDA” DEL ÁREA DE TRANSICIÓN PAMPEANO-PATAGÓNICA

Martínez, G.A.<sup>1</sup> y Marchionni, D.S.<sup>2</sup>, Farenga, M.O.<sup>1</sup>, Gavilán, S.A.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Geología de Costas y Cuaternario, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, (7600) Mar del Plata. [gamarti2003@yahoo.com.ar](mailto:gamarti2003@yahoo.com.ar).

<sup>2</sup>Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICBA) - Instituto de Recursos Minerales (INREMI). Calle 64 y 120 s/n, La Plata (1900), Tel/Fax: 54-221-4225648 E-mail: [dmarchi@inremi.unlp.edu.ar](mailto:dmarchi@inremi.unlp.edu.ar)

## RESUMEN

Los “Bajos sin Salida” constituyen un rasgo relevante del paisaje de Patagonia Extrandina y su génesis ha sido motivo de discusión desde mediados del siglo pasado. Estos bajos ocupan superficies geomórficas antiguas, labradas sobre areniscas de la Fm Río Negro (Mioceno tardío-Plioceno tardío) y cubiertas por los “rodados patagónicos” y depósitos de arena holocenos. Entre los mecanismos propuestos para explicar su formación se incluyen: tectónico, meteorización-eólico (separados o combinados), glacial y sublavado. En este trabajo se intenta aportar bases al conocimiento de los bajos a partir de herramientas de la geomática. Para ello se seleccionó un área de 24.000 km<sup>2</sup> ubicada entre las provincias de Buenos Aires, La Pampa y Río Negro. Se utilizaron imágenes satelitarias (Aster y Landsat), modelos digitales de elevación (SRTM) para el análisis morfométrico de los bajos y apoyo de campo. Los primeros resultados permiten caracterizar morfológicamente los bajos del área y realizar inferencias sobre su origen y edad.

Palabras clave: bajos sin salida, geomorfología, geomática, SRTM, patagonia extrandina.

## INTRODUCCIÓN

La génesis de los “Bajos sin Salida” (BSS) de Patagonia Extrandina ha sido motivo de controversia desde mediados del siglo pasado (Frenguelli, 1957, Fidalgo y Riggi, 1965; Methol, 1973; Volkheimer, 1972; Fidalgo, 1973; Zambrano, 1973; Dessanti, 1973; González Bonorino y Rabassa, 1973; Martínez, 2011, entre otros). Su distribución espacial y densidad, diferentes dimensiones, así como su yacencia sobre distintos sustratos, han dificultado establecer una hipótesis única para su formación. Entre los mecanismos formadores propuestos para los BSS se incluyen: meteorización-deflación (separados o combinados), glacial, sublavado y tectónicos. Este trabajo centra su investigación en un área ubicada entre las provincias de Buenos Aires, La Pampa y Río Negro (Figura 1), donde los BSS son frecuentes. Esta zona forma parte de la Cuenca del Colorado, elemento morfo-estructural negativo, que constituye un ámbito de transición Pampeano-Patagónico, donde predominan condiciones climáticas áridas-semiáridas. Geomorfológicamente, la región corresponde a una llanura con una sucesión de niveles escalonados de sentido oeste-este (Figura 1). Este relieve, denominado mesetiforme por González Uriarte (1984), está disectado por erosión fluvial de los valles y paleovalles de los ríos Colorado y Negro. Estas superficies geomórficas generalmente están formadas por las areniscas de la Fm. Río Negro (Mioceno tardío-Plioceno tardío) y cubiertas por una carpeta de “rodados patagónicos”. Estas superficies están cubiertas por un manto somero de arena y dunas aisladas de escasa altura. En ciertos sectores donde la deflación de grandes BSS aporta importantes cantidades de arena, se forman dos corredores eólicos continuos de dirección O-E. El corredor más septentrional se extiende desde la depresión la Laguna Colorada Grande, en el SE de la provincia de La Pampa, hasta el borde sur del salitral de la Vidriera (Figura 1). En cambio, el meridional lo hace desde las salinas de Anzoátegui hasta la costa atlántica.

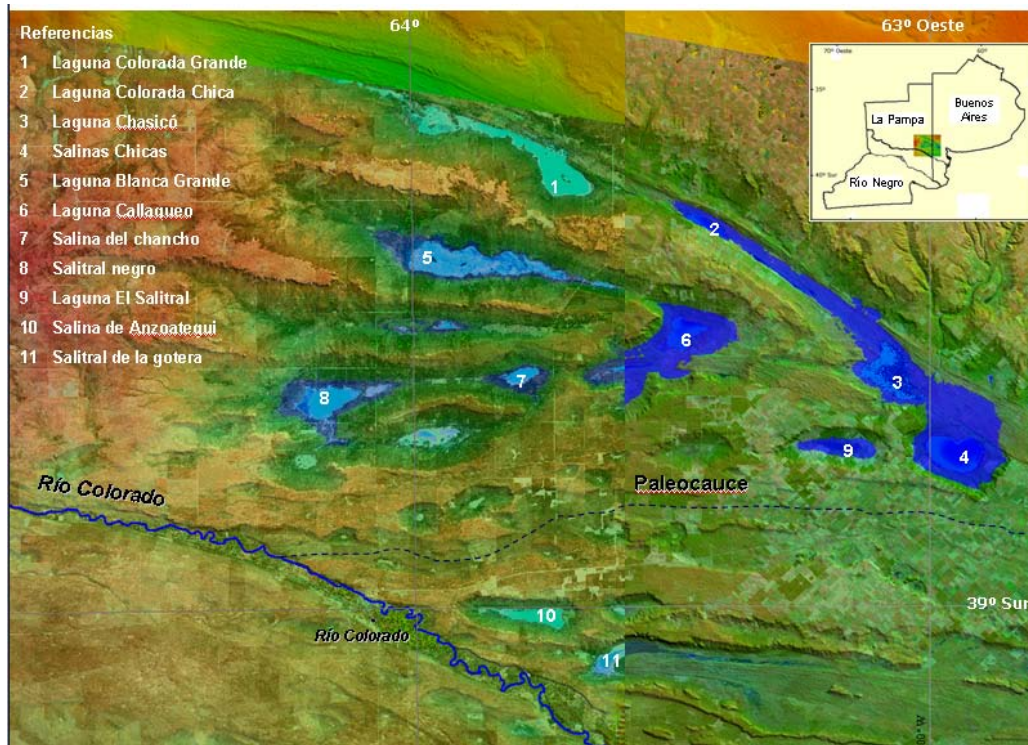


Figura 1. Distribución de los Bajos sin Salida en el área de estudio sobre un producto de fusión: imagen LANDSAT y el modelo digital de elevación (SRTM).

Algunos BSS tienen grandes dimensiones, elongados en sentido de la pendiente, y fueron interpretados como paleovalles poligénicos (Gonzalez Uriarte, 1984). Entre ellos, se destaca el lineamiento regional El Salitral-Chasicó (Fig. 1). El piso de estas depresiones alcanza los 45 m por debajo del nivel de mar en Laguna Callaqueo y Salinas Chicas. El objetivo de este trabajo es aportar bases al conocimiento de los BSS a partir de herramientas de geomática y apoyo de campo. Los primeros resultados permiten caracterizar morfológicamente los bajos del área y realizar inferencias sobre su origen y edad.

## METODOLOGÍA

Para la caracterización geomorfológica de los BSS se utilizaron imágenes ópticas (ASTER y LANDSAT), el modelo digital de elevación (DEM) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Las imágenes fueron rectificadas geométricamente, georreferenciadas y fusionadas con el DEM. A partir del mismo se obtuvieron datos morfométricos de área, desnivel, dirección, altura máxima y mínima, de 87 BSS. Sobre estas mediciones se realizó una estadística descriptiva obteniéndose las medidas resumen de todas las variables (Figura 2a) y la distribución de frecuencias de las áreas de los bajos (Figura 2b). Los BSS fueron clasificados según el desnivel en 4 clases: a, b, c y d (0-26 m; 26-41 m; 41-63 m y >63 m). Además, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y regresiones para algunas de estas variables.

## RESULTADOS

Se identificaron cuatro niveles de erosión-gradación en el área de estudio (Fig. 1). Los dos más altos corresponden a dos superficies geomórficas con un desnivel relativo de unos 40 m. Los dos inferiores corresponden, uno al piso del valle actual del Río Colorado y otro, ubicado 20-30 m por encima, a un paleovalle de dicho río (Fig. 1). Los BSS se presentan sobre las superficies geomórficas más elevadas. Estas son formas angostas aterrazadas, de sentido O-E y constituyen relictos de erosión tanto por la dinámica del cauce actual del río

Colorado, como por su antiguo cauce. Los BSS tienen formas subcirculares, en general alongadas en sentido de la pendiente regional (O-E). La mediciones realizadas a partir del DEM para 87 BSS permitieron caracterizarlos morfológicamente y establecer relaciones morfométricas entre las variables. Las medidas resumen muestran que la variable con mas variación en torno a su media aritmética es el Área (Fig. 2a). Esta variable muestra una distribución de tipo *Poisson* donde el 90 % de los bajos muestreados son los de menor superficie (Fig. 2b). Se encontró también que la variable Desnivel se asocia al Área mediante una ecuación logística (Fig. 3a). La función encontrada entre las medidas de Desnivel tomadas del DEM y las calculadas a partir del Área es lineal y tiene muy buen ajuste ( $R^2=0.81$ , Fig. 3b).

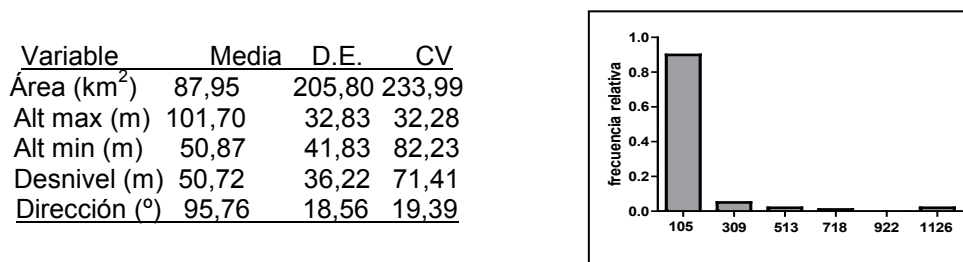


Figura 2: a) Medidas resumen de las variables, b) Frecuencias de la variable Área.

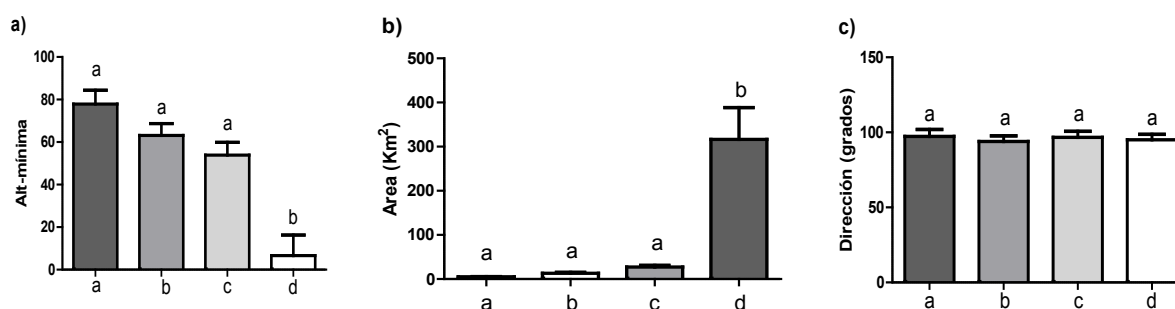


Figura 3: a) Altura mínima, b) Área, c) y Dirección para las cuatro clases de Desnivel. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Los BSS se separaron en 4 rangos de desnivel relativo a partir de los cuales se hallaron asociaciones con las demás variables, que sirvieron para caracterizar algunas de las clases. Los bajos de la clase d (los de mayor desnivel:  $> 63$  m) se diferencian significativamente de los demás con respecto a la variable Altura mínima y Área ( $p < 0,05$ ; Fig. 3a y  $p < 0,05$ ; Fig. 3b respectivamente). Con respecto a la dirección de los BSS dada por el eje mayor, existe un lineamiento marcado en sentido de la pendiente regional (O-E) (media:  $95^\circ$  azimut) con una tendencia hacia el ONO-ESE. Esta dirección no esta influenciada por la profundidad (desnivel) de los bajos. La variable Dirección no presenta diferencias significativas con respecto a las clases de Desnivel ( $p = 0,9285$ ; Fig. 3c), ni con la Altura máxima ( $p = 0,3827$ ).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las relaciones morfométricas encontradas indican que dominan los bajos de menores dimensiones y que los de mayor superficie presentan los mayores desniveles (relación área-profundidad). Ello es congruente con la clasificación de Frenquelli (1957) quien denominó *Pfannen* a las depresiones de laderas suaves y *Wannen* a los grandes bajos de laderas

abruptas. Los bajos de mayores dimensiones (área y profundidad) se presentan en el sector norte (Figura 1). La orientación no está relacionada con el desnivel y las dimensiones de los BSS, lo cual permite suponer un origen común. Las depresiones originales han evolucionado aumentando su superficie por retroceso de pendientes generadas por procesos de remoción en masa, erosión fluvial y deflación. Ello ha llevado a coalescencia de algunos bajos, muchas veces dando la apariencia de paleovalles. En este sentido debe reconsiderarse la propuesta Melo et al. (2003) quienes interpretan paleoredes de drenaje del Río Colorado a través de bajos que están totalmente desconectados, tales como las salinas de Anzoátegui y el salitral de La Gotera, entre otros. Se ha reconocido un solo paleovalle del Río Colorado cuyo trayecto puede continuarse hasta el mar. Este se origina 20 km aguas arriba de la localidad de Río Colorado y corre por su margen derecha bordeando las lagunas de Anzoátegui por el sur y Salinas Chicas por el norte. A pesar de las variadas hipótesis propuestas para el origen de los BSS, consideramos que deben explorarse causas periglaciales como procesos de termokarst. Así, las depresiones podrían haberse producido por subsidencia como consecuencia de la fusión del permafrost en un ciclo post-glacial. Trombotto (2002) identifica rasgos geocriogénicos que indican condiciones de permafrost para toda Patagonia en la denominada "Gran Glaciación", hace unos 1,2 Ma (Mercer, 1976). Esta edad es congruente con la estratigrafía del área, por lo que es probable que la génesis de los BSS esté vinculada a dicho evento post glacial.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto AO-SAOCOM (CONAE- MINCYT) N° 24 "Análisis geomorfológico y ambiental del área de transición pampeano-patagónica a partir de datos satelitales multi-fuente". Los autores agradecen a esta institución y a la Universidad Nacional de Mar del Plata por el financiamiento recibido para esta investigación. Al Dr. P. Guerstein por la lectura crítica del manuscrito y valiosas sugerencias.

## REFERENCIAS

- Dessanti, R.N. 1973. Sobre el control estructural de algunos rasgos geomorfológicos del noroeste de la Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28, 1, 91-96.
- Fidalgo, F. y Riggi, J.C., 1965. Los Rodados Patagónicos en la Meseta de Guenguel y alrededores (Santa Cruz). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 20, 3, 273-325.
- Fidalgo, F. 1972. Consideraciones sobre los bajos situados al norte de la provincia de Santa Cruz. *Actas de V Congreso Geológico Argentino*. Tomo V. Buenos Aires: 123-137.
- Fidalgo, F. 1973. Sobre los bajos sin salida en Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28, 1: 91-96.
- Frenquelli, J. 1957. Neozoico en Geografía de la República Argentina, II, GAEA, Soc. Arg. Est. Geogr., 3: 1-218.
- González Bonorino, F. y Rabassa, J. 1973. La laguna Carri Lafquen Grande y el origen de los bajos patagónicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28, 1, 314-318.
- González Uriarte, M. 1984. Características geomorfológicas de la porción continental que rodea la Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. IX Congreso Geológico Argentino, Actas III: 556-576.
- Martínez, O. 2011. Una revisión y actualización del conocimiento sobre el origen y la edad de los "bajos sin salida" en la patagonia extrandina. XVIII Congreso Geológico Argentino, Actas CD, pp. 1227-1228. Mayo 2011, Neuquén.
- Mercer, J.H., 1976. Glacial history of Southernmost South America. *Quaternary Research* 6, 125-166.
- Methol, E.J. 1973. Comentarios sobre los pequeños bajos sin salida de la Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28, 1, 91-96.
- Trombotto Liaudat, D. 2002. Inventory of fossil cryogenic forms and structures in Patagonia and the mountains of Argentina beyond the Andes. *South African Journal of Science* 98: 171-180.
- Volkheimer, W. 1972. Sobre el origen de los bajos sin salida en la Patagonia Extrandina Septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27, 4, 410-412.
- Zambrano, J.J. 1973. Influencia de la deflación en la formación de los bajos sin salida de la Patagonia Extrandina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28, 1, 91-96.