



## Características geomorfológicas del área del Lago Burmeister

Luis R. HORTA<sup>1,2,\*</sup>, Cintia L. QUINTEROS<sup>2</sup>, Victoria M. LANGE<sup>3</sup>, María L. SANTILLÁN<sup>2</sup>, Sergio M. GEORGIEFF<sup>1</sup>

**Abstract:** *GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF THE BURMEISTER LAKE AREA.*

With the aim of contributing to the understanding of the paleoenvironmental development during the Late Pleistocene - Early Holocene of Patagonia, an analysis and interpretation of the dominant geoforms in the area of Burmeister Lake, which is located in the central west of the Santa Cruz, Argentina. From the survey of the area, through the use of Landsat 7 ETM satellite images and specific software (Arc GIS 10.1), were identified more features landforms erosive, such as: U-shaped valleys, striations and grooves generated by the action of glaciers, as well as depositional landforms, such as moraines, fluvial deposits, deltaic fans, colluvial deposits, old lacustrine and diamictitic deposits. On this basis, a geomorphological cartography was carried out, where the current and past relief was analyzed from the topographic characteristics, determined by digital elevation models (DEM), which allowed the analysis of the geomorphological conditions of the erosive and depositional processes in the environment. paleoglacial. The results obtained have made it possible to observe the climatic variability during the most recent geological period, where the greatest changes in the evolution of the landscape were: the retreat of the ice and the consequent genesis, development and disintegration of the great lakes that existed to the east of the Andes.

**Resumen:** Con el objetivo de contribuir a la comprensión del desarrollo paleoambiental durante el Pleistoceno Tardío – Holoceno Temprano de la Patagonia se presenta un análisis e interpretación de las geoformas dominantes en el área del Lago Burmeister, el cual se encuentra ubicado en el centro oeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina. A partir del relevamiento del área, mediante la utilización de imágenes satelitales Landsat 7 ETM y Software específico (Arc GIS 10.1), se identificaron las geoformas erosivas más características como: valles en U, estrías y acanaladuras generadas por la acción de los glaciares, así como también geoformas depositacionales como morrenas, depósitos fluviales, abanicos deltaicos, depósitos coluviales, antiguos niveles lacustres y depósitos diamictíticos. Sobre esta base se realizó una cartografía geomorfológica, donde se analizó el relieve actual y pasado a partir de las características topográficas, determinadas por modelos de elevación digital (DEM), lo que permitió analizar las condiciones geomorfológicas de los procesos erosivos y depositacionales en el ambiente paleoglacial. Los resultados obtenidos han permitido observar la variabilidad climática durante el período geológico más reciente, donde los cambios mayores en la evolución del paisaje fueron: el retroceso de los hielos y la consecuente génesis, desarrollo y desintegración de los grandes lagos que existieron al este de los Andes.

**Key words:** Geoforms. Climate Variability. Patagonia. Paleoglacial Environment. Late Pleistocene – Early Holocene.

**Palabras clave:** Geoformas. Variabilidad Climática. Patagonia. Ambiente Paleoglacial. Pleistoceno Tardío – Holoceno Temprano.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. Miguel Lillo 205. CP: 4000, Tucumán, Argentina. E-mail: hluisth@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET).

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Universidad de Buenos Aires.

## Introducción

Los andes patagónicos y la región extrandina de la provincia de Santa Cruz manifiestan rasgos de eventos glaciares que han dejado claras evidencias morfológicas, tanto erosivas como depositacionales de las fluctuaciones glaciares, desde finales del Mioceno. Estas secuencias glaciares continúan hasta el Holoceno (Rabassa y Coronato 2002). Las dinámicas del ambiente de finales del pleistoceno y de todo el Holoceno han sido altamente variables en toda la Patagonia meridional (Stine y Stine 1990; Gill *et al.*, 2001; Horta *et al.*, 2017).

Estas fluctuaciones climáticas, como el calentamiento global, el cual produjo el descongelamiento acelerado de la región y el retroceso de las masas del hielo glaciario, tuvieron gran incidencia en el paisaje tanto a nivel regional como local, formando como resultado grandes lagos en la región patagónica al este de los Andes. (Clapperton *et al.*, 1993, Rabassa *et al.*, 2002., Tatur *et al.*, 2002).

Las primeras evidencias sobre los Paleoambientes del Pleistoceno tardío/Holoceno temprano en el Parque Nacional Perito Moreno (PNPM) fueron aportadas por González (1992, en Aschero *et al.*, 2005), donde denomina Paleolago Caldenius que inundaba las áreas comprendida por los lagos los actuales lagos Burmeister, Belgrano, Azaran Nansen, Mogote y Volcan, el cual se habría formado durante el Holoceno Temprano e incluso hacia el final del Pleistoceno Tardío, alcanzando una cota de unos 100 m por encima del nivel actual del Lago Belgrano (Aschero *et al.*, 2005). El lago Burmeister habría comenzado a formarse previo a los 31 ka, logrando su máxima expansión a los 11.7 ka, formando un paleolago con los lagos Belgrano – Azara y Nansen los cuales ya se encontrarían fragmentados a los 6.9 ka (Horta *et al.*, 2017, 2019).

El presente trabajo pretende describir y analizar las evidencias geomorfológicas y sedimentarias en el área del lago Burmeister, el mismo es un buen ejemplo de como se manifiestan

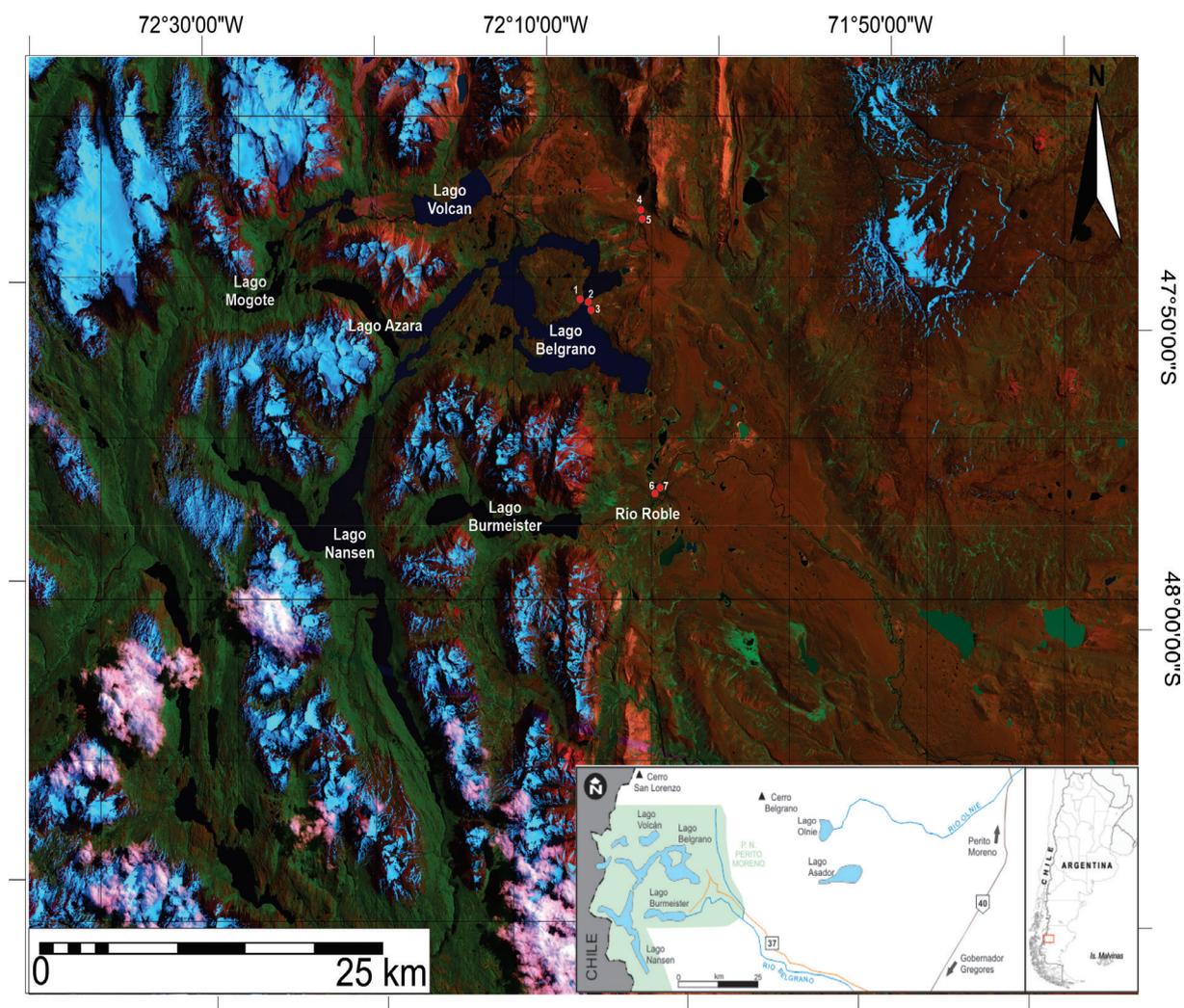
los procesos erosivos y depositacionales a nivel regional y local, mostrando los principales cambios en la morfología del paisaje que se asociaron a la evolución de los glaciares y al desarrollo y la división de los grandes lagos en la región, en los Andes orientales, en la Patagonia central durante el Pleistoceno tardío – Holoceno temprano.

## Ubicación y características generales

El área de estudio se encuentra ubicada al NO de la Provincia de Santa Cruz en el Parque Nacional Perito Moreno (PNPM, Figura 1), el cual cuenta con una superficie aproximada de 126830 ha en una región montañosa cortada por valles. Se puede acceder a la zona del parque desde la Ruta 40 en su tramo que une Perito Moreno y Gobernador Gregores en la provincia de Santa Cruz, tomando la ruta provincial 37. Las alturas promedio rondan los 900 msnm, con temperaturas de entre 15 °C e inferiores a 0 °C, llegando a alcanzar los – 30 °C en el invierno. En el área de estudio se distinguen dos cuencas principales, una de vertiente occidental que comprende los lagos Belgrano, Azaran Nansen, Mogote y Volcan que drenan al océano Pacífico y la otra, que corresponde a la cuenca del Lago Burmeister que desagua hacia el océano Atlántico. El ambiente del PNPM es de transición entre la estepa herbácea y el bosque de *Nothofagus* sp., con precipitaciones que varían de este a oeste entre 200 y 3000 mm (Paruelo *et al.*, 1998; Aschero *et al.*, 2005). El paisaje es el resultado del modelado glacial al que se superpone posteriormente la acción fluvial y lacustre (Giacosa y Franchi 2001).

## Materiales y Métodos

Para la caracterización geomorfológica del área de estudio, se realizó un mapeo mediante la utilización de imágenes satelitales y relevamiento de campo. La base cartográfica geomorfológica del área se obtuvo siguiendo los criterios



**Figure 1.** Mapa de ubicación del área de estudio. Los puntos rojos indican los sectores donde se relevaron perfiles selley. En el mapa de América del Sur se destaca en gris la Patagonia Argentina. / **Figura 1.** Location map of the study area. The red dots indicate the sectors where selley profiles were surveyed. On the map of South America, Argentine Patagonia is highlighted in gray.

morfogenéticos de Van Zuidam y Van Zuidam Cancelado (1986), mediante interpretación de imágenes satelitales (Landsat 7 ETM) utilizando el Sistema de Información Geográfica Arc GIS 10.1 Student Edition software. Los mapas obtenidos resultan de la combinación de bandas 741 en los canales RGB. Por otro lado, se analizó el relieve a partir de las características topográficas determinadas por modelos de elevación digital (DEM) extraídos del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, 2000).

El mapa geomorfológico fue controlado y georeferenciado mediante GPS (Garmin MAP). Las mediciones de campo, las descripciones de perfiles, las muestras y el mapeo de las geofor-

mas más representativas han sido referenciadas a coordenadas geográficas.

A partir de la generación del DEM, se realizó un mapa de pendientes el cual fue de gran utilidad para resaltar las geofomas de acuerdo a la topografía. Como complemento para mapeos de mayor detalle se utilizaron imágenes del Google Earth (2010).

Las estrías y acanaladuras identificadas exclusivamente sobre las ignimbritas fueron medidas con brújula brunton, georeferenciadas, y reconocidas en las imágenes satelitales. También se realizaron secciones transversales y longitudinales del terreno para analizar las formas resultantes de los procesos erosivos y depositacionales en el ambiente paleoglacial.

## Resultados

A partir del mencionado procesamiento de las imágenes de satélite (Landsat 7 ETM), se construyó un mapa de las geoformas (Figura 2), donde se observa que la zona está caracterizada por un ambiente glacial de retroceso con geoformas propias, como circos glaciares, valles en U, depósitos glacialacustres (Horta *et al.*, 2017), en el extremo oriental encontramos los sistemas de morrenas terminales los cuales fueron mapeados por Caldenius en 1932, entre otros (Mercer y Sutter, 1982; Turner *et al.*, 2005; Glasser *et al.*, 2008). Para su presentación las unidades mapeadas se dividieron en geoformas erosivas y depositacionales.

### Geoformas erosivas

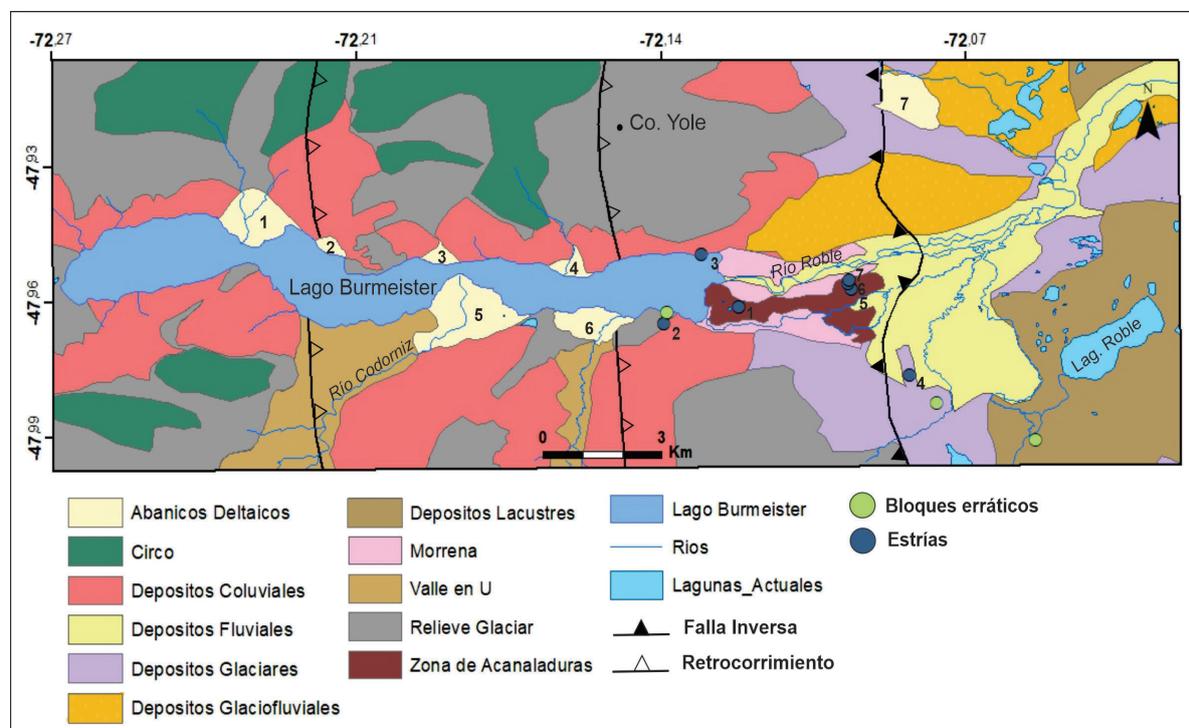
#### Circos

Los circos son geoformas de erosión ubicadas en la cabecera de los valles. Su forma es cón-

cava, similar a un anfiteatro y quedan rodeados de laderas altas y empinadas. Allí se acumula la nieve que da origen a un glaciar de valle. Los mismos se ensanchan por congelifracción y se profundizan por abrasión. Se originaron circos tanto al norte como al sur del lago (Figura 2). Los mismos se emplazan en el complejo ignimbrítico El Quemado de edad jurásica (Giacosa y Franchi 2001). Esta clase de geoformas se encuentran principalmente al norte del lago, donde alcanzan un total de 6. Hacia el sur se ubicaron dos circos de menor tamaño.

#### Valles en U

Las principales geoformas originadas por la erosión glacial son los valles glaciares. Se caracterizan por presentar paredes escarpadas, trazado rectilíneo y forma en U en su sección transversal. Los mismos se forman por el ensanchamientos y profundización de antiguos valles fluviales. Se ubican dos valles al sur del lago con una orientación SN (Figura 2). El valle principal se encuentra en el cen-



**Figure 2.** Mapa de Geoformas, donde puede observarse a grandes rasgos que en el oriente predominan las geoformas glaciales y glaciofluviales; al noroeste y suroeste caracterizada por un relieve glacial, valles en U y circos glaciares, hacia el este depósitos lacustres, fluviales y morrenas. / **Figura 2.** Geoform Map, where it can be broadly observed that glacial and glaciofluvial geoforms predominate in the east; to the northwest and southwest characterized by a glacial relief, U-shaped valleys and glacial cirques, to the east lacustrine, fluvial deposits and moraines.

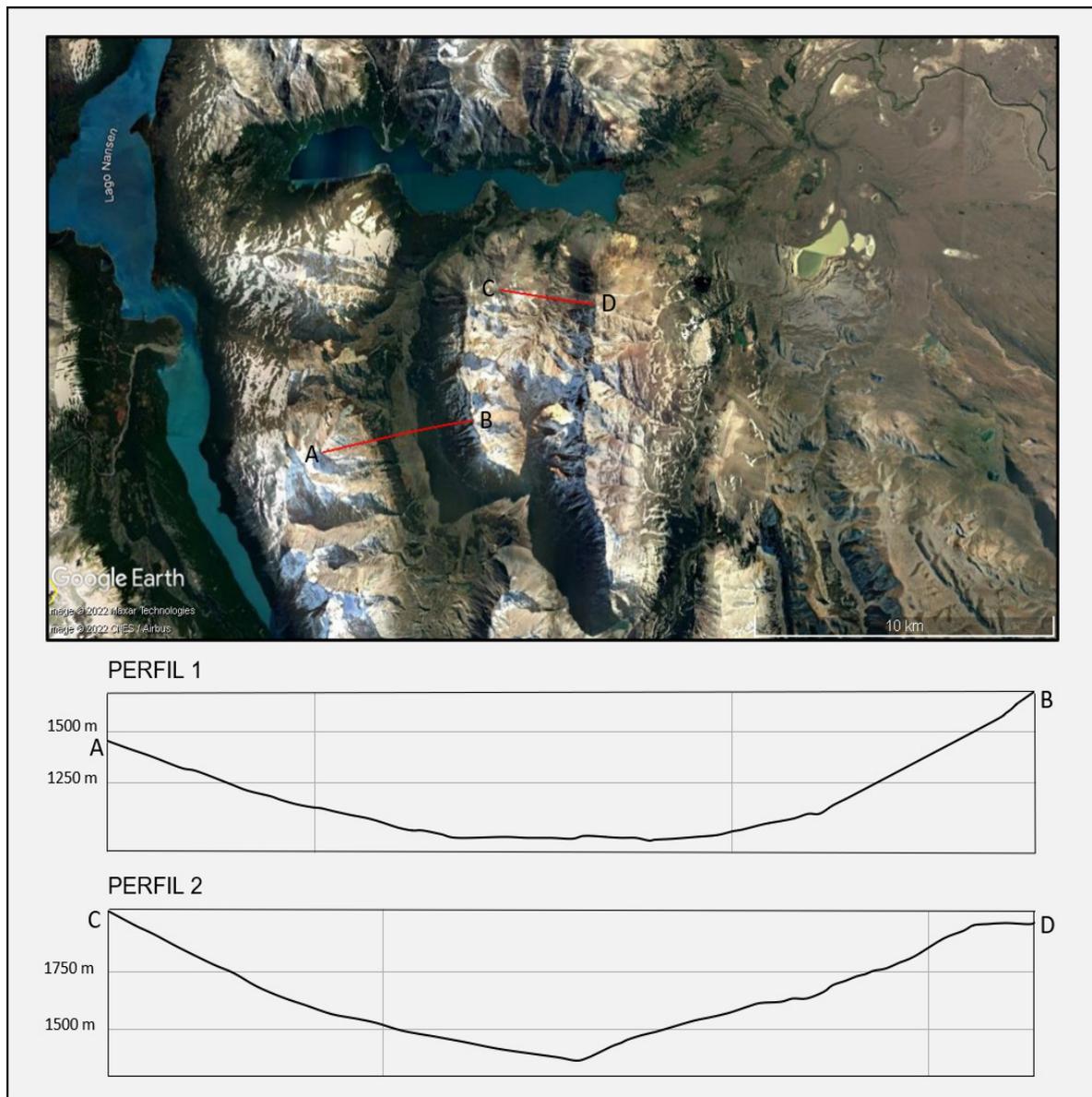
tro sur del lago y es el más ancho llegando a medir 3.09 km, cerca de la desembocadura, y su largo en el sector mapeado es de 13,5 km. El valle sureste es de menor superficie y mide 1 km de ancho y 3 km de largo. (Figura 3).

### Estrías y acanaladuras

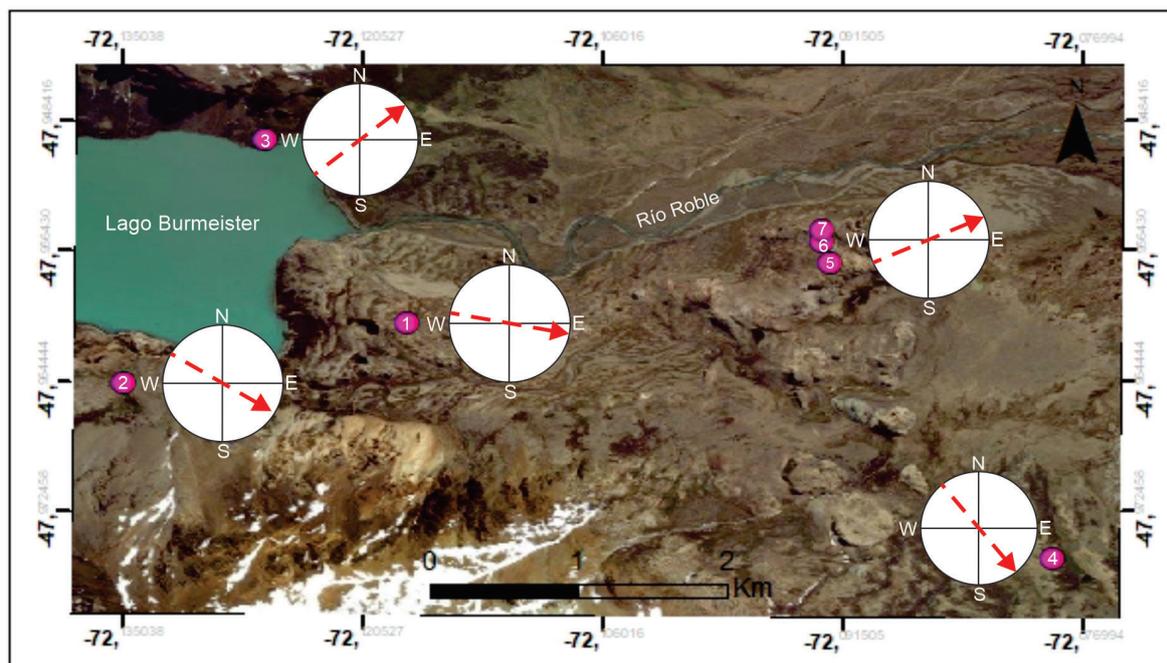
La acción abrasiva de los glaciares modela el substrato generando relieves con rocas aborregadas, produce un pulido en el substrato rocoso y da lugar a estrías rectilíneas orientadas en el sentido

del flujo, generalmente paralelas. Si las incisiones tienen varios centímetros de ancho se llaman acanaladuras y si estas son milimétricas se denominan estrías. Alrededor del Lago Burmeister aflora el plateau ignimbrítico Complejo el Quemado (Riccardi, 1971), debido a las características geomecánicas de este predominan estructuras de relieve erosivo como las ya mencionadas (Figura 4).

En diferentes sectores del área de estudio se identificaron estrías y acanaladuras, se midieron un total de 7 puntos con los valores promedios de las orientaciones (Figura 4). En el punto 1, tiene una



**Figure 3.** Perfiles transversales del valle glaciar ubicado al suroeste del Lago Burmeister. / **Figura 3.** Cross-sectional profiles of the glacial valley located southwest of Lake Burmeister.



**Figure 4.** Imagen satelital donde se muestra el azimut y ubicación de las estrías en las cercanías del Lago Burmeister. / **Figura 4.** Satellite image showing the azimuth and location of the striae in the vicinity of Lake Burmeister.

dirección promedio de  $100^\circ$ , el 2 tiene una dirección promedio de  $120^\circ$ , el 3 se corresponde con  $52^\circ$  azimut (Figuras. 4 y 5 a), el 5 tiene una dirección promedio de  $140^\circ$  (Figuras. 4 y 5 b), y finalmente los puntos 6, 7 y 8 tienen un azimut entre  $60^\circ$  y  $67^\circ$  (Figuras. 4 y 5 c).

## Geoformas depositacionales

### Depósitos Glaciofluviales

Se encuentran representados en el sector noreste del área de estudio (Figura 2), presentan una geometría tabular. Constituyen una planicie producida por el derretimiento del hielo en períodos templados. Son sedimentos de colores grises a blanquecinos formados por gravas bien redondeadas en una matriz areno-limosa (Giacosa y Franchi 2001).

### Morrenas

Son depósitos de origen glaciar formados por clastos que transporta el propio glaciar. Al este del lago se observa un sistema de morrenas terminales. Los depósitos morrénicos más actuales

fueron datados Wenzens (2005), 10 km al norte del área de estudio, con edades que decrecen en sentido de este a oeste y van desde  $10650 \pm 40$  (12.5 cal yr BP),  $8160 \pm 40$  (9 cal yr BP),  $6650 \pm 40$  (7.5 cal yr BP). Su origen se debería al avance neoglacial propuesto por Mercer (1976, 1982). Asimismo, estos depósitos morrénicos habrían controlado la extensión de las lagunas del Mie.

### Bloques Erráticos

Fueron encontrados principalmente al suroeste del Lago Burmeister (Figuras 2 y 6), la composición de estos es granítica y presentan diferentes tamaños (Figuras 6 y b).

Estos bloques, debido a su composición granítica, se interpreta que habrían sido transportados unos 20 km por el hielo desde el noroeste, donde afloran cuerpos graníticos pertenecientes al Complejo Plutónico Cerro San Lorenzo (Mioceno Superior).

### Depósitos Lacustres

Los afloramientos principales de depósitos lacustres fueron encontrados en el sector



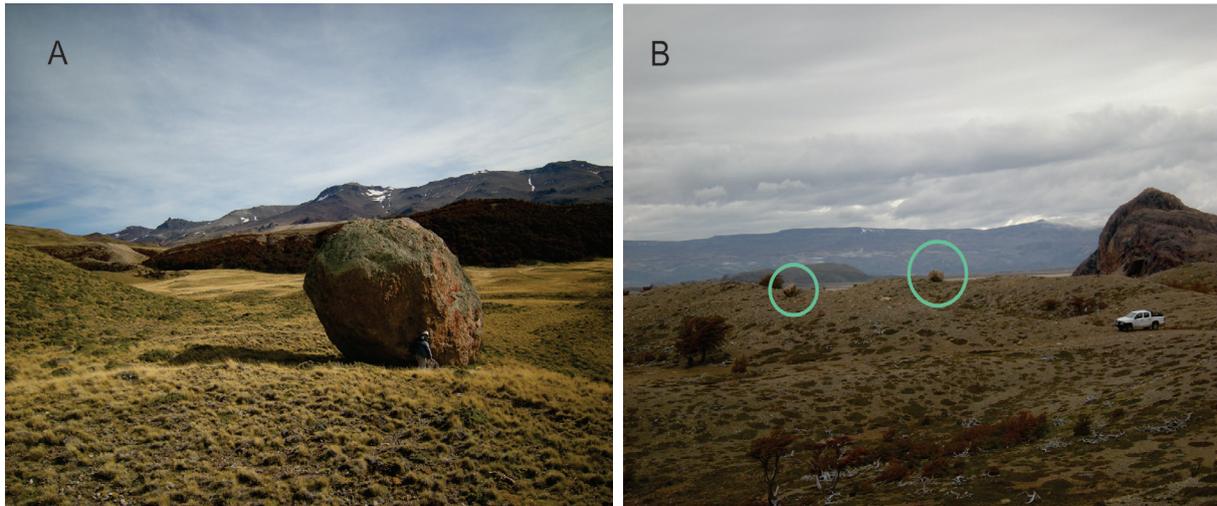
**Figure 5.** **A** - Punto 3. **B** - Vista del punto 5 con dirección al suroeste del Lago Burmeister. **C** - Punto 6, 7 y 8. / **Figura 5.** **A** - Point 3. **B** - View of point 5 towards the southwest of Lake Burmeister. **C** - Point 6, 7 and 8.

denominado lagunas del Mie, Horta (*et al.*, 2017, Figura 8), donde se registraron edades de 31 y 6.9 ka. Puede observarse que previo a los 6.9 ka, la presencia de dropstones, lo cual indica un avance neoglacial.

### Abanicos deltaicos

Se ubicaron 5 abanicos deltaicos, tres al norte y dos al sur del lago Burmeister (Figura 2). El abanico deltaico 2 es el de mayor tamaño (1,86 Km<sup>2</sup> aprox.) y presenta un gran avance

sobre el lago. El río que le da origen es el Río Codorniz. Parte de la superficie del delta se encuentra vegetada y se ubica a mayor altura, indicando mayor antigüedad y un posible descenso del nivel de base local, en este caso el lago. Se encuentra dominado por la acción fluvial y presenta canales entrelazados y sinuosos. El abanico 1 presenta características similares, le sigue en tamaño y presenta el 80% de su superficie vegetada en relación al abanico activo, que se halla 3 metros menos de altura. El abanico deltaico 6 es más ancho respecto de su largo. Presenta vege-



**Figure 6.** Vista del bloques erráticos. **A** - Bloque errático ubicado en las cercanías de la Laguna Roble. **B** - Bloques erráticos (destacados con círculos celestes), ubicados al sur del Lago Burmeister. / **Figura 6.** *View of the erratic blocks. A - Erratic block located near Laguna Roble. B - Erratic blocks (highlighted with light blue circles), located south of Lake Burmeister.*

tación, pero en menor cantidad que los anteriores. Los abanicos 3 y 4 se ubican al noreste del lago y presentan ambos un área mucho menor que los otros abanicos del sector. El abanico 2 es el más pequeño y su superficie se encuentra vegetado en un 90%. El abanico deltaico 7 se encuentra al noroeste del sector. Su origen se encuentra relacionado con los antiguos niveles del paleolago Caldenius hace aproximadamente 11 cal y BP (González 1992; Horta *et al.*, 2017).

### Depósitos Coluviales

Estos depósitos están conformados por fragmentos de roca desordenados, desprendidos de las alturas y depositados pendiente abajo, la mayoría de las veces por acción de la gravedad, aunque en algunos casos estos desprendimientos son ayudados por la acción del agua. En el sector estudiado se encuentran alrededor del Lago Burmeister, en las pendientes del sector cordillerano (Figura 8). Según la clasificación de Varnes (1978) modificado por Corominas y Yagüe (1997) se los puede clasificar como flujos de detritos.

### Red de drenaje actual

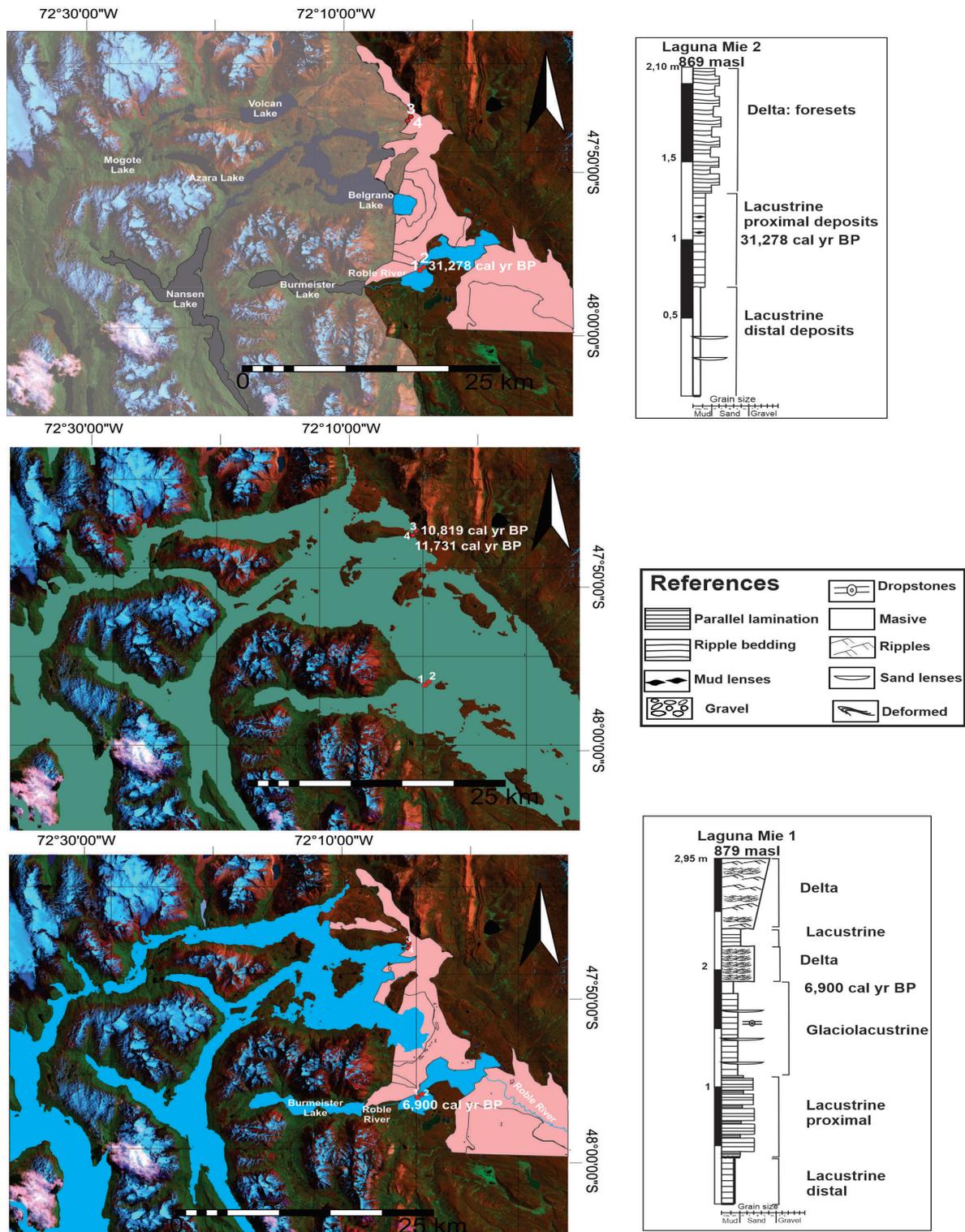
El Lago Burmeister conforma una depresión lacustre orientada en dirección este-oeste y recibe aportes predominantemente del sector

cordillerano que lo rodea, los afluentes de régimen nival forman abanicos aluviales. El principal afluente es el Río Codorniz, formando un gran abanico ubicado en el área centro sur del lago (abanico 2). Este desagua al Océano Atlántico por el sector este en el Río Roble, este es un río tipo meandriforme.

En el área este del lago se observan diversas lagunas, la de mayor tamaño es la Laguna Roble (Figuras 1 y 2), que se encuentra al sureste del mismo.

### Discusión y Conclusiones

El estudio de la geomorfología en la zona es de gran importancia ya que muestra las evidencias de la apertura del Campo hielo en Norte y Sur. El análisis de la geomorfología ha permitido observar la evolución del paisaje, que como consecuencias de los cambios climáticos ocurridos en la región, en los últimos 31 ka. (Horta *et al.*, 2017), ha tenido una evolución geomorfológica que ha llegado a lo que conocemos hoy, el área que ocupa el Lago actual Lago Burmeister paso de estar ocupada por el hielo, a generar un gran paleolago cuya máxima extensión se registró hace aproximadamente 11.7 ka., para alcanzar una configuración similar a la actual hace 6.9 ka.



**Figure 7.** Paleogeografías y perfiles para el área de estudio entre los 31 y 6.9 (modificado de Horta *et al.*, 2017). / **Figura 7.** Paleogeographies and profiles for the study area between 31 and 6.9 (modified from Horta *et al.*, 2017).

Mediante este análisis se definió que la zona está caracterizada por un ambiente glacial de retroceso y periglacial con geoformas pro-

pias como depósitos morrenicos, circos, valles en U, estrías y acanaladuras, bloques erráticos. Que durante el Pleistoceno el Pleistoceno tardío



**Figure 8.** Depósitos coluviales ubicados en el faldeo sureste del Lago Burmeister. / **Figura 8.** *Colluvial deposits located on the southeastern slope of Lake Burmeister.*

– Holoceno temprano el retroceso de los glaciares generó áreas inundadas por los lagos de mayor extensión a la actual (Horta *et al.*, 2017).

Teniendo en cuenta la morfología de los sistemas de morrenas ubicadas hacia el este del Lago Burmeister, las estrías y acanaladuras medidas al igual que la composición de los bloques erráticos se considera que la dirección principal del avance del hielo, habría sido oeste – este.

Los niveles glacialacustres con dropstones por debajo de los 6.9 ka, podrían correlacionarse con los avances glaciares más actuales que plantea Wenzens (2005), para la zona.

La red hidrológica muestra direcciones de drenaje con vertiente atlántica, a su vez en el área de estudio se encuentran numerosos cuerpos lagunares, que gran parte de ellos habrían

estado unidos y formando parte del paleolago que Gonzales (1992, en Aschero *et al.*, 2005), habría denominado Paleolago Caldenius.

La evolución de los abanicos deltaicos podría relacionarse con la evolución del lago Burmeister y sus variaciones batimétricas como lo plantean Glasser *et al.*, 2004, 2008, para el Lago General Carrera y Horta *et al.*, 2013), para el sistema lacustre Pueyrredón – Posadas – Salitroso.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por la financiación del proyecto PICT 2017 0222. Queremos también expresar reconocimiento por su

colaboración Damián Bozzuto, Teresa Civalero y Mariana Sacchi por la ayuda en las tareas de campo. Queremos agradecer muy especialmente por la ayuda brindada a la gente de Parques Nacionales, Municipalidad de Perito Moreno y Museo de Arqueología Carlos Gradin.

## Referencias

- Aschero, C.A., Bellelli, C. y Goñi, R.A., 1992. Avances en las investigaciones arqueológicas del Parque Nacional Perito Moreno, Provincia de Santa Cruz, Patagonia Argentina. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 14: 143–170.
- 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: 164.
- Clapperton, C.M. 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier* 768 p., Amsterdam.
- Corominas, J. y García-Yagüe, A., 1997. Terminología de los movimientos de ladera. In E.Alonso, J.Corominas, J.Chacón editores. *IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*. 3: 1051-1072. Granada. Barcelona.
- Galloway, R.W., V. Markgraf y J. P. Bradbury, “Dating shorelines of lakes in Patagonia, Argentina”, en *Journal of South American Earth Sciences* 1, 1988: 195-198.
- 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 - 2001.
- Gilli, A., Anselmetti, F.S., Ariztegui, D., Bradbury, J.P., Kelts, K.R., Markgraf, V. y McKenzie, J.A., 2001. Tracking abrupt climate change in the Southern Hemisphere: a seismic stratigraphic study of Lago Cardiel, Argentina (49°S). *Terra Nova* 13 (6): 443-448.
- Glasser, N.F., Aniya, M., Harrison, S. y 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., y Kleman, J. 2008. The glacial geomorphology and Pleistocene history of South America between 38°S and 56°S. *Quaternary Science Reviews*, 27: 365–390.
- González, M. (1992) Paleoambientes del Pleistoceno Tardío/Holoceno Temprano en la cuenca de los lagos Belgrano y Burmeister (47°40'/48° Sur, 72° 30' Oeste. Santa Cruz), *Informe Técnico N° 9*: 1-7. Fundación C. Caldenius.
- Horta, L.R., Georgieff, S.M., Busnelli, J. y Aschero, C.A., 2013. El desarrollo de abanicos deltaicos (fan deltas) en el sistema lacustre Pueyrredón-Posadas y su correlación con los controles alocíclicos post-glaciales del Pleistoceno - Holoceno en la Patagonia andina Argentina. *Serie de Correlacion Geologica* 29, (2): 9-20.
- Horta, L.R., Georgieff, S.M., Aschero, C. y Goñi, R., 2017. Paleolacustrine records from Late Pleistocene - Holocene in the Perito Moreno National Park, Argentinian Patagonian Andes. *Quat. Int.*, 436: 8-15.
- Horta, L.R., Marcos, M.A., Sacchi, M., Bozzuto, D., Mancini, V. y Civalero, M.T., 2019a. Paleogeographic and paleoenvironmental evolution in northwestern Santa Cruz (Argentina), and its influence on human occupational dynamics during the late Pleistocene- early Holocene. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 516: 44-53.
- Mercer, J.H., 1976. Glacial history of southernmost South America. *Quatern. Res.*, 6: 125-166.
- Mercer, J.H., 1982. Holocene glacier variations in southern South America. *Striae*, 18: 35-40.
- Paruelo, J. M., Beltrán, A., Jobbágy, E., Sala, O. E. y Golluscio, R. A., 1998. El clima de la Patagonia: patrones generales y controles sobre los procesos bióticos. *Ecología Austral* 8, (2): 85-101.
- Rabassa, Jorge y Andrea M. Coronato, “Glaciaciones del Cenozoico tardío”, en M. J. Haller (Ed.), *Geología y recursos naturales de Santa Cruz. Relatorio del 15° Congreso Geológico Argentino*. (El Calafate), I- 19, Buenos Aires, 2002, pp. 303-315
- 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, 61 p. La Plata.
- Stine, S. y M. Stine 1990. A record from Lake Cardiel of climate change in southern South America. *Nature*, 345: 705-708.
- Tatur, A., del Valle, R.A., Bianchi, M.M., Outes, V., Villarosa, G., Niegodysz, J. y Debaene, G. 2002. Late Pleistocene palaeolakes in Andes and Extra-Andean Patagonia at mid-latitudes of South America. *Quaternary International*, 89: 135-150.
- Turner, K., Fogwill, C., McCulloch, R. y Sugden, D.E., 2005. Deglaciation of the Eastern flank of the North Patagonian Icefield and associated continental-scale lake diversions. *Geogr. Ann. Ser. A Phys. Geogr.*, 87: 363–374.
- Van Zuidam, R., Van Zuidam Cancelado, F.I., 1986. Aerial Photointerpretation in Terrain Analysis and Geomorphological Mapping. Smits Publishers, p. 443.

Varnes, D.J., 1978. "Slope movement types and processes," in *Landslides: Analysis and Control*, Transportation Research Board Special Report 176, *National Academy of Sciences*, Washington, D.C., pp. 12-33.

Wenzens, G., 2005. Glacier advances east of the Southern Andes between the Last Glacial Maximum and 5000 BP compared with lake terraces of the endorheic Lago Cariel (491S, Patagonia, Argentina). *Z. Geomorphol*, 49: 433-454.

**Received :** 27 de octubre del 2022

**Accepted :** 30 de noviembre del 2023