Geología de la Costa austral de Bahía Esperanza (Península Antártica)

Geology of austral coast of Hope Bay (Antartic Peninsula)

M. Montes [(1)], A. Martín-Serrano [(1)], F. Nozal [(1)] y R. del Valle [(2)]

[(1)] Instituto Geológico y Minero de España. I.G.M.E. C/ Calera 1. 28760-Tres Cantos (Madrid), España. m.montes@igme.es; a.martinserrano@igme.es; f.nozal@igme.es
[(2)] Instituto Antártico Argentino. I.A.A. Dirección General del Antártico, Cerrito 1248, 1010 Buenos Aires, Argentina. delvalle@dna.gov.ar

ABSTRACT:

The Geology around the Esperanza Station (Argentina) at the southern coast of Hope Bay/Bahía Esperanza (63°23´S, 57°00´O) was maped during the 2004 and 2005 austral summer. Fifteen new geological units were identified and mapped within: Hope Bay Formation (Trinity Peninsula Group), Mount Flora Formation (Botany Bay Group) and Kenney Glacier Formation (Antarctic Peninsula Volcanic Group). Six diferent types of surfacial deposits were also distinguised. Important geoscientific contributions of the survey are, among others, the identification of normal faults that cut the upper groups (Botany Bay and Antarctic Peninsula Groups), and the discovery of new fossiliferous exposures of Mount Flora Formation, located 1.5 km north-eastward the Mount Flora, on the downthrown blocks of the normal faults.

Key words: *Mount Flora, Hope Bay, Tabarin Peninsula, Northern Antarctic Peninsula, Geological Mapping.*

Geogaceta, 38 (2005), 91-94
ISSN: 0213683X

Introducción

La Base Esperanza y el Monte Flora se hallan sobre la costa austral de la Bahía Esperanza, en el norte de la Península Tabarin (63°30'S, 57°00'O) que está situada en el extremo septentrional de la Península Antártica (Fig. 1A). En la Península Tabarin, se han reconocido rocas ígneas del arco magmático de la península Antártica y estratos Mesozoicos de la Cuenca Larsen (Del Valle *et al.*, 2001). El área cartografiada (Fig. 1A) está incluída en la primera de estas dos entidades litotectónicas Andinas y en ella se reconoce el basamento metasedimentario asignado a la Formación *Hope Bay*, (Grupo *Trinity Peninsula*) del Permo-Triásico; los sedimentos continentales de la Fm. *Mount Flora*, (Gr. *Botany Bay*) del Jurásico Inferior y rocas volcánicas silíceas subaéreas de la Fm. *Kenney Glacier* del Jurásico Medio (Gr. Volcánico *Antarctic Peninsula*). En este trabajo, fruto de la colaboración del Instituto Antártico Argentino y el Instituto Geológico y Minero de España durante las Campañas Antárticas del verano austral de 2004 y 2005, organizadas por la Dirección Nacional del Antártico de la República Argentina, se describen y cartografían varias unidades litológicas identificadas en el área estudiada (Fig. 1). La base de la cartografía es la foto aérea Británica 26-FID-58 *Trinity Peninsula*, obtenida en diciembre 1956.

Formación *Hope Bay* (Grupo *Trinity Peninsula*) (Unidades 1, 2, 2a y 3):

Ocupa la mayor parte del área estudiada y en ella se ha levantado una columna estratigráfica que abarca casi toda la serie aflorante de unos 1400 m de espesor, básicamente monoclinal y con inclinación hacia el ONO. Atendiendo a criterios litológicos, se han distinguido tres unidades cartografiables dentro de la Fm. *Hope Bay* (Fig. 1), las cuales a grandes rasgos coinciden con las de Paciullo *et al*., (2002), quienes asignan un espesor total de 533 m a la serie, que resulta claramente erróneo por defecto con respecto al espesor consignado en este trabajo.

La unidad 1 aflora en el sector de la Caleta Choza (*Hut Cove*) que durante la marea baja ofrece buenos afloramientos. Se han medido 270 m de espesor, caracterizados por la alternancia de areniscas y tramos lutíticos. Las litofacies arenosas son de grano medio a grueso, en bancos de 1-3 m de espesor, con contactos inferiores planares y ocasionalmente erosivos y brechas intraformacionales de cantos lutíticos. Internamente presentan laminación cruzada sigmoidal mostrando en ocasiones bipolaridad y frecuentemente *ripples* a techo de las capas. Los *ripples* de oscilación y linguoides, sobre las cuales se han medido direcciones de paleocorrientes hacia el NNO, son muy frecuentes en bancos delgados de lutitas, en los que también se preservan surcos de escala mediana, con relleno laminado (*hummocky*?). Los tramos lutíticos son de color oscuro e incorporan niveles delgados de areniscas con laminación cruzada, ondulada y lenticular.

La unidad 2 de 225 m de espesor consiste en areniscas alternando con lutitas laminadas, siendo estos últimos tramos más potentes que en el miembro anterior. Los tramos arenosos son semejantes a los descritos para la unidad 1, aunque con mayor abundancia de intraclastos de lutita. Los tramos pelíticos, algunos de los cuales se han distinguido en el mapa (Fig. 1: unidad 2a), son en detalle, ritmitas formadas por la alternancia de niveles de arenisca y lutita negra, en bancos delgados. En los niveles de areniscas se identificaron *ripples* de oscilación (*climbing ripples*), laminación contorsionada, huellas de carga, escape de fluidos y laminación lenticular y ondulada. Estos niveles tienen espesores variables y escasa continuidad lateral.

La unidad 3 es la más potente de la Fm. *Hope Bay* con 900 m de espesor.

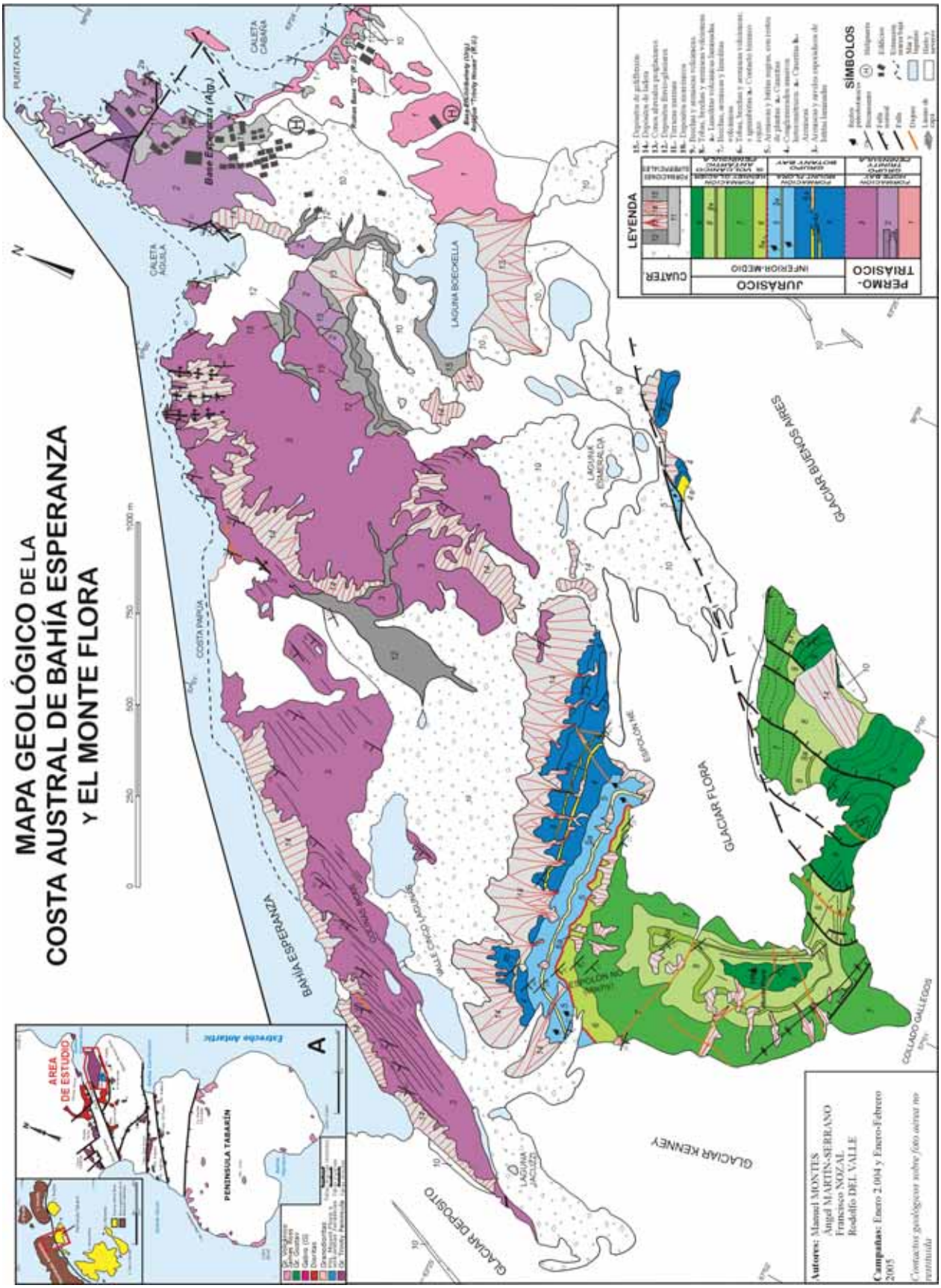

Fig. 1.- Mapa Geológico de la Costa Austral de Bahía Esperanza y el Monte Flora con la leyenda de unidades estratigráficas. A.- Mapa Geológico simplificado de la Península Tabarin (Heredia *et al.*, 2004), con la localización de la zona estudiada.

Fig. 1.- Geological Map of the Austral Coas tof Hope Bay and Mount Flora whith the legend of the stratigraphic units. A.- Simplified Geological Map of the Tabarin Peninsula (Heredia et al., 2004), and location of the studied area.

Consiste en capas de 2-4 m de potencia, de areniscas de grano grueso a mediano, bien estratificadas (Fig. 1: Colinas Scar), internamente masivas y con bases planas (Fig. 2), que suelen amalgamarse en cuerpos muy gruesos (10-15 m). Hacia el techo de los estratos ocasionalmente se observa bioturbación vertical, laminaciones ondulada y cruzada y restos de plantas. En el techo de los estratos hay *ripples* de oscilación y bioturbación (trazas de gusanos?). Alternados con los paquetes arenosos se observan niveles de 1-3 m de potencia de ritmitas semejantes a las descritas en la unidad 2.

Tradicionalmente el conjunto de la Fm. *Hope Bay* ha sido interpretado como turbiditas (Paciullo *et al.*, 2002, Birkenmajer, 1993a y b). Sin embargo, las diversas estructuras sedimentarias, asociaciones de facies y sus relaciones, sugieren un medio sedimentario más somero próximo a plataformas siliciclásticas afectadas por tormentas y mareas. El escaso contenido fosilífero, consistente en restos de plantas (calamites?), no permiten precisar la edad Carbonífero superior?-Triásico que se atribuye a todo el Grupo *Trinity Peninsula* (Hathway 2000).

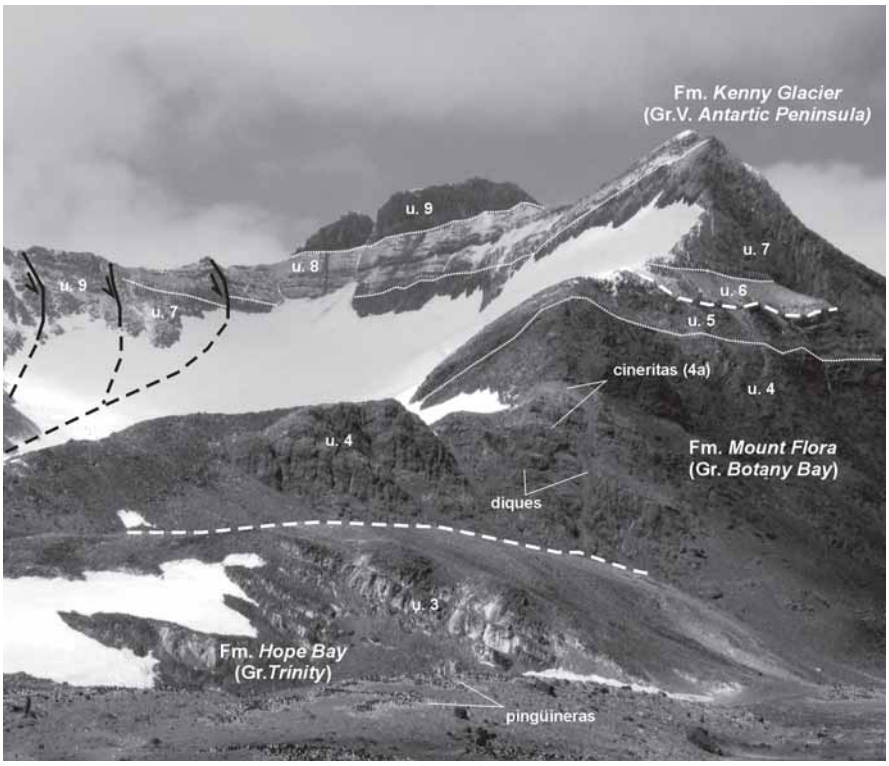

Fig. 2.- Vista del Monte Flora desde la Base Esperanza mostrando las tres formaciones principales y algunas de las fallas y unidades cartografiadas.

Fig. 2.- View of Monte Flora from Esperanza Station showing the three main formations, normal faults and mapped units.

Formación *Mount Flora* (Grupo *Botany Bay*) (Unidades 4, 4a, 4b, 5, y 5a):

Los afloramientos conocidos de esta formación se encuentran en la base y flanco de la cara norte del Monte Flora. Sin embargo, la retracción del glaciar Buenos Aires ha exhumado nuevos afloramientos al sur de la Laguna Boeckella (Fig. 1). Las evidencias de campo junto con la cartografía, permiten deducir que la Fm. *Mount Flora* se apoya en discordancia angular sobre la Fm. *Hope Bay* (Elliot y Gracanin 1983; Faquharson 1984). Sin embargo, esta discordancia no se observó directamente en el terreno por hallarse cubierta por detritos de ladera. Tampoco se han reconocido fallas en el contacto entre ambas formaciones, como sugiere Birkenmajer (1993a y b). Se ha medido un total de 367 m de espesor para la Fm. *Mount Flora* que puede dividirse en dos unidades (Fig. 1).

La unidad 4 consiste en unos 260 m de capas tabulares de 1-20 m de espesor de conglomerados con cantos redondeados, clastosoportados y de composición exclusiva del Gr. *Trinity Península*. Las capas tienen gradación normal hasta niveles de arenisca de poco espesor, discontinuos lateralmente. Hacia el NO, sobre la cara norte del Flora, existe un nivel continuo y de potencia decamétrica de areniscas de grano grueso (unidad 4b), que se interpreta como un cambio lateral de parte de los conglomerados. Hacia la parte superior de la unidad, hay dos niveles fácilmente reconocibles por su color más claro (unidad 4a), formados por rocas piroclásticas y tobas volcánicas gradadas (cineritas, Fig. 2), de 15 y 25 m de espesor, respectivamente. Estos niveles se acuñan progresivamente hacia el noroeste hasta desaparecer en las proximidades del «Espolón Machy» (NO del Monte Flora, Fig. 1). A la unidad 4 pertenece el grueso de los nuevos afloramientos descubiertos, que exhiben unos 60 m de la serie conglomerática.

La unidad 5 consiste en unos 100 m de microconglomerados, areniscas y lutitas finamente laminadas con gradación normal y laminación cruzada en sucesiones de 1-3 m de espesor, en cuyos techos hay restos de plantas. En la mitad de la serie se distinguen dos niveles de tobas estratificadas con espesor conjunto de unos 20 m (unidad 5b). Por encima de estos niveles son frecuentes las areniscas finamente laminadas y carbonosas, con abundantes restos paleobotánicos, así como niveles de areniscas con *lag* de gravas y bases erosivas (Elliot y Gracanin, 1983). La potencia de esta unidad disminuye hacia el oeste, con un registro de 60 m. Estas últimas facies también están presentes en los nuevos afloramientos mencionados, si bien aquí la serie fosilífera se encuentra muy tectonizada y pinzada entre fallas (Fig 1). En este yacimiento inédito, se encuentran gran cantidad de restos de plantas.

A la Fm. *Mount Flora* se le atribuye un medio deposicional de abanico aluvial retrogadante, como lo sugiere la superposición de facies fluvio-lacustres de la unidad 5, sobre facies de abanico aluvial de la unidad 4 (Fig. 2). Desde Halle (1913), la flora fósil fue considerada en los estudios bioestratigráficos, como típica del Mesozoico de Gondwana. En la actualidad se reconocen restos de troncos, frondas de helechos y hojas pertenecientes a 38 especies (Rees y Cleal 1993), de grupos como sphenophytas, cycadophytas, pteridophytas y coníferas. También se han reconocido exoesqueletos de insectos (Zeuner, 1959). La revisión de los datos paleobotánicos y muestras radiométricas recientes, sugieren una edad Jurásico Inferior-Medio para el conjunto de la formación (Riley y Leat, 1999; Rees y Cleal, 2004).

Formación *Kenney Glacier* (Gr. Volcánico *Antarctic Península*) (Unidades 6, 6a 7, 8, 8a y 9):

Aflora sobre los tramos arenosos y carbonosos de la formación anterior, apreciándose una pequeña discordancia erosiva con una angularidad muy tendida entre capas, al NO del Monte Flora. Se han distinguido cuatro unidades de origen volcánico atendiendo a sus características de campo.

Las unidades 6 y 8 son de color más claro (Fig. 2) y presentan una estratificación fácilmente apreciable. Consisten en tobas, brechas y areniscas volcánicas con alguna intercalación métrica de ignimbritas de color más oscuro. En la base de la unidad 6 se ha observado una intercalación de roca (6a) de color rojizo que destaca la discordancia basal del grupo volcánico, formada probablemente por el contacto térmico entre las lutitas negras infrayacentes y los primeros depósitos volcánicos. Existe una intercalación en forma de banda oscura dentro de la unidad 8 (8a), distinguible en la cara oriental del Monte Flora (Fig. 2), que consiste en limolitas volcánicas laminadas, ignimbritas oscuras y un nivel métrico de colada lávica.

Las unidades 7 y 9 son de tonalidad más oscura y se presentan menos estratificadas (Fig.2). Se trata de brechas areniscas y limolitas volcánicas en secuencias rítmicas decimétricas granodecrecientes.

A todo este complejo volcánico (Birkenmajer, 1993a y b; Faquharson, 1984), se le atribuye una edad Jurásico Medio (Riley y Leat 1999, Hathway, 2000).

Rasgos estructurales

Las Formaciones *Kenney Glacier* y *Mount Flora* se encuentran plegadas por un sinclinal de eje ONO. El flanco mejor expuesto es el nororiental donde se encuentran los mejores afloramientos de ambas series (cara norte del Monte Flora), presentando buzamientos hacia el SE de 50º a 20º (Fig. 1). La serie conjunta de ambas formaciones experimenta un progresivo aumento de potencia hacia el norte, conformando un abanico de capas que puede observarse claramente desde el SE del Monte Flora. Esta disposición geométrica probablemente fue originada sincrónicamente con la actividad de una importante estructura situada en el paso (Collado Gallegos) entre el Monte Flora y el Monte Pirámide (fuera del área cartografiada), de dirección NE y registrada en gran parte del norte de la Península Tabarin (Fig. 1A, Heredia *et al.*, 2004). Dicha estructura pertenecería a las primeras etapas de estructuración del orógeno andino en la Península Antártica, permaneciendo activa al menos hasta el Jurásico Medio, tal como sugiere la cronología de las series sintectónicas afectadas.

Afectando también a las Formaciones *Kenney Glacier* y *Mount Flora* existen fallas distensivas claramente visibles en el flanco sur del Monte Flora (Fig. 2). Estas fallas de dirección NNE, tienen un salto normal de más de 100 m. Los afloramientos de las unidades 4 y 5 ubicados al NE del Monte Flora, descubiertos en esta campaña, están preservados en el bloque hundido de una de estas fallas (Fig. 1). Dado que estas estructuras afectan a las series más modernas de la zona, se producirían en una etapa distensiva, probablemente al final del Ciclo Andino, rejugando estructuras previas como la descrita anteriormente, con las que comparte la misma dirección.

Un intenso diaclasado de dirección NE-SO está presente en las tres formaciones del área, así como al menos dos sistemas de diques básicos de direcciones NE-SO y ONO-ESE (Figs. 1 y 2). Algunos de estos diques intruyeron aprovechando zonas de falla como las que se observan en la cara sur del Monte Flora.

Formaciones Superficiales (unidades 10, 11, 12, 13, 14 y 15):

La mitad del área libre de hielo está cubierta por detritos producidos por la actividad glaciar. Los depósitos morrénicos (unidad 10) ocupan una amplia franja, relativamente continua y potente que consiste en bloques procedentes del entorno cercano, sueltos, desorganizados y sin estructura. Las terrazas marinas (unidad 11) se hallan sobre la costa oriental (Fig. 1), tienen 2-3 m de espesor y están formadas por gravas rodadas con matriz arenosa, buena selección y estructuras sedimentarias propias de flujos acuosos. Los depósitos fluvioglaciares (unidad 12) están formados por material morrénico retrabajado, seleccionado y de menor tamaño, arrastrado por los arroyos de deshielo. Similar descripción corresponde a los conos aluviales proglaciares (unidad 13). Los depósitos de ladera (unidad 14) se desarrollan sobre la costa septentrional y al pie del Monte Flora, donde la intensa gelifracción alimenta una imponente faja de derrubios de ladera, alargada en su frente septentrional formando conos de derrubios. Durante el verano, y especialmente en su periferia, las morenas próximas a la Laguna Boeckella están rodeadas por un cinturón de fango que es consecuencia de la coalescencia de numerosos lóbulos de gelifluxión (unidad 15).

Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen al IGME y al IAA las facilidades dadas para su publicación, así como a P. Valverde, al editor de la revista y a los revisores anónimos del trabajo, por las correcciones y sugerencias que han contribuido sin duda, a la mejora del mismo. Este trabajo tuvo financiación de la acción especial del Plan Nacional de Investigación Científica DGSIC REN-1176E

Referencias

Birkenmajer, K. (1993a). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Earth Sciences*, 41, 23-38.

Birkenmajer, K. (1993b). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Earth Sciences*, 41, 49-62.

Del Valle, R.A., Morelli, J.R., y Rinaldi, C.A. (2001). *Antarctic Science*, 13, 323-328.

Elliot. D.H. y Gracanin. T.M. (1983). En: *Antarctic Earth Science*. (R.Oliver., P. James. y J. Jago, Eds.). Cambridge University Press, 303-307.

Farquharson, G.W. (1984). *British Antarctic Survey Bulletin*, 65, 1-32.

Halle, T.G. (1913). *The Mesozoic flora of Graham Land*. Wissenschaftliche ergebnisse der Schwedischen Südpolar-expedition 1901-1903, 3(14).

Hathway, B. (2000). *Journal of the Geological Society of London*, 157, 417-432.

Heredia, N., Nozal, F. y Del Valle, R. (2004). En*: Vº Simposio Argentino y Iº Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas.* Comunicaciones, (en prensa).

Paciullo, F.V., Ribeiro, A., Andreis, R.R. y Trouw, R.A. (2002*). Royal Society of New Zealand Bulletin.*, 35, 175-183

Rees, P.M. y Cleal, C.J. (1993). *Special Papers in Palaeontology*, 49, 85-100.

Rees, P.M. y Cleal, C.J. (2004). *Special Papers in Palaeontology*, 72, 90 p.

Riley, T.R y Leat, P.T. (1999). *Geological Magazine*, 136, 1-16.

Zeuner, F.E. (1959). *Palaeontology*, 1, 407-409.