

Criterios geomorfológicos sobre actividad tectónica reciente a lo largo de la Costa Recta, Isla Decepción (Antártida Occidental)

R. Pérez-López¹, F. Fernández-Ibáñez^{2,3}, J.J. Martínez-Díaz⁴, C. Paredes⁵, J.L. Giner⁴ y A. Caselli⁶

1 Dpto. de C.C. Ambientales y Rec. Naturales, F. C.C. Experimentales y de la Salud, Universidad San Pablo-CEU, 28688 Boadilla del Monte (Madrid), España. rperez.fcex@ceu.es

2 Instituto Andaluz de Geofísica, Campus de Cartuja s/n, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. fferiba@ugr.es

3 Dpto. de Geodinámica, F. de Ciencias, Campus Fuentenueva s/n, Universidad de Granada, 18002 Granada, España.

4 Dpto. de Geodinámica, F. C.C. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España.

5 Dpto. de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos, E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad Politécnica de Madrid, 28003 Madrid, España. cparedes@dmami.upm.es

6 Dpto. de Ciencias Geológicas, Área de Sedimentología, Universidad de Buenos Aires, Argentina. acaselli@gl.fcen.uba.ar

ABSTRACT

Several active tectonic evidences are observed along Costa Recta, located eastward of Deception Island (western Antarctica): marine terraces and fluvial streams cutting a relict glacier. The height of both landforms decrease southward from Macaroni Point, appointing to a tilt movement across a fault plane. Fault planes were measured at Macaroni Point and Baily Head, with a main NNW-SSE orientation, similar to the Costa Recta strike. From several scales of measure, the orientation of the beach was established in two principal segments: N168°E, and N173°E. On the other hand, the beach and glacier dynamics and sedimentary deposits were studied. According to the morpho-tectonic analysis, we conclude that the Costa Recta beach is a retreat scarp of a submarine fault oriented NNW-SSE and located in the Bransfield Strait, although a geophysical study of the marine bottom is needed to map the fault trace in an accurate way.

Key words: *morphotectonic, marine terraces, fluvial network, submarine fault, Antarctica.*

INTRODUCCIÓN

Durante el verano austral del año 2004, un grupo de geólogos hispano argentinos llevaron a cabo un trabajo de campo a lo largo de la Costa Recta, localizada en la margen este de Isla Decepción, Antártida occidental (Fig. 1), contando con el apoyo de las dos bases antárticas de la isla: Base Española Gabriel de Castilla (BAEGC, activa desde 1988) y Base Argentina Decepción (BAD, activa desde 1948). Este trabajo de campo permitió describir la morfología de la playa en relación a la dinámica litoral de la zona (Estrecho de Bransfield), la dinámica glaciar del acantilado que limita por el oeste, en conjunción con un análisis morfotectónico llevado a cabo a lo largo de sus más de 7 km de longitud. Estos objetivos forman parte del proyecto antártico VISHNU (*Vulcanism Induced by Seismicity and Hydrological Networks Uncertain*, REN 2002-683/ANT) y del Programa de Investigación Antártica Argentina.

El recorrido comienza en Caleta Péndulo (Fig. 1), atravesando la Bahía de Puerto Foster desde la BAEGC. Desde este punto, se accede a Punta Macaroni atravesando la cobertera glaciar del Monte Pond por el valle Goddard. Desde esta punta, situada al noreste de la isla, el equipo recorrió la playa hasta Morro Baily, límite SE de la Costa Recta. A lo largo de este trayecto se reconocieron la zona

submareal, intermareal y una serie de terrazas marinas que decrecían en altura hacia el sur. Sobre la cobertera helada del extremo oriental de la isla se aprecia un encajamiento importante de la red fluvial que se hace menos evidente hacia el sur. Estos canales fluviales aportan material fino que es eliminado por la dinámica costera y presentan terrazas fluviales asimétricas a lo largo de su recorrido. También se analizó la granulometría de la costa y los coluviones y depósitos de tipo glaciar. Además, se tomaron orientaciones de fracturas en afloramientos de Punta Macaroni y Morro Baily. Desde este último punto, el equipo accedió a Bahía Balleneros atravesando la parte sur del glaciar del Monte Pond, desde donde regresó a la BAEGC en zodiac.

ENCUADRE GEOLÓGICO Y TECTÓNICO DE ISLA DECEPCIÓN

Isla Decepción (Fig. 1) constituye un complejo volcánico activo de la cuenca de Bransfield con una edad menor de 780.000 años (Rapalini y Varaldo, 1999), localizado al sureste de las islas Shetland del Sur. Este complejo se emplazó a partir de una extensión cortical, como primera etapa de una apertura oceánica entre la Placa Antártica y la extinta Placa Fénix (González-Casado *et al.*, 2000). Según estos autores, el estrecho de Bransfield se interpreta como

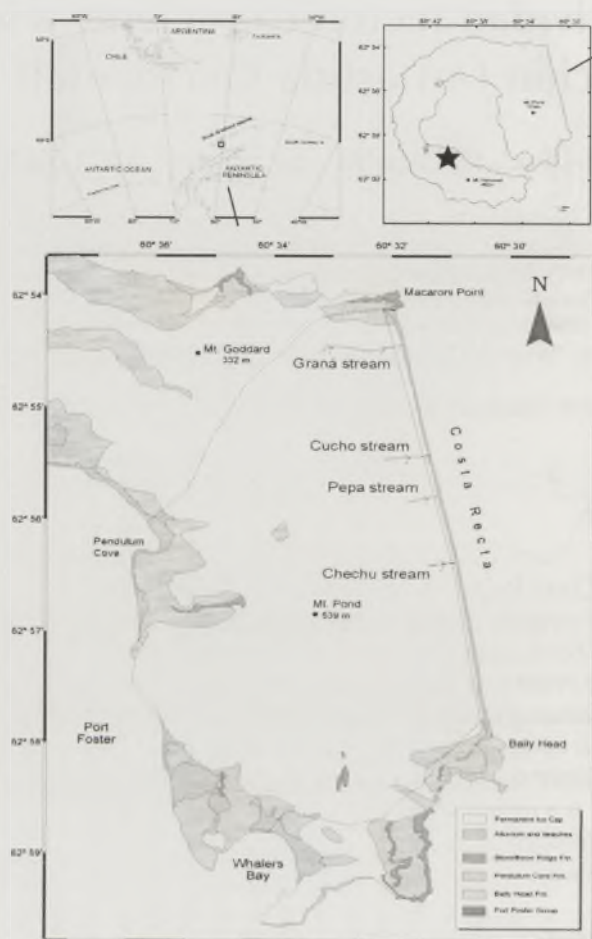


FIGURA 1. Localización geográfica de Isla Decepción y esquema geológico de la Costa Recta (Smellie *et al.*, 2002). Macaroni Point: Punta Macaroni; Baily Head: Morro Baily; Pendulum Cove: Caleta Péndulo; Port Foster: Puerto Foster; Whalers Bay: Bahía Balleneros; Fm: formación, stream: canal fluvial, alluvium: aluvial; beach: playa, Ice Cap: glaciar relicto. La estrella indica la posición de la base BAEGC.

una cuenca tras-arco particular, a partir del análisis de fallas y de mecanismos focales, respondiendo cinemáticamente a un movimiento sinistral entre la Placa Scotia y la Placa Antártica, con una orientación de σ_{hmax} NE-SO. Trabajos de campo llevados a cabo por González-Casado *et al.* (1999) muestran una orientación regional de la micro fracturación NE-SO y otra orientación secundaria según NO-SE.

Litológicamente la isla está formada por material volcánico dividido en dos grupos principales en función de la formación de la caldera volcánica que dio lugar a la Bahía Puerto Foster (Smellie, 2000; Smellie *et al.*, 2002): (a) *Grupo Puerto Foster*: depósitos precaldera, principalmente *pillow* lavas de erupciones hidrovulcánicas y brechas de erupción sub-aérea. (b) *Grupo Monte Pond*: depósitos postcaldera de tobas y *lapilli* descritos a partir de afloramientos en *Stonethrow* y erupciones piroclásticas efusivas, con numerosos centros y conos volcánicos. La edad de estos materiales es pliocuaternaria, comprendida entre 780.000 y 153.000 \pm 46.000 años, dados por paleomagnetismo (Rapalini y Varadillo, 1999) y K-Ar (Keller *et al.*, 1991), respectivamente.

EVIDENCIAS SOBRE ACTIVIDAD TECTÓNICA RECIENTE

La Costa Recta es una línea de playa rectilínea (Fig. 2) orientada NNO-SSE, de 7,3 km de longitud. Está formada por dos segmentos de direcciones según N168°E y N173°E, respectivamente. El punto de inflexión (Canal Chechu) coincide con la intersección con la falla del Monte Pond, interpretada por primera vez por Rey *et al.* (1996). A lo largo de ella aparece un acantilado de hielo, de 40 m de altura máxima, incidido por cuatro canales principales orientados E-O: Graná, Cucho, Pepa y Chechu.

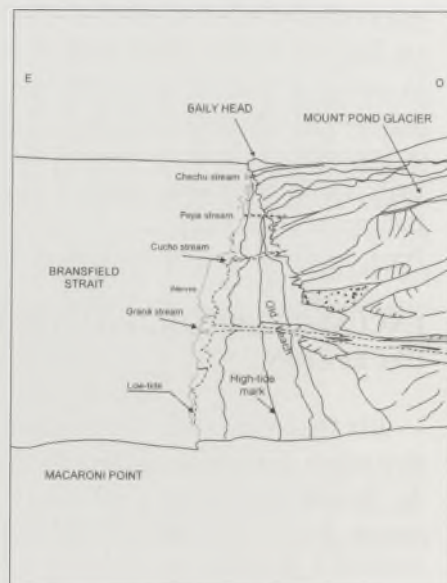


FIGURA 2. Fotografía de la Costa Recta desde Punta Macaroni e interpretación de la serie de terrazas marinas. Baily Head: Morro Baily; Mount Pond Glacier: glaciar Monte Pond; Bransfield Strait: Estrecho de Bransfield; waves: olas; low-tide: marea baja; high-tide: marea alta; old beach: playa antigua; stream: canal fluvial.

El trazado linear de la Costa Recta ha sido explicado clásicamente mediante dos hipótesis. La primera hace referencia a un control tectónico (Smellie *et al.*, 2002; Rey *et al.*, 1996). La segunda señala la relevancia de la dinámica del glaciar y de la playa (López-Martínez y Serrano, 2002), proponiendo un balance entre el material aportado por el glaciar y el removido por la dinámica litoral.

Nuestras observaciones de campo proporcionan las siguientes evidencias sobre actividad tectónica reciente:

(1) Una serie de terrazas marinas cuya altura decrece desde Punta Macaroni hacia Morro Baily (Fig. 2). Estas terrazas se encuentran por encima de la marca de marea alta (+1,85 m en esa época del año; IHM, 2003) (Fig. 3), alcanzando una altura máxima sobre ella de 8 m, cerca de Macaroni y mínima de 2 m, cerca de Morro Baily. Están formadas por arenas de origen volcánico, bien clasificadas y redondeadas, con un tamaño entre de 2 mm y 2 cm.

La inclinación del *sea-cliff* actual es de 33°. No fue posible determinar el antiguo ángulo de *shore-line* al estar cubierto por coluviones (Fig. 3). Estos coluviones aparecen a lo largo de todo el acantilado glaciar y se encuentran erosionados cuando alcanzan la zona actual intermareal.

(2) Sobre la capa de hielo del Monte Pond se localizaron cuatro canales (Fig. 1), que presentan una incisión decreciente de norte a sur. Las terrazas marinas aparecen erosionadas por dichos canales (Fig. 3).

(3) Se midieron 52 planos de falla con signos de movimiento, mayoritariamente normales (Fig. 4). Las orientaciones principales obtenidas son NNE-SSO, NO-SE y E-O. La primera orientación coincide con una dirección de fracturación regional (González-Casado *et al.*, 1999), la segunda corresponde a la orientación de la Costa Recta, mientras que la orientación E-O es paralela a la falla del Monte Pond.

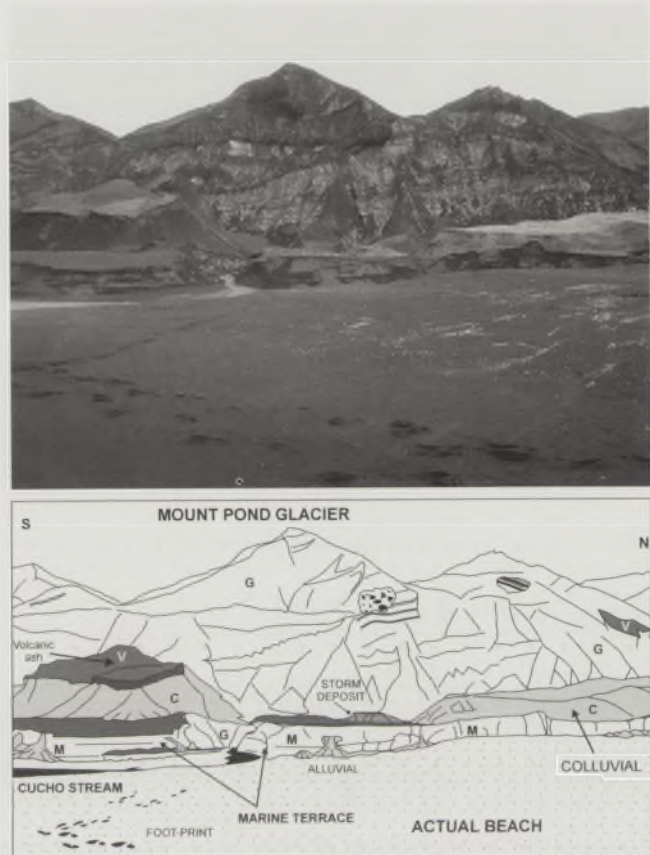


FIGURA 3. Detalle de un nivel de terrazas marinas localizadas en el canal fluvial Cucho e interpretación de depósitos de tormenta preservados. Se observa cómo los coluviones se apoyan sobre las terrazas marinas y cómo ésta es erosionada por el canal fluvial. C: coluvial, M: terraza marina, G: resto glaciar. Storm deposit: depósito de tormenta; alluvial: aluvial; marine terrace: terraza marina; volcanic ash: ceniza volcánica; foot print: huellas, stream: canal.

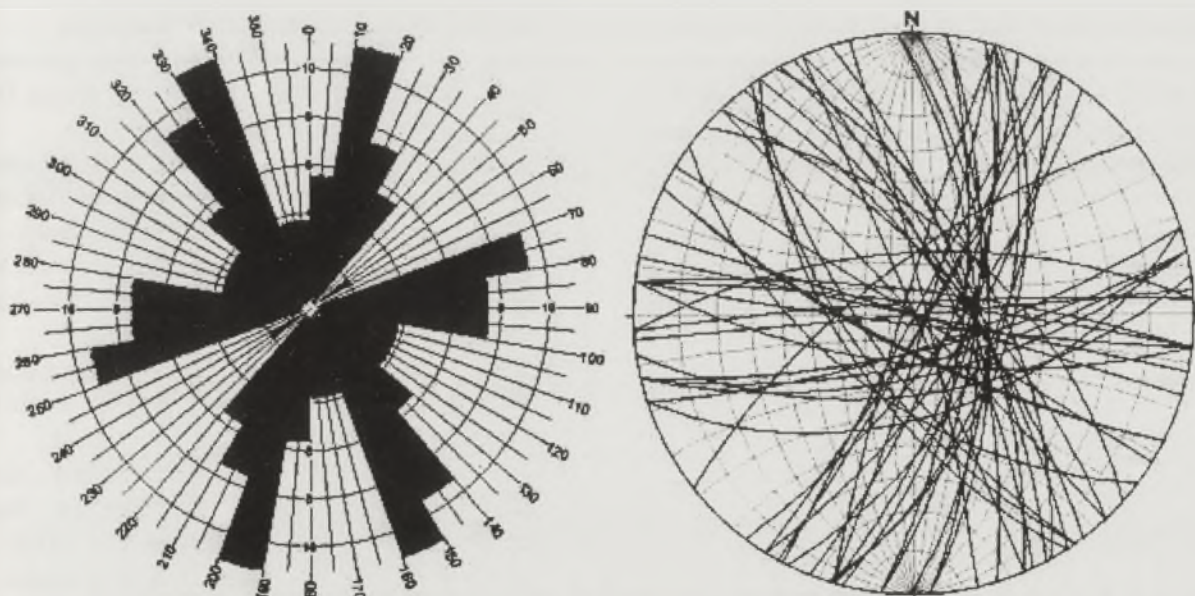


FIGURA 4. Representación estereográfica y diagrama en rosa de los planos de falla medidos en Morro Baily y en Punta Macaroni.

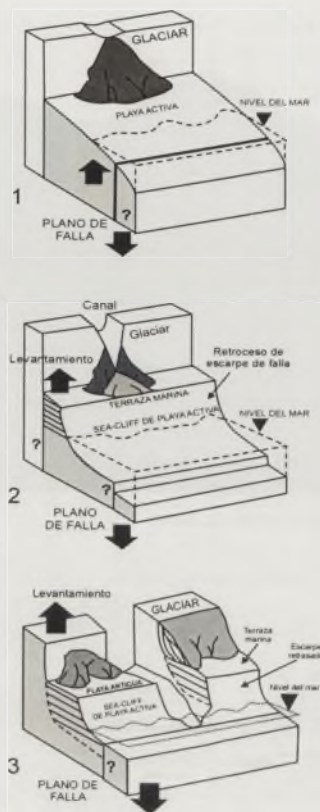


FIGURA 5. Modelo de evolución propuesto. 1) Playa activa con acantilado de hielo asociado. 2) Movimiento de la falla submarina que provoca el levantamiento del bloque emergido. Retroceso del escarpe de falla y encajamiento de una red fluvial incipiente. 3) El encajamiento afecta a las terrazas marinas.

MODELO PROPUESTO

A partir de estas observaciones geológicas, interpretamos la morfología lineal de la Costa Recta como una expresión del retroceso de un escarpe de una falla submarina con componente normal en el Estrecho de Bransfield (Fig. 5). La existencia de terrazas marinas a lo largo de toda la línea de playa y el encajamiento de canales fluviales sobre la cobertera helada del Monte Pond revelan una actividad tectónica con hundimiento del bloque de falla submarino, decreciendo el desplazamiento vertical de norte a sur.

El gradiente de deformación vertical podría explicarse si la falla submarina es, o bien una falla en tijera con un *tip-line* cercano a Morro Baily, o bien una falla normal cuya traza submarina es mayor que la longitud total de Costa Recta, por lo que el retroceso del escarpe muestra una variación en el salto sólo en las zonas emergidas.

Por último, indicar que estas evidencias deben completarse con estudios geofísicos del fondo marino para intentar determinar la posición de la traza de la falla submarina.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Alicia García, del Ministerio de Ciencia y Tecnología y del Museo de Ciencias Naturales

todo su apoyo en la realización de este trabajo. Los autores agradecen al personal militar de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla y de la Base Antártica Argentina Decepción, así como a la dotación del remolcador de altura Las Palmas, por su desinteresada colaboración a lo largo de la campaña antártica 2003/2004. Así mismo, queremos agradecer las fructíferas explicaciones sobre la dinámica costera aportadas por el Dr. Mariano Lastra de la Universidad de Vigo. También agradecer la colaboración desinteresada del proyecto TOMODEC: Tomografía sísmica de alta resolución de la isla Decepción (Antártica) y modelización de la fuente sísmica: REN 2001-3833/ANT de la DGYCIT. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto DGYCIT: VIS-HNU, REN2002-683/ANT.

REFERENCIAS

- Burbank, D.W. y Anderson, R.S. (2001): *Tectonic geomorphology*. Blackwell Science, Massachusetts, 274 p.
- González-Casado, J.M., López-Martínez, J., Giner, J., Durán, J.J. y Gumiel, P. (1999): Análisis de la microfracturación en la Isla Decepción, Antártida Occidental. *Geogaceta*, 26:27-30.
- González-Casado, J.M., Giner-Robles, J.L. y López-Martínez, J. (2000): Bransfield Basin, Antarctic Peninsula: not a normal backarc basin. *Geology*, 28(11): 1043-1046.
- IHM (Instituto Hidrográfico de la Marina) (2003): *Tablas de Mareas en Isla Decepción entre dic-2003 y marzo 2004*.
- Keller, R.A., Fisk, M.R., White, W.M. y Birkenmajer, K. (1991): Isotopic and trace elements constrains on mixing and melting models of marginal basin volcanism, Bransfield Strait, Antarctica. *Earth & Planetary Science Letters*, 111: 287-303.
- López-Martínez J. y Serrano, E. (2002): Geomorphology, supplementary text. In: *Geology and Geomorphology of Deception Island*. BAS GEOMAP SERIES, Sheet 6A and 6B. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Rapalini, A.E. y Baraldo, A. (1999): Estudio paleomagnético de la Isla Decepción, Islas Shetland del sur. En: *14º Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 40.
- Rey, J., Somoza, L. y Martínez-Frías, J. (1996): Evidencias tectónicas, volcánicas e hidrotermales en Isla Decepción, relacionadas con el marco geodinámico de la cuenca de Bransfield (Antártida). En: *Actas del V Simposio de estudios Antárticos*. Madrid, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología: 209-222.
- Smellie, J.L. (2000): Subglacial eruptions. En: *Encyclopedia of Volcanoes* (H. Sigurdsson, Ed.). Academic Press, San Diego: 403-418.
- Smellie, J.L., López-Martínez, J., Headland, R.K., Hernández-Cifuentes, F., Maestro, A., Miller, I.L., Rey, J., Serrano, E., Somoza, L. y Thomson, J.W. (2002): *Geology and Geomorphology of Deception Island*. BAS GEOMAP SERIES, Sheet 6A and 6B. British Antarctic Survey, Cambridge, 77 p.