

ANÁLISIS MORFOESTRUCTURAL DE LA ZONA DEL PASO DRAKE

FERNANDO FERRARIS

Inst. Invest. Geológicas

REINALDO ALDUNATE

Inst. Hidrográfico de la Armada

RESUMEN

Con las informaciones batimétricas obtenidas de las operaciones MARCHILE III y IV y de otros buques oceanográficos extranjeros, se describe la morfología de la zona del Paso Drake, como asimismo las características estructurales del área.

Las conclusiones obtenidas del análisis desarrollado permiten establecer una continuidad morfológica de la superficie abisal del Océano Pacífico hacia el Mar de Scotia.

La evolución genética establece, para la zona del Paso Drake, un origen en el Paleoceno Superior relacionado a una etapa del desmembramiento del supercontinente de Gondwana.

La existencia de rasgos morfoestructurales fósiles permite establecer una relación genética de ellos con fenómenos característicos de borde pacífico, con lo cual se puede demostrar que el Paso Drake es el resultado de una migración del borde pacífico hacia el oriente.

ABSTRACT

With the existing bathymetric information obtained from the oceanographic cruises MARCHILE III and IV, and by other foreign research vessels, the submarine morphology of the Drake Passage and the structural features in the zone are described.

The conclusions obtained from the analysis developed enable to establish a morphologic continuity of the abyssal surface of the Pacific Ocean toward the Scotia Sea.

The genetic evolution establishes for the Drake Passage an Upper Paleocene origin, related to a stage of dismemberment of the Gondwana supercontinent.

The existence of fossil morfoestructural features enable to establish a genetic relation of them with characteristic phenomena of the pacific margin, proving that the Drake Passage is the result of migration of the pacific margin towards the east.

INTRODUCCION

El presente estudio, obtenido en base a las informaciones batimétricas de las operaciones MARCHILE III y IV y de otros buques oceanográficos extranjeros (Melville, Thompson, etc.) que cubren el área del Paso Drake, permite la interpretación morfoestructural del área y tiene como objetivo intentar la comparación del fondo de esta zona, con los fondos de los océanos adyacentes.

El entendimiento de la morfología submarina

y su génesis, no sólo requiere del conocimiento de la evolución del piso oceánico, sino también de la de los márgenes continentales. Es así como, en el área de este estudio, la separación de los continentes Sudamericano y Antártico, que se manifiesta desde el Paleoceno Superior-Eoceno Inferior (Barker, 1970), es la actividad que condiciona la presencia de los diferentes rasgos morfológicos y estructurales que se describen.

MATERIALES Y METODOS

La recopilación de la información batimétrica en el área del Paso Drake se inicia en el año 1924, con sondajes (sonda batimétrica) obtenidos por el buque de la Armada Alemana "METEOR", con el cual se efectuaron diversas investigaciones en la zona, por mandato del Instituto Hidrográfico de Alemania. A este crucero siguieron otros, entre los cuales se destacaron las investigaciones realizadas por los buques "DISCOVERY" (1925-1927), "VEMA" (1961-1962), "ELTANIN" (1962-1963), "YELCHO" (1963-1964 operaciones MARCHILE III y IV), "HUDSON" (1970), "ENDURANCE" (1970-1973). Ultimamente los buques MELVILLE (1975), THOMPSON y YELCHO (1976), integraron expediciones del proyecto DRAKE, como una parte de los Estudios Internacionales de los Océanos del Sur (I.S.O.S.). Estos barcos usaron instrumentos sofisticados para la ubicación de las sondas, controlando su navegación por satélite.

En 1899, durante el 7° Congreso Internacional de Geografía realizado en Berlín, fue decidida la preparación de la Carta General Batimétrica de los Océanos (GEBCO); imprimiéndose una primera edición de 24 hojas a una escala de 1:10.000.000. Posteriormente, con la invención de los ecosondas de registro continuo, el flujo de datos y la calidad de los mismos aumentó notablemente.

Con ocasión de la 3a Conferencia Hidrográfica internacional, se dispuso que la Oficina Hidrográfica Internacional tomara a su cargo el programa de recopilación y edición de la carta GEBCO. Esta oficina, que a partir de 1974 se transformó en la Organización Hidrográfica Internacional, agrupa a 19 países miembros y su función es la preparación de 655 cartas base de sondajes a una escala 1:1.000.000 y de la edición de 18 cartas a una escala 1:10.000.000. A su vez, cada país miembro tiene la responsabilidad de recopilar y editar las cartas batimétricas a escala 1:1.000.000 de las zonas adyacentes a sus costas y otras zonas de interés que ellos mismos soliciten.

El área estudiada en el presente trabajo está cubierta por las siguientes cartas: Carta General Batimétrica de los Océanos hoja B'1, escala 1:10.000.000 editada por la Organización Hidro-

gráfica Internacional y por las cartas GEBCO N°s 509 y 533 editadas por el Instituto Hidrográfico de la Armada a escala 1:1.000.000. En ellas se encuentran ubicados los sondajes obtenidos por los buques mencionados anteriormente.

Los valores de las sondas batimétricas, para el caso de los barcos de la Armada de Chile, son leídos directamente de los registros del ecosonda. El resto de la información, que se utiliza en este estudio, corresponde a datos entregados por los buques extranjeros de investigación antes mencionados y que se encuentran en los archivos del Instituto Hidrográfico de la Armada (I.H.A.).

Las lecturas de los valores de los ecogramas se corrigen utilizando tablas que determinen los errores de medición, en base a velocidad de propagación del sonido en el agua, con diferentes valores de salinidad y temperatura (Matthews, 1939). Una vez corregidos los valores, son vaciados a cartas base a escala 1:1.000.000.

Ubicadas las sondas corregidas en cartas base, en este caso las cartas GEBCO 509 y 533, con la mayor densidad posible, el trazado se efectuó uniéndose puntos de igual profundidad por medio de interpolación lineal, estimando la distancia entre las isóbatas para obtener, lo más fielmente posible, la topografía del fondo. Para este trabajo se trazaron curvas cada 500 metros.

Los rasgos morfológicos se establecieron en base a las informaciones batimétricas existentes y los rasgos estructurales han sido identificados principalmente, en base a algunos antecedentes aportados por otros autores (Barker, 1970; Herron y Tucholke, 1976; Vanney y Johnson, 1976a). Eventualmente, con el apoyo de los ecogramas de las operaciones MARCHILE III y IV, se ha identificado algunos rasgos morfológicos que no habían sido descritos anteriormente.

El área de estudio comprende la región oceánica que se extiende entre el extremo sur de Sudamérica y la Península Antártica (Fig. 1), donde se definen siete unidades morfológicas mayores. En algunos de estos rasgos morfológicos principales, se ha definido, además, otros de menores dimensiones que corresponden esencialmente a elevaciones cerradas y a alineamientos topográficos.

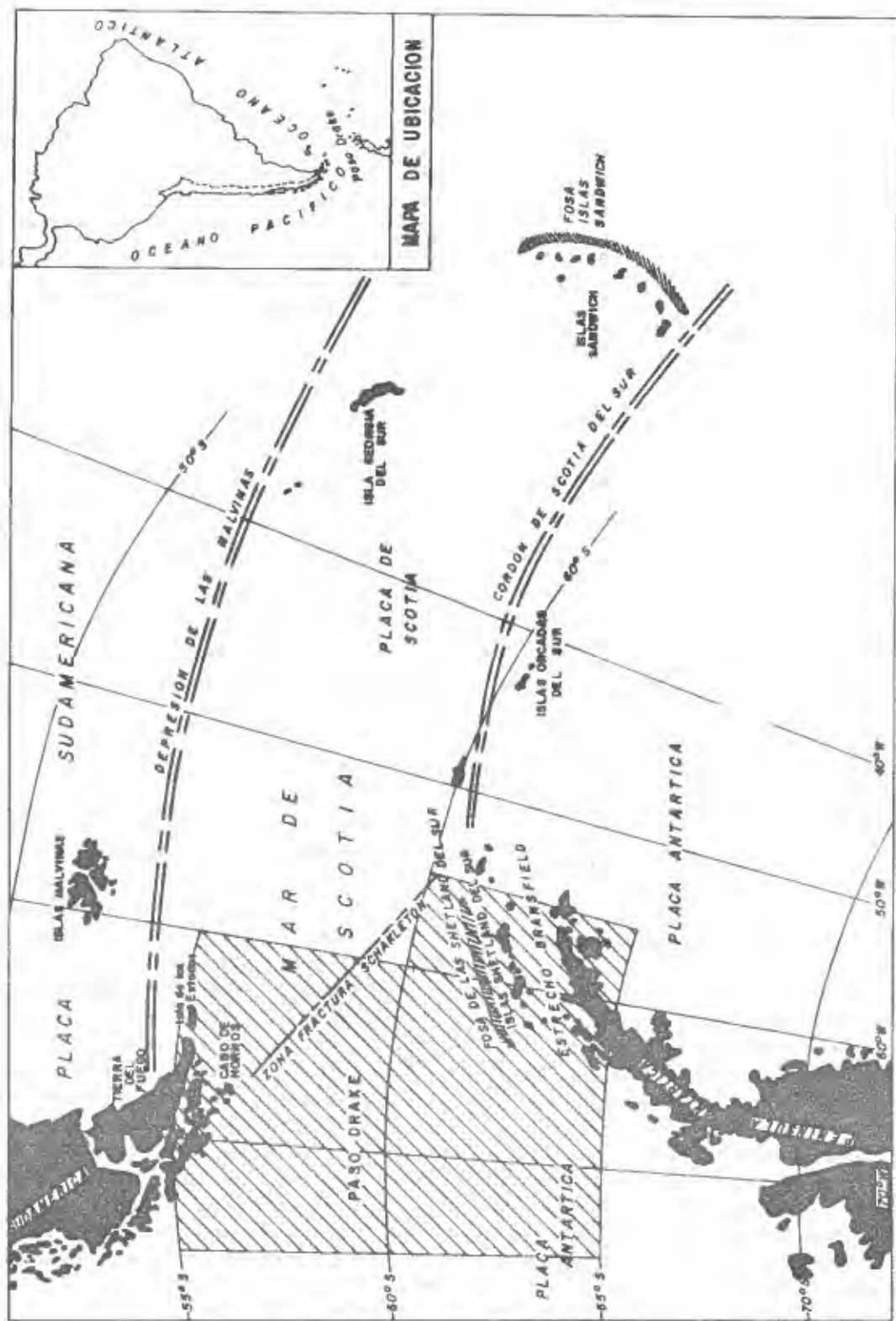


Fig. 1. - MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO Y LOCALIZACION DE ELEMENTOS TECTONICOS MAS IMPORTANTES. Modificado de Herron y otros, 1977. -

RESULTADOS

Las unidades morfológicas definidas en el área de estudio y que se muestran en la Fig. 2, corresponden a:

1. Plataforma Continental Sudamericana (0-200 m de profundidad).
2. Talud Continental Sudamericano (200-3.500 m de profundidad).
3. Superficie Abisal (más de 3.500 m de profundidad).
4. Talud Antártico (500-3.000 m de profundidad).
5. "Plateau" Antártico (200-500 m de profundidad).
6. Cuenca Interior Antártica (500-2.900 m de profundidad).
7. Plataforma Antártica (0-200 m de profundidad).

PLATAFORMA CONTINENTAL SUDAMERICANA

Se considera Plataforma Continental Sudamericana a la zona sumergida que bordea el sector de Tierra del Fuego y la Isla de los Estados, hasta el Banco Burdwood. Su parte más angosta alcanza a 7 millas marinas y se encuentra al noreste de la península Hardy incluyendo las Islas Diego Ramírez, donde alcanza 72 millas marinas. Esta zona de plataforma no presenta accidentes notables en su relieve y de ella emergen las islas que conforman la parte sur del archipiélago patagónico chileno.

TALUD CONTINENTAL SUDAMERICANO

Este sector bordea la plataforma continental sudamericana y corresponde a la zona de profundidades entre 200 y 3.500 m. En él se definieron algunos rasgos morfológicos menores. Tal es el caso de la presencia de dos dorsales (elongaciones del talud hacia la zona abisal) que tienen relación con la zona de fractura Shackleton. Esta zona de fractura corresponde a un rasgo estructural de tipo falla transcurrente (transform fault) que ha sido establecida en base a estudios paleomagnéticos y gravimétricos y que ha sido citada por numerosos autores (Barker, 1970; Dalziel y Elliot, 1971, etc.)

La existencia de una de estas elongaciones de dirección norte-sur en el área de los $71^\circ - 72^\circ W$

$55^\circ - 58^\circ S$, plantea algunos problemas que será necesario resolver con nuevos estudios. Estos problemas se refieren esencialmente a la interrupción hacia el sur que este rasgo produciría en una cuenca rellena de sedimentos, descrita por Herron y otros (1977), por una parte y por otra, la interrupción hacia el norte de la zona de fractura Shackleton.

Un accidente morfológico, semejante a la elongación mencionada, se encuentra ubicado en los $67^\circ - 68^\circ W/57^\circ S$. Este rasgo se presenta en el flanco noreste de la zona de la fractura Shackleton y, posiblemente, corresponda a un rasgo controlado por la fractura misma. En el extremo suoriental de esta dorsal se observa un desnivel de 1.200 m por sobre el promedio de profundidades del talud.

Hacia el oriente de las Islas del Cabo de Hornos, en los $65^\circ 50' W/56^\circ S$, se observa la presencia de un monte submarino con un desnivel de 1.000 m entre la base y la cima (2.000 m - 991 m) y una depresión de 4.408 m ($71^\circ W/56^\circ 30' S$) al oeste de las Islas Diego Ramírez.

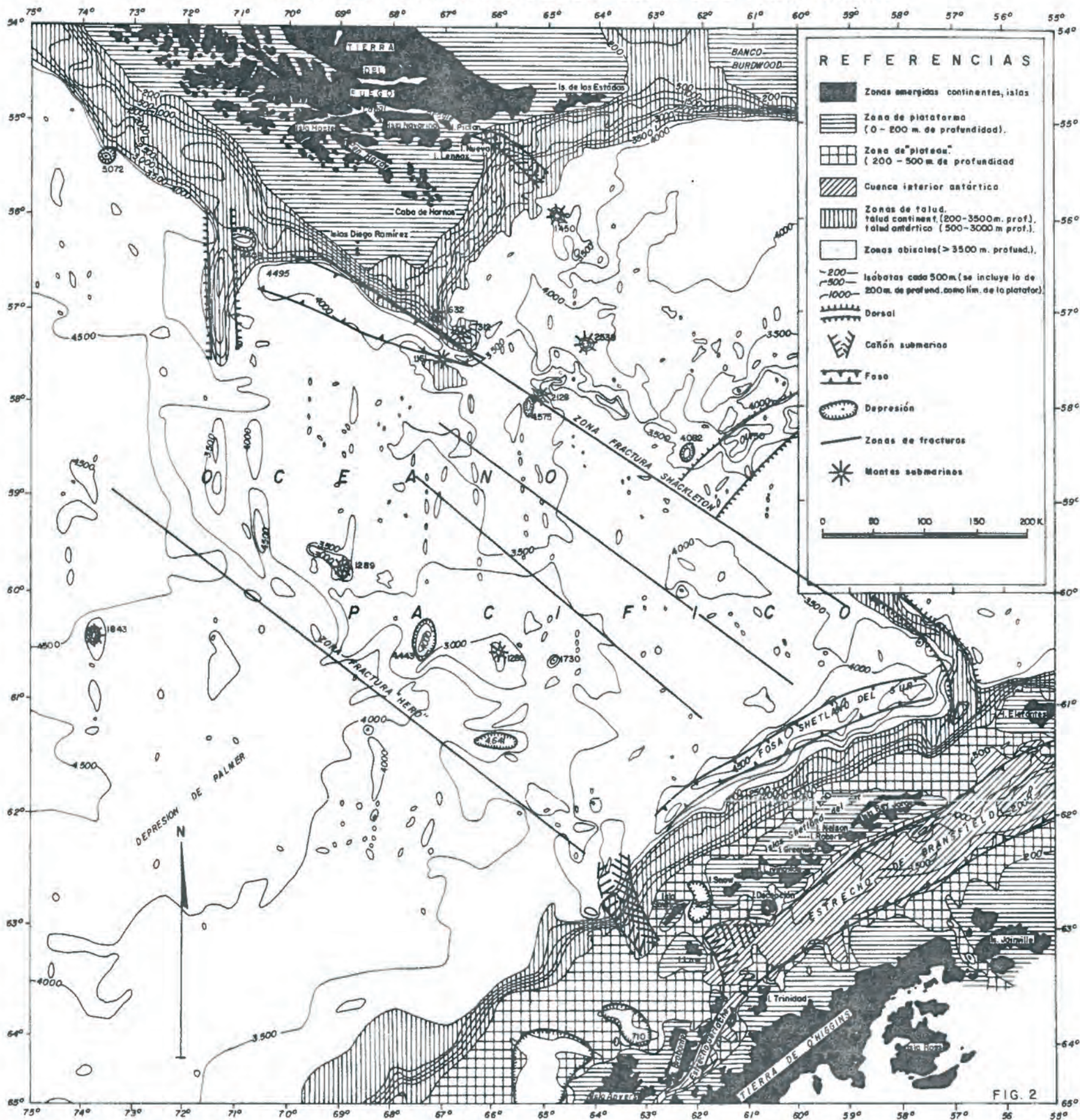
Finalmente, en la salida oriental del Canal Beagle, se ha podido identificar un rasgo morfológico que parece corresponder a un cañón submarino de orientación noroeste-sureste.

SUPERFICIE ABISAL

Se encuentra limitada al norte por el talud continental y al sur por el talud antártico. Abarca toda el área oceánica del Paso Drake y sus profundidades varían de 3.500 a 5.000 con un máximo de 5.154 m en la fosa de las Islas Shetland del sur. La superficie abisal es, en general, de topografía suave en la que se detectan rasgos morfológicos característicos: depresiones cerradas, montes submarinos y una dorsal oceánica. Esta superficie abisal termina hacia el sur en la fosa de las Shetland del Sur, la cual se ubica al norte de las islas del mismo nombre, y está orientada en dirección suroeste-noreste, presentando una extensión máxima de 235 millas marinas y un ancho promedio de 28 millas marinas. La profundidad media estimada es de 4.500 m y el análisis de los ecogramas correspondientes a esta fosa ha permitido establecer, en forma tentativa, la presencia de fracturas de igual orientación a la fosa, en el flanco sur de ella.

En el área abisal, al sur de las Islas Diego Ramírez,

CARTA MORFOESTRUCTURAL DE LA ZONA DEL PASO DRAKE



rez, se presenta una zona depresiva que se ha interpretado, tentativamente, como una fosa de menor extensión y profundidad que la de las Shetland del Sur. Esta fosa está orientada en dirección noroeste-sureste con un largo de 131 millas marinas, un ancho promedio de 18 millas marinas y una profundidad máxima de 4.495 m. El margen noreste de esta fosa correspondería a la zona de la fractura Shackleton.

Otras depresiones detectadas en la superficie abisal se ubican en el extremo noroeste del área (5.072 m); asociadas a la zona de la fractura Shackleton (4.575 m) y hacia el costado norte de la zona de fractura Hero (4.443 m y 4.641 m).

La zona de fractura Hero, definida por Herron y Tucholke (1976), se encuentra ubicada hacia el suroeste de la fractura Shackleton y tiene un diseño paralelo a ella.

Por otra parte, en el sector central, central occidental y noreste del área se han identificado elevaciones aisladas, correspondientes a montes submarinos, con desniveles entre sus bases y cimas mayores que 1.000 m.

En la zona nororiental del área se reconoce la presencia del extremo suroccidental de una dorsal informada anteriormente por Barker (1970), Barker y Griffiths (1972 *en* Suárez, 1977) y Vanney y otros (1972) y que se extiende entre los 60° W/64° S hasta los 55° W/55° S (fuera del área de estudio). La profundidad mínima conocida para esta zona es de 1.750 m.

TALUD ANTARTICO

Se presenta al norte de la Península Antártica con profundidades entre 500 y 3.000 m y una orientación suroeste-noreste. Su ancho (en proyección horizontal) varía desde 6 millas marinas (al norte de Isla Anvers) hasta 51 millas marinas (al oeste de Isla Anvers).

En el sector oriental (al noroeste de la Isla Elefante), se presenta una zona alargada, con profundidades de entre 825 m y 2.134 m, correspondiente a una corniza, que se proyecta desde el talud hacia el nor-noroeste. La naturaleza de esta forma está poco clara, aún cuando podría corresponder a otra elongación controlada por la zona de fractura Shackleton. En la zona central del talud, al noroeste de las islas Low y Smith, se define un cañón submarino de orientación noroeste-sureste con pendiente hacia el noroeste.

PLATEAU ANTARTICO

Se denomina como "plateau antártico" a la zona comprendida entre el talud antártico y la plataforma antártica. Comprende un área con profundidades entre 200 y 500 m, ubicadas entre la Isla Anvers por el suroeste y la Isla Elefante por el noreste. En la zona adyacente al Estrecho Bransfield, hasta aproximadamente los 55° W, esta forma se separa en dos partes, al norte y al sur del estrecho mismo. El ancho máximo del "plateau" se encuentra en el sector suroccidental del área, donde alcanza 72 millas marinas y su ancho mínimo, en el sector de las Islas Shetland del Sur, donde alcanza a 2-3 millas marinas en las márgenes del Estrecho Bransfield.

En el sector suroccidental del "plateau" se presentan numerosas depresiones, con profundidades de 500 a 750 m. En el Estrecho de Bransfield se ha definido, además, una cuenca interior con profundidades de hasta 2.878 m (sector nororiental).

CUENCA INTERIOR ANTARTICA

Se ubica esencialmente en la zona del Estrecho de Bransfield, entre las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica, con profundidades entre 500 y 2.878 m y un ancho promedio de 35 millas marinas. Al suroeste se desvía hacia el Estrecho Gerlache con un ancho promedio de 8 millas marinas.

Entre la Isla Low e Isla Decepción, se presenta una zona depresiva asociada a esta cuenca interior, que se ha interpretado como un cañón submarino amplio, de posible origen glacial.

PLATAFORMA ANTARTICA

Corresponde al rango de profundidades entre 0 y 200 m. Bordea la Península Antártica en una zona de 60 millas marinas en su sector nororiental (Isla Joinville) y 1-2 millas marinas en el sector del Archipiélago Palmer (Islas Anvers y Brabante).

Hacia el este, la zona de plataforma se extiende bordeando las Islas Shetland del Sur y por el sur del Estrecho de Bransfield, bordeando la Península Antártica. El sector norte, que bordea las Islas Shetland del Sur tiene una extensión mínima de 1 milla marina (al norte de la Isla Rey Jorge) y una máxima de 27 millas marinas (al noreste de la Isla Livingston).

En sectores aislados o adyacentes a islas se presentan algunas zonas de profundidades entre 0 y

200 m, sin conexión real con la zona definida acá como plataforma (Isla Low, Isla Smith, etc.).

DISCUSION

Desde hace algunos años, se ha incrementado las investigaciones tendientes a comprobar las ideas de conexión, en algún momento, entre los continentes sudamericano y antártico a través del Paso Drake y el Arco de Scotia. Los estudios geológicos y geofísicos han aportado un cúmulo de información que, prácticamente, confirma la teoría de los dos continentes unidos hasta el Terciario Inferior y formando parte de un mismo margen continental de tipo pacífico convergente (Suárez, 1977).

El desmembramiento de un supercontinente (Gondwana) se habría iniciado durante el Mesozoico (Dietz y Holden, 1970; *en* Suárez, 1977) con la apertura del océano Atlántico Sur durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Larson y Ladd, 1973 *en* Suárez y Pettigrew, 1976). Posteriormente, entre el Paleoceno Superior-Eoceno Inferior y el Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (Suárez, 1977), se comienza a abrir el Paso Drake (20-30 millones de años), a lo largo de una dorsal oceánica (Barker, 1970). Esta dorsal oceánica corresponde a la zona de ascenso de corteza de tipo oceánico, que comienza a ocupar el espacio abierto del actual Paso Drake.

Hacia el sur de la dorsal descrita, que actualmente se presenta ubicada al noreste de la fractura Shackleton, se encuentra un bloque de corteza continental, que corresponde a la zona de las Islas Shetland del Sur, con una actividad volcánica que comprende desde el Jurásico al Terciario e incluso al Reciente (Suárez, 1977).

La zona de las Islas Shetland del Sur se encuentra separada de la Península Antártica por el Estrecho de Bransfield, que corresponde a una estructura de tipo graben rellena, en parte, por una secuencia sedimentaria de alrededor de 2.000 m de potencia (Tarney y otros, 1976 *en* Suárez, 1977). Además, estos mismos autores han interpretado esta estructura como una cuenca marginal, con fondo de corteza oceánica, que se habría formado por la separación de las Islas Shetland del Sur de la Península Antártica, alrededor de 4 millones de años atrás. Esta separación, pro-

ducida en una etapa en la cual la subducción de la corteza oceánica, en la fosa de las Shetland del Sur y por debajo del arco volcánico del mismo nombre, habría estado disminuída o paralizada, originando procesos de extensión en la zona de "tras-arco" del Estrecho Bransfield y migración de las islas hacia el noroeste (Barker y Griffiths, 1972; Barker, 1974; Torney y otros, 1976, *en* Suárez, 1977).

La subducción de corteza oceánica, en la fosa de las Islas Shetland del Sur, habría alcanzado su máxima importancia hace 15 y 20 millones de años, cuando la actividad de la dorsal oceánica alcanzaba su etapa de desarrollo más avanzado (Barker y Griffiths, 1972; Tarney y otros, 1976, *en* Suárez, 1977). Esta fosa representaría, por lo tanto, la continuación en el tiempo de la fosa que, por lo menos durante el Jurásico Medio-Cretácico, habría bordeado en forma continua el margen pacífico de Sudamérica y la Península Antártica (Suárez, 1977).

La presencia de una zona de fractura, como lo es la denominada Shackleton, fué detectada, esencialmente, en base a mediciones paleo-magnéticas, que demuestran una simetría de las inversiones de los campos magnéticos en la zona del Paso Drake, a ambos lados de esta fractura, que también desplaza la zona de eje de la dorsal, en el sentido horizontal.

La posición geográfica de las anomalías y la presunta edad de la corteza oceánica (post-Paleoceno Superior) en el Paso Drake, ha permitido sugerir una cinemática diferente para los dos bloques participantes de esta zona de fractura. Así, antes del Paleoceno, la creación de corteza oceánica estaba restringida a la zona de la Dorsal Pacífico-Antártica, mientras que entre el Paleoceno y el Plioceno se estableció una zona efímera de creación de corteza a la cual Herron y Tucholke (1976) ubican hacia el suroeste de la fractura Shackleton; mientras que hacia el noreste se ubica una placa creada durante la apertura del Paso Drake, también hacia fines del Paleoceno.

Hacia el término del Terciario se produce la

desaparición de la parte sur de la placa occidental, por debajo de la Península Antártica (fosa de las Shetland?) quedando como remanente sólo la zona oriental. En el área occidental se emplaza, en esa época, parte de la placa surpacífica, retomando su importancia la zona de la Dorsal Pacífico-Antártica.

Morfológicamente, esta zona de la Fractura Shackleton, en apariencia, controla la interrupción de la fosa de las Shetland del Sur hacia el Mar de Scotia, con la presencia de una elongación orientada sureste-noroeste, en la zona del talud antártico.

Hacia el norte, la fractura secciona la dorsal definida en la zona central del Paso Drake, interrumpiendo su continuidad hacia el suroeste. Finalmente, en la zona del talud continental parece controlar la presencia de otra elongación de igual orientación que la fractura. Junto a ella, por la zona occi-

dental de la misma, presenta un aparente control sobre una cuenca (fosa reducida), que podría corresponder a un remanente de la fosa de tipo pacífico del Mesozoico (?).

La continuidad de la zona de fractura hacia el norte es interrumpida por la presencia de una elongación norte-sur, en la zona del talud, que controla además, la continuidad de la cuenca por ese mismo sector. Genéticamente, este rasgo no ha podido ser explicado por los procesos conocidos para la zona y requerirá de ulteriores estudios para su delimitación y mecánica de formación.

Finalmente, la presencia de un cañón submarino, en la salida oriental del Canal Beagle, se relaciona genéticamente a procesos de erosión glacial simultáneos a los que originaron el desmembramiento de la zona patagónica en numerosos canales y fiordos.

CONCLUSIONES

La presencia de una zona de superficie abisal comprendida entre Sudamérica y la Península Antártica, que en sus bordes presenta zonas bien definidas de plataforma y talud, permite establecer algunas relaciones morfológicas con zonas similares y adyacentes a ésta.

La superficie abisal del Paso Drake es comparable con las grandes extensiones abisales del océano Pacífico y corresponde, esencialmente, a una continuación de los rasgos morfológicos de tipo pacífico, incluso hasta la zona del Mar de Scotia.

Hacia la zona externa del Arco de Scotia (zona atlántica) se produce un cambio de las condiciones morfológicas, lo cual incluye la presencia de fosas actualmente activas (Fosa de las Islas Sandwich del Sur) que sobrepasan los 8.000 m de profundidad (Vanney y otros, 1972 y Organización Hidrográfica Internacional, 1970).

Los antecedentes conocidos, referentes a la evo-

lución geológica del área, han permitido establecer la relación genética de rasgos morfológicos como la fosa de las Shetland del Sur y la dorsal central del Mar de Scotia, que actualmente se encuentran inactivos. La fosa de las Shetland del Sur, correspondiente a una zona de subducción fósil, demuestra un comportamiento similar al del borde pacífico, existente alrededor de 20 millones de años atrás, previo el desmembramiento del supercontinente de Gondwana, (Griffiths y Barker, 1972; Tarney y otros, 1976 *en* Suárez, 1977); mientras que, la presencia de una dorsal en el sector nor-oriental del área de estudio permite asegurar que ésta fué parte de una zona de creación de corteza oceánica, en las primeras etapas de la apertura de la zona de Paso Drake. Según estos mismos antecedentes, se puede llegar a demostrar que el Paso Drake es el resultado de una migración del borde pacífico hacia el oriente.

REFERENCIAS

BARKER, P.F. 1970. Plate tectonics of the Scotia Sea region. *Nature*, 228, p. 1229-1296.

DALZIEL, I.W.D.; ELLIOT, D.H. 1971. Evolution of the Scotia Arc. *Nature*, 223, p. 246-251.

- HERRON, E.M.; TUCHOLKE, B.E. 1976.** Sea-floor magnetic patterns and basement structure in the Southeastern Pacific. En Hollister, C.D. y Graddock, ed. Initial Reports of the D.S.D.P. Vol. XXXV.
- HERRON, E.M.; BRUHN, R.; WINSLOW, M.; CHUAQUI, L. 1977.** Post-Miocene tectonics of the margin of southern Chile. En Maurice Ewing Series: Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins. Am. Geoph. Union. 1, p. 273-284.
- MATTHEWS, D.S. 1939.** Tables of velocity of sound in pure water and sea water for use in echosounding and echoranging: Admiralty Hydrographic Dept. London, 52 p.
- ORGANIZACION HIDROGRAFICA INTERNACIONAL 1970.** Carta General Batimétrica de los Océanos. Hoja B'1. Escala 1:10.000.000. Proyección Mercator.
- SUAREZ, M. 1977.** Evolución geológica de los Andes del Sur y su relación con la Península Antártica. Inst. de Invest. Geológicas. Inf. Inédito.
- SUAREZ, M.; PETTIGREW, T.H. 1976.** An upper Mesozoic island-arc-back-arc system in the southern Andes and South Georgia. Geological Magazine, 113 (4), p. 305-328.
- VANNEY, J.R.; DANGER, L.; JOHNSON, G.L. 1972.** Contribution a l'étude des fonds de la Mer de la Scotia et de ses abords (Atlantique Austral). Rev. Geogr. phys. Geol. dynam. XIX (5), p. 465-484.
- VANNEY, J.R. y JOHNSON, G.L. 1976.** The Bellingshausen-Amundsen Basins (Southeastern Pacific): Major sea-floor units and problems Marine Geology 22, p. 71-101.