

## PRESENCIA Y EVOLUCION DE GRANDES BLOQUES EN LA COSTA DE PUNTA COLORADA, GOLFO SAN MATIAS, ARGENTINA.

*Roberto Schillizzi*<sup>1,2</sup>, *Jorge Spagnuolo*<sup>1,2</sup>, *Edgardo Gelós*<sup>1</sup> y *Salvador Aliotta*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Oceanografía. CONICET-UNS. Complejo CRIBABB, La Carrindanga km 7, C.C. 804, (8000) Bahía Blanca.

e-mail: chilli@criba.edu.ar, jospa@criba.edu.ar, emgelos@criba.edu.ar, gmaliott@criba.edu.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geología. San Juan 670 (8000) Bahía Blanca.

### RESUMEN

En la costa occidental del golfo San Matías se señala la presencia de grandes bloques rocosos producidos por importantes efectos erosivos. Se evaluaron las características de los bloques (dimensiones, volumen, orientación y buzamiento) por medio de dos perfiles paralelos a la costa realizados a diferentes niveles topográficos. Se reconoce que la plataforma de abrasión, formada por rocas calcáreas de la Formación Arroyo Verde, presenta dos secciones bien diferenciadas. En la sección superior (distal), la acción de olas es, en la actualidad, prácticamente inexistente. Allí, sólo se aprecian remanentes de un antiguo proceso erosivo Holoceno, evidenciado en la disposición imbricada o errática de bloques de menores dimensiones. En la inferior (frontal), el efecto marino actual erosiona el material que integra la plataforma de abrasión a través de diaclasas y disgrega una arenisca rojiza (Paleoceno) lo que indica un nuevo pulso de avance marino. Las geoformas resultantes serían el producto de las distintas oscilaciones del nivel del mar ocurridas desde el Terciario medio.

**Palabras clave:** Bloques, Erosión, Costa, Provincia de Río Negro.

### ABSTRACT

The west littoral of San Matías Gulf is characterized by large rocky blocks suggesting significant erosive effects in the past. The features of the rocky blocks (dimensions, volume, direction and dip) were determined in two profiles located parallel to the coast at different topographical levels. It was recognized that the abrasion platform, formed by calcareous rocks (Arroyo Verde Formation), shows two well differentiated sections. In the upper section, wave action is practically absent, although the existence of smaller erratic or imbricated blocks suggest a previous (Holocene) erosive process. In the lower one, the present marine action erodes the abrasion platform through joints and disintegrate a conglomeratic sandstone (Paleocene) that indicates a new marine pulse. The resulting morphology of the cliffs is the result of different oscillations of sea level happened since the Middle Tertiary.

### INTRODUCCION

El análisis de las características morfológicas y estructurales de un frente costero integrado por grandes bloques sueltos de roca permite interpretar cuales habrían sido los agentes y procesos que condicionaron su modelado. En tales circunstancias, las geoformas resultantes permanecen como remanentes debido a su baja o moderada vulnerabilidad

frente a la erosión marina. Por otra parte, estas grandes estructuras rocosas a través de su degradación, aportan el material detrítico que contribuye a la formación de las playas.

Dentro de los antecedentes referidos a la remoción en masa en costas acantiladas existe un importante número de trabajos de investigación a nivel internacional. Entre las principales contribuciones puede citarse a Sunamura

(1992) quien evaluó a nivel mundial la respuesta de los acantilados frente a la acción marina, en tanto que Hauser (2000) consideró las remociones en masa y sus riesgos geológicos. Martínez *et al.* (2001), por otra parte, hacen mención a la vulnerabilidad de las costas acantiladas con relación a los cambios de nivel del mar. Con referencia a los estudios realizados en el ambiente patagónico puede citarse a Franchi (1983) quien menciona desplazamientos de frentes marinos acantilados; mientras que Marcomini (1996) y González Bonorino *et al.* (1996) realizan evaluaciones de la evolución de los frentes costeros en la provincia de Santa Cruz. Los procesos y acciones energéticas intervinientes en las costas de Río Negro fueron analizados por Bonuccelli (2000) y Kokot y Codignotto (2002). Utilizando un enfoque morfológico, estos autores establecen la presencia de distintas unidades costeras que responden de diferente manera a la acción de la dinámica marina. Asimismo, González Díaz y Tejedo (2002) presentan un mapa de riesgo geológico que involucra la costa de la provincia del Chubut. El análisis de las unidades morfológicas del área del presente estudio fue realizado por Gelós *et al.* (1992).

El objetivo de este trabajo es mencionar, por primera vez, la presencia de grandes bloques removidos en un sector acantilado de la costa del golfo San Matías (provincia de Río Negro) y discutir los mecanismos erosivos que los originaron y que los afectan actualmente. Asimismo, se procura establecer los lineamientos geológicos evolutivos de este ambiente morfológico litoral.

El área de estudio (Fig. 1) se ubica en la provincia de Río Negro, 800 m al sur de Punta Colorada. En ese lugar, la línea de costa presenta afloramientos rocosos cristalinos discontinuos, pertenecientes a las Ectinitas El Jaguelito (Ramos, 1975) asignables al Precámbrico o Paleozoico inferior y al

Complejo Marifil (Cortés, 1981) de edad Triásico medio a Jurásico medio, a las que suprayacen sedimentitas de la Formación Arroyo Verde (Malvicini y Llambias, 1974) atribuibles al Eoceno medio. El afloramiento estudiado ocupa una ancho próximo a los 100 m, con una potencia aproximada de 12 m. Allí, la Formación Arroyo Verde está constituida por una serie de bancos calcáreos subparalelos, de color rosado claro a amarillento, bien consolidados, con suave inclinación hacia el oeste. Esta unidad descansa en discordancia sobre areniscas rojizas de edad Paleoceno (Spagnuolo *et al.*, 2000). Todo el conjunto rocoso se ubica entre el balneario Playas Doradas y la Sierra de Bellido (Fig. 1). Intercalándose con los distintos afloramientos de rocas se encuentran playas arenosas dispuestas en guirnalda (Guilcher, 1958). El sector estudiado abarca aproximadamente 2 km del litoral con orientación general norte-sur.

Desde el punto de vista hidrodinámico, Gelós *et al.* (1992) determinaron que la exposición del frente costero a la erosión marina es muy alta, ya que se trata de una

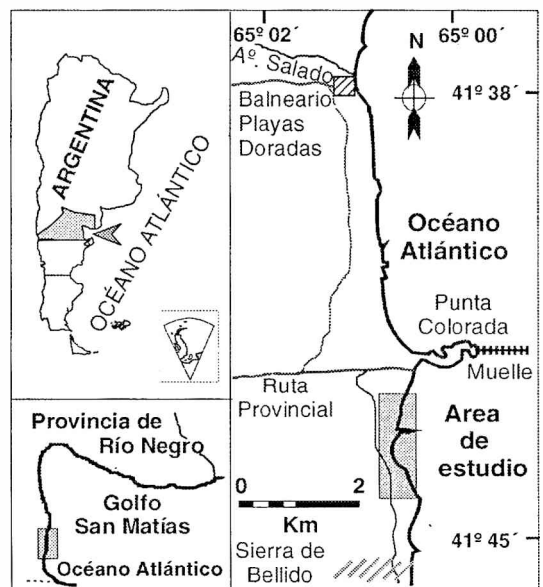


Figura 1. Área de estudio con ubicación de los afloramientos rocosos.

ribera abierta, expuesta a una gran distancia de generación de olas (fetch), con amplitudes de mareas que llegan hasta los 9 m. La deriva litoral en este tramo costero se desplaza hacia el norte (Codignotto *et al.*, 1993). Asimismo, fundamentado en el criterio de Gornitz (1990) en el que se involucran parámetros geológicos, morfológicos, estructurales, de altura de olas y rangos de marea, Kokot *et al.* (2004) califican a este sector como de alta vulnerabilidad costera.

## METODOLOGIA

La metodología aplicada consistió en establecer dos transectas paralelas a la línea de costa, cada una de 200 m de extensión y separadas entre sí 50 m. En cada una de ellas se midieron los bloques con cinta métrica y se estableció mediante brújula la orientación y la

pendiente de los mismos. Asimismo, se determinó en forma macroscópica las características estructurales y litológicas de los materiales que integran los frentes de costa. Por otra parte, se midieron los rumbos de las diaclasas y se realizaron marcas sobre algunos bloques sueltos para realizar futuros controles de los desplazamientos que éstos pudiesen sufrir.

## OBSERVACIONES DE CAMPO

Las rocas principales del sector de costa analizado son sedimentitas calcáreas, dispuestas en planos subhorizontales, las cuales presentan moderado diaclasamiento a lo largo de todo el afloramiento. Para el ordenamiento de las observaciones, se dividió al área en dos secciones en relación con los niveles de marea

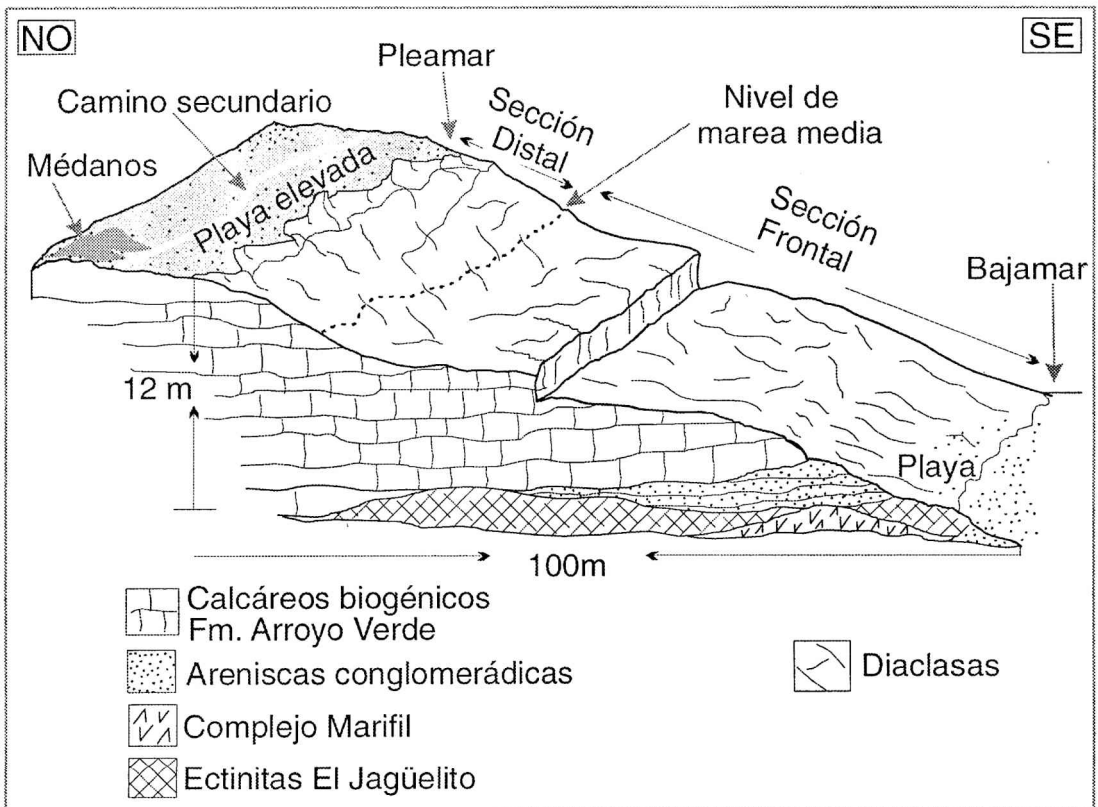


Figura 2. Esquema representativo de las secciones analizadas.

(frontal y distal) que se describen desde la línea de bajamar hacia la de pleamar (Fig. 2).

### Sección Frontal

Posee una ancho próximo a los 50 m y se extiende desde la bajamar hasta aproximadamente la línea de media marea. Los bloques allí presentes tienden a la forma prismática con bordes irregulares. El volumen promedio de los mismos varía de 25 a 30 m<sup>3</sup>; con ejes mayores entre 1,80 y 4,20 m; ejes medios entre 1,20 y 4,00 m y ejes menores entre 0,50 y 2,00 m. La orientación de los ejes mayores es variable. Se hallan afectados por la acción de las mareas actuales (Fig. 3). La dirección de buzamiento dominante de los bloques es hacia el SE, con escasos individuos orientados al SO. Los valores del buzamiento de los bloques oscilan entre 10° y 40°. De manera intercalada, conjuntamente con los bloques mayores se hallan otros menores cuyos volúmenes son inferiores a los 10 m<sup>3</sup>. Estos, se disponen con una leve inclinación al este. Se determinó que se originan a partir de diaclasas principales cuyos rumbos son N 22° y 62° respectivamente, mientras que la orientación secundaria corresponde a N 157°. Asimismo, en el sector medio de la sección frontal, aparecen escasos bloques de menor volumen, con disposición caótica (Fig.3).

### Sección Distal

Su ancho es del orden de 40 m y se extiende desde la línea de media marea hasta el límite determinado por los máximos niveles de pleamar establecidos en función de la presencia de marcas de resaca. El diaclasamiento de los bloques ubicados en la parte inferior presenta orientaciones principales N 125° a N 255°, mientras que las diaclasas secundarias lo hacen con rumbo E-O. Estas últimas se ensanchan hasta transformarse en grietas de hasta 0,40 m de ancho por 1 a 2 m de profundidad. La parte superior de esta sección, presenta bloques imbricados y de

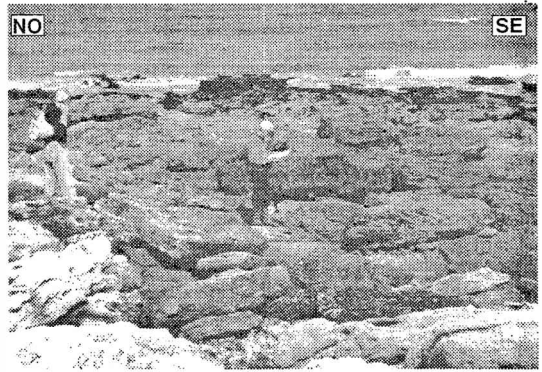


Figura 3. Sección frontal con bloques afectados por remoción.

disposición errática, apoyados sobre una superficie arenosa parcialmente vegetada. El volumen dominante de los bloques se halla entorno a los 5 m<sup>3</sup> y les corresponden ejes mayores entre 1,50 y 2,10 m; ejes medios entre 0,95 y 1,20 m y ejes menores de entre 0,15 y 0,50 m. La disposición de los ejes mayores indica que algunos bloques se han desplazado en dirección oeste. Los buzamientos señalan posiciones aleatorias, variables entre 6° y 60°. Los materiales que los integran corresponden a distintos tipos de rocas calcáreas con alteración superficial. En dirección al continente, el límite de esta sección, constituye un plano de suave pendiente integrado por arenas gruesas a sabulíticas, de color pardo rojizo, con abundante conchilla (Fig. 4).



Figura 4. Sección distal con bloques imbricados.

## HISTORIA GEOLOGICA Y EVOLUCIÓN MORFOLOGICA DEL FRENTE COSTERO

De acuerdo con las observaciones realizadas y los resultados obtenidos se propone para el sector el siguiente proceso evolutivo. Sobre rocas del Paleozoico-Mesozoico (Ectinitas El Jaguelito y Complejo Marifil) se depositaron, durante el Paleoceno, areniscas rojizas continentales de origen fluvial (Spagnuolo *et al.*, 2000). Por encima, durante el Eoceno, se desarrolló una amplia plataforma marina integrada por calcáreos biogénicos (Formación Arroyo Verde) que cubrió el sector comprendido entre el arroyo Salado y la Sierra de Bellido.

En el transcurso del Terciario medio, la región se cubrió por sedimentitas arcillo-tobáceas aportadas por el mar patagoniense. Hacia el Terciario superior-Pleistoceno, procesos transgresivos-regresivos dieron origen a frentes acantilados con desarrollo de plataformas de abrasión por olas sobre el frente marino.

Durante el Holoceno, se produjo un nuevo ascenso del nivel del mar, ubicado según Codignotto *et al.* (1993), entre los 6.500 y 7000 años AP. La transgresión, habría alcanzado, según los autores mencionados, la cota de 12 m snm y en opinión de Marcomini (1996) habría llegado hasta los 15 m snm. La magnitud del proceso habría sido suficiente como para producir el avance marino ligeramente por encima del nivel de la "sección distal". Durante esta etapa se habrían producido eventos

hidrodinámicos con intervención de alta energía de olas (Aliotta *et al.*, 2000). La "sección distal" muestra remanentes de la acción de procesos antiguos de erosión marina. Tal efecto se infiere de la dominante uniformidad volumétrica de los bloques y su imbricación predominante (Fig. 4). La abrupta desaparición de los bloques señala los límites hacia el continente de la acción destructiva de las olas de tormenta. Estas características, indicarían que el origen y la posterior disposición de los bloques se habría producido cuando el nivel del mar era más alto que el actual. Por otra parte, la mayor uniformidad de los bloques aquí presentes, señalaría una escasa erosión marina posterior a la movilización, la cual actualmente, sólo se ejerce en forma esporádica durante los grandes eventos de tormenta (Fig. 5). Finalmente, el estado de alteración de la superficie de los bloques indicaría una prolongada exposición subaérea, la cual junto con un importante desarrollo de vegetación en los espacios entre bloques sugiere un escaso retrabajo marino.

La regresión ocurrida alrededor de los 3000 años AP (Codignotto *et al.*, 1992), colocó al nivel medio del mar entre los 8 y 5 m snm. Dicha regresión habría producido el abandono de la sección más alta del acantilado, dejando, como remanente, una playa elevada por encima del nivel máximo de las pleamares actuales. Este antiguo nivel de playa podría relacionarse genéticamente con los cordones litorales presentes en la cercanías del Balneario Playa Doradas, mencionados por Gelós *et al.* (1992) y Kokot *et al.* (2004).

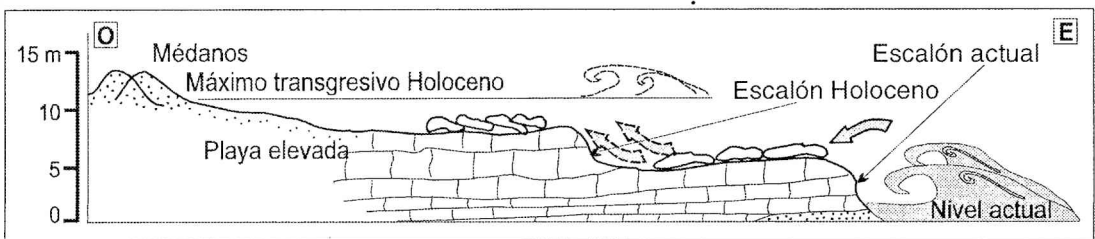


Figura 5. Esquema temporal de la acción marina sobre el acantilado.

En la "sección frontal", las características morfológicas de los bloques allí presentes, serían el resultado de la acción marina actual, vinculado fundamentalmente con un retrabajo provocado por olas de tormenta. En tal sentido Bonuccelli (2000) señala para el área de Las Grutas (Río Negro) efectos de energía de hasta 30 Tn/m<sup>2</sup>. El impacto provocado por las olas de tormenta se vería favorecido por el diaclasamiento regional existente (Kostadinoff y Schillizzi, 1988; Kostadinoff, 1992). Asimismo, la inserción de rodados en las discontinuidades causaría el ensanchamiento de las grietas por efecto de pistón y rebote vertical.

La existencia de un resalto topográfico del orden de los 2 m de altura en el frente de costa se debería a la abrasión marina provocada durante el máximo transgresivo Holoceno. El nivel de areniscas rojizas infrayacente a los bancos calcáreos presenta una incipiente media caña erosiva que se vincularía con un actual pulso erosivo marino ascendente mencionado por Aliotta *et al.* (2000). El material denudado producido por remoción, es transportado a la playa actual por la acción combinada de las olas y del flujo-reflujo de las mareas.

## CONCLUSIONES

La evolución del sector costero se relacionaría con las ingresiones marinas que actuaron a partir del Terciario medio y cuya acción dinámica afectó particularmente a las plataformas calcáreas depositadas durante el Eoceno medio. Durante el Holoceno, eventos marinos transgresivos-regresivos habrían modelado los actuales rasgos morfológicos del sector. La constitución petrográfica-estructural del acantilado y la intervención de olas de gran energía, habrían originado las particularidades morfológicas litorales que involucran la distribución y disposición de los grandes bloques característicos de esta área. En la actualidad, en cotas superiores a los máximos

niveles de pleamar, el principal efecto que actúa sobre estos materiales se vincularía con la acción meteórica continental. Un nuevo pulso marino ascendente se evidenciaría por la presencia de una pequeña media caña erosiva en la parte inferior de la sección frontal.

**Agradecimientos:** La presente investigación se realizó con fondos provenientes del proyecto CONICET, PID 647/98. El Sr. M. Colombani participó en las tareas de campaña. Las bases de las figuras fueron realizadas en Medios Audiovisuales del CRIBABB. Agradecemos a la Dra. S. Marcomini por las sugerencias aportadas. Se consideraron muy valiosas las sugerencias aportadas por los revisores de la Revista Geoacta.

## REFERENCIAS

- Aliotta, S., J. O. Spagnuolo, E. M. Gelós y R. A. Schillizzi, 2000. Evidencias geológicas holocenas de variaciones del nivel del mar en el golfo San José, Argentina. Resúmenes IV Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, 29.
- Bonuccelli, R., 2000. Los acantilados del Balneario Las Grutas. Informe Municipalidad San Antonio Oeste, 15 pp.
- Codignotto, J. O., R. Kokot y S. C. Marcomini, 1992. Neotectonism and Sea Level Changes in The Coastal Zone of Argentina. *Journal of Coastal Research*, 8 (1): 125-133.
- Codignotto, J. O., R. Kokot y S. C. Marcomini, 1993. Desplazamientos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 48 (2): 125-132.
- Cortés, J. M., 1981. El sustrato precretácico del extremo NE de la provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35 (3): 438-439.
- Franchi, M. R., 1983. Descripción geológica de la hoja 45g, Monte Triste, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional. Boletín 191, 55 pp.
- Gelós, E. M., J. O. Spagnuolo y R. A. Schillizzi, 1992. Las unidades morfológicas de la costa del golfo San Matías, Río Negro. *Revista de la*

- Asociación Geológica Argentina, 47 (4): 365-371.
- González Bonorino, G., G. Bujalesky, F. Colombo y M. Ferrero, 1996. Tormentas, sismos y nivel relativo del mar en la construcción de las Puntas Bustamante y Dungeness, Santa Cruz. Actas XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. IV y V: 207.
- González Díaz, F. y A. Tejero, 2002. Mapa geomorfológico de la hoja 4569-4, Escalante, provincia del Chubut. Actas XV Congreso Geológico Argentino. (El Calafate). II: 667-671.
- Gornitz, V., 1990. Vulnerability of the East Coast, U.S.A. to future sea level rise. Journal of Coastal Research, Special Issue, 9: 201-237.
- Guilcher, A., 1958. Coastal and submarine morphology. Edit. Mathuen & Co. London, 274 pp.
- Hauser, A. Y., 2000. Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín 59, 89 pp.
- Kokot, R. y J. O. Codignotto, 2002. Geomorfología de la faja litoral de la provincia de Santa Cruz. Actas XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate). Actas II: 524-528.
- Kokot, R., J.O. Codignotto y M. Elissondo, 2004. Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59 (3): 477-487.
- Kostadinoff, J., 1992. Estudio geofísico de la península Valdés y golfos Nordpatagónicos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 47 (2): 229-236.
- Kostadinoff, J. y R. A. Schillizzi, 1988. Anomalías gravimagnetométricas del litoral patagónico entre el arroyo Verde y el río Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 43 (1): 80-90.
- Malvicini, L. y E. J. Llambías, 1974. Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, Chubut, Argentina. Actas V Congreso Geológico Argentino. II: 185-202.
- Marcomini, S. C., 1996. Evolución costera durante el Cuaternario del norte de la provincia de Santa Cruz. Actas XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. IV y V: 203.
- Martínez, N., K. Robertson, O. Jaramillo, P. Cuervo, C. Cano, J. Pardo, L. Barreto, M. Toro, Z. Murillo, E. Rozo y C. Bargas, 2001. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 91 pp. Bogotá, Colombia.
- Ramos, V., 1975. Geología del sector oriental del Macizo Nordpatagónico entre Aguada Capitán y la Mina Gonzalito, provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 30 (3): 274-285.
- Spagnuolo, J. O., R. A. Schillizzi y E. M. Gelós, 2000. Paleoceno en la costa occidental del golfo San Matías. Rev. Profil, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Stuttgart. Actas, Band 18, CD-ROM (77), 4 pp.
- Sunamura, T., 1992. The Geomorphology of Rock Coast. Edit. Wiley, Chichester, 302 pp.