

## Morfología de la costa atlántica entre Punta Ninfas y Cabo Dos Bahías, Chubut, Argentina

R. A. Schillizzi<sup>1</sup>, J .O. Spagnuolo<sup>1,2</sup> y L. Luna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Oceanografía, CONICET, Camino La Carrindanga km 7 (8000), Bahía Blanca, Argentina. chilli@criba.edu.ar

<sup>2</sup>Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670 (8000), Bahía Blanca, Argentina. jospa@criba.edu.ar, liluna@criba.edu.ar

**RESUMEN.** Se describen y analizan genéticamente las unidades morfológicas entre punta Ninfas y cabo Dos Bahías, a lo largo de aproximadamente 300 km del litoral costero de la provincia del Chubut. Estas unidades se desarrollaron en un ambiente con clima semiárido y escasos cursos hídricos temporarios, con excepción del río Chubut. Para determinarlas se emplearon cartas geológicas y morfológicas, fotografías aéreas y relevamientos *in situ*. Los componentes definidos se clasificaron según criterios morfológicos en unidades continentales y marinas, éstas últimas, con carácter activo e inactivo. En este contexto se reconocieron entre otras unidades, mesetas, depresiones, valles, acantilados, playas y cordones litorales. Las características evolutivas señaladas en los rasgos morfológicos remanentes indican que la morfología inició su desarrollo en el Pleistoceno y que durante el Holoceno ocurrieron dos ciclos marinos cuyos efectos quedaron registrados tanto en las formas antiguas como en las actuales.

**Palabras Clave:** *Geomorfología, litoral, Patagonia, Argentina*

**EXPANDED ABSTRACT.** **Morphology of the Atlantic coast between Punta Ninfas and Cabo Dos Bahías, Chubut, Argentina.** A description and genetic analysis of the morphological units present in the northwestern coastal area of Chubut province, between Punta Ninfas and Cabo Dos Bahías, along 300 km approximately, were carried out. This work aims to define the processes that have acted to shape the different geomorphological features of the area. Also, based on the morphological traits evaluate changes in sea level that took place during the Quaternary. In a semiarid environment, with temporary water courses with the exception of the Chubut River, several morphological units were developed.

Morphological and geological maps, aerial photographs (1:20.000 scale) and *in situ* detailed surveys data were used to determine the units present in the area. Topographical profiles between tide levels using the Emery method adapted to large beaches were performed and morphological examinations into the continent were made up to about 10 km from the coast. Tectonically, are classified as Trailing edge coasts. According to its structure are rugged coastlines. Correspond to coasts under the action of storm waves caused by winds reach 10 m/s. Among the morphological units continental and marine types were recognized. The continental forms are integrated by terraces, depressions, valleys and gullies. Among the marine units active and inactive units were found. The active marine units determined were: cliffs, beach ridges, beaches, wave-cut platforms, coastal dunes and tombolos. The inactive marine units determined were: palaeo cliffs, coastal lagoons and raised beaches. In the morphological modeling area have involved reactivation tectonic processes in conjunction with changes in sea level. The structures of positive and negative relief would be linked to tectonic reactivation occurred during the Pleistocene. The Holocene initiate with a transgressive cycle; towards the middle Holocene around 6000 yr BP began a regressive cycle leaving raised beaches, boulder beds and coastal lagoons in sedimentary silting process. One last ingressive cycle between 4000 and 2000 BP have modeled some bays, beach ridges, wave-cut platforms and notches originated at the foot of the cliffs. The presence of a step in the abrasion wave-cut platforms may be an index of sea level fall and a current period of stabilization. At present, marine erosion is favored in jointed wave-cut platforms. Sedimentary material generated by marine erosion (sand and pebbles) are transported by the action of longshore drift. To the northern sector of the study area the beaches are open type while southward pocked beaches are dominant. Cliff top dunes occur in bays closed by cliffs.

**Key words:** *Geomorphology, littoral, Patagonia, Argentina.*

### Introducción

El conocimiento de la geomorfología de las costas marinas representa una herramienta básica e indispensable para el desarrollo de los asentamientos humanos en áreas ribereñas y para la evaluación de la vulnerabilidad de su litoral. La erosión marina y en consecuencia el retroceso de la línea de costa, es un proceso natural reconocido a nivel mundial, aún donde la intervención directa del hombre es casi nula. Este proceso costero, provocado por la suma de todos los agentes erosivos tanto continentales como marinos, adquiere singular significación por ser el litoral la zona de contacto entre dos dominios muy diferenciados. En este contexto, es importante comprender algunos mecanismos evolutivos como son la tectónica, el eustatismo y los cambios climáticos globales que pudieron afectarlo durante el Cuaternario.

Entre los antecedentes de estudios llevados a cabo en el área y su entorno se destacan los trabajos de Camacho (1979) y Franchi (1976; 1983), que generaron cuatro hojas geológicas del sector; García *et al.* (1980) describieron rasgos del litoral que comprende el centro del área estudiada. Por otra parte, Codignotto (1987), determinó las altimetrías y edades de formación para los cordones ubicados en distintos sectores de la costa del Atlántico Sur. En el estudio que realiza Cionchi (1988), describe la morfología de la bahía Bustamante y sus alrededores. En los trabajos de Gelós *et al.* (1988; 1993; 1997), se configuraron modelos para el estudio morfológico, sedimentológico y evolutivo del litoral localizado dentro del golfo San Matías. Con enfoque geofísico Kostadinoff & Schillizzi (1988), analizaron las estructuras profundas entre el arroyo Verde y el río Chubut y la conexión de la tectónica con la morfología. Tanto Sanfilippo (1988) como Ardolino *et al.* (1998), plantean el análisis

geológico-morfológico de la zona ubicada al sur del área tratada en el presente trabajo con énfasis en los depósitos marinos del Pleistoceno-Holoceno. En su investigación desarrollada en los bajos de Los Huesos y El Basural, Schillizzi & Gelós (1999), analizaron las relaciones entre la tectónica y la morfología. Asimismo, Schillizzi *et al.* (2003), clasificaron los distintos tipos de frentes acantilados según los procesos erosivos dominantes en sectores cercanos al río Chubut. Posteriormente, Kokot & Codignotto (2005), señalaron diversos aspectos generales de la morfología costera en todo el litoral de la provincia del Chubut. Recientemente, Bini *et al.* (2013) determinaron en los extremos norte y sur del golfo San Jorge, la presencia de elementos morfológicos y biológicos indicativos de variaciones del nivel del mar.

El objetivo del presente estudio es identificar, ubicar y definir las diferentes unidades que conforman el paisaje costero con intención de establecer los procesos que las originaron y moldearon hasta configurar las formas actuales. Asimismo, sobre la base de los rasgos morfológicos evaluar los cambios de nivel del mar ocurridos durante el Cuaternario.

### Área de estudio

El área de estudio comprende la porción oriental del Macizo Norpatagónico (Caminos & González, 1996) y el margen de la Plataforma Continental Argentina (Lesta *et al.*, 1980), correspondiente a la provincia del Chubut. La sección costera estudiada (Punta Ninfas-Cabo Dos Bahías, 300 km, Figura 1) puede subdividirse en dos sectores. Un sector al norte, entre las puntas Ninfas y Tombo donde predomina la acreción de sedimentos que solo se ve interrumpida por las escotaduras que conforman el bajo de Los Huesos y el estuario del río Chubut. Dicho río, constituye el único cauce hídrico permanente y sirve de nexo con la bahía Engaño cuyo borde sur está enmarcado por acantilados. El segundo sector, el más austral, comprende desde la punta Tombo hasta el cabo Dos Bahías, allí la costa está configurada mayormente por rocas cristalinas erosionadas por la acción marina (Figura 2 a,b,c). Toda el área analizada posee una escasa red de drenaje integrada por cursos de agua efímeros con pendiente hacia el Atlántico. Los suelos, sometidos a la continua acción erosiva del viento, con dirección principal oeste-sudoeste, son esqueléticos y sostienen vegetación de porte reducido y mayoritariamente espinoso. Por su clima, el área se ubica en el ambiente semiárido subhúmedo a semiárido seco (Bruniard, 1996). El régimen de marea dominante en este sector de la región patagónica se clasifica como de tipo macromareal (Isla & Bujalesky, 2008).



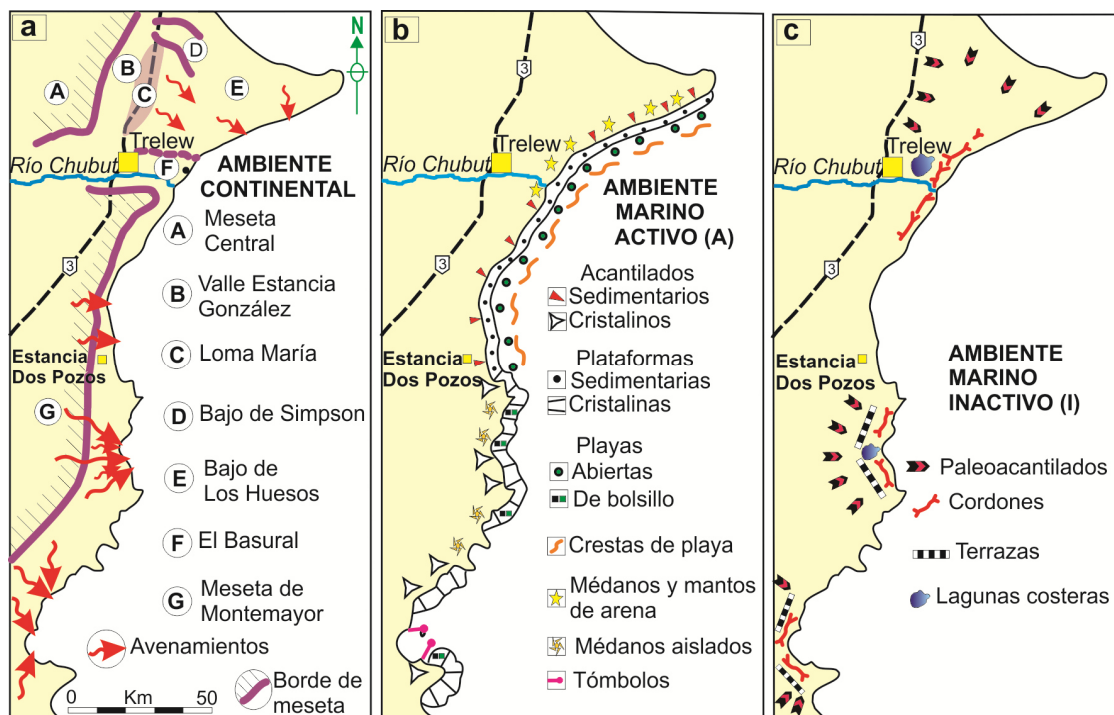
Figura 1. Área de estudio.

### Métodos

Se realizaron perfiles topográficos detallados entre los niveles de bajamar-pleamar y reconocimientos morfológicos *in situ* hacia el interior del continente hasta aproximadamente 10 km de la costa. El análisis de la topografía de las playas y sus sectores aledaños permitió definir las diferentes unidades y los nexos entre geoformas. Para el relevamiento topográfico de la zona intermareal se aplicó el método de Emery adaptado a playas extensas (Spagnuolo *et al.*, 1992). Los valores de pendientes de playa que se mencionan en el trabajo se establecieron entre los niveles de pleamar y bajamar en el momento de la medición. Para la construcción del esquema morfológico se emplearon las hojas geológicas y topográficas Bajo de Los Huesos y Rawson (Mendía, 1983); Bahía Vera y Cabo Raso (Franchi, 1976); Camarones (Camacho, 1979), en escala 1: 100.000 y Monte Triste (Franchi, 1983), en escala 1: 200.000. Con el objeto de complementar las observaciones de campo, se trabajó con fotografías aéreas en escala 1: 20.000 del Servicio de Hidrografía Naval (SHN). Asimismo, con la finalidad de determinar la clasificación morfológica se siguieron los criterios propuestos por Schillizzi *et al.* (2003), Tabla 1.

**Tabla 1:** Clasificación de las geoformas presentes en el sector de estudio según los procesos intervinientes.

Ambiente Morfológico		Unidad Geomorfológica	Proceso Dominante
Continental (activo y/o inactivo)		Mesetas, Depresiones	Tectónico y/o erosivo
		Valles	Erosivo ácuo y eólico
		Avenamientos	Erosivo ácuo
		Acantilados	Erosivo litoral
Marino	Activo	Cordones, Crestas de playa, Playas, Tómbolos	Acreción litoral
		Plataformas de abrasión	Erosión litoral
		Médanos costeros, Médanos cuspidales	Acreción eólica
Inactivo		Paleoacantilados, Lagunas costeras, Cordones, Campos de rodados, Terrazas de acumulación	Procesos combinados



**Figura 2.** Geoformas dominantes en los distintos ambientes. **a.** Detalle del ambiente continental. **b.** Detalle del ambiente marino activo. **c.** Detalle del ambiente marino inactivo.

## Resultados

### Unidades geomorfológicas Continentales

#### Mesetas

Se destacan la meseta Central y la de Montemayor, Figura 2a. La primera se ubica en el ángulo noroeste del sector de estudio, posee una altura de aproximadamente 200 m sobre el nivel del mar (s.n.m.) y abarca una superficie de 900 km<sup>2</sup>. Su pendiente dominante es en dirección al sur. El paisaje, con suaves lomadas, desciende en forma abrupta en su flanco nororiental hasta la cota de 50 m s.n.m. Adosado a esta unidad, se desarrolla el valle de Estancia González con sentido general norte-sur y flanqueado hacia el este por un alto topográfico denominado Loma María. La meseta Central se extiende más de 40 km en dirección noreste-sudoeste y alcanza hasta 10 km de anchura y su cima posee una pendiente de bajo ángulo. Está constituida por rocas sedimentarias del Cenozoico, con flancos abruptos, desgastados por erosión superficial producto de la escorrentía de las aguas meteóricas y por el efecto de los fuertes vientos. Esta geoforma constituye el límite occidental del bajo de Los Huesos. Por su parte, la meseta de Montemayor se ubica en el sector centro-oeste del área de estudio. Su altitud es próxima a los 300 m s.n.m. y con una extensión cercana a los 15.000 km<sup>2</sup> presenta una pendiente regional al nor-noreste. El borde norte, de suave faldeo, se inclina hacia el noroeste en dirección hacia el río Chubut mientras que el flanco oriental es abrupto y con pendiente hacia el Atlántico. En su composición litológica intervienen mayormente rocas sedimentarias de origen marino y continental y algunos afloramientos de rocas cristalinas. En ambas mesetas el principal modelador del paisaje es el agente eólico al que se suma la retracción de sus bordes debido a la erosión hídrica temporal e intermitente. Estudios previos que tratan sobre estos ambientes fueron realizados por Cesari *et al.* (1986); Césari & Simeoni (1993); Beltramone & Meister (1993).

#### Depresiones

Estas geoformas, que no son consideradas depresiones absolutas (*s.s*) se encuentran interconectadas y corresponden a los denominados bajos de Simpson, de Los Huesos y El Basural. Los dos primeros se ubican en el sector noreste del área y cubren una superficie de 1100 km<sup>2</sup>. Sus cotas varían desde 0 a 30 m s.n.m. La depresión denominada El Basural se halla en la margen norte del río Chubut, su altura no excede los 5 m s.n.m. y cubre una superficie de 40 km<sup>2</sup>. Todas las depresiones se encuentran en gran parte cubiertas por médanos, en su mayoría móviles. Las redes hídricas que las recorren son efímeras, de pobre desarrollo y de origen torrencial.

#### Valles

Destaca el valle de la Estancia González que se ubica entre la Loma María y la meseta Central. Posee una extensión aproximada a los 20 km en sentido general norte-sur, con anchura variable ente 2 y 6 km y hasta 50 m de profundidad relativa a los niveles positivos que la entornan. Lo limitan barrancas de fuerte pendiente y el material que lo rellena proviene de la erosión de las unidades sedimentarias aflorantes en sus bordes, con excepción de un asomo de rocas cristalinas antiguas de escaso desarrollo (Schillizzi & Gelós, 1999). Por su parte, el valle del río Chubut es la unidad morfológica que contiene al río homónimo que desemboca al Océano Atlántico en la Bahía Engaño. Los flancos escalonados del valle son indicativos de la disminución progresiva de la capacidad erosiva del río. La sección más deprimida, próxima a su desembocadura, posee una antigua conexión con el bajo El Basural en cuyo interior se encuentran extensas planicies de rodados. Este ambiente de valles y depresiones fue estudiado por González Díaz & Di Tommaso (2011; 2013).

### **Avenamientos**

Se denominan también cañadones y han sido labrados por regímenes de lluvias torrenciales esporádicas. Se presentan estrechos y alargados con predominio de cauces rectos y anchuras inferiores a 1 km. Drenan sus aguas hacia el Atlántico y aportan materiales a las playas. Los avenamientos que surcan las depresiones de Estancia González, bajo de Simpson y bajo de Los Huesos son de muy corto recorrido, no mayores a 5 km, con cauces divagantes y poco marcados en el paisaje actual. Los cañadones más extensos se hallan en la meseta de Montemayor donde alcanzan desarrollos de hasta 25 km. En el área entre las puntas Lobos y Clara sus longitudes son sensiblemente menores y se inician desde las mismas bases de los acantilados. Asimismo, la bahía Vera constituye un sector surcado por avenamientos de extensiones variadas. En la bahía Camarones, la abundancia de rocas cristalinas que afloran entre sedimentos restringe el número y la extensión de los cañadones.

### **Unidades geomorfológicas marinas activas**

#### **Acantilados**

Ocupan una extensión costera cercana a los 200 km (Figura 2b) solamente interrumpida por el bajo de Los Huesos, bajo El Basural y las bahías Vera y Camarones. Los acantilados labrados en sedimentitas de la Formación Patagonia (de Alba, 1964) se ubican en el sector comprendido entre las puntas Ninfas y Clara. Sus frentes son casi rectos con estratificación horizontal a subhorizontal y sus alturas descienden de norte a sur desde los 50 m s.n.m. en la punta Ninfas hasta alcanzar el nivel del mar en la desembocadura del río Chubut. Por su parte, en el sector de borde marino de la meseta de Montemayor, su cota llega a los 90 m s.n.m. En las áreas donde los acantilados se originan sobre rocas cristalinas, éstas corresponden a la Formación Marifil (Malvicini & Llambías, 1974) y en menor proporción a la Formación Chon Aique (Stipanovic, 1957). Ocupan el sector comprendido entre la punta Clara y el cabo Dos Bahías y forman una costa empinada, fuertemente recortada, con frentes convexos, donde se destacan las amplias escotaduras de las bahías Vera y Camarones en cuyo interior se forman playas de pequeña extensión. En algunos sectores, los acantilados presentan en sus niveles basales marcadas medias cañas erosivas (*notches*) parcialmente ubicadas por encima de los niveles medios de la acción marina actual.

#### **Cordones litorales**

Corresponden a una sucesión de formas alargadas cuyas longitudes pueden superar el kilómetro, con orientación variable, en parte anastomosados y con alturas entre 0,50 y 2,50 m. En algunos sectores se ven interrumpidos por canales de escurrimiento que drenan el agua que sube desde el mar durante las tormentas o que desciende de zonas altas luego de las lluvias torrenciales. Están integrados por arenas y gravas que provienen de la erosión de las mesetas más elevadas. Las gravas, de variadas dimensiones, llegan hasta los 10 cm de diámetro. El conjunto de cordones adopta formas escalonadas con fuerte pendiente hacia el mar. El contenido bioclástico es subordinado y se incrementa en los cordones ubicados en bahías protegidas como la desembocadura del río Chubut y la bahía Camarones.

#### **Crestas de playas**

Constituyen formas de playa ubicadas al pie de los acantilados sedimentarios y orientados en forma paralela a la costa. Sus longitudes alcanzan al centenar de metros y siempre están compuestas por dos lomadas con una anchura variable entre 20 y 40 m separadas por un seno poco marcado. Están integradas por arena y grava de hasta 5 cm provenientes de la desagregación de los frentes acantilados. Los rodados de mayor tamaño suelen hallarse en los sectores cuspidales de las crestas de playa y se atribuyen a olas de tormentas.

### **Playas**

En su mayor parte son estrechas, continuas y extensas en longitud; están integradas por material sedimentario areno-gravoso. Se las ubica entre las puntas Ninfas y Clara. Sus anchuras promedio son de 120 m, con valores extremos entre 75 y 500 m. Las pendientes varían entre 2 % en las arenosas a 10 % en las gravosas. La conchilla está siempre presente en baja proporción. Un tipo subordinado de playas, ubicadas al sur del área de estudio, son las denominadas playas de bolsillo (*pocket beaches*) (IPCC, 1994) que se desarrollan entre afloramientos rocosos cristalinos y están formadas por acumulaciones fundamentalmente de arena. Sus anchuras son significativamente menores y nunca superan los 100 m. Las pendientes, son inferiores al 5 % cuando están integradas por arena mediana con grava subordinada y se incrementan cuando aumenta la grava con presencia de conchilla (Gelós *et al.*, 1997).

### **Plataformas de abrasión.**

Estas formas son planas o escalonadas y se forman tanto en rocas sedimentarias como cristalinas. Se encuentran sometidas a fuerte erosión marina debido a la acción de las olas de tormenta que para el sector alcanzan amplitudes entre los 3,50 y 4,50 m (Schillizzi *et al.*, 2005; S.H.N., 2013). En la mayor parte del litoral estudiado, las plataformas alcanzan hasta los 100 m de anchura y están construidas sobre sedimentitas de la Formación Patagonia (de Alba, 1964) homologable a la Formación Puerto Madryn (Haller, 1979). Se componen de tobas arcillosas y areniscas con restos de fósiles marinos y manifiestan dos juegos principales de diaclasas, con rumbos sur-sureste y norte-sur. Se desarrollan principalmente entre las puntas Ninfas y Clara. Las plataformas labradas sobre rocas ígneas ocupan la sección entre punta Clara y cabo Dos Bahías, en la zona sur de trabajo y están construidas en riolitas, pórfidos cuarcíferos y rocas piroclásticas de la Formación Chon Aique. Sus anchuras alcanzan hasta 150 m y suelen presentar diaclasas con direcciones norte-noreste y este-oeste.

### **Médanos costeros**

Representados mayoritariamente por depósitos móviles, presentan formas y dimensiones variadas y en algunos sectores se hallan parcialmente vegetados. Se distribuyen principalmente en el tramo comprendido entre las playas Canto y Santa Isabel y de manera saltuaria en la bahía Vera. Se ubican en los sectores internos de las bahías formando cadenas bajas, a veces discontinuas, con alturas de 5 a 7 m. Sus rampas, se orientan predominantemente hacia el sudoeste mientras sus taludes se desdibujan paulatinamente a medida que se internan en el continente. En algunos casos, las acumulaciones arenosas solo llegan a constituir mantos de arena como en el bajo El Basural. A pocos kilómetros hacia el norte de la bahía Engaño y sobre los acantilados se localizan acumulaciones de arena del tipo médanos cuspidales (*cliff-top dunes*) similares a las señaladas para algunos sectores del golfo San Matías por Gelós *et al.* (1988).

### **Tómbolos**

Estas formas se encuentran presentes hacia el sur de la bahía Camarones y constituyen el nexo entre las islas Blancas y el extremo continental del cabo Dos Bahías. Son estrechas lenguas de arena y rodados que sólo permanecen descubiertas durante las estoas de bajamar.

### **Unidades geomorfológicas marinas inactivas**

#### **Paleoacantilados**

En el área del bajo de Los Huesos esta unidad morfológica se ubica hasta 10 km dentro de la línea del continente (Figura 2c). En inmediaciones de las bahías Vera y Camarones se los halla hasta 5 km de la línea de costa actual. Sólo están afectados actualmente por procesos de erosión continental,

remoción simple y en determinadas oportunidades por acción antrópica. Sus frentes presentan escotaduras en forma de “V” que constituyen, en algunos casos, las nacientes de los avenamientos. Asimismo, en determinados sectores presentan en sus bases medias cañas erosivas remanentes que fueron labradas por la acción marina antigua.

### **Lagunas costeras**

Se desarrollan en el área del bajo El Basural y en inmediaciones de la bahía Vera. Pueden presentarse aisladas o unidas en forma de rosario. Se localizan por detrás o entre los cordones más antiguos. Sus anchuras son inferiores a los 50 m. Sus fondos son someros y están tapizados por material arcillo-limoso (pelitas), en menor proporción por arenas finas y rodados dispersos. Asimismo, en zonas con fuerte desecación son conspicuas las eflorescencias salinas.

### **Planicies de rodados**

Corresponden a capas de rodados provenientes de la redistribución de los denominados “Rodados Tehuelches” que se desarrollan hacia el interior del continente y son el producto de la unión de varios cordones muy erosionados. Están parcialmente cubiertos por material fino y fuertemente edafizados. En general, por detrás del cordón más interno, que actúa como dique de contención de las avenidas de agua, se acumula sedimento muy fino.

### **Terrazas de acumulación marina**

Las integran antiguos niveles de playas desconectados de la influencia marina actual. Se ubican principalmente entre las bahías Vera y Camarones y por encima de los 7 m s.n.m. Adoptan formas alargadas y estrechas, compuestas por arena, grava y fragmentos de valvas y están parcialmente cubiertas por vegetación. Estas geoformas fueron señaladas previamente para el área de estudio por Camacho (1979) y Sanfilippo (1988) y para la costa norte del golfo San Matías por Gelós *et al.* (1988).

## **Discusión**

### **Análisis Geomorfológico**

Sobre la base de las características de las geoformas descritas, pueden establecerse algunas pautas vinculadas al origen y desarrollo evolutivo de las unidades determinadas así como a sus relaciones genéticas (Figura 3). El sector presenta la típica morfología continental mesetiforme próxima a una costa originada por sucesivas elevaciones producidas por una combinación de variaciones del nivel del mar y reactivaciones tectónicas (Schillizzi, 1996; Kostadinoff & Schillizzi, 1988; Ponce & Rabassa, 2012), ocurridos en el Cenozoico durante las fases finales del Ciclo Orogénico Andino que determinaron formas positivas y negativas. Estas mesetas, fueron posteriormente remodeladas por agentes exógenos, en especial por erosión retrocedente (Schillizzi & Gelós, 1999). Sus frentes se vieron afectados por erosión marina durante períodos con niveles más elevados que el actual, dando origen a los paleoacantilados en muchos casos con presencias de medias cañas erosivas que denotan un nivel marino más elevado que el actual. En el presente, estos paleoacantilados muestran fuertes signos de erosión hídrica continental y eólica (Kostadinoff & Schillizzi, 1996).

Entre las geoformas de relieve negativo afectadas por la erosión fundamentalmente eólica se destacan las depresiones (Schillizzi & Gelós, 1999), que al igual que los paleoacantilados, también son erosionadas por avenamientos de carácter efímero. Por su parte, las lagunas costeras que configuran otra forma negativa, en la actualidad se hallan inactivas y parcialmente colmatadas por fango lo que



evidencia la acción retrocedente del mar. En algunos sectores, estas lagunas están ocluidas por cordones litorales abandonados por la acción marina. Asimismo, por detrás de los cordones y hacia el continente, suelen desarrollarse extensas planicies de rodados originadas en la acción combinada tanto marina como hídrica continental.

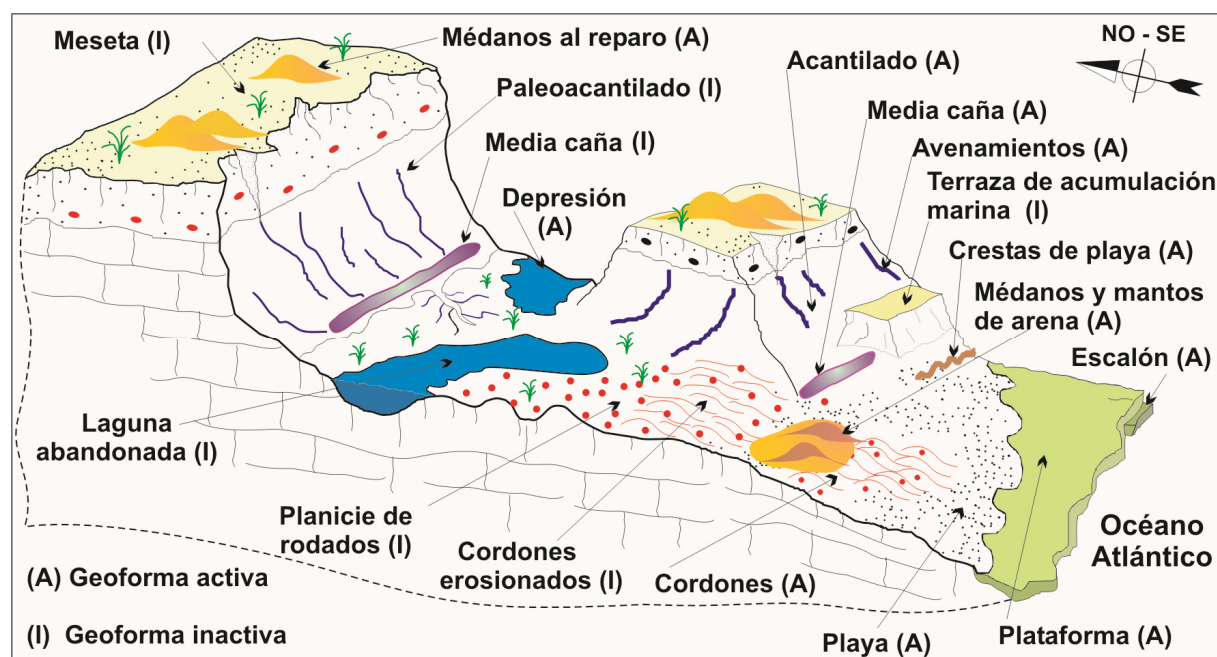


Figura 3. Esquema, sin escala, que representa las unidades morfológicas costeras.

Con enfoque genético, los acantilados costeros del noreste del Chubut señalan su relación con las unidades formacionales sobre las cuales se hallan labrados. Así, aquellos que presentan sus frentes rectilíneos se vinculan a sedimentitas de la Formación Patagonia; mientras que los de frentes convexos se relacionan con rocas volcánicas o volcanoclásticas de las formaciones Marfil y/o Chon Aike. Los acantilados labrados en sedimentitas se clasifican según sus características morfológicas como de "vertiente en pared" (Rice, 1983). Se presentan diaclasados y con notable desarrollo de medias cañas erosivas en sus bases, las que junto a la acción hidráulica de las olas, la alteración físico-química de los materiales y el efecto de "spray" marino, ocasionan derrumbes de bloques que se acumulan al pie de estos frentes. Estas geoformas son también modificadas por deslizamientos masivos y/o asentamientos (García *et al.*, 1980; Franchi, 1983; Schillizzi, 1996). La combinación de los procesos erosivos es la responsable de la producción del material que, transportado por las corrientes de deriva, alimentan a los cordones y playas en determinados sectores costeros. Al pie de los acantilados sedimentarios se observan las crestas de playa que se vinculan genéticamente a la acción de las olas de tormenta y en menor medida a las corrientes litorales.

Por otro lado, en el área del cabo Dos bahías y de las islas que se hallan en su frente (islas Blancas) sus costas presentan salientes rocosas que originan obstrucciones al avance del tren de olas. Esto produce la generación de tómbolos como consecuencia de la difracción de las olas, que al perder energía, facilitan la acumulación de materiales por detrás de las obstrucciones (Zenkovich, 1967).

Las terrazas de acumulación marina, actualmente inactivas, edafizadas y parcialmente cubiertas por médanos, constituyen una unidad morfológica que se habría originado cuando el mar se hallaba aproximadamente a 7 m por encima del nivel medio actual, durante el Plesitoceno Superior-Holoceno temprano (Codignotto, 1987; Sanfilippo, 1988; Ardolino *et al.*, 1998).

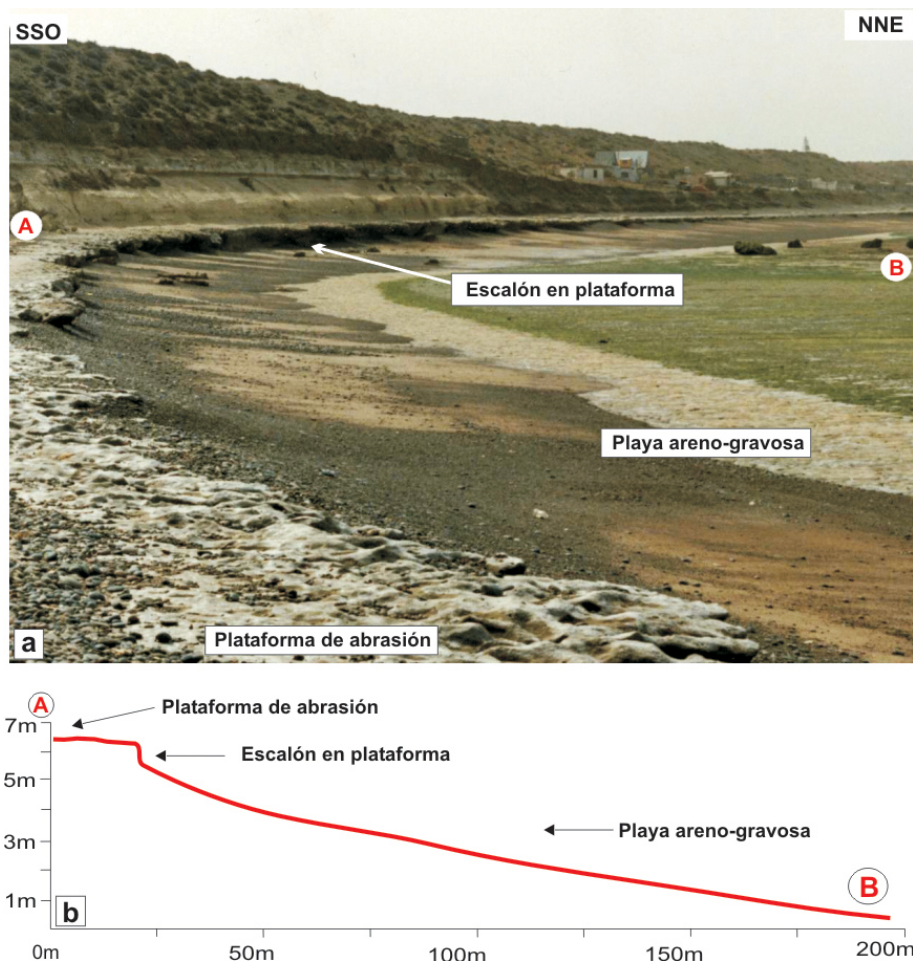
La relación entre los sedimentos formadores de las playas y el área de aporte fue señalada por Gelós *et al.* (1994) y Schillizzi & Spagnuolo (2008). En las inmediaciones de los perfiles de playa

Canto y punta Ninfas, sobrepuestos a los cordones de playa se presentan grandes planchones rocosos de más de un metro de lado que son removidos por olas producidas durante las tormentas de mayor envergadura.

En el área estudiada se reconocen dos modelos de playas generados principalmente por la acción de acumulación marina. Así, al norte de la punta Clara son predominantemente abiertas, arenosas, con proporciones muy subordinadas de grava aplanada por la acción marina y evidentes rasgos de madurez. Sus materiales se asocian al derrumbe de los acantilados sedimentarios (Thornbury, 1966; Davis, 1978). Este tipo de playas, si bien están sometidas a los cambios climáticos estacionales que modifican sus pendientes, tienen alto grado de permanencia temporal y continuidad territorial.

El segundo modelo, visible en las bahías Vera y Camarones, lo integran playas de dimensiones reducidas y discontinuas, tipo de bolsillo, cuyos materiales provienen de la meteorización química, fundamentalmente por efecto del “spray” marino y del impacto hidráulico de las olas sobre las rocas cristalinas. Su dinámica evolutiva está directamente asociada a la refracción de las olas sobre las puntas rocosas que producen erosión de los materiales que forman las bahías. Los depósitos de acreción que se originan son predominantemente arenosos.

El análisis evolutivo de las plataformas de abrasión indica que su desarrollo está ligado directamente a la presencia de diaclasas. Estos planos de debilidad forman una densa red de pequeños canales ahondados por el efecto de atrición de la grava. En algunas partes de las plataformas se aprecian indicios de reajuste isostático y/o descenso del nivel marino; hipótesis fundamentada sobre la base de la presencia de un resalto topográfico que puede llegar hasta 1 m de altura y que se ubica en torno al nivel medio de marea (Figura 4).



**Figura 4.** Playa ubicada al norte de la desembocadura del río Chubut. **a.** Se destaca el resalto erosivo en la plataforma. **b.** Perfil esquemático del sector intermareal realizado por el método de Emery modificado para playas extensas.

Las costas del área estudiada pueden ordenarse como pertenecientes a borde de placa pasiva, (*Trailing edge coasts*; Inman & Nordstron, 1971; Summerfield, 1991). Según las consecuencias derivadas de las variaciones del nivel del mar se catalogan como emergidas y con enfoque estructural, se clasifican en su mayoría como costas escarpadas. Esta característica, se ve favorecida por la presencia de diaclasas que provocan fracturaciones, evidenciadas en desmoronamientos en los frentes acantilados y en el escalonamiento de las plataformas. Si se consideran los procesos erosivos marinos intervinientes, estas costas pueden definirse como sometidas a la acción de olas de tormenta, (Davies, 1972; Rice, 1983). Las mismas, son originadas por vientos intensos con velocidades de 7 a 10 m/s, (Rice, 1983) que tienen la capacidad de generar olas con energía suficiente como para modelar acantilados y plataformas costeras.

Entre el ambiente continental y el marino, la zona de acumulación está compuesta por médanos costeros edificados por los fuertes vientos provenientes del mar bajo condiciones de clima seco. En algunos golfos y bahías pueden observarse médanos frontales establecidos en cotas correspondientes al nivel de las pleamares. Estos depósitos, se ven circunstancialmente modificados por la acción de olas de tormenta que socavan sus bases. Por su parte, en el área de la bahía Engaño los médanos costeros ascienden sobre las pendientes suaves de los frentes para transformarse en rampas arenosas que configuran finalmente médanos cuspidales sobre el acantilado.

### **Evolución temporal de las geoformas**

Las geoformas del sector se desarrollaron durante el Cuaternario por el efecto de distintos ciclos tanto marinos como tectónicos. Estos últimos, fueron estudiados en detalle por (Ramos, 1999) para el sector cordillerano y basamento extraandino y sus efectos que son extrapolables a la región costera patagónica, tal como lo planteara Gelós *et al.* (1994), justificarían la reactivación de un antiguo sistema de bloques fracturados responsable del origen de una serie de escarpas de fallas que evolucionaron posteriormente hasta configurar las formas positivas y negativas (Figura 3). En este contexto, los relieves positivos se asocian a las mesetas de Montemayor, Central y Loma María; mientras que los negativos, se relacionan con el bajo de Los Huesos, valle de la Estancia González y bajo de Simpson, (Cortés, 1981; Mendía, 1983). Este modelo estructural, de bloques fracturados, se prolonga en dirección a la Plataforma Continental Argentina, (Schillizzi & Gelós, 1999). Hacia el final del Pleistoceno, se habrían acentuado los procesos de continentalización del área y la formación de escalonamientos estructurales visibles en la plataforma marina, (Parker, 1998; Cavallotto *et al.*, 2011). Con posterioridad al máximo evento transgresivo marino acaecido durante el Holoceno temprano, (Faria, 2002; Spagnuolo, 2005; Ponce & Rabassa, 2012), se inició la regresión aproximadamente hacia los 6000 años AP, (Isla, 1989; Gómez & Perillo, 1992; Jelsgerma & Tooley, 1995; Schnack *et al.*, 2005; Ponce *et al.*, 2011). Las formas resultantes del retroceso marino están representadas por las medias cañas erosivas abandonadas al pie de los paleoacantilados (Kershaw & Guo, 2001), presencia de planicies de rodados y terrazas de acumulación marina, aumento de la profundización de las depresiones por erosión continental y extensos avenamientos. Subsiguientemente, entre los 4000 y los 2500 años AP se habría producido un nuevo descenso del nivel del mar (Codignotto *et al.*, 1990; Monti, 2000); a partir del cual, tal como lo señalan Bini *et al.* (2013) para los extremos norte y sur del Golfo San Jorge, quedaron marcas evidenciadas en las medias cañas erosivas abandonadas en las bases de los acantilados cercanos a las localidades de Puerto Deseado y Camarones. Asimismo, la consecuencia remanente del retroceso del mar se manifiesta en la presencia de cordones, tómbolos, escalonamiento de las plataformas de abrasión, recorte de los cañadones que desembocan en las bahías y remodelado de las bahías Engaño, Vera y Camarones.

## Conclusiones

El relieve del litoral está compuesto por geoformas actuales y antiguas. En su construcción intervinieron agentes erosivos y acrecionales que actuaron desde el Pleistoceno superior hasta la actualidad y son el producto de la combinación de distintos factores como cambios del nivel del mar y reactivaciones tectónicas. Estas últimas, serían responsables del origen de las formas continentales con relieves positivos y negativos. Durante el Holoceno, las variaciones eustáticas, concordantes con el proceso transgresivo-regresivo que caracteriza a este período, quedan evidenciadas en los paleoacantilados, las terrazas de acumulación marina y las medias cañas de erosión labradas tanto en los paleoacantilados como en la parte baja de los acantilados activos. La presencia de un pequeño resalto localizado en las plataformas de abrasión a nivel de media marea estaría indicando un proceso actual de estabilización marina que favorece la erosión.

Las playas arenosas, ubicadas en el sector norte, son más abiertas y presentan rasgos de madurez morfológica y estabilidad, mientras que las del sector sur, más pequeñas, revelan mayores efectos erosivos. En las bahías que presentan pendientes suaves de ascenso, la arena llega a formar médanos cuspidales en los acantilados circundantes. La grava que integra los cordones activos e inactivos proviene en su mayor parte del derrumbe de los acantilados por acción de olas de tormenta y es redistribuida por deriva litoral.

## Agradecimientos

A los integrantes de Medios Audiovisuales del CCT-CONICET Bahía Blanca. Al Editor de la Revista, así como a los árbitros W. Melo y F. Isla, ya que a través de sus recomendaciones se mejoró notoriamente el contenido del trabajo.

## Bibliografía

- Ardolino, A.; Busteros, A.; Fauque, L.; Franchi, M. & Lema, H. 1998. Estratigrafía del Cuaternario del litoral patagónico entre Cabo Arestizabal y Bahía Camarones, provincia del Chubut, Argentina. *Actas del X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica* 1: 107-113.
- Beltramone, C. & Meister, C. 1993. Paleocorrientes de los Rodados Patagónicos, tramo Comodoro-Trelew. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47: 147-152.
- Bini, M.; Consoloni, I.; Isola, I.; Pappalardo, M.; Ragaini, L.; Ribolini, A. & Zanchetta, G. 2013. Markers of palaeo sea-level in rocky coasts of Patagonia (Argentina). *Rend. Online Società Geologica Italiana* 28: 24-27.
- Bruniard, E. 1996. *Geografía de los climas y de las formaciones vegetales. Las zonas térmicas y la vegetación natural*. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia. 330 pps.
- Camacho, H.H. 1979. Descripción geológica de la hoja 47 h - 48 g. Bahía Camarones, provincia del Chubut. *Secretaría de Estado de Minería* 153:1-23. Buenos Aires.
- Caminos, R. & González, P. 1996. Mapa geológico de la República Argentina. *Dirección Nacional del Servicio Geológico. Secretaría de Minería de la Nación*.
- Cavallotto, J.L.; Violante, R.A.; Molina, R. & Hernandez, F.G. 2011. Geological aspects and evolution of the Patagonian continental margin. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 346-362.

- Césari, O. & Simeoni, A. 1993. Planicies fluvio-glaciares terrazadas y bajos eólicos de la Patagonia Central, Argentina. 13° Symposium Latin-American Geosciences, *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1: 155-164.
- Césari, O.; Simeoni, A. & Beros, C. 1986. *Geomorfología del sur del Chubut y norte de Santa Cruz*. Universidad Abierta 1: 18-36.
- Cionchi, J. 1988. Geomorfología de Bahía Bustamante y zonas adyacentes, Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 51-62.
- Codignotto, J.O. 1987. Cuaternario marino entre Tierra del Fuego y Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42: 208-212.
- Codignotto, J.O.; Cesari, O. & Beros, C.A. 1990. Morfocronología secuencial evolutiva holocena en Bahía Solano, Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45: 205-212.
- Monti, A. 2000. Edades <sup>14</sup>C y ciclicidad de la acreción en depósitos costeros elevados. Bahía Engaño, Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55: 403-406.
- Cortés, M. 1981. Estratigrafía cenozoica y estructura al Oeste de la península de Valdés. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 36: 426- 445.
- Davies, J. 1972. *Geographical variation in coastal development*. Oliver and Boyd. Edinburgh. 212 pps.
- Davis, R. A. 1978. *Coastal Sedimentary Environments*. Springer-Verlag. Copenhagen. 420 pps.
- de Alba, E. 1964. Descripción geológica de la Hoja 41 j, Sierra Grande. *Dirección Nacional de Geología y Minería* 97: 1-54. Buenos Aires.
- Faria, A.P. 2002. Antagonismos entre pronósticos de subida do nível do mar e a realidade do litoral brasileiro. *Resúmenes Instituto de Geociências*. Rio de Janeiro. 10 pps.
- Franchi, M. 1976. Informe final Hojas 46 g, Bahía Vera y Cabo Raso. *Ministerio de Economía, Subsecretaría de Minería*. Buenos Aires.
- Franchi, M. 1983. Descripción Geológica de la hoja 45 g, Monte Triste, Chubut. *Servicio Geológico Nacional* 191: 1-55. Buenos Aires.
- García, E.; Rossi de Levy, R. & Franchi, M. 1980. *Neovenericor* N. Gen. (Bivalvia). Su presencia en el miembro Monte León (Formación Patagonia). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35: 59-71.
- Gelós, E.M.; Schillizzi, R.A. & Spagnuolo, J.O. 1993. El Mesozoico superior - Cenozoico de la costa occidental del Golfo San Matías. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47: 423- 426.
- Gelós, E.M.; Spagnuolo, J.O. & Schillizzi, R.A. 1988. Las unidades morfológicas de la costa norte del Golfo San Matías y su evolución. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 315-326.
- Gelós, E.M.; Spagnuolo, J.O.; Schillizzi, R.A. & Gómez, E.A. 1994. Textura y mineralogía de los sedimentos de playa entre San Antonio Oeste y Puerto Lobos (Chubut). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 85-92.
- Gelós, E.M.; Spagnuolo, J.O.; Schillizzi, R.A. & Gómez, E.A. 1997. Sedimentología y mineralogía de las playas de la Península de Valdés y Golfo Nuevo, Chubut. Argentina. *Pesquisas* 24: 39-46.
- Gómez, E.A. & Perillo, G.M.E. 1992. Largo bank: A shoreface-connected linear shoal at the Bahía Blanca Estuary entrance, Argentina. *Marine Geology* 104: 193-204.
- González Díaz, E.F. & Di Tommaso, I. 2011. Evolución geomorfológica y cronología relativa de los niveles aterrazados del área adyacente a la desembocadura del río Chubut al Atlántico (Provincia del Chubut). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 4: 507-525.

- González Díaz, E.F. & Di Tommaso, I. 2011. La depresión del “Bajo del Diablo” (NE del Chubut): una propuesta geomórfica acerca de su origen y su evolución. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70: 279-290.
- Haller, M.J. 1979. Estratigrafía de la región al poniente de Puerto Madryn, provincia del Chubut, Argentina. *Actas VII Congreso Geológico Argentino* 1: 285-297. Buenos Aires.
- Inman, D. & Nordstrom, C.E. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. *Journal of Geology* 79: 1-21.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). 1994. *Coastal resource impact and methods of a datation Assesment*. Appendix H. USA. 75 pps.
- Isla, F.I. 1989. The Sothern Hemisphere sea-level fluctuation. *Quaternary Science Reviews* 8: 359-368.
- Isla, F.I. & Bujalesky, G.G 2008. Coastal geology and geomorphology of Patagonia and Tierra del Fuego Archipelago. En: Rabassa, J. (ed.): *The late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*, pp. 227-240. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Jelsgerma, S. & Tooley, M.J. 1995. Sea-level changes during the recent geological past. En: Finkl, C.W. (ed.): *Holocene Cycles: Climate, Sea Levels and Sedimentation*. *Journal of Coastal Research. Special Publication* 17: 123-139.
- Kershaw, S. & Guo, L. 2001. Marine notches in coastal cliffs: indicators of relative sea level, Peracora Peninsula, central Greece. *Marine Geology* 179: 213-228.
- Kokot, R.R. & Codignotto, J.O. 2005. Geomorfología de la costa de la provincia del Chubut. *Actas XVI Congreso Geológico Argentino* 3: 545-552. La Plata.
- Kostadinoff, J. & Schillizzi, R.A. 1988. Anomalías gravimagnetométricas del litoral patagónico entre Arroyo Verde y el río Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 80-90.
- Kostadinoff, J. & Schillizzi, R.A. 1996. Características geofísicas del litoral atlántico entre el río Chubut y Puerto Camarones, provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51: 387-392.
- Lesta, P.; Ferello, R. & Chebli, G. 1980. Chubut Extraandino. En: Leanza A.F. (ed.): *Geología Regional Argentina*, pp. 1307-1357. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Malvicini, L. & Llambías, E. 1974. Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, provincia del Chubut. Argentina. *Actas V Congreso Geológico Argentino* 2:185- 202. Buenos Aires.
- Mendía, J. 1983. Descripción geológica de la Hoja 44 h Rawson y 44 i Bajo de Los Huesos. *Servicio Geológico Nacional* 195: 1-81. Buenos Aires.
- Parker, G. 1998. Delimitación del borde exterior de la plataforma continental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 130-131.
- Polanski, J. 1963. Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano, entre los ríos Diamante y Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 17: 127-349.
- Ponce, J.F. & Rabassa, J. 2012. La plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años. *Revista Ciencia Hoy* 22 (127): 50-56.
- Ponce, J.F.; Rabassa, J.; Coronato, A. & Borromei, A.M. 2011. Palaeogeographical evolution of Atlantic coast of Pampa and Patagonia from the last glacial maximum to the Middle Holocene. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 363-379.
- Ramos, V.A. 1999. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. *Geología Argentina*. Capítulo 24, Anales 29 (24): 715-784.
- Rice, R. 1983. *Fundamentos de Geomorfología*. Ediciones Paraninfo. Madrid, 392 pps.

- Sanfilippo, H. 1988. Geología y Geomorfología entre Camarones y Cabo Dos Bahías, provincia del Chubut. Trabajo final de licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, 146 pp. (Inédito).
- Schillizzi, R.A. 1996. Estratigrafía y Geomorfología de las formaciones cenozoicas aflorantes en el litoral patagónico, entre Punta Ninfas y Punta Lobos, Chubut. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, 196 pp. (Inédito).
- Schillizzi, R.A. & Gelós, E.M. 1999. El Gran Bajo de Los Huesos, su tectónica en relación con la morfología. Chubut, Argentina. *Revista Geoacta* 24: 40-49.
- Schillizzi, R.A. & Spagnuolo, J.O. 2008. Nuevo proceso erosivo combinado en los acantilados del Golfo de San Matías, Río Negro. *Actas XVII Congreso Geológico Argentino* 3: 1254-1255. Jujuy.
- Schillizzi, R.A.; Gelós, E.M. & Spagnuolo, J.O. 2003. Modelos morfológicos de los acantilados patagónicos entre Barrancas Blancas y el río Chubut. *Actas II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología* 1: 389-400. Tucumán.
- Schillizzi, R.A.; Spagnuolo, J.O.; Gelós, E.M. & Aliotta, S. 2005. Presencia y evolución de grandes bloques en la costa de Punta Colorada, Golfo San Matías, Argentina. *Revista Geoacta* 30: 39-45.
- Schnack, E.J.; Isla, F.I.; de Francesco, F.O. & Fucks, E.E. 2005. Estratigrafía del Cuaternario Marino Tardío en la Provincia de Buenos Aires. *Actas XVI Congreso Geológico Argentino* 10: 159-182. La Plata.
- Servicio de Hidrografía Naval (S.H.N.) 2013. *Tabla de mareas. Puertos de la República Argentina y algunos puertos del Uruguay*. H610. Buenos Aires. 473 pps.
- Spagnuolo, J.O. 2005. Evolución geológica de la región costera-marina de Punta Alta, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, 269 pp. (Inédito).
- Spagnuolo, J.O.; Schillizzi, R.A. & Gelós, E.M. 1992. Adaptación del método de Emery a perfiles de playa de gran extensión. *Revista Atlántica* 14: 15-22.
- Stipanovic, P.N. 1957. El sistema Triásico en la Argentina. *Actas XX Congreso Geológico Internacional* 2: 73-112. México.
- Summerfield, M. 1991. *Global Geomorphology*. Longman & Wiley. London. 537 pps.
- Thornbury, W. 1966. *Principios de Geomorfología*. Kapelusz. Buenos Aires. 643 pps.
- Zenkovich, V.P. 1967. *Processes of coastal development*. Oliver & Boyd. Edinburgh. 738 pps

**Recibido: agosto 2014**

**Aceptado: noviembre 2014**