



Patrimonio Geológico-Paleontológico sobre depósitos costeros cuaternarios asociados a fósiles marinos (Golfo San Matías, Argentina)

Walter Manuel MEDINA¹ y Melisa CHARÓ²

Abstract: *GEOLOGICAL-PALEONTOLOGICAL HERITAGE OVER QUATERNARY COASTAL DEPOSITS ASSOCIATED WITH MARINE FOSSILS (SAN MATÍAS GULF, ARGENTINA).* In recent years, the geological-palaeontological heritage is considered within environmental protection studies of the Argentine territory. The coasts of northern Patagonia, especially those of the San Matías Gulf contain littoral deposits of varied geologic origins, which associated with their faunal content of scientific interest, suggest that they can be considered as possessing potential heritage sites. The aim of this paper is to analyze three Quaternary sites of geological-palaeontological interest (*“beachrocks”-Chama indicai*, paleocliffs-*Tegula atra*, and littoral ridges-*Anomalocardia brasiliensis*) to demonstrate its scientific importance and highlight which of them requires greater protection because of its heritage value. It is concluded that due to its Geo-conservation Index, the site of interest paleocliffs-*Tegula atra* requires immediate conservation management and its incorporation into the scientific divulgation of the nature of the gulf and the Argentine Patagonia.

Resumen: El patrimonio geológico-paleontológico se enmarca en los estudios de protección ambiental en los últimos años en territorio argentino. Las costas de la Patagonia Norte, en especial el golfo San Matías contiene depósitos litorales de variados orígenes geológicos que, asociados a su contenido faunístico de interés científico, llevan a que el golfo sea considerado como poseedor de potenciales sitios patrimoniales. El objetivo de este trabajo es analizar tres sitios de interés geológico-paleontológico (*“beachrocks”-Chama indicai*; paleoacantilados-*Tegula atra* y cordones litorales- *Anomalocardia brasiliensis*) de edad cuaternaria para evidenciar su importancia científica y destacar cuáles de ellos requieren mayor protección por su valor patrimonial. Se concluye que partiendo de su Índice de Geoconservación, el sitio de interés paleoacantilados-*Tegula atra* requiere de medidas de conservación inmediatas y forme parte de la divulgación científica de la naturaleza del golfo y de la Patagonia argentina.

Key words: Heritage. Fossils. Rio Negro. Quaternary.

Palabras clave: Patrimonio. Fósiles. Rio Negro. Cuaternario.

¹ Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO/CONICET) y Facultad de Filosofía y Letras UNT.
e-mail: walter.manuel.medina@gmail.com

² Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO/CONICET), e-mail: charomelisa@gmail.com

Introducción

El patrimonio geológico es definido como el conjunto de elementos geológicos que se destacan por su valor científico, cultural o educativo (Carcavilla *et al.* 2007). Brilha (2016) lo define como todos aquellos lugares que son claves para develar y comprender la historia geológica de la Tierra. En las últimas décadas, el patrimonio geológico es una de las ramas más novedosas, ya que aporta conocimientos científicos sobre sitios de interés geológico.

Dentro de patrimonio geológico existen aspectos concretos que se centran en estudios temáticos y/o específicos como es el caso especial del patrimonio paleontológico. En su conjunto, el patrimonio geológico-paleontológico es un paso fundamental para poder elaborar diagnósticos sobre el valor natural integral de un área geográfica.

Carcavilla *et al.* (2007) define al patrimonio paleontológico como el conjunto de restos o partes de organismos, impresiones y huellas de actividad vital de los mismos que se han conservado en el registro geológico y cuya singularidad, excepcionalidad e interés científico, los hace destacar y permiten reconstruir la evolución geológica del lugar, las formas de vida que habitaron ese lugar en un momento determinado, su evolución biológica y el ambiente en que vivieron.

Este trabajo aborda el estudio del patrimonio geológico-paleontológico del norte del Golfo San Matías, provincia de Río Negro. El área de análisis es relativamente pequeña, en donde con-

viven rasgos geológicos de importancia que permiten describir los eventos ocurridos en el Cenozoico que llevaron a la formación de dicho golfo. Los depósitos marinos originados en este periodo están asociados a moluscos fósiles, considerados como proxies paleoclimáticos.

El Golfo San Matías, es uno de los golfos más importantes de la plataforma argentina, conforman una cuenca semicerrada de 17.000 km² con una profundidad del orden de los 200 m (Gelos *et al.*, 1988) y con una anchura en su boca de unos 118 km, posee aguas muy profundas sin peligros para la navegación. Se extiende entre punta Bermeja (1°10'S/63°05'O), al norte, en la provincia de Río Negro, y punta Norte, al sur, en el extremo de la península Valdés (42°30'S/63°56'O), en la provincia de Chubut. Esta investigación posee como área de estudio el norte del golfo, entre Baliza San Matías (40°54'S/64°27'O) hasta Las Grutas (40°48'S/65°05'O) siguiendo la línea de costa (Figura 1).

Esta zona actualmente se encuentra formando parte de un corredor turístico que creció y se consolidó en los últimos años. Este dinamismo trajo aparejado una creciente demanda de infraestructuras y nuevos usos del suelo costero. Como consecuencia, estos depósitos costeros asociados a sus fósiles, sin medidas de conservación, aumentarían su vulnerabilidad y pueden verse afectados, llevando a una pérdida parcial o incluso total de los registros geológicos-paleontológicos.

El objetivo de este trabajo es analizar e identi-

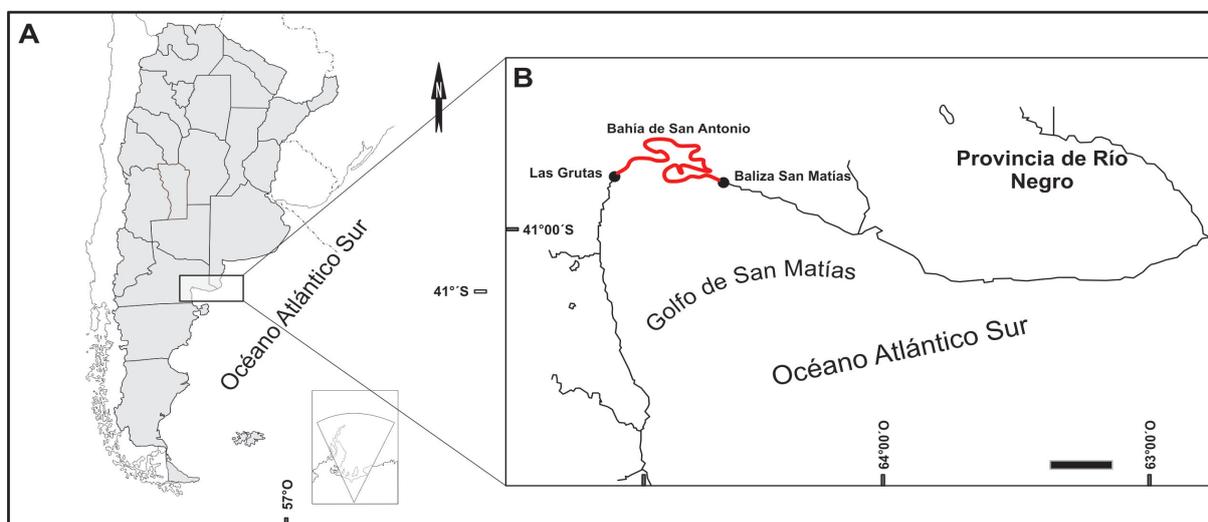


Figura 1. Mapa de localización del norte del Golfo San Matías. / **Figure 1.** Location map of northern San Matías Gulf.

car depósitos costeros del Cuaternario que conserven especies de moluscos fósiles como posibles sitios de interés geológico-paleontológicos a ser conservados.

Marco geológico

En bahía San Antonio, Angulo *et al.* (1978, 1981) diferenciaron dos unidades estratigráficas relacionadas con las unidades marinas: la Formación Baliza San Matías (Pleistoceno tardío) y la Formación San Antonio (Holoceno). La distinción entre las mismas se basó en la morfología, grado de litificación y posición estratigráfica. De la Formación San Antonio se obtuvieron edades ^{14}C en valvas de moluscos con valores de 28 a 40 Ka interpretándose como retransportadas de sedimentos más antiguos. Angulo *et al.* (1981) describen los cordones litorales pertenecientes a la Formación San Antonio, distribuidos en toda el área de la bahía San Antonio, principalmente al norte y al este de la misma, estando constituidos por grava arenosa con valvas de moluscos. Además, describen en el área planicies de marea y antiguos depósitos de playa.

Según Fidalgo *et al.* (1980), la Formación San Antonio y la Formación Baliza San Matías, se correlacionarían con la Formación Pascua y La Formación Las Escobas, respectivamente, del noreste bonaerense.

Posteriormente, Rutter *et al.* (1989, 1990) analizaron distintos depósitos cuaternarios, incluyendo entre ellos San Antonio Oeste, y utilizando aminoácidos y análisis de ESR (Electron Spin Resonance) obtuvieron edades de 97-80 y 70-66 Ka para los depósitos del pleistoceno más jóvenes y de ≥ 230 y ≥ 169 Ka para el depósito del pleistoceno más antiguo. Concluyen que al menos tres eventos transgresivos MIS 1, MIS 5e y uno más antiguo están representados en el área de estudio.

Recientemente Fucks *et al.* (2012), reconocen en el norte del golfo San Matías al menos cuatro ingresiones marinas (Marine Isotopic Stages, MIS), tres de ellas asignadas al Pleistoceno (MIS 5e, MIS 7 y \geq MIS 9?) y la cuarta al Holoceno (MIS 1). Las asignaciones de Formación Baliza San Matías y Formación San Antonio (Angulo *et al.*, 1978), corresponderían a los últimos dos eventos transgresivos del Pleistoceno.

Los depósitos del Cuaternario Tardío están representados por acantilados, cordones litorales (depósitos de grava y arenas), paleoplayas y “beachrocks” (ej. Angulo *et al.*, 1978; Fidalgo *et al.*, 1980; Rutter *et al.*, 1989; Kokot y Favier Dubois, 2009, 2017; Fucks *et al.*, 2012b; Mouzo, 2014) compuestos por fauna marina fósil (Pastorino, 1994, 2000; Charó *et al.*, 2014).

Interpretación evolutiva

La morfología, los sedimentos, la estructura sísmica somera y la estratigrafía indican que el golfo se formó en el Último Interglaciario durante la transgresión pleistocena (MIS 5 *sensu lato*) como resultado de retroceso costero y de inundación de una depresión subarea similar a otras depresiones hoy cercanas a la costa (Mouzo y Paternili, 2017). La regresión del mar pleistoceno originó un pequeño mar cerrado que podría haber descendido su nivel hasta la actual isobata de 100 m antes de ser nuevamente invadido por el mar durante la transgresión holocena. La roca de base corresponde al Terciario Medio-Tardío, por lo que se desprende que el golfo sólo fue afectado por dos transgresiones en el Cuaternario.

Sitios de interés geológico-paleontológico

Este análisis está basado en 3 sitios de interés geológico-paleontológico; los nombres propuestos para cada uno de los sitios están formados por los depósitos marinos y la especie fósil que lo caracteriza: 1- Paleoaacantilado - *Tegula atra*; 2- Cordones litorales- *Anomalocardia brasiliensis* y 3- “beachrocks”- *Chama indicai* (Figura 2).

Las tres fósiles hallados en los depósitos marinos son ubicados temporalmente en el Cenozoico (Figura 3).

1- Sitio Paleoaacantilados - *Tegula atra*

Los paleoaacantilados (10–15 m) (Figura 4) son el resultado de un dinamismo tectónico pudiendo ser una subducción de la placa de Nazca y/o la isostasia glacial (Rostami *et al.*, 2000), y también como consecuencia de una anomalía de la convec-

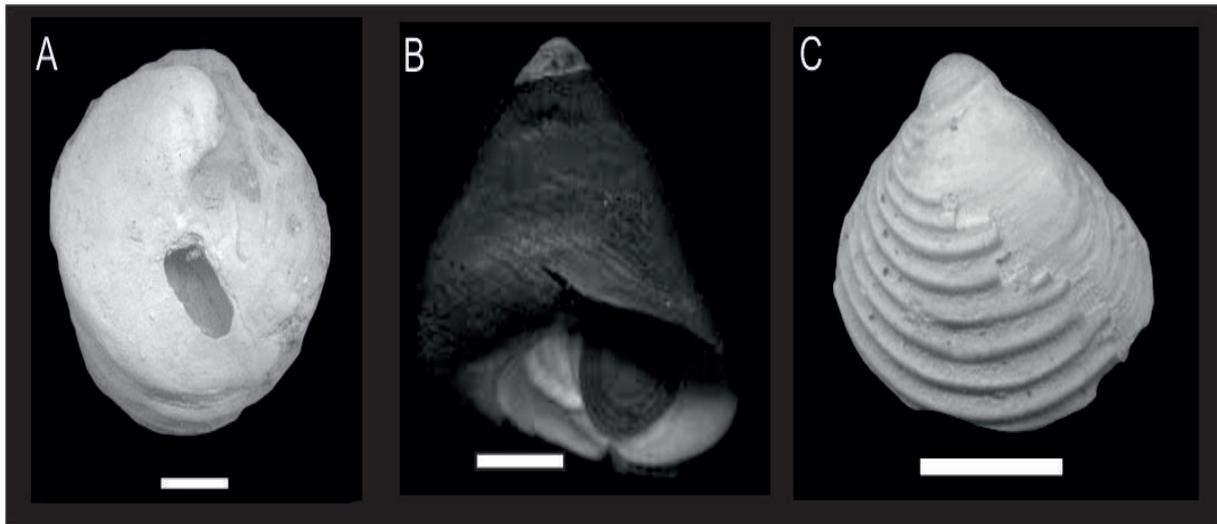


Figura 2. A) *Chama iudicai* (bivalvo). **B)** *Tegula atra* (gasterópodo). **C)** *Anomalocardia brasiliana* (bivalvo). / **Figure 2. A)** *Chama iudicai* (bivalve). **B)** *Tegula atra* (gastropods). **C)** *Anomalocardia brasiliana* (bivalve).

ción del manto (Pedoja *et al.*, 2011). Este tipo de depósito está compuesto por sedimentos arenosos alternando con gravas finas finamente estratificadas cubiertos por arena y limos castaños. La presencia de restos fósiles, en su mayoría son valvas de bivalvos y conchas de gasterópodos, con una totalidad de 22 especies de las cuales un 27% son de aguas cálidas. Entre ellas se destaca *Tegula atra* (Lesson, 1830) (Figura 2B), es un gasterópodo de concha

gruesa y globosa de color variable desde violeta hasta negro. El tamaño de la concha varía entre 24–62 mm. El exterior es liso, con líneas de crecimientos oblicuas muy débilmente marcadas. Se encuentra en ambientes intermareales asociados a fondos duros. No hay evidencia de su existencia en los cordones holocenos a lo largo de la costa patagónica argentina ni evidencias que vivan en las playas actuales en el Océano Atlántico (Aguirre *et al.*, 2013).

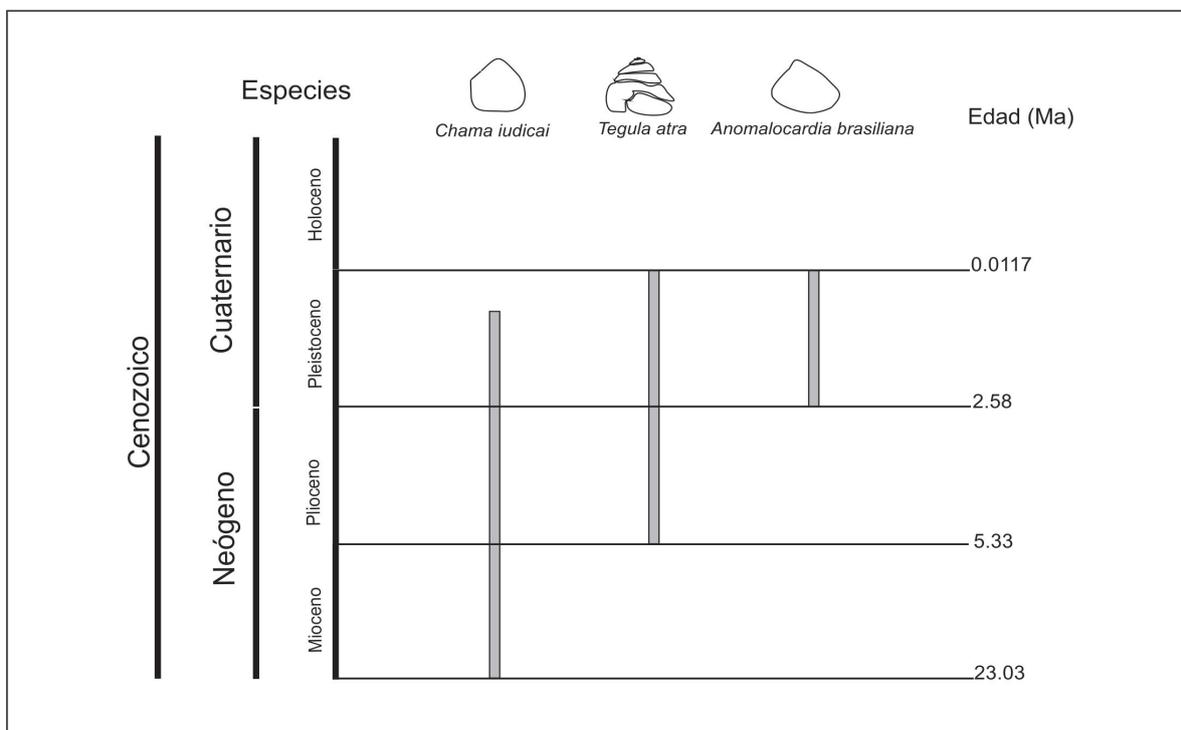


Figura 3. Línea de Tiempo de las tres especies fósiles en Argentina. / **Figure 3.** Timeline of the three fossil species in Argentina.

2- Sitio Cordones litorales - *Anomalocardia brasiliiana*

Los cordones litorales (10-8 m) (Figura 5) son una forma costera que se produce por el transporte y el depósito de los materiales sedimentarios que llegan a sustituir las costas originales. Estos depósitos están compuestos por gravas y arenas alternadas con presencia de restos fósiles, en la mayoría con valvas de moluscos en posición de vida. Este tipo de depósito está compuesto por 10 especies con un 25 % de especies de aguas cálidas. Entre los depósitos se destaca *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Figura 2C). Entre los depósitos se destaca el bivalvo infaunal filtrador *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) de aguas cálidas del Atlántico Occidental, desde las Antillas Francesas hasta las costas del Brasil (Oliveira *et al.*, 2011). Se encuentra en la zona intermareal a una profundidad de 1,5 m., vive ligeramente enterrado en arenas fangosas de ambientes de aguas poco profundas, particularmente en lagunas de manglares (Rios, 1994). Está ausente a partir de Holoceno en las costas patagónicas argentinas, siendo su límite actual el sur de Brasil (Charó, 2014).

3- Sitio “Beachrocks” - *Chama indicai*

Las “beachrocks” (Figura 6) que corresponden a paleoplayas, son consideradas por la mayoría de los autores como plataformas costeras (Fucks *et al.*, 2012). Estas plataformas son de suave pendiente hacia el mar, de varios kilómetros de largo y 500 a 1000 m de ancho visibles durante las mareas bajas. Sus mayores representaciones se encuentran en baliza San Matías y al sur de Las Grutas. Según los datos cronológicos, podrían correlacionarse con los depósitos de Caleta Falsa (169 y 218 Ka). Se distinguen dos tipos básicos a la pendiente: plataforma tipo A (inclinado) son comunes en los ambientes macromareales, y las plataformas tipo B (horizontal) en las regiones meso y micromareales. El depósito está compuesto por arena y/o conglomerados parcial o básicos de pendiente totalmente litificados, ubicados en el área intermareal. Este depósito está compuesto por 11 especies con un 22 % de especies pertenecientes a aguas cálidas. Entre las especies se destaca *Chama indicai* (Pastorino, 1991) (Figura 2A) pertenece a la Familia Chamiidae, son incluidas como fauna de moluscos de aguas cálidas. En general, esta especie es de tamaño mediano con una valva derecha subcircu-



Figura 4. Paleocantilados de Las Grutas perteneciente al Interglacial MIS 5e. / **Figure 4.** Paleocliffs of Las Grutas of the Interglacial MIS 5e.

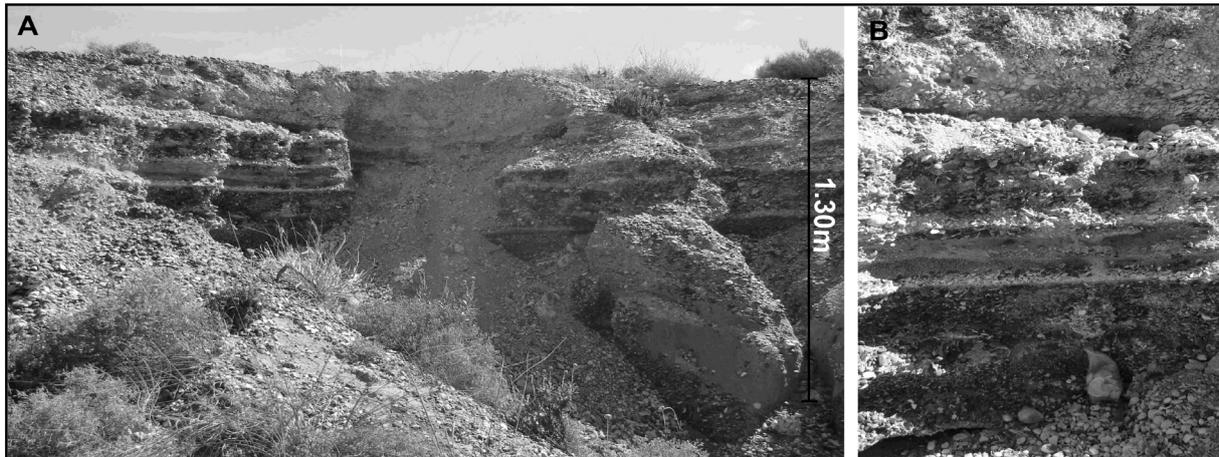


Figura 5. Cordones Litorales de Bahía San Antonio (MIS 5e). / **Figure 5.** Littoral ridges of Bahía San Antonio (MIS 5e).

lar, moderadamente inflada. La valva izquierda es subtriangular con un área de unión anterior aplana y más inflada que la valva derecha, cementada a sustratos duros (Beu y Raine, 2009). En la actualidad se las encuentra más al norte, a los 27° de latitud sur en aguas cálidas de la costa brasilera del Océano Atlántico (Boltovskoy, 1979). La cronología de estos depósitos está en duda, siendo para algunos autores un evento transgre-

sivo sin identificar la edad geológica o un evento geológico no transgresivo (Mouzo, 2014).

Aplicación de la metodología

La metodología referida al patrimonio geológico (Medina, 2015), está presentada en la tabla 1. Esta metodología presenta cuatro Tipos de Valores (Valor Intrínseco, Valores Científico/



Figura 6. “Beachrocks” perteneciente al Interglacial MIS 7. / **Figure 6.** “Beachrocks” of the Interglacial MIS 7.

Educativo, Valor Turístico y Valor en Vulnerabilidad) los cuales albergan 25 Parámetros de Valoración, dando como resultado un índice en su Valor de Relevancia del Geositio, Valor de Uso Científico-Educativo, Valor de Uso Turístico, evaluados con los puntajes del 1 al 3 de acuerdo a sus características, siendo el 1 la situación más desventajosa y el 3 la más favorable. Se finaliza con la aplicación del Índice de Geoconservación, cuyos resultados son expuestos en la tabla 2.

Resultados

A continuación, de los 25 Parámetros de Valoración (Tabla 1), se expresan las descripciones de los valores obtenidos (Tabla 2). El valor intrínseco de estos moluscos marinos es bastante variable, por ejemplo, se observa que, en lo referente a su abundancia - número de ocurrencias en el área de estudio- hay una gran variedad de ejemplares de *C. indicai* y *T. atra*, mientras que *A. brasiliiana* es hasta el momento, un único ejemplar, actualmente se encuentra en la Universidad de Córdoba (CE - GH - UNC: 25.609). En cuanto a la extensión de los sitios de interés geológicos-pa-

leontológicos, las que ocupan grandes superficies son las "beachrocks" y los paleoacantilados donde se encuentran *C. indicai* y *T. atra* respectivamente, en contraposición en los cordones litorales donde se localizó *A. brasiliiana*, que, al haber solo un hallazgo de esta especie, se considera en la metodología aplicada como una extensión reducida de este sitio de interés.

Las condiciones de observación de los depósitos costeros con sus moluscos marinos son óptimas. En referencia a la *C. indicai* se observa solo en marea baja. Por su parte *T. atra*, al encontrarse en los paleoacantilados, se observan durante gran parte del día. Mientras que para *A. brasiliiana* la observación del depósito es visible en forma directa por la cercanía a la ruta. Se diferencia con el tiempo de exposición, en cambio, el sitio "beachrocks" - *C. indicai* está sujeto a las mareas durante el día, su observación directa se reduce a cuatro horas entre la bajamar de las 10 am y la pleamar de las 16 pm, dado que se encuentran alejados de la línea actual de costa hacia el océano, son las primeras en ser cubiertas por la marea; mientras que en los dos sitios de estudio restantes, su tiempo de exposición se extiende a las horas de sol.



Figura 7. Se ubican los tres depósitos costeros que conservan las especies de moluscos fósiles analizados. Imagen base Google Earth Pro 2018. / **Figure 7.** Location of the three coastal deposits that conserve the fossil mollusk species analyzed. Source: Own elaboration - Google Earth Pro 2018 base image.

<p>A. VALOR INTRÍNSECO</p> <p><u>A.1 Abundancia</u> 3 - Existe solo un caso o ejemplo en el área de análisis. 2 - Existen entre 2 a 10 casos en el área de análisis. 1 - Existen más de 11 casos en el área de análisis.</p> <p><u>A.3 Condiciones de observación</u> 3 - Óptima, las características del geositio pueden ser observadas tanto de lejos como se cerca. 1 - Buena, las características del geositio solo pueden ser observadas ya sea de lejos o de cerca únicamente.</p> <p><u>A.5. Tiempo de exposición solar</u> 3 - Más de 8 hs el sitio se ve beneficiado por la luz aportada del sol 2 - De 4 a 8 hs el sitio se ve beneficiado por la luz aportada por el sol 1 - Menos de 4 hs el sitio se ve beneficiado por la luz aportada por el sol</p>	<p><u>A.2 Extensión</u> 3 - Más de 5 hectáreas. 2 - Entre 1 y 5 hectáreas. 1 - Menor a 1 hectárea.</p> <p><u>A.4. Integridad física</u> 3 - El geositio no presenta señas de deterioro. 2 - Rasgos de deterioro. 1 - Altamente deteriorado.</p> <p><u>A.6. Capacidad escénica</u> 3 - Sitio integrado por topografía pronunciada, presencia de cuerpos de agua, vegetación variada, colores variados y contrastantes, presencia de un destacado fondo escénico. 2 - Topografía pronunciada, colores contrastantes, presencia de un destacado fondo escénico. 1 - Presencia de tan solo una de las características arriba mencionadas.</p>
<p>B. VALOR CIENTÍFICO /EDUCATIVO</p> <p><u>B.1 Conocimiento científico</u> 3 - Contemplado por libros, revistas internacionales. 2 - Contemplado por tesis, revistas nacionales. 1 - No existe ninguna referencia del sitio.</p> <p><u>B.3 Posibilidad de realizar actividades científicas</u> 3 -Presenta facilidad para realizar actividades científicas, prácticas aplicadas en el sitio, trabajos experimentales, utilización determinada de elementos, permite el uso de productos y dispositivos sin problemas para realizar el registro. 2 - Presenta ciertos obstáculos para realizar actividades científicas, prácticas aplicadas en el sitio, se limita la utilización de determinados elementos y productos. 1 - Presenta serias limitaciones para realizar actividades científicas aplicadas en el sitio permitiendo realizar sólo el registro.</p> <p><u>B.5 Posibilidad de realizar actividades didácticas.</u> 3 - Cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas a grupos de cualquier nivel de conocimiento. 2 - Cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas a grupos de nivel de conocimiento medio, que recibieron en algún momento una formación básica sobre las Ciencias de la Tierra. 1 - Cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas a grupos que posean un conocimiento técnico específico.</p> <p><u>B.7. Relevancia científica</u> 3 - Localidad con referencia internacional. Las características del sitio lo posicionan a un nivel de importancia internacional 2 - Localidad con referencia regional. Las características del sitio lo posicionan a un nivel de importancia regional 1 - Localidad con referencia local. Las características del sitio lo posicionan a un nivel de importancia local</p>	<p><u>B.2 Representatividad</u> (como mejor ejemplo de su naturaleza en su área) 3 - Es el mejor ejemplo representativo de su naturaleza en el área de análisis. 2 - Es un ejemplo representativo secundario de su naturaleza en el área de análisis. 1 - No es un buen ejemplo representativo de su naturaleza en el área de análisis.</p> <p><u>B.4 Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos o geomorfológicos</u> 3 - Muy útil, el geositio representa fielmente los procesos geológicos/geomorfológicos pertinentes. 2 - Medianamente útil, el geositio presenta limitaciones en su fiel interpretación de los procesos geológicos/ geomorfológicos pertinentes. 1 - Poco útil, en el geositio hay ausencia de elementos importantes para la fiel interpretación de los procesos geológicos/geomorfológicos pertinentes.</p> <p><u>B.6 Conocimiento divulgativo.</u> 3 - Habitualmente utilizado en la divulgación turística, educativa internacional y nacional. 2 - Ocasionalmente utilizado en la divulgación turística, educativa regional y local. 1 - No utilizado.</p> <p><u>B.8. Asociación con elementos de índole cultural</u> 3 - Existen en el área evidencias de elementos arqueológicos o de otro tipo 2 - Existen en los alrededores evidencias arqueológicas o de otro tipo 1 - No existen evidencias arqueológicas o de otro tipo</p> <p><u>B.9. Asociación con elementos del medio natural</u> 3 - Flora y fauna notables por su diversidad, abundancia extraordinaria y presencia de especies inusuales. 2 - Flora y fauna notables por su diversidad y abundancia extraordinaria. 1 - Flora y fauna de diversidad ordinaria.</p>

<p>C. VALOR TURÍSTICO</p> <p><u>C.1 Complementariedad entre el SIG y un atractivo turístico</u></p> <p>3- Alta, el sitio de interés geológico forma parte del atractivo turístico</p> <p>2- Media, el sitio de interés geológico añade atractivo al sitio turístico</p> <p>1- Baja, el sitio de interés geológico agrega indirectamente atractivo al sitio turístico</p> <p><u>C.3 Accesibilidad física</u></p> <p>3 - Acceso directo por ruta asfaltada.</p> <p>2 - Acceso directo por camino sin asfalto.</p> <p>1 - Acceso a pie.</p> <p><u>C.5 Proximidad a centros de servicios (hotel, gasolinera, teléfono, internet, banco, etc.)</u></p> <p>3 – Sitio situado a menos de 1 km de una zona de servicios.</p> <p>2 - Sitio situado entre 1 km y 3 km de una zona de servicios.</p> <p>1 – Sitio situado a más de 3 km de una zona de servicios.</p> <p><u>C.6 Pertenencia a un circuito turístico</u></p> <p>3 – El sitio forma parte permanentemente de los circuitos turísticos de la quebrada</p> <p>2 – El sitio forma parte ocasionalmente de los circuitos turísticos de la quebrada</p> <p>1 - El sitio no forma parte de ningún circuito turístico consolidado en la quebrada</p>	<p><u>C.2 Posibilidad de realizar actividades turísticas</u></p> <p>3 - Es posible realizar en el lugar actividades de esparcimiento, circuitos, deportivas, actividades vinculadas al ambiente, culturales y vinculadas a la producción.</p> <p>2 - El lugar donde se encuentra el geosítio presenta dificultad para realizar plenamente actividades turísticas. Se debe a que presenta algún peligro como ser proximidad a la ruta, acceso complicado, pendiente pronunciada, etc.</p> <p>1 - El lugar donde se encuentra el geosítio es muy limitado actualmente para realizar actividades turísticas por presentar alta peligrosidad ya sea por situarse en lugares próximos a caídas libres, pendientes abruptas, desmoronamientos de material, etc.</p> <p><u>C.4 Proximidad de poblaciones que serían beneficiadas con la divulgación del geosítio</u></p> <p>3 - Más de 10.000 habitantes en un radio de 20 km.</p> <p>2 - De 5.000 a 10.000 habitantes en un radio de 20 km.</p> <p>1 - Menos de 5.000 habitantes en un radio de 20 km.</p>
<p>D. VALOR EN VULNERABILIDAD</p> <p><u>D.1 Presencia de Residuos</u></p> <p>3 – El sitio se encuentra en buenas condiciones de limpieza</p> <p>2 – En el sitio se observa presencia de grafitis y residuos ocasionales</p> <p>1 – En el sitio se observa basurales clandestinos de vieja data.</p> <p><u>D.3 Fragilidad</u></p> <p>3 - Estructura geológica de grandes dimensiones difícil de afectar por la actividad humana. Fragilidad baja</p> <p>2 - Estructura geológica de dimensiones hectométricas que pueden ser destruidas en gran parte por la actividad humana. Fragilidad media</p> <p>1 - Estructura geológica de dimensiones métricas que pueden ser destruidas por pequeñas alteraciones por la actividad humana. Fragilidad alta</p>	<p><u>D.2 Amenazas actuales o potenciales</u></p> <p>3 - Amenaza baja, no se registran intenciones de ningún tipo de alteraciones en un futuro próximo.</p> <p>2 - Amenaza media, situación intermedia con algún tipo de alteraciones concretas en un futuro próximo.</p> <p>1 - Amenaza alta, situación con alteraciones actuales.</p> <p><u>D.4 Protección del local</u></p> <p>3 – Sitio protegido y vigilado.</p> <p>2 - Sitio con protección, pero no sujeto a un régimen de vigilancia.</p> <p>1 - Sitio sin ningún tipo de protección.</p>

<p>Valor de Relevancia del Geositio</p> $VRG = \frac{2.A + 1,5.B + C + 1,5.D}{6}$ <p>Valor de Uso Científico/Educativo</p> $VUCE = \frac{2.V_{cid} + V_{in}}{3}$	<p>Valor de Uso Turístico</p> $VUT = \frac{2.tur + Vul}{3}$ <p>Índice de Geoconservación</p> $IG = \frac{3.VUCE + 2.VRG + VUT}{6}$
--	--

Tabla 1. Los cuatro Tipos de Valores con sus 25 Parámetros de Valoración. / **Table 1.** The four types of values and their 25 Valuation parameters.

Típos de Valores	Parámetros de Valoración	Valor "Beachrocks"- <i>Chama iudicai</i>	Valor Paleocantilados- cordones litorales- <i>Tegula atra</i>	Valor Cordones litorales - <i>Anomalocardia brasiliiana</i>
Intrínseco	Abundancia	1	1	3
	Extensión	3	3	1
	Condiciones de Observación	3	3	3
	Integridad Física	2	2	2
	Tiempo de exposición solar	1	3	3
	Capacidad escénica	3	3	1
Científico/Educativo	Conocimiento Científico	2	3	3
	Representatividad	2	3	3
	Posibilidad de realizar actividades científicas	3	3	3
	Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos	3	3	3
	Posibilidad de realizar actividades didácticas	2	3	3
	Conocimiento Divulgativo	1	1	1
	Relevancia científica	3	2	3
	Asociación con elementos de índole cultural	3	3	3
Asociación con elementos del medio natural	3	3	3	
Turismo	Complementariedad entre SIG y Turismo	1	1	1
	Posibilidad de realizar actividades turísticas	3	3	3
	Accesibilidad Física	3	3	3
	Proximidad de poblaciones que serían beneficiadas con la divulgación del geositio	2	2	2
	Proximidad a centros de servicios	3	3	3
	Pertenencia a un circuito turístico	1	1	1
Vulnerabilidad	Presencia de Residuos	3	3	3
	Amenazas actuales o potenciales	3	3	2
	Vulnerabilidad	3	3	2
	Protección del local	1	1	1

Tabla 2. Tabla de parámetros de valoración. / **Table 2.** Table of valuation parameters.

Por su parte, el Parámetro de Valoración llamado “integridad física”, muestra que estos depósitos marinos presentan algunos rasgos de deterioro, para las “beachrocks” son propios de la constante erosión marina y de actividad biológica de la fauna actual (equinoideos y crustáceos, entre otros). Para los otros dos sitios de interés analizados restantes, se observa deterioro causado por su exposición ante la erosión eólica, pluvial y en casos excepcionales marinas. La capacidad escénica de las “beachrocks” y los paleoacantilados son excepcionales, los sitios presentan un paisaje de costa con acantilados hacia el oeste de hasta 15 m y el mar hacia el este, y se observan cavernas producto de la erosión costera.

Además, el área de estudio presenta excelentes condiciones en sus atributos Científicos/Educativos. En referencia a su conocimiento científico, se diferencia a las “beachrocks” y a la *C. indicai* con publicaciones científicas de índole nacional, desde los años 70 se publicaron trabajos de estas plataformas costeras (Angulo *et al.*, 1979) y sus respectivos moluscos fósiles a principio de la década (Pastorino, 1991). Los dos restantes sitios de interés se encuentran en bibliografía de alcance internacional (Aguirre *et al.*, 2013; Charó, 2014; Charó *et al.*, 2014), donde se describen sus características representativas de primer orden. Esta área no presenta obstáculos para realizar actividades científicas ni para el manejo de instrumental.

La utilidad para demostrar procesos geológicos como geomorfológicos de estos sitios de interés es alta, pues las “beachrocks”- *C. indicai* son depósitos que representan pertinentemente los procesos que la formaron y que sucedieron en el dinamismo costero y en el origen del golfo. Mientras que los dos sitios de interés geológicos - paleo ambientales restantes (Paleoacantilados - *T. atra* y Cordones litorales - *A. brasiliensis*), las diferentes alturas de los depósitos marinos pueden haber sido causados por subducción de la placa Nazca, isostasia glacial, entre otros. En cuanto al parámetro de “importancia” científica que mide la divulgación del sitio, las característi-

cas de “beachrocks” - *C. indicai* el resultado la posicionan a nivel de importancia regional por ser fauna relictas del Mioceno Tardío (Del Rio y Martínez, 2002). Mientras que los cordones litorales - *A. brasiliensis* revelan la presencia de aguas cálidas en el periodo Pleistoceno Tardío en la Bahía San Antonio actualmente con agua templadas - frías (Charó *et al.*, 2014). Entre tanto, el sitio de interés Paleoacantilados - *T. atra* obtiene el valor más alto en este parámetro porque es un sitio de referencia de esta especie, considerada como el último registro del Cuaternario en aguas argentinas.

En cuanto al tipo de valor referente a lo educativo, el sitio de interés “beachrocks”- *C. indicai*, cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas, en especial a grupos que recibieron en algún momento una formación básica que les facilite el entendimiento de los procesos que allí se produjeron, pues, el origen de estos depósitos es complejo y aun está discutido. Mientras que los dos sitios restantes, permiten realizar explicaciones de sus procesos con mayor facilidad y entendimiento.

Las asociaciones con elementos de índole cultural como natural que presentan estos sitios de interés geológico - paleontológico se obtienen a través de las evidencias de estrategias de obtención de recursos ícticos observadas, por ejemplo, pesas líticas en tiempos prehistóricos y grupos de otolitos fósiles (Scartascini *et al.*, 2009; Favier Dubois *et al.*, 2006). En lo referente a lo natural, existen avistamientos de fauna. Abundan leones marinos, lobos marinos y avifauna marina (gaviotas y pingüinos de Magallanes) y la presencia de delfines, entre otros (Falabella *et al.*, 2009).

El área de estudio donde se encuentran estos tres sitios de interés es importante turística pues en ella se desarrollaron balnearios, y cuenta con una accesibilidad fácil por medio de rutas asfaltadas, además, presenta infraestructuras de buen nivel, siendo posible realizar actividades de esparcimiento, circuitos pedestres, encontrándose próximo a cualquier punto de servicios ya sea de hotelerías, gastro-

nómicos, comunicación, estaciones de servicio, etc. Actualmente estos depósitos no forman parte de ninguna propuesta turística existente y la complementariedad entre estos tres sitios de interés geológico - paleontológico y el turismo, hasta el momento es baja.

En cuanto a las amenazas, los sitios no presentan residuos antrópicos, manteniéndose a lo largo del año con buenas condiciones de limpieza. Las amenazas actuales o potenciales de estos tres sitios son bajas, siendo media en el caso de los cordones litorales - *A. brasiliana* ya que se encuentra en las inmediaciones de la ruta. Para concluir se informa que los sitios visitados no presentan ningún tipo de protección para su conservación.

Por otro lado, en la Tabla 3 se plantean los resultados, de naturaleza cuantitativa, de la metodología implementada. En ella se comparan los distintos datos alcanzados, permitiendo así, ver las semejanzas y diferencias entre los sitios a partir del análisis realizado. De este modo, fue el sitio de interés Paleocantilados - *Tegula atra* el que obtuvo los mejores desenlaces en los Valores.

Para visualizar la información conseguida a través de la fórmula del Índice de Geoconservación, se implementa la Figura 8, ella facilita la interpretación de los datos de forma visual, además, evidencia el sitio de interés geológico-paleontológico que posee condiciones más viables de geoconservación con respecto al resto, en este caso el sitio Paleocantilados - *Tegula atra*.

Conclusiones

Siguiendo los resultados de la metodología implementada en este trabajo, se concluye que de los tres sitios de interés geológico-paleontológico analizados, el más relevante es el sitio Paleocantilados - *Tegula atra*, este revela un antiguo nivel del mar como consecuencia de la alternancia entre los ciclos interglaciales - glaciales y complementada con *T. atra* constata cambios en la temperatura superficial del Océano Atlántico Sur (según la teoría mencionada) en las costas patagónicas en los últimos 120.000 años A.P. En su conjunto este sitio de interés geológico paleontológico es un excelente proxy paleoclimático que demuestra variaciones climáticas durante el Pleistoceno - Holoceno.

Obtuvo el índice de geoconservación más elevado, lo que sugiere una pronta puesta en marcha de acciones que lleven a estos depósitos marinos junto a sus moluscos fósiles a ser conservados, monitoreados, y que formen parte de la divulgación científica de la naturaleza del golfo y de la Patagonia argentina. Además, las asociaciones faunísticas relacionadas a estos depósitos marinos se las encuentran en su lugar de origen, y en algunos casos, yacen en posición de vida aportando más datos acerca de condiciones ambientales en el momento de su muerte.

Si bien estos depósitos siguen su proceso natural de erosión costera, al contener molus-

Depósitos litorales-especie	VRG	VUCE	VUT	IG
"Beachrocks"- <i>Chama iudicai</i>	14,5	19	12	16,2
Paleocantilados- <i>Tegula atra</i>	15,6	21	12	17,8
Cordones litorales - <i>Anomalocardia brasiliana</i>	14,7	21	11,3	17,2

Tabla 3. Valores Patrimoniales de los depósitos marinos descriptos. **VRG:** Valor de Relevancia del Geosito; **VUCE:** Valor de Uso Científico-Educativo; **VUT:** Valor de Uso Turístico; **IG:** Índice de Geoconservación. / **Table 3.** *Patrimonial values of the marine deposits described. VRG: Geosite Relevance Value; VUCE: Value of Scientific-Educational Use; VUT: Tourist Use Value; IG: Geoconservation Index.*

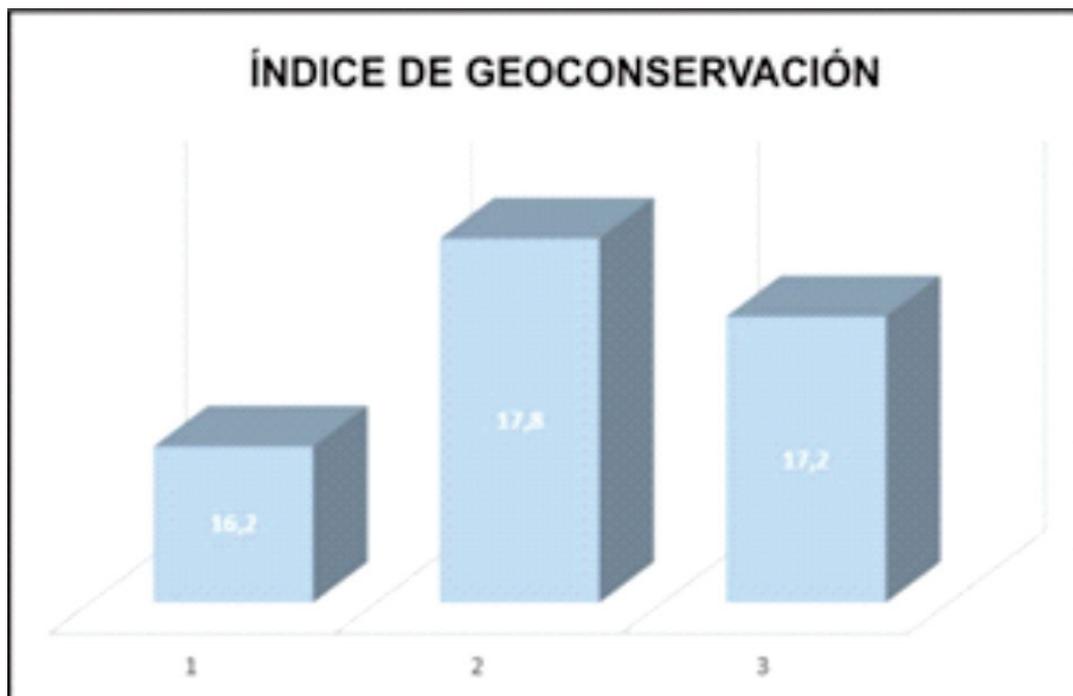


Figura 8. Índice de Geoconservación: 1- “Beachrock”-*Chama iudicai* (16,2); 2- Paleocantilados-cordones litorales-*Tegula atra* (17,8); 3- Cordones litorales - *Anomalocardia brasiliana* (17,2). / **Figure 8.** *Geoconservation Index:* 1- “Beachrocks”-*Chama iudicai* (16,2); 2- *Paleocliffs-littoral ridges* -*Tegula atra* (17,8); 3- *littoral ridges*-*Anomalocardia brasiliana* (17,2).

cos fósiles de importancia, requieren un seguimiento, de cara a su conservación, monitoreando su evolución mediante recogida constante de datos y determinar no solo las tendencias en su dinámica natural sino también los cambios producidos por la acción antrópica.

Agradecimientos

La presente contribución fue financiada por el CONICET mediante una beca de Doctorado.

Referencias

- Aguirre, M. L., Richiano, S., Donato, M., & Farinati, E. A., 2013. *Tegula atra* (Lesson, 1830) (Mollusca, Gastropoda) in the marine Quaternary of Patagonia (Argentina, SW Atlantic): Biostratigraphical tool and palaeoclimate-palaeoceanographical signal. *Quaternary International*, 305, 163–187.
- Angulo, E., Fidalgo, F., Peral Gomez, M. A., Schnack, E. J., 1978. Las ingresiones marinas cuaternarias en la bahía de San Antonio y sus vecindades, provincia de Río Negro. *VII Congreso Geológico Argentino*, Actas I: 271-283.
- Angulo, R., Fidalgo, F., Gómez Peral, M.A., Schnack, E.J., 1981. Geología y geomorfología del bajo de San Antonio y alrededores, provincia de Río Negro. Centro de Investigaciones científicas, Secretaría de planeamiento. *Estudios y documentos*, 8.
- Beu, A. G., Raine, J. I., 2009. Revised descriptions of New Zealand Cenozoic Mollusca from Beu and Maxwell (1990) *GNS Science miscellaneous series* 27.
- Boltovskoy, E., 1979. Paleooceanografía del Atlántico Sudoccidental desde el Mioceno, según estudios foraminíferológicos, *Ameghiniana* 16, 357-389.
- Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoh Heritage*, 8:119–134.
- Carcavilla, L. López, J. Duran, J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Ed. Madrid Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Cuadernos del Museo Geominero 7.
- Charó, M.P., 2014. Caracterización paleoambiental y paleodiversidad malacológica en los depósitos marinos cuaternarios del norte patagónico (Sur de Buenos Aires y Norte de Río Negro). *Tesis doctoral*. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, Argentina.
- Charó, M. P., Gordillo, S., Fucks, E. E., Giaconi, L.M., 2014. Late Quaternary mollusc from the Northern San Matías Gulf (Northern Patagonia, Argentina), Southwes-

- tern Atlantic: Faunistic changes paleoenvironmental interpretation. *Quaternary International*, 352: 26-47.
- Falabella, V., Campagna, C., Croxall, J., 2009. *Atlas del mar patagónico: especies y espacios*. Wildlife Conservation Society Argentina. WCS, Cambridge, BirLife International.
- Favier Dubois, C. M., Borella F., Manzi L., Cardillo M., Lanzelotti S., Scartascini F. L., Borges Vaz, E., 2006. Aproximación regional al registro arqueológico de la costa rionegrina. *Arqueología de la Costa Patagónica. Perspectivas para la conservación, e Universidad Nacional de la Patagonia Austral y Secretaría de Cultura de la Provincia de Chubut. dictado por I. Cruz y S. Caracotche*: 50-68 p.
- Fidalgo, F., Figini, A. J., Gómez, G. J., Carbonari, J. E., Huarte, R. H., 1980. Algunas dataciones absolutas en sedimentos marinos de la Bahía San Antonio. *Seminario Problemas Geológicos del Litoral Atlántico Bonaerense*, CIC: 243-251.
- Fucks, E. E., Schnack, E. J., Charó, M. P., 2012. Aspectos geológicos y geomorfológicos del sector N del Golfo San Matías, Río Negro, Argentina. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 25 (1-2): 95-105.
- Gelos, E. M., Spagnuolo, J. O., Schillizzi, R. A., 1988. Las unidades morfológicas de la costa norte del golfo San Matías y su evolución. *Asociación Geológica Argentina*, 43 (3): 315-326.
- Kokot, R. y C. Favier Dubois, C. M., 2009. Evolución geomorfológica de la Bahía San Antonio. Río Negro, Argentina. Su importancia para el registro de ocupaciones humanas. *4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. 2º Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur*: 125. La Plata.
- Kokot, R., Favier Dubois, C. M., 2017. Evolución geomorfológica de la bahía de San Antonio, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 74 : 315 – 315.
- Medina, W., 2015. Importancia de la Geodiversidad, Método de Inventarización y Valoración del Patrimonio Geológico”. *Revista Serie Correlación Geológica*. Instituto Superior de Correlación Geológica. Volumen 31. ISSN 1514-4186.
- Mouzo, F., 2014. Edad del golfo San Matías, plataforma continental Argentina y la estratigrafía en el gran bajo de San Antonio, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 71 (1): 125-138.
- Mouzo, F., Paterlini, C., 2017. Geología submarina del golfo napatagónico San Matías. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 74 (4): 553-569.
- Oliveira, L., Amorim, A., Lavander, H., Peixoto, S., Gálvez, A. O., 2011. Spatial and temporal distribution of the shellfish *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) on Mangue Seco beach, Perbambuco, Brazil. *International Journal of Aquatic Science*, 2: 68-79.
- Pastorino, G., 1994. Los moluscos gastrópodos de las Terrazas Marinas de Río Negro y Chubut. *Tesis Doctoral*, Facultad de Ciencias Exactas y Museo, UNLP. 205 p.
- Pastorino, G., 1991. The genus *Chama* Linné (Bivalvia) in the Marine Quaternary of northern Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology*, 65: 756-760.
- Pastorino, G., 2000. Asociaciones de moluscos de las terrazas marinas Cuaternarias de Río Negro y Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, 37: 131 – 156.
- Pedoja, K., Regard, V., Husson, L., Martinod, J., Guillaume, B., Fucks, E., Iglesias, M., Weill, P., 2011. Uplift of Quaternary shorelines in eastern Patagonia: Darwin revisited. *Geomorphology*, 127: 121-142.
- Ríos, E.C., 1994. *Seashells of Brazil: 2nd edition*, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 492 p.
- Rostami, K., Peltier, W., Mangini, A., 2000. Quaternary marine terraces, sea-level changes and uplift history of Patagonia, Argentina: comparisons with predictions of the ICE -4G (VM2) model of the global process of glacial isostatic adjustment. *Quaternary Science Reviews*, 19:1495-1525.
- Rutter, N., Schnack, E., Del Río, J., Fasano J., Isla, F., Rudtke U., 1989. Correlation and dating of Quaternary littoral zones along the patagonian coast, Argentina. *Quaternary Science Reviews*, 8:213-234.
- Rutter, N., Radtke, U., Schnack, E., 1990. Comparison of ESR and amino acid data in correlating and dating quaternary shorelines along the Patagonian coast, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 6 (2): 391-411.
- Scartascini, F.L., Charo, M., Volpedo, A., 2009. *Caracterización de las estrategias de obtención de recursos ícticos a partir del análisis de otolitos*. El caso de la costa norte del golfo San Matías. In: Salemmé, M., Santiago, F., Alverez, M., Piana, E., *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confin*, Tomo II. Utopías, Ushuaia, pp. 845- 852.

Recibido: 20 de Abril del 2019

Aceptado: 18 de Junio del 2019