



ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DEL SECTOR N DEL GOLFO SAN MATÍAS, RÍO NEGRO, ARGENTINA

Geological and geomorphological aspects of the North sector of San Matías Gulf, Río Negro, Argentina

Enrique E. Fucks¹, Enrique J. Schnack² y Melisa Charó³

¹Facultad de Ciencias Naturales y Museo y Ciencias Agrarias y Forestales-LATYR-UNLP. Calle 64 N° 3, La Plata, (1900)

²Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP y CIC, Provincia de Buenos Aires. Calle 64 N° 3, La Plata, (1900)

³Facultad de Ciencias Naturales y Museo- UNLP, CONICET. Calle 64 N° 3, La Plata, (1900)

Abstract: The geological-geomorphological features of the San Matías Gulf suggest its genesis was associated with deflation processes, to which periodically added littoral processes related to transgressions. On the northern margin, four transgressive cycles have been recognized, three of the Pleistocene and one of the Holocene. The oldest transgression is scarcely represented, and was recognized between heights 60 to 70 m. The MIS 7 transgression is at the sea level and corresponds to the Baliza San Matías Formation, with the development of extended conglomerate exposures as coastal plains. The MIS 5e deposits are the best represented, with uniform morphologies at 15 m height. These deposits were defined as the San Antonio Formation, Holocene in age. The ingression of the MIS 1 is little developed, only as a fringe parallel to the coast in low or easily eroded sectors, about 5-6 m height. The 15 m height for the MIS 5e is thought to correspond to macrotidal characteristics of the area, suggesting that this is an important factor to bear in mind when considering the height of the transgressive deposits and their relationships with sea level. The little significance of the Holocene deposits has caused the stratigraphic confusion in the area. These latter deposits have not been named, instead the MIS 7 and MIS 5e correspond to the Baliza San Matías and San Antonio Formations respectively.

Key words: Marine ingressions, Pleistocene, Holocene, coastal evolution.

Resumen: Las características geológicas-geomorfológicas del Golfo San Matías indicarían una génesis asociada a procesos de deflacción, a los que periódicamente se le sumaron procesos litorales asociados con las transgresiones. En su borde N se ha reconocido la presencia de cuatro ciclos transgresivos, tres del Pleistoceno y uno del Holoceno. La transgresión más antigua se encuentra escasamente representada y se sitúa a cotas de 60-70 m. La transgresión del MIS 7 se sitúa a nivel del mar y corresponde a la Fm. Baliza San Matías con el desarrollo de amplios afloramientos conglomeráticos a modo de plataformas costeras. Los depósitos del MIS 5e son los que mejor están representados, constituyendo morfologías cordoniformes a cotas máximas de 15 m. Estos depósitos fueron definidos oportunamente como Fm. San Antonio de edad holocena. La Ingresión del MIS 1 se presenta poco desarrollada y solo a modo de franja paralela a la costa en los sectores bajos o fácilmente erosionables, situándose a cotas del orden de los 5-6 m. Se considera que la altitud de 15 m para el MIS 5e corresponde mayormente a las características macromareales del área, introduciéndose con esto, un factor importante a tener en cuenta en la altitud de los depósitos transgresivos, más allá de la relación directa entre la altura del depósito y la que alcanzó el nivel del mar en cada episodio transgresivo. La poca significación de los depósitos holocenos ha producido las confusiones estratigráficas en la zona, quedando ésta sin denominación formal, ya que las Fm. Baliza San Matías y Fm. San Antonio corresponderían al MIS 7 y MIS 5e respectivamente.

Palabras clave: Ingresiones marinas, Pleistoceno, Holoceno, evolución costera.

Fucks, E.E., Schnack, E.J. y Charó, M. (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.

El Sector N del golfo San Matías presenta una gran multiplicidad de rasgos geomorfológicos y depósitos litorales asignados hasta el momento a sólo dos episodios transgresivos cuaternarios, las Formaciones Baliza San Matías (Pleistoceno Tardío) y San Antonio (Holoceno) (Angulo *et al.*, 1978; Martínez *et al.*, 2001). En función de nuevas observaciones y del análisis de investigaciones previas, este trabajo expone una reinterpretación del esquema estratigráfico de las unidades litorales definidas para la zona, cambiando la edad de las mismas y subdividiendo otra, llegando a considerar la existencia de cuatro depósitos transgresivos independientes.

Asimismo, se hace una caracterización de las diferentes morfologías observadas, relacionadas directa o indirectamente con los cambios del clima acontecidos en el Cenozoico Tardío, proponiéndose una secuencia evolutiva de la zona costera, basado en las unidades estratigráficas y geomorfológicas reconocidas.

El objetivo de este trabajo, basado en los trabajos de campo y la información geológica, geomorfológica y cronológica antecedente, es presentar un nuevo ordenamiento estratigráfico del área, relacionada fundamentalmente con los depósitos litorales del Cuaternario, exponiendo como resultado no solo los mapas geológico y geomorfológico que representen los depósitos y formas, sino también la secuencia evolutiva para este sector costero.

El relevamiento del área ha permitido exponer diferencias significativas con los esquemas estratigráficos aceptados para la zona, permitiéndonos exponer uno diferente y que guarda una estrecha relación con la evolución geomorfológica de la región asociado a los diferentes eventos transgresivos.

Características del área

La Bahía de San Antonio es un sistema estuarial ubicado al noroeste del Golfo San Matías 40°42' / 40°50' S y 64°43' / 65°07' O. Presenta una superficie total aproximada de 12.800 ha, comunicándose con el Golfo San Matías mediante una boca de aproximadamente 5 km de ancho (Fig. 1). La bahía presenta un régimen de circulación con un patrón particular, caracterizado por una baja tasa de renovación del agua (Mazio y Vara, 1983). Esta característica es también propia del sector norte del golfo San Matías, constituyendo el principal factor del incremento de la temperatura del agua. Por otra parte, la escasez de lluvias, la ausencia de aportes de agua dulce naturales y la elevada tasa de evaporación, determinan mayores salinidades, que contrastan con las aguas más frías y menos salinas del sector sur del golfo (Rivas y Beber, 1990).

El área de estudio presenta diferentes unidades fisiográficas claramente diferenciadas. En la bahía de San Antonio se observan planicies arenosas o limo-fangosas surcadas por canales de marea, limitadas del golfo San Matías por dos flechas litorales provenientes del E y del O, en las cuales se asientan las dos poblaciones del área: San Antonio Este (SAE) y San Antonio Oeste (SAO).

En el sector externo de la bahía, la presencia de los bancos Reparó y Lobos (Fig. 1), hacia el O y E respectiva-

mente, desarrollan importantes playas extendiéndose por espacio de varios kilómetros, fundamentalmente de arena, aunque en sectores son reemplazadas por playas de rodados y restos orgánicos. En todo este tramo costero se destaca, sobre la línea de pleamar, la presencia de formaciones medianosas continuas, ya sea en conexión directa con la línea de playa o establecidas sobre barrancas a diferentes alturas.

En el mismo tramo costero, pero en el sector intermareal, las bajamares dejan al descubierto extensas plataformas costeras de superficie casi horizontal pertenecientes a diferentes unidades litoestratigráficas. En algunos sectores, como en la zona de Las Grutas (desde La Rinconada hacia el S) la Formación Gran Bajo del Gualicho conforma acantilados importantes con el desarrollo de cavernas. A modo de parche se observan también en la zona costera afloramientos del Complejo Plutónico Paileman. Completan las morfologías del área costera, acantilados afuncionales y cordones litorales.

Geología regional

Las unidades aflorantes más antiguas que se conocen en el área de estudio corresponden a granitos de grano fino y mediano de colores rosado y gris del Complejo Plutónico Paileman (Giacosa, 1997) del Carbonífero Superior-Triásico Inferior, cuyos afloramientos pueden observarse en la zona de Piedras Coloradas, al sur de las Grutas. Estratigráficamente le continúan las areniscas marinas de la Fm. Gran Bajo del Gualicho (Lizuain y Sepúlveda, 1978), observándose hacia el E, por encima, las areniscas fluviales de la Fm. Río Negro (Roth 1899), cubiertas por los Rodados Patagónicos.

La Fm. Gran Bajo del Gualicho, más conocida como Fm. Patagonia (Stipanovic y Methol, 1972), constituye el basamento donde se han desarrollado los procesos geomorfológicos en el Cuaternario con mayor frecuencia, estando compuesta casi exclusivamente de arcillas y arenas con colores que varían entre el pardo amarillento, pardo grisáceo y verde. Texturalmente se asocian a arcillitas areno margosas, calcoarenosas, areniscas de grano mediano a fino, areniscas coquinoideas, arcillosas y calcáreas, presentándose en algunas oportunidades materiales tobáceos y niveles de yeso, ya sea cristalizado o en forma pulverulento.

Metodología

La metodología utilizada para la elaboración del presente trabajo consistió en el análisis de mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite, donde fueron identificados los diferentes rasgos del paisaje, canteras y accesos, con el objeto de determinar las mejores sitios donde realizar las observaciones de campo, apoyados por GPS. También se realizó un exhaustivo análisis de la bibliografía del área y de la temática en su conjunto. En el campo se procedió a visitar los sitios seleccionados con anterioridad, como así también, hacer un reconocimiento de lugares intermedios o en accesos que no habían sido reconocidos o visualizados en los mapas e imágenes por antigüedad o resolución. Los cortes fueron descriptos macroscópicamente

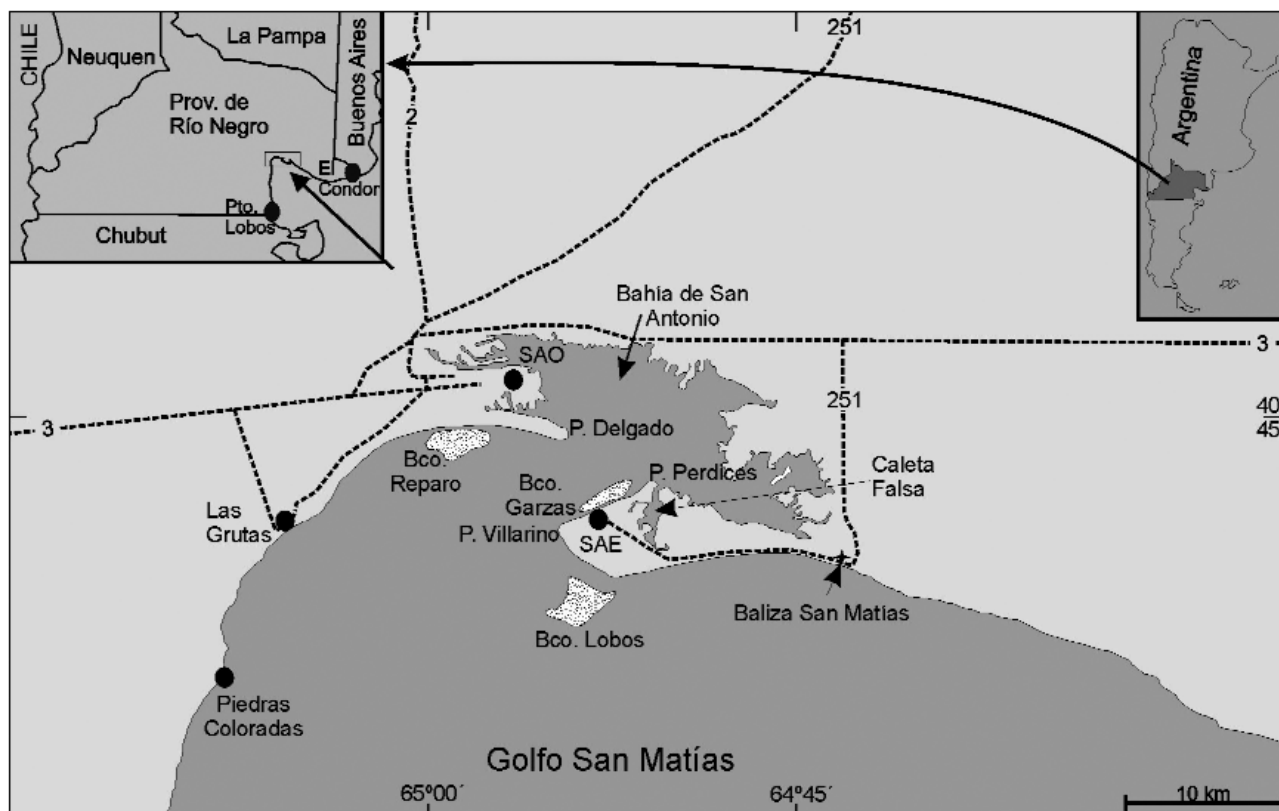


Fig. 1.- Ubicación del área.

mediante textura al tacto, consistencia, presencia de material cementante y demás elementos postsedimentarios, presencia de estructuras sedimentarias, entre otros, realizándose perfiles estratigráficos a partir de los cuales se extrajeron las muestras para los análisis sedimentológicos, paleobiológicos y determinaciones cronológicas.

Aspectos geomorfológicos

El golfo San Matías constituye una cuenca alargada en el sentido N-S con una profundidad del orden de los 200 m, vinculado genéticamente con procesos de deflacción. En su borde N se ubica el bajo de San Antonio, el que constituye un rasgo geomorfológico con una evolución compleja, asociado originalmente a procesos de deflacción, emparentado posteriormente a procesos litorales (Martínez *et al.*, 2001). Se encuentra limitado al S por dos flechas litorales provenientes del E y O separadas por un canal que la conecta con el golfo San Matías.

Las características macromareales del sector producen cambios diarios sobre el nivel del mar que van entre los 6 y 9 m de amplitud (Servicio de Hidrografía Naval, 2009). Esta diferencia de nivel determina que la totalidad de la superficie de la Bahía de San Antonio y las costas adyacentes se inundan dos veces al día. Durante los períodos de reflujó, aproximadamente el 85 % de la superficie interna de la bahía permanece al descubierto, quedando agua sólo en estrechos canales de poca profundidad y pozos de marea, provocando la radiación solar fundamentalmente en verano sobre las llanuras intermareales y cuerpos de agua, un aumento significativo en la temperatura. Como excepción, el

canal principal en la boca de la bahía, aún en las bajamares, permanece con agua ya que registra profundidades superiores a los 20 m. También quedan expuestos, durante las bajamares, importantes bancos costeros (Banco Reparó y Banco Lobos) que llegan a alcanzar extensiones del orden de los 5 km.

En función de los procesos geomorfológicos actuantes en el pasado y en la actualidad, pueden observarse una serie de rasgos que individualmente o asociados caracterizan el área (Fig. 2).

Llanuras de mareas y canales de marea

Extensas llanuras de marea fangosas caracterizan la bahía de San Antonio, las cuales se extienden hasta las inmediaciones de la ruta 3. Se encuentran surcadas por dos importantes canales de marea, a espaldas de las flechas litorales, generándose una compleja red de drenaje dendrítico. Estas llanuras depositacionales se encuentran cubiertas en algunos lugares por vegetación halófila (*Spartina* sp. y *Salicornia* Sp.) o por colonias densas de mejillín (*Brachidontes rodriguezii*). Prácticamente todo el sector intermareal E, N y O de la bahía presenta este tipo de morfología, observándose a la salida de ella, bancos de arena dominando importantes extensiones como Banco Reparó, Lobos y las Garzas.

Playas

La mayor expresión de este rasgo se encuentran en los extremos de ambas flechas litorales, compuestas casi exclu-

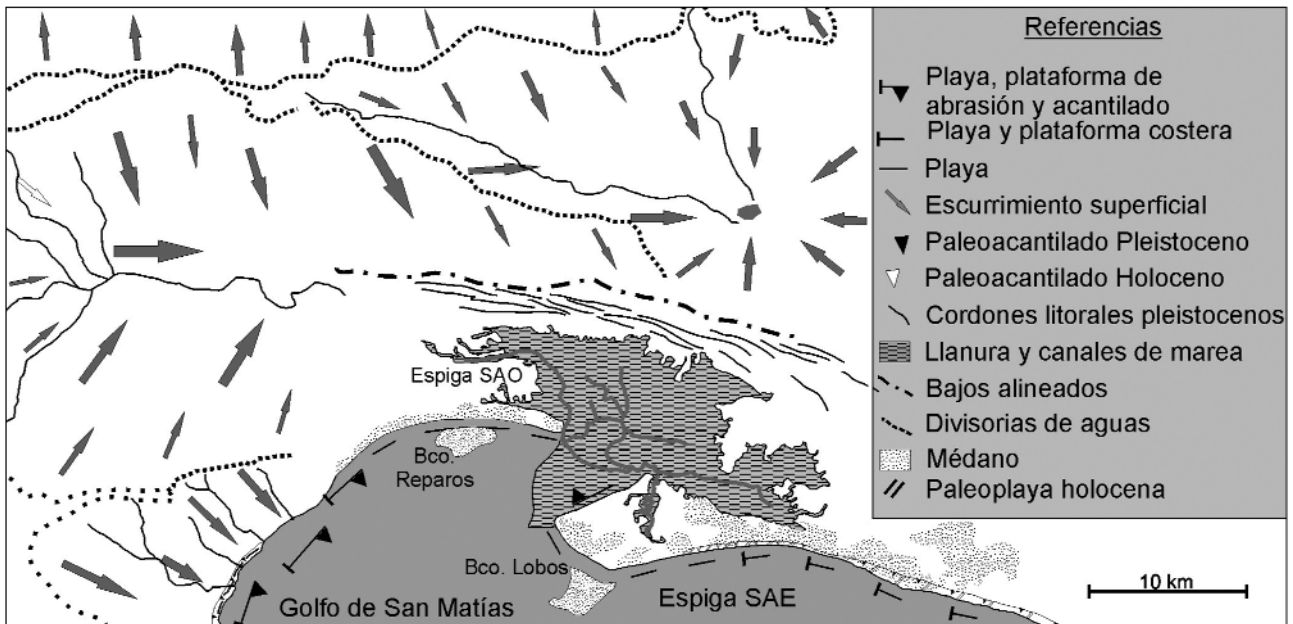


Fig. 2.- Mapa geomorfológico del área.

sivamente por moluscos enteros y fracturados en la parte superior y arena mediana a fina en los sectores intermareales bajos, con anchos que superan los centenares de metros y pendientes suaves. En la unión de estas dos flechas litorales con el continente en el frente del golfo, el ancho de la playa va disminuyendo hasta alcanzar unos pocos metros en el contacto del acantilado con la plataforma costera, compuestas mayormente por arenas. Sin embargo, la misma aumenta notablemente su superficie en sectores específicos de la costa y también a lo largo del año, dependiendo fundamentalmente de las tormentas. Estas arenas están conformadas por clastos de cuarzo, calcedonia, feldspatos potásicos, plagioclasas, piroxenos, anfíboles, micas, minerales accesorios y opacos, vidrio volcánico, litoclastos y bioclastos, clasificándose como arenas líticas. En los sectores de acantilados y plataformas costeras la continuidad ya no se mantiene, observándose sectores desprovistos de ella.

Las playas desarrolladas en las flechas litorales, dentro de la bahía de San Antonio poseen pendientes más importantes del orden de 15-20° y están compuestas casi exclusivamente de gravas finas y medianas y conchillas de moluscos, observándose cordones de tormenta de reciente

formación (Fig. 3). Estos rodados están compuestos mayormente de cuarzo, basaltos, andesitas, riolitas, areniscas y tobas, con un buen grado de redondeamiento y en buena proporción aplanados, retrabajados de los depósitos Pleistocenos y Holocenos.

Acantilados

Estos rasgos del paisaje presentan alturas medias del orden de los 8-10 m, desarrollados en sedimentitas marinas miocenas de la Formación Bajo del Gualicho. Estudios llevados a cabo sobre el retroceso de estas formas, indicarían que presentan buena estabilidad con escasos retrocesos, salvo puntualmente cuando se produce el desmoronamiento de algunas de las muchas cavernas, las que tienen profundidades máximas de 7 m y que se encuentran puntualmente en localidad de Las Grutas. En la parte distal de la plataforma costera, se pueden presentar microacantilados de 0,50 a 1 m de altura pudiéndose formar al pie de estos, otra playa o bloques abandonados productos de la degradación (Fig. 4) (Fucks *et al.*, 2011a). La alternancia de estratos, ya sea por las diferencias litológicas como así también por la estructura, condiciona sensible-



Fig. 3.- a: playa angosta limitada por el acantilado y la plataforma costera. b: Cordón de tormenta actual.

mente la acción de los procesos geomorfológicos y las morfologías observadas.

Las mayores exposiciones de estos rasgos se dan en la localidad de Las Grutas, encontrándose sujetos a procesos de remoción en masa, meteorización, acción fluvial, eólica y biológica (Fucks *et al.*, 2011a). Los rasgos más destacables en ellos son las medias cañas en la base, precipitación de yeso en forma pulverulenta y en rosetas sobre su superficie, bloques diaclasados, caídos o en voladizo, rasgos de bio-erosión por acción de aves, cañadones y alvéolos y tafonís, entre las mas comunes.

Plataformas costeras

Muchas son las denominaciones que estas morfologías han recibido, variando entre las puramente descriptivas a las relacionadas a los procesos generadores. Debido a que la génesis de la plataforma y los procesos formativos todavía no han sido aclarados completamente, los términos puramente descriptivos son probablemente los más adecuados (Bird, 1976; Pethick, 1984; Trenhaile, 1987). Debido a que el término "plataforma costera" es considerado el más apropiado y ampliamente utilizado en la literatura moderna, es útil distinguir dos tipos básicos en base a la pendiente: Tipo A (inclinada) y Tipo B (horizontal) (Finkl, 2004). Las plataformas Tipo A son más comunes en los ambientes macromareales y las plataformas Tipo B en las regiones meso y micromareales (Trenhaile, 1987).

En la zona de estudio, se desarrollan amplias plataformas costeras de suave pendiente hacia el mar, de varios kilómetros de largo y 500 a 1000 m de ancho visibles durante las mareas bajas. En su superficie se observan importante surcos transversales a la costa, marmitas y en ocasiones el desarrollo de uno o dos microacantilados distales, funcionales en mareas bajas (Fig. 4).

Estos rasgos no se presentan en forma continua, ya que alternan con playas y están formadas mayormente por rocas de la Fm. Bajo del Gualicho, aunque también participan rocas del Complejo Paileman y conglomerados de la Fm. Baliza San Matías (Figs. 2 y 4). Hacia el S y E del área se desarrollan prácticamente en forma continua hasta cerca de Puerto Lobos y el Cóndor respectivamente, compuestas por litologías variadas, pudiendo estar cubiertas parcialmente por arenas y gravas (Gelos *et al.*, 1988, 1992).

Médanos

En el sector continental, cercano a la costa se han desarrollado importantes cuerpos medanosos, algunos de ellos estabilizados por la vegetación y otros activos, con dirección paralela a la costa y sentido O a E. Conforman importantes cuerpos de arena que se mueven en masa con morfologías equidimensionales (Figs. 2 y 5). Presentan un límite claro a sotavento, observándose a barlovento sus límites difusos con tendencia a la estabilización. En muchas ocasiones prácticamente toda la arena es movilizada, ya que después de su paso pueden observarse las morfologías que le precedieron, mientras que en otras ocasiones, formas mantiformes cubren la superficie y muchas veces están parcialmente vegetadas. Analizando individualmente las morfologías dentro de cada cuerpo de arena puede apreciarse que en general existe una superposición y unión de ellos, tendiendo a morfologías piramidales o reticuladas, las que estarían en conjunción con la variabilidad en el sentido del viento.



Fig. 5.- Imagen satelital de médanos piramidales.

Si bien el sentido dominante de los vientos OSO-ENE, las morfologías piramidales y reticuladas estarían indicando un avance poco marcado. Las mayores velocidades medias corresponden a los vientos provenientes del S y O (24

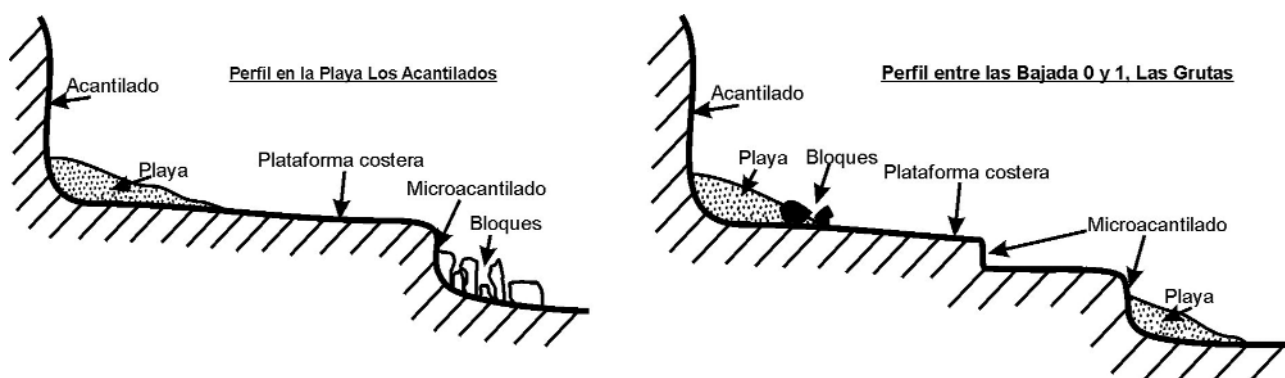


Fig. 4.- Perfiles de la costa en la localidad de Las Grutas.

km/h), SO (22 km/h), SE (20 km/h), pero a su vez, éstas no corresponden a los vientos más frecuentes, estando representada esta variable por los provenientes del NO y N (206 y 186/1000 respectivamente), situaciones totalmente contrapuestas. Evidentemente, este contraste de velocidad y frecuencia hace que los mismos tengan un movimiento neto asociados a aquellos de mayores velocidades, pero la mayor frecuencia de vientos contrarios, generan morfologías asociadas a vientos multidireccionales de energía variable, con un transporte neto normalmente bajo (Lancaster, 1995).

Cuencas de drenaje

Las características climáticas de la zona (Bwk) con precipitaciones menores a los 400 mm determina que los cursos sólo estén funcionales durante y después de ellas. Son de poca importancia a nivel regional y muchos de ellos son endorreicos, ya que los bajos que se sitúan en los alrededores tienden a recibir las aguas, que luego es evaporada. A pesar de la poca relevancia de éstos, pueden observarse en las cabeceras de estas cuencas, una significativa acción de erosión y transporte de material, evidenciados por barrancas, cárcavamientos, bloques y gravas en la superficie, emparentados con superficies de pedimentación, pero a niveles locales, donde la meteorización y la remoción en masa también participan activamente.

Paleoacantilados

Los paleoacantilados representan resaltos más o menos continuos del orden de 1-3 m de altitud desarrollados desde la actual línea de costa hacia el continente y se relacionan con las dos últimas transgresiones marinas. El situado a mayor altura corresponde al elaborado por el último interglacial (MIS 5e), observándose con bastante claridad desde la ciudad de Las Grutas hacia el S, elaborado en las sedimentitas marinas del Mioceno. El otro sector es el área de Baliza San Matías, donde la transgresión holocena (MIS 1)

generó este rasgo sobre los depósitos conglomerádicos del MIS 5e, que debido a su edad mucho más reciente, se encuentra muy bien preservado, aunque cubierto en sectores por depósitos medanosos (Figs. 2 y 6). Hacia el O también han sido observados de manera irregular llegando hasta la margen derecha del río Negro en la localidad de El Condor (Gelos *et al.*, 1988).

Paleoplayas

A este rasgo son asignadas las morfologías litorales que representan antiguos niveles del mar, con o sin morfologías cordoniformes. Desde el S de Las Grutas y paralelo a la costa y a cota de aproximadamente 15 m como máximo, se observa una franja continua con el desarrollo de lineaciones paralelas o oblicuas a la línea de costa de escasa altura relativa (0,5-1 m), separadas por depresiones también alargadas (Fig. 6a). Este rasgo muy claro se va perdiendo hacia el NE, observándose nuevamente con mucha nitidez al N de la Bahía de San Antonio, en la margen N de la ruta 3, curvándose hacia el SE siguiendo el contorno de la actual línea de costa.

La flecha litoral donde se desarrolla la localidad de SAE esta formada mayormente por este rasgo, oculto mayormente por médanos, aunque por sectores pueden reconocerse tenues lineaciones y afloramientos gravosos y arenosos de la transgresión holocena (Fig. 6b). En general, esta morfología constituye una franja continua alrededor de la bahía, con o sin morfologías cordoniformes en su superficie, pero claramente representada por gravas con cantidades variables de conchillas marinas.

En topografías más bajas (2-5 m) puede observarse con menor claridad otro rasgo generado por un nivel alto del mar y que correspondió al MIS 1. Dentro de la bahía es prácticamente irreconocible, siendo reemplazada por morfologías similares a las actuales (llanuras de mareas), con las cuales está asociada sin separación aparente. En las márgenes N de ambas flechas litorales, pueden observarse sec-

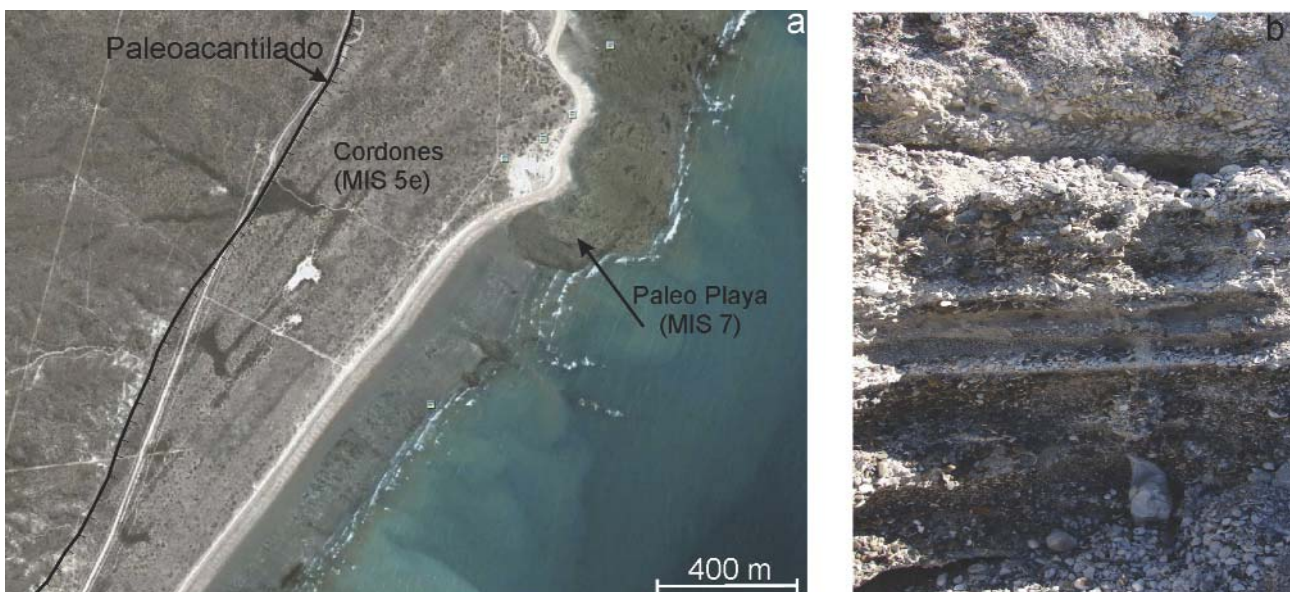


Fig. 6.- a. Paleoplaya del MIS 5e y 7. Paleoacantilado en sedimentitas miocenas. b: afloramiento de la transgresión del MIS 5e generado por el MIS 1.

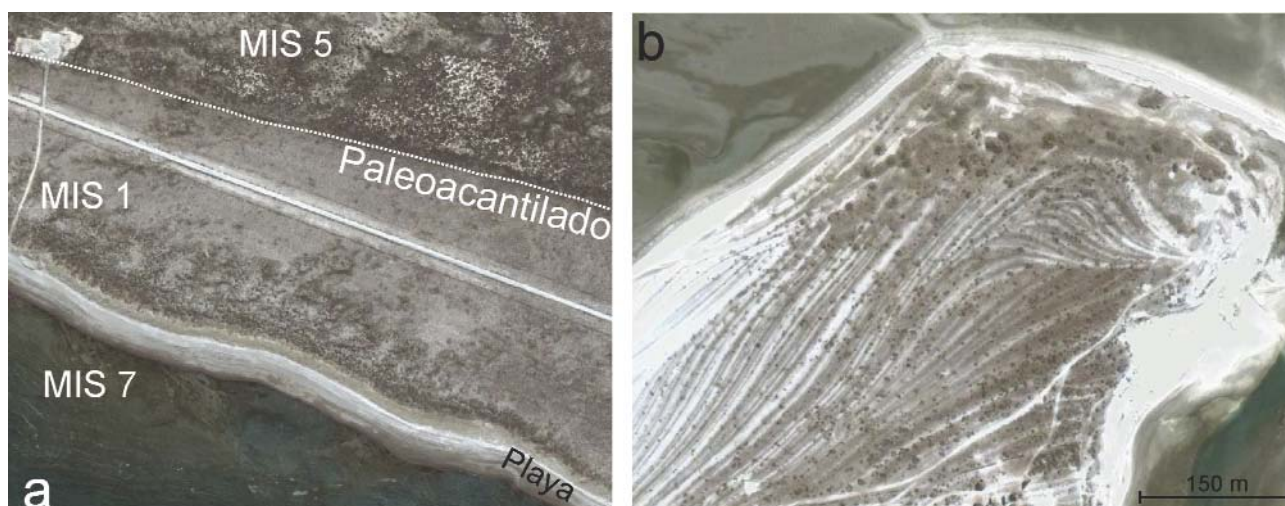


Fig. 7.- a. Imagen satelital con tres niveles de paleoplayas. b. crestas de playa holocenas.

tores donde se presentan un número importante de crestas de playa adosadas unas a otras, compuestas casi exclusivamente por restos orgánicos, evidenciando en ambos casos un sentido de acumulación hacia adentro de la bahía (Fig. 7b). En el frente S de la flecha litoral Este, separada del cuerpo principal por un acantilado relicto, se observa una superficie llana, alargada en el sentido de la costa que correspondería al mismo episodio transgresivo y que se conecta con la playa actual de manera gradual o con un microacantilado (Fig. 6a).

En los sectores intermareales, sumergidas o expuestas, se encuentran afloramientos de arenas y gravas sometidas a erosión y que corresponden a un nivel del mar más antiguo que los anteriores. Representan las plataformas costeras en muchos lugares de la costa, pero sus mayores representaciones se encuentran en Baliza San Matías y en Las Grutas. Este evento transgresivo correspondería al MIS 7, cuya altura con respecto al nivel del mar fue inferior a las anteriormente descritas (Shackleton, 1987; Ortlieb, 1987). Estas formas han sido identificadas en forma saltuaria tanto al S como al E de la zona estudiada (Gelos *et al.*, 1988, 1992).

Bajos alineados

En el ambiente continental, al N de los cordones litorales pleistocenos pueden observarse una serie de bajos que reciben el agua de algunas cuencas menores y que no presentan drenaje al mar. Esta depresión alargada refleja el endicamiento del drenaje producido por la formación de los cordones litorales, dejando este sector sin conexión con el exterior (Fig. 2).

Discusión sobre la cronología de las unidades litorales cuaternarias.

El primer trabajo que menciona depósitos marinos en la zona de estudio corresponde a Wichmann (1918) reconociéndola como "Formación Cuaternaria" y distribuida a lo largo de toda la costa en los alrededores de la Bahía de San Antonio. Posteriormente Feruglio (1950), en sus im-

portantes aportes a la geología litoral describe los depósitos costeros y la fauna asociada, ubicándolos en su estadio VI (Holoceno). Sin embargo sus descripciones en algunos casos generan dudas, ya que según el autor esta terraza se encuentra a cotas 10-12 m y en otro párrafo expone que los mismos son cubiertos por las aguas durante pleamar. También menciona que estos depósitos pueden observarse 9 km al O de SAO a una altitud de 15 m aproximadamente y a 10-11 km al N. En función de estas expresiones, es evidente que el autor haya englobado los diferentes eventos transgresivos e incluso los depósitos actuales, en un único evento de mar alto.

Con posterioridad, el trabajo de Angulo *et al.*, (1978) organiza litoestratigráficamente las unidades marinas agrupándolas en dos: Fm. Baliza San Matías y Fm. San Antonio del Pleistoceno y Holoceno respectivamente. Este ordenamiento estratigráfico se basó en aspectos geológicos, ya que edades radiocarbónicas indicaban para la unidad holocena, cronologías que se acercaban al límite del método radiocarbónico. Muy probablemente la escasa representación de la unidad holocena haya contribuido a asignar esta edad a los depósitos del último interglacial. Con posterioridad se realiza el mapa geológico de la región (Martínez *et al.*, 2001) delimitando con mayor precisión las unidades representadas, sin introducir mayores cambios en el esquema estratigráfico para las unidades marinas.

Rutter *et al.*, (1989, 1990) y Radtke *et al.*, (1989) realizan trabajos cronológicos a través de ESR, U/Th y aminoácidos en el área de estudio, concluyendo la existencia de tres eventos transgresivos, el MIS 1, 5e y otro más antiguo.

En función de esto y asociando la información geológica, geomorfológica y cronológica, se expone un ordenamiento estratigráfico del área para los depósitos litorales y el mapa geológico correspondiente (Fig. 8).

Ingresión MIS ≥ 9

El depósito transgresivo más antiguo encontrado se presenta a una altura de 60 -70 m en una cantera observada sobre la ruta 2 a unos 10 km al NO de la ciudad de San An-

tonio Oeste (SAO) (Fig. 8). Dicha transgresión está representada por 4-5 m de espesor compuestos por gravas con clastos aplanados, muy entoscados en la parte superior y friable en la inferior, con restos de *Ostrea* sp. y *Venericardia* sp. Estos afloramientos no se corresponden con ningún rasgo destacable del terreno. Si bien han sido escasamente mencionados afloramientos a esta altitud (Fucks y Schnack, 2011), podrían correlacionarse con aquellos situados en el región de San Blas (Witte, 1916; Fucks *et al.*, 2011b) y con el área litoral sur patagónica (Feruglio, 1950; Fucks *et al.*, 2009; Pedoja *et al.*, 2010, entre otros).

Ingresión MIS 7

Estos depósitos están representados por arenas y/o conglomerados parcial o totalmente litificados, compuestos por estratos de 20-50 cm de potencia, variando entre una inclinación suave hasta 25-30° hacia el SE. Constituyen las plataformas costeras observadas a lo largo de importantes sectores de la costa como: desde el S de Piedras Coloradas hasta Las Grutas, Banco Reparó, Caleta Falsa, restinga de la Baliza San Matías y aflorando en los bordes del canal de marea situado al N de SAO, observándose en fotografías aéreas obtenidas en marea baja, toda una serie de líneas paralelas a la costa actual. Cuando se observa el contacto basal, se presenta en discordancia sobre la Fm. Gran Bajo del Gualicho o el Complejo Plutónico Paileman, presentando un espesor de 1-4 m. Perforaciones realizadas en ambas localidades (SAO y SAE) arrojan espesores de 14 y 20 m (Angulo *et al.*, 1978). Es posible individualizar

Chlamys Röding, *Amiantis* Carpenter, *Glycymeris* Da Costa y *Olivancillaria* d'Orbigny en muy buen estado de conservación. Datos cronológicos de este depósito en Caleta Falsa arrojan edades ≥ 169 y 218 ka (Rutter *et al.*, 1990). Estos depósitos podrían correlacionarse con los depósitos asignados al interglaciario en el canal Villalonga (Weiler, 1993) y también presentes en otras localidades del litoral patagónico (Rutter *et al.*, 1990; Schellman y Radke, 2000, Rostami *et al.*, 2000, entre otros). Esta altitud se corresponde aproximadamente con el nivel oceánico alcanzado en esta transgresión, ya que se infiere que la misma no ha llegado a la altura del cero actual (Shackleton, 1987; Ortlieb, 1987).

Ingresión MIS 5e

Rodeando la bahía y hasta una cota aproximada de 15 m se observan depósitos mantiformes y cordoniformes de un episodio transgresivo. Esta ingresión abarcó una superficie mayor a la anterior y está conformada por facies arenosas y conglomerádicas. Las primeras rematan el acantilado del balneario La Rinconada (Las Grutas) (1-1.5 m de espesor) donde se observan sedimentos arenosos alternando con gravas finas, finamente estratificadas cubiertos por arenas y limos castaños, con *Tagelus* sp. en posición de vida, junto a *Brachidontes* Swainson, *Amiantis* Carpenter, *Glycymeris*, *Mytilus* Linné, *Trachycardium* Mörch, *Pitar* Römer, *Tivela* Link, *Panopea* Ménard, *Ostrea* Linné, y gasterópodos como *Tegula* Lesson, *Olivancillaria*, *Trophon* Montfort y *Buccinanops* d'Orbigny. A este mismo episodio corresponden las gravas integrantes del paisaje

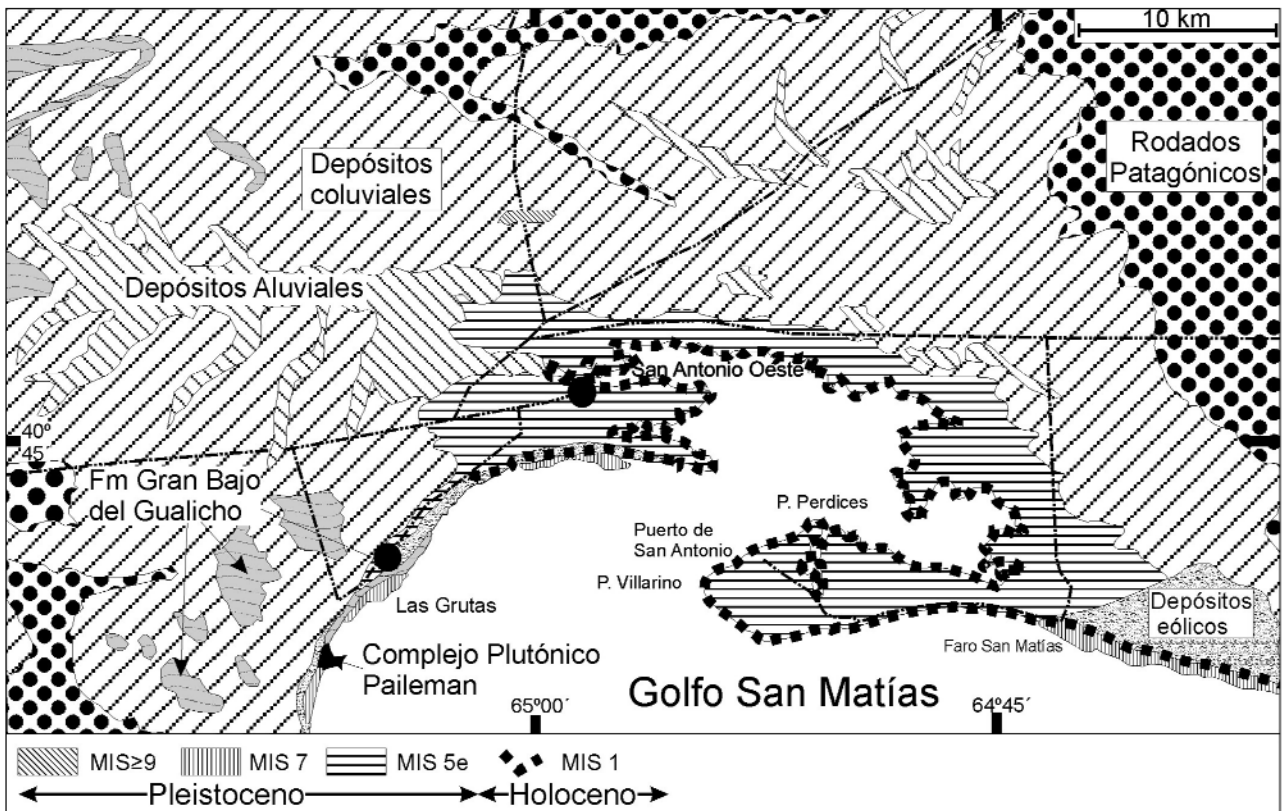


Fig. 8.- Mapa geológico del sector donde quedan representados los MIS 1, 5e, 7 y ≥ 9 (Fucks y Schnack 2011).

más o menos llano y los cordones que bordean gran parte de la bahía de San Antonio, cuyos afloramientos se encuentran en la margen de la ruta 3 y los sedimentos que componen el paleoacantilado labrado en el Holoceno en las inmediaciones del camino costero desde SAE al E compuestos por gravas parcialmente cementadas, clasto sostén y estratificación cruzada de bajo ángulo hacia el SO. Asimismo al S de Las Grutas puede observarse un conjunto de lineaciones que han sido depositadas contra el acantilado (Fig. 6) a cota del orden de los 15 m. La fauna colectada de estos afloramientos muestra la presencia de *Zidona* sp. además de las anteriormente mencionadas. Datos cronológicos de esta transgresión dan valores entre los 83,2 y los 111 ka, asignándose al MIS 5e (Rutter *et al.*, 1990). Las alturas de 15 m en las que se hallan estos depósitos podrían responder en gran medida a las características macromareales del área, interpretándose que a los 6 m por encima del nivel actual en que tentativamente se encontró el mar, sumados a los 5 m máximos que alcanza el nivel del mar en marea alta en la actualidad, podrían producirse estas acumulaciones en períodos de tormenta, agregándose al levantamiento cortical presente en gran parte de la patagonia.

A este mismo episodio transgresivo deben corresponder los 3 o el último de los cordones litorales del Pleistoceno descriptos en Puerto Lobos (Bayarski y Codignotto, 1982), así como en Caleta Valdez (Codignotto, 1983; Rutter *et al.*, 1990; Schellman y Radke, 2000, entre otros). Hacia el E también han sido observados en las inmediaciones de Bahía San Blas arrojando edades que corresponderían con esta transgresión (Rutter *et al.* 1990), como así también los depósitos asignados al estadio III (Witte, 1916), Interstadial (Weiler, 1993) e Interglacial (Fucks *et al.*, 2011b).

Ingresión MIS 1

Si bien esta transgresión ha reabajado prácticamente toda la costa, son escasos los sitios donde se observen afloramientos. Debido a la escasa altitud sobre el nivel actual (3-4 m) los sectores acantilados no se vieron sobrepasados por este ascenso, manifestándose más claramente en las costas bajas o sectores fácilmente erosionables. Desde la finalización de los acantilados al N de Las Grutas pueden observarse, debajo de los médanos, estratos finos de arena y rodados finos, con restos de valvas.

Dentro de la bahía San Antonio, entre la planicie de marea actual y la ruta 3 se observan hasta 3 m de sedimentos arenosos con abundantes conchillas, pero que superficialmente no muestran ninguna morfología particular. En el sector donde se desarrolla SAE en cercanías del puerto, se presenta un acantilado labrado sobre estos sedimentos, donde se presentan hasta 3 m de sedimentos muy orgánicos mezclados con gravas encontrándose *Mytilus*, *Amiantis*, *Brachidontes*, *Chlamys*, *Ostrea*, *Ameghinomya* Ihering, *Eurhomalea* Cossmann, *Trachycardium* Mörch y en gasterópodos como *Tegula*, *Urosalpinx* Stimpson, *Crepidula* Lamarck, *Buccinanops*, *Fisurella* Bruguière y *Olivancillaria*.

En cercanías de Punta Perdices se observan una serie de crestas de playa de escasa altura relativa, 100 m de ancho

y longitudes superiores a 1 km (Fig. 7b). La fauna que se destaca es de bivalvos como *Amiantis*, *Brachidontes*, *Glycymeris*, *Ostrea*, *Chlamys*, *Ameghinomya* y gasterópodos como *Tegula*, *Crepidula*, *Lucapinella* Pilsbry, *Trophon*, *Pareutheria* Strebel, *Olivancillaria* y *Buccinanops*.

Edades radiocarbónicas de estos dos afloramientos arrojaron valores correspondientes al Holoceno Medio-Superior (Bayer *et al.*, 2010).

Evolución geológica - geomorfológica

Los aspectos geomorfológicos de esta zona contribuyen enormemente a diferenciar las unidades estratigráficas que se desarrollan en el área, los que claramente no se encuentran en una sucesión natural.

El rasgo donde se desarrollan los procesos litorales corresponde a un gran bajo (golfo San Matías) generado por procesos de deflacción, aunque no puede descartarse la participación de procesos endógenos. Las profundidades mayores a los -200 m que presenta esta depresión no varían demasiado de las características que actualmente tiene el Bajo del Gualicho, ubicado inmediatamente al N y con una profundidad del orden de los 200 m, 50 m por debajo del nivel del mar.

La antigüedad que presenta esta depresión supera los 300 ka, asumiendo que los depósitos litorales más antiguos encontrados (ingresión más antigua) corresponden al MIS 9.

De acuerdo a esto, y con la depresión ya constituida y habiendo sido invadida por el mar al menos una vez, pero que por los escasos afloramientos observados, no puede ser incluida en el esquema evolutivo, se produce la nueva transgresión marina correspondiente al MIS 7, la que sería responsable fundamental de la configuración actual de la zona. Durante esta transgresión se habrían formado las flechas litorales o una barrera donde están asentadas las localidades de SAO y SAE, dejando aislado un sector reducido del Gran Bajo. La escasa altura alcanzada por esta transgresión no permitió el avance en mayor medida sobre el continente. El descenso del nivel del mar llevó a la importante litificación de esta unidad, comenzando también a ser erosionada parcialmente por procesos exógenos (Fig. 9a).

El episodio transgresivo siguiente (MIS 5e) tuvo un alcance mayor (hasta la cota de 15 m), traspasando en gran medida la barrera generada previamente, que debido a su alto grado de litificación y una posición por debajo del intermareal, impidió su degradación. Asimismo, la Bahía de San Antonio pudo haber conformado un sector localmente poco representado, ya que los cordones litorales en el sector más interno, estarían demostrando un ambiente de mar abierto, aunque sujeto a los regímenes mareales similares a los actuales. A su vez, la formación de estos cordones dejan a sus espaldas sectores deprimidos, generándose cuencas con drenaje endorreico. Durante la regresión, las flechas litorales elaboradas por la transgresión anterior, comienzan a ser consolidadas, dejando sobre ella un paquete sedimentario con la configuración que actualmente presenta (Fig. 9b).

Retirado el mar, los procesos exógenos no cambian sig-

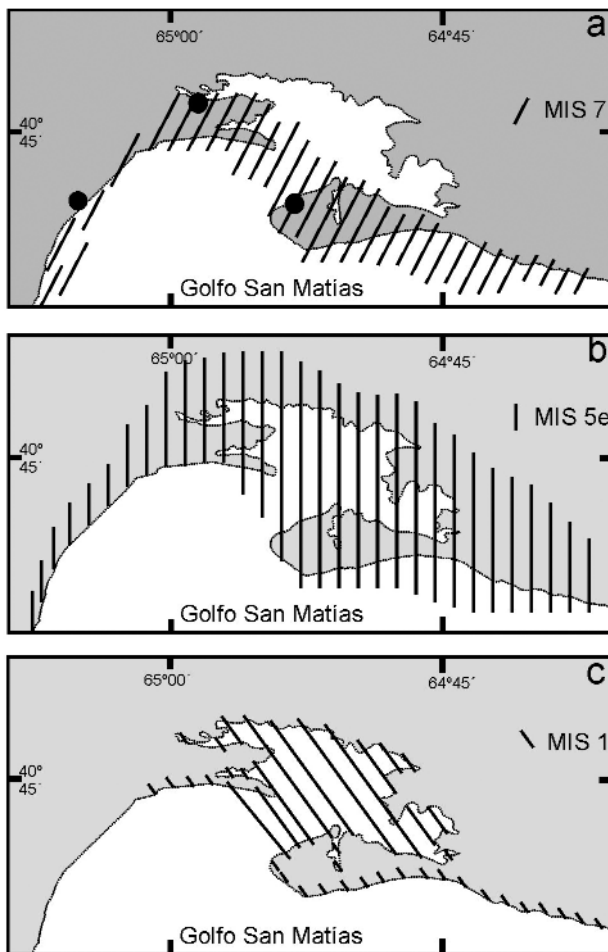


Fig. 9.- Distribución de los diferentes eventos transgresivos.

nificativamente la configuración del área, salvo la flecha litoral Oeste, que es fraccionada en sentido longitudinal. El ascenso del nivel del mar en el Holoceno, debido a la escasa altura, no produjo demasiados efectos sobre el ambiente. Dentro de la bahía, y a causa de un ambiente protegido, sólo se desarrollaron sectores intermareales de baja energía muy similares a los que actualmente se observan. Sobre las flechas litorales, erosionó parcialmente los bordes, formando acantilados en los sedimentos de la ingresión anterior y en otros sectores, adiciona crestas de playa sobre la estructura previa dando la configuración que en la actualidad presentan. En los ambientes de costas altas, solamente debe haber ejercido acciones erosivas (Fig. 9c).

En la actualidad, el mar está retrabajando estos últimos depósitos, erosionándolos en sectores y depositándolos en otros, lo que constituye en muchas localidades una significativa mezcla de fósiles de diferentes edades, uno de los aspectos que ha complicado la interpretación evolutiva en los trabajos previos (Fig. 2).

Esta nueva identificación de niveles marinos anteriores al MIS 5e significa para la región una situación similar a la observada en otras partes de la costa patagónica, en la cual se pueden advertir varios episodios transgresivos aunque caracterizados por movimientos ascendentes diferenciales reflejados en diferentes alturas. Además, las evidencias confirmarían la ocupación del Golfo San Matías por cuatro epi-

sodios de ascenso del nivel del mar en el Cuaternario como mínimo.

Conclusiones

Los rasgos geomorfológicos observados, tanto actuales como pasados están representados fundamentalmente por: llanuras y canales de marea, acantilados, paleoacantilados, playas, plataformas costeras y paleoplayas, generados éstos en los diferentes eventos transgresivos.

Se reconoce la presencia de cuatro ciclos transgresivos correspondientes a los MIS 1, 5e, 7 y ≥ 9 .

La transgresión del MIS 5e presente a cotas del orden de los 15 m tendría al rango de marea macromareal como uno de los factores más importantes, asociado al levantamiento cortical. El primer aspecto debería incorporarse como una variable más y en ciertos casos muy importante en la correlación entre los depósitos de los diferentes eventos transgresivos.

Los depósitos Pleistocenos tienen muy buena representación en la zona de Bahía San Antonio, por el elevado nivel de las aguas, el tipo de marea y un ambiente mucho más abierto.

Los depósitos transgresivos holocenos tienen poca significación debido a la menor altitud alcanzada y a un ambiente más cerrado, muy similar al actual, limitando sensiblemente la acción del mar dentro de ella. Fuera de ella, la presencia de costas altas, también limitó su avance sobre el continente.

Los depósitos MIS 7 y MIS 5e son los denominados litoestratigráficamente Fm. Baliza San Matías y Fm. San Antonio respectivamente, mas allá de que esta última haya sido ubicada cronológicamente en el holoceno, quedando la ingresión holocena sin denominación formal.

Se minimiza la acción de la tectónica como factor determinante en el ascenso de los depósitos transgresivos en el área de estudio, sobretodo del MIS 5e, asociándose en gran medida a causas exógenas.

Agradecimientos

Deseamos expresar los agradecimientos a los evaluadores (Dr. F. Isla y anónimo) la corrección y sugerencias realizadas al manuscrito. Este trabajo fue financiado por la ANPCYT (PICT468) y FCNyM, UNLP.

Bibliografía

- Angulo, R., Fidalgo, F., Gómez Peral, M.A. y Schnack, E.J. (1978): Las ingresiones marinas cuaternarias en la bahía de San Antonio y sus vecindades, provincia de Río Negro. *Actas VII Congreso Geológico Argentino*, 1: 271-283.
- Bayarski, A. y Codignotto, J. (1982): Pleistoceno-Holoceno marino en Puerto Lobos, Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 37 (1): 91-99.
- Bayer, M., Gordillo, S. y Fucks, E. (2010): Análisis tafonómico en *Amiantis purpurata* (Lamarck), Bivalvia: una clase para describir los paleoambientes del cuaternario en el golfo San Matías, río Negro, Argentina. *X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, VII Congreso Latinoamericano de Paleontología*, 1: 111.

- Bird, E.C.F. (1976): Coasts. Canberra: Australian National University Press, 282p.
- Codignotto, J. (1983): Depósitos elevados y/o de acreción Pleistoceno-Holoceno en la costa Fueguino-Patagónica. Simposio oscilaciones el nivel del mar durante el último Hemiciclo Deglacial en la Argentina. 1:12-26.
- Feruglio, E. (1950): Descripción Geológica de la Patagonia. Tomo III. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires. 432 p.
- Finkl, C. (2004): Coastal Classification: Systematic Approaches to Consider in the Development of a Comprehensive Scheme. *Journal of Coastal Research*, 20, 1: 166–213.
- Fucks, E., Aguirre, M., Richiano, S., Boretto, G., Zanchetta, G., Consoloni, I., Isola, I., Pappalardo, M. y Ribolini, A. (2009): Depósitos Litorales en el Sector Continental del Norte del Golfo San Jorge. IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário y II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur, 1:114.
- Fucks, E., y Schnack, E. (2011): Evolución geomorfológica en el sector norte del golfo San Matías. XVIII Congreso Geológico Argentino. 273-274.
- Fucks E.E., Scalise, A.H., Schnack, E.J. (2011a): Evaluación de Alternativas para la Conservación y Manejo del Frente Costero en Las Grutas, Provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones, 79 p.
- Fucks, E., Charó, M., Aguirre, M. y Farinati, E. (2011b): Aspectos estratigráficos y geomorfológicos del litoral patagónico bonaerense. XVIII Congreso Geológico Argentino, 275-276.
- Gelos, E., Spagnuolo J. y Schillizzi, R. (1988): Las unidades morfológicas de la costa norte del Golfo San Matías y su evolución. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43, 4:365-371.
- Gelos, E., Spagnuolo J. y Schillizzi, R. (1992): Las unidades morfológicas de la costa oeste del Golfo San Matías y su evolución. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47, 3: 315-326.
- Giacosa, R., 1997. Geología y petrología de las rocas precretácicas de la región de Sierra Pailemán, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 52: 65-80.
- Lancaster, N., 1995. Geomorphology of desert dunes. *Routledge physical environment series*. Routledge (Ed.). 290 p.
- Lizuain, A. y Sepúlveda, E. (1978): Geología del Gran Bajo del Gualicho (Provincia de Río Negro). *Actas VII Congreso Geológico Argentino*, 1: 407-422.
- Martínez, H., Nández, C., Lizuain, A., Dal Molin, C., Turel, A., Dalponte, M. y Faroux, A. (1998): Descripción de la Hoja Geológica 4166-II, San Antonio Oeste Provincia de Río Negro. SEGEMAR, 70 p.
- Mazio, C. y Vara, D. (1983): Las mareas del Golfo San Matías, Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, Informe Técnico N° 13/83.
- Ortlieb, L. (1987): Neotectonic and Quaternary sea level variations in the gulf of California region. *Bull. INQUA Neotecton. Comm.*, 10: 28-31.
- Pedoja, K., Regard, V., Husson, L., Martinod, J., Guillaume, B., Fucks, E., Iglesias, M. y Weill, P. (2011): Uplift of Quaternary shorelines in eastern Patagonia: Darwin revisited. *Geomorphology*, 127: 121–142
- Pethick, J. (1984): An Introduction to Coastal Geomorphology. London: Arnold, 260 p.
- Radtke, U., Rutter, N. y Schnack, E. (1989): Untersuchungen zum marinen quaternar patagoniens (Argentinien). *Essener Geogr. Arbeiten*, Bd. 17:267-289.
- Rivas, A. y Beier, E. (1990): Temperature and salinity fields in the northpatagonic gulfs. *Oceanologica* 13:15-20.
- Rostami, K., Peltier, W. y Mangini, A. (2000): Quaternary marine terraces, sea level changes and uplift history of Patagonia, Argentina: compararisons with predictions of the ICE -4G (VM2) model of the global process of glacial isostatic adjustment. *Quaternary Science Reviews*, 19:1495-1525.
- Roth, S. (1899). Apuntes de la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. *Revista del Museo de La Plata*, 9: 143-197.
- Rutter, N., Schnack, E., Del Río, J., Fasano J., Isla F. y 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 y 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: 391-411.
- Schellmann, G. y Radke, U. (2000): ESR dating stratigraphically well-constrained marine terraces along the Patagonian Atlantic coast (Argentina). *Quaternary International*, 68-71: 261-273.
- Servicio de Hidrografía Naval, (2009): Tablas de marea. http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/Tmareas/Form_Tmareas.asp.
- Shackleton, N. (1987): New data on the evolution of Pliocene climatic variability. En: S.Vrba, G.Denton, T.Patridge, y L. Burckle (eds.). *Paleoclimate and evolution with emphasis on human origins*, 17: 242-248.
- Trenhaile, A. (1987): *The geomorphology of rock coasts*: Oxford, Oxford University Press, 384 p.
- Stipanovic, P.N. y Methol, E.J. (1972): Macizo del Somún Curá. En Leanza F.A. (ed.) *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 1: 581-600.
- Weiler, N. (1993): Niveles marinos del Pleistoceno tardío y Holoceno en Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires. *Geocronología y correlaciones*. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 48, 3-4: 207-216.
- Wichmann, J. (1918): Estudios Geológicos e Hidrogeológicos en la Región Compreendida Entre Boca del Río Negro, San Antonio y Choele Choe. *Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación*, 13, 3:1-43.
- Witte L. (1916): Estudios Geológicos de la Región de San Blas (Partido de Patagones). *Revista del Museo de La Plata*. 24: 7-99.

MANUSCRITO RECIBIDO EL 9 DE NOVIEMBRE DE 2011.

ACEPTADO EL MANUSCRITO REVISADO EL 4 DE MAYO DE 2012.

