

<https://doi.org/10.23854/07199562.2021571esp.Alonso3>

VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA EROSIÓN/ACRECIÓN EN LAS PLAYAS DEL NORDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.

SPACE-TIME VARIABILITY OF EROSION/ACCRETION IN THE BEACHES OF THE BEACHES OF THE NORTHEAST OF BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA.

Sra. Guadalupe Alonso^{1,2}, Sr. Jorge Codignotto^{3,4}, Sr. Guido Bacino¹ y Sr. Walter Dragani^{1,2,3}

RESUMEN

La Provincia de Buenos Aires tiene una importancia determinante para la economía nacional y sus costas reciben más de un millón de turistas todos los años. La morfología de las playas arenosas es naturalmente dinámica y presenta variaciones temporales en diversas escalas. Asimismo, las playas del litoral nordeste bonaerense tienen diversos focos de presión antropogénica que agregan complejidad a los estudios costeros. En este trabajo se analiza la evolución temporal de las playas en seis sitios ubicados en el sector costero nordeste bonaerense. Para ello se analizaron registros mensuales y sistemáticos de perfiles de playa relevados entre 2011 y 2016. A partir del análisis de dichos perfiles se estudió la variabilidad de las pendientes y extensiones del perfil para cada sitio. En este trabajo se definió un indicador que se denominó “volumen de playa frontal”. El objetivo de este indicador fue cuantificar el estado de erosión/acreción de cada playa relevada. Los resultados obtenidos en este trabajo indican que en el balance de sedimentos en los sitios analizados no es uniforme, encontrándose playas estables, o en estado de acreción o erosión. Se pudo apreciar que, los balances de sedimento obtenidos están principalmente relacionados con la orientación geográfica de la costa, más que a la presión antropogénica de cada sitio.

Palabras clave: playas arenosas, perfil de playa, variabilidad, balance sedimentario

ABSTRACT

Buenos Aires Province productivity has critical importance for the regional economy, and its coasts receive more than a million tourists every year. However, data and studies on the evolution of its beaches are very scarce. The morphology of sandy beaches is naturally dynamic and shows temporal variations at various scales. On top of that, the beaches of the northeast coast of the Buenos Aires Province have various sources of anthropogenic pressure that add complexity to coastal studies. In this work, the temporal evolution of the beaches in six sites located in the northeastern coastal sector of Buenos Aires is studied. For this, monthly and systematic records of beach profiles surveyed between 2011 and 2016 were analyzed. Beach slope and cross-shore extension variability for each location were studied. In this work, an indicator called “foreshore volume” was defined. The objective of this indicator was to quantify the erosion/accretion status of each surveyed beach. The results obtained in this work indicate that the sediment balance in the analyzed sites is not uniform, finding stable beaches, or in a state of accretion or erosion. It could be seen that the sediment balances obtained are mainly related to the geographical orientation of the coast, rather than to the anthropogenic pressure of each site.

Key words: Sandy beaches, beach profile, variability, sedimental balance

¹ Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa, Buenos Aires, Argentina

² Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN-UBA, Buenos Aires, Argentina

³ CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Godoy Cruz 2290 (C1425FQB) Buenos Aires, Argentina.

⁴ Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires, Argentina.

Recibido 31 de julio de 2021

Aprobado 12 de octubre de 2021

INTRODUCCIÓN

Buenos Aires (Figura 1) es la provincia con mayor territorio y población de Argentina (alrededor del 11% del área total del país y el 39% de su población). El Producto Bruto Interno (PBI) de la provincia es el 67.5% del PBI del país, siendo el turismo una parte importante de los ingresos, proveniente principalmente de las numerosas localidades balnearias que se encuentran en sus 1200 km de costa marítima, en su mayoría de carácter medanoso, con extensas playas arenosas. La región de interés de este trabajo es la zona costera de la provincia entre Mar de Las Pampas y Punta Rasa, dentro de la misma se encuentran los Partidos de La Costa, Pinamar y Villa Gesell. El desarrollo urbanístico es heterogéneo, con ciudades con una densa edificación como Mar del Tuyú, Mar de Ajó o Pinamar, y con localidades con menor impacto sobre el suelo, como Nueva Atlantis o Mar de las Pampas. Sus playas arenosas constituyen uno de los principales atractivos turísticos de nuestro país y en temporada de verano, estos partidos combinados reciben alrededor de 3 millones de personas.

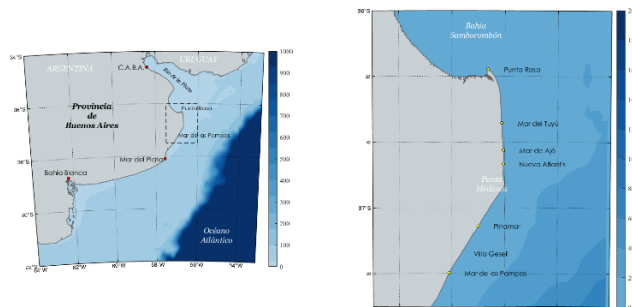


Figura 1: Provincia de Buenos Aires, partidos costeros y sitios de interés para este trabajo. Elaboración propia.

A pesar de tener una importancia determinante para la economía de la provincia, se cuenta con poca información de las playas bonaerenses y su evolución. Se han realizado esfuerzos de monitoreo de series sistemáticas (o casi sistemáticas) de perfiles en la región (por ejemplo, Marcomini, et al., 2002; Bertola, 2006; Bustos et al., 2013; Merlotto, 2014; Lamarchina et al., 2021), con la dificultad de mantenerlos en el tiempo. Según Marcomini et al. (2002), existen dos áreas con distintos rasgos morfológicos y granulométricos dentro de la zona de interés: el norte, desde Punta Rasa hasta Nueva Atlantis y el sur desde Punta Médanos a Villa Gesell (Figura 1). En el sector norte las playas se

caracterizan por tener una configuración lineal con una anchura variable de entre 40 a 70 m. La pendiente promedio de la playa es 0.028 ($1^{\circ}36'$). No se observan bermas estacionales. La presencia de barras de lavado en la playa frontal es frecuente, con anchura de entre 15 y 20 m y alturas de 25 cm. En el sector sur, las playas tienen pendientes de entre 0.017 y 0.044 y están compuestas de arenas medias a finas. Se notan cambios estacionales en las características del perfil, durante el verano se generan dos o más bermas que se suman a la berma permanente y desaparecen en invierno. Respecto al balance sedimentario, los trabajos indican un balance de acumulación (Bértola, 2006; López y Marcomini, 2013).

La morfología de las playas arenosas está determinada por las interacciones entre procesos relacionados con las olas, el viento, las corrientes y los sedimentos. En consecuencia, los perfiles de playa son naturalmente dinámicos y tienen variaciones temporales en diversas escalas (Jackson y Short, 2020). Además, las playas del litoral nor-bonaerense tienen diversos focos de presión antropogénica que agregan variabilidad (Isla et al., 2018). Para tener un conocimiento acabado del estado y comportamiento de las playas de la región, es necesario contar con registros de perfiles de playa sistemáticos y sucesivos (Larson and Kraus, 1994). A partir de los mismos, se pueden examinar los retrocesos de la línea de costa, los volúmenes de arena perdidos/ganados, y determinar fuentes y sumideros de sedimentos (Dean y Dalrymple, 2004). Son notablemente escasos los trabajos basados en relevamientos de perfiles de playa en la región de interés (Isla et al., 2001; Bértola et al., 1999).

Considerando la orientación específica de la costa, los sitios relevados se podrían clasificar en tres grupos. Hacia el sur del área de estudio, Mar de las Pampas y Pinamar, se ubican en un sector de la costa orientado en dirección SSO-NNE. Un poco más al norte, Nueva Atlantis, Mar de Ajó y Mar del Tuyú, se ubican en un sector con orientación S-N. Finalmente, en Punta Rasa, extremo norte de las playas arenosas bonaerenses, la costa tiene una orientación SE-NO.

La región en estudio posee un régimen micromareal mixto semidiurno. La altura media de ola es del orden de 1 m y su dirección principal es del SE, E y S (Dragani et al., 2013). El flujo de energía de ola

predominante tiene una dirección hacia el N-NE y su intensidad es estable al sur de Punta Médanos donde alcanza su máximo y luego decrece a valores cercanos a cero en Punta Rasa (Echevarría et al., 2018). Dragani et al. (2013), observaron una disminución en la intensidad de dicho flujo de energía en las últimas décadas en Pinamar.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la variabilidad espacio-temporal y la evolución de las playas del nordeste bonaerense. Para ello, se utiliza la serie de perfiles de playa mensuales más larga de la región. A partir de las mismas se estudiará la variación en pendientes y extensión de playas. Además, se estima el balance de erosión y acreción.

DATOS Y METODOS

Aunque las técnicas de medición de perfiles de playa no presentan gran complejidad, el monitoreo sistemático de las mismas implica un gran esfuerzo económico y logístico. Para obtener los datos utilizados en este trabajo, se llevó a cabo un relevamiento sostenido y sistemático de los perfiles de playa en la costa atlántica bonaerense, definiendo como sitios de monitoreo playas ubicadas en Punta Rasa, Mar del Tuyú, Mar de Ajó, Nueva Atlantis, Pinamar y Mar de las Pampas. Para cada sitio se relevó un perfil de playa mensual entre los años 2009 y 2018. Las mediciones se realizaron en instantes próximos a la bajamar para contar con la mayor superficie posible de playa sub-aérea. Las alturas del perfil fueron medidas mediante nivelación geométrica de precisión a lo largo de transectos perpendiculares a la costa, hasta la profundidad de 1 m, aproximadamente. Estas cotas fueron referidas al nivel medio del mar y se interpolaron horizontalmente los valores para tener un dato cada 5 m en cada uno de los perfiles de la serie. Hasta el año 2016, la serie no tiene brechas mayores a 3 meses sucesivos, por lo que se trabajará sobre el periodo octubre 2009 a octubre 2016.

En este trabajo se define al perfil de equilibrio como la media de los perfiles de playa de cada sitio. En base al perfil medio se estimaron las anchuras y pendientes de playa utilizando dos criterios. Por un lado, ambos parámetros se estimaron entre la Pleamar Media (PM) y la Bajar Media (BM) y, por el otro, entre la Pleamar Mas Alta (PMA) y la Bajamar Mas Baja (BMB). Todos los niveles astronómicos se obtuvieron de las Tablas de Marea publicadas por el Servicio de Hidrografía Naval de Argentina.

Para examinar cambios en los perfiles de playa, su evolución y tendencias, se estimó la variación de la cantidad de arena a lo largo de cada perfil. Para ello, se calculó el área bajo el perfil de la playa intermareal o frontal, utilizándola como sección/área de control. Esta sección se define utilizando la PMA y BMB y el perfil medio de cada sitio. De esta manera, las coordenadas horizontales de ambos límites, referidas al PF correspondiente, se definen como X_{PMA} y X_{BMB} . Como cota vertical inferior se tomó el nivel mínimo de perfil registrado en cada sitio en el periodo 2009-2016. A manera de ejemplo se muestra el área de control para Punta Rasa (Figura 2). Vale destacar, que no todos los relevamientos tienen la longitud necesaria para cubrir completamente la sección de control. Aquellos perfiles cuya longitud era menor al 60% de la sección fueron descartados, y los que cubrían al menos hasta el 60% fueron extrapolados linealmente hasta X_{BMB} . Para analizar la sensibilidad de esta definición de sección de control, se definió otra sección limitada por X_{PMA} y la distancia en la cual la cantidad de relevamientos es mayor o igual al 50% de los datos totales de cada sitio (Figura 2). En el caso de Mar del Tuyú, el área de control se definió entre la intersección del Nivel Medio (NM) del mar y el nivel de la Bajamar Media (BM), debido a que el perfil yace muy próximo al NM del mar.

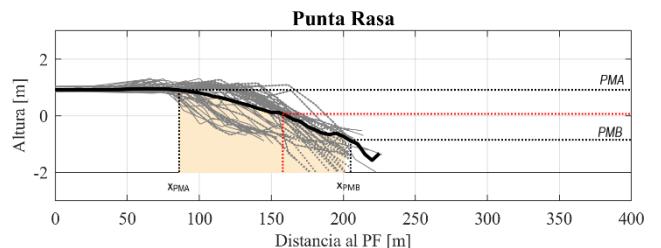


Figura 2: Perfiles observados (gris) y perfil medio (negro) en Punta Rasa. Las líneas punteadas negras indican el nivel de la PMA y la PMB. La línea punteada roja indica la posición para la cual la cantidad de relevamientos es igual al 50% del total. La sección utilizada para estimar la cantidad de arena en la playa frontal se indica en color rosado. Elaboración propia.

El área calculada en cada sección definida es una medida del volumen de arena por unidad de anchura de playa. Por lo tanto, las áreas (en m^2) pueden considerarse como unidades de volumen por metro (m^3/m). Esta magnitud indica la cantidad de arena en la playa intermareal y se llamó volumen de playa frontal.

RESULTADOS

El perfil medio en cada sitio se presenta en la Figura 3. Como se explicó precedentemente, por razones operativas la metodología utilizada para la medición de los perfiles de playa no pudo ser extendida a más de 1 m de profundidad. En consecuencia, la longitud del perfil relevado depende de las condiciones del nivel del mar en el momento de la medición. En la Figura 3 se incluye un gráfico de barra que muestra la cantidad de datos que se utilizaron para el cálculo del perfil de equilibrio, para cada sitio. Puede observarse que para el sector del perfil ubicado más alejado del PF se dispone de muy pocas mediciones y, por lo tanto, el perfil de equilibrio es menos confiable. Más allá de esta limitación, se distinguen algunas características generales en los perfiles medios de la Figura 3.

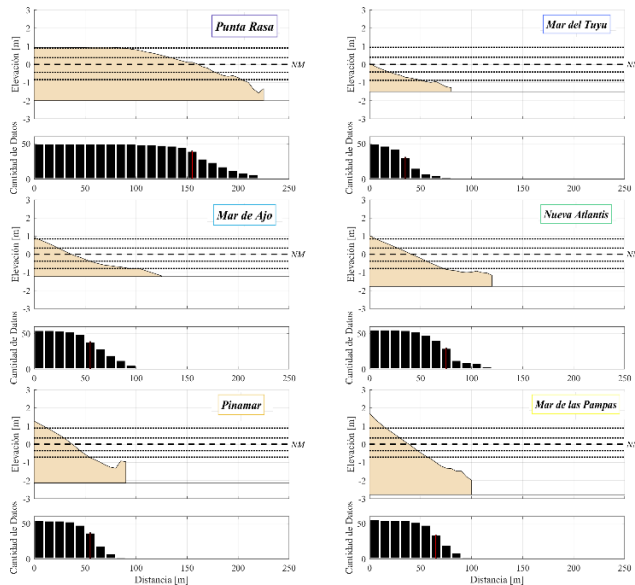


Figura 3: Perfiles medios para: Punta Rasa, Mar del Tuyú, Mar de Ajó, Nueva Atlantis, Pinamar y Mar de las Pampas. Se indican los niveles de referencia de marea astronómica: PM y BM (por encima y por debajo del NM, respectivamente), y PMA y BMB (por encima y por debajo de la PM y BM, respectivamente). Para cada sitio se presenta la cantidad de datos en función de la distancia horizontal. Se indica (línea roja) la posición en donde la cantidad de cotas relevadas supera al 50% de la cantidad de perfiles realizados. Elaboración propia.

El perfil medio de Punta Rasa se diferencia del resto por tener una playa distal extensa, cuya altura coincide con el nivel de la PMA. Además, presenta una berma coincidente con la altura del NM del mar,

mientras que el resto de los perfiles medios presentan formas más bien rectilíneas.

En base al perfil medio se estimaron las anchuras y pendientes de la playa calculados en dos secciones. Una sección estaba comprendida entre la intersección entre la PM y la BM con el perfil medio, y la otra, más amplia, entre la PMA y la BMB. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 1. En la misma puede verse que, entre Punta Rasa y Mar de las Pampas, la anchura de la playa disminuye y la pendiente aumenta. Mar del Tuyú presenta una anchura de playa baja debido al altísimo impacto antropogénico al que está sujeto la playa relevada. Excepto para Punta Rasa, las pendientes estimadas resultaron independientes de los límites astronómicos considerados.

	anchura [m]		Pendiente	
	PMA-PMB	PM-BM	PMA-PMB	PM-BM
Punta Rasa	119	43	-0.02	-0.01
Mar del Tuyú*	50	19	-0.02	-0.02
Mar de Ajó	99	32	-0.02	-0.02
Nueva Atlantis	68	28	-0.02	-0.02
Pinamar	43	16	-0.04	-0.04
Mar de las Pampas	42	17	-0.04	-0.04

Tabla 1: Anchura y pendiente de playa (valores medios) para Punta Rasa, Mar del Tuyú, Mar de Ajó, Nueva Atlantis, Pinamar, y Mar de las Pampas. La anchura de playa está expresada en metros y la pendiente es adimensional. Ambos parámetros están calculados entre la PMA y la BMB, y entre la PM y la BM. *En Mar del Tuyú el cálculo se realizó entre el NM del mar y la BMB, y entre el NM del mar y la BM, respectivamente. Elaboración propia.

Aunque los perfiles de playa se realizaron hasta una profundidad de aproximadamente 1 m, las extensiones de los perfiles presentaron una considerable variabilidad temporal. En la Figura 4 se muestra la variabilidad temporal de la longitud del perfil, junto con la posición del NM y la anchura de playa medio de cada sitio.

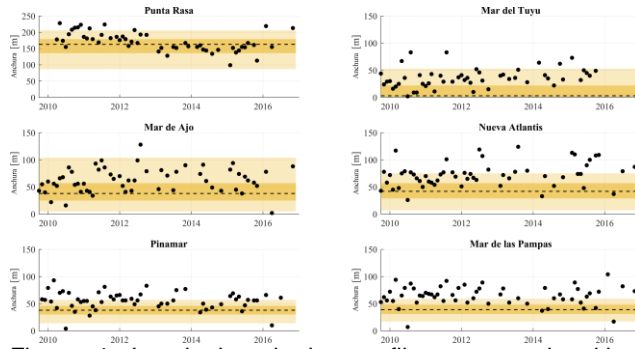


Figura 4: Longitudes de los perfiles para cada sitio relevado. Se indica la intersección del NM del mar con el perfil (línea negra discontinua), y las secciones del perfil medio limitadas entre la PM y la BM (área naranja oscuro), y entre la PMA y la BMB (área naranja claro). Elaboración propia.

En la Figura 4 pueden identificarse al menos dos ocasiones en las que las mediciones de todos los sitios fueron notablemente cortas: julio de 2010 y abril de 2016. Las mismas coinciden con la ocurrencia de eventos de onda de tormenta (ODT), los cuales fueron registrados en las estaciones mareográficas de Mar del Plata y de San Clemente del Tuyú. Por otro lado, se aprecian algunos casos en los que tan sólo se logró relevar hasta la intersección del NM del mar con el perfil de playa medio (puntos ubicados en el entorno de la línea discontinua de la Figura 4). Para Punta Rasa, es notable que los perfiles relevados entre 2013 y 2015, finalizaron en su mayoría en el sector entre el NM y la BM. Es decir, fueron marcadamente más cortos que los años precedentes.

En la Figura 5 se muestra la variabilidad temporal del volumen de playa frontal normalizado respecto del volumen de playa frontal medio para cada sitio.

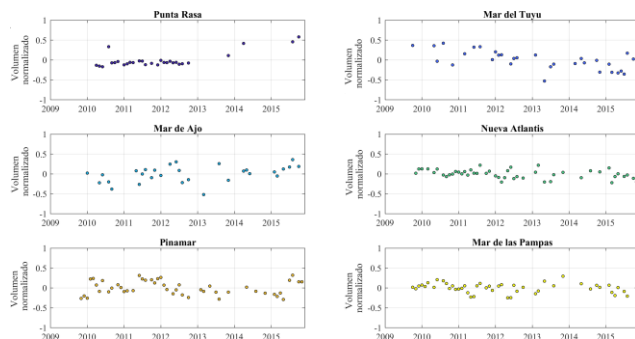


Figura 5: Series de volúmenes de playa frontal normalizados para Punta Rasa, Mar del Tuyú, Mar de Ajó, Nueva Atlantis, Pinamar y Mar de las Pampas. Elaboración propia.

La variación temporal de los volúmenes de playa frontal normalizados de los sitios ubicados más al sur, es decir, Nueva Atlantis, Pinamar y Mar de las Pampas presentan una escasa variabilidad temporal (Figura 5). Para las localidades de Mar de Ajó y Mar del Tuyú, las series presentan una mayor variabilidad. Se observa una clara tendencia negativa para Mar de Ajó (disminución del volumen de playa frontal) y positiva para Mar del Tuyú (aumento del volumen de playa frontal). Finalmente, es notable la disminución en la cantidad de perfiles para Punta Rasa, recabados entre 2013 y 2016. Entre 2010 y 2013 los volúmenes de playa frontal no muestran una tendencia definida, pero presentan gran variabilidad temporal.

Se calcularon las tendencias del volumen de playa frontal para el periodo 2009-2016 en cada sitio estudiado. La significancia de las tendencias se testeó utilizando la prueba Mann Kendall, con el método de Sen con una significancia del 90% (Sen, 1968). Las tendencias que resultaron significativas se muestran en la Tabla 2. Los resultados obtenidos indican que no hay tendencias significativas en los perfiles de Mar de las Pampas y Pinamar, lo cual indica que ambas playas se mantuvieron estables entre 2009 y 2016. En cambio, se encontraron tendencias (muy leves) positivas en Nueva Atlantis y Mar del Tuyú, con una tasa de aumento anual del 5% y del 2%, respectivamente. Finalmente, las tendencias negativas obtenidas en Mar de Ajó y en Punta Rasa se corresponden a una disminución anual del volumen de arena perfil del 5% y el 3.5%, respectivamente.

	Tendencia en volumen de playa frontal (m ³ /m por año)	Tendencia en volumen de playa frontal normalizado
Punta Rasa	-4.45	-0.049
Mar del Tuyú	1.12	0.046
Mar de Ajó	-1.33	-0.035
Nueva Atlantis	0.79	0.016
Pinamar	---	---
Mar de las Pampas	---	---

Tabla 2: Tendencias en los volúmenes de playa frontal en m³/m por año y normalizados para cada sitio relevado. Elaboración propia.

Con el fin de observar la evolución interanual se calculan los perfiles medios anuales para el periodo 2009-2016. Para Punta Rasa y Mar de Ajó, en donde las tendencias resultaron negativas (Tabla 2), los perfiles medios anuales se presentan en la Figura 6. En la evolución interanual puede observarse que hay una tendencia general en el perfil a disminuir su nivel entre 2010 y 2015 para ambas localidades,

siendo más notable este efecto en Punta Rasa. En cambio, en 2016 se observa una moderada recuperación. Se destaca que para el 2016 se cuenta con tan sólo tres relevamientos y, por lo tanto, la recuperación mencionada debe ser tomada con reparo.

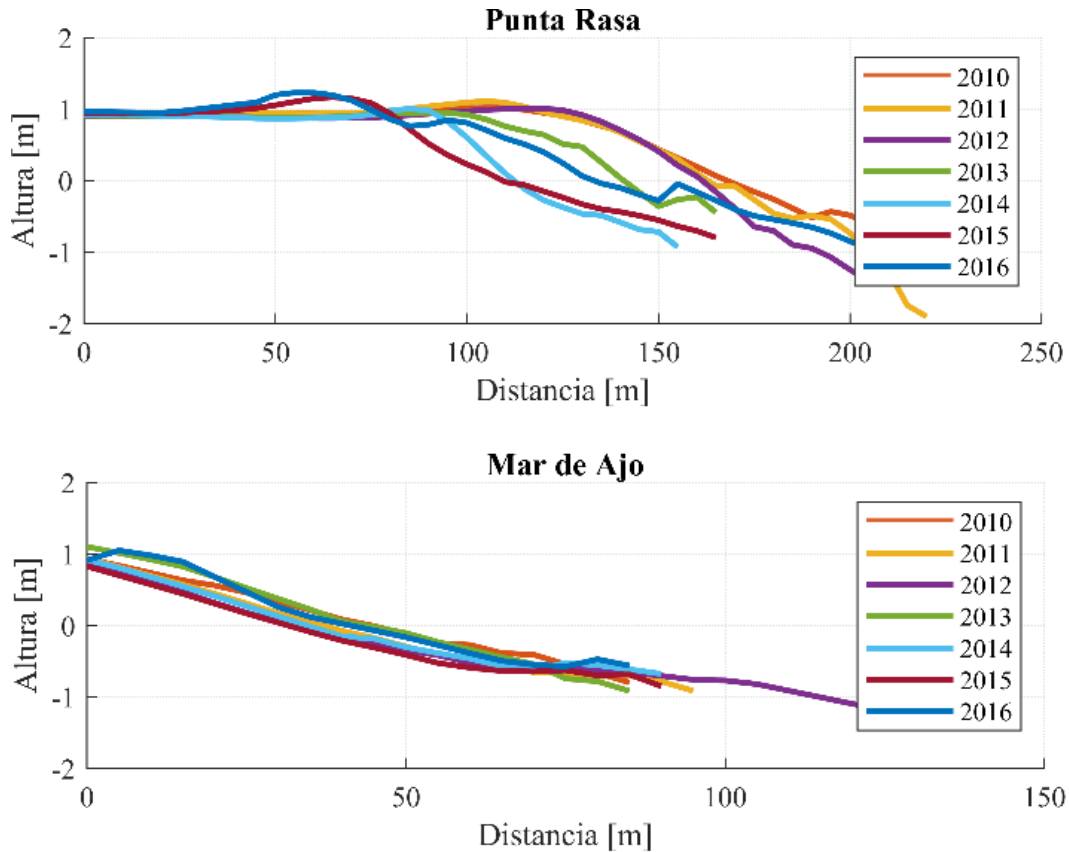


Figura 6: Evolución anual de los perfiles de playa medios para Punta Rasa (arriba) y Mar de Ajó (abajo). Las alturas están referidas al NM del mar. Elaboración propia.

Para los perfiles de Mar del Tuyú y Nueva Atlantis, es decir, en los sitios que se obtuvieron leves tendencias positivas significativas, se aprecia un aumento en la altura de los perfiles entre el 2010 y el 2015 (Figura 7), aunque debe destacarse que para Nueva Atlantis el valor de la tendencia está muy cerca del límite de la significancia, es decir, en términos prácticos podría tomarse como un sitio estable, más que uno en estado de crecimiento. Particularmente, el perfil de Nueva Atlantis en 2016 presenta una disminución relativa de su altura, pero, como se mencionó

precedentemente, en ese año se realizaron pocas salidas de campo. De hecho, para Mar del Tuyú no se cuentan con mediciones para el 2016. De la misma manera, aunque para Mar del Tuyú se obtuvo una tendencia positiva, la misma está muy cerca del límite de la zona estadística de rechazo. Por lo cual, también podría considerarse como una playa relativamente estable, más que en crecimiento. Para este caso en particular, la estabilidad de este sector costero absolutamente intervenido corresponde a una playa en estado terminal, la cual alcanzó su nivel más

bajo y, por lo tanto, la presencia de largos períodos de buen tiempo produce estados transitorios de aparente acreción.

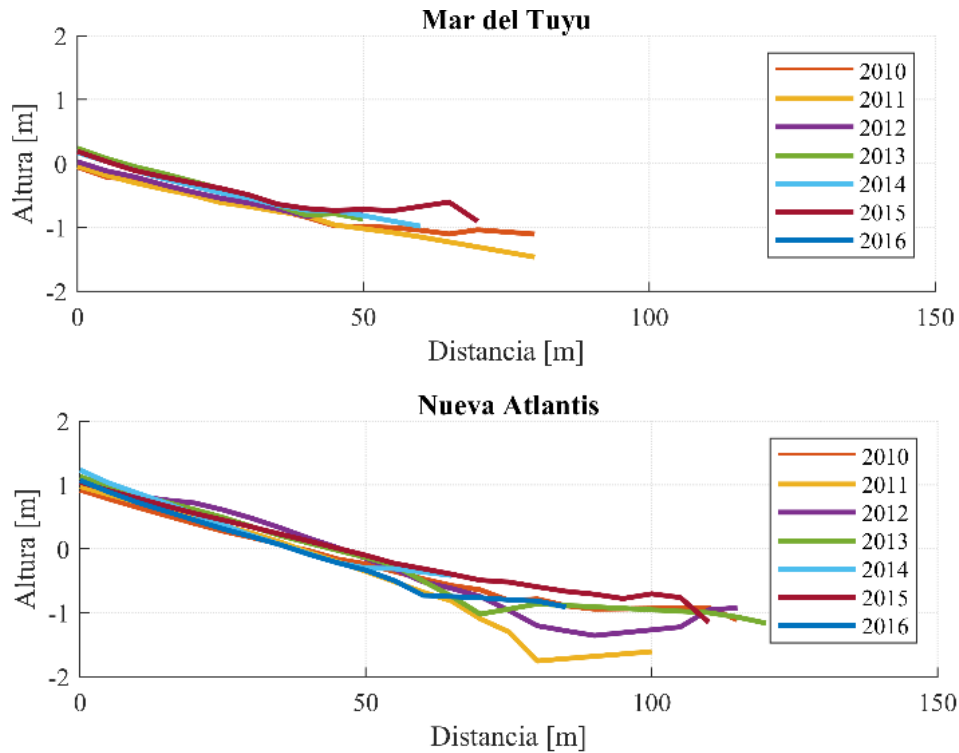


Figura 7: Evolución anual de los perfiles de playa medios para Mar del Tuyú (arriba) y Nueva Atlantis (abajo). Las alturas están referidas al NM del mar. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Las variaciones de volumen en la playa emergida (o frontal) durante el periodo de estudio muestran una tendencia negativa en Punta Rasa y Mar de Ajó. Una tendencia positiva en Nueva Atlantis y en Mar de Tuyú. Y una tendencia estable en Pinamar y Mar de las Pampas.

De acuerdo con el régimen hidrodinámico dominante, el flujo neto de energía de olas paralelo a la costa (PIs) es en el sentido desde Mar del Plata hacia Punta Rasa. Presenta una disminución significativa en su intensidad al norte de Punta Médanos, donde la orientación de la costa es S-N (Echeverría, 2018). Este flujo da una estimación de la capacidad del oleaje para transportar sedimentos y depende principalmente del ángulo en que la ola se aproxima a la costa (CERC, 1984). Teniendo en cuenta la mencionada diferencia en la orientación de la costa, se podrían considerar dos grupos en los perfiles de

playa estudiados: aquellos al sur (Mar de las Pampas y Pinamar) y aquellos al norte (Nueva Atlantis, Mar de Ajó, Mar del Tuyú y Punta Rasa) de Punta Médanos. El segundo grupo tiene una dinámica en donde el PIs es menos intenso y con poca variabilidad interanual (Echeverría et al., 2018). Serían los perfiles más susceptibles a la disminución del PIs reportada por Dragani et al. (2013) y su efecto se vería en principio en las playas más al norte. Esto está en concordancia a lo observado en este trabajo para el perfil de playa de Punta Rasa y Mar de Ajó. Lo observado en el volumen de arena de la playa emergida para Pinamar y Mar de las Pampas indica que la región al sur de Punta Médanos fue estable en el periodo estudiado.

Por otro lado, los perfiles estudiados podrían categorizarse de acuerdo con la presión antropogénica y las características urbanísticas del sitio en los que se encuentran. Un grupo estaría caracterizado por una relativamente baja presión antropogénica (Punta Rasa, Nueva Atlantis y Mar de

las Pampas), en dónde la primera línea de médanos ha sido conservada. Por ejemplo, el perfil estudiado en la reserva de Punta Rasa se encuentra en un sitio alejado de toda construcción o camino asfaltado, donde existe un campo de médanos el cual es solamente afectado por la actividad de automotores (típicamente cuatriciclos) especialmente durante la temporada estival. El otro grupo de perfiles de playa, caracterizado por una alta presión antropogénica (Mar del Tuyú, Mar de Ajó y Pinamar) presenta un desarrollo de infraestructura que invade (y a veces destruye) la primera línea de médanos costeros. Por ejemplo, en Mar del Tuyú, el sitio relevado posee un altísimo desarrollo urbanístico, con edificaciones públicas y particulares emplazadas sobre la playa. Aquí las observaciones indican que el perfil medio se encuentra por debajo del nivel medio del mar, permaneciendo siempre húmedo casi en su totalidad. En consecuencia, la tendencia que se aprecia en el perfil de playa de Mar del Tuyú parecería estar asociada a una condición de "deterioro crónico" y no a un proceso de acreción. Aquí el perfil tendería a mejorar muy levemente, eventualmente durante condiciones prolongadas de buen tiempo, pero, luego de tormentas menores o moderadas retornaría a la misma condición de deterioro crónico. Como se mencionó, esta situación estaría asociada a que la primera línea de médanos fue completamente devastada y reemplazada por construcciones a lo largo de más de 1 km de playa y, por lo tanto, no existe la reserva natural de arena.

Finalmente, el sitio relevado en Nueva Atlantis mostró signos de acreción durante el periodo analizado en este trabajo. Sin embargo, el perfil de Mar de Ajó exhibió disminución del volumen de arena para el mismo periodo, a pesar de la cercanía entre sitios (aproximadamente 8 km). Este hecho puede atribuirse a la presión antropogénica a la que está sometida la playa en Mar de Ajó.

CONCLUSIONES

En este trabajo se analizaron los perfiles de playa obtenidos de relevamientos sistemáticos realizados entre 2009 y 2016 en seis sitios de la costa atlántica bonaerense entre Mar de las Pampas y Punta Rasa. Los volúmenes de playa frontal en Punta Rasa y Mar de Ajó presentan tendencias negativas, lo cual indicaría que ambos sitios estuvieron sujetos a erosión durante el período relevado. Por otro lado, se obtuvieron tendencias positivas en Nueva Atlantis y en Mar de Tuyú, en este último sitio al límite de la

significancia. Finalmente, Pinamar y Mar de las Pampas no presentan tendencias significativas en las series de volúmenes de arena. Por lo tanto, las dos últimas playas mencionadas podrían ser caracterizadas como relativamente estables. Respecto al efecto antropogénico, se evidenció al comparar las localidades de Nueva Atlantis y Mar de Ajó.

REFERENCIAS

BÉRTOLA, G. R., et al. "Dinámica morfológica de las playas de Villa Gesell" *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 54, no 1, año 1996, p. 23-35.

BÉRTOLA, Germán R. "Morfodinámica de playas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (1983 a 2004)". *Latin American journal of sedimentology and basin analysis*, vol. 13, no 1, año 2006, p. 31-57.

BUSTOS, M.L., PERILLO, G.M.E., PICCOLO, M.C. "Dinámica de perfiles de playa en zonas con médanos frontales modificados en Pehuén Co (Argentina)". *Lat. Am. J. Sedimentol*, vol 23 no 2, 2016, p. 133-149.

CERC, "Coastal Engineering Research Center. Shore protection manual". U.S. Army Corps of Engineers., U.S. Government Printing Office, Washington DC. 1984.

DEAN, Robert G.; DALRYMPLE, Robert A. "Coastal processes with engineering applications". Cambridge University Press, 2004.

DEAN, Robert. "Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications". *Journal of Coastal Research*, vol 7 no.1, 1991, p.53-84.

DRAGANI W.C, MARTIN P.B., ALONSO G, CODIGNOTTO JO, PRARIO BE, BACINO G. "Wind wave climate change: impacts on the littoral processes at the northern Buenos Aires Province coast, Argentina". *Climatic Change*, vol.121, no.4, 2013, p.649-660.

ECHEVARRÍA, E. R., DRAGANI, W. C., & WÖRNER, S. "A comprehensive study about alongshore wave energy flux in the coast of Buenos Aires, Argentina". *Journal of Coastal Conservation*, vol. 23, no.2, 2018, p. 435-443.

ISLA, A. F. I., BERTOLA, G., FARENGA, M.O., CORTIZO, L.C. "Morfodinámica y balance sedimentario de playas del Partido de Pinamar (1995-1999), Provincia de Buenos Aires". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 56, no 2, 2001, p. 150-160.

ISLA, F. I., CORTIZO, L.C., MERLOTTO, A., BÉRTOLA, G., PONTRELLI ALBISETTI, M., FINOCCHIETTI, C. "Erosion in Buenos Aires province: Coastal-management policy revisited". *Ocean and Coastal Management*, Vol. 156, 2018, p.107-116.

JACKSON, D.W.T.; SHORT, A. "Sandy Beach Morphodynamics"; *Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020*

LAMARCHINA, S., MAENZA, R., ISLA, F. "Mixed sand and gravel beaches of Buenos Aires, Argentina. Morphodynamics and stability". *Journal of Coastal Conservation*, vol. 25 no. 4, 2021, p. 1-11.

LARSON, M., KRAUS, N.C. "Temporal and spatial scales of beach profile change, Duck, North Carolina". *Marine Geology*, vol. 117, 1994. p.1-4, 75-94.

LÓPEZ, R. A.; MARCOMINI, S. C. "Consequences of anthropic activity in Mar del Tuyú partido de La Costa, Buenos Aires, Argentine". *Ocean & Coastal Management*, vol. 77, 2013, p. 73-79.

MARCOMINI, S. C., LÓPEZ, R.A., PENCHASZADEH, P.E. "Beach morphodynamics and clam (*Donax hanleyanus*) densities in Buenos Aires, Argentina". *Journal of Coastal Research*, Vol. 18, no. 4, 2002, p. 601-611.

MERLOTTO, A. "Seasonal morphodynamic classification of beaches in Necochea Municipality, Buenos Aires Province, Argentina". *Ciencias Marinas*, Vol. 39 no. 4, 2014, p. 331-347.

SEN, P.K. "Estimates of regression coefficient based on Kendall's Tau". *J. Am. Stat.Assoc*, Vol. 63, 1968, p. 1379-1389.