

Nota Técnica

RELEVAMIENTOS SEMICUANTITATIVO PARA EL ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA DE PLAYA

Angel Marcos, Elba Fernández, Jorge Caló, Ricardo Huespe

Departamento de Geología, U.N.S. San Juan 670, (8000) Bahía Blanca. amarcos@uns.edu.ar

RESUMEN

El cambio climático global y sus efectos sobre las ambientalmente sensibles áreas costeras han llevado, tanto a los organismos científicos como económicos, a poner en ejecución planes de manejo costero. Un punto débil de este esquema es la falta de datos estadísticos, sobre todo en países del llamado Tercer Mundo, que por sus características económicas no destinan fondos para este tipo de estudio. Es por ello interesante ejecutar metodologías de relevamiento de bajo costo, accesibles aún a personas con escaso conocimiento técnico para obtener resultados que puedan servir para resolver esta problemática. Es así que se hicieron experiencias con una metodología basada en un relevamiento semicuantitativo de playas, adaptado a las condiciones del medio en la costa de Monte Hermoso. En dicha localidad, en base a estudios previos se posee un conocimiento de sus materiales y su dinámica, tanto de la playa como del mar y de su clima. Periódicamente, con un relevamiento expeditivo se pueden realizar perfiles topográficos de playa, mientras que observaciones oceanográficas y climáticas con métodos convencionales, son importantes para la comprensión de los procesos costeros que generan las variaciones morfológicas de la playa.

La metodología se basa en un relevamiento descriptivo semicuantitativo, que brinda un caudal de información confiable y permite inferir el comportamiento de la playa en función del tiempo. Se realizan bosquejos topográficos de sectores definidos de la playa, volcando la información con una simbología preestablecida, indicando la orientación de barras, canales, afloramientos, corrientes de flujo, etc. Las dimensiones son estimadas según una grilla métrica. La grilla referenciada se construye con elementos de fácil reconocimiento, presentes en la costa, las que luego se identifican en campañas sucesivas a los efectos de comparar los cambios sufridos por la playa durante un período determinado.

Los registros se transfieren a una base de datos digital gráfica, para generar mapas mediante un programa de graficación y Sistema de Información Geográfica. Ellos se evalúan individualmente y además se comparan entre campañas sucesivas, para establecer el desplazamiento de las geoformas de playa. La interpretación de los resultados obtenidos, se realiza mediante un seguimiento secuencial, para inferir la tendencia del movimiento de los sedimentos y el comportamiento estacional y anual de la playa. Además se puede determinar el tiempo en el que se desarrollan los procesos de erosión y depositación.

Palabras Claves: Morfología de playas - Manejo costero - Monte Hermoso

ABSTRACT

The global climate change and its effects on environmentally sensitive coastal areas have led both scientific and economic organizations, to implement coastal management plans. One weakness of this scheme is the lack of statistical data, especially in the so-called Third World countries, which by their economic characteristics do not allot funds for this type of study.

It would be interesting to have easy low-cost survey methodologies, accessible to people with limited technical knowledge, yielding results that could be used by the specialists in coastal management. That is a kind of appropriate technology. Thus, experiments were made with a methodology based on a semiquantitative beach survey, adapted to local people conditions. They were carried out on the coast of Monte Hermoso, where there is knowledge of both beach and the sea sediments, dynamics and climate from previous studies. Periodically the survey can be accompanied by expeditive topographic beach profiles. Near-shore and climatic observations with conventional methods, would be important for the understanding of the coastal processes that generate the morphological variation of the beach. The methodology is based on a semi-quantitative descriptive survey, which provides a wealth of reliable information, and thus inferences about the behaviour of the beach along the time. Topographic sketches are made from target beach areas, turning the information into defined symbols that indicate the orientation of ridges, runnels and their flow, outcrops, etc. Dimensions are measured by estimating a metric grid. In order to be located during the successive campaigns the target beach areas are referenced to natural or cultural elements of easy recognition along the coast. Thus, beach change during a given period can be compared. The records are transferred to a digital graphic database to generate maps using a graphing program and a Geographic Information System. They are evaluated individually and also compared between successive campaigns, in order to establish changes on beach morphology. The results are chronologically compared to infer the trends of sediment movement and the seasonal and annual behaviour of the beach. The length of time to develop the processes of erosion and deposition can also be determined.

Keywords: Beach morphology - coastal management - Monte Hermoso.

INTRODUCCION

Las áreas costeras son ambientes sensibles a los cambios climáticos globales y a los efectos de tormentas, maremotos y modificaciones transitorias del nivel del mar. Considerando que estas áreas son ampliamente pobladas como consecuencia de la industria del turismo y que actualmente la urbanización de zonas costeras está en expansión, es que distintos organismos de investigación y económicos han puesto en ejecución planes de manejo costero tendientes a conservar estos ambientes y minimizar los riesgos que se puedan generar.

La urbanización en las áreas costeras, tiende a invadir la zona de los médanos protectores con lo que se altera el sistema de equilibrio de las playas, con la consecuente erosión costera y los daños ambientales que se generan en relación a las obras de ingeniería y de infraestructura, fundamentalmente en la zona próxima a la playa.

Los gobiernos han comenzado a actuar generando leyes para un ordenamiento en la

urbanización de zonas costeras. La Provincia de Buenos Aires a través de la Ley 12.257 sobre el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires, en el Artículo 142 prohíbe el loteo y la edificación en una franja de ciento cincuenta metros (150 m) aledaña al Océano Atlántico y la edificación sobre los médanos y cadenas de médanos que lleguen hasta el mar aún a mayor distancia.

Mediante la Ley 11723 del Medio Ambiente en el Artículo quinto, inciso b, todo emprendimiento que implique acciones u obras que sean susceptibles de producir efectos negativos sobre el ambiente y/o sus elementos debe contar con una evaluación de impacto ambiental previa.

Sin embargo, un punto débil en la implementación de estas leyes, es la falta de datos estadísticos sedimentológicos, meteorológicos y oceanográficos, que permiten conocer el comportamiento de la playa y, en consecuencia poder elaborar un plan de manejo costero. La obtención de estos datos requiere de aparato-

Relevamientos semicuantitativo para el estudio de la morfología de playa.

logía e infraestructura costosa y los gobiernos no siempre destinan fondos suficientes para la realización de estos estudios.

Por ejemplo, entre otras metodologías actuales utilizadas en la obtención de datos para los estudios de manejo costero y de evaluación de impacto ambiental, se pueden mencionar aquella del ABMS (Annual Beach Monitoring Survey) que consiste en fotografías aéreas anuales de la costa a una escala determinada. Se realiza el análisis anual de los perfiles derivados de la fotogrametría con revisiones periódicas del conjunto de datos y la distribución anual (Channel Coastal Observatory, 2009).

Otro ejemplo de tecnología emergente para el relevamiento de datos costeros es aquella del escaneo laser (LIDAR), que presentaría ventajas sobre los métodos tradicionales para aplicaciones específicas. Los relevamientos de escaneo laser generan datos de tridimensionales de alta resolución georeferenciados comparables con los métodos de relevamientos tradicionales. En el trabajo citado se hace una evaluación de esta tecnología utilizando el equipo Leica HDS 3000 en aplicaciones de ingeniería costera (Soeder and Jenkins, 2006).

La complejidad y el elevado costo de las técnicas modernas, hacen que sean de difícil acceso a las pequeñas comunidades costeras que sufren de la problemática ya mencionada, a menos que lo realice un ente estatal o particular contratado por el estado.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo es establecer metodologías de relevamiento (tecnología apropiada) de bajo costo, accesibles aún a personas con escaso conocimiento técnico para obtener resultados que puedan servir a los especialistas con el objetivo de resolver esta problemática. Es así que se hicieron experiencias con una metodología basada en el llamado relevamiento expeditivo, adaptado a las condiciones del medio. Estos ensayos se realizaron en la costa de Monte Hermoso, donde se tiene conocimiento de sus

materiales y su dinámica, tanto de la playa como del mar y de su clima, en base a estudios anteriores.

AREA DE ESTUDIO

La ciudad balnearia de Monte Hermoso está situada sobre la costa en el SO de la Provincia de Buenos Aires, a 110 km de la ciudad de Bahía Blanca (Fig. 1). La costa en este sector es una amplia bahía de dirección E-O, que se extiende por 32 km entre Punta Sauce al E del balneario, y punta Pehuen Co, donde se encuentra la localidad balnearia del mismo nombre al O. La configuración de la costa está respaldada por un cordón medanoso parcialmente vegetado, que se extiende al norte de la ciudad con un ancho que varía entre 5 y 8 km.

La zona se caracteriza por la presencia de vientos cuya dirección dominante es del sector N, NO y NE. Los que provienen del mar (S, SE y SO) son menos frecuentes, sin embargo son los de mayor intensidad. Menos habituales aún son los de dirección E-O (Fernández et al., 2003).

El régimen de marea es meso mareal de tipo semidiurno, con desigualdades diurnas cuya amplitud media es de 2,45 m y máxima de 3,61 m (Sicigias). La altura máxima alcanzada en pleamar es de 3,59 m y la media de 3,12 m, mientras que la bajamar más baja es de -0,05 m y una media de 0,67 m (Servicio Hidrografía Naval, 1998).

La playa en general presenta un perfil típico de playa distal, playa frontal y cara de playa según la clasificación establecida por Spalletti (1980), respaldada por médanos frontales (Fig 2), que en algunas zonas están parcialmente fijados por vegetación y en otras fueron invadidos por la urbanización. El ancho promedio de la playa alcanza valores cercanos a los 270 m, con una pendiente estimada de 35° en la zona de transición entre la playa distal y la frontal, de 2° en la parte alta de la playa frontal y de

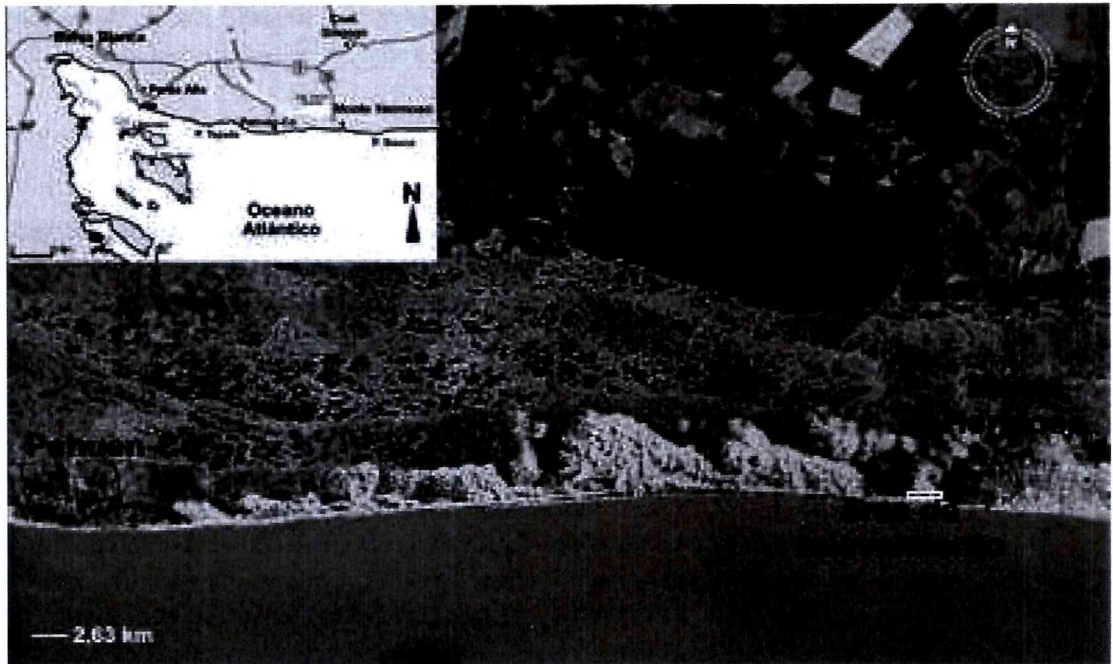


Figura 1. Localización del área de estudio.

0,5° en su porción baja (Caló *et al.*, 2005).

La costa está expuesta a la acción directa de olas provenientes principalmente del sector sur, aunque las mayores alturas se han registrado en aquellas provenientes del SO y alturas algo menores provenientes del SE (Caló *et al.*, 2005). Se han evidenciado olas con alturas de 5 y 6 metros del SO en un evento extraordinario en el año 1997 (Caló *et al.*, 2000). Estacionalmente en otoño e invierno las alturas medias de olas son menores que en

primavera y verano. La corrientes litorales se caracterizan por una alternancia de dirección E y O con un leve dominio en esta última.

La playa está constituida por arenas finas moderadamente bien seleccionadas. Según las características texturales, son aportadas alternativamente por el médano y por la parte inferior de la playa frontal (playa baja), dependiendo de la dirección dominante del viento y de la influencia de la urbanización (Fernández *et al.*, 2003).

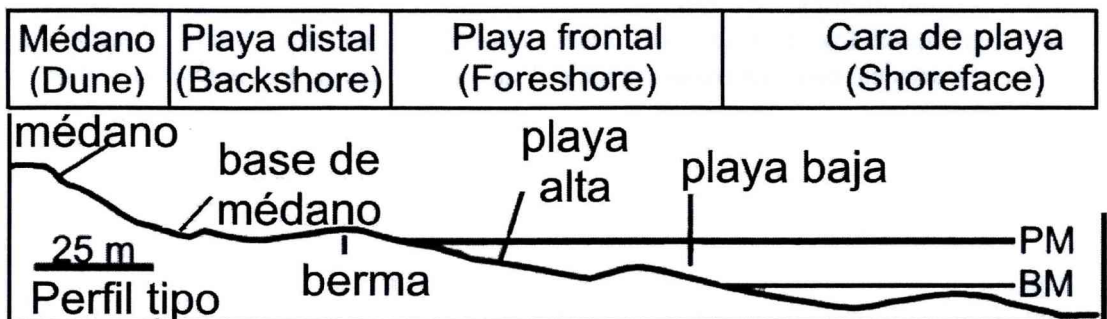


Figura 2. Esquema del perfil tipo de la playa de Monte Hermoso.

METODOLOGIA

La metodología propuesta es sumamente económica y no requiere de grandes y costosos equipos, y el personal para realizar estas tareas se puede conformar entrenando un equipo de trabajo que realice las mediciones en forma continua a lo largo del tiempo. Así se puede obtener una base de datos que permita hacer un seguimiento del comportamiento de la playa tanto en forma cualitativa como cuantitativa y considerar la influencia de la actividad humana sobre la línea de costa.

Para el relevamiento expeditivo, se ha diseñado una planilla de descripción semicuantitativa de playa (Fig. 3), en la que se vuelcan las principales características observadas en estudios anteriores y que se reiteran en el tiempo. En la misma se vuelcan los datos generales del observador, fecha y hora de realización del trabajo y el estado de la marea. También el tipo de perfil, las características de las barras y los canales, y el tipo de sedimento que se observa. Se anotan las formas de playa como cuspillitos y protuberancias y finalmente la presencia de afloramientos y las formas y dimensiones.

Conjuntamente con esta planilla, se prepara una plantilla cuadrículada con una escala definida confeccionada en base a la localización de los puntos de referencias fijos posicionados sobre la zona costera. Las referencias fijas pueden ser construcciones sobre la costa (casas, paradores), bajadas a la playa, vegetación permanente (árboles). De esta forma, se podrá recorrer la zona diseñando todas las geofomas que se observen posicionadas en la grilla. Asimismo, sobre la plantilla se ubican los perfiles topográficos perpendiculares a la línea de costa. Realizando este relevamiento con una frecuencia preestablecida, se puede conocer los cambios morfológicos de la playa en forma cualitativa.

Si conjuntamente se realizan perfiles topográficos de la playa, se pueden medir las for-

mas y establecer el volumen de arena que se desplaza entre una campaña y otra. La continuidad en el tiempo, permitirá establecer un balance sedimentario anual pudiéndose medir los cambios estacionales en cuanto a los procesos de erosión y sedimentación. De esta manera se obtiene también la información cuantitativa.

Los relevamientos de los perfiles de playa se pueden realizar con el método de jalones, propuesto por Emery (1961) y cuyos resultados para esta playa, ya han sido comprobados en trabajos anteriores de Caló *et al.*, 1998 y Fernández *et al.*, 2003. Si bien hay métodos más modernos para la realización de los mismos, el propuesto es sumamente económico en relación a la precisión que brinda.

Si bien no es el objetivo de este trabajo, es importante señalar que esta información puede ser complementada con los datos oceanográficos y meteorológicos. En cuanto a los datos oceanográficos, la experiencia del grupo de trabajo ha demostrado la eficacia del sistema LEO (Litoral Environmental Observations, del Coastal Engineering Research Center, U.S. Army Corps of Engineers). Este método utiliza observaciones visuales que se anotan en una planilla normalizada (Schneider, 1981). Se deben realizar dos observaciones diarias, una a la mañana y la otra a la tarde.

Los parámetros medidos, son entre otros, altura de rompiente y período de ola, frecuencia, procedencia del tren de ola, ancho de playa, zona húmeda, zona de mezcla de sedimentos y otros que se encuentran en la planilla. Estos relevamientos son de fácil realización, de bajo costo y al igual que en el método de relevamiento expeditivo, se puede entrenar personal que realice las tareas. En cuanto a los datos meteorológicos, es importante contar con el apoyo de una estación meteorológica que generalmente se encuentran en la mayoría de las ciudades balnearias.

PLANILLA DE DESCRIPCIÓN SEMICUANTITATIVA DE PLAYA

Observador	Lugar	Sector		Longitud(m)	
aa/mm/dd/hh	Hora pleamar (PM)	Hora bajamar (BM)			
Estado de la marea (1)	Pleamar	BBajante	Media B	Baja	Creciente Media C

TIPO DE PERFIL	Berma y Canal	Plataforma	Otro	Explicar al dorso
	Cóncavo	Lineal	Convexo	

B A R R A S	Cantidad	Berma	1°	2°	3°	Subm
	Normal					
	Lavado (2)					
	Recta					
	Crescentica					
	Doble cres.					
	Orientación (grados)					
	Altura (m)					
	Longitud (m)					
Distancia entre barras						

C A N A L	Forma	Recto							
		Meandro							
	Salida	Gancho							
		Simple							
		Doble							
	Orientación salida	Con piletón	SI				NO		

Sedimento	Geoforma	P Distal	1° Barra	Entre	2° Barra	Entre	3° Barra	Entre	Submarina
	Tipo (3)								

FORMAS DE PLAYA	Cuspillitos	Protuberancias	Distancia (m)
------------------------	-------------	----------------	---------------

AFLORAMIENTOS	Forma	Largo (m):	Ancho (m):
----------------------	-------	------------	------------

Indicar las opciones con una cruz.

- (1) Pleamar (P), Bajante (BB), Media Bajante (MB), Baja (B), Creciente (C), Media Creciente (MC).
- (2) Tiene la pendiente hacia el continente muy empinada (cara de avalancha)
- (3) G: Grava, AG: Arena Gruesa, AM: Arena Mediana, AF: Arena Fina y C: Conchilla.

Figura 3. Planilla de descripción semicuantitativa de playa.

RESULTADOS

En la localidad de Monte Hermoso, se han realizado mediciones utilizando esta metodología, en un sector de 2.300 m a partir del espigón oeste hasta el Camping Americano en direc-

ción al oeste. En la línea de costa se tomaron cómo referencias una casa de techo verde, un parador, una bajada de automóviles, una ruta de tierra, un árbol solitario y un tanque de agua en un camping costero. Se conoce la distancia entre ellos, y en todos los casos estas

Relevamientos semicuantitativo para el estudio de la morfología de playa.

referencias no se modifican, por lo menos en un corto período, con lo que se garantiza la continuidad en el tiempo de las mediciones.

En una secuencia de cuatro campañas realizadas los días 5 y 19 de abril, 3 de mayo y 19 de junio de 2005 (C1, C2, C3 y C4 respectivamente, Fig. 4), se percibe la variación en la disposición de las formas de playa. Las variaciones en los bancos (tamaño y posición) es, además de las corrientes litorales, respuesta a las corrientes de marea de creciente, mientras que la presencia de canales refleja la dinámica de la marea de bajante.

En los extremos del sector estudiado durante la campaña C1, se observan dos barras con suaves pendientes y de aproximadamente 500 m y una en el centro de 150 m. Se encuentran entre los 75 y 100 m de la base de

médano. La presencia de cinco canales se advierten en las proximidades del espigón, en el extremo Este de la zona estudiada, pero no se forman en el extremo Oeste.

En cuanto a los afloramientos de sedimentos consolidados, están representados por círculos proporcionales a su tamaño en la Figura 4 y se encuentran posicionados entre los 100 y 150 m desde la base del médano. Dichos afloramientos se observaron en todas las campañas variando su tamaño que estaría en función del desplazamiento de la arena, produciendo un soterramiento o exposición del afloramiento. En general comienzan a aparecer en formas pequeñas en el perfil B aumentando su tamaño hacia el perfil E. A lo largo de las cuatro campañas, entre el perfil C y E los afloramientos presentan un mayor tamaño,

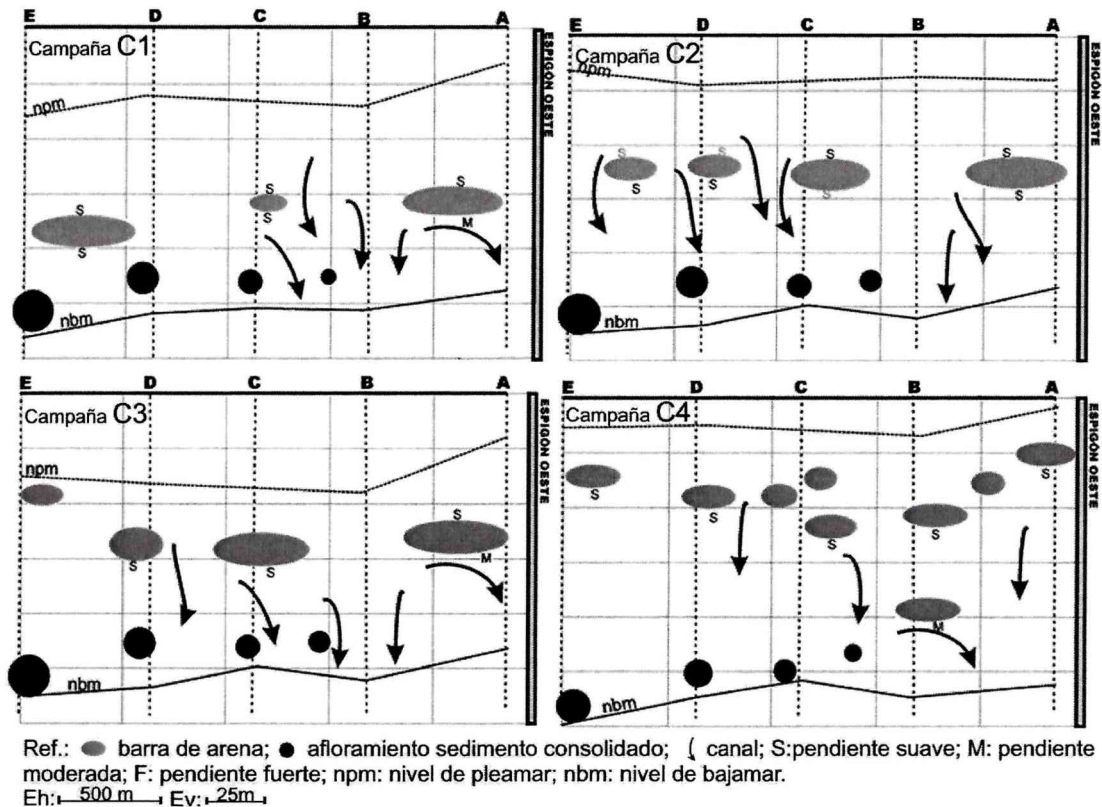


Figura 4. Relevamiento expeditivo de playas a partir de puntos de referencia ubicados en la zona costera. El límite superior de los gráficos corresponde a la base del médano.

extendidos en sentido paralelo a la costa evidenciando una menor acumulación de arena.

En la campaña **C2** se continua observando la barra próxima al espigón con las mismas dimensiones y suaves pendientes, la pequeña barra central identificada en la campaña anterior, aumenta de 150 a 360 m y finalmente la barra del sector oeste aparece dividida en dos barras de aproximadamente 250 m cada una. En este caso se encuentran entre los 50 y 75 m de la base del médano. Los canales difieren de la campaña anterior ya que se encuentran distribuidos en todo el área. En cercanías del espigón oeste, entre los perfiles A y C, disminuye la cantidad de los canales formados, encontrándose sólo dos. Entre el perfil C y E aparecen canales entre los bancos formados. Además se observó que los afloramientos de limos consolidados ubicados en el sector de los perfiles B y C exhiben un mayor tamaño, por presentar una mayor exposición.

Durante la campaña **C3** persisten las cuatro barras de la campaña anterior aunque con diferencias en su morfología y posición. La longitud de la barra central sufre un aumento a 430 m aunque la distancia a la base de duna varía entre los 50 y 75 m. La barra del extremo oeste disminuye a aproximadamente 180 m y se desplaza hacia el cordón de dunas, mientras que la barra ubicada en el perfil D se desplaza levemente hacia el SO. En esta campaña, los canales que en C2 se formaron entre las barras, se desplazaron hacia el sector de los afloramientos entre los perfiles A y D y presentan una localización similar a la identificada en C1.

Finalmente en la campaña **C4**, cambia totalmente la disposición de las barras que aparecen divididas en varias barras pequeñas de entre 180 y 290 metros, alineadas entre los 30 m y 60 m de la base de las dunas. Una barra de 200 m aparece en el sector del perfil B a los 100 m de la base de duna, siendo la más cercana a la línea de bajamar. La disposición de los canales está limitada a algunos aflora-

mientos, observándose uno por debajo de la barra próxima a la bajamar.

La información obtenida a partir de este relevamiento es importante como complemento para la medición de perfiles, por cuanto permite establecer la presencia de formas de playa que no sean atravesadas por el perfil o bien determinar su extensión y posición de una forma más precisa.

CONCLUSIONES

La implementación del relevamiento semi-cuantitativo de las geoformas de playas para el estudio de la zona costera, es simple y económica. Las tareas se pueden realizar mediante el entrenamiento de personal no especializado para darle continuidad en el tiempo a las mediciones.

Este método de relevamiento es una fuente de información cualitativa realizado con una grilla métrica preestablecida. Una vez determinados los puntos de referencia y construida la grilla, se puede recorrer el sector seleccionado dibujando las formas principales de la playa (barras, canales y eventuales afloramientos de sedimentos consolidados), cómo así también toda otra información que se considere de importancia para evaluación del sector. Conjuntamente con el diseño de las formas, se completa la planilla de relevamiento de playa.

La metodología presentada en este trabajo se debería complementar con otras tres fuentes de información. La primera de ellas consiste en la posibilidad de contar con información cuantitativa mediante la construcción de perfiles con un método simple y económico como es la medición de Jalones Emery, el cual es un complemento ideal para la metodología presentada. El perfil de la playa se reproduce fielmente y permite establecer volúmenes de material que se desplazan. Es fundamental en el desarrollo de un plan de manejo costero para establecer sectores de extracción de arena,

Relevamientos semicuantitativo para el estudio de la morfología de playa.

que en todas las localidades costeras se utiliza para la construcción.

Por otra parte, la implementación del relevamiento semicuantitativo, se optimizaría con el aporte de una segunda fuente de información como son los parámetros oceanográficos y meteorológicos, la cual es complementaria de la anterior y en conjunto brindan un caudal de información muy importante. Se debe destacar la importancia de la continuidad desde sus comienzos para establecer una base de datos estadística, que no es común encontrar en localidades balnearias tanto en Argentina como en otras partes del mundo.

La obtención de datos oceanográficos se puede realizar a partir de las planillas de observaciones costeras LEO (Littoral Environmental Observations) que se realizan dos veces por día. Este sistema de observaciones no requiere de aparatología especializada y es de rápida ejecución.

La última fuente de información que completaría la base de datos está relacionada a los datos meteorológicos. Es frecuente que cualquier ciudad balnearia disponga de una estación meteorológica.

La evaluación de la información final obtenida de estas cuatro fuentes, debería ser realizada por personal capacitado, incorporando los resultados a un programa de Sistema de Información Geográfica (SIG). De esta manera se podrá hacer un seguimiento en cuanto a las variaciones de las formas de la playa y el comportamiento de las mismas frente a la intervención del hombre.

REFERENCIAS

- Caló J., E. Fernández, A. Marcos, H. Aldacour. 2005. Observaciones litorales ambientales de olas, corrientes y vientos de la playa de monte hermoso entre 1996 y 1999. *Geoacta*, 30, 27-38.
- Caló, J., E. Fernández, A. Marcos, H. Aldacour, 2000. Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso. Argentina. *Geoacta*, 25:40-48.
- Caló J., E. Fernández, A. Marcos, H. Aldacour. 1998. Analisis preliminar del balance sedimentario de la playa de Pehuen-Co, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Geoacta*, 23, 1-12.
- Channel Coastal Observatory, 2009. Regional Coastal Monitoring Programmes. Hosted by New Forest District Council, in partnership with the University of Southampton and the National Oceanography Centre, Southampton.
- Emery, K., 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6:90-93.
- Fernández E., A. Marcos, J. Caló, H. Aldacour. 2006. Balance sedimentario, parámetros meteorológicos y oceanográficos en un sector de la playa de Monte Hermoso, Provincia de Buenos Aires. *Geoacta*, 31, 11-22.
- Fernández E., J. Caló, A. Marcos, H. Aldacour. 2003. Interrelación de los ambientes eólico y marino a través del análisis textural y mineralógico de las arenas de la playa de Monte Hermoso, Argentina. *AAS Revista*, 10(2):151-162.
- Schneider C., 1981. The littoral environment observation (LEO) data collection program. Coastal Engineering Research Center, Technical Aid, 81-5, Vicksburg, Ms.
- Servicio de Hidrografía Naval, 1998. Tablas de marea. Publicación H-610:140-144
- Spalletti, L.A., 1980. Paleoambientes sedimentarios en secuencias silicoclásticas. Asociación Geológica Argentina, Serie B. Didáctica y complementaria 8. 99 pp.
- Soeder, E., M.G. Jenkins. 2006. Coastal Applications for High Definition Survey / Laser Scanning Technology. Proceedings National Conference on Beach Preservation Technology. Florida Shore & Beach Preservation Association. Hyatt Sarasota, Sarasota, Florida.