

**ANALISIS PRELIMINAR DEL BALANCE SEDIMENTARIO DE LA PLAYA DE PEHUEN-CO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.**

**Jorge Caló, Elba Fernandez, Angel Marcos, Héctor Aldacour**

UNS. Dto Geología, San Juan 670 - (8000) Bahía Blanca, Argentina.

e-mail: jecalo@criba.edu.ar - efernan@criba.edu.ar - amarcos@criba.edu.ar

**RESUMEN**

La erosión de las playas del Balneario Pehuen-Có y la extracción de arena para la construcción, ponían en riesgo el uso recreativo del mismo y antes de iniciar cualquier trabajo de protección, se consideró conveniente efectuar un estudio sobre los procesos y respuestas que se operan en la playa. En el área la costa es baja y arenosa, caracterizándose por un complejo de dunas de aproximadamente 6 Km de ancho, aumentando su altura hacia la costa. La playa es arenosa con un ancho aproximado de 150 m presentando un perfil de barras y canales. En dos sectores a ambos lados del centro urbano se midieron perfiles de playa a partir de los cuales se realizaron mapas topográficos. La comparación de éstos últimos de dos campañas sucesivas permite establecer los mapas residuales para la determinación de los sectores de erosión y depositación, así como los volúmenes de sedimentos desplazados. Se pueden establecer diferencias en el comportamiento de la playa en ambos sectores. En el este mantiene la tendencia positiva de sedimentación, mientras que en el sector oeste hay pérdida de arena en invierno, se estabiliza en primavera y se recupera en verano. Como las pérdidas evidenciadas son menores que las pérdidas máximas recuperables, se considera que la playa tiene posibilidad de recuperación en períodos que exceden al año. Sin embargo la explotación de arena de las playas debe ser cuidadosamente programada.

**ABSTRACT**

The recreational usage of the Pehuen-Có resort beaches was put to a risk due to erosion and sand mining. Before to attempt any protection wok, it was considered expedient to perform a study on processes and responses operating on the beach. In the site the cost is low and sandy, being characterised by a sand dune complex about 6 km in width, with increasing heights towards the cost. The sandy beach has an average of 150 m. in width.

Beach profiles were surveyed at both ends of the town sector. Morphological maps were plotted from those profiles. Residual maps were derived by comparison of maps belonging to two successive survey campaigns. These maps allow ascertaining erosion or accretion places on beaches as well as the displaced sediment volumes. Differences in beach behaviour can be established for both sectors. At the eastern sector the beach maintains a positive sedimentation trend, meanwhile at the western sector there are sand depletion in winter, beach stabilisation in spring and beach accretion in summer. As the sand losses being evidenced by the study are less than the recoverable maximum, it is considered that the beach has a recoverable period in excess of one year. Notwithstanding, beach sand mining must be carefully programmed.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El incremento en el uso de las zonas costeras por el hombre actúa acelerando o retardando los procesos de erosión-sedimentación de las mismas. Dicha intervención se ha visto últimamente acentuada debido a su atractivo turístico, por lo que es necesario compatibilizar el desarrollo urbano con diversas actividades como ser la extracción de arena para la construcción habitacional y de infraestructura.

El Municipio de Coronel de Marina Leonardo Rosales, como consecuencia de la erosión de las playas del Balneario Pehuen-Có, que pone en riesgo el uso recreativo del mismo, consideró conveniente efectuar un estudio sobre los procesos y respuestas que se operan en la playa antes de iniciar cualquier trabajo de protección. Actualmente se realiza una extracción de arena destinada a la construcción que no ha sido organizada ni controlada, por lo que se desea conocer cual puede ser su influencia en el problema planteado

Los cambios en la morfología de una playa son producidos por el movimiento de los sedimentos inconsolidados generado por agentes naturales como el viento, las olas y mareas, y por agentes antrópicos como la extracción indiscriminada de arenas, construcción de caminos costeros, etc. La escala temporal de estos cambios va desde la respuesta instantánea causada por la embestida de una ola, pasando por una tormenta de varios días, alcanzando las variaciones cíclicas del nivel del mar.

Un enfoque clásico para determinar la ciclicidad de los cambios que se producen en la playa, es analizar en gran detalle los cambios que se operan en un sector pequeño, durante un período de tiempo considerable. En estas circunstancias se puede analizar un espectro amplio de situaciones de energía y así reunir una suficiente cantidad de datos como para armar modelos conceptuales

En este trabajo se presenta como análisis preliminar solamente el balance sedimentario de dos sectores de la playa del balneario, sin establecer relaciones por el momento con los factores meteorológicos y oceanográficos físicos intervinientes. Tampoco se considera la entrada o salida de la arena al sistema, a partir de la deriva litoral, considerándose al mismo como cerrado.

## **2. AREA DE ESTUDIO**

El área de estudio es el sector costero del Balneario Pehuen-có, situado aproximadamente 45 km al este de la ciudad de Punta Alta, dentro del Partido de Coronel Rosales. En este sector la costa presenta una saliente conocida en la cartografía como Punta Pehuen-Có, en la cual está emplazado el centro urbano (Fig. 1).

La costa es baja y arenosa, caracterizándose por un complejo de dunas de aproximadamente 6 km de ancho medio. En los sectores más alejados de la costa, las dunas son de menor altura y se encuentran recubiertas de vegetación. En proximidad de la costa son más altas, vegetadas o no, alcanzando alturas de hasta 10 m.

La playa arenosa tiene un ancho promedio de 143 m. En su parte más alta se desarrolla un pequeño grupo de dunas frontales de bajas altura, que a veces cubren bloques de areniscas de playa sueltas, fragmentos de conchillas y gravas de cuarcitas.

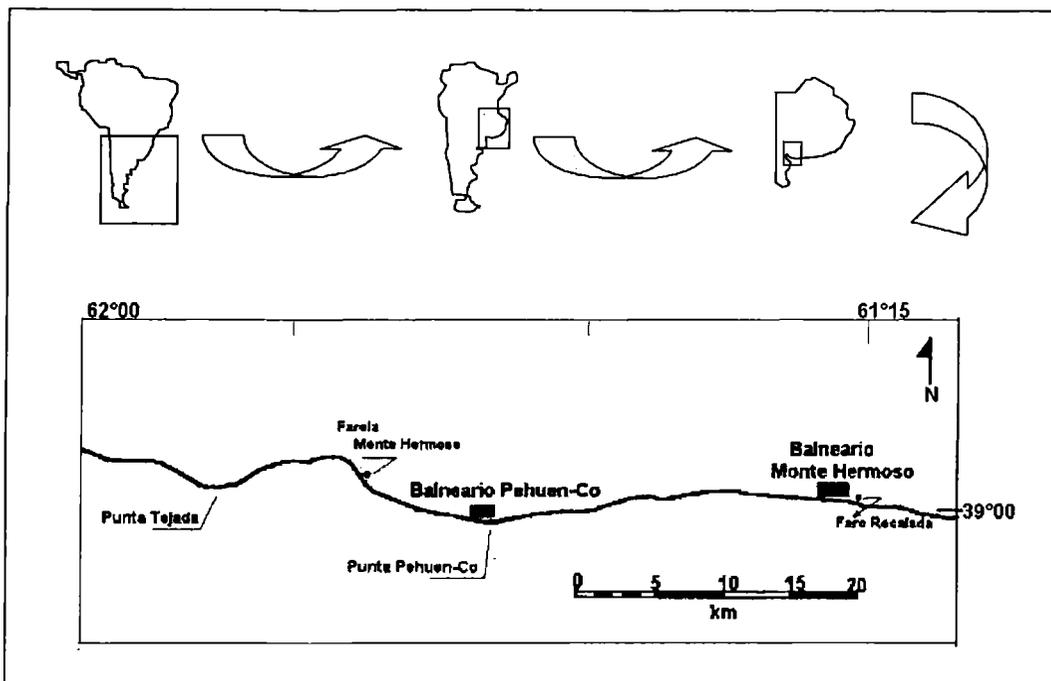


Figura. 1: Ubicación del área de estudio

Estos han sido dejados por el mar durante una tormenta y luego fueron cubiertos por la arena eólica. La playa presenta un perfil cambiante de bermas y canales que dependen de las condiciones oceanográficas (Fig. 2). Durante las tormentas, la playa está sujeta a grandes olas, su perfil se transforma en cóncavo sin ningún rasgo morfológico distintivo, salvo el canal y barra submarinos que suelen adquirir tamaños considerables.

Puede haber erosión de la parte frontal del médano. Durante un período de olas normales, la playa se reconstruye mediante la migración de barras hacia la misma. Estas barras migran hacia la zona de playa alta hasta agregarse como bermas, dando así por resultado un perfil convexo con algunos canales y barras en la playa baja. El sistema ambiental de esta playa puede asimilarse a los modelos disipativos y reflectivos dados en la literatura (Wright *et al.*, 1979; Bowman y Goldsmith, 1983; Wright y Short, 1984; Short, 1991, 1992).

En la playa baja, aparecen algunos afloramientos a modo de plataformas, constituidos por arenas cementadas por carbonato de calcio y conglomerados, que fueron estudiados

por Mouzo, 1980; Mouzo *et al.*, 1985; Aramayo y Manera, 1985. Estos afloramientos que constituyen una localidad fosilífera muy importante, reconocida en los medios paleontológicos, quedan a veces cubiertos por algunos centímetros de arena.

Del examen de la carta náutica de la zona, se desprende que la topografía submarina es bastante irregular, continuándose una especie de plataforma de abrasión que se prolonga hasta la isobata de cinco metros, aproximadamente.

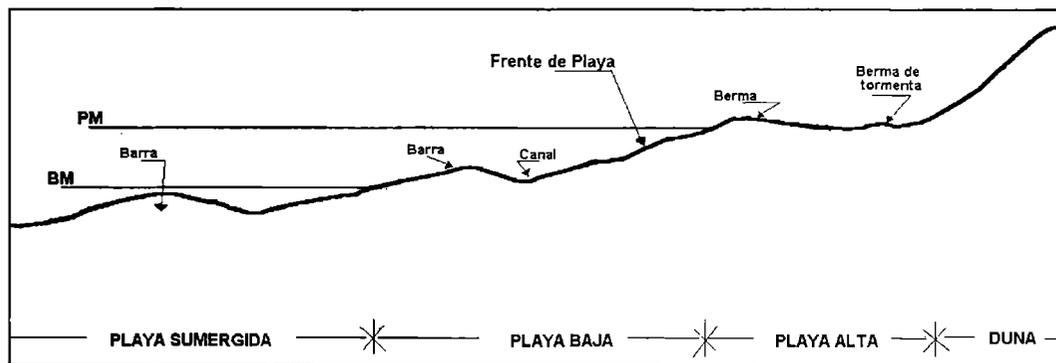


Figura. 2: Morfología de la playa del balneario Pehuen-C6.

El régimen de mareas de la localidad es semidiurno, con un nivel medio en el Faro Monte Hermoso de 1,89 m por encima del plano de reducción. La altura aproximada de pleamar es de 3.30 m y la mínima de bajamar de 1.34 m.

Según las mediciones realizadas mediante el sistema L.E.O. de observaciones costeras (Littoral Environmental Observations), la caracterización ambiental modal de esta playa está dada por olas provenientes del S (75,8% de las observaciones), con alturas entre 0.3 y 0.6 m (60.5%) y cuyo período promedio es de 8.8 s. Por otra parte las rompientes son de tipo de derrame (83.3%) y las corrientes litorales moviéndose hacia el E tienen una predominancia (25,2%) con respecto a las que corren hacia el O. (Caló *et al.*, 1995).

Las corrientes de marea son aproximadamente de dirección NW-SE en el SW de Pehuen-C6, con direcciones opuestas de subiente y bajante. La velocidad de la marea decreciente es ligeramente superior a la de la marea creciente, siendo frecuente velocidades de entre 20 y 30 cm/seg. Hacia el oeste, las corrientes son ESE-WNW, más veloces que las indicadas precedentemente, (NEDECO-ARCONSULT, 1982, 1983).

Los vientos terrestres más frecuentes corresponden a los sectores N, NO y NE (44%), siguiéndoles en importancia los provenientes del mar, sectores SO, S y SE (28.2%) y por último los paralelos a la playa, O y E (27.8%).

### **3. METODOLOGIA UTILIZADA**

Para el desarrollo del presente trabajo se han realizado mediciones en el terreno para establecer la morfología de la playa y se hicieron estudios de laboratorio y gabinete.

#### **3.1 Metodología de Campo**

Para realizar el relevamiento topográfico de la playa, se escogieron dos sectores de 250 m de ancho cada uno ubicados en ambos lados del centro urbano, denominándose dichas áreas como sector este y sector oeste. En cada uno de ellos se establecieron líneas de base paralelas a la costa, próximas al límite superior de la playa. Se instalaron seis mojones para cada sector, separados 50 m entre sí, los que fueron vinculados con un punto geodésico. En cada sector dos equipos de trabajo, realizaron simultáneamente seis perfiles perpendiculares a la playa, a partir de los mojones. Los perfiles se repitieron durante un año con una frecuencia quincenal. Debido a actos de vandalismo, fueron sustraídos los mojones inicialmente colocados, por lo que solo se cuenta con información confiable y susceptible de comparación para un período de 300 días. Se utilizó el método de jalones, propuesto por Emery (1961) para trazar los perfiles.

#### **3.2 Metodología de laboratorio y gabinete.**

Los datos obtenidos durante el relevamiento de campo son procesados para la construcción de los perfiles de playa. Estos perfiles fueron realizados utilizando un nivel de referencia de 10 metros por debajo del mojón a efectos de contar con valores positivos y además permitir establecer comparaciones entre los distintos perfiles y los perfiles de las distintas campañas.

A partir del conjunto de perfiles de cada sector levantados por campaña, se confeccionan mapas topográficos de la playa. La comparación numérica de dos mapas sucesivos, permite la construcción de un mapa residual o isopáquico. En el mismo pueden calcularse los volúmenes y apreciarse sectores de erosión y depositación.

### **4. CAMBIOS PRODUCIDOS EN LA PLAYA**

La evaluación de los resultados obtenidos a lo largo de todas las campañas realizadas y que cubre un período de 300 días, ha permitido confeccionar los perfiles, mapas topográficos y mapas residuales correspondientes e inferir los volúmenes de sedimentos desplazados. Para estimar los cambios resultantes desde el inicio del proyecto, se unificaron los volúmenes obtenidos.

La superposición de los perfiles de dos campañas sucesivas permite visualizar los desplazamientos sufridos por las formas de la playa, observándose en general un avance de las barras hacia la zona de playa alta. (Fig. 3).

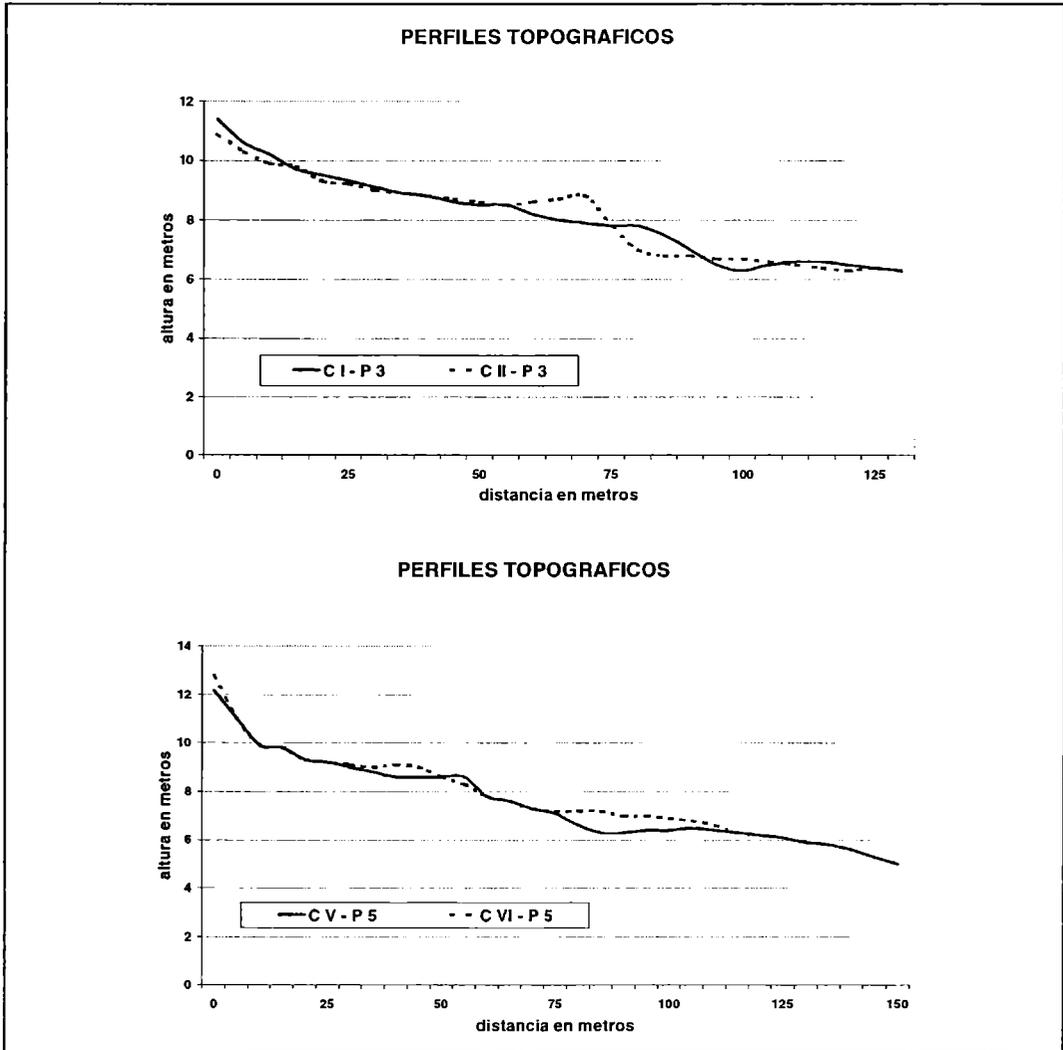


Figura. 3: Ejemplos de perfiles de playa y su variación entre dos campañas sucesivas. Se observa el avance de las barras hacia la zona de médanos costeros.

Posteriormente se realizaron las representaciones topográficas correspondientes para cada sector y finalmente la superposición de éstos últimos permite la construcción de los

mapas residuales (algunos ejemplos se observan en las Figuras 4 y 5 respectivamente).

Los mapas residuales permiten calcular los volúmenes de sedimentos desplazados a partir de los espesores que han sido depositados o erodados. Como la extensión de la playa resultó variable para cada campaña dadas las diferentes condiciones meteorológicas y coeficientes de marea reinantes, se refirieron estos volúmenes medidos a volúmenes a área constante. El área se calcula considerando un largo de 250 m y un ancho de playa constante e igual a 143 m, resultante de la media aritmética de todos los anchos obtenidos en cada una de las campañas. Estos resultados así como los valores acumulados se indican en la Tabla 1.

## **5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

De la evaluación de la información recogida, se observa que existe una marcada alternancia entre períodos de erosión y depositación. La forma de la curva para el sector este se encuentra desplazada hacia valores de balance positivo, en tanto que la otra lo está hacia valores negativos. Esto significaría que la playa del sector este muestra una tendencia al superávit de sedimentos, en tanto que la del sector oeste la presenta hacia un déficit de los mismos.

Si se discriminan rectas de regresión por estaciones climáticas (invierno, primavera y verano), se observa una diferencia en el comportamiento de las dos playas (Fig. 6). En el sector este, las pendientes positivas de las rectas indican que la tendencia a ganar sedimento se mantiene durante las tres estaciones, aunque en el verano tiende a ser más pronunciada, como lo sugiere la mayor pendiente.

En cambio en el sector oeste se comprueba que existe una variabilidad estacional en el comportamiento de la playa. Durante el invierno la misma muestra una neta tendencia a perder sedimento (pendiente negativa de la recta de regresión). En primavera se estabiliza indicando un mayor equilibrio entre los volúmenes erodados y depositados. En el verano la playa se restablece como lo indica la pendiente positiva de la recta de regresión.

En la Tabla 2 se expresan algunos parámetros relativos a la movilidad de la playa. Se entiende por cambio de volumen bruto a la cantidad total de sedimentos movidos, sin considerar si corresponde a volumen erodado o depositado. El volumen neto es el balance final de los sedimentos movidos en la playa. El intervalo de variabilidad es la diferencia entre el volumen máximo depositado y el erodado durante el período considerado.

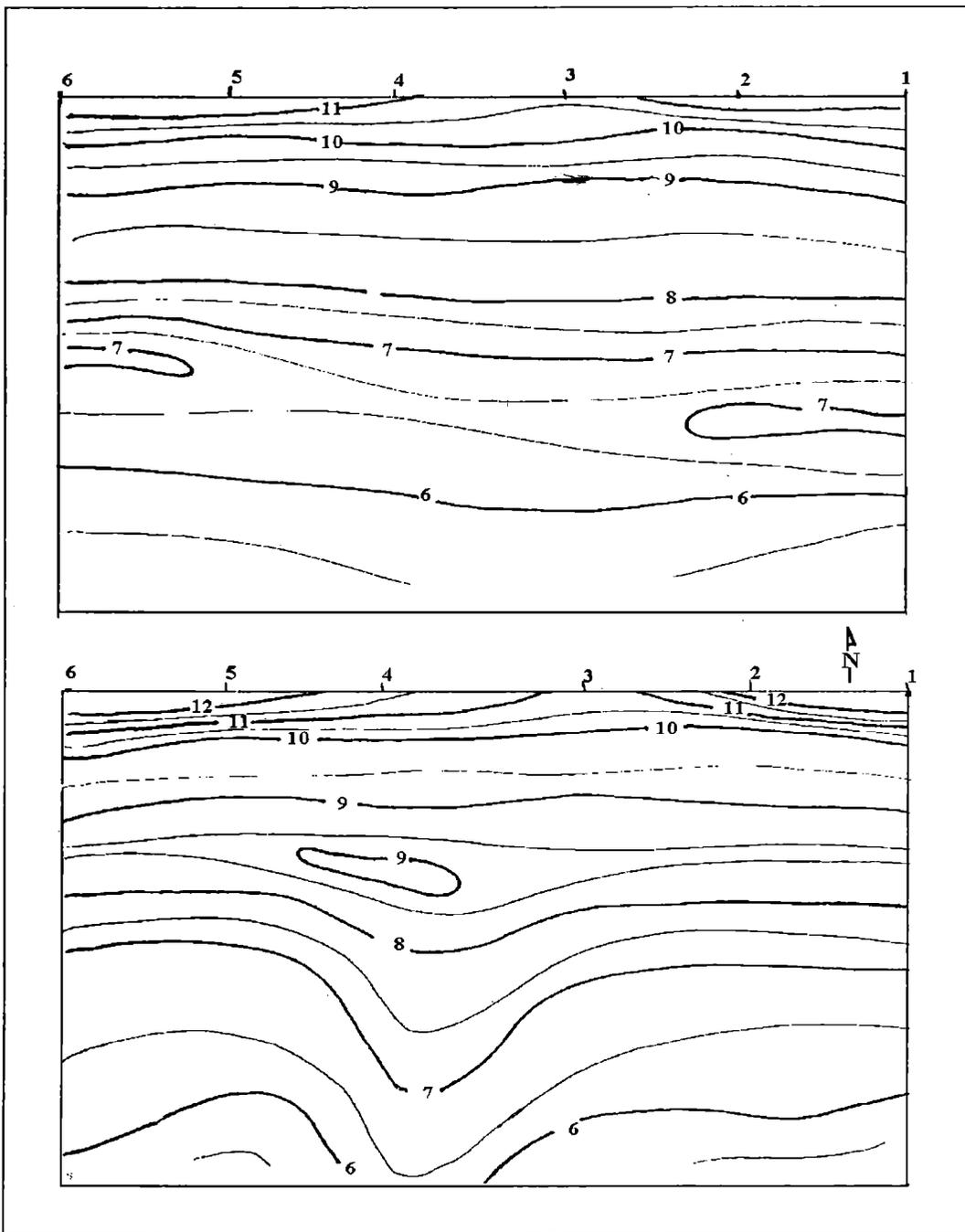


Figura. 4: Ejemplos de mapas topográficos del área estudiada. 1 a 6: Ubicación de los perfiles - Equidistancia: 0.5 m..

*Análisis preliminar del balance sedimentario ...*

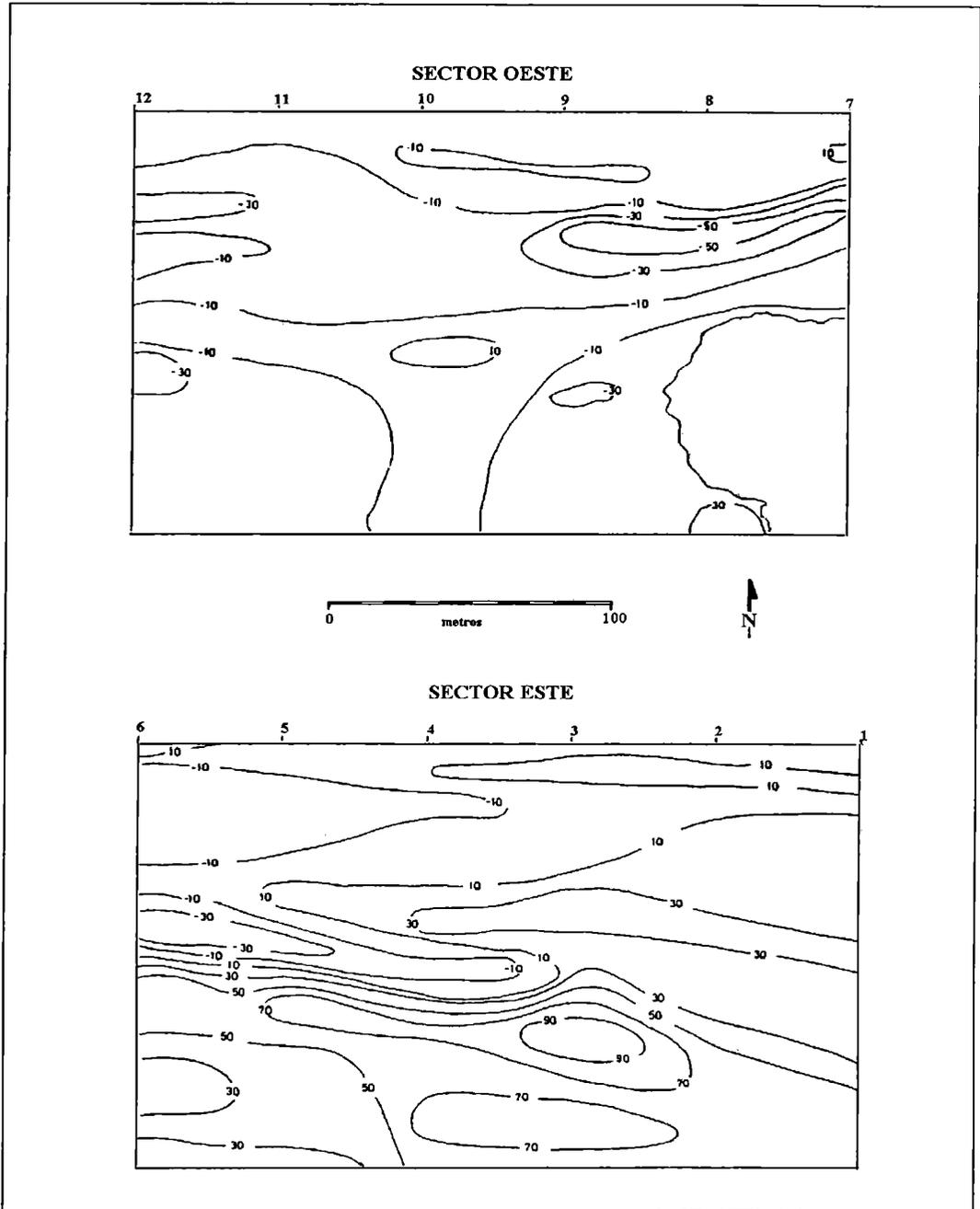


Figura 5: Ejemplos de mapas residuales obtenidos a partir de la superposición de los mapas topográficos de dos campañas sucesivas. Equidistancia 20 cm.  
1 a 12: ubicación de los perfiles de playa

TABLA 1: Volúmenes calculados a área constante.

El ancho medio de playa utilizado en el cálculo de los volúmenes es de 143 m.

Campaña de referencia	Volúmenes (m <sup>3</sup> ) Sector Oeste	Volúmenes (m <sup>3</sup> ) Sector Este	Vol. Acumulado Sector Oeste	Vol. Acumulado Sector Este
3-2	6643	934	6.643	934
4-3	-8.237	-8.272	-1.594	-7.338
5-4	2.194	2.290	600	-5.048
6-5	-3.148	-2.667	-2.548	-7.715
7-6	-3	2.134	-2.551	-5.581
8-7	-607	3.407	-3.158	-2.174
9-8	-135	4.372	-3.293	2.198
10-9	62	-3.713	-3.231	-1.515
11-10	-4.745	3.247	-7.976	1.732
12-11	1.864	-968	-6.112	764
13-12	768	-1.100	-5.344	-336
14-13	2.306	2.690	-3.038	2.354
15-14	-2.041	-537	-5.079	1.817
16-15	-1.859	-1.459	-6.938	358
17-16	6.438	-183	-900	175
18-17	-1.974	-201	-2.874	-26
19-18	-5.457	-668	-7.931	-694
20-19	8.889		958	
21-20	485	7.994	1.443	7.300
22-21	-6.436	-4.484	-4.993	2.816

Las máximas pérdidas recuperables es el volumen máximo perdido que puede recuperarse entre una campaña y otra.

Para el período considerado, el balance sedimentario positivo (+2816 m<sup>3</sup>) indica que la playa del sector este mostró una tendencia a la ganancia de arena. El balance sedimentario negativo del sector oeste (-4993 m<sup>3</sup>) muestra una tendencia a la pérdida de sedimento. Solo cuando el cambio de volumen neto excede la máxima pérdida recuperable, las pérdidas de materiales de la playa son significativas, y merecen ser consideradas como potenciales indicios de advertencia. Como esta pérdida es menor que la pérdida máxima recuperable (-8900 m<sup>3</sup>) se considera que esta playa tiene una buena posibilidad de recuperación en períodos que exceden al año.

En general en este caso las pérdidas máximas sufridas y que luego fueron recuperadas en el término de una campaña (aproximadamente 15 días) son menores que el rango de variabilidad. Los cambios de volumen netos en ambos sectores, también son menores que las máximas pérdidas recuperables. En el caso del sector este, como el balance neto es positivo, no existe problema alguno.

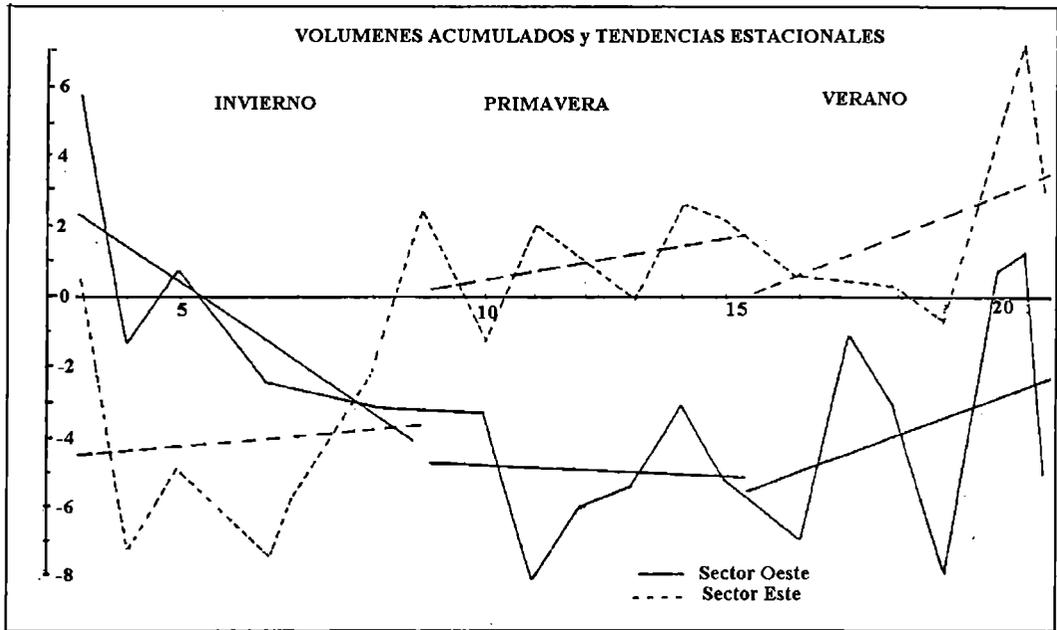


Figura 6: Volumen de sedimentos y volumen acumulado durante el período estudiado, separados estacionalmente (invierno, primavera y verano). En la abscisa: números de campañas.

Sector	Cambio de volumen (m <sup>3</sup> ) neto	Cambio de volumen (m <sup>3</sup> ) bruto	Rango de Variabilidad (m <sup>3</sup> )	Pérdidas máximas recuperable (m <sup>3</sup> )
Este	2816	55.661	15.028	7.900
Oeste	-4.993	64.291	14.619	8.900

En el caso del sector oeste, con un balance negativo, todo parece indicar que existe una buena posibilidad de recuperación según el comportamiento de la playa durante el período estudiado.

Los volúmenes de arena extraídos en el sector este por los concesionarios de la playa, suministrados por la delegación de la Policía Minera, tienen un valor medio de 129 m<sup>3</sup> mensual. En principio esta cifra no representaría una pérdida perjudicial para la playa, si se la compara con las pérdidas máximas recuperables.

## 6. CONCLUSIONES

Se observa un comportamiento diferente en las dos playas. En el sector este se constató, desde el comienzo una ganancia neta de aproximadamente 3000 m<sup>3</sup> de arena. En el sector oeste, en cambio, se perdieron casi 5000 m<sup>3</sup>. Esta última cifra es menor que las pérdidas máximas recuperables por lo que se puede esperar una recuperación de la playa.

Se comprueba además que en el sector oeste existe una variabilidad estacional con pérdida de sedimento en invierno y ganancia en verano. En el sector este, se mantiene la tendencia a ganar sedimento durante las tres estaciones abarcadas desde el inicio del proyecto. Esta ganancia se acentúa en el verano.

No se considera comprometida la extracción de arena destinada a la construcción de viviendas en el balneario, siempre que la misma se realice en forma organizada y controlada. Sin embargo para determinar la posibilidad de una explotación racional del recurso hay que recurrir al análisis conjunto del balance presentado y los procesos y causales de esta dinámica litoral extendida en un tiempo mayor. Se deben tomar en consideración las entradas y salidas de sedimentos por deriva litoral al sistema que consideramos.

## REFERENCIAS

- Aramayo, S.A. Y Manera, T. 1985. Nuevos hallazgos de mamíferos plesitocénicos en el yacimiento de Playa del Barco, Prov. de Buenos Aires. Prim. Jorn. de Geol. Bonaerenses. Tandil. Argentina.
- Bowman D. Y Goldsmith V., 1983. Bar morphology of dissipative beaches: an empirical model. *Marine Geology*, 51:15-33.
- Caló, J.; Fernandez, E.M., Aldacour, H. 1995. Caracterización ambiental de la playa de Pehuen-Có en base a procesos oceanográficos y atmosféricos. Su importancia en el manejo costero. Actas Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Tomo I, p 223 - 236. Ed. Mario P. Cantú. Río Cuarto, Córdoba. Argentina..
- Emery K.O. 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6 (1): 90-93.
- Mouzo F.H. 1980. Rastros fósiles de allianassidos ("ophiomorphidos") en sedimentos litorales de Pehuen-Có, Prov. de Buenos Aires. Simposio sobre problemas del litroal Atlántico bonaerense. Mayo 1980. Mar del Plata.
- Mouzo F. H., Farinatti E. Y Esposito G. 1985. Tubos fósiles de callianasidos en la playa de Pehuen-Có, Prov. de Buenos Aires. Primeras Jornadas de Geología Bonaerenses, Tandil, Argentina.
- Nedeco-Arconsult. 1983. Study of the dredging of the access channel to the port of Bahía Blanca. Draft Final Report. 1.
- Nedeco-Arconsult. 1982. Estudio de dragado del canal de acceso al puerto de Bahía Blanca. Inédito.
- Short A.D., 1992. Beach system of the Central Netherlands coast: processes, morphology and structural impacts in a storm driven multi-bar system. *Marine Geology*, 107: 103-137.
- Short A.D., 1991. Macro-meso tidal beach morpho dynamics- an overview. *J. Coast. Res.*, 7(2): 417-436.
- Wright L.D., J Chappell, B.J. Thom, M.P. Bradshaw y P. Cowell, 1979. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia. *Marine Geology*, 32: 105-140.
- Wright L.D., y A.D.Short, 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis, *Marine Geology*, 56: 93-118.