

Disponibilidad de arena para el refulado de las playas de Miramar y Chapadmalal, Argentina

Federico I. ISLA

CONICET/UNMDP, Centro de Geología de Costas y del Cuaternario,
Funes 3350, 7600 Mar del Plata, E-mail: fisla@mdp.edu.ar

RESUMEN. Las playas de Miramar se originaron por los aportes naturales transportados directamente como médanos transversales desde el oeste, aunque estas arenas son de origen marino que llegaron a la costa por la acción de olas. Cuando ese aporte de arena mermó debido a la forestación de los médanos del Vivero Ameghino, se debió recurrir a espigones rígidos, que luego debieron ser prolongados para mantener una anchura suficiente de las playas para los requerimientos balnearios. Hoy día el repoblamiento artificial resulta el único método factible de recuperar las playas desde los sectores sumergidos o desde médanos vecinos. Utilizando un sonar de barrido lateral y muestreos de arena se analizó la distribución y calidad de las arenas sumergidas como eventual fuente de alimentación de las playas de Miramar y Chapadmalal. Se estimaron factores de relleno y recurrencia en relación a la granulometría actual de estas playas. La playa sumergida está compuesta principalmente de arena muy fina y se extiende hasta una profundidad de 10-15 m, más allá de la cual se descubren afloramientos de limos entoscados hasta la profundidad de aproximadamente 20 metros. Otro sector arenoso se extiende a profundidades mayores y está dominado por fajas de arena orientadas hacia el NE. Lamentablemente, estas arenas son demasiado finas y por lo tanto no resultarían económicamente aptas para repoblar las playas de Miramar y Chapadmalal.

Palabras clave: *Disponibilidad de arena, Sonar lateral, Playa de Miramar, Buenos Aires*

ABSTRACT. *Sand availability for nourishment of the Miramar and Chapadmalal beaches, Argentina.* The beaches of Miramar were originated by the migration of transverse dunes from the west of the city, although the provenance of the sand is of marine origin and deposited by wave action. When this input of sand diminished significantly due to the dune fixation at the Ameghino Nature Reserve, a groyne field was emplaced and, after several years, extended to provide a minimum beach width for tourist requirements. Today, artificial beach nourishment is the only method to guarantee enough sand from the near-shore. The distribution and quality of the sand as a source for the replacement of the Miramar and Chapadmalal beaches were analyzed by the mean of a side-scan sonar surveys and drag samples. Nourishment and recurrence factors were estimated in relation to the grain-size distribution on these beaches. Present near-shore beaches are composed of fine sand and extend to a depth of 10-15 m. Farther offshore there are indurated silts extending as submerged platforms to a depth of 20 m. There is another sandy bottom at a lower depth that is dominated by sand ribbons oriented toward the NE. Unfortunately, these sands are too fine and therefore considered economically unsuitable for the replacement of the Miramar and Chapadmalal beaches.

Key words: *Sand availability, Side-scan sonar, Miramar beaches, Buenos Aires*

Introducción

Las playas de Miramar tenían su alimentación natural a través de un sistema de médanos transversales que se desplazaban desde el oeste para llegar a la bahía del balneario fundado por iniciativa de Fortunato de la Plaza en 1888 (Fig. 1). El aporte original de estas arenas es por olas que pasaron a componer los médanos litorales. En 1923 se inició la fijación de los médanos del SO cuando Felix U. Camet donó 14 hectáreas para la creación del Vivero Dunícola (hoy Florentino Ameghino). La arena de médano ya no molestaba ni al pueblo ni al sector balneario, pero con el tiempo comenzó a faltar en las playas y se construyeron espigones rígidos perpendiculares a la costa en los años 1972-1973. Estos espigones no controlaron suficiente-

mente la erosión. En octubre de 1977 se cortó la ruta 11 muy cerca del arco de acceso a la ciudad de Miramar. En el año 1980 la Dirección Provincial de Hidráulica (Obras Marítimas) ideó la prolongación de aquellos espigones originales como pedraplenes al tiempo que se construían otros nuevos al nordeste del arroyo El Durazno (Lagrange 1993). Actualmente la disponibilidad de arena en los diferentes compartimentos no es uniforme y se ha pensado en alimentar con arena calificada algunos sectores de un modo semejante al repoblamiento realizado en Mar del Plata en 1998.

El repoblamiento de playas es la disposición artificial de material preferentemente grueso (arena, gravas, conchillas) para recuperar una playa en erosión. En los últimos años se ha reconocido su mejor desempeño con

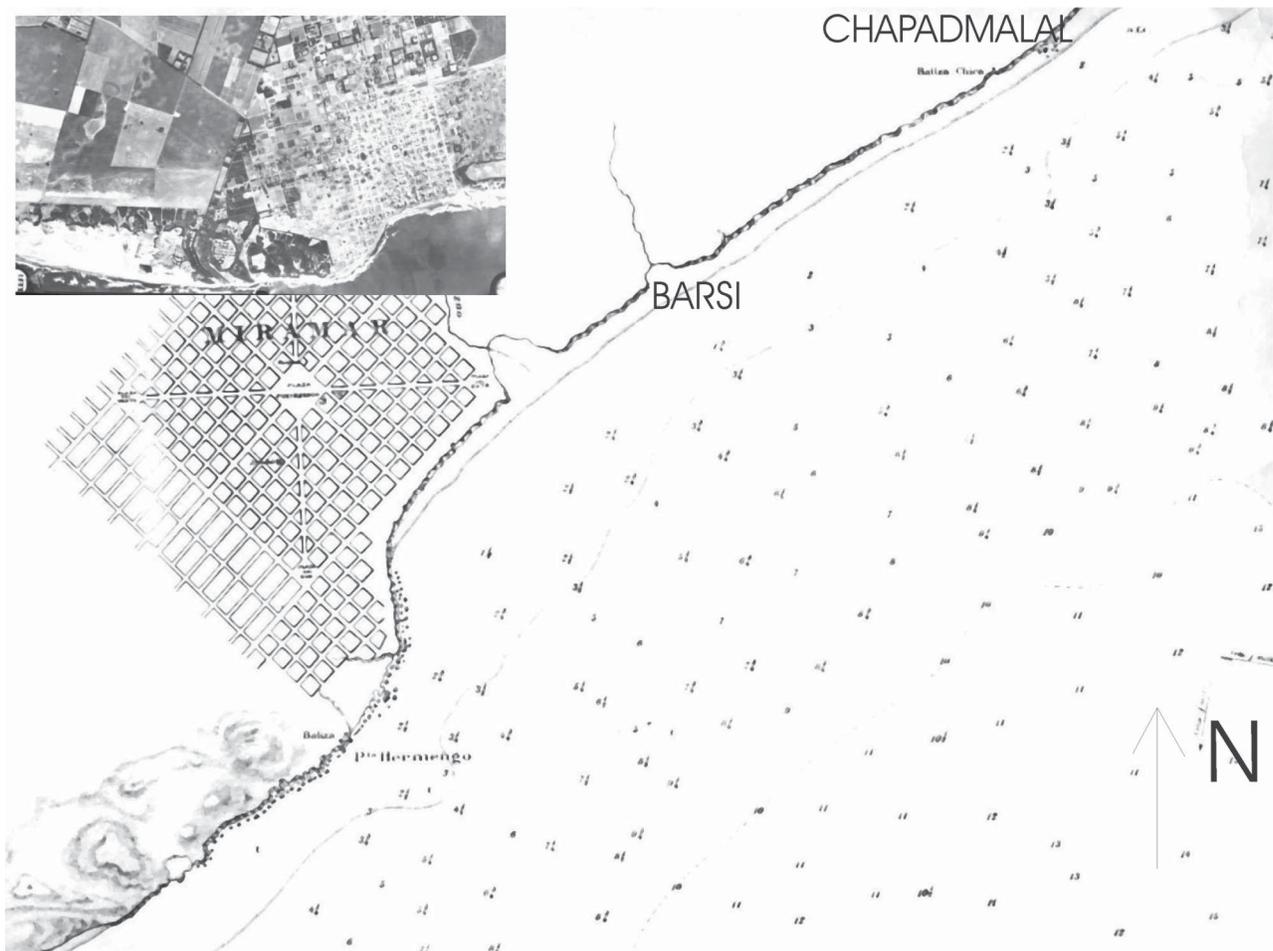


Figura 1: Ubicación de las playas estudiadas en relación a las fuentes de alimentación natural por médanos transversales. Las cuadras de Miramar son de 100 metros.

relación a las construcciones de espigones que interrumpen la deriva litoral, alteran la dinámica y provocan erosión en la playa submarina. Un estudio del impacto provocado por tres campos de espigones en la costa micromareal de Holanda (Short 1992) concluyó:

1. Los espigones interrumpen la dinámica entre las playas y las barras en el caso de playas disipativas.

2. El grado de interrupción depende del tipo morfodinámico de playa y el espaciamiento entre espigones.

3. Las playas reflectivas no son afectadas aunque pueden variar su orientación.

4. Los espigones sirven más para alterar la dinámica de la playa que para determinar su morfodinámica.

5. En los campos de espigones hay mayor movilidad de sedimento, y por lo tanto mayor potencial de transporte sedimentario (en este sentido pueden producir un efecto opuesto al esperado).

Este estudio surgió de la interpretación de una imagen ERS2 (del 30 de enero de 2000) en la que en la costa norte de Gral. Alvarado y sur de Gral. Pueyrredón se interpretaron afloramientos de roca sumergidos que se emplazan a 3 km de la costa (Fig. 2). La eficacia del

radar de apertura sintética (SAR) para reconocer rasgos sumergidos en la plataforma poco profunda se conoce desde el satélite SEASAT (1978) para determinadas condiciones del viento y particulares velocidades de las corrientes vecinas a la costa (Rencz 1999).

El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo un relevamiento con sonar lateral de la playa submarina con el objeto de evaluar las posibilidades de utilizar las arenas sumergidas para repoblar las playas de Miramar y Chapadmalal. Se disponía además de información reciente sobre la dinámica de esas playas (Isla *et al.* 2001). Las estimaciones de los factores de relleno y recurrencia fueron similares a los aplicados en Playa Grande, Mar del Plata (Isla y Schnack 1986). Los relevamientos con sonar lateral son práctica común en las etapas de prospección y del riesgo de impacto en las áreas de préstamo de arena, así como en la de evaluación de los resultados postrelleno (Reed y Wells 2000). En cuestiones ambientales, el profesional de las ciencias geológicas llega generalmente tarde a explicar lo que debió haberse previsto. Es por ello que resulta necesario una cultura en trabajos de predicción o simulación como el presente.



Figura 2: Imagen del radar europeo ERS2 (31 de enero de 2000) donde se reconoció el fondo rocoso a unos 3 km de la costa de Miramar. Tamaño del píxel 15 metros.

Clima, condiciones del mar, geología y geomorfología

El clima de Miramar es templado subhúmedo. La temperatura media anual es de 13,9°C y las precipitaciones de 864 mm/año (datos del Aeropuerto Brigadier de la Colina, Camet, Mar del Plata). Los vientos más frecuentes son del norte y oeste aunque las estadísticas modernas estarían afectadas por los efectos de la capa urbano-canópea (Isla y Pérez 1998). La costa es micro-mareal (rango de 0,6 a 0,91 m) con una energía de olas que puede variar según dinámicas locales reflectivas, intermedias o disipativas. Las olas oceánicas tienen una altura promedio de 0,90 m (período de 9,5 seg) que pueden alcanzar alturas máximas de 2,30 m (Lanfredi *et al.* 1992). Los fenómenos de refracción y difracción (inducida por espigones) pueden reducir significati-

vamente las alturas de rompiente en la playa. Las tormentas más fuertes provienen del sur y serían las responsables de una deriva litoral hacia el norte de 400.000 a 700.000 metros cúbicos por año (Caviglia *et al.* 1992).

En las barrancas de Miramar-Chapadmalal afloran mayormente limos entoscados del Plioceno y Pleistoceno medio, que constituyen las Formaciones Barranca de los Lobos (Barrancalobense) y de Miramar (Ensenadense) de Kraglievich (1952). Por encima, en los fondos de antiguos valles de arroyos se distingue la Formación de Lobería (*sensu* Kraglievich), o piso Lujanense (*sensu* Frenguelli 1928). La transgresión holocena ocupó estos valles hace unos 6000 años y dejó acumulaciones de fangos de relleno de canal que se pueden reconocer en los arroyos Las Brusquitas, El Durazno (actualmente tapado), Punta Hermengo y La Ballenera.

Finalmente, estas secuencias estuáricas fueron cubiertas por médanos litorales que se emplazaron encima y orginados por acumulaciones costeras de arena.

La planicie costera de Miramar es ligeramente ondulada y surcada por arroyos (Las Brusquitas, El Durazno, La Totorá, La Ballenera, La Carolina, La Tigra), que en la costa forma acantilados de pequeña altura. Las playas naturales son angostas acumulaciones de arena y en muchos casos se descubren plataformas de abrasión conformadas en limos entoscados pliocenos. La morfología submarina guarda una pendiente uniforme, que se hace casi horizontal entre los 22 y 25 m de profundidad, para volver a aumentar hacia mayores profundidades (según cartas de detalle de 1916) (Fig.1).

Metodología

Los relevamientos con sonar lateral fueron realizados con un equipo Klein (modelo 422) con una unidad de emisión de la señal sónica (350 A), depresor K-wing y un registrador EPC (modelo GSP 1086) a bordo de una lancha rápida que navegaba entre 4 y 5,5 nudos. Toda la derrota fue posicionada cada 60 seg con un equipo GPS Trimble Ensign XL conectado a una computadora portátil. Para los muestreos de fondo se utilizó un muestreador Snapper. De acuerdo a la teoría (que se pudo aplicar en la imagen ERS 2 del 30 de enero de 2000), la topografía submarina puede captarse por radar cuando las corrientes son moderadas a altas (mayores a 0,4 m/seg) y la velocidad del viento moderada a baja (entre 1,5 y 7,5 m/seg; Schuchman *et al.* 1985).

Los estudios morfológicos consistieron en la realización de 3 perfiles por playa (Balneario Barsi en Miramar y Complejo Turístico de Chapadmalal) con el objeto de cuantificar estacionalmente (verano, otoño, invierno, primavera) las variaciones volumétricas. Esta metodología de trabajo ya fue publicada reiteradamente (Isla 1992; Isla *et al.* 1994, 1997). En algunas playas, buena parte de estos cambios morfológicos no obedecen a procesos naturales sino a alteraciones provocadas por la actividad del hombre: extracciones mineras, alteraciones por concesionarios de balnearios, defensas costeras (ver Cuadro 1). Los muestreos granulométricos

Cuadro 1: Variaciones volumétricas de las playas de Miramar y Chapadmalal entre 1997 y 1999 por intervalos entre relevamientos (m^3) (modificado de Isla *et al.* 2001)

	Chapadmalal	Barsi
Mar 98 - Oct 97	-23.210	1.727 *
Jun - Mar 98	-12.485	-2.685
Nov - Jun 98	-17.976	1.715
Abr 99 - Nov 98	-4.454	8.715 *
Jul - Abr 99	309	-6.015
Oct - Jul 99	4.140	5.740
Balance	-53.676	9.197

* hubo actividades de concesionarios de balnearios

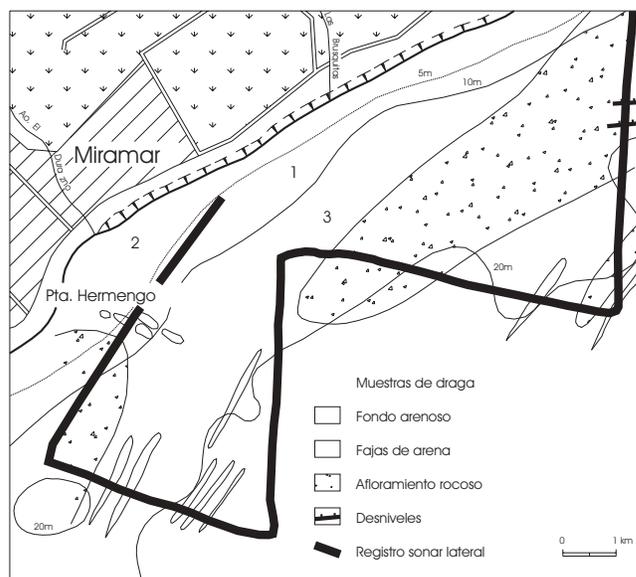


Figura 3: Transectas ejecutadas el 30 de mayo de 2001 y mapa de las formas de fondo reconocidas. 1, 2 y 3 son las muestras de fondo obtenidas.

se ejecutaron en diferentes subambientes de las playas (playa distal, mesolitoral superior, zona de swash) los días 23 de junio de 1998 y 7 de abril de 1999 (Cuadro 2), y procuraron detectar la respuesta de los sedimentos a procesos estacionales, episódicos (tormentas) y a los inducidos por la actividad humana. El Balneario Barsi (playa artificial) no se ubica en el embahiamiento de Miramar sino en el tramo entre esta ciudad y el límite norte del partido en el arroyo Las Brusquitas (Fig. 3). La playa de Chapadmalal era natural pero actualmente se mantiene por la construcción de un pedraplén en su límite este. Cinco series de relevamientos se realizaron los días 2 de marzo, 23 de junio y 4 de noviembre de 1998, y 7 de abril y 14 de julio de 1999 (Isla *et al.* 2001).

Las arenas de médano evaluadas en el Vivero Florentino Ameghino (Punta Hermengo) fueron muestreadas en 1997 (Turno 1998). Las granulometrías de las playas actuales fueron comparadas con las de las probables zonas de préstamo (playa submarina y dunas) de modo de calcular los factores de relleno y recurrencia de acuerdo a las fórmulas sugeridas por James (Coastal Engineering Research Center 1984; Isla y Schnack 1986). Para estos fines se calcularon las medias granulométricas y desvíos estándar por los métodos propuestos por Folk y Ward (1957).

Resultados

1. Mapeo de formas de fondo

El 30 de mayo de 2001 se dieron las condiciones para el relevamiento de 5 piernas a través de la playa

Cuadro 2: Parámetros granulométricos de las playas de Miramar y Chapadmalal, dunas del Vivero Ameghino y de la plataforma adyacente. Con ellos se calcularon los parámetros sugeridos por James (Coastal Engineering Research Center 1984) para rellenar estas playas con arenas de plataforma o de duna.

	Muestras	Mz (ϕ)	S	(Mzp-Mzf) / Sf	S p / S f	(Mzp-Mzf) / Sf	S p / S f
Plataf. 1	12 m 30.5.01	3,3	0,366	Plataforma a playa		Duna a playa	
2	12 m 30.5.01	3,16	0,326				
3	15 m 30.5.01	3,33	0,357				
Dunas Miramar	Vivero 1997	1,7 – 2,2	0,7-0,9				
<i>foreshore</i>	Miramar 23.6.98	2,5	0,206	3,20 – 4,03	1,58 – 1,77	-3,88- -1,45	3,40 – 4,36
	Miramar 7.4.99	2,3	0,332	2,59 – 3,10	0,98 – 1,18	-1,81-- 0,30	2,11 – 2,71
	Chapad. 23.6.98	0,47	0,769	3,49 – 3,72	0,42 – 0,47	1,60 – 2,25	0,91 – 1,17
	Chapad. 7.4.99	1,7	0,693	2,10 – 2,35	0,47 – 0,53	0,01 – 0,72	1,81 – 1,30

sumergida extendida frente a Miramar (Gral. Alvarado) y Chapadmalal (Gral. Pueyrredón; Fig. 3). Tres tipos de fondos fueron reconocidos:

1. Mantos arenosos uniformes. Se extienden a profundidades menores a 20 m y están compuestos por arena fina (Fig. 4a).

2. Campos de fajas de arena (*sand ribbons*). Son depósitos elongados y poco espesos orientados mayormente hacia el NNE y NE ubicados a profundidades mayores a 20 m (Fig. 4b).

3. Fondos rocosos irregulares. Es un tipo de fondo dominante en el sector estudiado, extendiéndose entre los 10 y 20 metros. La topografía es irregular con desniveles de hasta 1,5 m (Fig. 4c y d). Están compuestos por el mismo material que forma las plataformas de abrasión intermareales (limos entoscados pliocenos). Este tipo de fondo reflectivo de textura irregular con desniveles ya había sido reconocido mediante sonografías en las proximidades del efluente cloacal de Camet, Mar del Plata (Isla y Aliotta 1999).

2. Variaciones morfológicas y granulométricas de las playas de Miramar y Chapadmalal

Entre 1997 y 1999 en la Playa Chapadmalal hubo un saldo erosivo (-53.000 m^3) muy significativo (Cuadro 1)

que se evidenció como una tendencia a las pendientes uniformes (eliminación de bermas y dorsales) y un retroceso de la línea de ribera del orden de los 20 m (Fig. 5a).

Por el contrario, en la playa Barsi, Miramar, el saldo fue acumulativo (9000 m^3 ; Fig. 5b). La línea de ribera de 1997, se ha extendido unos 30 m hacia el mar en 1999 (Isla *et al.* 2001).

3. Estimaciones de los factores de relleno y recurrencia

De acuerdo a los parámetros de James de diferencias de medias granulométricas estandarizadas según la selección de la playa ($(Mzp-Mzf) / Sf$) y de relación de selecciones (Sf/Sp ; Cuadro 2), las arenas de playa submarina (plataforma adyacente) resultan muy finas para repoblar ambas playas (Miramar y Chapadmalal). Los factores de recurrencia indican que los trabajos habría que hacerlos unas 7 veces con más frecuencia que si se dispusiera de una arena similar a la de estas playas (Fig. 6).

En cambio, si se usaran arenas de médanos como las del Vivero Ameghino (medias a finas; Cuadro 2) los volúmenes a extraer serían del mismo orden de magnitud (factores de relleno de 1,1 a 1,7; ver Fig 6) que si

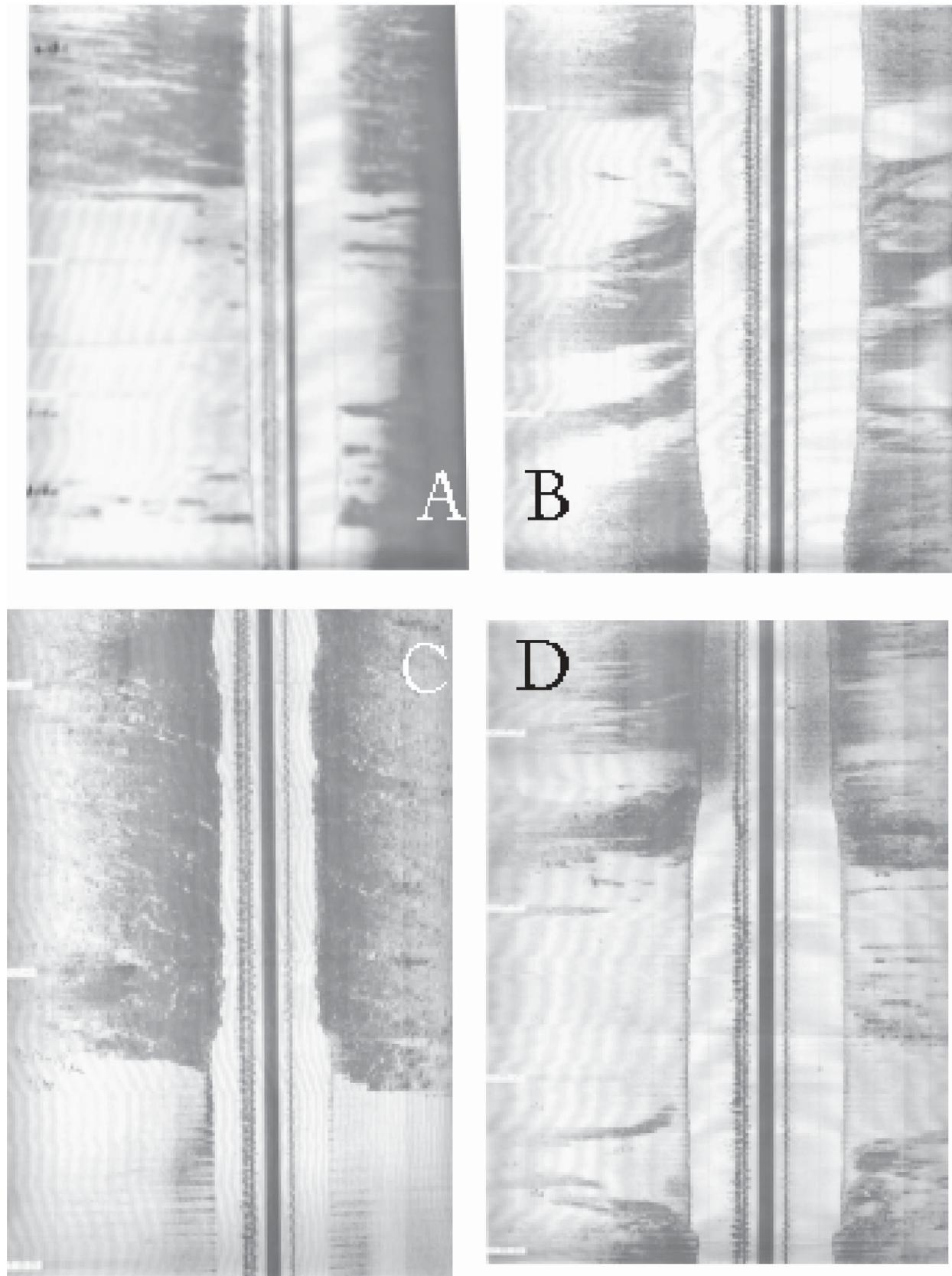


Figura 4: **A**, Contacto entre un fondo arenoso con parches de diferente granulometría, y un fondo rocoso con alguna cubierta de arena con óndulas. **B**, Campo de fajas de arena. **C**, Afloramiento rocoso que se destaca por encima del manto de arena. **D**, Depósito arenoso entre dos afloramientos rocosos elevados de topografía irregular. El ancho del registro corresponde a 200 m en el fondo.

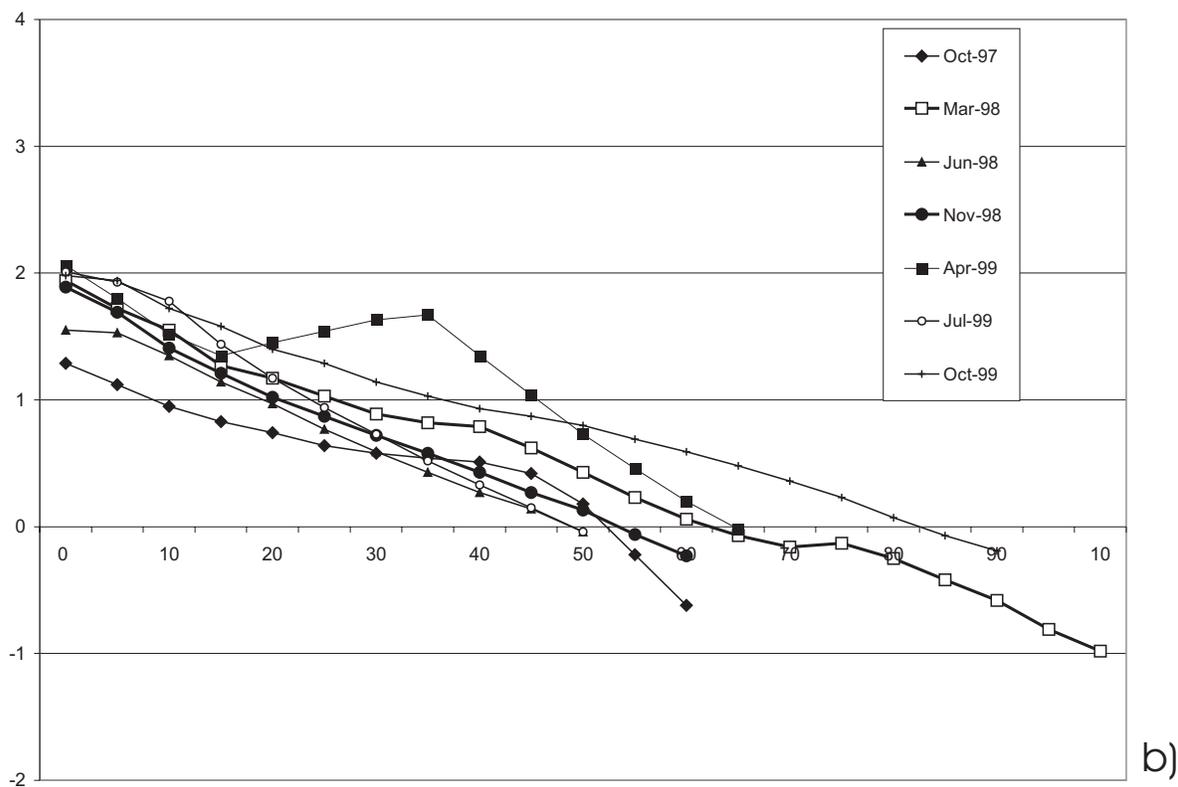
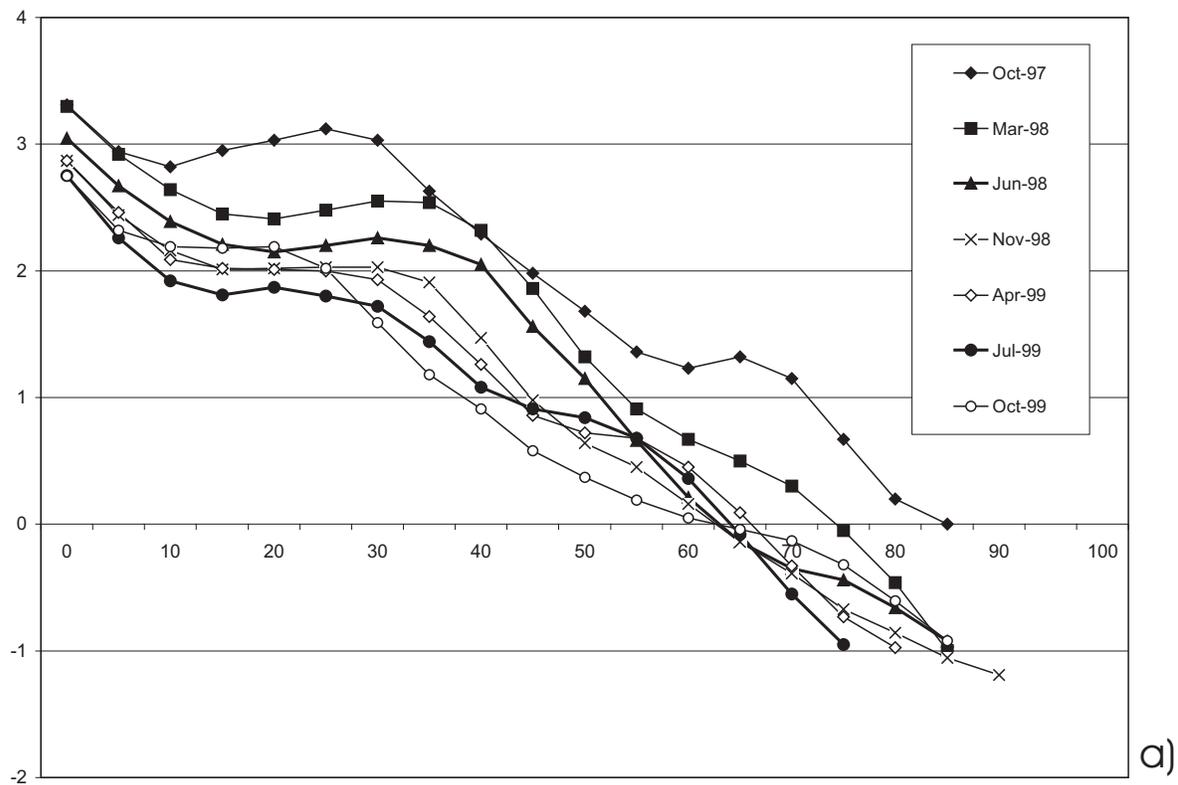
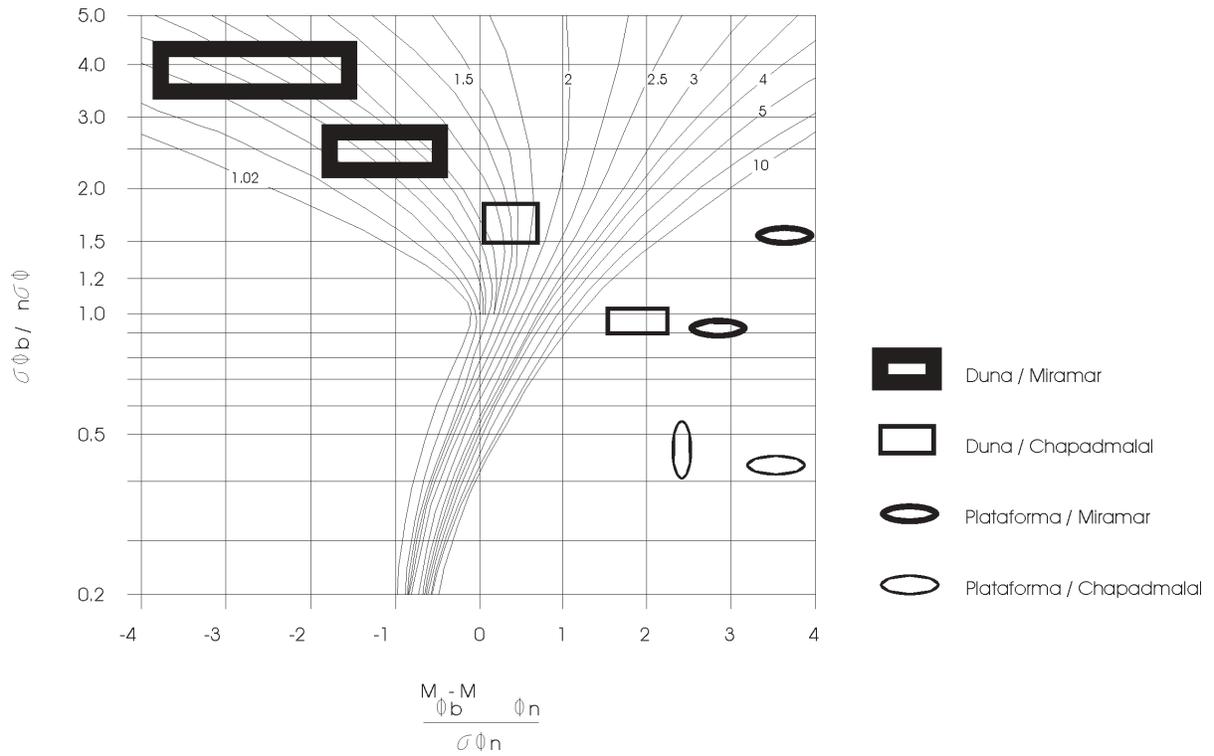


Figura 5: a, Perfiles de la playa Chapadmalal. b, Perfiles de la playa Barsi (Miramar). Alturas y distancias están en metros (modificado de Isla et al. 2001).

ISOLÍNEAS DE FACTORES DE RELLENO (James 1975)



ISOLÍNEAS DE FACTORES DE RECURRENCIA DE RELLENOS (James 1975)

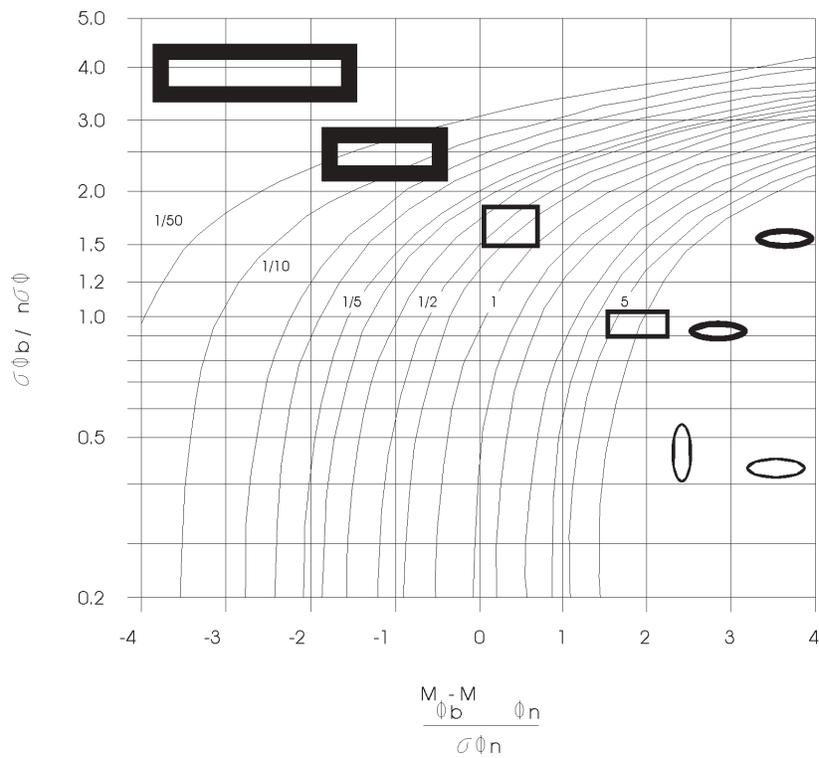


Figura 6: Factores de relleno y recurrencia de acuerdo a la fórmula de James (Coastal Engineering Research Center 1984).

se usaran granulometrías idénticas a las de las playas actuales. Las playas de Miramar por ser de granulometrías más finas tienen mayores posibilidades de rellenar exitosos (Cuadro 2). Todo repoblamiento que se realice en la playa de Chapadmalal significará una granulometría más fina y por lo tanto un cambio en el perfil.

Discusión

En estudios anteriores, se ha comprobado que los balances de playas conformadas en campos de espigones tienen una dinámica menor, es decir que se erosionan menos pero reciben menos aportes estacionales (Isla *et al.* 2001). Las playas objeto de este estudio (Chapadmalal, Miramar) están orientadas al SE, y tienen mayor dinámica en razón de que no están limitadas por espigones y con variaciones volumétricas del orden de varios miles de metros cúbicos (Cuadro 1). El espaciamiento ideal entre espigones es de 2 a 3 veces su longitud (Coastal Engineering Research Center 1984). Esto no se ha cumplido para el campo de espigones del centro de Miramar, donde el largo de los espigones prolongados supera al espaciamiento entre ellos. Los espigones en general logran acumular arena en los sectores distales, pero causan erosión en los sectores submareales (Short 1992) debido a un aumento de la energía de las corrientes *rip* (corrientes hacia el mar).

Las playas artificiales son costosas de mantener, favorecen la contaminación y poseen una tendencia inexorable a erosionarse como sucede en la Riviera Francesa (Anthony 1994). En Bélgica, como en otros países, las estructuras duras no han dado la protección adecuada y han originado problemas peores (Charlier y De Meyer, 2000), mientras que el relleno de playas es la solución natural, con menos contraindicaciones y que se ha popularizado en los países desarrollados (Trembanis y Pilkey 1998; Haddad y Pilkey 1998; Van der Wal 1998; Davis *et al.* 2000). De todos modos, para tomar decisiones en cuanto a dinámica de playas se aconseja relativizar los modelos basados en relaciones empíricas o modelos numéricos determinísticos (Thieler *et al.* 2000).

Conclusiones

1. La disponibilidad de arena para el repoblamiento de las playas de Miramar y Chapadmalal está comprometida debido a que las acumulaciones sedimentarias en la playa submarina son limitadas y exclusivamente de arena muy fina.

2. Los limos entoscados aflorantes en la costa como plataformas de abrasión se continúan en la playa submarina como un relieve irregular con escalones que superan los 1,5 metros.

3. Las fajas de arena son indicadoras en sí mismas de

una escasa disponibilidad de arena a profundidades menores a 20 metros.

4. Los factores de relleno interpolados indican que se necesitarían más de 10 volúmenes de arenas muy finas de plataforma para lograr uno estable en las playas de Miramar y Chapadmalal. En cambio, las arenas medias-finas muestreadas en médanos del Vivero Ameghino resultan más interesantes desde una evaluación costo-beneficio.

5. Los factores de recurrencia indicaron que rellenando con arena de la plataforma significaría que los trabajos se deberían realizar con una recurrencia 7 veces superior a lo que sucedería si se repoblara con una arena similar a la que tienen las playas actualmente.

Agradecimientos

Los trabajos fueron realizados en la lancha patrullera «Buenos Aires» a cargo del Cap. J. Vouilloz (Prefectura de Mar del Plata). El autor desea expresar su agradecimiento a G. Bértola, L. Cortizo, M. Farenga, E. Vallarino y D. Martínez por los trabajos de relevamiento de playa y muestreo en la plataforma adyacente. S. Serra efectuó los tamizados de arena y M. Farenga las figuras. También a quien albitró el trabajo por sus importantes sugerencias. El estudio fue financiado por la UNMDP (grupo consolidado 15E126), Fundación Antorchas (Tipología de playas) y por el FONCYT (PICT-1617/97).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Anthony, E.J., 1994. Natural and artificial shores of the French Riviera: an analysis of their interrelationships. *Journal of Coastal Research*, 10, 1, 48-57.
- Caviglia, F. J., Pousa, J. L. y Lanfredi, N. W., 1992. Transporte de sedimentos: una alternativa de cálculo. II Congreso de Ciencias de la Tierra, Memorias, Santiago, Chile, 413-422.
- Charlier, R. H. and De Meyer, C. P., 2000. Ask nature to protect and built-up beaches. *Journal of Coastal Research* 16, 2, 385-390.
- Coastal Engineering Research Center, 1984. Shore protection manual. Dept. of the Army, Vol. 1, Vicksburg, Miss.
- Davis, R.A., Wang, P. and Silverman, B. R., 2000. Comparison of the performance of three adjacent and differently constructed beach nourishment projects on the Gulf Peninsula of Florida. *Journal of Coastal Research* 16, 2, 396-407.
- Farenga, M. O., Adamini, R. e Isla, F. I., 1993. Evaluación de playas de intensa extracción de arena: Ensenada Mogotes, Mar del Plata, Argentina, 1987-1990. *Revista Thalassas*, Univ. de Santiago de Compostela - Univ. de Vigo, 10: 41-47.
- Folk, R. and Ward, W., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27(1): 3-26.
- Frenguelli, J., 1928. Observaciones geológicas de la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias de la Educación, Anales 2, 145 pp, Santa Fe.
- Haddad, T.C. and Pilkey, O. H., 1998. Summary of New England beach nourishment experience (1935-1996). *Journal of Coastal Research* 14 (4): 1395-1404.

- Isla, F. I. 1992. Balance sedimentario y estacionalidad en 8 playas de Mar del Plata. *Revista Thalassas*, Univ. Sgo. de Compostela y Univ. de Vigo, 11: 11-21.
- Isla, F. I. y Schnack, E. J. 1986. Repoblamiento artificial de playas. Sus posibilidades de aplicación en la costa marplatense. IX Congr. Geol. Arg., Bariloche. *Actas Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería*, III, 202-217.
- Isla, F. I. y Pérez, C., 1998. Efectos de la capa urbano-canópea en los registros meteorológicos de Camet, Mar del Plata, 5as. *Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, CIC, 2: 59-64, Mar del Plata.
- Isla, F. I. and Aliotta, S., 1999. Storm dispersal of volcanogenic sands from Buenos Aires. Where heavy-metal concentrations are heavy-mineral segregations. *Marine Georesources and Geotechnology*, 17 (4): 357-370.
- Isla, F. I., Witkin, G., Bértola, G. R. y Farenga, M. O. 1994. Variaciones morfológicas decenales (1983-1993) de las playas de Mar del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49 (3-4): 55-70.
- Isla, F. I., Farenga, M. O., Cortizo, L. C., Bértola, G. R. y Serra, S. B. 1997. Dinámica morfosedimentaria de playas de arena y grava: Mar del Sur, Arenas Verdes y Costa Bonita. *Asociación Argentina de Sedimentología Revista*, 4 (1): 15-24.
- Isla, F. I., Bértola, G. R., Farenga, M. O. y Cortizo, L. C., 2001. Variaciones antropogénicas de las playas del sudeste de Buenos Aires, Argentina. *Revista Pesquisas en Geociências*, Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 28, 1, 27-35.
- Kraglievich, L., 1952. El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Provincia de Buenos Aires. Resumen preliminar. *Revista del Museo de Mar del Plata*, 1 (1): 8-37, La Plata.
- Lagrange, A. A., 1993. *Mar, playas y puerto*. Fundación Bolsa de Comercio de Mar del Plata, 556 pp., Mar del Plata.
- Lanfredi, N. W., Pousa, J. L., Mazio, C. A. and Dragani, W. C. 1992. Wave-power potential along the coast of the Province of Buenos Aires, Argentina. *Energy* 17(11): 997-1006.
- Reed, A.J. and Wells, J.T., 2000. Sediment distribution patterns offshore of a renourished beach: Atlantic Beach and Fort Macon, North Carolina. *Journal of Coastal Research* 16(1):88-98.
- Rencz, A.N., 1999. Remote sensing for the Earth sciences. *Manual of Remote Sensing*, vol. 3, 3rd Ed., American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, John Wiley and sons, 707 pp.
- Schuchman, R.A., Lyzenga, D. R. and Meadows, G. A., 1985. Synthetic aperture radar imaging of ocean-bottom topography via tidal-current interactions; theory and observation. *International Journal of Remote Sensing* 6(7): 1179-1200.
- Short, A. D. 1992. Beach systems of the central Netherlands coast: processes, morphology and structural impacts in a storm driven multi-bar system. *Marine Geology* 107: 103-137.
- Thieler, E. R., Pilkey, O. H., Young, R. S., Bush, D. M. and Chai, F., 2000. The use of mathematical models to predict beach behavior for U. S. Coastal Engineering: a critic review. *Journal of Coastal Research* 16 (1): 48-70.
- Trembanis, A.C and Pilkey, O. H., 1998. Summary of beach nourishment along the U. S. Gulf of Mexico shoreline. *Journal of Coastal Research* 14 (2): 407-417.
- Turno, H. A., 1998. Monitoreo de las forestaciones de la barrera medanosa austral (tramo Miramar-Claromecó) utilizando técnicas de teledetección. Tesis de Licenciatura, FCEN, UNMDP, 42 pp, Mar del Plata, inédita.
- Van der Wal, D., 1998. The impact of the grain-size distribution of nourishment sand on aeolian sand transport. *Journal of Coastal Research* 14 (2): 620-631.

Recibido: 28 de agosto, 2001

Aceptado: 14 de abril, 2003