Asociación Argentina de Sedimentología
AAS Revista vol. 4 (1997) n° 1: 15-24.

ISSN 0328-1159

Dinámica morfosedimentaria de playas de arena y grava de la Barrera Austral: Mar del Sud, Arenas Verdes y Costa Bonita.

*Federico I. ISLA *+, Marcelo O. FARENGA+, Luis C. CORTIZO #, Germán R. BÉRTOLA+ y Susana B. SERRA **

* *CONICET.*
# *Comisión de Investigaciones Científicas.*
+ *Centro de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMDP) C. C. 722, 7600 Mar del Plata, República Argentina*

Resumen. Cuatro series de perfiles (3 por playa) se realizaron en las playas de Mar del Sud (MS), Arenas Verdes (AV) y Costa Bonita (CB), como parte de un estudio de la dinámica sedimentaria de la Barrera Austral bonaerense. Estas 4 series fueron distribuídas a lo largo de un año (abril, agosto y noviembre de 1994, y marzo de 1995). Los perfiles se separaron cada 100 m y se tomaron cotas cada 5 m hasta aproximadamente la rompiente.

Las playas de MS y AV son naturales aunque difieren en sus pendientes (3-4,5% y 5-8% respectivamente). La playa de MS es estable por efecto de la desembocadura de los arroyos La Tigra y La Carolina. CB (5-7,6 %) es una playa alterada por la construcción de espigones rectos cementados y por una extracción de arena que continúa hasta nuestros días. La característica principal de las playas AV y CB es su constitución gravosa en los sectores sublitorales, arena fina a media en los mesolitorales y de arena media-gruesa en los supralitorales. Un gran porcentaje de las gravas es de origen volcánico patagónico y están vinculadas genéticamente al retrabajo de playas del Holoceno medio reconocibles en la zona (CB). En AV, tests MANOVA reconocieron la variabilidad estacional entre arenas finas y gruesas. En MS, la arena fina predomina haciéndose muy gruesa hacia la zona de rompiente.

Los balances anuales resultaron erosivos para MS (-930 m^3) y AV (-17.000 m^3), con un saldo acumulativo para CB (20.000 m^3)

Palabras clave: Dinámica morfosedimentaria, Playas de arena y grava, Barrera Austal.

Key words: Sedimentary dynamics, Sand and gravel beaches, Southern Barrier.

EXTENDED ABSTRACT

Four profile series (three on each beach) were carried out in the beaches of Mar del Sud (MS), Arenas Verdes (AV) and Costa Bonita (CB), within a much important study on the sedimentary dynamics of the Southern Barrier of Buenos Aires. These 4 series comprise one year of measurements (April, August, November, 1994, and March 1995). The distance between profiles was 100 m and elevations were taken every 5 m from the backshore to the breaker zone.

MS and AV are natural beaches; they differ in their beach gradient 3-4.5% and 5-8% respectively). MS beach is stable due to the stabilizing effect of the La Tigra and La Carolina inlets. CB (5-7.6%) is a beach modified by rigid and straight groynes construction, and sand mining that continues to present days. The principal characteristics of AV and CB are their gravel composition in the sublittoral zones, fine to medium sand in the foreshore, and medium to coarse at the backshore. A significant portion of the gravels are of volcanic origin, and related to the reworking of Holocene beaches from the area (CB). In AV there is a significant seasonal variability, probed by MANOVA tests, between fine, and coarse and very coarse sand. In MS, fine sand dominates while very coarse sand dominates at the breaker zone.

Annual budgets were erosive for MS (-930 m^3) and AV (-17,000 m^3), while accumulative for CB (20,000 m^3).

Gravel and sand availability at these beaches permits armouring phenomena, either at the backshore as wind granule ripples, or at beach cusps, induced by swash and backwash flows.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de las playas exclusivamente arenosas está condicionada por procesos inducidos por olas, vientos y mareas que originan productos morfológicos y texturales íntimamente relacionados con la dinámica. En cambio, las playas compuestas por arena y grava poseen dinámica menos conocida (Kirk, 1980; Shulmeister & Kirk, 1993) y no siempre existe correspondencia entre formas y texturas ya que pueden estar mezclados los procesos de transporte; i.e. sobrelavados de gravas interdigitados en la playa distal con arenas finas depositadas por el viento. A su vez, en estas playas se reconocen otros particulares procesos como el "overtopping", sobrelavado de dorsales, acorazamiento ("armouring") y construcción de rampas de lavado ("swash ramps") por efectos de tormentas (Orford & Carter, 1982 y 1985).

El presente trabajo constiuye el estudio de 3 de estas playas de la Barrera Austral de Buenos Aires (Fig. 1), emplazadas en los partidos de Gral. Alvarado (Mar del Sud; MS), Lobería (Arenas Verdes, AV) y Necochea (Costa Bonita; CB). Se conocía que en este sector dominaban los problemas de migración de dunas (Isla y Villar, 1992) que pueden obstruir los arroyos (Fig. 2a) o sepultar zonas forestadas (Fig. 2b). Los perfiles de playa analizaron la magnitud y velocidad de los cambios morfológicos al tiempo que se analizaban las variaciones texturales de distintas zonas de la playa. En este sentido, se caracterizaron texturalmente y morfológicamente estas playas, pero además reconociendo su variabilidad y la significación estadística de esta variabilidad.

MÉTODOS

Se realizaron 3 perfiles por cada playa (MS, AV y CB) separados según distancias variables de acuerdo a las características morfológicas de la playa. Estos perfiles se repitieron estacionalmente desde abril de 1994 a marzo de 1995 (otoño, invierno, primavera, verano) y fueron retomados en 1996 (otoño, primavera y verano). Las descripciones morfológicas y los muestreos de zonas de la playa se estudiaron a partir de fotografías aéreas verticales y un video tomado desde avioneta. La terminología morfológica sigue las definiciones de Komar (1976) y Davis (1978). Estas playas constituyen acumulaciones que se emplazan entre afloramientos de limos consolidados y

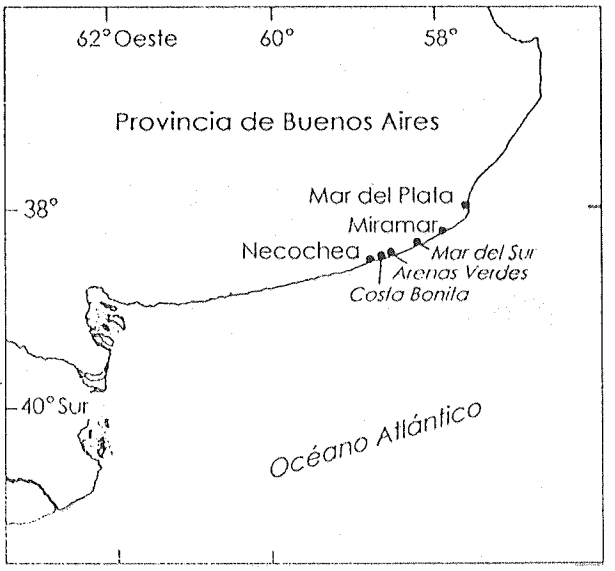

Figura 1. Mapa de ubicación de las playas estudiadas.
Figure 1. Location map of the studied beaches.

entoscados del Plioceno y/o Pleistoceno (Isla et al., 1996).

A partir de un teodolito ubicado en el perfil central, se tomaron cotas cada 5 m desde la playa distal a la orilla. Se identificó especialmente la conformación de crestas de bermas de tormentas o de dorsales intermareales. Se calcularon las pendientes generales de las playas y las de la playa mesolitoral superior (expresadas como porcentajes). Se fijaron mojones a los que se les asignó una cota arbitraria. Puntos fijos se marcaron con pintura en las instalaciones balnearias para facilitar la remedición de los perfiles. Las fechas de relevamiento fueron:

5 de abril de 1994,
3 de agosto de 1994,
7 de noviembre de 1994,
21 de marzo de 1995,
30 de mayo de 1996,
20 de noviembre de 1996, y
13 de marzo de 1997.

Las cuantificaciones volumétricas fueron realizadas según la metodología ya utilizada en anteriores estudios (Isla, 1992b). Las muestras de sedimento fueron secadas y tamizadas cada 0,5 intervalo phi. Los parámetros estadísticos fueron obtenidos de curvas acumulativas graficadas en papel probabilístico. Los subambientes muestreados fueron:

1. Playa distal, el muestreo de esta zona da idea del efecto de los aportes eólicos en la playa así como del alcance que tienen los sobrelavados.

2. Playa mesolitoral superior, la granulometría de esta zona es la que guarda mayor relación con la dinámica variando la pendiente del frente de playa ("foreshore").

3. Zona de lavado, también su granulometría guarda relación con los efectos de ola.

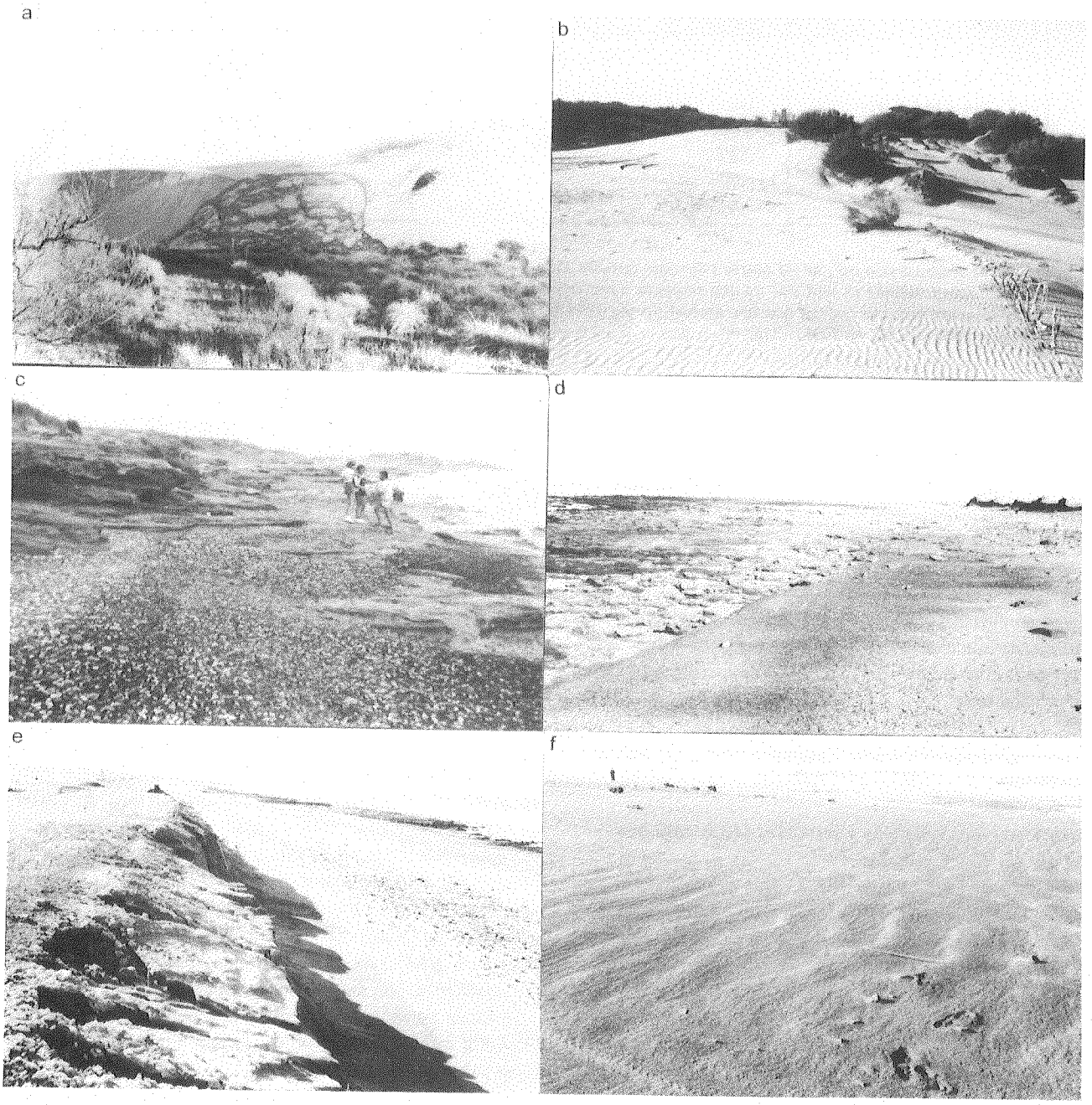

Figura 2. a) La migración de dunas constituye un problema muy serio cuando llega a obstruir las desembocaduras de arroyos, en este caso el Arroyo de la Totora. b) En la playa del Parque Lillo (Necochea), la arena de la playa se vuela hacia el interior para formar lóbulos de acumulación hacia el interior forestado. Las ramas corresponden a tamariscos que han sido sepultados por el médano y redescubiertos por deflación. c) Rasgos erosivos de la playa de MS: acumulaciones de grava, bancos de erosión y plataformas de abrasión. d) Una amplia plataforma de abrasión se extiende frente a las playas de arena y grava entre AV y CB; las escarpas de dunas caracterizan el espaldón. e) Pequeño acantilado con dunas en el tope. Las tormentas pueden alcanzar este acantilado originando carcavas que afectan el camino hacia el este de CB. Una acumulación de gravas se desarrolla en la cresta del berma. f) "wind granule ripples" reconocidas en la playa de AV el 3 de agosto de 1994.

Figure 2. a) Dune migration is a serious problem when it could originate inlet obstruction, in this case at de la Totora creek. b) At the beach of Parque Lillo (Necochea), fine sand blows landwards to construct lobes on the forested dunes. Dry bushes had been covered by the dunes. c) Erosive features of MS beach: gravel deposits, erosion benches and platforms. d) A significant erosion platform extends in front of the sand and gravel beaches between AV and CB. e) Low altitude cliff with cliff-top dunes. Storms reached the top of the cliff and originate rills that erode the coastal road east of CB. Gravel is deposited on top of the berm. f) On August 3, 1994, wind granule ripples were recognized at the AV beach.

Período	*MS*	*AV*	*CB*
ABR 94 - AGO 94	-	-17.213	19.171
AGO 94 - NOV 94	1.712	2.754	5.490
NOV 94 - MAR 95	101	-3.593	-990
BALANCE ANUAL*	**(-930)**	**-17.111**	**20.392**
MAY 96 - MAR 95	1.235	646	1.960
NOV 96 - MAY 96	11.570	9.779	5.227
MAR 97 - NOV 96	-7.875	-12.808	3.828#

Tabla 1. Balance sedimentario (m^3) de las playas relevadas durante 1994 y 1995.* Balance abril 1994 a marzo 1995. Para MS, agosto 1994 a marzo 1995. # Este resultado es artificial, ya que responde a los trabajos de explotación del médano para rellenar la playa.
Table 1. Sedimentary ballance (m^3) of beaches studied during 1994 and 1995. * Ballance between April 1994 and March 1995. For MS, between August 1994 and March 1995. # This result derives from dune exploitation activity in order to recover the beach.

4. Zona de rompiente, su tamaño de grano indica los aportes que provienen desde el mar y que estarían transportándose por corrientes costeras (si bien son también inducidas por olas, no son las corrientes litorales).

Se realizó un análisis de la variancia según dos fuentes de variación con los datos texturales de AV y CB. El propósito era constatar si las variaciones resultan significativas en el tiempo (si existe un cambio estacional en las condiciones dinámicas), o si resultan significativas entre zonas de la playa, (cambios significativos entre ambientes de depositación).

RESULTADOS

Variaciones morfológicas y balances sedimentarios

Mar del Sud. La playa de MS es una playa natural con buen desarrollo de bermas de tormenta que ocupa una ensenada compuesta por afloramientos de limos entoscados (en el perfil oeste aflora como terraza y plataforma de abrasión; Fig. 2c) y cuya expresión morfológica fue conformada por los arroyos La Carolina y La Tigra. En noviembre de 1994, se identificó la presencia de una dorsal de playa. Dada la conformación de la playa, con la desembocadura del Arroyo La Tigra hacia el oeste, los balances de erosión depositación estuvieron sesgados por el efecto de este arroyo. La pendiente del perfil es relativamente suave para el sector, variando entre 2,8 y 4,9%. El saldo anual (abril 1994-marzo 1995), fue de una importante erosión (-17.000 m^3) con efectos parejos en los 3 perfiles y aumentando hacia los sectores sublitorales (Fig. 3).

De la comparación de los perfiles de agosto a noviembre, surge una acumulación de 1700 m^3 (Tabla 1), con erosión localizada en el perfil central (Fig. 3).

En el período noviembre-marzo, el resultado es levemente acumulativo (101 m^3), con erosión significativa en el perfil este, principalmente en los sectores más distales y más infralitorales (Fig. 3).

Lamentablemente, en esta playa no se realizaron trabajos en abril de 1994 que pudieran arrojar un balance anual 1994-1995. Comparando los perfiles de agosto de 1994 y marzo de 1995, el balance es erosivo (-990 m^3) aunque reconocemos acumulación hacia el oeste (Fig. 3).

Los balances subsiguientes dieron balances positivos para el período marzo 1995-mayo 1996 (1235 m^3), y para el de mayo 1996-noviembre 1996 (11570 m^3). En cambio, para el período noviembre 1996-marzo de 1997, se detectó erosión (-7875 m^3, Tabla 1; Fig. 4).

Arenas Verdes. La playa de AV posee acantilados bajos normalmente tapados por médanos litorales, y una plataforma de abrasión de limos entoscados (Fig. 2d). La playa se ubica como una rampa de lavado (Orford & Carter, 1982) desarrollada contra esos acantilados bajos y cubiertos por médanos de arena fina. Se caracteriza por los efectos de acumulaciones de grava fina en los sectores sub, inter y supramareales. En noviembre de de 1994, se identificó la presencia de una dorsal intermareal compuesta de grava fina. Debido a esta composición gravosa, sus pendientes son significativas (5-8%).

En el período abril-agosto, la erosión fue importante (-17.000 m^3) en los 3 perfiles, principalmente en sus sectores sublitorales (Fig. 3).

Para el lapso agosto-noviembre, el saldo fue acumulativo (2700 m^3; Tabla 1) con erosión localizada en el perfil este.

En cambio, en el lapso noviembre-marzo, el saldo fue erosivo (-3600 m^3), con procesos de erosión uniformemente distribuidos a lo largo de todo el perfil (Fig. 3). Al igual que la playa de Mar del Sud, el período marzo 1995-mayo 1996 fue acumulativo (646 m^3), el de mayo 1996-noviembre 1996 también y del mismo orden de magnitud (9779 m^3), mientras que el de noviembre 1996-marzo de 1997 fue erosivo (-12808 m^3, Fig. 4).

Costa Bonita. La playa de CB se emplaza entre una plataforma de abrasión y un médano fijado por vegetación.

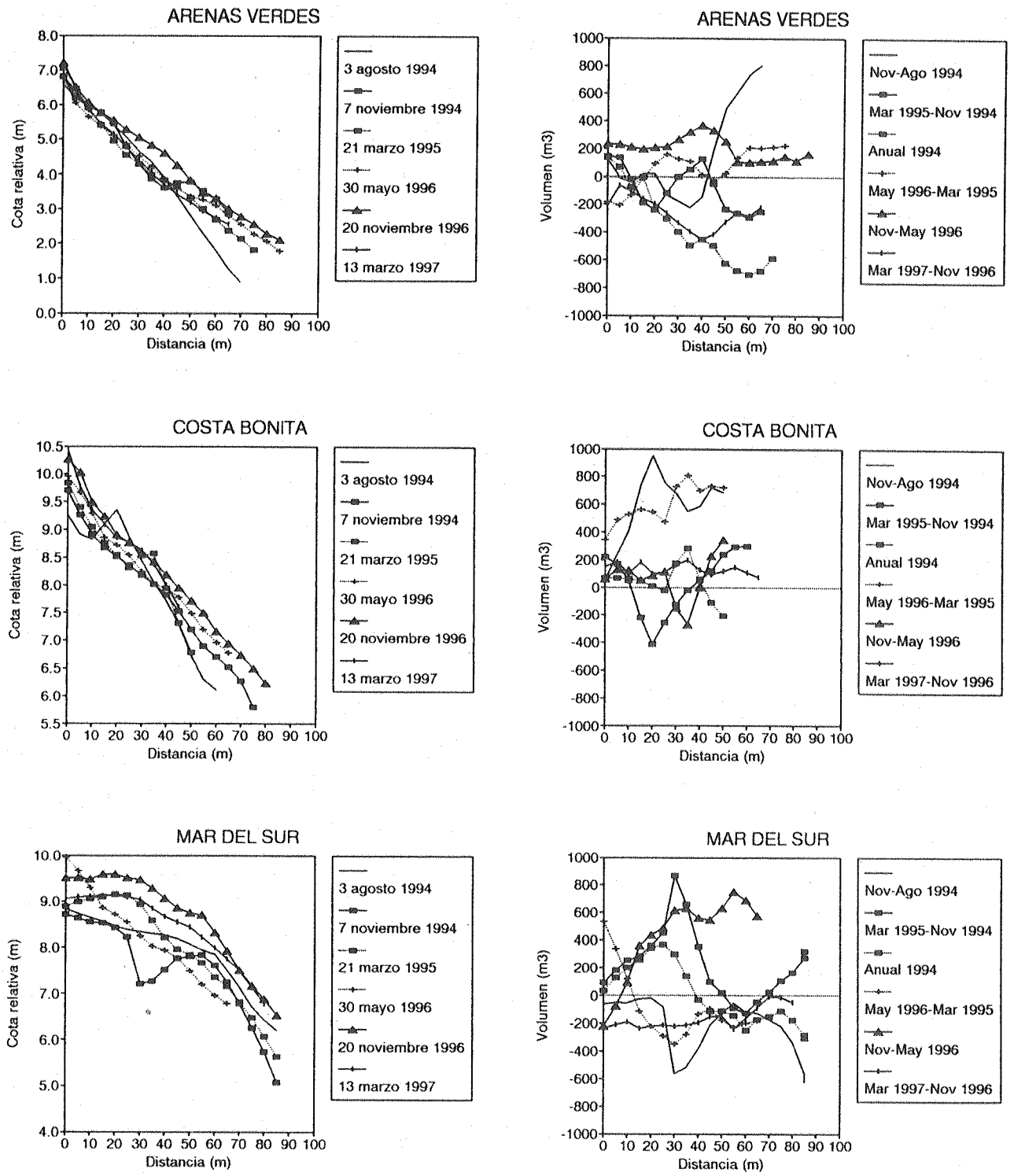

Figura 3. Cambios morfológicos y variaciones volumétricas diferenciales de 6 perfiles centrales de las playas de MS, AV y CB.
Figure 3. Morphologic and differential volumetric changes along the 6 central profiles surveyed at MS, AV and CB.

Se encuentra alterada por la construcción de espigones rígidos y posee una acumulación de gravas relícticas en el pie de la playa. Estas gravas provienen mayormente de la erosión por olas de plataformas de abrasión entoscadas. Se identificó una cresta de berma muy marcada en agosto de 1994, y una dorsal intermareal en marzo de 1995. Además existían médanos litorales de más de 10 m de altura, marcando un límite neto con la playa (barrera subalimentada).

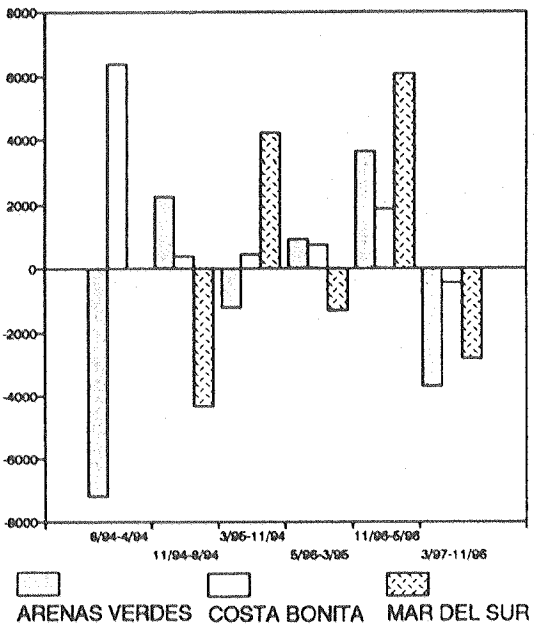

Figura 4. Cambios volumétricos totales de las playas de MS, AV y CB entre abril de 1994 y marzo de 1997.
Figure 4. Total volumetric changes of the MS, AV and CB beaches, from April, 1994 to March, 1997.

Esos mismos médanos fueron completamente arrasados por la acción de topadoras durante noviembre de 1996. Hacia el este se reconocen bien los efectos erosivos sobre acantilados endebles con médanos en sus topes (Fig. 2e). La pendiente de esta playa oscila entre 4,9 y 7,6 %.

El período abril-agosto, resultó ampliamente acumulativo (19.000 m^3; Tabla1), aumentando la acumulación hacia los sectores sublitorales (Fig. 3).

El lapso agosto-noviembre, también fue acumulativo (5500 m^3) reconociéndose el arrasamiento del berma que en agosto se ubicaba a sólo 20 m del inicio del perfil central (Fig. 3).

El período noviembre-marzo, fue levemente erosivo (-990 m^3), pero con acumulación concentrada en el perfil central, donde en marzo se había emplazado una dorsal intermareal a 35 m del inicio del perfil.

El saldo anual (abril-marzo), fue acumulativo (20.400 m^3; Tabla 1).

Los períodos marzo 1995-mayo de 1996 fue acumulativo (1960 m^3) al igual que el período mayo 1996-noviembre 1996 (5227 m^3). El saldo también acumulativo durante el período noviembre 1996-marzo 1997 ha sido acumulativo (3828 m^3) debido a los trabajos de relleno de playas con arena obtenida del médano litoral (Tabla 1).

Variaciones texturales

El único muestreo realizado en MS indica arenas gruesas en la playa distal, finas en la zona mesolitoral (superior e inferior), con depositación de arenas muy gruesas en la zona de rompiente (Tabla 2).

La playa de AV tiene una gran variabilidad. En la playa distal se muestrearon arenas gruesas a finas. En la playa mesolitoral superior también las arenas van de muy gruesas a finas. En la playa mesolitoral inferior las granulometrías fueron de arenas muy gruesas a medias. El único sector de esta playa que se mantiene aproximadamente uniforme es la zona de rompiente, que estaría aportando las gravas a los sectores más altos de la playa (Tabla 2).

La playa artificial de CB está compuesta por marcados aportes de dos tipos: las gravas son producto de la erosión de plataformas de abrasión, mientras que la arena fina proviene de la erosión de médanos litorales. Si bien se ha reconocido una tendencia de arenas gruesas supralitorales a gravas sublitorales (Tabla 2), todas las muestras de noviembre de 1994 fueron arenas finas. Este sesgo estacional podría deberse a vientos que habrían acumulado arena de médano a lo largo de todo el perfil de la playa.

Por otro lado, se estableció la relación entre la pendiente mesolitoral y el tamaño de grano en los sectores intermareales. Mientras que las playas frontales de arena fina se midieron pendientes de 4-6%, en las de sábulo se registraron pendientes máximas de 11% (Fig. 5).

Del mismo modo, existe cierta correlación entre la pendiente mesolitoral y el desvío estandar, aunque con dispersión de datos (Fig. 6).

Análisis de la Variancia. Se realizó un análisis de la variancia (MANOVA) de los valores de media granulométrica de las arenas muestradas en diferentes zonas y diferentes momentos. Estos MANOVA (sin interacción entre fuentes de variación) ya habían servido para reconocer la variabilidad significativa de la media aritmética en el reconocimiento de zonas de playamientras que no es significativa para variaciones temporales (Isla, 1987).

Se analizaron 3 zonas (playa distal, mesolitoral superior o "foreshore", y zona de lavado al momento del muestreo) de las playas de AV y CB. Los muestreos analizados corresponden a marzo y noviembre de 1994 y marzo de 1995. Las razones F fueron comparadas con las de la tabla de Snedecor según una probabilidad de 0,05.

De la simple comparación de datos surge una diferencia importante entre los muestreos de marzo en ambas playas. Los resultados indican que ambas fuentes de variación resultaron significativas para CB, mientras que sólo la variación temporal es signicativa en AV (Tablas 3 y 4).

Fenómenos de acorazamiento

La depositación de arenas y gravas en la playa distal, origina particulares depósitos y formas como las rampas de lavado. El 3 de agosto de 1994 se observó que con

	MS	ARENAS VERDES				COSTA ONITA		
ZONA DE PLAYA	MAR 95	ABR 94	AGO	NOV	MAR 95	ABR 94	NOV	MAR 95
playa distal	0,83	2,26	0,05	0,33	1,10	0,40	1,97	0,97
playa mesolitoral	2,21	2,18	-0,23	0,50	1,85	1,80	2,15	-1,63
zona de lavado	1,97	0,53		-0,73	1,47	-2,13	2,47	-2,35
zona de rompiente	-0,53	-2,97		-2,60	-1,50		2,32	
pend. mesolit. (%)	6,5	4,4	9,5	6,4	5,3	8,6	5,0	11,8

Tabla 2. Valores de media granulométrica (unidades phi) de las playas muestreadas entre 1994 y 1995.
Table 2. Mean grain-size values (phi units) of beaches sampled between 1994 and 1995.

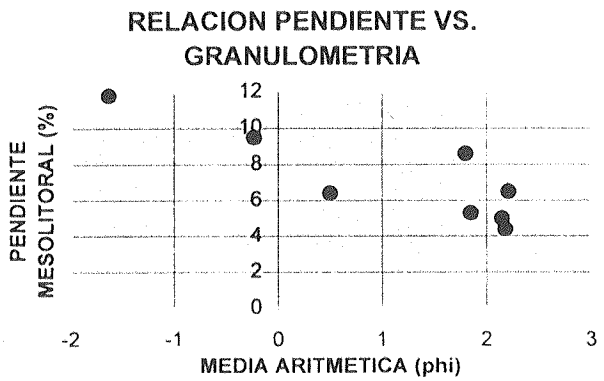

Figura 5. Relación entre granulometría (media aritmética en unidades phi) y pendiente mesolitoral (en porcentaje) en las playas de arena y grava de MS, AV y CB.
Figure 5. Relationship between grain size (mean, in phi units) and slope of the foreshore (percentage) at beaches of sand and gravel in MS, AV and CB.

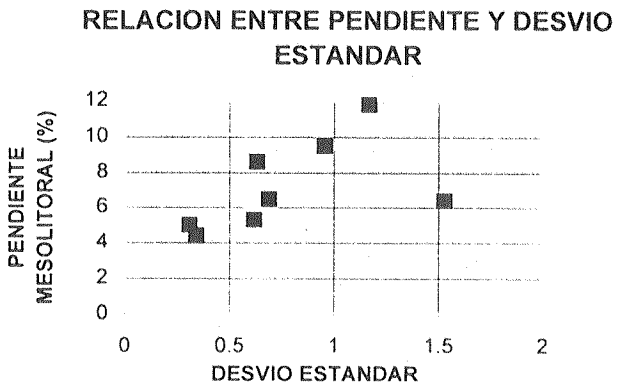

Figura 6. Relación entre selección granulométrica (desvío estandar) y pendiente mesolitoral (en porcentaje) en las playas de arena y grava de MS, AV y CB.
Figure 6. Relationship between sediment sorting (standard deviation) and slope of the foreshore (percentage) at beaches of sand and gravel in MS, AV and CB.

tos del oeste (paralelos a la playa) se originaban en la playa distal "wind granule ripples" (Reineck & Singh, 1980), de 0,65 m de longitud de onda y 0,05 m de altura (Fig. 2f). Estas formas eólicas han sido explicadas como originadas por una fina carpeta de material en transporte sobre un sustrato más cohesivo (arena húmeda, o carpeta de minerales pesados amalgamada por un efímero cemento salino). Las crestas de estas "wind granule ripples" se encontraban acorazadas. Se tomó una muestra de cada centímetro para los primeros 3 cm (AV1, AV2 y AV3; Tabla 5).

Los análisis indican acorazamiento, con valores superficiales de arena muy gruesa que pasan en profundidad a gruesa. Estos fenómenos de acorazamiento son conocidos en el medio ácueo (Isla, 1992a). Al presentarse sobre formas en transporte indican procesos sindepositacionales de "overpassing" y eliminación de finos ("winnowing").

Del mismo modo, se han reconocido procesos de acorazamiento en las crestas de cúspides de playa. Dos muestras obtenidas con 1 cm de diferencia (arena muy gruesa sobre arena gruesa; Tabla 5). Estos procesos de acorazamiento han sido reconocidos hace tiempo por los particulares procesos de lavado y retrolavado en la zona mesolitoral superior (Clifton, 1969).

Si bien se han reconocido en los sectores supramareales de AV estos fenómenos de acorazamiento, no se han detectado el sobrelavado ni "overtopping" de dunas litorales (Orford & Carter, 1982), sin descartar que estos fenómenos ocurran en algunos lugares bajos de esta barrera, como en la playa de CELPA (Mar Chiquita).

DISCUSIÓN

Los volúmenes intercambiados (erosionados o acumulados) en cada período poseen el mismo orden de magnitud (+/- 20.000 m^3) que los intercambiados en playas compuestas totalmente de arena de Mar del Plata (Isla, 1991; Farenga et al., 1993; Isla et al., 1994), inclusive para las playas de Villa Gesell relevadas durante el mismo período 1994-1996.

Se ha mencionado que las playas de arena y grava no guardan la relación entre tamaño de grano y pendiente que reflejan las playas de arena (Mc Lean & Kirk, 1968). En estas playas, el tamaño medio ejercería un control

	MAYO 94	NOV 94	MAR 95	SUMA DE X
PLAYA DISTAL	0,40	1,97	1,10	3,34
PLAYA MESOLIT.	1,80	2,15	-1,63	2,32
ZONA DE LAVADO	-2,53	2,47	-2,35	-2,01
SUMA DE Y	-0,07	6,59	-3,01	3,65

$SST = 31,64 - \frac{13,32}{9} = 30,16$ $\quad SSR = \frac{20,57}{3} - 1,48 = 5,3$

$SSC = \frac{52,48}{3} - 1,48 = 17,49$ $\quad SSE = 30,16 - 22,86 = 7,30$

		n	F		
SSR	5,37	2	2,68	1,47	SIGNIFICATIVO
SSC	17,49	2	8,74	4,80	SIGNIFICATIVO
SSE	7,30	4	1,82		
	30,16	8			

$F_{2/4/0,1} = 4,32$
$F_{2/4/0,05} = 6,94$

Tabla 3. MANOVA de las arenas de AV según dos fuentes de variación (tiempo y zona de la playa).
Table 3. MANOVA test of AV sands according to two variables (time and beach zone).

	MAR 94	NOV 94	MAR 95	SUMA DE X
PLAYA DISTAL	2,26	0,33	1,10	3,69
PLAYA MESOLIT.	2,12	0,50	1,85	4,53
ZONA DE LAVADO	0,53	-0,73	1,47	1,27
SUMA DE Y	4,97	0,10	4,42	9,49

$SST = 17,64 - \frac{90,06}{9} = 7,63$ $\quad SSC = \frac{44,24}{3} - 10,00 = 4,74$

$SSR = \frac{35,74}{3} - 10,00 = 1,91$ $\quad SSE = 7,63 - 6,65 = 0,98$

		n	F		
SSR	1,91	2	0,955	3,89	SIGNIFICATIVO
SSC	4,74	2	2,37	9,67	NO SIGNIFICATIVO
SSE	0,98	4	0,245		
	7,63	8			

$F_{2/4/0,1} = 4,32$
$F_{2/4/0,05} = 6,94$

Tabla 4. MANOVA de las arenas de CB según dos fuentes de variación (tiempo y zona de la playa).
Table 4. MANOVA test of CB sands according to two variables (time and beach zone).

primario en la pendiente mesolitoral, y la selección también tendría importancia en determinar la pendiente. En las playas de South Island (Nueva Zelandia), se reconoció. que ciertas granulometrías eran mejor selec cionadas: arena media (1,5-2,0 phi) y grava fina (-3,0 a -2,5 phi; Mc Lean & Kirk, 1968). Es decir, que para proporciones de arena y grava existen pendientes invariables por más que varíe la granulometría, y que para otras granulometrías existe una relación lineal con la pendiente, tal cual lo normado para playas exclusivamente compuestas por arena (Bascom, 1951) y dependiendo también de la dinámica de olas (Sunamura, 1984). Para las granulometrías aún mayores a -3,0 phi, inciden otras variables relacionadas con la geometricidad de los clastos (Mc Lean & Kirk, 1968).

Estas playas de arena y grava han sido reconocidas también fósiles en las cercanías de Claromecó y Costa Bonita. En esta última localidad, los cordones fósiles de

Zona de playa - muestra	Profundidad (m)	Media granom. (∅)	Desvío estandar
playa distal - AV1	0,01	-0,05	1,01
AV2	0,02	-0,35	0,60
AV3	0,03	0,60	0,87
cúspide de playa - AV4	0,01	-0,23	0,96
AV5	0,02	0,53	0,90

Tabla 5. Valores de profundidad (Z, en m), media aritmética (Mz, en unidades phi) y desvío estándar (S, a partir de unidades phi) de las muestras analizadas por fenómenos de acorazamiento en Arenas Verdes.
Table 5. Depth values (Z, in m), mean (Mz, in phi units) and standard deviation (S, phi units) of samples with armouring phaenomena in Arenas Verdes.

gravas arenosas han sido explotados a través de concesiones dadas por la Dirección Provincial de Minería. Valvas de *Tegula patagonica* han sido datadas en 6000 +/- 70 años (LP 720; Isla et al., 1996). Una cava practicada en este cordón reconocía un nivel de gravas (aglomerados de tosca) basal (sobre limos entoscados), y un depósito de más de 2, 4 m de arenas gravosas (media aritmética = 1 phi, desvío estandar = 1,73) con mucha inclinación. Este depósito constituia una rampa de lavado producto de una o varias tormentas que posee expresión morfológica de berma de tormenta (Isla et al., 1996). Las playas fósiles de edades semejantes hacia el norte del área poseen una importante composición bioclástica que indicarían caracteristicas morfodinámicas diferentes (Isla & Espinosa, 1995). El ángulo de estas playas compuestas de bioclastos en una matriz arenosa es significativamente menor que los ángulos máximos entre 28 y 38 grados que pueden alcanzar las valvas de pelecípodos sin matriz (Mehta et al., 1982). En las playas bioclásticas entre Río Grande y Chuí (Rio Grande do Sul), playas de arena fina a media con 10 a 60 % de bioclastos tamaño grava poseen pendientes de 7,7 % (Calliari & Klein, 1993).

CONCLUSIONES

1. Las playas de arena y grava de la Barrera Austral son rampas angostas conformadas entre y sobre sedimentos semiconsolidados pampeanos. Los volúmenes intercambiados en cada playa son limitados, concentrándose especialmente en el período abril-agosto de 1994.

2. La variabilidad textural de estas playas indica mayores efectos temporales que entre los diferentes ambientes de playa. Esto difiere de evaluaciones similares sobre la variabilidad textural (según tiempo y entre ambientes) realizadas en playas dominadas por arenas.

3. Las relaciones entre la textura (media y desvío estandar) y la pendiente de la playa no indica otra relación diferente a la lineal, con significativa dispersión de los datos.

4. Los fenómenos de acorazamiento de arenas gruesas mantienen las cúspides de playa y hasta actúan en la playa distal.

5. En las playas relevadas no se detectaron fenómenos de sobrelavado y "overtopping" de las dunas litorales.

Agradecimientos: Los resultados de los trabajos realizados en estas playas fueron parcialmente presentados durante el VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (Mar del Plata, Octubre de 1995). C. Raedeker y M. Reed (Universidad de Colonne, Alemania), y C. Sanchez (Universidad de Salta) participaron en las tareas de relevamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASCOM, W. N., 1951. The relationship between sand-size and beach face slope. *Transactions American Geophysical Union* 32: 866-874.

CALLIARI, L. J. & A. H. F. KLEIN, 1993. Características morfodinámicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas* 20: 55-63.

CLIFTON, H. E., 1969. Beach lamination: Nature and origin. *Marine Geology* 7: 553-559.

DAVIS, R. A., 1978. Beach and nearshore zone. En R. A. Davis (Ed.), *Coastal sedimentary environments*: 327-285. Springer-Verlag.

FARENGA, M. O., R. ADAMINI & F. I. ISLA, 1993. Evaluación de playas de intensa extracción de arena: Ensenada Mogotes, Mar del Plata, Argentina, 1987-1990. *Revista Thalassas* 10: 41-47.

ISLA, F. I., 1987. Sensibilidad ambiental y temporal de estadísticos granulométricos en playas de Buenos Aires, Argentina. *Revista Thalassas* 5, 37-44.

ISLA, F. I., 1992a. Overpassing and armouring phenomena on gravel beaches. *Marine Geology* 110: 369-376.

ISLA, F. I., 1992b. Balance sedimentario y estacionalidad en 8 playas de Mar del Plata. *Revista Thalassas* 11: 11-21.

ISLA, F. I., L. C. CORTIZO. & E. J. SCHNACK, 1996. Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the Southern Barrier of Buenos Aires. *Quaternary Science Review* 15(8-9): 833-841.

ISLA, F. I. & M. A. ESPINOSA, 1995. Environmental changes associated to the Holocene sea-level fluctuation: Southeastern Buenos Aires, Argentina. *Quaternary International* 26: 55-60.

ISLA, F. I. & M. C. VILLAR, 1992. Ambiente costero. Pacto Ecológico. *Informe Convenio UNMDP-Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires*, Mar del Plata, 23 pp. (Inédito).

ISLA, F. I., G. WITKIN, G. R. BERTOLA & M. O. FARENGA, 1994. Variaciones morfológicas decenales (1983-1993) de las playas de Mar del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* XLIX(3-4): 55-70.

KIRK, R. M., 1980. Mixed sand and gravel beaches: morphology, processes and sediments. *Progress in Physical Geography* 4: 189-210.

KOMAR, P. D., 1976. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 429 pp.

MC LEAN, R. F. & R. M. KIRK, 1968. Relationships between grain size, size-sorting and foreshore slope on mixed sand-shingle beaches. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 12: 138-155.

MEHTA, A. J., P. V. RAO & S. K. PAL, 1982. Angle of repose of selected bivalve shell beds. *Coastal & Oceanographic Engineering Department Report*, University of Florida, Gainesville, Florida. 23 pp. (Inédito)

ORFORD, J. D. & W. G. CARTER, 1982. Crestal overtop and washover sedimentation on a fringing sandy gravel barrier coast, Carnsore Point, Southeast Ireland. *Journal Sedimentary Petrology* 52: 265-278.

ORFORD, J. D. & W. G. CARTER, 1985. Storm-generated dune armouring on a sand-gravel barrier system, Southeastern Irland. *Sedimentary Geology* 42, 65-82.

REINECK, H. E. & I. B. SINGH, 1980. *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag. 549 pp.

SHULMEISTER, J. & R. M. KIRK, 1993. Evolution of a mixed sand and gravel barrier system in North Canterbury, New Zealand, during Holocene sea-level rise and still-stand. *Sedimentary Geology* 87: 215-235.

SUNAMURA, T., 1984. Quantitative predictions of beach-face slopes. *Geological Society of America, Bulletin* 95: 242-245.

Federico I. ISLA
Marcelo O. FARENGA
Luis C. CORTIZO
Germán R. BÉRTOLA
Sussana B. SERRA
Centro de Geología de Costas y del Cuaternario
Universidad Nacional de Mar del Plata
C. C. 722
7600 MAR DEL PLATA
República Argentina
Teléfono: 54-23-754060
Fax: 54-23-753150

Recibido: 17 de junio de 1996.
Aceptado: 3 de junio de 1997.