

OBJETIVOS

Como consecuencia de los problemas que surgen en la determinación de la línea de ribera, para lo cual se han adoptado distintos criterios a lo largo del tiempo, la Autoridad del Agua solicitó la colaboración a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires para que a través de uno de sus investigadores se elaboraran fundamentos geomorfológicos de aplicación práctica.

Con tal fin, se constituyó un grupo de trabajo que inició sus actividades en octubre de 2005. El grupo estuvo integrado por investigadores especialistas en geología y dinámica de costas, y por profesionales de la Autoridad del Agua.

Como podrá apreciarse en la lectura del presente informe, se realizó un pormenorizado análisis de los factores morfológicos y dinámicos asociados que condicionan la variabilidad de la costa marítima. Por otra parte, se realizaron relevamientos de campo (estudios de caso) en sectores representativos de la costa bonaerense.

A partir del estudio realizado se aportan recomendaciones que no solo permitirán establecer la línea de ribera marítima, sino también dimensionar las diferentes variables que condicionan la morfología costera, indicando los diferentes factores que pueden intervenir en las fluctuaciones de la línea de costa.

Dada la variabilidad de situaciones existentes a lo largo del litoral atlántico, este estudio debe considerarse abierto y sujeto a permanente revisión.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Los sectores costeros representan uno de los ambientes más frágiles y cambiantes de todos los sistemas de la superficie terrestre.

La ocupación humana de las zonas costeras y, en particular, aquellas de interés turístico y recreativo, ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 150 años. La expansión más notable de actividades y el incremento de su intensidad, asociados al desarrollo del turismo masivo, tuvo su manifestación después de la II Guerra Mundial, debido a las nuevas condiciones económicas y a la distribución de los beneficios en diferentes niveles sociales, incluyendo la mayor disponibilidad general de tiempo libre (Nordstrom, 2000). Esta expansión, que se produjo principalmente en el continente europeo y en las Américas, tuvo su manifestación en la Argentina, en lo que se denominó “turismo social”, que posibilitó el acceso a los beneficios del turismo a las clases medias y bajas.

Como consecuencia de este desarrollo se generaron múltiples necesidades de infraestructura y servicios, y las localidades costeras, con pocas excepciones, se fueron conformando sin una adecuada organización o planificación, en el marco de lo que actualmente denominamos “gestión integrada de la zona costera” (Masselink y Hughes, 2003).

Existe una abundante experiencia mundial en materia de costas arenosas, similares a las existentes en el litoral bonaerense. Gran parte de ellas sufren procesos erosivos, usualmente asociados a la acción humana, aunque en algunos casos se manifiestan procesos de acumulación. El sistema costero de este tipo funciona en términos de “balance de sedimentos”, es decir, de ganancias y pérdidas. Cuando éstas están compensadas, la playa mantiene su conformación, pero cuando se produce una disminución de las fuentes de alimentación la costa sufre erosión (Fig. 1). Por ejemplo, cuando las dunas son afectadas por la urbanización, extracción, nivelado y actividades recreativas, el límite con la playa sufre procesos erosivos por déficit de arenas y las playas se exponen a la acción destructiva de las ondas de tormenta. El sistema duna-playa es, entonces, un espacio frágil que requiere medidas de control y conservación.

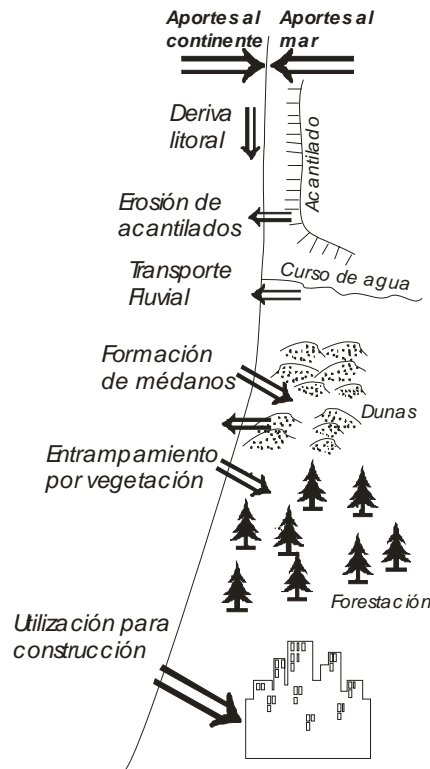


Figura 1. Representación esquemática del balance de sedimentos en un sistema litoral.

El análisis de la variabilidad del litoral y de las tendencias de erosión-acreción es fundamental no sólo para el conocimiento científico, sino también para la ingeniería y el manejo de la zona costera. Es, además, de gran relevancia desde el punto de vista legal, aspecto en el cual se define el concepto y la aplicación de la “línea de ribera”.

En un sentido general, la línea de ribera puede definirse como la intersección de la superficie acuática y terrestre. Pero debido a la naturaleza dinámica de este límite y su dependencia de variables que actúan en diferentes escalas temporales y espaciales, por razones prácticas es necesario el uso de un conjunto de indicadores (Boak and Turner, 2005).

Por ejemplo, en costas micromareales, dominadas por olas, los registros mareográficos sistemáticamente subestiman las elevaciones y posiciones horizontales reales que el agua alcanza sobre la playa como resultado de su avance ascendente sobre la pendiente (“runup”, v. Glosario), alcanzando un nivel más alto que el indicado por el registro para el mismo instante y una mayor inundación. En playas arenosas de bajo gradiente, rasgos naturales tales como la escarpa de erosión (en médanos frontales) y la línea de vegetación reflejan precisamente las posiciones de los máximos niveles frecuentes del agua y la cresta del berma refleja la posición de las más frecuentes pleamares ordinarias, mientras que los registros mareográficos

consistentemente predicen menores niveles máximos y promedios de inundación de la playa (Morton and Speed, 1998).

Las discrepancias entre las posiciones predichas y reales del agua en la playa tienen importantes implicancias científicas y legales. Las primeras involucran la definición y mapeo de rasgos de la línea de costa que reflejen las tendencias de largo plazo en el movimiento de la playa, pero no registran las fluctuaciones de corto plazo de las aguas. Ni la línea instantánea de pleamar (límite playa húmeda-seca) ni la cresta del berma satisfacen este requerimiento y, en consecuencia, no son recomendables para el monitoreo de la posición de la línea de costa tanto en el campo como a través de fotografías aéreas, a menos que no haya otra alternativa confiable.

Las implicancias legales se relacionan con la propiedad y con sus límites, que en los Estados Unidos son actualmente medidos a partir de registros de mareógrafos, pero que originalmente fueron definidos legalmente sobre la base de niveles de mareas altas que dejan marcas físicas en los terrenos contiguos a las playas. Debido a que los niveles del agua son en realidad más altos en la playa que lo predicho por mareógrafos, las determinaciones basadas en un “datum” de marea otorgan más propiedad litoral al propietario del área lindante que la justificada por factores físicos o por el espíritu de la ley. Por lo tanto, las zonas sumergidas de propiedad estatal pública abarcan menos playa que el área que es regularmente inundada por agua marina.

El Código Civil Argentino define las playas marítimas como “la extensión de tierra que las aguas bañan y desocupan en las más altas mareas, y no en ocasiones extraordinarias de tempestades”. En el ámbito de la Provincia de Buenos Aires se han seguido distintos criterios, ya sea basados en un nivel altimétrico de referencia o, más recientemente, en las disposiciones del Código de Aguas (Ley 12.257), que a su turno dispuso en su artículo 18 que para la demarcación de la línea de ribera “se considerará crecida media ordinaria a aquella que surja de promediar los máximos registrados en cada año durante los últimos cinco años”. También establece que “falta de registros confiables se determinará conforme a criterios hidrológicos, hidráulicos, geomorfológicos y estadísticos evaluados a la luz de una sana y actualizada crítica”.

Teniendo en cuenta la complejidad del sistema costero es pertinente considerar indicadores perceptibles, tales como los rasgos geomórficos, y que puedan ser controlados a lo largo del tiempo, según los procesos dominantes.

PROCESOS GEOMORFICOS Y DINAMICA COSTERA

Sobre los diferentes ambientes y, por ende, sobre las diferentes geoformas y tipos de sustrato, la constante acción del oleaje y de las corrientes litorales, asociada a la permanente influencia de las mareas, causan la conformación de diferentes morfologías, acrecentándose estos efectos por las tormentas, las que incrementan el nivel de las mareas y la energía del oleaje, aumentando sustancialmente el poder erosivo, manifestándose éste tanto en el retroceso de la línea de costa como en la modificación del perfil de la playa (Figs. 2 y 4).

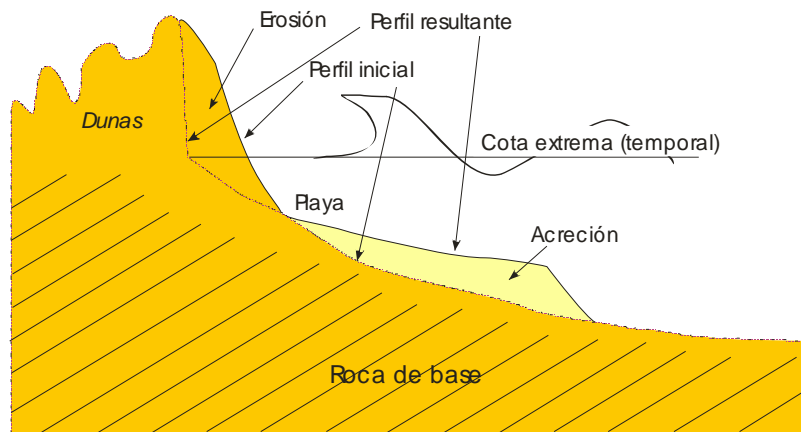


Figura 2. Modificaciones del perfil de la playa por olas de alta energía o acción de tormentas.

TIPOS DE COSTA

Desde el punto de vista geomorfológico, podemos realizar una clasificación primaria de los principales tipos de costas que es posible individualizar, que en principio dividiremos en costas “altas” y “bajas”. Esta división es de carácter general, pero a los fines del presente estudio se hará referencia a la costa atlántica bonaerense. En ambos tipos de costa aparece como rasgo fundamental la playa, con distintos grados de desarrollo (i.e. disponibilidad de sedimentos) y rasgos típicos (Figs. 3 a 8). El desarrollo de estos ambientes costeros se ha relacionado con factores morfodinámicos y evolutivos, implicando los procesos actuales y aquellos actuantes en la escala geológica más reciente (Isla et al., 1998; Isla y Bértola, 2005). Una clasificación más abarcativa de los ambientes costeros del litoral atlántico bonaerense está ilustrada en la Figura 9.

a) *Costas altas*

Están representadas por aquellos sectores donde el contacto del mar con el continente se

manifiesta a través de un acantilado marino (Figs. 3 a 5).



Figura 3. Acantilado vertical al sur de Punta Mogotes.

Las primeras representaciones de este tipo de costa se producen desde el norte hasta el sur de la ciudad de Mar del Plata donde la línea de costa intercepta los afloramientos de las ortocuarcitas paleozoicas del sistema de Tandilia, representando las rocas más antiguas del litoral bonaerense y los limos loessoides (con tosca) de los Sedimentos Pampeanos.

Hacia el suroeste, en las inmediaciones de Necochea y Monte Hermoso pueden observarse acantilados activos de menor magnitud que los anteriores desarrollados también en los Sedimentos Pampeanos. En el sector austral del ambiente patagónico de la provincia, pueden observarse acantilados activos de alturas muy importantes (15 m) exponiendo a las areniscas azuladas de la Formación Río Negro.

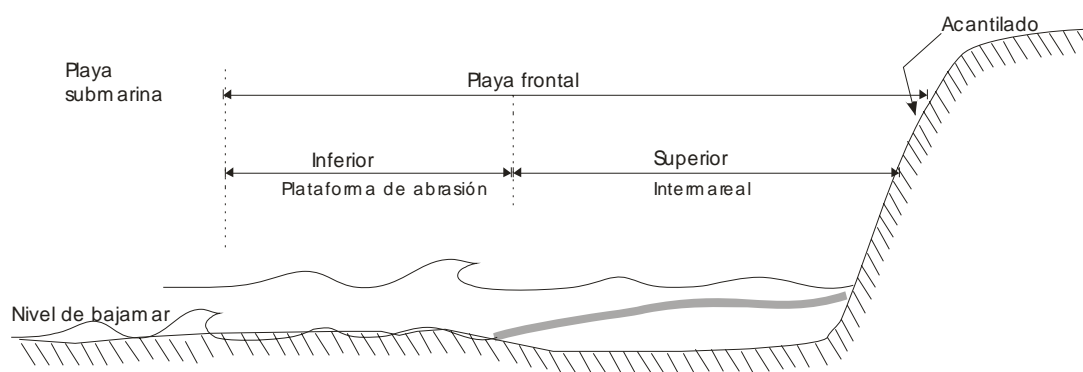


Figura 4. Perfil ideal de una playa asociada a costas altas (en muchos casos puede haber ausencia de berma o playa distal)

Existen diferentes situaciones morfológicas asociadas a los acantilados, abarcando casos con presencia de playa, o el desarrollo de una plataforma de abrasión (“restinga”), hasta un

acantilado actualmente inactivo y cubierto parcialmente por depósitos medanosos (Fig. 5).

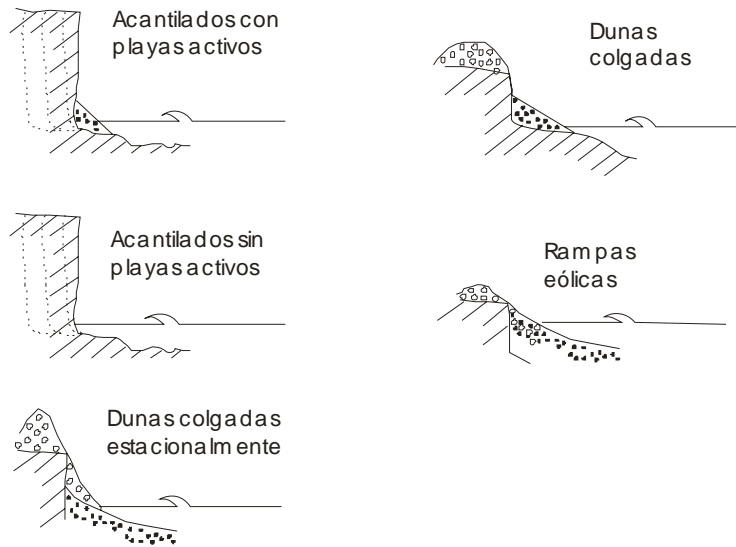


Figura 5. Diferentes situaciones de costas altas (Isla et al., 1996).

b) Costas bajas

A lo largo del litoral atlántico bonaerense, alternando con las costas altas, se desarrollan extensas zonas de costas bajas, compuestas por una variedad de ambientes consistentes en playas, lagunas costeras, planicies intermareales, bahías, deltas, entre las más importantes (Figs. 6, 7 y 8).

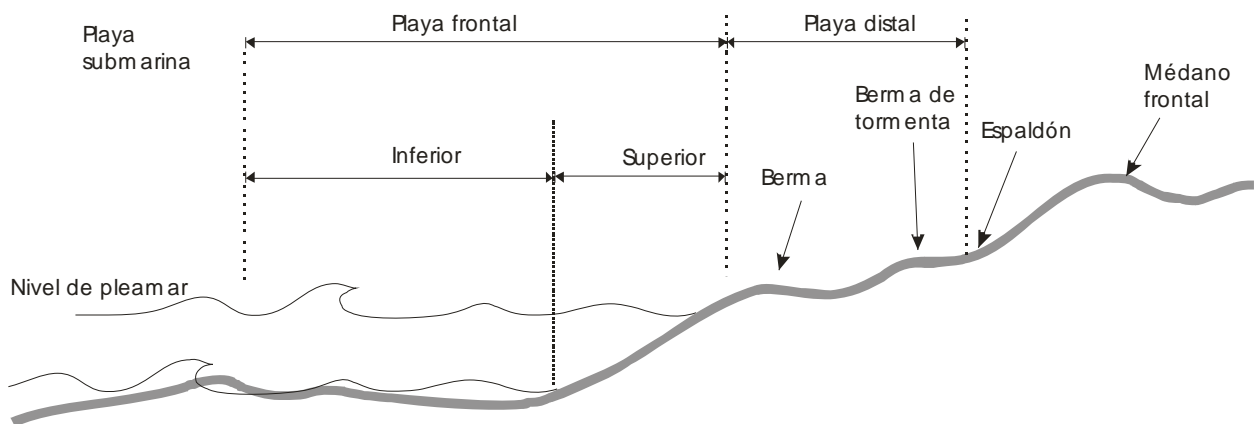


Figura 6. Perfil ideal de una playa asociada a costas bajas.



Figura 7. Sistema duna-playa en Las Toninas; costa baja en la barrera oriental.

La morfología de estas costas está condicionada fundamentalmente por un escaso gradiente topográfico regional y local, el tipo de marea, los factores climáticos y oceanográficos, y la acción antrópica. Estos sistemas constituyen a veces sectores difíciles para delimitar con precisión la línea de ribera. Podemos observar tres barreras medanosas que pueden ser individualizadas en el litoral bonaerense: La ***Barrera Medanosa Oriental*** que se desarrolla de Punta Rasa hasta Mar Chiquita, la ***Barrera Medanosa Austral*** que va desde Miramar a Baterías y la ***Barrera Medanosa de Patagones*** que se presenta desde Bahía San Blas a Punta Redonda (Fig. 9).

La ***Barrera Medanosa Oriental*** se desarrolla sobre una pendiente regional suave. Los depósitos medanosos y de playa se acumularon sobre los sedimentos transgresivo-regresivos holocenos formados por una pulsación del nivel del mar en los últimos 6000 años, generando ambientes estuáricos actuales (e.g. la Laguna Mar Chiquita).

La ***Barrera Medanosa Austral*** se desarrolla sobre los acantilados bajos de los limos loessoides de los Sedimentos Pampeanos y es cortada alternativamente por los cursos que desaguan en este sector y que pueden ser obstruidos naturalmente.

La ***Barrera Medanosa de Patagones*** es continua, observándose playas de grava, médanos vivos y semifijos, y en algunos sectores médanos colgados sobre los acantilados.

Los ambientes litorales que componen el sistema duna-playa muestran distintos tipos de desarrollo según los procesos dominantes y el grado de intervención humana (Fig. 8).

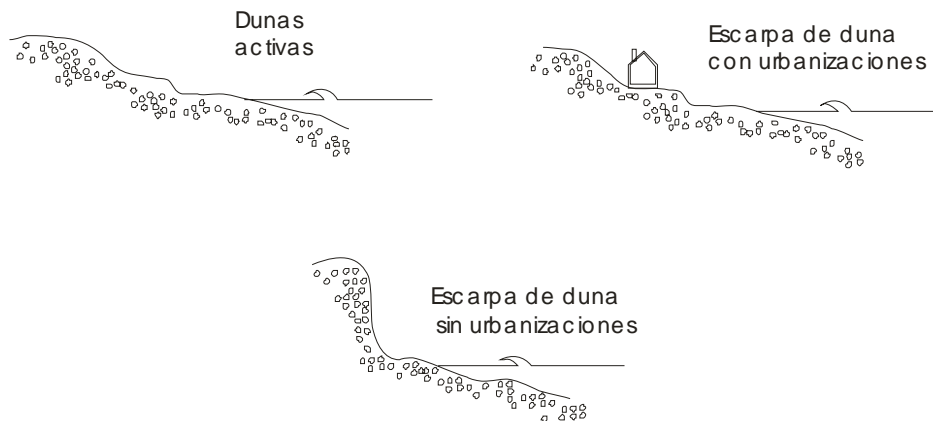


Figura 8. Diferentes situaciones en costas bajas (Isla et al., 1996)

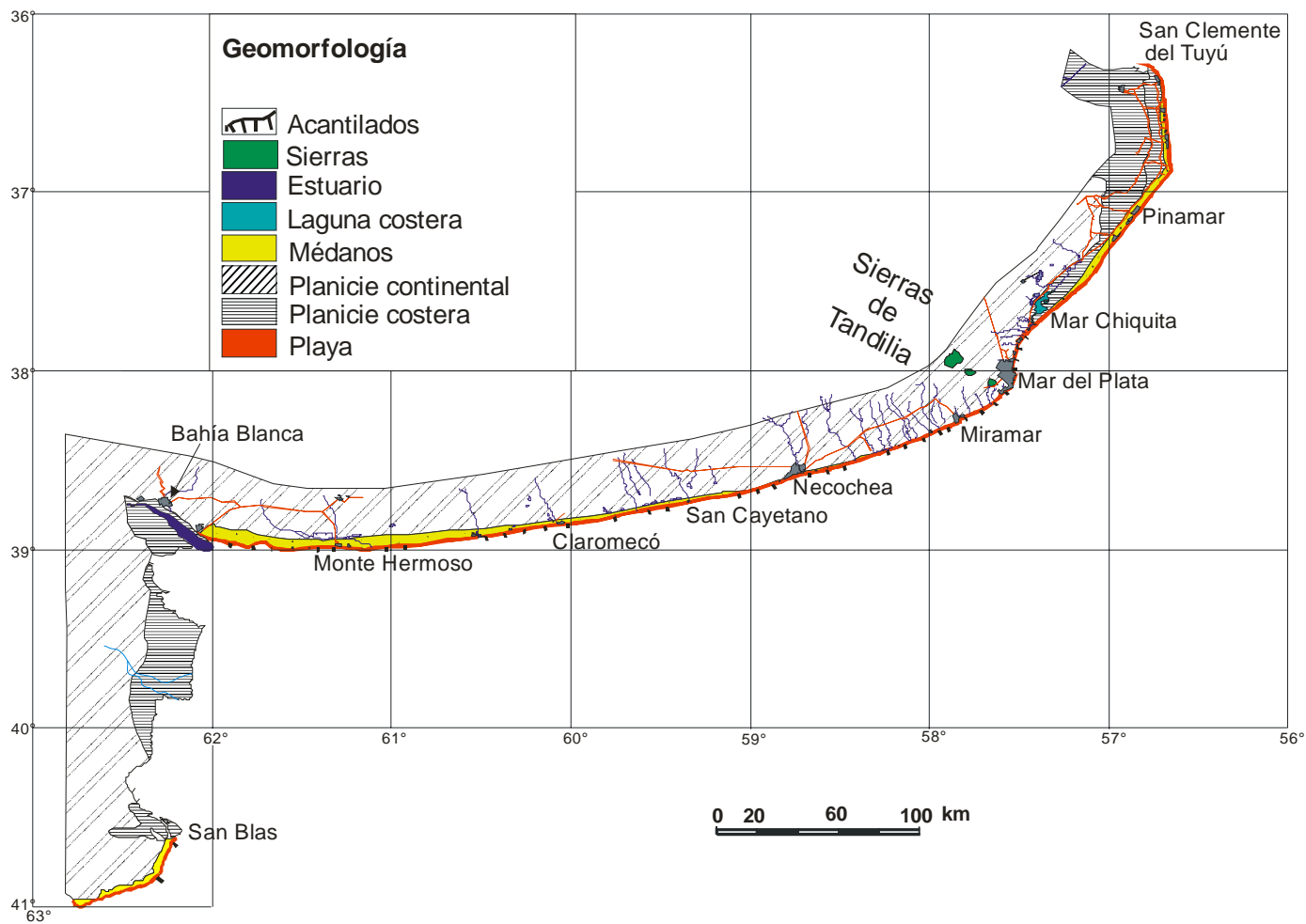


Figura 9. Mapa geomorfológico del litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires (modificado de Bértola, 2001; Isla, 2002).

VARIABILIDAD COSTERA: EROSIÓN Y ACUMULACIÓN

Ya se ha visto que el sector litoral de la Provincia de Buenos Aires está caracterizado por diferentes ámbitos geomórficos que dependen de un conjunto de variables, no solamente relacionadas a los procesos actuales, sino también a su historia evolutiva. La litología, las variaciones del nivel del mar y más recientemente las actividades humanas le imprimen particularidades específicas. El conjunto de estos factores determina la variabilidad de las playas, como lo demuestran los cambios en el perfil de algunas localidades (Fig. 10).

La erosión costera

Diversos sectores de la costa atlántica bonaerense sufren un severo proceso erosivo que se manifiesta en un retroceso de la línea de costa y en la disminución de las acumulaciones de las playas. Estos efectos son recurrentes, en particular en áreas de importancia turística sujetas a una fuerte intervención humana, y requieren respuestas correctivas de efecto inmediato, así como bases sólidas para el manejo en el mediano y largo plazo (Isla, 2002; Schnack et al., 1998, 2001).

El primer estudio sistemático de variaciones de playas en la Argentina fue realizado por Cortelezzi *et al.* (1973). Este trabajo analizó perfiles promedio anuales sobre la base de relevamientos mensuales realizados durante los años 60 en playas de San Clemente del Tuyú (cerca del sitio del proyecto), Mar Chiquita, Mar del Plata y Miramar. Los dos perfiles relevados en la playa de Mar Chiquita resultaron en un retroceso de 60 m y 35 m en el lapso de seis años. Este retroceso fue nuevamente mencionado en estudios posteriores (Schnack, 1985), confirmando un retroceso de más de 6 m/año (Fig. 11).

En el Partido de la Costa (Santa Teresita y Mar del Tuyú) se han estudiado casos de erosión severa (con significativa destrucción de las dunas costeras por la urbanización y actividades extractivas. López (1996) menciona importantes pérdidas de arena en el Partido de la Costa durante las sudestadas que se manifestaron en distintas estaciones del año desde 1989 hasta 1993, y las atribuye a la contribución de la actividad humana. Schnack y O'Neill (2001), mediante el análisis comparativo de fotografías aéreas verticales entre 1957 y 1985 determinaron retrocesos del orden de 1 m/año en diferentes localidades del Partido de la Costa, en particular en las localidades más urbanizadas. En Mar del Tuyú, la onda de tormenta

de febrero de 1993 causó modificaciones severas en el perfil de la playa con variaciones verticales hasta 1,40 m, de acuerdo a mediciones realizadas por la Dirección de Hidráulica, y la destrucción de propiedades (Fig. 12). El 30 de diciembre de 2003 una fuerte sudestada afectó severamente un importante sector del frente costero de Villa Gesell. Hacia fines de agosto de 2005 un fenómeno similar causó erosión en localidades del Partido de la Costa.

En la zona de la Ensenada Mogotes, al sur de Mar del Plata, la tormenta del 9 de febrero de 2006 causó severos problemas erosivos (Fig. 13) que acentuaron un proceso que viene ocurriendo desde hace varias décadas.

Las ondas de tormenta son la causa directa de la erosión en su manifestación más dramática. No sólo producen una elevación del nivel del mar, sino que también se asocian a fuertes vientos, provocando un aumento de la energía del oleaje. Estas ondas, que se desarrollan a lo largo de la costa argentina son de carácter extratropical, del mismo tipo de las que se producen en la costa atlántica de América del Norte y en el Mar del Norte. En la región del Atlántico sudoccidental se las reconoce como “sudestadas”. Aunque persistentes ondas de alta energía se originan sobre el propio frente costero de la provincia de Buenos Aires, muchas de ellas provienen de la región austral de la plataforma continental argentina y llegan hasta las costas de la provincia de Buenos Aires después de recorrer cientos de kilómetros.

Las tormentas constituyen fenómenos naturales recurrentes que en condiciones prístinas ejercen una acción temporaria sobre el sustrato, es decir, la playa recupera su perfil anterior al episodio. Es común que la alternancia de situaciones de calma y tormenta genere perfiles estacionales típicos de playa, reconocidos como “de calma” y “de tormenta”. Los procesos erosivos se tornan progresivos en las áreas de mayor desarrollo, donde existen construcciones costeras y urbanizaciones, descargas pluviales perpendiculares a la costa, y en particular debido a la extracción de arenas para la industria de la construcción.

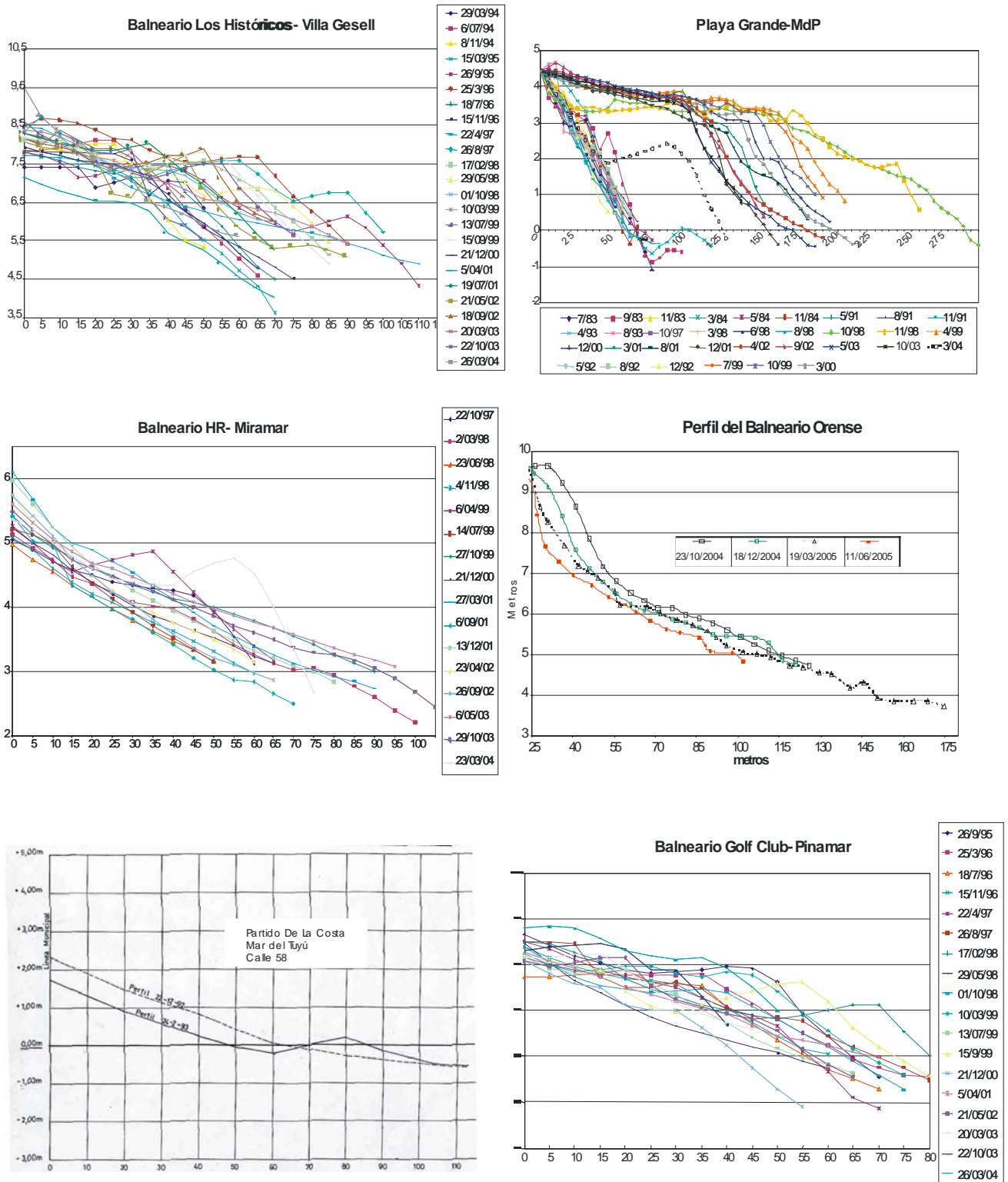


Figura 10. Cambios morfológicos de las playas en diferentes localidades (fuentes: Scalise y Colado, 2000; Bértola, 2006; Bértola et.al, 1999; Isla et al., 2001).



Figura 11. Efectos de ondas de tormenta: Mar del Tuyú, Partido de la Costa.

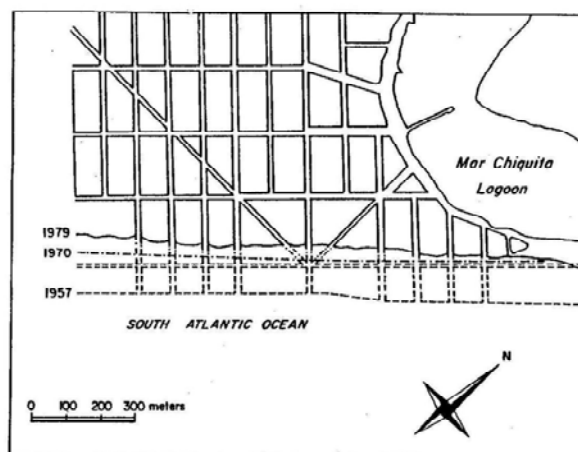


Figura 12. Izquierda: la costa de Mar Chiquita, al sur de la desembocadura de la laguna. Derecha: Retroceso de la línea de costa en el mismo sector, entre 1957 y 1979 (Schnack, 1985). El proceso ha sido atenuado mediante obras de defensa.



Figura 13. Costa alta, erosiva, en la zona de Los Acantilados, al sur de Mar del Plata. Nótese el escaso desarrollo de la playa.

La acumulación costera

Ambientes dominados por procesos acumulativos también son observados a lo largo del litoral bonaerense. Dentro de éstos, los ambientes medanosos constituyen los de mayor desarrollo, observándose en prácticamente todo el litoral bonaerense amplias zonas con médanos en movimiento. En menor medida, algunos sectores de playas también constituyen en la actualidad ambientes dominados por procesos acumulativos, donde se alternan los procesos costeros y eólicos. Debe destacarse que las zonas estables o que manifiestan acreción son en general aquéllas con nula o escasa intervención humana.



Figura 14. Diversos casos de acumulación (playas y médanos). Izquierda: San Cayetano. Derecha: San Clemente del Tuyú.

CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

La costa bonaerense presenta en líneas generales una deriva litoral de sur a norte. Presenta un régimen de mareas micromareal (< 2 m de rango), a excepción del estuario de Bahía Blanca y hacia el sur bonaerense, donde predomina un régimen mesomareal (~2-4 m).

A lo largo de la costa atlántica entre San Clemente del Tuyú y Mar del Plata las olas tienden a incrementar su altura. Los promedios anuales medios y máximos en Punta Médanos muestran, sin embargo, un 70% mayor, a pesar de su ubicación cerca de Mar de Ajó. Ello se debe a la presencia de "bancos alineados" que se desarrollan desde Punta Médanos al sur, orientados SSE con un ángulo de 30° con respecto a la costa, concentrando en el sector la energía de la ola, y donde se han medido valores máximos de 4,10 m (Lanfredi et al., 1992). Estos bancos continúan al sur hasta más allá de Pinamar. Más hacia el sur, se registran los oleajes más intensos en la zona de Necochea, con alturas máximas de 3,61 m y períodos de 8 s (Tabla 1).

Tabla 1. Alturas medias y máximas anuales para localidades de la costa atlántica
(Lanfredi et al., 1992)

Localidad	Altura de ola (m)		Período (s)
	Media	Máxima	
Mar de Ajó	0,68	1,31	8,4
Punta Médanos	1,15	4,10	7,0
Pinamar	0,89	1,90	8,7
Mar del Plata	0,91	2,30	8,0

CASOS DE ESTUDIO

Lo enunciado hasta aquí expone las características generales del ambiente litoral bonaerense, elementos imprescindibles en la elaboración de cualquier estudio que involucre la dinámica costera. A partir de estos criterios se introducirá en el estudio de casos específicos, que servirán de base para establecer en función de los rasgos geomórficos la ubicación de la línea de ribera.

Con el fin de completar criterios relativos a los objetivos de este informe se realizaron ejercicios de campo en diferentes sectores representativos de las barreras arenosas oriental y austral del ámbito provincial.

Una comisión formada por integrantes del grupo de trabajo realizó los estudios de caso en playas de los partidos de la Costa y Villa Gesell, y en la localidad de Claromecó.

PARTIDO DE LA COSTA

a.- Las Toninas (Figs. 15 a 18)

En la localidad de Las Toninas, al norte del casco urbano, se observan dos casos muy contrastantes situados a 300 m de distancia. El primero de estos, se sitúa a 150 m del límite de la urbanización y ubicado a los $36^{\circ} 28' 12,7''$ S y $56^{\circ} 41' 37,5''$ W. Esta representado por una playa angosta, compuesta en su totalidad por una ambiente intermareal (playa frontal), de pendiente suave y con la presencia de un berma muy poco desarrollado, formando un quiebre de pendiente muy claro directamente contra los médanos. Se observan en la playa pequeños canales con estructuras de corriente y acumulaciones eólicas temporarias.

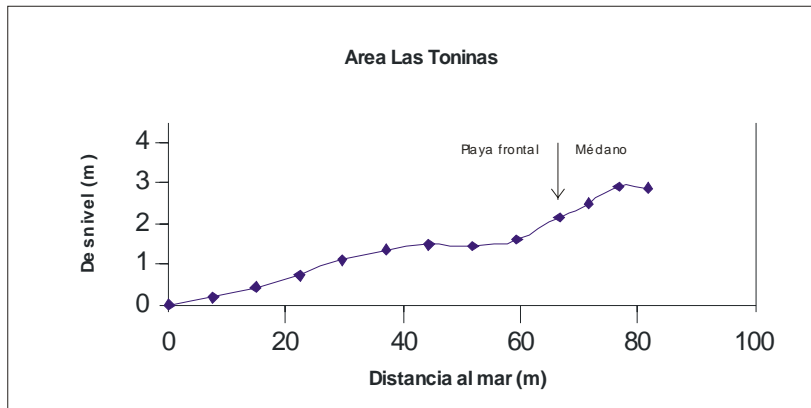


Figura 15. Perfil topográfico en la localidad de Las Toninas al norte del casco urbano.

El segundo caso lo observamos en el casco urbano norte ($36^{\circ} 28' 19,8''$ S y $56^{\circ} 41' 37,3''$ W), y está compuesta por una playa frontal angosta (60 m) de pendiente regular y baja, formando un pequeño acantilado de 0,50 m de altura en materiales antrópicos, observándose una gran cantidad de bolsas de arena utilizadas para la protección de las playas. Esta pequeña barranca se encuentra en el medio de la antigua calle costanera.

Conclusión:

De acuerdo a lo observado, se visualizan playas de escaso desarrollo. En áreas periurbanas la línea de ribera puede establecerse en el contacto de la playa con la cadena de dunas, mientras que en áreas urbanizadas el límite puede fijarse en la parte superior de la escarpa formada sobre las construcciones o la calle costanera.



Figura 16. Fotografías en el sector norte de Las Toninas (zona no intervenida), donde se observa la estrecha playa, conformada casi exclusivamente por la playa frontal y con poco desarrollo de la playa distal.

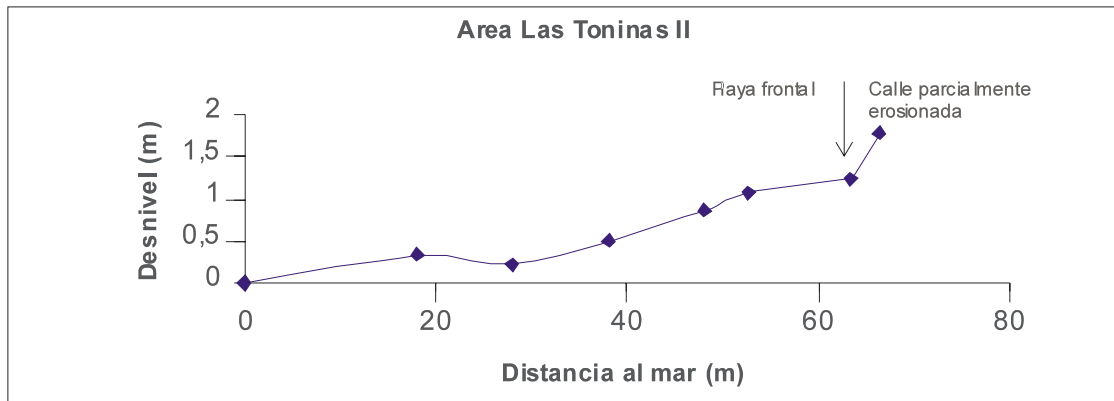


Figura 17. Perfil topográfico de la playa en el casco urbano de la localidad de Las Toninas.



Figura 18. Fotografías del extremo norte de la urbanización en Las Toninas (perfil en Fig. 17), donde se observa el escaso desarrollo de la playa y la exposición de las construcciones (calles y viviendas) a la acción destructiva del mar.

b.- Driades (Figs 19 y 20)

El tercer caso corresponde al realizado en un emprendimiento urbanístico y se ubica a los $36^{\circ} 58' 21''$ S y $56^{\circ} 44' 29,1''$ W. La playa presenta una ampliación importante, observándose en los primeros 60 m dos bermas. La playa frontal presenta una pendiente bien marcada, formada por materiales de textura arenosa gruesa, muy orgánica (conchillas) y con gran cantidad de rodados de diferentes rocas.

La playa distal se presenta cubierta por rodados de diferentes composiciones, concentrados por la deflación de los materiales más finos. Si bien en el lugar de estudio se pasa transicionalmente a los depósitos medanosos debido fundamentalmente a la afectación antrópica, al sur y norte (áreas más naturales) la línea de médanos se presenta más cercana a la línea de costa, produciendo una reducción de la playa distal.

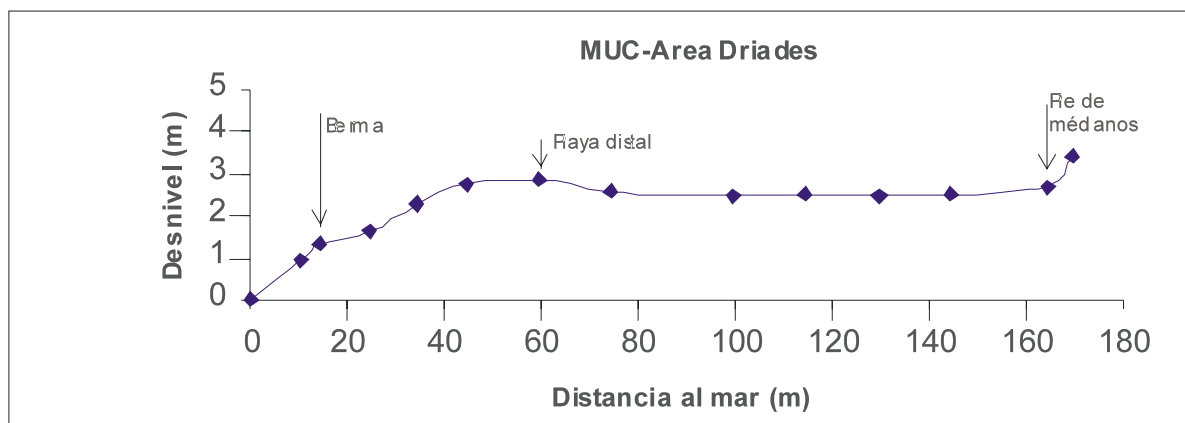


Figura 19. Perfil topográfico en el área del complejo urbanístico Driades.



Figura 20. Playa frontal y distal y composición granulométrica del berma en Driades.

Conclusión:

La zona donde se desarrolla esta playa se caracteriza por ser de amplia extensión, fundamentalmente en el sector distal, observándose una cadena de médanos parcialmente vegetada que constituye en la actualidad una excelente asociación de ambientes para el intercambio sedimentario. El segundo berma, sólo ocasionalmente alcanzado por la acción de ondas de tormenta, constituiría un caso de línea de ribera “morfológica”.

PARTIDO DE VILLA GESELL

c.- Mar Azul (Figs. 21 y 22).

Este perfil de playa se realizó al sur de Mar Azul, situado a los $37^{\circ} 23' 10,7''$ S y $57^{\circ} 03' 04,3''$ W. Se observa una playa extensa con una playa frontal angosta de pendiente importante, con un berma muy poco desarrollado en su parte media y un berma bien

claro que separa este sector de la playa distal. Los sedimentos de la playa frontal presentan una buena estratificación, y están compuestos por capas de texturas arenosas, finas y gruesas y materiales organógenos (conchillas muy fracturadas).

Por detrás del berma se presenta la playa distal, con una depresión donde se acumula el agua temporariamente. En este ámbito se observan concentraciones de materiales gruesos por la deflación, y más al sur la presencia de vegetación autóctona. El contacto con el médano es claro, con el desarrollo de vegetación en su superficie. La línea de ribera se ubicaría en la cresta del berma.

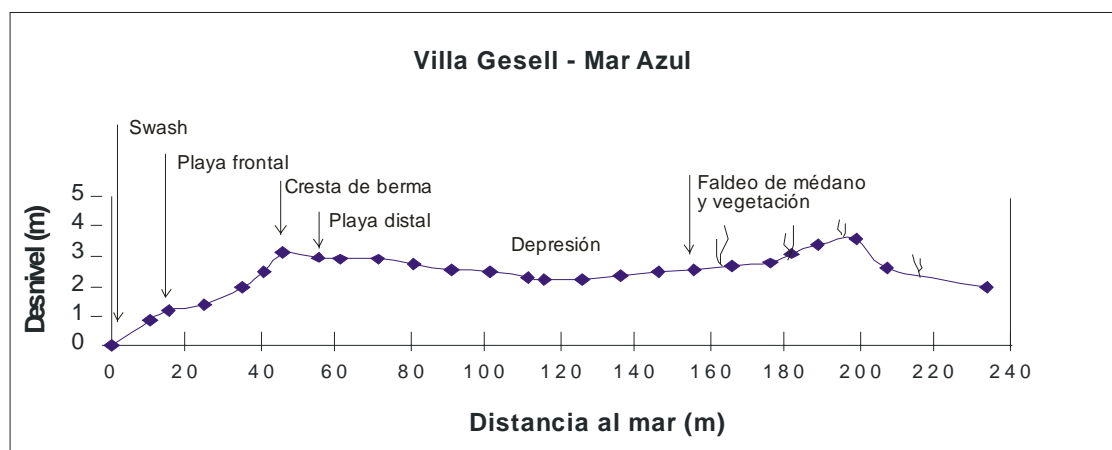


Figura 21. Perfil topográfico al sur de Mar Azul.



Figura 22. Mar Azul: fotografías que indican la amplia extensión de la playa (frontal y distal) y cómo la vegetación natural va colonizando esta zona, aumentando el entrapamiento de sedimento.

Conclusión:

La zona situada al sur de Mar Azul constituye un ambiente similar al anterior, donde se desarrolla una playa muy amplia, que pasa gradualmente hacia la cadena de médanos

que está parcialmente vegetada. Esta situación, asociada a la inexistencia de urbanizaciones, permite establecer para ésta y áreas similares, zonas libres que permitan el intercambio sedimentario. La línea de ribera podría fijarse a lo largo del berma distal, o donde se aprecian incipientes formaciones medanosas con vegetación.

PARTIDO DE TRES ARROYOS

d.- Claromecó (Figs. 23 a 26)

Este caso corresponde al sector de playa ubicado a unos 200 metros del Arroyo Claromecó sobre su margen derecha, habiéndose realizado un perfil transversal al arroyo a unos 150 m de su desembocadura.

Perfil de playa: 38° 51' 41,7'' S y 60° 05' 09,3'' W.

La playa se presenta con un pendiente suave. La primera parte corresponde a la playa frontal, compuesta por sedimentos arenosos, observándose el pasaje a la playa distal por una línea de resaca y por presentar ésta depósitos eólicos. En la parte terminal de la playa distal puede observarse una línea de resaca que correspondería a períodos de tormenta. Hacia al sur, unos 20 metros antes de este punto se observa la línea de médanos con vegetación de tamariscos.

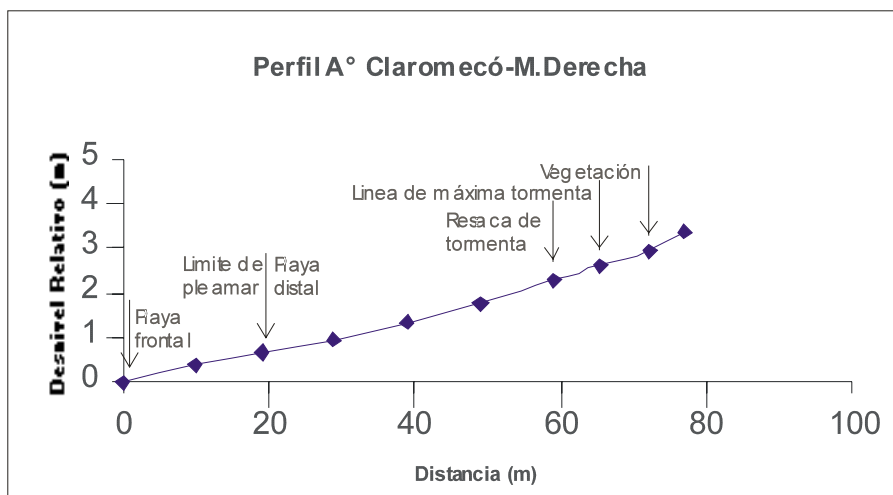


Figura 23. Perfil topográfico en el casco urbano de la localidad de Claromecó.



Figura 24. Playa de Claromecó, margen derecha del Arroyo Claromecó

Perfil transversal E-W al A. Claromecó:

La margen derecha del arroyo en el área de la desembocadura se presenta muy llana, encontrándose el inicio del perfil al W en los médanos parcialmente degradados y ocupados con urbanizaciones. A partir de este sector, y muy cercano a esta línea se observa un área caracterizada por dos líneas de resaca que estarían representando el alcance máximo de las olas en periodos de tormenta. La planicie de inundación del curso se presentaría acotada prácticamente al curso del mismo, ya que a escasos metros aguas arriba se lo observa encajonado entre médanos y en la zona de estudio ha dejado la marca de resaca producida en periodos de pleamar. En la margen izquierda la morfología no es tan llana, presentando una suave pendiente, donde también se distinguen las marcas de resaca de tormenta, culminando el perfil donde comienzan los depósitos medanosos.

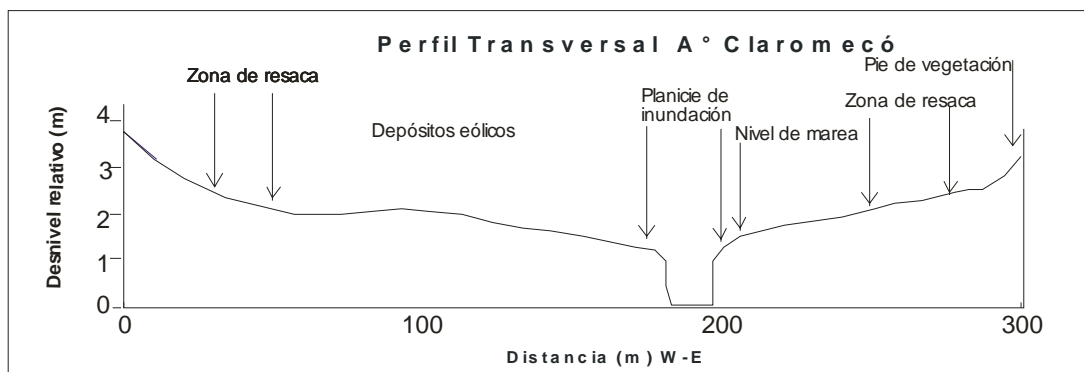


Figura 25. Perfil transversal del A. Claromecó en cercanías a su desembocadura



Figura 26. Fotografías del arroyo Claromecó en el ámbito de su desembocadura

Conclusión:

Situaciones como la presente, donde se encuentran rasgos litorales y fluviales asociados, sumadas a las perturbaciones que el hombre pudiera haber generado, pueden llevar a escenarios complejos. En este caso, el ambiente de playa se presenta con una amplitud escasa, poniéndose en contacto gradualmente con los médanos frontales. En el sector de influencia del curso se sigue observando el berma, aunque con una escasa expresión, que respondería a la posición de la línea de ribera, hasta prácticamente la intersección con el curso, dejando a sus espaldas una amplia extensión de arena trabajada fundamentalmente por el viento, salvo en las mareas vivas o de tormentas. Aquí estamos en presencia de sectores fuertemente antropizados, en los que los rasgos morfológicos han sido modificados.

ANÁLISIS DE ALTURAS DE MAREAS COMO CRITERIO ALTERNATIVO

Esta sección se refiere a la posibilidad de utilizar niveles de mareas basados en estadísticas de valores astronómicos (Stadelmann et al., 2006).

Se entiende por marea astronómica o lunisolar a la oscilación periódica del nivel del mar que resulta exclusivamente de la atracción gravitacional de la Luna y el Sol que actúan sobre la Tierra en rotación. Dentro de los ciclos de mareas astronómicas se producen mareas “vivas” o de sicigias y mareas “muertas” o de cuadratura. En un mes lunar se producen dos situaciones de sicigias y dos de cuadratura.

El conocimiento de la marea astronómica es de fundamental importancia para la seguridad en la navegación y para la planificación del manejo de recursos y actividades costeras.

Hay dos valores importantes relacionados con este fenómeno, tal como han sido definidos por la OHI (1994). Uno de ellos es el LAT (Lowest Astronomical Tide) es el nivel más bajo

alcanzado por la marea en condiciones meteorológicas (promedio) medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómicas. La OHI recomienda que su cálculo sea realizado durante un período mínimo de 19 años (período de precesión de la órbita lunar), utilizando las constantes armónicas derivadas de observaciones de un mínimo de 1 año.

Otro parámetro relevante es la pleamar astronómica más alta (Highest Astronomical Tide, HAT). En su artículo 2340, inciso 4to, el Código Civil Argentino define las playas marítimas como “la extensión de tierra que las aguas bañan y desocupan en las más altas mareas, y no en ocasiones extraordinarias de tempestades”. Es decir, es el nivel más alto que puede alcanzar la marea debido a la acción del sol y la luna exclusivamente. Luego teniendo en cuenta esta definición, en el planeamiento costero, puede considerarse al HAT como el lugar más bajo aceptado para la línea de costa o ribera. Se recomienda calcular el HAT a partir de una predicción de 19 años realizada con constantes armónicas obtenidas a partir de un registro de 1 año de alturas horarias observadas.

Para calcular el LAT y HAT en una determinada localidad, se realiza una predicción armónica de marea para un período de 19 años, y se determinan la menor y la mayor altura respectivamente. La amplitud máxima se calcula seleccionando el mayor valor que surge de hacer las diferencias entre la altura de la pleamar y la de la bajamar consecutiva para la totalidad del periodo predicho.

Para efectuar el replanteo sobre la playa del LAT y el HAT es necesario realizar una nivelación geométrica con origen en puntos fijos, vinculados altimétricamente a estas alturas. En este trabajo no se incluyen dichos puntos debido a que en muchas ocasiones las obras públicas o privadas y el vandalismo hacen que algunos queden en desuso y se incorporen otros. Por tal motivo se sugiere consultar al Servicio de Hidrografía Naval para obtener las monografías y altimetrías de los puntos mencionados.

A la acción gravitacional de la Luna y el Sol sobre la Tierra se le suma el efecto meteorológico que puede hacer crecer el nivel de las aguas por encima de los valores astronómicamente predichos. En el caso particular de la costa bonaerense, tales efectos meteorológicos suelen ser las conocidas “sudestadas”, que consisten en el apilamiento de las aguas sobre las costas por la acción del viento y la elevación del nivel del mar como consecuencia de la baja presión atmosférica en los centros de tormenta. Ello se manifiesta en elevaciones de más de 1 m sobre el valor predicho de la marea astronómica. Esto es particularmente significativo cuando estos valores máximos se producen en situaciones de

pleamar, por su impacto en el sistema costero, incluyendo la destrucción de edificios y otras construcciones costeras.

Además, a estos efectos anteriores se le deben sumar las variaciones seculares del nivel medio del mar que, en coincidencia general con la tendencia mundial, muestra un aumento relativo de alrededor de 1,5 mm/año en los mareógrafos de la costa bonaerense, entre los cuales el de Buenos Aires tiene un registro estudiado de cien años, mientras que el de Mar del Plata unos 50 años y el de Quequén más de 60 años (Lanfredi et al., 1998; Pousa et al., 2007)).

SÍNTESIS SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA COSTA Y LA LÍNEA DE RIBERA

Asociada directamente con la determinación de la línea de ribera debemos considerar las diferentes condiciones que se observan en la zona costera bonaerense. Si bien la determinación de esta línea está directamente asociada a la erosión y acumulación que se observa en los sectores litorales, la erosión constituye uno de los problemas de mayor peso a la hora de referirnos a la línea de ribera.

Este proceso es provocado por un conjunto de actividades, actuales, pasadas y potencialmente futuras entre las que podemos mencionar:

- Las sucesivas forestaciones que han estabilizado los campos de médanos, eliminado las depresiones intermedanosas y alterando su dinámica, transformando estos sectores en trampas de sedimentos.
- Las extracciones de arena para la construcción han producido un faltante de material, causando en la zona de playa un balance negativo.
- La disfuncionalidad de los médanos debido a la urbanización impide el intercambio de arenas con la playa, contribuyendo de este modo a la erosión. La impermeabilización elimina áreas de recarga del agua subterránea.
- La construcción de espigones y/o otras formas de protección costera han derivado en la mayoría de los casos en soluciones locales, acrecentando los problemas de erosión en el sentido de la deriva litoral.
- El aumento del nivel del mar podría ocasionar un incremento importante de los procesos descriptos.

Por los conocimientos de la evolución de las costas en escala global y regional puede advertirse que esta interfase está sujeta a distintas variables que las hacen cambiar

permanentemente. Desde el punto de vista de las condiciones naturales no existe un límite neto que delimite los ambientes litorales del dominio continental, ya que como se ha expuesto anteriormente, el perfil litoral tiene un carácter dinámico debido a las variaciones diurnas de las mareas, la acción del oleaje con distintos grados de energía, la ocurrencia de episodios de alta energía (sudestadas) y las acciones antrópicas que modifican sustancialmente el balance de sedimentos. Además, deben considerarse las variaciones seculares del nivel medio del mar, que en la región de estudio asciende 1,5 mm/año según registros de varias décadas (Lanfredi et al., 1998; Pousa et al., 2007), y los escenarios de aceleración de ese aumento global, que según el IPCC alcanzaría un aumento de entre 0,09 y 0,9 m durante el siglo actual (IPCC, 2001). Esta interfase es, entonces, una “zona” variable que puede retroceder o avanzar, según situaciones locales. Si a estas condiciones agregamos la erosión crónica establecida en algunas playas, puede advertirse la variabilidad de la “línea de costa” natural y por ende del límite que debe fijar la ley.

Bajo estas condiciones, puede decirse que el crecimiento o decrecimiento de las acumulaciones de sedimentos que conforman el sistema litoral depende de un concepto ligado al “balance de sedimentos”, esto es un sistema de ganancias y pérdidas que tiene componentes locales y regionales. Así, por ejemplo, si se extraen arenas con destino a la construcción habrá una disminución de materiales disponibles para alimentar las playas y dunas. Asimismo, si se urbaniza un sector de médanos, se imposibilitará el intercambio de arenas con la playa.

Como las variables que actúan sobre el sistema costero causan modificaciones en la configuración de la zona, es decir, en la morfología, cabe recomendar que la definición de la línea de ribera, con fines legales y de planificación del espacio costero se fundamente en criterios geomorfológicos y morfodinámicos. Estas determinaciones deberían ser *periódicamente actualizadas* según las particularidades de los distintos tramos costeros.

En tal sentido, consideramos que prioritariamente la línea de ribera debería fijarse sobre la base de un rasgo morfológico claramente discernible en el terreno, que indique el límite de la acción marina, o perceptible mediante percepción remota, que pueda ser mapeable y monitoreado en el tiempo. Entre estos rasgos pueden considerarse:

- El borde superior de un acantilado, ya que los procesos de socavamiento por acción del oleaje en su base generan procesos gravitacionales de todo el conjunto rocoso (Fig. 27).

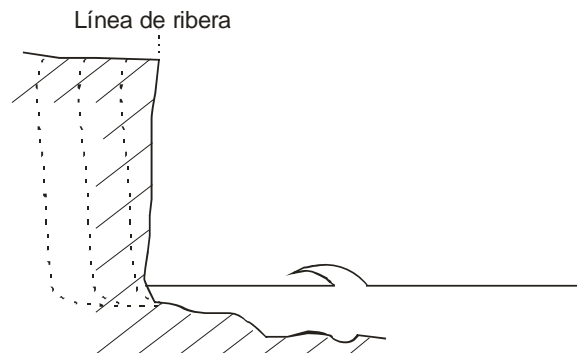


Figura 27

- La cúspide del médano frontal (borde superior del espaldón) constituye un claro límite entre los ambientes marinos y continentales, generalmente resaltado por un escalón muy claro (Fig. 28).

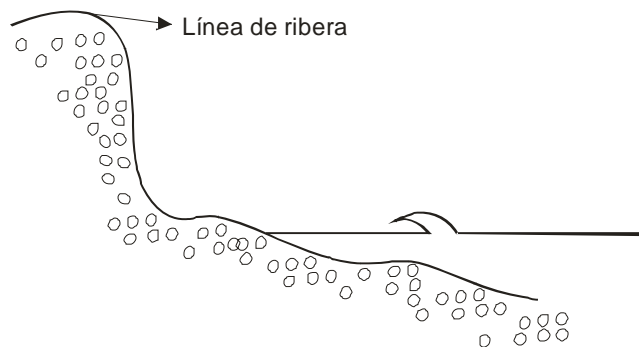


Figura 28

- En los casos de playas muy extensas en las que su porción distal es afectada casi exclusivamente por acción eólica, donde se generan dunas primarias y se establece algún tipo de vegetación, el límite debería fijarse en el berma más interior o donde termina la zona dominada por procesos eólicos (Fig. 29).



Figura 29

En los ámbitos donde la acción antrópica ha producido cambios morfológicos importantes, imposibilitándose la determinación de algunas de las formas enunciadas precedentemente se recomienda la aplicación del HAT (máximo nivel astronómico), promediando las pleamares máximas anuales de 19 años o haciendo una recurrencia de pleamares máximas para 10 años. Dado que el HAT correspondería a la línea de ribera “más baja”, podría determinarse la cota final con base en estos dos criterios. En ambos casos debe contemplarse el cambio del nivel medio del mar. Esto puede hacerse quitando la tendencia de la serie a analizar, tomando como referencia el último dato de la misma y luego agregarle a la recurrencia o al promedio el ascenso del nivel medio que corresponda.

Se recomienda que al momento de la delimitación de la línea de ribera, se proceda a reconocer también este límite en las propiedades lindantes al predio en estudio. El sentido de esta definición se basa en obtener una línea de ribera continua local o regionalmente, evitando interrupciones abruptas entre parcelas contiguas.

A partir del límite establecido (línea de ribera) se recomienda determinar una franja continua de uso restringido o de amortiguación, sin construcciones fijas a fin de permitir el intercambio de sedimentos y favorecer la estabilidad del sistema.

En tal sentido deberá decidirse por los 150 m reglados por la ley 12257, los 100 m de la ley 8912, o por otro valor, según los procesos dominantes en cada sector. Asimismo, en áreas ya urbanizadas, este valor carece de sentido, reservándose para sectores aún no afectados por éstas.

A fin de asegurar un adecuado intercambio de sedimentos duna-playa y al mismo tiempo preservar las características del reservorio de agua, las zonas de retiro podrán ser variables en función de los procesos dominantes (e.g. erosión, acreción) y de las necesidades de planificación.

Con respecto al Art. 18 de la Ley 12257 (Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires), en el párrafo: “Se considerará crecida media ordinaria a aquella que surja de promediar los máximos registrados en cada año durante los últimos cinco años”. En este aspecto, se recomienda que los valores más idóneos deberían obtenerse en un período de 19 años (ver ref. al HAT). El promedio debe realizarse sin tendencia para luego agregarle el correspondiente ascenso del nivel medio del mar.

Con respecto al párrafo del mismo artículo: “A falta de registros confiables se determinará conforme a criterios hidrológicos, hidráulicos, geomorfológicos y estadísticos evaluados a la

luz de una sana y actualizada crítica”. La mayor parte de esos criterios están considerados en el presente informe.

En cuanto al Artículo 142º de la misma Ley (Costa atlántica): “Prohíbese el loteo y la edificación en una franja de ciento cincuenta (150) metros aledaña al Océano Atlántico y la edificación sobre los médanos y cadenas de médanos que lleguen hasta el mar aún a mayor distancia”. Este artículo debería adecuarse por la vía reglamentaria o en su defecto por su modificación. Por un lado, es imprecisa la delimitación de una franja de ciento cincuenta (150) metros “aledaña al Océano Atlántico”, ya que no establece la línea de referencia (¿línea de ribera? ¿borde de médano o acantilado?); por otra parte es excesivamente restrictiva al disponer una prohibición sobre los “médanos o cadenas de médanos que lleguen hasta el mar aún a mayor distancia”. En este sentido, existiría una inhibición en toda superficie donde existan médanos, con lo que otras disposiciones (Decreto/Ley 8912; Ordenanzas Municipales, etc.) quedarían en conflicto, sin dejar de considerar derechos adquiridos en terrenos privados y fiscales. Habría que considerar la restricción de uso en una franja cercana a la costa, y en el resto de las superficies, en particular áreas de médanos, aplicar normas de regulación de uso. Estas normas tendrían como objetivo preservar el recurso hídrico subterráneo explotable existente en los médanos, tanto en su calidad como en su cantidad. Densidades bajas y plantas de tratamiento de residuos cloacales constituirían condiciones apropiadas para su preservación.

En cuanto al reciente Decreto 3202 (29/11/2006), que regula los proyectos urbanísticos en la franja marítima bonaerense, entre Punta Rasa y Punta Alta, a los fines de su aplicación se sugiere una adecuación a los fundamentos geomorfológicos planteados en el presente estudio. En este sentido, la “línea de ribera” puede o no coincidir con el pie del médano (o su tope), ya que en casos de playas muy extensas, con procesos de acumulación eólica, ésta puede ubicarse en el berma distal, de exposición subaérea permanente salvo en tormentas extraordinarias, sin perjuicio de que a partir de esta línea se fijen zonas de retiro o resguardo, tal como se formula en el decreto.

Se recomienda que las superficies generadas por acreción sedimentaria, ya sea naturalmente o producida directa o indirectamente a través de la ejecución de obras ingenieriles, no sean afectadas por construcciones estables, dada la transitoria situación en que se pueden encontrar, quedando afectadas exclusivamente al dominio público.

Cabe señalar que un adecuado manejo de procedimientos no específicos, aunque influyentes en la posición de la línea de ribera, deberá incluir monitoreos sistemáticos de la evolución morfológica de los sectores litorales, a fin de establecer su variabilidad y establecer pautas de control y manejo. Al mismo tiempo, será importante determinar y mapear zonas de riesgo.

En conclusión, se recomienda la aplicación de los criterios geomorfológicos y morfodinámicos expuestos en el presente trabajo para la delimitación de la línea de ribera. En casos de difícil determinación, es recomendable la aplicación del HAT, según los procedimientos indicados. En todo caso, se enfatiza la necesidad de replantear la línea de ribera en forma periódica, según los procesos dominantes, que pueden variar según las zonas. En esta línea, podrán aplicarse distintos procedimientos que pueden consistir en relevamientos de campo apoyados con GPS, fotografías aéreas y otras herramientas de percepción remota.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Lic. Cristina Huwiler, de la Secretaría de Política Ambiental, y del Ing. Roberto Sciarrone, de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas-Dpto. Obras Marítimas, quienes aportaron comentarios y observaciones valiosas sobre el informe del presente estudio. Se extiende el reconocimiento a las autoridades de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires por la habilitación de un ámbito de reunión del grupo de trabajo y la provisión de los medios de movilidad para la realización de un experimento de campo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Bértola G., 2001. "Erosión Costera: Análisis de Riesgos y su Relación con la génesis de depósitos minerales". Capítulo del Sector Argentino de Clasificación Textural de las Playas, Refracción de olas y Playas relevadas. Programme on Ocean Science in Relation to Non Living Resources-OSNLR/COI/UNESCO, soporte en CD.
- Bértola G., Farena M., Cortizo L. e Isla F., 1999. "Dinámica Morfológica de las playas de Villa Gesell (1994-1996), Provincia de Buenos Aires". Revista Asociación Geológica Argentina. Vol. 54 (1):23-35. ISSN 0004-4822.
- Boak, E.H. and Turner, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703.
- Cortezzi, C.R., Colado, U.R., Mouzo, F.H., Robbiano, J.A. y E.J. Schnack, 1973. Variaciones morfológicas y sedimentológicas en el litoral atlántico de la Provincia de Buenos Aires, entre San Clemente del Tuyú y Miramar. *Actas, V Congr. Geol. Arg.*, T. I: 341-344.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 967 p.
- Isla, F. I., 2002. Evolución geológica de la zona costera de Buenos Aires. En Martins, L.R., Toldo, E.E. y Dillenburg, S. R., 2002. *Erosao costeira: causas, análise do risco e sua relacao com a génesis de depósitos minerais*. OEA, CNPq., Porto Alegre, 10 pp, formato CD.
- Isla F. y Bértola G. 2005. "Litoral Bonaerense". *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. De Barrio, Echeverry, Caballé y Llambías (eds.). *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. Capítulo XVI:265-276.
- Isla, F., Cortizo, L. y Schnack, E.J., 1996. Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the Southern Barrier of Buenos Aires. *Quaternary Science Reviews* 15, 8-9, 833-841.
- Lanfredi, N.W., Pousa, J.L., Mazio, C.A. & Dragani, W.C., 1992. Wave-power potential along the coast of the Province of Buenos Aires, Argentina. *Energy, The International Journal*, 17,11: 997-1001.
- Lanfredi, N.W., Pousa, J.L., and D'Onofrio, E.E., 1998. Sea-level rise and related potential hazards on the Argentine coast. *Journal of Coastal Research* 14(1), 47-60.

- López, R.A., 1996. Erosión de playas en el Partido de la Costa, Pcia. de Buenos Aires. *XIII Congr. Geol. Arg. y III Congr. de Exploración de Hidrocarburos*. Actas IV: 295.
- Masselink, G. and Hughes, M.G., 2003. Introduction to Coastal Processes and Morphology. Arnold, London, 353 pp.
- Morton, R.A. and Speed, F.M., 1998. Evaluation of shorelines and legal boundaries controlled by water levels on sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 14(4), 1373-1384.
- Nordstrom, K.F., 2000. Beaches and Dunes of Developed Coasts. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 289 pp.
- Pousa, J.L., Kruse, E., Guaraglia, D., Mazzoldi, A., Carbognin, L., Tosi, L., Bonardi, M., Rizzetto, F. and Schnack, E.J., 2007. Geological hazards in two sandy environments: the eastern coast of Buenos Aires (Argentina) and Venice (Italy). *Environmental Geology*, 51(8), 1307-1316.
- Schnack, E.J., 1985. Argentina. In: *The World's Coastline*, E. Bird & M. Schwartz (eds.), van Nostrand-Reinhold, 69-78.
- Schnack, E.J., Pousa, J.L. and F.I. Isla, 1998. Erosive processes on the sandy coastline of Argentina. In: Christoph Preu (Ed.), *Aktuelle Beiträge zur interdisziplinären Meeres- und Küstenforschung. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft*, Band 20: 133-136.
- Schnack, E.J., Pousa, J.L., Isla, F.I., D'Onofrio, E., Mazio, C. y M. Fiore, 2001. Rasgos morfodinámicos del litoral atlántico oriental de la Provincia de Buenos Aires. Informe técnico (inérito) CIC, La Plata, 21 pp.
- Schnack, E.J. & O'Neill, M., 2001. Erosión y acreción costera en la costa arenosa oriental de la Provincia de Buenos Aires. Informe técnico, Proyecto OEA/CIDI, 5 pp., 4 figs.
- Stadelmann, M.A., D'Onofrio, E.E. y Fiore, M.M.E., 2006. Cálculo de alturas y amplitudes extremas de marea astronómica en la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires. Informe Técnico, SHN, 11pp.

GLOSARIO

Abrasión: Proceso de desgaste de las rocas por la acción combinada del agua con su carga de sedimentos.

Acantilado: Rasgo del paisaje con paredes verticales o casi verticales que se encuentra sujeto a la acción de la abrasión marina. Puede presentar sectores en voladizo y en función de la litología constitutiva, estar en mayor o en menor medida en retroceso, representando claramente una costa erosiva.

Acreción (=acumulación, agradación): Proceso por el cual las partículas clásticas se concentran por la acción de las olas y corrientes costeras y se depositan en la interfase agua-tierra. Este proceso puede ser natural o artificial y en este último caso directo (relleno) o indirecto (interferencia de rompeolas, muelles, espigones, etc).

Barrera: Sistema litoral integrado por extensiones medanosas y playas, en casos separadas de la parte continental por lagunas costeras o bahías.

Berma: Sector subhorizontal de la playa originado por un depósito de materiales clásticos producto de la acción de las olas en ciclos mareales ordinarios (límite entre playa distal y frontal) o por tormentas (berma de tormenta).

Corrientes litorales: Corrientes originadas por la incidencia oblicua de las olas, que se propagan paralelamente a la costa. Actúan en la zona comprendida entre la orilla y la línea de rompiente, provocando el transporte litoral del sedimento (deriva litoral).

Cuadratura: Posición del ciclo de las fases cuando los dos cuerpos principales que producen las mareas (la Luna y el Sol) están prácticamente en ángulos rectos con la Tierra. Por lo tanto la Luna está en cuadratura en cuarto creciente y cuarto menguante.

Deriva litoral: Transporte de sedimentos paralelo a la playa, por la acción de olas y corrientes, entre la rompiente y la orilla. Se mide en m³/año. La deriva litoral “neta” es la diferencia entre dos sentidos opuestos. En nuestra costa, es la diferencia entre el transporte hacia el norte y hacia el sur.

Duna (= médano): Acumulación de arena por acción del viento, conformado montículos de diferentes morfologías. Estas acumulaciones aledañas a la playa constituyen los sectores que interactúan permanentemente entre estos dos ambientes (eólico y litoral).

Erosión costera: Proceso de pérdida de acumulaciones de playa o destrucción de acantilados, o de ambos, fundamentalmente por la acción de las olas, tormentas y las actividades humanas. Pueden darse variaciones estacionales o permanentes en el tiempo.

Espaldón: Constituye un cambio abrupto de pendiente al pie de la cadena de médanos frontales y se lo relaciona con la acción del oleaje durante los máximos alcanzados por el mar.

HAT (Highest Astronomical Tide=Marea astronómica más alta): La marea más alta que puede ocurrir en condiciones meteorológicas normales y en cualquier condición astronómica. Se obtiene al realizar una predicción de la marea astronómica en un período de 19 años.

Holoceno: Epoca más reciente de la historia geológica correspondiente al período Cuaternario. Comprende los últimos 10.000 años.

Laguna costera (albufera): cuerpo de agua de tipo estuarial, generalmente elongado, separado del mar por una barrera arenosa, y conectado por una o más bocas de marea.

LAT (Lowest astronomical tide=Marea astronómica más baja): La marea más baja que puede ocurrir en condiciones meteorológicas normales y en cualquier condición astronómica. Se obtiene al realizar una predicción de la marea astronómica en un período de 19 años.

Marea de cuadratura: Marea de amplitud mínima que ocurre cada dos semanas aproximadamente cuando la Luna está en cuadratura.

Marea de sicigias: marea de máxima amplitud que ocurre cada dos semanas en coincidencia con la Luna Nueva (conjunción) o Llena (oposición).

Marea de tormenta: Suma de la marea astronómica y la onda de tormenta.

Nivel medio de las pleamares más altas (MHHW): La altura promedio de todas las pleamares más altas diarias registradas en un período de 19 años (ver Precesión).

Nivel medio del mar: Media aritmética de las alturas de marea observadas en un lugar, en forma continua, separadas por el mismo intervalo de tiempo y durante un período adecuado (e.g. registros continuos de 19 años de alturas de marea horarias).

Ola: Movimiento ondulatorio del agua producido por la tensión del viento.

Onda de tormenta: Una elevación y apilamiento de las aguas sobre el nivel normal, resultante de la tensión del viento y la reducción de la presión atmosférica. Sus consecuencias sobre los sistemas costeros pueden ser más severas cuando se manifiestan en las pleamares.

Plataforma de abrasión (= restinga): Rasgo de erosión con suave pendiente hacia el mar, constituida por roca de base, que se extiende desde la base del acantilado hacia la zona de rompiente.

Playa: Acumulación transitoria de arena o grava que se extiende entre el pie del médano frontal o del acantilado y la zona submarina, en la que predomina la acción de las olas y de las corrientes generadas por ellas.

Playa distal: Parte superior de la playa sujeta habitualmente a la exposición subaérea y sólo alcanzada por el mar en pleamares de sicigias y de tormentas. El contacto con el continente se manifiesta por el desarrollo de vegetación o a través de rasgos como acantilados o médanos. Este contacto se denomina espaldón y puede ubicarse al pie de médano o del acantilado. El límite hacia el mar se manifiesta a través del berma.

Playa frontal: Se extiende entre el berma y la zona de rompiente. Esta compuesta por dos subzonas: la intermareal, cubierta y descubierta alternativamente por las mareas y la submareal o interior, siempre sujeta a la acción del oleaje y las corrientes litorales. La playa frontal es la zona de mayor dinámica ya que está sujeta a la acción de la rompiente y de corrientes de alta capacidad de transporte sedimentario.

Playa submarina: se ubica mas allá de la rompiente hasta la profundidad en que todavía se producen efectos de ola sobre el fondo y que podría situarse entre los -7/ – 10 m.

Precesión (de la órbita lunar): Rotación del plano de la órbita lunar con un período de aproximadamente 19 años.

Rompiente: Proceso físico que sucede cuando las olas alcanzan la playa y entran en aguas cuya profundidad es aproximadamente igual a la altura de la ola. Bajo estas condiciones, la cresta se empina y se vuelca hacia adelante, o bien se desintegra en burbujas y espuma.

Runup: Avance o embestida del agua sobre la pendiente de la playa después de la rompiente, alcanzando un nivel vertical superior al del nivel del mar de ese instante.

Sobrelavado (overwash). Flujo hidráulico que atraviesa una línea de dunas o un berma de tormenta, usualmente durante tormentas.

Sudestada: Nombre dado a una tormenta extratropical en el Atlántico sudoccidental.

Sicigia: Los dos puntos de la órbita lunar cuando la Luna está en conjunción u oposición al Sol en relación con la Tierra.

Tormentas extratropicales: Tormentas generadas en latitudes medias y altas, entre 25° y 60°, que cubren regiones mucho mayores que las tormentas tropicales, en el orden de cientos de km, en torno a un centro de baja presión no tan definido como en las tropicales y con un desplazamiento más lento. Son típicas del Mar del Norte, la costa NE de Estados Unidos y Canadá y el Atlántico sudoccidental.

INTEGRANTES DEL GRUPO DE TRABAJO

Redactores:

Dr. Enrique J. Schnack, Coordinador
Investigador Principal CIC
Laboratorio de Oceanografía Costera
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata

Dr. Enrique E. Fucks
Cátedra de Geología del Cuaternario- LATYR
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata

Ing. Enrique E. D'Onofrio
Investigador
Departamento Oceanografía
Servicio de Hidrografía Naval

Lic. Guillermo Baldelló
Autoridad del Agua
Provincia de Buenos Aires

Colaboradores:

Dr. Carlos A. Lasta
Investigador
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

Dr. Jorge L. Pousa
Investigador Independiente CONICET
Laboratorio de Oceanografía Costera
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata

Dr. Germán R. Bértola
Investigador Adjunto CONICET
Centro de Geología de Costas y del Cuaternario
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. Ana Strelczic
Autoridad del Agua
Provincia de Buenos Aires

Dr. Alejandro Rossi
Autoridad del Agua
Provincia de Buenos Aires