



## Protección invisible de un edificio sobre la duna frontal en la playa de Pehuen-co, provincia de Buenos Aires

### Hidden building protection into the frontal dune in Pehuen-có beach, province of Buenos Aires

Caló, Jorge <sup>1</sup> - Caputo, Ricardo <sup>2</sup> - Di Martino, Claudina <sup>1,3</sup> - Marcos, Angel <sup>1</sup>

Recibido: 08 de julio de 2014 • Aceptado: 15 de diciembre de 2014

#### Resumen

*El edificio de la confitería la Barraca fue construido en Pehuen Có por el Municipio de Coronel Rosales. El mismo se levantó sobre la duna costera a pesar de algunas críticas hacia ello. Estudios anteriores habían llamado la atención sobre una erosión generalizada de la duna frontal siendo la zona más afectada la bajada de la Calle Azopardo.*

*La construcción comenzó a sentir los efectos de la erosión por aumento de la pendiente de la duna, perdiendo progresivamente la plataforma del edificio construida hacia el mar, y que servía de terraza al aire libre, quedando expuestos los cimientos del edificio en el año 2004.*

*El objetivo de este trabajo es presentar el desempeño de una defensa costera oculta, buscando una solución intensiva en trabajo en lugar de una intensiva en capital. Se utilizaron bolsas de polipropileno rellenas de arena, una membrana para protección de las mismas y finalmente una cobertura de arena vegetada con uña de gato (*Carpobrotus edulis*). La obra terminada ha resistido a las tormentas posteriores y es de fácil mantenimiento y de bajos costos.*

**Palabras Clave:** *Duna Costera - Erosión Costera - Defensa Costera Oculta - Pehuen Có*

#### Abstract

*The La Barraca building is a public house (pub) built in Pehuen Có by the Municipality of Coronel Rosales. The same was built on the coastal dune despite some criticism of it.*

*Previous studies had drawn attention about a general erosion of the frontal dune, being the most affected area the beach access at Azopardo Street.*

*In 2004 the construction began to feel the effects of erosion by the increment of the slope of the dune, gradually losing the seaward platform that served as an outdoor terrace, exposing the building's foundation.*

1. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geología.

2. Museo de Ciencias Naturales Carlos Darwin, Punta Alta.

3. Universidad Tecnológica Nacional, FRBB

*The aim of this paper is to present the performance of a hidden coastal defense, seeking a labor intensive solution rather than a capital intensive one. Polypropylene bags filled with sand, a membrane to protect them and finally a sand coverage vegetated with "uña de gato" (*Carpobrotus edulis*) were used. The finished work has resisted subsequent storms and has an easy maintenance and a low cost.*

**Keywords:** Coastal Dune - Coastal Erosion - Hidden Coastal Defense - Pehuen C6.

## INTRODUCCIÓN

En el año 1998 el Municipio de Coronel de Marina Leonardo Rosales construyó en la localidad balnearia de Pehuen-C6 una infraestructura destinada a eventos sociales y recreación denominada La Barraca. Este edificio de una planta se levant6 sobre el duna costera a pesar de algunas cr6ticas hacia ello. Estudios realizados por Cal6 *et al* (1987) habían llamado la atenci6n sobre una erosi6n generalizada de la duna frontal siendo la zona m6s afectada la bajada de la Calle Azopardo. Hacia el a6o 2002 la construcci6n comenz6 a sentir los efectos de la erosi6n perdiendo progresivamente la plataforma del edificio construida hacia el mar, que se utilizaba c6mo confitería al aire libre y en el a6o 2004 ya quedaban expuestos los cimientos del edificio (Figura 1).

El objetivo de este trabajo es mostrar la decisi6n del Municipio de Coronel Rosales de proteger el edificio por medio de una defensa costera oculta a la vista, hecha con tecnología adecuada o apropiada (Schumacher, 1999), es decir, buscando una soluci6n intensiva en trabajo en lugar de una intensiva en capital. Se utiliz6 el nivel de tecnología m6s sencillo que pueda alcanzar con eficacia el prop6sito buscado en una localizaci6n concreta, dise6ada teniendo en cuenta la facilidad de

mantenimiento y los aspectos medioambientales y econ6micos de la comunidad a la que est6 dirigida.

### Ubicaci6n y características físicas del sitio

Pehuen-C6 es una localidad turística balnearia, ubicada en la costa del partido de Coronel Rosales, en el sur de la provincia de Buenos Aires, a 80 km de la ciudad de Punta Alta y a 30km de la ciudad de Monte Hermoso por la costa. Las coordenadas geogr6ficas del sitio son: 39°00'13,92"S y 61°32'53,90", con una altitud de 0 msnm (Figura 2). La poblaci6n de Pehuen-C6 es de 681 habitantes (INDEC, 2010).

El sistema costero est6 compuesto por un campo de dunas, que respalda a la playa de orientaci6n este-oeste. Est6n caracterizadas por arenas cuarzosas de colores amarillentos, de granulometría media a fina, que forman el cord6n arenoso costanero y faja medanosa de la provincia de Buenos Aires. Se extiende a lo largo de 600 Km de costa Atl6ntica con un ancho variable de 3 Km promedio. Estas dunas alcanzan alturas m6ximas del orden de 25 msnm y medias entre 5 y 10 msnm y representan el relicto arenoso generado por la acci6n del mar sobre los sedimentos pampeanos y sometidos posteriormente a la acci6n del viento (Auge, 2004). El campo de dunas se interrumpe entre Santa Clara del Mar y Chapadmalal debido a la existencia de barrancas formadas en los sedimentos pampeanos.



Figura 1. Estado de la duna y construcci6n al comienzo de las obras de defensa.

La playa con un ancho de 200 a 300 m, es arenosa de granulometría media entre fina a mediana, con una morfología de barras y canales, pero que posee algunos afloramientos de limos consolidados correspondientes a una antigua plataforma de erosión (Figura 3).

El régimen de mareas es semidiurno con una amplitud máxima de 3,30 m (mareas de sicigias equinocciales de perigeo) y una mínima de 1,34 m (mareas de cuadraturas equinocciales de perigeo). Tabla de mareas del *Servicio Hidrografía Naval* (1986, 1987)

Es estudio de dinámica costera de dos años de duración (*Caló et al., 1986, 1987*), con observaciones diarias de meteorología y oceanografía costera y muestreo y perfilaje de playa quincenales, permitió contar con una base estadística de la que se extrajeron los datos que figuran a continuación.

La ubicación relativa de centros ciclónicos y anticiclones da lugar a los distintos vientos de la región. Los vientos predominantes son netamente terrestres, de los sectores N, NE y NO que en conjunto constituyen el 43,9 % de la frecuencia, los marinos del S, SO y SE suman el 28,2 % del total, el resto



Figura 2. Ubicación del área de estudio.



Figura 3. Perfil de playa con afloramientos rocosos.

se reparte entre aquellos paralelos la costa, sectores E (11,7%) y O (16,0). Los vientos provenientes del arco E al SW, pasando por el S, son los que caracterizan el mal clima del balneario con fuertes vientos y grandes olas.

La caracterización ambiental modal de esta playa, está dada por olas provenientes del sur (75,8 %), con alturas entre 0,3 y 0,6 m (60,5 %). Los rompientes son tipo derrame (83,3 %). Con respecto a las corrientes litorales, predominan la del este (56,6 %) generada por el oleaje que se aproxima desde el sudoeste y oeste, contra la del oeste (31,4 %) producida por el oleaje que se acerca desde el sudeste y este.

Esta playa, típicamente de barras y canales, tiene un perfil cambiante que depende de las condiciones oceanográficas. Así, durante tormentas, la playa está sujeta a grandes olas, su perfil se transforma en cóncavo sin ningún rasgo morfológico distintivo, salvo el canal y barras submarinas que suelen adquirir tamaños considerables. Puede haber incluso erosión de la parte frontal de la duna. Durante períodos de olas normales, la playa se reconstruye mediante la migración de barras hacia la costa. Estas barras migran hacia la zona de playa posterior hasta agregarse como bermas, dando así por resultado un perfil convexo con algunos canales y barras en la playa anterior ("near shore").

A partir del análisis temporal de perfiles de playa se determinó el balance sedimentario de la misma, observándose que el sector al oeste de la localidad presenta una dificultad mayor para recuperar el material perdido que el sector este, en que la restauración fue más rápida (Caló et al, 1987, Marcomini et al. 2009).

Las características del oleaje y tipo de sedimento generan una playa modal de tipo disipativo (Wright et al., 1979; Bowman y Goldsmith, 1893; Wright y Short, 1984; Short, 1991; Short, 1992), con barras y canales y con formación de corrientes de resaca, tipo que puede variar hacia una playa de transición a reflectiva con berma muy desarrollada y alto gradiente del frente de playa. Las playas de tipo disipativo presentan movilidad de las barras de acuerdo a las circunstancias oceanográficas. Si bien hay generación de vientos locales, tales como la brisa marina, principalmente en los meses cálidos, la mayor influencia de estos es la reducción o aumento de la energía de las olas de mar de leva por aquellos provenientes de tierra y del mar respectivamente.

La vegetación al fijar los dunas puede convertirse en un factor negativo al impedir que los vientos del continente suministren arena a la playa. Esto también sucede cuando se construye muy cerca de la línea de costa. La construcción de obras civiles marítimas deberán adecuarse al régimen de olas y morfología de playa, teniendo en cuenta los fenómenos cíclicos y cuasi cíclicos que hacen necesario un largo período de recolección de datos para obtener información valedera, dado que varias construcciones en el límite interior de la playa sufrieron daños en ciertas épocas.

Deberán tomarse en cuenta las corrientes litorales para aquellas obras, tales como espigones, que puedan alterar las mismas y producir erosión corriente abajo y que originan cambios importantes en el balance sedimentario de la playa, al obstaculizar el normal tránsito de los sedimentos, debido a la alteración que producen en las corrientes longitudinales, y lo que es peor, desviándolos a aguas profundas donde quedan fuera de la acción de las olas y las corrientes (Lanfredi, 1989.)

El conocimiento de los procesos atmosféricos y oceanográficos, junto con los caracteres texturales sirven para clasificar ambientalmente una playa y diagnosticar sus cambios

morfológicos y su dinámica, factores que son de utilidad para el manejo costero y la evaluación de impactos.

En base a los datos oceanográficos costeros y a la morfología litoral coleccionados anteriormente (Caló et al., 1986) y mediante un modelado utilizando el programa ACES del Centro de Investigación de Ingeniería Costera del Cuerpo de Ejército de los EE.UU., se pudo establecer que las olas de tormenta no rompían contra el duna sino que la erosión era producida por la embestida y retroceso del remonte de la ola sobre la ladera de la duna y que llevándose la arena excavaba el pie de la misma produciendo una erosión retrocedente del talud por deslizamiento.

El objetivo del trabajo es seleccionar una metodología de remediación del caso planteado a través de la comparación de las distintas alternativas disponibles.

## Resultados y Discusión

La situación planteada tiene dos alternativas normales en la gestión costera, que son dejar la edificación abandonada a su suerte o demolerla, o tomar medidas de protección contra la erosión y defenderla. El Municipio hizo consultas en cuanto a la defensa de la duna y los proyectos presentados contemplaban la utilización de gaviones o de geobolones (construidos éstos con geotextiles) para levantar un muro a la vista al estilo malecón que revistiera el talud y protegerlo de la erosión. Los costos incurridos en estos proyectos eran demasiado altos para el presupuesto municipal.

Se propone entonces la utilización de una tecnología apropiada utilizando bolsas de rafia de polipropileno rellenas de arena. Estas defensas, bien conocidas para mitigar los efectos producidos por inundaciones, donde los albardones artificiales construidos con las mismas no eran de una altura significativa y las fuerzas puestas en juego eran principalmente tangenciales producto del flujo del agua a lo largo de los mismos. También fueron utilizadas para proteger costas de lagos, donde la energía puesta en juego por las olas era de bajo orden. Se desaconsejaba su uso en la defensa de costas marítimas. La utilización de geosistemas (colchones, tubos, contenedores construidos con material geotextil) sugerida por Pilarczyk (2000) quien sentó bases para su optimización y su uso en defensas costeras flexibles en contraposición a las defensas costeras "rígidas" (malecones, escolleras, etc.).

Para el caso de La Barraca la tecnología propuesta utilizando bolsas rellenas de arena presentaba para el Municipio la ventaja de una baja inversión, dado el económico costo de las unidades y de que su llenado y el manipuleo podían efectuarse con mano de obra municipal (Figura 4). La desventaja del tipo de material con que se construían las bolsas era su vulnerabilidad a los rayos ultravioletas del sol, que lo degradaban relativamente rápido. Por esta razón se decidió una reconstrucción de la duna utilizando las bolsas en forma apilada (Figura 5) y apoyadas en el talud remanente en forma de revestimiento, recubriéndolas con una membrana geotextil para impedir el desplazamiento frente a la acción directa de la ola (Figura 6) y luego con arena para finalmente implantar vegetación "uña de gato" (*Carpobrotus edulis*) que se adapta al ambiente dunícola costero (Figura 7). Para proteger de la erosión el pie de la "duna reconstruida" se preparó, antes de apilar las bolsas, una defensa hecha con rezagos existentes en el corralón municipal (rieles y guardarailes) y con los escombros de la plataforma desbarrancada por la erosión. Esta protección permitió la reconstrucción de la misma para su utilización como confitería al aire libre.

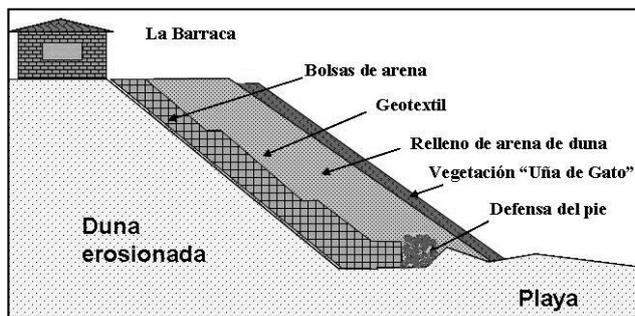


Figura 4. Esquema de la protección proyectada.

Esta disposición de una defensa liviana incorporada dentro de una duna reconstruida (artificial) tiene la ventaja de proteger a las bolsas de la acción de los rayos ultravioletas del sol, de vandalismo y de no afectar el paisaje ya que tiene una convivencia sostenible con las formas naturales costeras, con lo que pasan desapercibidas. *Pope, 1997 y Lopez y Marcomini, 2005.* No se han observado efectos erosivos en la playa como consecuencia de la obra desde su construcción.

Si el revestimiento se descubre después de una tormenta, la parte artificial de la duna debe ser reconstruida y si hubo daños al revestimiento éstos deben ser reparados antes de la restauración final. La estructura realizada presenta en cada extremo un ala inclinada hacia el continente para evitar el flanqueo de una posible erosión por la acción del remonte de la ola.

En total se utilizaron 4000 bolsas para proteger el frente de la construcción. Desde que se realizó la protección, hasta la actualidad se mantiene efectiva y ha requerido un bajo mantenimiento posterior a las distintas tormentas que se fueron sucediendo (Figura 8).

## Conclusiones

De acuerdo a los estudios oceanográficos y litorales realizados, el área de estudio está sometida a una erosión generalizada de la duna frontal. La zona más afectada es la bajada de la Calle Azopardo donde se localiza la Barraca.

La defensa costera fue llevada a cabo utilizando el nivel de tecnología más sencillo que pueda alcanzar con eficacia el propósito buscado.

El proyecto se ejecutó priorizando las posibilidades económicas del municipio y las capacidades operativas de su personal y maquinarias.

La misma fue diseñada para ser preservada con un bajo costo de mantenimiento fundamentalmente con posterioridad a las tormentas costeras.

Se tuvieron en cuenta los aspectos medioambientales quedando la obra culminada totalmente mimetizada con el paisaje del lugar. En la actualidad, la obra se mantiene efectiva.

Se recomienda realizar mantenimientos periódicos de fácil y económica solución, y no ejecutarlos solamente durante las tormentas erosivas.



Figura 5. Colocación de las bolsas rellenas con arena.



Figura 6. Colocación de membrana geotextil.



Figura 7. Obra cubierta con arena con sembrado de *Carpobrotus edulis*, "uña de gato".

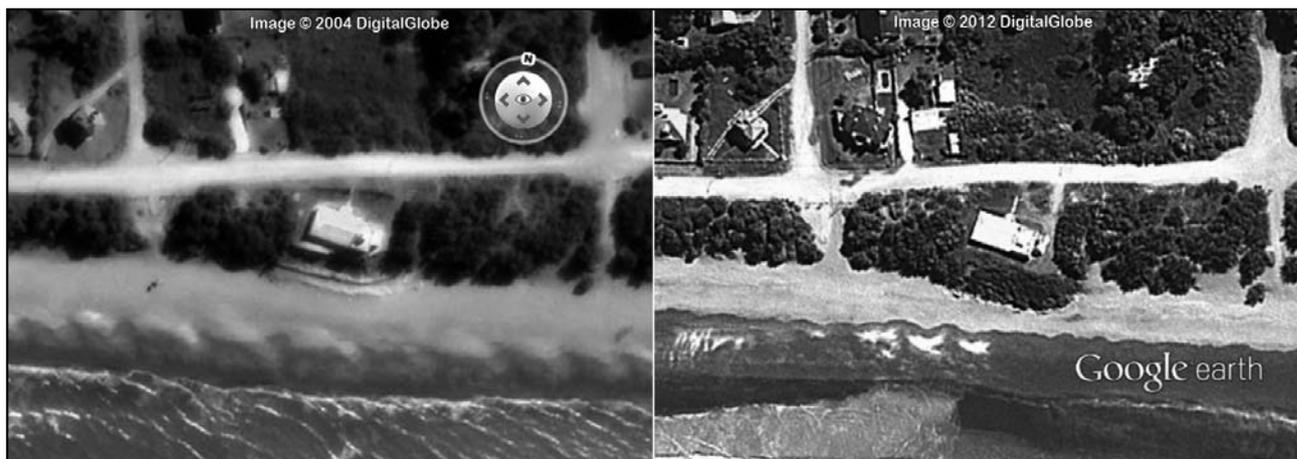


Figura 8. Estado de la obra entre 2004 y 2012.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AUGE, MIGUEL, 2004.  
Regiones Hidrogeológicas. República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fé.  
*La Plata. 104 p. En: www.alhsud.com/public/ebooks/reghidroarg.pdf*
- BOWMAN, D. Y V.GOLDSMITH, 1983.  
Bar morphology of dissipative beaches: an empirical model.  
*Marine Geology, 51:15-33.*
- CALÓ, J.E., G. ESPÓSITO, W. LIZASOAIN Y R.CAPUTO, 1986.  
Estudio Litoral Geológico Ambiental (Dinámica Sedimentaria) de la Playa de la Localidad de Pehuen-Có.  
*Primer Informe. Municipalidad de Coronel Rosales e Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca, 51 pp.*
- CALÓ, J.E., G. ESPÓSITO, R. CAPUTO Y W. LIZASOAIN, 1987.  
Estudio Litoral Geológico Ambiental (Dinámica Sedimentaria) de la Playa de la Localidad de Pehuen-Có.  
*Segundo Informe. Municipalidad de Coronel Rosales e Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca, 65 pp.*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INDEC), 2010.  
Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.  
*Censo 2001; "Provincia de Buenos Aires, población censada en 1991 y 2001, variación absoluta y relativa", disponible en: <www.indec.gov.ar>.*
- LANFREDI, N.W., 1989.  
La Erosión Costera.  
*Boletín informativo Techint N258, 36p.*
- LÓPEZ R. Y S. MARCOMINI 2005.  
Eficiencia de las obras de defensa en costas de dunas, Municipio de La Costa.  
*Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. 21, 157-165.*
- MARCOMINI S., LÓPEZ R. Y F. UHEARA, 2009.  
Manejo Costero en la costa de dunas de Pehuen-Có, Buenos Aires.  
*Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, 23: 75-83.*
- PILARCZYK, K.W., 2000.  
Geosynthetics and Geosystems in Hydraulic and Coastal Engineering, A.A. Balkema, Rotterdam.
- POPE J., 1997.  
Responding to coastal erosion and flooding damage.  
*Journal of Coastal Research, 13(3), 704-710.*
- SCHUMACHER, E. F., 1999.  
Small Is Beautiful: Economics As If People Mattered : 25 Years Later... With Commentaries.  
*Hartley & Marks Publishers ISBN 0-88179-169-5.*
- SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL.  
Tabla de mareas 1986,1987.
- SHORT A.D., 1992.  
Beach system of the Central Netherlands coast: processes, morphology and structural impacts in a storm driven multi-bar system.  
*Marine Geology, 107: 103-137.*

SHORT A.D., 1991.

Macro-meso tidal beach morphodynamics- an overview.  
*J. Coast. Res.*, 7(2): 417-436.

WRIGHT L.D. Y A.D.SHORT, 1984.

Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis,  
*Marine Geology*, 56: 93-118.

WRIGHT L.D., J CHAPPELL, B.J. THOM, M.P. BRADSHAW Y P. COWELL, 1979.

Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia.  
*Marine Geology*, 32: 105-140.