

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA EROSIÓN DEL FRENTE COSTERO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES



Informe Anual General 2019. OPDS

**Aspectos Metodológicos,
Caracterización de Indicadores Ambientales,
Coeficiente de Vulnerabilidad y Diagnóstico.**



Buenos Aires
Provincia

**Entre todos
podemos más.**

Autoridades

Lic. Rodrigo Aybar
Mg. Ricardo Martín Boccacci
Ing. Marcelo Yasky

Equipo de Trabajo del OPDS

Coordinador general: Dr. Carlos Lasta

Coordinadores metodológicos: Prof. Emiliano González y Lic. Manuel Ortale

Colaboradores en relevamiento de campo OPDS: Guardaparques Alejandro Cofre, Matías Chati, Daniel Porte, Noelia Salmena, Pablo Rojas, Gabriel Castresana, Tomas Tourn, Melina Lunardelli, Sandra Sanchez, Julio Mangiarotti, Raul Colantonio, Juan Pablo Carricart, Carlos Ventrone, Daniel Novoa, Lic. Juan Pablo Manchiola

Equipo de trabajo externo: Dra. Eleonora Verón (CONICET – UNMDP) y Dra. Martina Camiolo (CONICET – UPSO)

Documento elaborado por la Dirección Provincial de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial, Subsecretaría de Planificación Ambiental, Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

Este trabajo debe ser citado como:

Lasta, Carlos; González, Emiliano; Verón, Eleonora; Ortale, Manuel y Camiolo, Martina. 2019. Evaluación de la Vulnerabilidad a la Erosión del Frente Costero de la provincia de Buenos Aires. Informe Anual General 2019. OPDS. ISBN en trámite.

Diseño: OPDS

Fotografías: Emiliano González, Carlos Lasta y Manuel Ortale

Impreso en 2019

OPDS
Buenos Aires Provincia

Entre sus particularidades, la provincia de Buenos Aires posee un extenso frente costero fluvial, continuado por un amplio frente marítimo. Y es posible identificar distintos ecosistemas sobre la costa que adquieren una configuración propia y distintiva.

Si recorremos este frente, de norte a sur, encontramos las costas del Paraná -y su desembocadura en el delta-, las costas del Río de la Plata, el estuario en la Bahía Samborombón, el extenso litoral marítimo y, hacia el sur, la costa con influencia patagónica.

La mayor parte de la población bonaerense se recuesta sobre la costa y sus proximidades, con una distribución heterogénea. Contrasta la densidad de población en los bordes del Río de la Plata y la mínima presencia sobre la Bahía Samborombón. Sobre la costa marítima, vemos una continua ocupación del territorio, con marcada estacionalidad.

La presencia humana es notable. En donde habitamos, buscamos adaptar el medio a nuestras actividades, generando consecuencias e impactando en el ambiente.

El conocimiento de este impacto, denominado acción antrópica, sumado al entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas costeros, es fundamental para encauzar las acciones de hoy y las que se realicen en el futuro. Como fruto de un trabajo interdisciplinario, desde la provincia logramos articular, mediante una sencilla metodología, la observación de los efectos producidos por el hombre y por la naturaleza, alertando sobre las posibilidades de las acciones futuras.

En ese sentido, esperamos que este trabajo constituya un valioso aporte para la planificación y el cuidado de la costa bonaerense.

RODRIGO AYBAR

Presentación

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN: LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO COSTERO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La gestión de los ecosistemas: un paradigma emergente

Bases conceptuales del MCI

Gobernanza y Gobernabilidad

Criterios Metodológicos del MCI

Fuentes y mecanismos para gobernar los cambios

Órdenes y escalas de cambios

Trayectoria del Cambio

Objetivos de Desarrollo Sostenible

Servicios ecosistémicos costeros

Vulnerabilidad

CAPÍTULO 2:

AMBIENTES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CAPÍTULO 3:

METODO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA EROSIÓN COSTERA

Escalas de análisis

Determinación de las unidades de análisis

Determinación de indicadores ambientales para cada tipo de costa

Caracterización de los indicadores ambientales para la costa marina

Coeficiente de barrera costera

Médanos

Acantilados

Coeficiente de construcciones

Caracterización de los indicadores ambientales para la zona estuarial de Bahía

Samborombón y zona Río de la Plata

Determinación del coeficiente de vulnerabilidad

CAPÍTULO 4:

RESULTADOS PARA LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Resultados generales para la provincia de Buenos Aires

CAPÍTULO 5:

RESULTADOS PARA CADA ZONA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Zona marina

Zona estuarial de la Bahía Samborombón

Zona de ribera Río de la Plata

CAPÍTULO 6:

RESULTADOS PARA LOS MUNICIPIOS COSTEROS

Avellaneda

Reserva Eco Área Municipal (Partido de Avellaneda)

Quilmes

Berazategui

Ensenada

Reserva Natural Mixta Integral Punta Lara (Partido de Ensenada)-
Ley Provincial N° 12.814

Berisso

Magdalena

Reserva Natural Privada de Objetivo Definido Educativo y Botánico El
Destino (Partido de Magdalena)- Decreto Provincial N° 469/2011

Punta Indio

Castelli y Chascomús

Tordillo

General Lavalle

Reserva Natural Integral Bahía Samborombón - Rincón de Ajó (Partidos de
Punta Indio a La Costa) - Ley Provincial N° 12.016
Parque Nacional Campos del Tuyú (Gral. Lavalle) - Ley Nacional N° 26.499

Partido de la Costa

Punta Rasa, San Clemente del Tuyú

Reserva Natural Punta Rasa (Partido de La Costa) Reserva Municipal y
Estación Biológica Experimental

Pinamar

Villa Gesell

Reserva Natural Faro Querandí (Partido de Villa Gesell)

Mar Chiquita

Reserva Natural Mar Chiquita (Partido de Mar Chiquita)
Ley Provincial N° 12.270

Gral. Pueyrredón

Caso rompeolas desvinculados

Reserva Natural Puerto de Mar del Plata (Partido de Gral. Pueyrredón)
Ley Provincial N° 14.688

General Alvarado

Lobería

Necochea

San Cayetano

Reserva Natural Arroyo Zabala (Partido de San Cayetano-Necochea)

Ley Provincial N° 12.743

Tres Arroyos

Coronel Dorrego

Reserva Natural Arroyo Los Gauchos (Partido de Cnel. Dorrego)

Decreto Provincial N° 460/2011

Monte Hermoso

Coronel Rosales

Pehuen-Có

Reserva Natural Pehuen-Có / Monte Hermoso (Partido de Monte Hermoso y Cnel. Rosales) - Ley Provincial N° 13.394

CAPÍTULO 7:

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 8:

TALLER METODOLÓGICAS DE EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA Y VULNERABILIDAD DE LAS COSTAS DE LA BAHÍA SAMBOROMBÓN

CAPÍTULO 9:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PRESENTADOS EN LOS TALLERES SOBRE BAHÍA SAMBOROMBÓN

ACRÓNIMOS

EE: Enfoque Ecosistémico

MCI: Manejo Costero Integrado

ODS: Objetivos para el Desarrollo Sostenible

ZM: Zona Marina o Marítima

ZEBS: Zona Estuarial Bahía Samborombón

ZRP: Zona del Río de la Plata

OPDS: Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

APN: Administración de Parques Nacionales

UNMdP: Universidad Nacional de Mar del Plata

UNLP: Universidad Nacional de La Plata

UNSAM: Universidad Nacional de San Martín

INIDEP: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

En la presente publicación técnica se muestran los primeros resultados del estudio de la dinámica costera y los principales impactos antrópicos de la provincia de Buenos Aires. La zona costera, franja litoral, línea de costa o espacio costero, son diferentes denominaciones del área bajo estudio. Esta zona tiene características propias y debe ser entendida como un recorte territorial donde la organización espacial resulta de la relación del desarrollo natural, demográfico, social, económico y cultural de las zonas contiguas hacia el continente y hacia el espacio acuático. Las particularidades de la productividad de la zona costera y sus procesos de sostenibilidad deben considerarse al pensar en el ordenamiento territorial y uso del suelo, como una tercera categoría más allá de la clasificación de Rural y Urbano: la de Suelo Costero. La provincia de Buenos Aires ha avanzado en el marco de ordenamiento de la zona costera sancionando el Decreto N° 1802/08 de creación de la **Unidad de Coordinación de Manejo Costero Integrado (MCI)**, como un instrumento ordenador de los intereses y potencialidades de la zona costera. No obstante, no se ha avanzado lo suficiente en su reglamentación y planes operativos, lo cual ha minimizado su potencialidad. Uno de los objetivos centrales del Decreto es la identificación de la dinámica de la franja costera en relación a la determinación de la Tasa de Cambio. Conocer la dinámica de la costa, es decir, si es una costa estable o regresiva, y tener la capacidad de establecer la velocidad de esos cambios (las Tasas de Cambio), resulta vertebral a la hora de trazar las políticas de ordenamiento.

En este contexto, el presente trabajo, busca fijar un punto de referencia del estado costero mediante una metodología objetiva sobre la vulnerabilidad de la costa y sus espacios contiguos, de tal forma que permita obtener un indicador de su estado. Una metodología científica, simple, testeada, que permita su repetición y cotejada por diferentes especialistas que pueda ser entendida por los administradores como una herramienta de gestión del territorio, y que a su vez permita entender su evolución, describir su estado actual y predecir su futuro.

En el capítulo 1 se definen los conceptos que enmarcan el **Enfoque Ecosistémico (EE)**, el Marco conceptual del MCI y la vinculación de este trabajo con los mandatos de las Naciones Unidas sobre el MCI y los **Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS)**.

Posteriormente, en el capítulo 2 se describen los diferentes **ambientes costeros**, como unidades de trabajo, detallando las escalas de análisis, y sus características particulares, mediante la caracterización ambiental.

En el capítulo 3 se explica el método de evaluación a la erosión costera, definiendo las escalas y unidades de análisis, así como los indicadores ambientales para cada zona. De esta forma se obtienen los indicadores ambientales para la Zona Marina, Zona Estuarial de la Bahía Samborombón y para la Zona del Río de la Plata.

En el capítulo 4 se presentan los resultados del estudio generales para la provincia de Buenos Aires. Luego, en el capítulo 5 se determina para cada zona de la provincia (marina, Bahía Samborombón y Río de la Plata) el coeficiente de vulnerabilidad, ajustando los resultados obtenidos

en gabinete mediante una serie de herramientas, como la aplicación de imágenes satelitales. En el capítulo 6, se trabaja a una mayor escala, evaluando la vulnerabilidad del sector costero a la erosión por localidad estudiada. Se presentan a continuación (capítulo 7), las conclusiones del trabajo y una lista de estrategias a fin de afrontar y mitigar el problema de erosión costera en la provincia de Buenos Aires.

Para finalizar, se desarrolla en el capítulo 8 la problemática específica de la Bahía Samborombón por las particularidades de la misma, el interés de la Secretaría de Ambiente de Nación y Parques Nacionales (existencia del Parque Nacional Campos del Tuyú), y por las dificultades territoriales propias del ambiente. No es una costa comúnmente visitada, por lo cual los fenómenos erosivos de similar impacto en el territorio que en otras zonas, pasan desapercibidos. Se convocó a investigadores de diferentes organismos y Unidades Académicas con el objeto de reunir la mejor información disponible que permitiera el relevamiento más completo posible. A tal efecto, el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) organizó dos Talleres de Trabajo. La información resultante de los distintos investigadores asistentes a tales eventos, fue compilada en un resumen. El detalle de los talleres y los aportes de investigadores se presentan en el Anexo.

Dr. Carlos Lasta
OPDS

INTRODUCCIÓN: LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO COSTERO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Los espacios 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, han tenido un crecimiento exponencial en los últimos 150 años. 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 planificación. Esto ha llevado a la alteración de los procesos que sustentan el ecosistema costero, produciendo el agotamiento de una de las zonas más productivas del planeta.

Toda vez que la zona costera soporta múltiples actividades que interactúan entre sí, es necesario establecer un **Marco de Gestión Integrada** a fin de planificar y coordinar los usos de la costa, minimizando los conflictos para armonizar la relación naturaleza y sociedad. Las industrias y la disposición de residuos generan contaminación del agua; las ocupaciones de planicies costeras destruyen hábitats naturales; las obras de defensa costera interfieren con el proceso natural de sedimentación; que, sumado a las urbanizaciones, contribuyen a la degradación de las dunas costeras. Ello, por un lado, incrementa la erosión costera y, por otro, genera pérdida de su capacidad como reservorios de agua dulce. Así, los impactos sobre la zona costera son importantes, generando que el valor de la costa como recurso disminuya.

Los procesos e interconexiones de la zona costera guardan estrecha relación con sus ambientes contiguos: el espacio acuático y las cuencas de drenaje. Los vínculos se dan tanto en sentido espacio acuático - continente como viceversa. De esta manera, las cuencas de drenaje son también eje de estudio en el manejo de la zona costera, ya que la salud de estas dependerá en gran medida de la calidad del agua de la cuenca. Así, las cuencas altamente urbanizadas e industrializadas llevan hacia las zonas costeras, inevitablemente, señales de las actividades desarrolladas en las cuencas de drenaje, y cuanto menos planificadas sean esas actividades es de esperar que menor sea la calidad del agua de las costas.

La gestión de los ecosistemas: un paradigma emergente

El Enfoque Ecosistémico (EE) ha surgido como nuevo paradigma de gestión, como un enfoque dominante para el manejo de recursos y del ambiente. Tradicionalmente, los esfuerzos de gestión han sido organizados de manera sectorial, con relación a determinados usos y actividades como la agricultura y el turismo. A lo largo del tiempo se ha hecho evidente que los resultados de ese enfoque sectorial han generado problemas y conflictos entre los actores sociales implicados (Barragán, 2014).

El abandono de la gestión de los recursos individuales por el EE se refleja en las acciones de una variedad de estados y en la labor de las organizaciones internacionales como la Comisión Oceanográfica, la Comisión para la Agricultura y la Alimentación y la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, entre otras. La Declaración de Río, aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano y el Desarrollo en 1992, exhorta a los Esta-

dos a "conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la tierra" (Declaración de Río, principio 7, 1992). El Programa 21, aprobado en esa reunión, concluye que los océanos y las zonas costeras adyacentes constituyen "un todo integrado que es un componente esencial del sistema global de soporte vital". A partir de este momento el concepto de gestión integrada de cuencas hidrográficas, cuencas de ríos, estuarios y zonas marinas y costeras comenzó a ser aceptado y utilizado en el sistema de las Naciones Unidas para estudios y análisis nacionales e internacionales (E/CN.17/1997/2/. Add.16, 24 de enero de 1997).

El EE sobre la gestión integrada de las cuencas hidrográficas, cuencas de ríos, estuarios y zonas marinas y costeras ahora es una herramienta que reconoce que, tanto los vegetales, los animales y las comunidades humanas son interdependientes e interactúan con su entorno físico para formar diferentes unidades ecológicas que llamamos ecosistemas. Los ecosistemas son de característica transfronteriza y normalmente transversales al sistema político existente y los límites jurisdiccionales están sujetos a varios sistemas de gestión.

El EE ha sido definido como la gestión impulsada por metas explícitas, ejecutado por políticas, protocolos y prácticas y adaptable por la vigilancia, monitoreo e investigación, sobre la base de una mejor comprensión de las interacciones ecológicas y procesos necesarios para mantener la estructura y función del ecosistema mediante la conservación de los procesos productivos de bienes y servicios. Son ejes del EE la conservación, el uso sostenible y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Los principios del EE, entonces, son:

Principio 1: Los objetivos de la ordenación de la tierra, el agua y los recursos vivos son un asunto de la elección de la sociedad.

Principio 2: La gestión debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo. Planes de gestión locales.

Principio 3: Los administradores de los ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.

Principio 4: Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico.

Principio 5: La conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, a fin de mantener los servicios de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque por ecosistemas.

Principio 6: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.

Principio 7: El enfoque por ecosistemas debe aplicarse a las escalas espacial y temporal.

Principio 8: Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan los procesos de los ecosistemas deben estar configurados para el largo plazo.

Principio 9: En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.

Principio 10: En el enfoque por ecosistemas se debe procurar el equilibrio apropiado entre, la integración de la conservación y el uso de la diversidad biológica.

Principio 11: En el enfoque por ecosistemas deberían tenerse en cuenta todas las formas de infor-

mación pertinente, incluyendo ciencia y conocimiento, innovaciones y prácticas indígenas y locales.

Principio 12: En el enfoque por ecosistemas deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas.

Gobernanza y Manejo son dos conceptos implícitos en el EE. La **Gobernanza** permite evaluar la marcha del enfoque, refiriéndose a los valores, políticas, leyes e instituciones por las que se abordan las cuestiones y define los objetivos fundamentales, los procesos institucionales y las estructuras que son la base para la planificación y la toma de decisiones. El Manejo (o la gestión), es el proceso mediante el cual los recursos humanos y materiales son aprovechados para lograr un objetivo conocido dentro de un marco institucional determinado. La gobernanza establece el escenario en el que tiene lugar la gestión (Olsen y Ochoa, 2007).

Bases conceptuales del MCI

El MCI constituye un proceso dinámico y continuo a través del cual se toman decisiones tendientes al uso sustentable, el desarrollo y la conservación de la costa y de sus recursos (Olsen y Ochoa, 2007). El MCI comprende un control sistemático de todos los procesos y desarrollos de la zona costera, incluyendo sus límites marinos. La zona costera marca el límite entre el cuerpo de agua y las áreas adyacentes emergidas. En un sentido geográfico, el MCI abarca las cuencas que tributan al mar, el litoral y las planicies costeras (playas, cordones medanosos, humedales), estuarios, deltas y las aguas costeras (Barragán y de Andres, 2016).

Asimismo, el MCI está íntimamente ligado al concepto de sustentabilidad. Según la Comisión de Medio Ambiente de la ONU (Informe Brundtland, 1987), el Desarrollo Sustentable es definido como "aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". En este contexto, la sustentabilidad es una nueva forma de pensar, en la cual, los seres humanos, la cultura y la naturaleza están estrechamente vinculadas.

En consecuencia, el MCI, implica que las actividades humanas deben ser no-destructivas, de modo que no comprometan a las futuras generaciones. En un sentido general, la aplicación del concepto de sustentabilidad ha resultado en un enfoque integrador con una visión a largo plazo.

El MCI no es una ciencia sino un complejo proceso político, social y técnico que requiere de buen gobierno, democracia real, buen conocimiento, tecnologías adecuadas y oportunas, y continuidad. El MCI es una política pública, una de las más importantes en esta etapa del desarrollo humano (Olsen y Ochoa, 2007).

El MCI, puede fortalecerse a través del cumplimiento de los siguientes objetivos generales:

- Promover el desarrollo racional y sustentable de los recursos costeros.
- Preservar y proteger la productividad y diversidad biológica de los ecosistemas costeros, evitando la destrucción de hábitats, contaminación y sobre explotación del suelo.
- Elaborar una estrategia de desarrollo de la zona costera como un sistema ambiental integrado, debiendo tomar en consideración las interrelaciones entre los ecosistemas de las cuencas de drenaje, las lagunas costeras, sistemas de ríos y estuarios, y el océano adyacente.

- Utilizar la mejor tecnología disponible para la investigación y el desarrollo de obras y actividades, contribuyendo a una utilización responsable y sostenible de los recursos existentes en la zona.
- Monitorear que las obras que se permitan realizar en la zona, cumplan con los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Garantizar el acceso público y gratuito al mar o curso de agua.
- Proteger los recursos naturales y en especial el recurso pesquero, tendiendo a lograr la sustentabilidad, a los fines de evitar la pesca destructiva.
- Proteger y controlar el recurso minero.
- Determinar a pedido del sector público y/o privado la línea de ribera y poner en marcha un sistema de monitoreo permanente.
- Implementar un sistema de observaciones costeras, tendientes a estimar tasas de erosión o cambios en la zona costera, con especial atención en los efectos del cambio climático.

Gobernabilidad y Gobernanza

La **Gobernabilidad** designa la capacidad de una sociedad de establecer el carácter y el sentido de los cambios que espera; mientras que la **Gobernanza** escoge la capacidad operativa de construir y manejar los mecanismos y prácticas que aportan y sostienen los procesos hacia los resultados esperados. Aunque Gobernabilidad y Gobernanza se sostienen y fortalecen mutuamente, muestran en su constitución y funcionamiento las fisuras y tensiones que mueven a la sociedad (Olsen y Ochoa, 2007).

La Gobernabilidad corresponde a los fundamentos, a la base ética, a las grandes políticas que definen el tipo de sociedad que anhelamos y que están en la base de los cambios que queremos guiar. La Gobernanza corresponde a los mecanismos y procesos concretos, por medio de los cuales se organizan y guían los cambios. La relación entre mercado, gobierno y sociedad civil es siempre dinámica y con frecuencia los principios, la base ética y las grandes políticas que fundamentan y dan sentido a una sociedad muestran fisuras y desencuentros con los mecanismos y las prácticas con que se impulsan los cambios concretos. Esto es en razón de la diversidad de intereses y del diferente poder que el mercado, el gobierno, y la sociedad civil han acumulado y manejan, en un momento concreto de la historia, dentro y fuera de cada sociedad.

Los mecanismos y prácticas incluyen acuerdos formales e informales, regulaciones, organizaciones, costumbres y más instrumentos que interactúan en una dinámica compleja y estructuran e influyen principalmente en:

- Cómo se analizan y evalúan las oportunidades y problemas
- Cómo se utilizan los ambientes y recursos
- Cómo se decide qué conducta es aceptable o prohibida
- Qué reglas y sanciones se aplican para decidir cómo se afectará el uso y la distribución de los recursos naturales

Una derivación práctica de lo enunciado sobre Gobernabilidad y Gobernanza es que los usos sostenibles de los ecosistemas requieren del compromiso constante de los actores del gobierno,

las empresas y la sociedad civil. Ello con la visión de desarrollo establecida por la sociedad (base de la Gobernabilidad), del desarrollo y uso de mecanismos de balance y control en la participación de los tres sectores, y de buena ciencia y buen conocimiento, para volver compatibles los intereses de corto y largo plazo.

Criterios metodológicos y operativos del MCI

Las bases que guían el proceso de MCI son tres: fuentes y mecanismos para gobernar los cambios, órdenes y escalas de cambios y trayectoria del cambio (Olsen, 2007).

Fuentes y mecanismos para gobernar los cambios

La identificación de los actores para desarrollar el proceso de MCI contempla el sector político, el sector empresarial y la sociedad civil, en un adecuado balance, con una unión decididamente participativa que implique vinculación en sus decisiones (Figura 1). Esta participación de los sectores debe estar regida por: mecanismos de balance y control entre las tres fuentes de gobernabilidad; negociar los intereses combinando el corto y largo plazo; buena ciencia y buen conocimiento, y un proyecto social que aporte esperanza y sentido de dignidad al cambio.

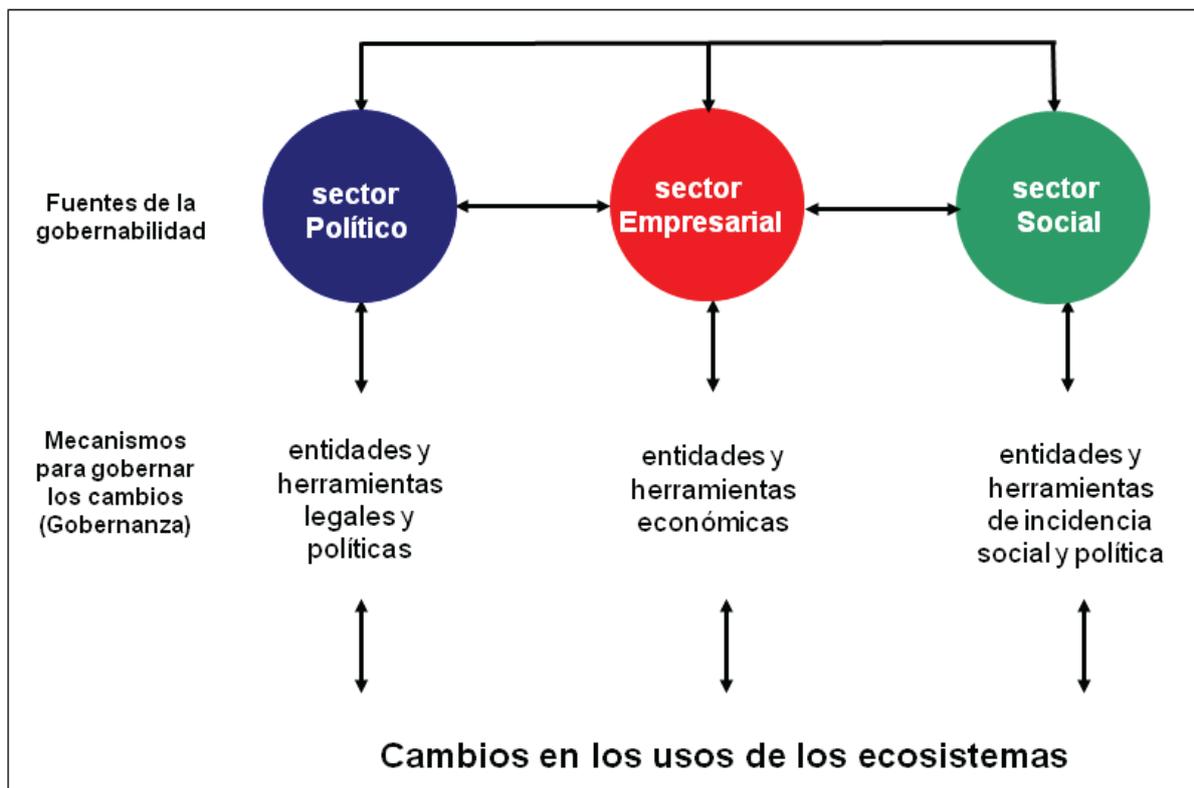


Figura 1. Fuentes y mecanismos para gobernar los cambios.

Órdenes y escalas de cambios

Para guiar nuevos esfuerzos de MCI es necesario desarrollar un marco metodológico común, enfocado en el cambio de comportamiento de los usos (pesca, turismo, desarrollo urbano, acuicultura, etc.) y en la manera en que los individuos, empresas e instituciones toman e implementan sus decisiones (desafíos de cambio acordados con los actores claves).

La finalidad es clasificar los cambios sociales a los que contribuye un proyecto en cuatro órdenes (Tabla 1). El primero son los cambios institucionales; el segundo, los relacionados con los comportamientos y las prácticas; el tercero, los que se refieren a la calidad de vida y al ambiente; y el cuarto, los que tienen que ver con la sostenibilidad de la sociedad. A estos órdenes se les da el nombre de resultados en vez de productos.

PRIMER ORDEN Construcción de las precondiciones (arreglos institucionales)	SEGUNDO ORDEN Cambios de comportamiento	TERCER ORDEN Cambios en la calidad de vida y del ambiente	CUARTO ORDEN Sociedades sostenibles
Decisiones que establecen y/o cambian metas, planes y normas (las metas son siempre resultados de tercer orden)	Buenas prácticas en la toma de decisiones y en su implementación	Indicadores socioeconómicos de calidad de vida	Usos sostenibles
Decisiones que establecen y/o cambian la autoridad formal e instauran los fondos	Buenas prácticas en los usos	Indicadores de calidad ambiental	Responsabilidad social
Decisiones que establecen y/o cambian la capacidad de ejecución y la logística relevante para las metas	Buenas prácticas en la infraestructura y los servicios	Recuperación y/o desarrollo de valores culturales y estéticos	Estado de derecho
Decisiones que establecen y/o cambian el sistema de alianzas y las formas de la participación	Fortalecimiento de la identidad local en las oportunidades de desarrollo	Fortalecimiento, desarrollo y/o integración de la sociedad local en ámbitos más amplios (aporte a cambios de escala)	Desarrollo de valores claves para la esperanza

Tabla1. Órdenes de cambio/resultados.

Trayectoria del Cambio

La sistematización de la trayectoria modela cinco etapas secuenciales en el ciclo de vida de un proyecto (Figura 2). En cada una de ellas se reconoce un conjunto de rasgos esenciales, que dan entidad a las etapas y se identifican los actores claves participantes, con el fin de apreciar la continuidad de la acción y el proceso de acumulación de fuerzas. Este análisis permite evidenciar el proceso constructivo de MCI y realizar los ajustes necesarios para tener un avance consistente del programa.



Figura 2. Sistematización de la trayectoria de la iniciativa de MCI.

Para contrarrestar esta situación, preservar y proteger la biodiversidad de los ecosistemas costeros es necesario propender al desarrollo de la zona costera como un sistema ambiental integrado. Por ello es preciso desarrollar una planificación integrada, interorgánica e interjurisdiccional de las acciones que se lleven a cabo.

Objetivos para el Desarrollo Sostenible

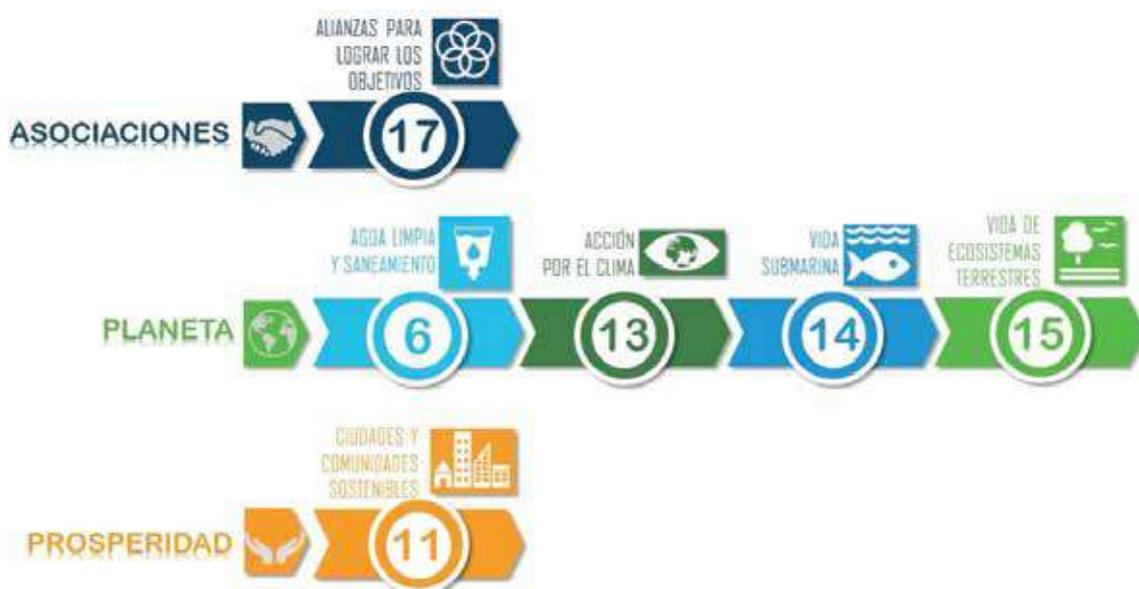
La agenda 2030 para el desarrollo sostenible es un compromiso a escala mundial que tiene como objetivos eliminar la pobreza y guiar al mundo hacia un sendero sostenible para el desarrollo inclusivo. Esta agenda fue aprobada por líderes de gobiernos en la cumbre de las Naciones Unidas de 2015. La misma está constituida por 17 objetivos (ODS) y 169 metas de acción, las cuales pueden llevarse a cabo en diversas escalas territoriales con el acompañamiento de diferentes actores y sectores.

Los ODS han sido diseñados para focalizar y coordinar las políticas públicas hacia una visión del futuro de la humanidad basado en un nuevo paradigma de desarrollo, el cual incluye los pilares económicos, sociales y ambientales para el desarrollo sostenible. Aunque estos pilares no sean de cumplimiento obligatorio, los gobiernos han asumido el compromiso moral de aplicarlos en función de sus especificidades territoriales.

En la misma línea se destacan los Objetivos del EE, los mandatos del MCI y los ODS, tendientes a generar una visión que en última instancia apela al sentido común, a la equidad, a mejorar sus asimetrías y al resguardo de los más frágiles, sean éstos las comunidades o los ambientes. En este sentido, el equipo de trabajo sobre vulnerabilidad de la zona costera desea resaltar la voluntad de presentar enfoques integrados relativos a los ODS y la adopción de políticas y prácticas para la conservación y uso racional de la zona costera. Ello con el fin de revertir la pérdida y degradación de las mismas, remarcando que resulta necesario considerar las particularidades de estos ambientes.

Por lo tanto, el presente trabajo pretende enmarcarse en los lineamientos de propuestos por los ODS y la agenda 2030. Específicamente se relaciona con:

- ODS 17 cuyo objeto es: "realizar alianzas inclusivas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, construidas sobre principios, valores, una visión y metas compartidas". La metodología del MCI basa su éxito en identificar actores que confluyen e intervienen en el ambiente y logran, a través de un proceso metodológico, las alianzas estratégicas donde el conocimiento, la confianza y la generación de capacidades eficaces y específicas.
- ODS 6: "agua limpia y saneamiento", insta a proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua.
- ODS 11: "ciudades y comunidades sostenibles", cuyo fin es lograr ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Con ello se pretende lograr la reducción del impacto negativo del crecimiento de las ciudades y el aumento de la capacidad de planificación integrada y sostenible y la adopción de políticas y planes integrado de mitigación del cambio climático.
- ODS 13: "acción por el clima" pretende, por su parte, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, como los planes de mitigación para la zona costera.
- ODS 14: "vida submarina", propende conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible. Este ODS contempla temáticas relacionadas con ambientes marinos y costeros, como la pesca, contaminación y eutroficación.
- ODS 15: "vida de ecosistemas terrestres", involucra la gestión sostenible de bosque y busca detener e invertir la degradación de las tierras y de la pérdida de biodiversidad (microorganismos e invertebrados para Servicios Ecosistémicos).



Servicios ecosistémicos costeros

Las áreas costeras constituyen ambientes sumamente dinámicos, productivos y frágiles, debido a la multiplicidad de procesos naturales que en ellas se producen. Gracias a ello ofrecen una amplia gama de **Servicios Ecosistémicos** de abastecimiento, de regulación y culturales de los que las sociedades se benefician. Estos servicios dependen del buen estado de los procesos y estructura de los ecosistemas.

A lo largo de la historia, los espacios costeros bonaerenses han sido objeto de fuertes presiones debido a la confluencia de usos y actividades llevados a cabo en ellos. Esta relación sociedad-naturaleza está caracterizada por diferencias dinámicas entre los tiempos de la naturaleza y los del hombre, generalmente más cortos y bajo el dominio de una racionalidad netamente economicista y una manifestación predatoria del espacio costero.



Figura 3. Zonas costeras donde interactúan las acciones antrópicas con la dinámica natural.

Uno de los procesos principales que muestra esta situación, es el avance de la urbanización sobre las costas, producido por el crecimiento de las ciudades y de las actividades productivas, ya sean industriales, portuarias y/o turísticas, a los que se le suman los efectos posibles por el calentamiento global y el aumento del nivel del mar. Estas presiones sobre el ambiente han generado cambios en el uso del suelo, que muchas veces han impactado de manera negativa en el ecosistema y en los servicios brindados.

La ocupación de la costa se ha realizado sin una estrategia de planificación, que resguarde los procesos naturales que, en su conjunto, sustentan la productividad del ambiente. Esta situación ha generado una alteración en el equilibrio de la dinámica natural costera (Figura 4), produciendo e intensificando fenómenos como el retroceso de la línea de costa y el descenso del nivel de playa (Isla et al., 1998; Marcomini y López, 1999; Isla et al., 2001; Merlotto et al., 2016, 2017).

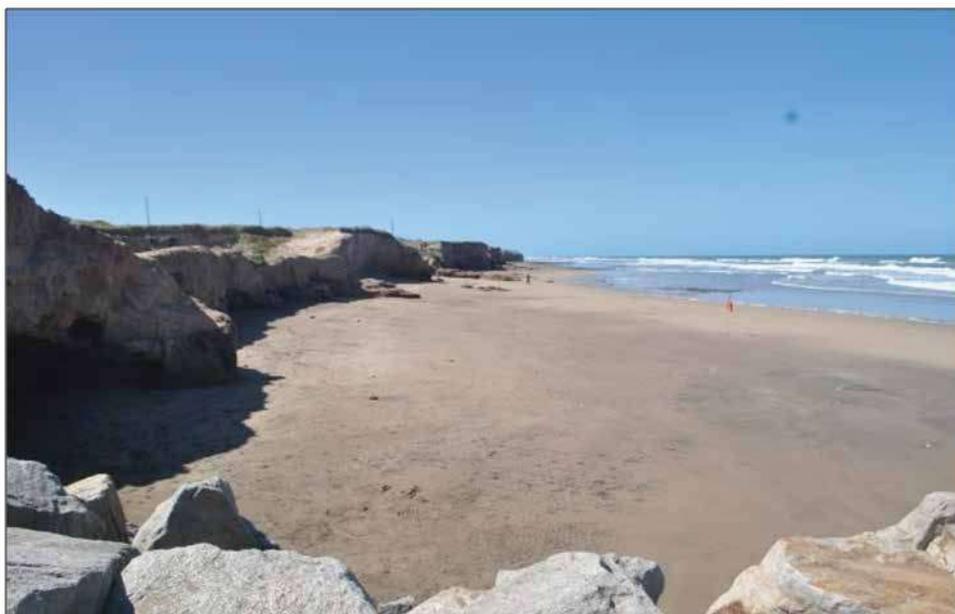


Figura 4. Zonas costeras marinas donde se evidencian procesos erosivos

Entre los problemas ambientales de la zona costera de la provincia, la contaminación, la degradación del hábitat, la pérdida de biodiversidad y la erosión costera, son de los más significativos. Si bien la erosión costera es un proceso natural, cuando, por factores antrópicos se intensifica o genera en zonas con una dinámica diferente, se constituye como un problema ambiental de importancia que afecta de manera negativa a las sociedades. En este contexto, **contar con una herramienta que permita estimar, evaluar y monitorear la erosión costera a lo largo de la provincia de Buenos Aires, resulta de gran utilidad para permitir que los tomadores de decisiones generen acciones concretas de MCI con sustento científico.**

Vulnerabilidad

La **vulnerabilidad** puede definirse como la susceptibilidad intrínseca de un elemento a sufrir daño causado por agentes externos (Cardona, 1993). Esta definición ha sido adaptada para el estudio de las costas bonaerenses. De esta forma, se aborda el problema de la **erosión costera** evaluando la vulnerabilidad que posee cada sector costero de la provincia a sufrir daños por el proceso erosivo. La evaluación de la vulnerabilidad a la erosión constituye una herramienta fundamental para el ordenamiento territorial, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Ello con un enfoque regional y ecosistémico que permita analizar todos los componentes y sus interacciones y zonificar y priorizar el territorio estableciendo áreas con distinta necesidad de acciones y urgencias. **Desde el OPDS se ha trabajado en este sentido, asumiendo la urgencia de un estudio regional y local a lo largo de la provincia de Buenos Aires.**

En primer lugar, se ha desarrollado un **método de evaluación de vulnerabilidad a la erosión costera**. Este método evalúa la vulnerabilidad analizando una serie de indicadores ambientales (geomorfodinámicos y antrópicos) que han sido recopilados en puntos seleccionados de manera sencilla y eficaz. Para ello se ha diagramado un programa de observaciones y mediciones continuas denominadas **red de mediciones costeras de la provincia de Buenos Aires**. Dicha red está integrada por una serie de puntos o áreas de análisis en diferentes zonas costeras de la provincia.

AMBIENTES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La costa de la provincia de Buenos Aires puede dividirse en cinco zonas o **ecosistemas costeros** (Figura 5) con características propias que las identifican y diferencian: el Norte Fluvial, la ribera del Río de la Plata, la Costa Estuarial, la Zona Marina y la Zona Sur con costas del sur de la provincia con influencia patagónica (Lasta y Jaureguizar, 2006).

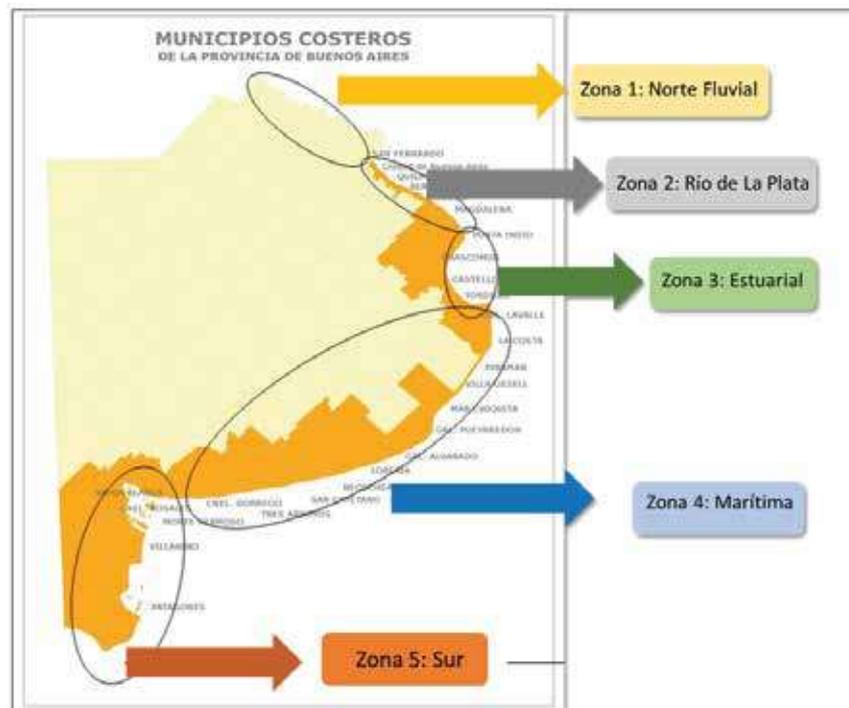


Figura 5. División de las zonas costeras de la provincia de Buenos Aires.

La división en ecosistemas costeros resulta de gran utilidad para su estudio, así como para identificar las acciones a implementar insertas en un Plan de Manejo Provincial considerando las actividades específicas que resulten prioritarias para cada una. Para llevar adelante el estado de la franja costera en este informe se propone la realización de actividades en tres zonas con características propias que las identifican, según: la dinámica marítima y fluvial, la geomorfología y dinámica continental. Así, para el área de trabajo se han considerado tres ecosistemas: Río de la Plata, Estuarial y Marítimo, que se describen a continuación y que serán los que se tuvieron en cuenta para la realización de este trabajo.

La **zona Río de la Plata (ZRP)**, es la región continental con influencia de mareas ubicada sobre el Río de la Plata interior y medio (Tratado Argentino-Uruguayo del Río de la Plata). Incluye los partidos de Avellaneda; Quilmes; Berazategui; Ensenada; Berisso y Magdalena. La costa fluvial corresponde a un litoral de llanura, con escasa pendiente (Figura 6). Su aspecto básico es la monotonía, siendo su rasgo principal la escasa presencia de accidentes costeros notables. Los sedimentos que conforman el borde costero y las playas de este litoral son limo-arcillosos y arenosos. También se presentan estratos o bloques más duros, compuestos por rodados de arcillas, limos endurecidos, arenisca, caliza y limo arenoso. Se los denomina genéricamente "toscas", y son portadores de abundantes restos fósiles de mamíferos del Pleistoceno.



Figura 6. Ambiente ribereño rioplatense (Atalaya, Partido de Magdalena).

A pesar de poseer aguas netamente fluviales (por lo menos las del sector superior), por la amplia abertura que presenta la boca del Plata que enfrenta a su frente marítimo, la influencia de las mareas se hace sentir en toda su superficie. Como las profundidades en el sector interno son bajas (entre 1 y 3 m) no genera sus propias mareas. Las mareas ordinarias exhiben desigualdades semidiurnas y presentan un rango que las caracteriza como micromareal, con amplitudes de entre 0,35 y 0,46 m en la costa septentrional y entre 0,52 y 1 m en la austral.

Las comunidades vegetales predominantes sobre las costas inundables son el césped ribereño, los juncuales (*Juncus acutus*) y los pajonales (de totora, espadaña y cortaderas). Fitogeográficamente, la porción septentrional de estas costas combina vegetación característica del bajo delta del Paraná, como ceibos, sauces criollos y alisos de río, así como pantanos y juncuales. La comunidad vegetal con mayor biodiversidad es el amenazado "monte blanco", una selva marginal que se desarrolla sobre albardones inundables. Las barrancas y albardones contienen un bosque xeromórfico con árboles como el tala, el que está acompañado por el ombú (*Phytolacca dioica*), el espinillo (*Acacia caven*), el molle (*Schinus longifolius*), el algarrobo blanco (*Prosopis alba*), el coronillo (*Scutia buxifolia*), y el sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), principalmente. Este bosque aún continúa en parches bordeando la costa fluvial, creciendo sobre albardones de conchilla de la última transgresión marina.

La **zona Estuarial de la Bahía Samborombón (ZEBS)** es la región estuarina que comprende el humedal costero de Bahía Samborombón. Incluye los partidos de Punta Indio; Chascomús; Castelli; Tordillo y Gral. Lavalle. El humedal de Bahía Samborombón presenta bajos intermareales, influenciados por el ciclo de mareas y diferente grado de salinidad, producto de la interacción entre el agua dulce y marina, con salinidades que oscilan en un rango de 2 a 27. En esta zona drenan las aguas provenientes del área con mayor importancia agrícola-ganadera de la provincia de Buenos Aires (Figura 7).



Figura 7. Costa estuarial de la Bahía Samborombón (Partido de Castelli).

El agua dulce proviene principalmente del Río de la Plata y de la descarga de los ríos de la llanura pampeana como el río Salado y el río Samborombón, así como de la desembocadura de canales aliviadores (del Salado, 15; 9; A; 1 y 2). Una característica distintiva es la presencia de una entramada red de canales de marea, producto de la geología y geomorfología de la zona. Estos canales actúan como conductos de intercambio de materia y energía entre el ambiente terrestre y el marino. En pleamar, el flujo de marea se interna por los canales hasta aguas arriba, desbordando y formando un flujo mantiforme. En la bajamar, el flujo marino se retira por los canales, quedando anegadas con agua salobre las áreas más deprimidas. La regresión del flujo durante la bajamar redistribuye en la superficie inundada la materia y energía y las arrastra el estuario. La morfología de la red de canales de marea es dendrítica, similar a las redes de canales en la planicie de inundación de un río de llanura, sin embargo, su hidrodinámica es totalmente diferente dado que está sujeta a un flujo de agua bidireccional dos veces al día. Esta particularidad, favorece la deposición, redistribución y retención de los sedimentos y por lo tanto permite la colonización y el establecimiento de vegetación adaptada a las particularidades del ambiente.

El humedal presenta un gradiente latitudinal de ambientes (norte-sur) que va desde las últimas estribaciones de la selva marginal, representada por especies de acacias mansas (*Sesbania punicea* y *S. virgata*), aromos de la costa (*Mimosa bonplandii*) y sauce criollo (*Salix humboldtiana*) en el norte de la Bahía Samborombón (Reserva Privada El Destino y Reserva de la Biosfera Parque Costero del Sur), hasta los canales de mareas, rías y cangrejales del sur de la Bahía (Reserva de Ría de Ajó y Campos del Tuyú). Además, se manifiesta un gradiente longitudinal (oeste-este) que va desde el pastizal pampeano, los talares y pajonales hasta los ambientes con neta influencia marina (intermareal y submareal) y el estuario.

En las aguas estuarinas someras de la Bahía Samborombón, la ictiofauna está representada por especies estuarinas residentes (permanecen todo el año) y estacionales (se acercan al área en la época reproductiva), marinas, dulceacuícolas y ocasionales (López et al., 2001; Jaureguizar, 2004).

Las especies estuarinas residentes más importantes son la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), la corvina negra (*Pogonias cromis*), el pargo blanco (*Umbrina canosai*), el córvalo (*Paralonchurus brasiliensis*), la saraca (*Brevoortia aurea*) y la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*). Las especies marinas son la palometa (*Parona signata*), la liza (*Mugil sp.*), la burriqueta (*Menticirrhus americanus*), el águila de mar (*Myliobatis goodei*) y el gatuzo (*Mustelus schmitti*). Las especies dulceacuícolas son *Luciopimelodus pati*, *Parapimelodus valenciennesi*, *Leporinus fasciatus*, *Prochilodus platenses*, y las ocasionales acceden al área debido a fenómenos oceanográficos o inundaciones (Menni et al., 1984; Cousseau y Perrota, 2000; Jaureguizar, 2004). Las lagunas y humedales presentes en esta zona proveen servicios ecosistémicos de regulación actuando como filtros que disminuyen los aportes de nutrientes y contaminantes provenientes del resto de la región a la Bahía Samborombón.

La zona Marítima (ZM) es la zona frente al Océano Atlántico, caracterizada como ambiente marino. Incluye los Partidos de La Costa; Pinamar; Villa Gesell; Mar Chiquita; Gral. Pueyrredón; Gral. Alvarado; Lobería; Necochea; San Cayetano; Tres Arroyos; Cnel. Dorrego y Monte Hermoso (Figura 8). Sus aguas, con salinidades superiores a 27, están dominadas por especies de peces marinas costeras, la mayoría de interés comercial. Los tributarios a esta zona drenan otra de las áreas importantes desde el punto de vista de la actividad agropecuaria.



Figura 8. Playas arenosas de médanos caídos (Balneario Los Ángeles, Partido de Necochea).

Esta región recibe los aportes de las cuencas de los ríos y arroyos del litoral sudeste y sur de la ciudad de Buenos Aires. Está conformada por una serie de arroyos chicos y medianos, siendo los más relevantes la cuenca de la laguna Mar Chiquita, del río Quequén Grande, del río Quequén Salado y del arroyo Sauce Grande. Esta región es muy importante desde el punto de vista de la actividad agropecuaria y se encuentran ambientes naturales relativamente bien preservados o en proceso de recuperación como, por ejemplo, pastizales, albúferas y dunas de la costa atlántica. El terreno es una llanura con suaves lomadas con una planicie que termina en el océano, presentando la costa una alternancia de formas acantiladas y playas medanosas de arena fina. Las dunas coste-

ras bonaerenses conforman un importante ecosistema terrestre que se ubica sobre una franja de ancho variable que bordea las costas del Mar Argentino acompañando al litoral marítimo de la provincia de Buenos Aires. Se asienta sobre suelos con elevado porcentaje de arena, presentando características geformas como dunas o médanos, tanto fósiles (los ubicados hacia el interior), como vivos (en las exposiciones más próximas a la ribera marítima). Estas formaciones de notables características escénicas brindan servicios ecosistémicos claves, como la captación en acuíferos costeros del agua de lluvia, la protección costera frente a la erosión por el oleaje marino (particularmente durante las tormentas), y el aporte de arena para el natural reabastecimiento de las playas. Ello permite que estas sean amplias e ideales para el turismo de tipo balneario y de recreación.

Toda la zona marítima se divide en dos sectores o barreras principales, con diferencias morfológicas, evolutivas y climáticas que las distinguen: la **barrera medanosa oriental** y la **barrera medanosa austral** (Isla et al., 2001). La **barrera medanosa oriental** se sitúa en el este provincial, desde Punta Rasa hasta la boca de la laguna de Mar Chiquita. No obstante, se prolonga sobre los acantilados costeros de limos pampeanos entoscados hasta la zona donde se encuentra emplazada la ciudad de Mar del Plata, en el partido de Gral. Pueyrredón, donde las lomadas arenosas se interrumpen naturalmente al interponerse el extremo austral del sistema de Tandilia, con afloramientos de ortocuarcitas. Al oeste del cordón costero se desarrolla la llanura continental, de suelos limoso-arcillosos con cotas inferiores a 5 m sobre el nivel del mar, de escasa pendiente e inundable, generando lagunas y bañados que para drenar su escorrentía no pueden volcarla de manera directa hacia el mar ya que la barrera arenosa aquí es continua (carece de cursos fluviales que logren cortarla). Por esta razón, las cañadas y arroyos deben torcer su recorrido, drenando lentamente sus aguas hacia el norte (Bahía Samborombón) o hacia el sur, en dirección a la albúfera de Mar Chiquita. La alteración antrópica ha sido masiva, perdiéndose sus rasgos estructurales en gran parte de las áreas septentrionales y medias (las más urbanizadas), excepto en la porción sur donde se conservan sus rasgos originales (Figura 9) (Isla et al., 2001; Bértola et al., 2002; Codignotto et al., 2012).

La **barrera medanosa austral** comienza a pocos kilómetros al sur del anterior (ciudad de Miramar), y continúa hacia mayores latitudes en dirección sudoeste y este, hasta alcanzar la zona próxima a la ciudad de Bahía Blanca, donde el cordón dunícola es interrumpido por un sistema estuarial. En algunos sectores, la continuidad de esta barrera se ve entrecortada por la presencia de acantilados erosionables, ubicados principalmente en el tramo Mar Chiquita-Miramar, en las inmediaciones de Necochea y en las barrancas al oeste de Pehuen-Có. Interrupciones más puntuales se producen más frecuentemente por causa de las desembocaduras en el mar de arroyos y ríos que nacen en las laderas de los sistemas de Tandilia y Ventania o en la pampa interpuesta entre ambos. Esta región está formada por campos de dunas que abarcan un total de 1.428 km². Con respecto a la sección anterior, la actividad antrópica es notablemente inferior por lo que conserva en mayor medida las características propias de la dinámica natural del ecosistema. Además, paisajísticamente posee una amplia complejidad estructural presentándose conformada por una ancha serie

paralela de varias generaciones históricas de médanos. El proceso de transformación de dunas por fijación natural se encuentra en diferentes estadios, por lo que se observan barjanes, dunas parabólicas, campos de muy baja actividad con extensos espacios interdunales y campos de arena con discontinuas dunas parabólicas o montículos, principalmente (Isla et al., 2001; Cortizo e Isla, 2012).

La vegetación presenta una amplia variedad de ambientes que incluyen dunas activas y fósiles, dunas vegetadas bajas y altas que alternan con bajos interdunales y cuerpos de agua temporarios. A ello se suma la combinación de factores abióticos como la disponibilidad de nutrientes y de humedad edáfica, la humedad ambiental, la incidencia de los vientos, el tipo y la estabilidad del sustrato (la movilidad de la arena), la distancia al mar, la salinidad y la incidencia local de las brumas marinas que son determinantes en el establecimiento y supervivencia de las comunidades vegetales (Figuras 9 y 10).



Figura 9. Playas arenosas de dunas forestadas (Partido de Lobería).



Figura 10. Playas arenosas con afloraciones de restinga y medanos caídos (Claromecó, Partido de Tres Arroyos).

El estudio efectuado para la evaluación de la vulnerabilidad del sector costero se llevó a cabo en distintos puntos de las tres zonas ambientales de la provincia de Buenos Aires descriptas anteriormente. Ello permitió realizar un análisis a diferentes escalas espaciales. Los sitios de estudio dentro de las zonas fueron:

ZRP

- Avellaneda
- Quilmes
- Berazategui
- Ensenada
- Berisso
- Magdalena
- Punta Indio

ZEBS

- Punta Indio
- Chascomús
- Castelli
- Tordillo
- Gral. Lavalle
- Partido de La Costa

ZM

- Partido de La Costa
- Pinamar
- Villa Gesell
- Mar Chiquita
- Gral. Pueyrredón
- Gral. Alvarado
- Lobería
- Necochea
- San Cayetano
- Tres Arroyos
- Cnel. Dorrego
- Monte Hermoso
- Cnel. Rosales

En estos partidos, también, se focalizó el análisis en reservas naturales y otras figuras de protección ambiental de diferentes estamentos gubernamentales, ya sean estos nacionales, provinciales

o municipales:

- Reserva Eco Área Municipal (Partido de Avellaneda)
- Reserva Natural Punta Lara (Partido de Ensenada)
- Reserva Natural El Destino (Partido de Magdalena)
- Reserva Natural Integral Bahía Samborombón - Rincón de Ajó (Partidos de Punta Indio a La Costa)
- Parque Nacional Campos del Tuyú (Gral. Lavalle)
- Reserva Natural Punta Rasa (Partido de La Costa)
- Reserva Natural Faro Querandí (Partido de Villa Gesell)
- Reserva Natural Mar Chiquita (Partido de Mar Chiquita)
- Reserva Natural Puerto de Mar del Plata (Partido de Gral. Pueyrredón)
- Reserva Natural Arroyo Zabala (Partido de San Cayetano-Necochea)
- Reserva Natural Arroyo Los Gauchos (Partido de Cnel. Dorrego)
- Reserva Natural Pehuen-Có / Monte Hermoso (Partido de Monte Hermoso y Gral. Rosales)

MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA EROSIÓN COSTERA

En la literatura existen numerosos intentos por desarrollar métodos que permitan construir **indicadores** e **índices** para evaluar el comportamiento de las costas ante diferentes procesos como el aumento del nivel del mar (Pérez y Linares, 1999; Kokot et al., 2004) o a la erosión del área costera (Marcomini et al., 2007; del Río et al., 2007). En el Partido de la Costa, Marcomini y Lopez (2001) han evaluado la vulnerabilidad de la playa y duna costera a la erosión en la localidad de Las Toninas, sobre la base de la ponderación de cuatro indicadores (erosión de la costa, conservación de las dunas, erosión de playa y desagües pluviales) y la realización de una matriz general de vulnerabilidad. En cuanto a miradas globales para la provincia de Buenos Aires se encuentran metodologías específicas con indicadores geomorfológicos, dinámica de costas, meteorológicas y factores socio-económicos para analizar diferentes índices de peligrosidad, riesgo y vulnerabilidad (Merlotto et al., 2017).

En el presente estudio, como primer paso se definió la extensión del área de estudio. De esta forma, se ha delimitado como zona a evaluar el borde o zona costera (de Andrés y Barragán, 2016), también llamada suelo costero, definido como la parte terrestre más cercana al mar, donde se encuentran islotes, campos dunares, planicies arenosas, coronaciones acantiladas, cárcavas costeras y áreas con vegetación resistente a la influencia de ambientes salinos. Su extensión es reducida, abarcando unos cientos de metros y muy pocos kilómetros hacia el continente a partir de la línea de contacto tierra-mar o línea de costa.

Luego se detalló el método de trabajo. El mismo tiene la particularidad de basarse en: la determinación previa de las unidades de estudio; la construcción de indicadores ambientales cuantificados durante los relevamientos de campo y; en la elaboración de coeficientes individuales de los parámetros que se tomarán como base para el cálculo de la vulnerabilidad: **a) la playa, b) el suelo costero o borde/zona costera**, conformado según el tipo de costa, (médano, acantilados, ribera estuarial y fluvial) y **c) las construcciones sobre playa y tierra**.

La toma de datos por zona se realizó en dos escalas de análisis para cada sector evaluado. La primera escala constó de la observación directa y el registro de planillas sencillas en campo realizadas por variado personal y en periodos de tiempo cortos. La segunda escala involucró el análisis de imágenes satelitales que permitieron identificar las variaciones temporales de las zonas costeras. Se trabajó con imágenes satelitales georreferenciadas con el software QGIS 3.2. Se tomaron coordenadas de referencia a partir de puntos visibles en imágenes de Google Earth. Luego fueron procesadas y comparadas. Este análisis en diferentes escalas posibilitó un seguimiento periódico del estado del borde costero y así se pudo contribuir de manera más eficaz a la toma de decisiones en la gestión local del espacio costero.

Los indicadores ambientales de cada sector fueron ponderados de acuerdo a su influencia sobre la morfología de la costa o sobre la dinámica costera directamente. Aquellos factores que impidieron o retrasaron los fenómenos erosivos se ponderaron en forma positiva, mientras aquellos que potenciaron la erosión en cualquier grado se ponderaron en forma negativa. La elaboración de

estos coeficientes individuales de los parámetros se tomó como base para el cálculo de la vulnerabilidad. La sumatoria de estas ponderaciones clasificó a los segmentos según su vulnerabilidad a la erosión costera. Cada unidad espacial de trabajo, con su determinado valor intrínseco de vulnerabilidad, es influenciada de manera positiva o negativa por las unidades contiguas. El criterio de influencia de la vecindad ha sido ponderado mediante la determinación de la vulnerabilidad de cada unidad espacial, donde se conjugan los valores individuales de cada una de ellas. Los resultados se presentan en 5 grados: Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta.

Aquellos sectores de **vulnerabilidad Muy Alta** y **Alta** son los que requieren mayor atención de los organismos pertinentes, ya que son los sectores más propensos a sufrir daños por acción de la erosión y por lo tanto deben recibir acciones de mitigación. Cuando las unidades de análisis muestran una **vulnerabilidad Media**, el borde costero tiene menos probabilidades de sufrir daños por los procesos erosivos, siendo un importante indicador de la necesidad de acciones de mitigación y protección de los sectores que aún no fueron degradados por la conjunción de la erosión natural y la antropización del ambiente. Por último, están las unidades que tienen una clasificación de **vulnerabilidad Baja** y **Muy Baja**. Dada las ponderaciones asignadas a los indicadores ambientales, en esta categoría solo corresponden ambientes donde la estructura general del ambiente esté en un estado ideal. Esta clasificación es la que indica que un sector prácticamente no corra riesgos de sufrir daños por los procesos de erosión. No obstante, estas zonas tienen la particularidad de constituir áreas estables y dinámicas, por lo cual también deben ser aquellas en las que se centren los esfuerzos para proteger y no permitir que se conviertan en espacios con vulnerabilidad decreciente.

En síntesis, cuando la vulnerabilidad es Muy Alta o Alta, la acción necesaria es la mitigación mientras que cuando la vulnerabilidad es Baja o Muy Baja se deben llevar adelante acciones de conservación, ambas gobernadas en el marco de planificación del territorio.

Escalas de análisis

Los relevamientos *in situ* aportan datos para cada segmento, el cual puede ser analizado desde tres escalas espaciales diferentes a fin de interpretar los resultados.

- Escala provincial: teniendo en cuenta la totalidad del litoral bonaerense.
- Escala zonal o regiones ecosistémicas: identificadas de acuerdo a sus características morfológicas y dinámica costera.
- Escala municipal: donde se presentan los resultados para cada uno de los municipios de la provincia de Buenos Aires. En cada uno se considera la existencia de reservas y otras figuras de protección ambiental como un subnivel de resultados.

Determinación de las unidades de análisis

La determinación de las unidades de análisis es indispensable para analizar cada sector de la forma más minuciosa y detallada a partir de la ponderación de los indicadores ambientales. La división del borde costero en segmentos donde se lleven adelante las mediciones en transectas

permite obtener información precisa de ese sitio.

En las zonas costeras marítimas, donde la estructura medanosa es predominante, la determinación de las unidades de análisis corresponde, en primera instancia, a la continuidad estructural del médano frontal, ya que los cortes transversales del médano indican la división de una unidad y la siguiente. El segundo criterio de división es la cobertura vegetal del médano. Se considera una nueva unidad donde se produzca una variación de más de 25% de cobertura vegetal.

En las costas con presencia de acantilados o médanos caídos, una unidad de análisis corresponde a la continuidad morfológica de este en cuanto a altura. A su vez, cambia la unidad cuando se observen variaciones significativas en la extensión de la playa frontal y en el afloramiento de restingas. La aparición de desembocaduras fluviales hacia el mar se considera una unidad de análisis.

En los sectores donde las estructuras costeras están totalmente removidas u ocupadas por construcciones o urbanizaciones se considera una unidad hasta que termine esa línea de construcciones. Las bajadas de las calles a la playa se toman como unidades independientes de análisis.

En la ZEBS y al norte sobre el litoral fluvial, las unidades están dadas por dos criterios. En el primero la unidad de estudio está dada por la extensión ubicada entre dos cursos de canales intermareales o desembocaduras fluviales. En el segundo criterio la unidad de estudio está definida por la continuidad de las comunidades vegetales del frente costero.

Determinación de indicadores ambientales para cada tipo de costa

La determinación de **indicadores ambientales** resulta de sumo interés para evaluar, tanto el estado del frente costero en un momento dado, como para el seguimiento de diferentes procesos dinámicos que ocurren en las playas de la provincia de Buenos Aires. Para ello se analizan las estructuras y las interrelaciones entre ellas, conformando así el sistema costero.

Para determinar el valor de vulnerabilidad a la erosión propio a cada sector analizado de la franja costera, primero se evaluó por separado los mismos de acuerdo a las zonas, teniendo en cuenta sus características geomorfológicas, modificaciones y usos antrópicos. Cada indicador fue ponderado con un valor determinado a partir de su influencia o vinculación sobre los procesos erosivos en forma directa o indirecta.

Aquellos elementos considerados negativos para el sistema se ponderaron con valores negativos. A medida que los indicadores se asociaron a un sistema estable se ponderaron con valores más altos. Cabe aclarar que las ponderaciones se asignaron no sólo por la presencia de un indicador ambiental, positivo o negativo, durante el análisis, sino por cómo ese elemento contribuyó a la fragilidad del sistema considerando la evolución de mismo.

Los indicadores identificados para cada ecosistema analizado se agruparon en dos tipos: las costas marinas (A), y las costas del Río de la Plata (B). Asimismo se tuvieron en cuenta para cada tipo de ambiente las particularidades de las subdivisiones, como en el caso del estuario de la Bahía Samborombón y el norte entre Avellaneda y Punta Indio. Lo mismo ocurrió con las playas con barreras medanosas y las playas con acantilados.

Caracterización de los indicadores ambientales para la costa marina

A continuación, se presenta un listado de indicadores ambientales para los ambientes costeros marinos, considerando las diferentes características de cada sector (ver Tabla 2a, b, c y d).

Playa	Estructura y características	Ancho y pendiente de la playa proximal y distal
		Presencia de berma
		Barra de lavado
		Tipo de sedimento. Arenas o rocas
		Compactación vehicular
		Escarpa erosiva
		Desembocadura fluvial
	Usos de playa	Sin usos
		Sol y playa
		Tránsito vehicular permanente
		Tránsito deportivo (motos y cuatriciclos)
		Actividades náuticas
		Zona de drenaje pluvial

Tabla 2a. Indicadores ambientales para los ecosistemas costeros marinos: playa.

Médano	Dimensiones	Alto, largo y ancho
	Características	Evidencia de erosión y/o sedimentación
		Pendiente del médano frontal
		Cobertura vegetal del médano
	Estado	Fijo
		Semifijo
		Vivo
	Condición	En formación
		Estable
		Degradado
		Destruído
		Removido
	Protección	Sin protección
		Cubierta vegetal
		Enquinchado
		Piedras sueltas
		otros
	Cortes transversales	Sin cortes
		Paso vehicular
		Paso peatonal
		Drenaje pluvial natural
		Drenaje pluvial artificial
		otros
	Usos	Sin usos
		Sol y playa
		Construcciones
		Circulación vehículos
		Bajada a playa
Senderos		
otros		
Delimitación	Calle asfaltada	
	Calle de tierra	
	Forestación	
	Pastizal	
	Bañado	
	Campo du nas	
Urbano		

Tabla 2b. Indicadores ambientales para los ecosistemas costeros marinos: médanos.

Acantilados	Constitución	areniscas
		rocas solidas
	Características y estructura	Altura
		cortes transversales
		Cobertura vegetal superior
		Vegetacion en base
	Protección	tasa de retroceso
		Sin proteccion
		Rocas sueltas
	Usos	defensas costeras rígidas
		Transito/caminos/estacionam
		recreacion/sol y playa
		viviendas
urbanizacion		
	forestacion	

Tabla 2c. Indicadores ambientales para los ecosistemas costeros marinos: acantilados.

Construcciones	Condición	Con o sin construcciones
		Desconocida
	Tipo/Función	Vivienda
		Edificio
		Hotel
		Muelle
		Balnearios
		Balneario blando
		Canalización pluvial
		Bajada náutica
		Bajada peatonal
		Bajada Vehicular
	Defensa Costera	Rocas sueltas
		Tetrápodos
		Gaviones
		Murallón costero
		Geotextiles
		Postes
	Materiales	Espigón
		Piedras
Ladrillo		
Ubicación	Hormigón	
	Fuera rango mareas	
	Alcanzado por mareas extraordinarias o tormentas	
	Alcanzado por mareas regulares	
	siempre bajo agua	

Tabla 2d. Indicadores ambientales para los ecosistemas costeros marinos: construcciones.

Coeficiente de playa

Se define playa a la formación sedimentaria costera de la provincia de Buenos Aires constituida por fragmentos de roca de diferente tamaño (que puede ser arena, grava, cantos rodados, fragmento de conchillas y otros clastos) sobre la costa de un cuerpo de agua (mar o río). Es el resultado de procesos de transporte y depósito del oleaje, las corrientes, las mareas y el viento (Isla et al., 2001). En el presente trabajo se considera playa a la porción de terreno arenoso ubicado sobre el límite de la franja marina y hasta el pie del médano, acantilado o construcciones que marquen un cambio en el ambiente o en el uso del suelo. A fines de obtención de los indicadores se identifican dentro de este ambiente la playa proximal y playa distal (Figura 11).

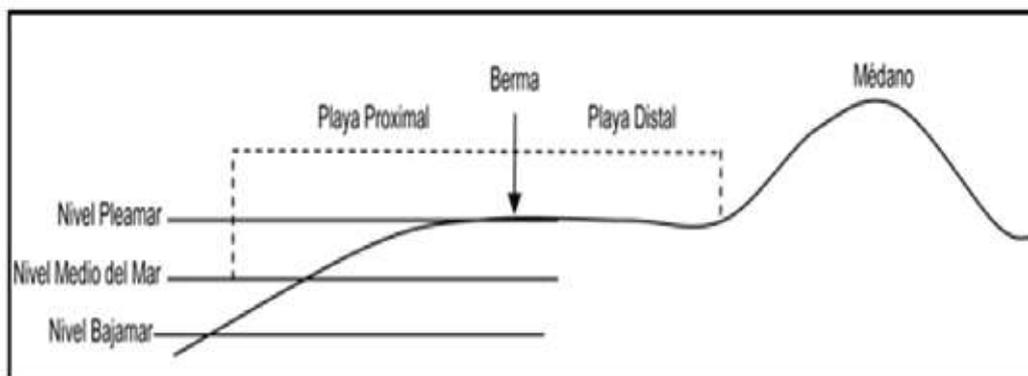


Figura 11. Esquema de la estructura de la playa considerada en el trabajo.

Para calcular el coeficiente de playa (Ecuación 1) se consideran diversos indicadores que hacen referencia a la geomorfodinámica de la playa (ver Tabla 2a)

$$\text{(Ecuación 1) Playa} = PD + PP + BER + Ppp + Ppd + BAR + ESC + SED + COMP + DES + USO$$

donde PD = ancho de playa distal; PP = ancho de playa proximal; BER = berma; Ppp = pendiente de playa proximal; Ppd = pendiente de playa distal; BAR = barra longitudinal; ESC = escarpa erosiva; SED = sedimento; COMP = compactación vehicular; DES = desembocadura fluvial; USO = usos.

Las estimaciones de los valores que componen el cálculo de estos coeficientes se deben medir teniendo en cuenta los fenómenos de periodicidad. La medición de los parámetros de playa, como la longitud de playa distal o proximal, la presencia de berma y la pendiente de playa se deben medir y promediar durante un tiempo considerable, con la finalidad de reducir el error. La ubicación de la berma sirve, desde el punto de vista metodológico, para marcar el cambio entre playa proximal y distal (Figura 12).



Figura 12. Estructura general de las playas marinas, donde se identifican las zonas de playa distal y playa proximal.

La longitud de la playa distal se mide desde el pie del médano, y en ausencia de este, desde la línea de construcciones hasta la berma de playa, entendiéndose esta como la zona alcanzada permanentemente por el nivel de las pleamares. En caso de no existir berma se mide hasta la línea de más bajas mareas. La pendiente de la playa distal se considera como ausente si las pendientes tienen hasta $0,5^\circ$. Son leves las pendientes hasta 1° , moderadas de 1° a $1,2^\circ$ y fuertes a mayores de $1,2^\circ$. En general la playa proximal presenta una pendiente más o menos continua hacia el mar. La longitud de la playa proximal se estima desde la berma hasta la línea de la bajamar. En ausencia de berma se considera la extensión entre pleamar y bajamar. La pendiente de la playa proximal se considera ausente si posee hasta $0,5^\circ$, leve hasta 1° , moderadas cuando tienen de 1° a $1,5^\circ$ y fuertes a mayores de $1,5^\circ$ (Figura 13).



Figura 13. Playa con pendiente leve en el Partido de La Costa (panel superior) y playa con pendiente fuerte en Villa Gesell (panel inferior).

El sedimento que forma la playa se registra *in situ* (arena o rocas) y se clasifica según el material (arenas finas o gruesas). Se trata de material no consolidado formado por granos de cuarzo, sedimento detrítico no consolidado, con un tamaño entre 1 mm y 2 mm. Las arenas contienen proporciones variables de "conchillas", es decir, fragmentos de valvas de moluscos, en general, de pequeño tamaño. En las rocas se hace referencia al afloramiento de restingas observables. Asimismo, se indica si se observa o no evidencia de transporte eólico en la playa proximal y distal. En general, las evidencias de transporte eólico están dadas por acumulación de arena seca, fina o muy fina, con formas de ondulaciones de pocos milímetros o centímetros de altura. Eventualmente puede observarse el movimiento de la arena por efecto del viento.

La barra longitudinal es una estructura sedimentaria, paralela a la costa, de unos pocos metros de ancho, generalmente en la parte externa de la zona intermareal (Figura 14). Normalmente la barra está separada de la playa proximal por una lengua de agua marina y es indicador de movimientos de arena hacia la playa. La barra longitudinal (barras de lavado) y la berma se deben considerar cuando sean registradas en más del 75% de las observaciones para una unidad de análisis.



Figura 14. Barra longitudinal en la zona de lavado (Partido de La Costa).

Coeficiente de barrera costera

A lo largo del frente marítimo de la provincia de Buenos Aires se observan dos grandes tipos de formaciones que actúan como barreras: los médanos y los acantilados. Estas formaciones presentan orígenes y dinámicas particulares que hacen que los indicadores observados para cada formación sean específicos. A continuación, se describen las características e indicadores seleccionados para médanos y acantilados.

- Médanos

Están constituidos por la acumulación de arena por acción del viento aledaño a la playa (Isla et al., 2001). Como parte de las observaciones es importante identificar las características estructurales del médano (altura, ancho y largo), su continuidad o nivel de fragmentación, su estado general y las características de la vegetación que lo cubre. En este programa de observaciones se plantea dividir al médano en cuatro secciones paralelas a la costa: a) pie de médano, b) médano frontal, c) médano central, y d) médano posterior (Figura 15).

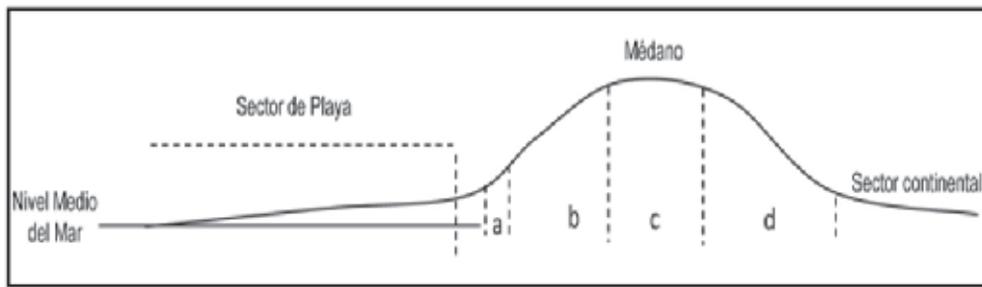


Figura 15. Esquema de la estructura del médano: a) pie de médano; b) médano frontal; c) médano central y, d) médano posterior.

El **pie de médano** es la parte basal del médano que se encuentra hacia el mar. Si bien los límites del pie de médano resultan difíciles de determinar, se lo considera como una zona de transición entre el médano y la playa. Desde el punto de vista estructural es indicador de los procesos predominantes en el sector de la playa analizado, dado que pueden observarse:

- Procesos de erosión: evidenciados por cortes abruptos en el pie de médano, paredes casi verticales, exposición de raíces y cárcavas.
- Procesos de acumulación de arena: por efecto del viento, normalmente caracterizada como depósitos de arena fina, con una pendiente de transición continua entre la playa distal y la cara frontal del médano.
- Actividad humana: generalmente de remoción, histórica o reciente, de sedimento en el pie de médano.

El **médano frontal** es el sector del médano que se encuentra de frente a la playa. Se sitúa por encima del pie de médano y llega a la cima del mismo. Se caracteriza por tener una pendiente significativa. En la mayoría de los casos se encuentra cubierto por las vegetaciones típicas de los médanos urbanos, como el tamarisco (*Tamarix gallica*). En las zonas sin intervención, se observa cubierto con *Panicum spp*, *Spartina spp* o sin cubierta (Figura 16). El médano central es la sección comprendida entre el médano frontal y el posterior. Normalmente se encuentra en la parte superior. El médano posterior es la sección del mismo que se encuentra desde el final del médano central hasta el límite exterior de la estructura medanosa. El final de este sector indica también el ancho del médano.



Figura 16. Médanos fijos forestados con *Tamarix gallica*.

Sobre cada una de estas secciones se analiza un conjunto de parámetros que sirven para considerar el grado de conservación del médano o su grado de estabilidad. Para el cálculo del coeficiente de médano (Ecuación 2) se determinan indicadores sobre la estructura, su protección y estado general (ver Tabla 2b).

(Ecuación 2) Médano = EM + COND + EST + CV + PRO + ER + TV + ASED + PEN + CTRA + DEL + US

donde EM = estructura del Médano; COND = condición; EST = estado general del médano; CV = cubierta Vegetal; PRO = protección del médano; ER = evidencia de erosión; TV = tasa de variación del pie del medano; ASED = evidencia de acumulación de sedimentos; PEN = pendiente del médano frontal; CTRA = cortes transversales; DEL = delimitación del médano; US = usos del médano.

Las mediciones sobre la estructura del médano que se realizan a campo permiten determinar el coeficiente de este sector. Se atienden los parámetros que muestra la Tabla 2, ponderarlos de acuerdo a su vulnerabilidad sobre los procesos erosivos y su función de protección. En primer lugar, se pondera la estructura del médano según sus dimensiones: ancho (considerado desde el límite de la playa distal hasta el final del médano posterior), altura promedio y la extensión del mismo. Se considera como largo a la extensión del médano en su totalidad. Si este fuera mayor que la unidad de análisis, se debe incluir la totalidad.

La ponderación de esta estructura, se calcula mediante un coeficiente (Ecuación 2) basado en la comparación de las medidas obtenidas en campo del médano analizado en la unidad de estudio, con las medidas mínimas que debe tener un médano en buenas condiciones para que cumpla el servicio de protección. Los valores de una estructura ideal se obtienen a partir de medidas de diferentes médanos de la provincia de Buenos Aires en las que se observa gran estabilidad y que cumplen con la condición mencionada. Las dimensiones mínimas de este médano ideal son de aproximadamente 200 m de extensión paralela a la costa, por 40 m de ancho (hacia el continente) y 5 m de altura. Cuanto mayor es el valor obtenido, menor la posibilidad de ser afectado por la erosión, dado que el médano protege mejor las estructuras que se encuentran detrás o sobre él (Ecuación 3).

(Ecuación 3) Estructura del Médano= Altura 5-1 + Ancho 40-1 + extensión 200-1

El parámetro de condición del médano tiene en cuenta las siguientes variables: Se considera médano vivo cuando posee escasa vegetación y se aprecia un movimiento de arena sobre la duna que puede ocasionar un desplazamiento general de la estructura medanosa. Se define como médano fijo cuando las estructuras diversas o vegetación (generalmente exótica) mantienen a la arena del médano en su lugar y no se aprecian movimientos significativos de la misma. Por último, médano semifijo se considera un intermedio entre los puntos anteriores, desplazándose parcialmente la arena de la duna por causa de los agentes erosivos.

El hecho que el médano limite con un ambiente urbano o rural, afecta las ponderaciones sobre la

condición, cobertura vegetal y protección del médano. La fijación de los médanos litorales induce el entrampamiento de arena fina que altera la dinámica costera: las playas ceden arena, pero desde las dunas forestadas no reciben arena de vuelta, alterando su dinámica (Isla, 2006). Si bien Isla (2006) señala la relación directa entre la fijación y la erosión de la playa, en ambientes urbanos, las dunas vivas se degradan rápidamente, por el barrido del sedimento sobre las calles así como por el tránsito de cuatriciclos, 4 x 4, motos, etc (Figura 17).



Figura 17. Duna viva vista desde la playa (San Cayetano).

En el caso de paisajes urbanos, un médano vivo genera menor protección que uno fijo o semifijo ya que el sedimento desplazado por el viento del este (desde la playa hacia el médano) no encuentra una barrera de contención y es depositado sobre la calle o infraestructura urbana (Figura 18). Las dunas vivas en el ambiente urbano se traducen en pérdida de arena. De esta forma, la vegetación sobre el médano central facilita la retención de sedimentos y favorece al crecimiento del mismo. En ambientes rurales los médanos vivos son un indicador de un sistema costero saludable, donde los sedimentos se mueven entre la playa y el continente, generando un aumento en su ancho y extensión. Estos espacios forman parte de los ambientes naturales y albergan numerosas especies de aves y plantas.



Figura 18. Delimitación del médano con una zona urbana (San Clemente).

La cobertura vegetal es de importancia en la fijación del médano, y por ende, en la protección de éste sobre las estructuras posteriores. Ésta retiene arena sobre la duna, pero no permite un intercambio dinámico con el sistema costero. En zonas urbanas, la retención de arena por parte de la cobertura vegetal es de sumo interés, debido a que desde el continente no existe aporte de sedimento para mantener la dinámica. Se considera cobertura a la proporción del suelo ocupado por la comunidad vegetal, estableciendo rangos de 0 a 25%, 25 a 50%, 50 a 75% y 75 a 100% de cobertura vegetal. Estos valores se miden para toda la estructura del médano (médano frontal, central y posterior).

La protección del médano conserva el sedimento ante los agentes erosivos. Se refiere a cualquier estructura natural o artificial que se sitúe por delante del médano o sobre él, con la finalidad de reducir el impacto del mar y el viento sobre el mismo. La observación *in situ* interesa para determinar el tipo de protección que tiene el médano. Estas condiciones de protección se consideran sólo en el caso que ocupen más del 75% de la extensión de la duna.

La pendiente del médano frontal se clasifica en: leve (menor a 20°), moderada (20 a 45°) y fuerte (mayores a 45°). La erosión se evidencia directamente sobre el pie del médano, con paredes casi verticales, exposición de raíces y presencia de cárcavas. La formación de escarpes por embates del mar sobre este sector de la duna es indicador de erosión. La acumulación se produce por efecto del viento y se manifiesta con una pendiente de transición continua entre la playa distal y la cara frontal del médano. Se consideran cortes transversales a cualquier interrupción en la cadena del médano, provocada naturalmente o por acciones antrópicas. Estos pueden ser pasos peatonales, (cortes en la línea de médanos que se utilizan para el acceso peatonal a la playa), pasos vehiculares (cortes en la línea de médanos utilizados como paso de vehículos desde y hacia la playa). También hay cortes transformados en drenajes pluviales hacia el mar.

El uso del médano determina su estado de conservación. Para su estudio se consideran: senderos o caminos de uso peatonal sobre la duna o entre la cubierta vegetal, circulación de vehículos, cuatriciclos o 4 x 4.

Se identifica la delimitación del médano con la finalización continental del mismo. Las calles se diferencian de acuerdo a su constitución, entre calles carpeta asfáltica o adoquines y calles de tierra, caminos de suelo blando o semiblando de arena, conchilla o tierra que puede o no estar compactada. La delimitación con viviendas se registra en las zonas donde el médano posterior limita en forma directa con estructuras habitacionales. A su vez, hay delimitaciones con ambientes naturales como un campo de médanos, donde el sedimento se mueve libremente de la playa al continente y viceversa. Algo similar ocurre con los pastizales, aunque con menos dinámica eólica. Cuando se foresta, el sedimento queda confinado a la duna, que crece en altura de acuerdo a la zona, retrocediendo la línea del pie del médano y disminuyendo la superficie ocupada por la misma. El estado general del médano refiere a la conservación de su estructura ante la acción erosiva de factores naturales y antrópicos. Se considera en formación cuando la duna muestra signos de acreción y escasa cubierta vegetal, sin evidenciar signos de daños por acciones antrópicas. Se asocia a las dunas vivas. Se clasifica como estable a las dunas que no presentan signos de daño

por acciones antrópicas. Conservan su altura y cubierta vegetal. Se considera degradado a aquellos médanos que presentan signos de daños por acción antrópica, observándose fragmentaciones y evidencias de erosión. Se definen como destruidos a los médanos que prácticamente han desaparecido por acción antrópica, pero conservan parcialmente su extensión. Por último, se considera removido a aquellos médanos que ha desaparecido por diferentes causas.

- Acantilados

Para determinar el coeficiente propio de los acantilados se consideran una serie de indicadores que caracterizan las dimensiones del mismo, así como los materiales que los forman, su protección y los usos de su parte superior (ver Tabla 2c) (Ecuación 4).

(Ecuación 4) Acantilados = ALT + RET + MAT + PRO + COR + USO

donde ALT = altura; RET = tasa de retroceso del acantilado; MAT = material que forma el acantilado; PRO = protección; COR = cortes; USO = usos

Para determinar este coeficiente se calcula la altura del acantilado en el sector analizado, medido desde la playa hasta la cima. A partir de imágenes satelitales con escalas temporales adecuadas se determina la tasa de retroceso del acantilado sobre el continente. Este valor cobra sentido cuando es mayor a 1 m cada 10 años. Es importante reconocer el material de la formación, ya sean sedimentos más livianos (Claromecó) o más rígidos (Mar del Plata), ya que la acción marina afecta de manera diferente a ambas formaciones. En diversos sectores del frente de acantilados se realizan medidas de protección para reducir los efectos de la erosión, como rocas colocadas en la base o la construcción de defensas rígidas. Los cortes que sufre el acantilado pueden originarse naturalmente en una desembocadura fluvial (Arroyo Zabala) o por el uso de las bajadas hacia la playa hechas por el hombre. Estos cortes fraccionan el frente costero y exponen a la estructura al proceso de erosión. Por último, se consideran los usos desarrollados en la parte superior de los acantilados, ya sean caminos transitables, construcciones de viviendas o servicios de hotelería.

Coeficiente de construcciones

Para el cálculo del coeficiente de construcciones (Ecuación 4) se determinan indicadores sobre el destino y uso de las construcciones y de la posición con respecto a la línea de costa (ver Tabla 2d).

(Ecuación 5) Construcciones = SIT + TIPO + UBI + POS

donde: SIT = situación; TIPO = tipo y función de la construcción; UBI = ubicación; POS = posición relativa a la marea.

En primer lugar, se indica si la unidad de análisis presenta o no construcciones. Se considera médano con construcción a aquel que poseen estructuras artificiales. Si se registra alguna

construcción debe completarse este apartado. Se indica la presencia de construcciones en cualquier escala, estado y función. Se considera sin construcción al médano y playa que carecen de cualquier estructura artificial. Si existen construcciones es importante definir el tipo de estructura y su función. Las defensas costeras son construcciones rígidas o semirrígidas que sirven de defensa del médano o construcciones de los embates del mar o del viento. Se denominan actividades náuticas a las estructuras relacionadas con el uso y bajada de embarcaciones de la playa al mar. Los balnearios son infraestructuras de playa que brindan servicios asociados a la recreación y turismo, como baños, restaurantes y cafeterías, carpas en la playa y estacionamiento. Ocasionalmente algunos balnearios presentan bajadas náuticas. El indicador viviendas hace referencia a las construcciones familiares, hoteles, departamentos y cualquier otra infraestructura de residencia permanente o temporal. La bajada de playa es un corte transversal por donde se accede a la playa. Éstas pueden ser de uso peatonal, vehicular y comercial, con puntos de venta de mercaderías, alquileres de vehículos y cualquier otra actividad lucrativa.

Debe considerarse la ubicación de las construcciones (en la playa o en el médano) y la posición que ocupan en relación a la marea: fuera del rango de mareas (nunca alcanzada por el mar); alcanzada por las mareas más altas (sólo llega cuando ocurren crecidas significativas); alcanzada por tormentas (alcanzadas con las crecidas intensas); y, finalmente, siempre bajo agua (las construcciones quedan cubiertas bajo el agua).

Caracterización de los Indicadores Ambientales para la ZEBS y ZRP

Sobre la base del trabajo desarrollado para la evaluación de la vulnerabilidad a la erosión costera del sector marítimo se realizó una adaptación del método a las costas de la Bahía Samborombón y el Río de la Plata. Los indicadores fueron ponderados de acuerdo a su influencia sobre la dinámica de las costas (Tabla 3).

Características del ambiente en Playa y ribera	Ancho visible de la playa en marea baja Erosión de costa analizada en el segmento Presencia de escarpa erosiva, altura, niveles y profundidad. Presencia de juncales, abundancia y extensión. Presencia de cangrejales Adherción de conchillas Dirección, período y altura del oleaje	Construcciones sobre el corredor en tierra y en	Con o sin Construcciones
Usos de la Playa	San uso Sel y playa tránsito vehicular Entrada náutica Actividades portuarias Pesca deportiva de costa, muelles o similares Salida de efluentes cloacales e pluviales Toma de Agua	Ubicación de las construcciones	Sobre el río Sobre ribera Sobre tierra Desconocido Desarrollo urbano Edificio de Departamentos Viviendas 1-2 plantas Herrería Muelles Calles costera Españ de playa Peatonal Españ de playa vehicular Pasaje y actividades náuticas Áreas de comercio o de producción Actividades Portuarias Actividades industriales Casalamiento fluvial o fluvial Herrerías Calles urbanas Actividades Portuarias Actividades industriales Casalamiento fluvial o fluvial Herrerías Calles urbanas Desconocido
Características del ambiente en tierra	Altura del terreno sobre el nivel de playa Desembocaduras fluviales Canales fluviales naturales y/o artificiales Juncales, pajonales, espartillares, Cobertura y extensión Presencia de estrato arbóreo en la costa Presencia de árboles nativos y/o introducidos Distancia de la playa hasta el estrato arbóreo	Tipo de construcciones	Rocas Hormigón Ladrillo y cemento Troncos Madera otras Geomorfías Cavernas Rocas Telapiedras Muralón concreto Bóveda de arco Pavos de madera Espigones Desconocido
Protección del corredor terrestre	San Protección Cubierta Vegetal de diferentes estratos Muralón Piedras Cerciones Otros	Tipos principales de materiales de las construcciones	Desconocido Puerto del rango de mareas Alcance de tormentas Alcance de mareas altas esporádicas Alcance de mareas altas regulares Siempre bajo agua
Usos de suelo del corredor terrestre	Estado natural sin intervención Reserva / área con protección Actividades de extracción de juncos Actividades agropecuarias en diferentes escalas Caminos de tierra y calles asfaltada Estacionamiento vehicular Espacios recreativos Viviendas familiares Desarrollo urbano (barrios, pequeñas o grandes ciudades) Actividades náuticas, guardería de lanchas Desarrollo portuario con presencia de dragas, construcción de diques Actividades industriales	Presencia de Defensas costeras	Desconocido Puerto del rango de mareas Alcance de tormentas Alcance de mareas altas esporádicas Alcance de mareas altas regulares Siempre bajo agua
Límites ambientales del corredor analizado	Humedades nativas Humedades modificadas Pastizales Hosques / selva Desarrollo urbano Caminos transitables Zona industrial/portuaria	Ubicación de las construcciones con respecto al Río	Desconocido Puerto del rango de mareas Alcance de tormentas Alcance de mareas altas esporádicas Alcance de mareas altas regulares Siempre bajo agua

Tabla 3. Coeficiente de Playa y Ribera.

(Ecuación 6) Ribera = CPL + CTI + USOP + USOT + PRO + DEL

donde CPL = características del ambiente en playa y ribera; CTI = características del ambiente en tierra; USOP = usos en la zona de playa; USOT = usos de suelo del corredor terrestre; PRO = protección de la costa frente al río; DEL = delimitación del ambiente analizado hacia la tierra.

Para determinar las características del ambiente en playa y ribera se realizan mediciones del ancho visible de la playa en marea baja, que permite dar una idea de los procesos de acumulación de sedimentos sobre la costa. En las zonas con evidencias de erosión, se registra la presencia de una o varias escarpas erosivas en el límite de la playa, así como su altura respecto a la base del suelo.

La presencia de juncales en la costa amortigua los procesos erosivos. A su vez se estima su abundancia en la línea costera según porcentaje de cobertura. Por último, se toma la distancia que ocupa el juncal a lo largo de la transecta.

En las costas de las zonas estuariales es común la presencia de cangrejales. Se registra su presencia, dado que las poblaciones sobre los suelos costeros generan una dinámica particular en los procesos de erosión.

Cuando sobre la costa del Río de la Plata se observa un afloramiento de conchillas sobre las escarpas erosivas y la zona de playa, se considera indicador de procesos erosivos que fueron desgastando el suelo hacia el continente exponiendo los depósitos de conchillas. Es importante, también, registrar la dirección, periodo y altura del oleaje. Los usos del suelo costero constituyen un indicador de procesos antrópicos que afectan negativamente las costas. En la zona de playa puede observarse:

- Una playa sin uso, cuando no hay registros ni observaciones de acciones antrópicas directas.
- Usos de sol y playa, cuando la población accede a estos espacios con la finalidad de turismo y recreación.
- El tránsito vehicular sobre la playa rioplatense no es muy común, pero puede observarse en algunos sectores la circulación de vehículos vinculados a la actividad pesquera.
- En varios sectores de las costas del río, existen entradas náuticas que no permiten el desarrollo de juncas y socavan el suelo costero favoreciendo los procesos erosivos.

En ciertos sectores se registran actividades portuarias que cuentan con diferentes infraestructuras costeras. Además, dependen de dragados para permitir el tránsito de embarcaciones de gran porte. Entre los pescadores, hay sitios de gran concurrencia para la práctica de pesca deportiva de costa. Si bien la actividad en sí misma no presenta un efecto negativo, es importante identificar las áreas ya que tienen un mayor flujo vehicular que afectan al juncal ubicado sobre la costa.

La mayoría de los partidos costeros bonaerenses del Río de la Plata presentan salida de efluentes cloacales o pluviales hacia la costa. En el presente trabajo se registran cuando estos drenajes se ubican en la zona de playa y sus flujos desembocan en la misma.

Se analizan las características del ambiente en tierra teniendo en cuenta las particularidades del suelo costero. Los indicadores a considerar y registrar son:

- La altura del terreno sobre el nivel de playa, que permite la formación del microacantilado y las escarpas erosivas, comunes en las zonas erosivas del Río de la Plata.
- Las desembocaduras sobre la costa de canales fluviales naturales o artificiales.
- Las características de las comunidades vegetales presentes en la zona rioplatense.
- La presencia, cobertura y extensión de los espartillares. Hacia el norte, se observa la transición hacia los pajonales de totoras y lirios. También se evidencia la aparición del césped ribereño, identificando su extensión desde la playa hacia el continente, habitualmente limitando con el pajonal y el estrato arbóreo.
- La presencia de estrato arbóreo en la costa, así como su distancia al borde de la misma ocupado por el césped ribereño. Es importante hacer un registro de estos indicadores de conservación de la estabilidad de las comunidades vegetales debido a que muestran cómo se producen los cambios en los ecosistemas a causa de la pérdida de suelo frente a la erosión.
- Es necesario indicar si el sector analizado se encuentra sin protección, es decir, si la tierra se encuentra descubierta frente al río. Las zonas rioplatenses presentan una defensa natural, los juncas hacia el norte y los espartillares hacia la zona estuarial. En ambos casos estas poblaciones crecen sobre el lecho intermareal del frente costero, reduciendo la energía cinética de las olas, evitan-

do o amortiguando la erosión e incluso generando acreción.

En ocasiones se construyen defensas costeras rígidas para impedir la acción fluvial sobre el continente, sobre todo cuando hay límites urbanos. Estas defensas rígidas normalmente son murellones, piedras sueltas o en forma de empalizada, gaviones y otros.

Los usos de suelo del corredor terrestre condicionan en gran parte el estado de la costa, ya que muchas actividades la utilizan como espacio de acción, sitio de tránsito o de explotación de algún recurso. Cuando en un sector no hay usos, el espacio se mantiene natural sin intervención. Si, por el contrario, el segmento posee indicios de actividades, se deben clasificar en extracción de juncos o actividades agropecuarias en diferentes escalas, siempre con ganado que pasta tanto el césped como el mismo juncal de protección. En muchos casos se construyen calles en la zona costera para tránsito interno de ciudades o para acceder a balnearios y bajadas de playa que suelen contar con estacionamiento vehicular. Además, en distintos puntos de la costa existen espacios recreativos donde, en general, se accede en vehículo.

Si bien en la zona de ribera hay escasos desarrollos urbanos puede observarse que se han constituido, en partidos costeros, caseríos de viviendas familiares. Estas viviendas cercanas al agua son muy vulnerables a los embates de crecidas y sudestadas. Las bajadas náuticas degradan la integridad del espacio, socavando el suelo, destruyendo el juncal de defensa e incrementando considerablemente los efectos erosivos.

A gran escala, en las zonas de La Plata y el Gran Buenos Aires se observa un incipiente desarrollo portuario con presencia de dragas, construcción de diques y actividades industriales. Los sectores con estos usos generan una alteración en el ambiente considerable.

Se registran los límites ambientales del corredor analizado hacia el continente. Entre las delimitaciones de la costa pueden encontrarse: humedales, pastizales, bosques ribereños, dominados por talares, ceibales o sausales al sur de la costa del Río de la Plata. Cuando detrás de la costa existe un emplazamiento urbano se consigna como desarrollo urbano, ya sean pequeñas poblaciones como Atalaya o grandes aglomerados como Quilmes. En el caso de La Plata o Avellaneda, la delimitación de la costa no es una ciudad directamente, sino que se anteponen zonas industriales y portuarias.

Por último, se registran los indicadores ambientales referidos a las construcciones que se ubiquen en la zona de playa, el suelo costero ribereño o sobre la tierra. Las características de estos indicadores, así como su conceptualización, se referencian a los ya desarrollados para las distintas zonas marinas, solo que se refieren a las particularidades del suelo costero rioplatense.

Determinación del coeficiente de vulnerabilidad

En primer lugar, se determina la vulnerabilidad propia del sector analizado. Ésta queda determinada por la sumatoria de los coeficientes de los parámetros de estudio. Dependiendo de la zona la vulnerabilidad se calcula como se indica a continuación (Ecuación 7):

$$\text{(Ecuación 7) Vulnerabilidad} = \text{Playa} + \text{Médano o acantilado} + \text{Construcciones}$$

donde la vulnerabilidad de un sector determinado es igual a la sumatoria de cada uno de los coeficientes de playa, tipo de barrera y construcciones.

Pero debe considerarse que las zonas contiguas a un sector tienen influencia sobre el mismo. Es decir, hay un efecto de vecindad que modifica el coeficiente de vulnerabilidad intrínseca de un sector. Para ajustar este coeficiente según el efecto de vecindad, se relacionan los distintos valores propios de cada uno de ellos con las distancias de los sectores contiguos (Ecuación 8):

$$\text{(Ecuación 8) Vulnerabilidad neta} = [(V_a * d_a) + (V_b * d_b) + (V_c * d_c)] / (d_a + d_b + d_c) - 1$$

donde V = valor de vulnerabilidad de un sector determinado y d = extensión de dicho sector.

Los diferentes valores obtenidos en el análisis reflejan la clasificación de vulnerabilidad de cada unidad (Tabla 4).

Coeficiente de vulnerabilidad	Clasificación de vulnerabilidad
Hasta -6	Muy Alta
De -5 a 0	Alta
De 1 a 5	Media
De 6 a 10	Baja
Más de 10	Muy Baja

Tabla 4. Clasificación de vulnerabilidad según el coeficiente obtenido.

En la tabla 4 se observan los coeficientes obtenidos a partir de las ecuaciones que dan lugar a las cinco categorías de vulnerabilidad en las que se clasificará las unidades de estudio. La correspondencia entre los valores de los coeficientes y su clasificación se determinaron a partir de la selección en el campo de sectores que mostraron características ambientales propias para cada categoría y sobre los que se aplicó la metodología de evaluación propuesta (Tabla 5 y 6).

El 57,6% de la región costera se encuentra con valores de vulnerabilidad Bajo y Muy bajo, porcentaje que representa 537,4 km de extensión sobre la línea de costa. Si se analiza la vulnerabilidad Alta y Muy Alta, se observa que el 33,7% de la costa se encuentra en esta categoría. Ello representa 312,6 km de extensión (Tabla 7).

En la Figura 22 se visualiza toda la costa de la provincia de Buenos Aires con sus correspondientes estados de vulnerabilidad a la erosión costera.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	186,6	20,1%
Alta	126,0	13,6%
Media	81,1	8,7%
Baja	89,2	9,6%
Muy Baja	446,2	48,0%
	929,1km	

Tabla 7. Resultados generales de vulnerabilidad a la erosión obtenidos para la zona costera de la provincia de Buenos Aires.

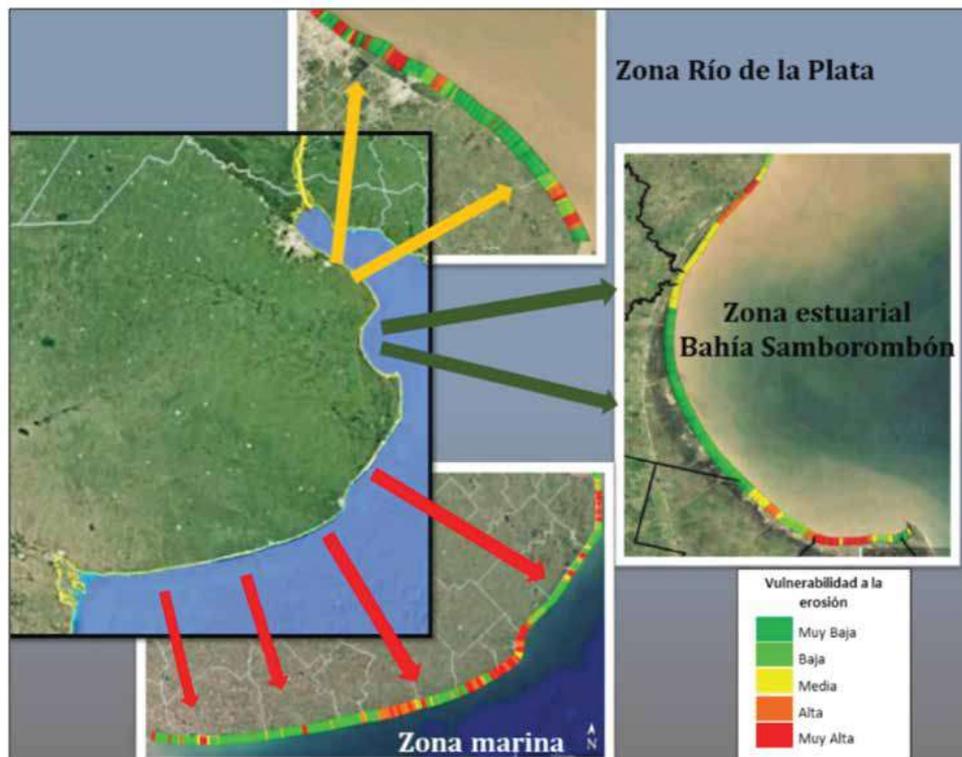


Figura 22. Localidades relevadas para llevar adelante el correspondiente Informe 2019.

RESULTADOS PARA CADA ZONA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ZM

Desde Pehuen-Có, Partido de Cnel. Rosales, hasta Punta Rasa, Partido de La Costa, a lo largo de 636,5 km y 13 municipios, se llevó a cabo un total de 520 registros (Tabla 8). El 35,6% de la costa analizada, equivalente a 226,8 km de frente costero, arrojó valores correspondientes a una vulnerabilidad Alta o Muy Alta. Por su parte, la mayor parte del territorio analizado, es decir, 378,5 km del frente costero presentó una Baja o Muy Baja vulnerabilidad a la erosión (59,5%) (Figura 23, 24 y 25).

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	137,5km	21,6%
Alta	89,3km	14,0%
Media	31,1km	4,9%
Baja	56,4km	8,9%
Muy Baja	322,1km	50,6%
	636,5km	

Tabla 8. Resultados obtenidos para la ZM correspondientes a la provincia de Buenos Aires.

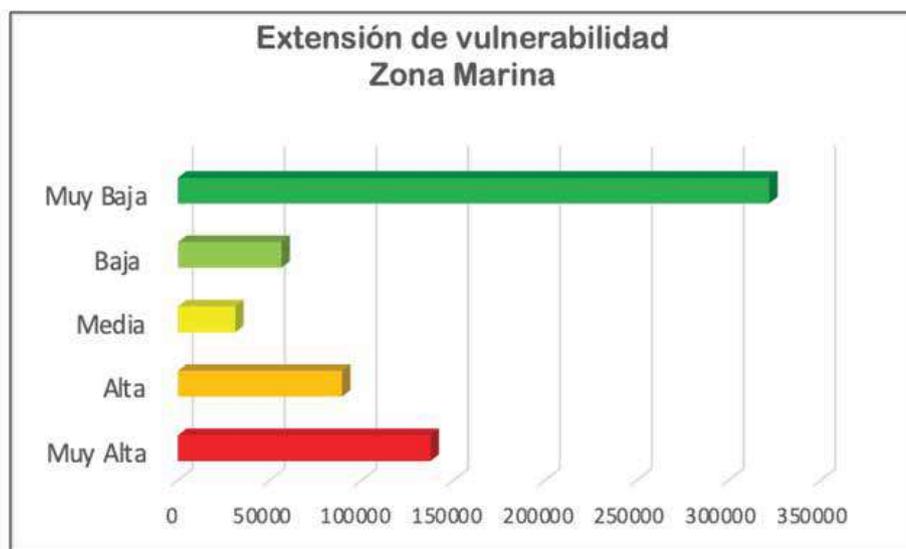


Figura 23. Extensión comparativa de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZM de la provincia de Buenos Aires.



Figura 24. Comparación porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZM de la provincia de Buenos Aires.

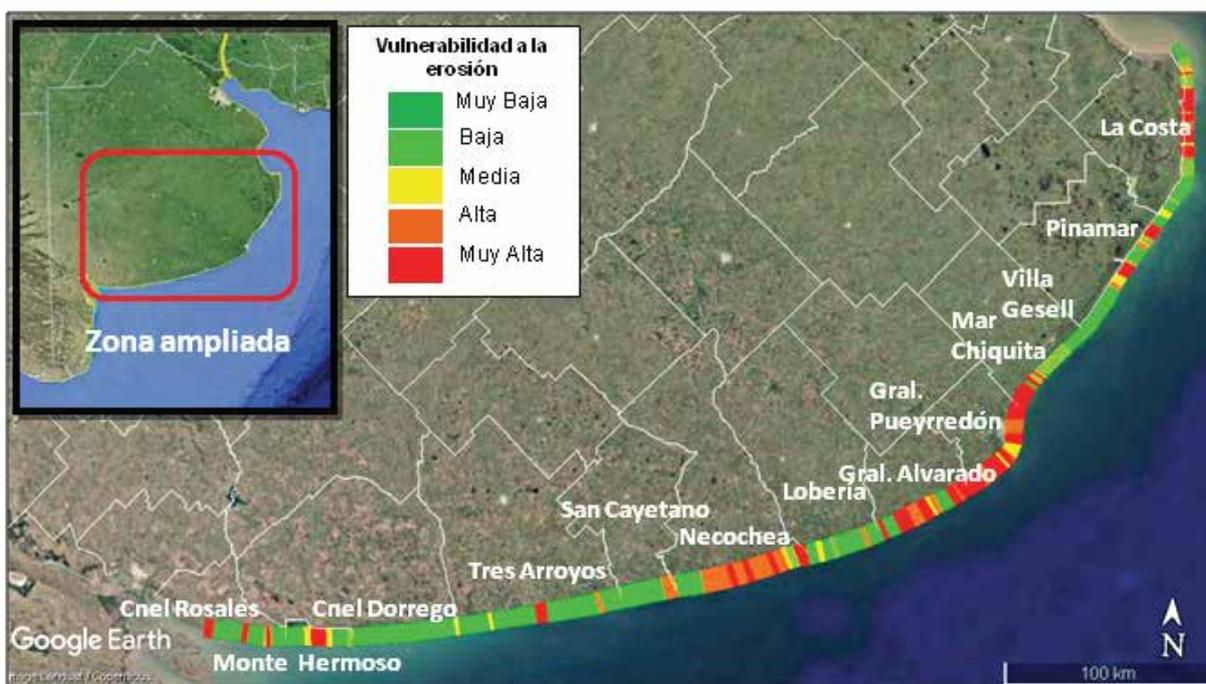


Figura 25. Mapa de resultados de vulnerabilidad a la erosión costera en la ZM de la provincia de Buenos Aires.

ZEBS

Los relevamientos en la ZEBS fueron efectuados en 46 sectores diferentes en 6 municipios, desde Punta Rasa (Partido de La Costa) hasta Punta Piedras (partido de Punta Indio). La extensión total del frente costero analizado fue de 143,6 km.

A lo largo de toda la ZEBS se obtuvieron 30,6 km del frente costero con vulnerabilidad Alta o Muy Alta, representado el 21,4% de toda la extensión. Por otra parte, el 49,7% de la ZEBS (71,4 km), arrojó como resultado una vulnerabilidad a la erosión Baja o Muy Baja (Tabla 9, Figura 26, 27 y 28).

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	18020m	12,6%
Alta	12600m	8,8%
Media	41540m	28,9%
Baja	14630m	10,2%
Muy Baja	56780m	39,5%
Total	143570m	

Tabla 9. Resultados obtenidos para la ZEBS.

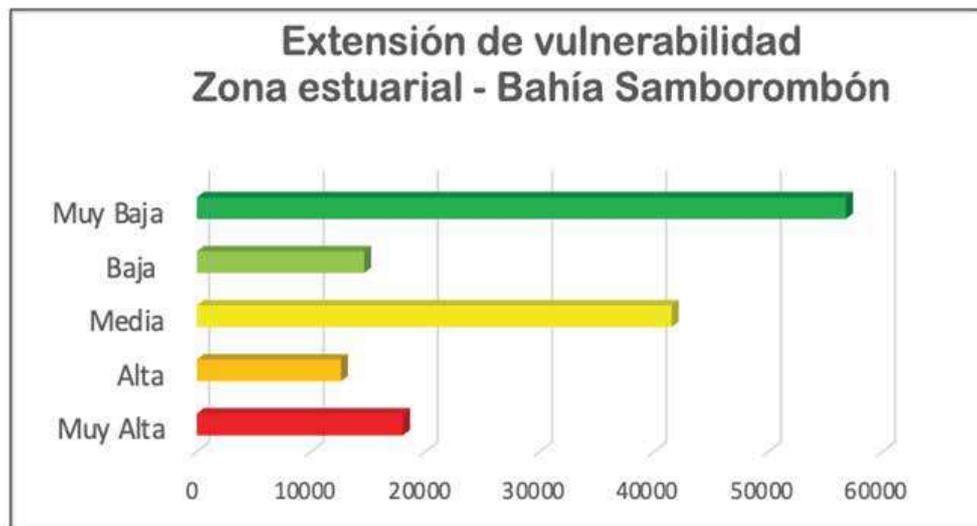


Figura 26. Extensión comparativa de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZEBS de la provincia de Buenos Aires.



Figura 27. Comparación porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZEBS.

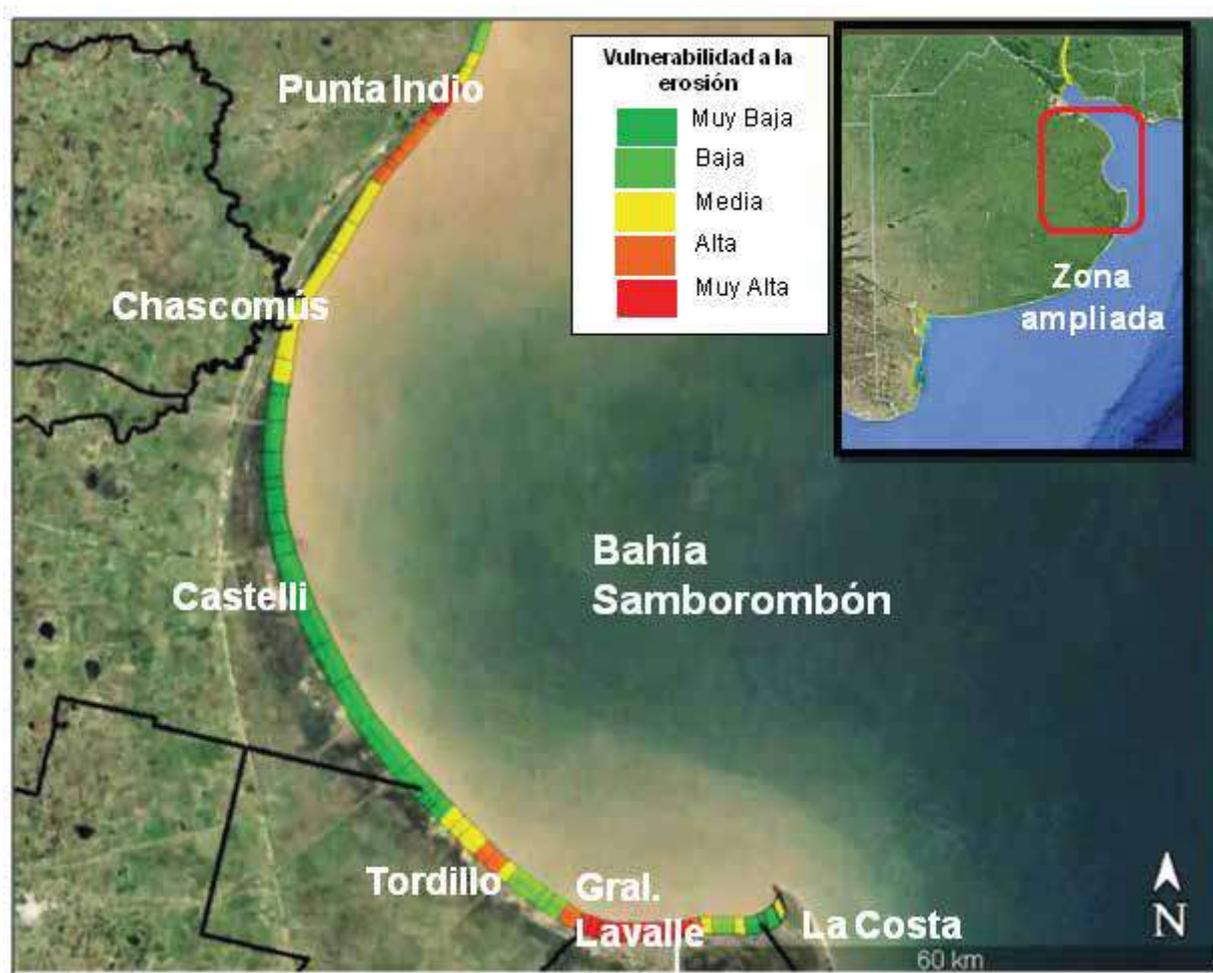


Figura 28. Mapa de resultados de vulnerabilidad a la erosión costera en la ZEBS.

ZRP

En esta zona se tomaron registros en 71 unidades a lo largo de los 7 municipios. El área de estudio se desarrolla en el norte del Río de la Plata, desde Avellaneda hasta Punta Indio, con una extensión de 149,1 km sobre la costa fluvial.

Se observaron 55,1 km del frente costero con vulnerabilidad Alta o Muy Alta, que representa el 37% de la totalidad de la costa. La vulnerabilidad Baja o Muy Baja se obtuvo en el 57,7% de la costa rioplatense que cubre una franja costera de 85,4 km (Figura 29, 30 y 31, Tabla 10).

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	31,1km	20,9%
Alta	24,0km	16,1%
Media	8,4km	5,6%
Baja	18,2km	12,2%
Muy Baja	67,2km	45,2%
	149,1km	

Tabla10. Resultados obtenidos para la ZRP.

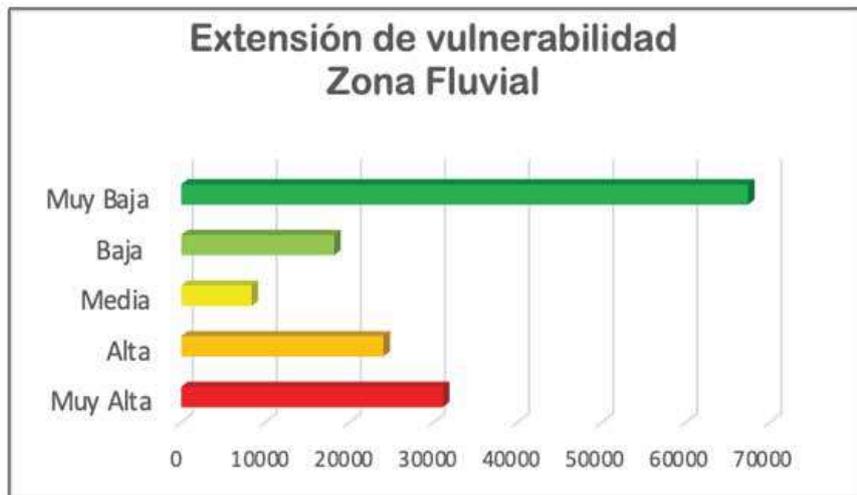


Figura 29. Extensión comparativa de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZRP, norte desde Avellaneda hasta Punta Indio.

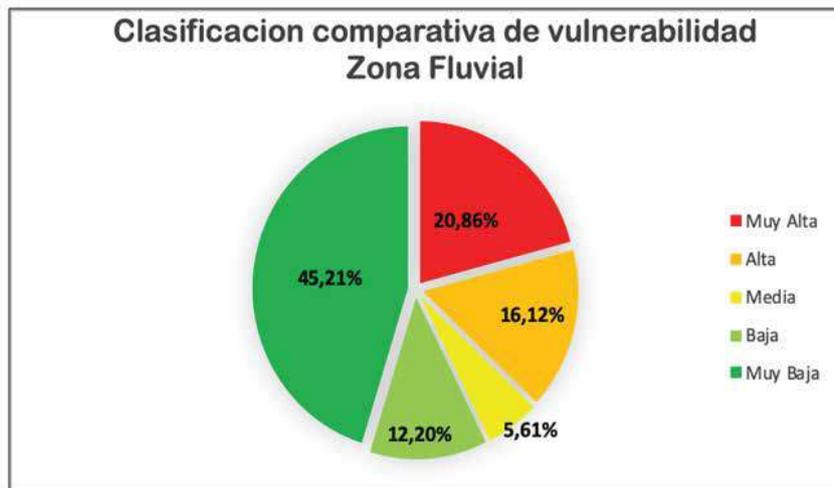


Figura 30. Comparación porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de la ZRP.

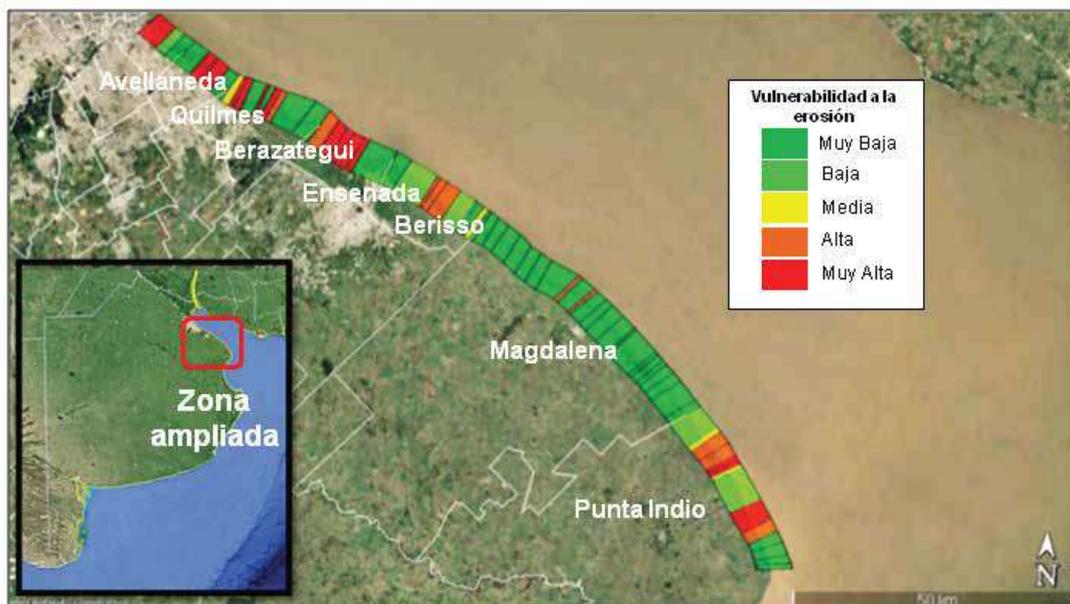


Figura 31. Mapa de resultados de vulnerabilidad a la erosión costera en la ZRP.

RESULTADOS PARA LOS MUNICIPIOS COSTEROS

Este nivel de análisis presenta un detalle mayor de los resultados obtenidos a escala municipal, remarcando las particularidades de cada espacio. Los datos de cada uno de los municipios se procesaron y plotearon sobre una imagen satelital de Google Earth como soporte visual. Asimismo, se construyó una tabla de valores obtenidos y los gráficos correspondientes, en los cuales se observa, por un lado, la extensión de cada partido (en metros de frente costero) según su vulnerabilidad, y por otro, la comparación de porcentajes de superficie según la clasificación de vulnerabilidad resultante. Para determinados partidos se incluyeron aspectos particulares que surgieron *in situ*, como variación de la línea de costa, superficie o evento sobre la barrera del suelo costero, imágenes ilustrativas, etc.

Avellaneda

El partido limita con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires hacia el norte y con Quilmes hacia el sur. Presenta 7,9 km de frente costero sobre el Río de la Plata.

Los resultados del análisis permitieron identificar un 49,4% del total de su superficie con una vulnerabilidad Muy Alta. Ello se debe al proceso de remoción de la configuración originaria, la construcción de un murallón y el desarrollo de actividades portuarias e industriales. El otro 50,6% de la franja costera se encuentra con una Baja y Muy Baja vulnerabilidad a la erosión, ya que conserva las estructuras de las comunidades vegetales que no permite el desarrollo de actividades sobre sus costas (Figura 32, 33 y 34, Tabla 11).

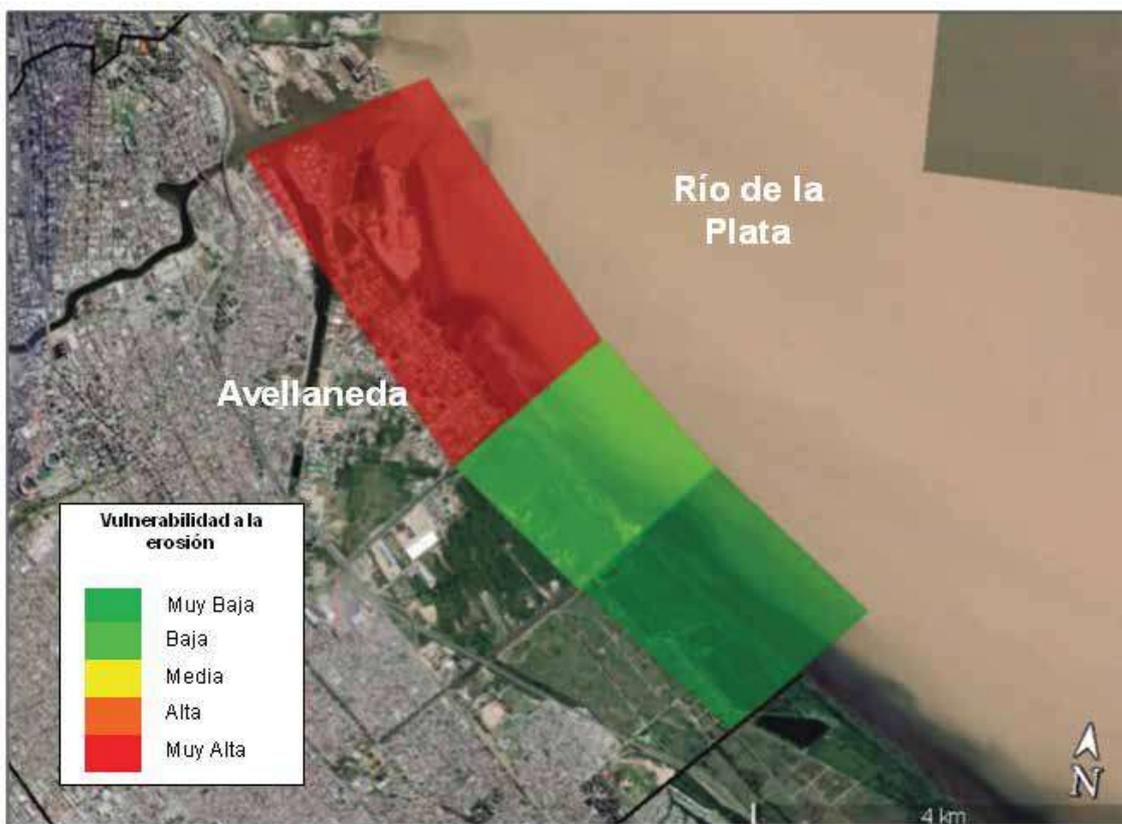


Figura 32. Frente costero de Avellaneda y su vulnerabilidad a la erosión.

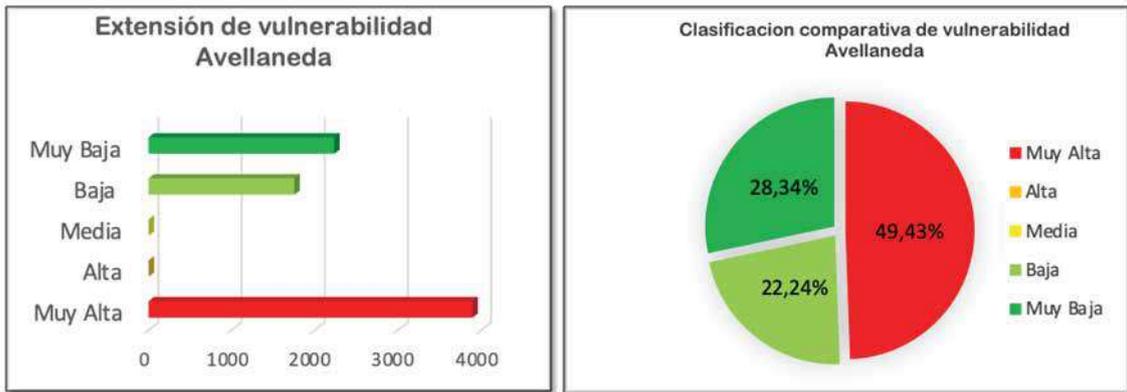


Figura 33. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Avellaneda.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	3890m	49,4%
Alta	-	-
Media	-	-
Baja	1750m	22,2%
Muy Baja	2230m	28,3%
Extensión Total	7870m	

Tabla 11. Resultados obtenidos para Avellaneda.



Figura 34. Imágenes del frente costero de Avellaneda.

Reserva Eco Área Municipal (Partido de Avellaneda)

Se trata un predio que se extiende entre los Arroyos Sarandí, Santo Domingo, y el Río de la Plata. Se encuentra ubicada en la zona costera entre las localidades de Sarandí y Villa Domínico. Este área de Reserva (cuya fisonomía originaria fue modificada por canalizaciones, obras de relleno, vuelco de escombros y residuos sobre la costanera del Río de la Plata), cuenta con una superficie aproximada de 140 ha. El eco Área Municipal está dedicada a la preservación de la biodiversidad local, el esparcimiento, la recreación de la comunidad y el desarrollo de programas de educación ambiental. Además contempla un uso sustentable de quintas en terrenos privados y actividades de ecoturismo en terrenos públicos, con la presencia de guardaparques y senderos de interpretación, avistaje de fauna y flora y visitas a viñedos de la costa.

Quilmes

Los 10,5 km del frente costero correspondientes al partido de Quilmes presentan resultados en los extremos de la clasificación de vulnerabilidad a la erosión. Por un lado, un 56% de la franja costera manifiesta una Muy Baja vulnerabilidad. Aquí, el sector conserva las comunidades vegetales nativas con poca o nula actividad humana. Por otro lado, un 44% de la línea de costa presenta vulnerabilidad Muy Alta. La misma es ocasionada por un murallón costero que limita con el casco urbano y con numerosas actividades antrópicas tanto en la playa como en tierra (Figura 35 y 36, Tabla 12).



Figura 35. Frente costero de Quilmes y su vulnerabilidad a la erosión.

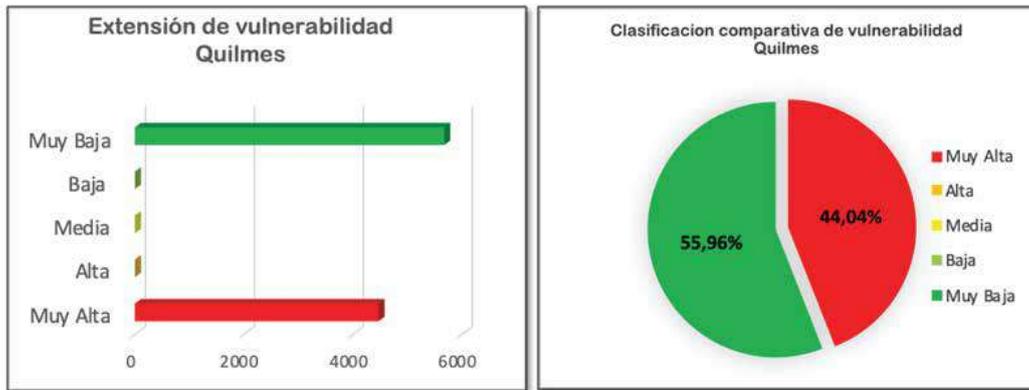


Figura 36. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Quilmes.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	4470m	44,0%
Alta	-	-
Media	-	-
Baja	-	-
Muy Baja	5680m	56,0%
Extensión Total	10150m	

Tabla 12. Resultados obtenidos para Quilmes.

Berazategui

El partido de Berazategui presenta una extensión costera de 17,4 km. La dinámica del Río de la Plata y la morfología de sus costas resulta en una ribera estable, con escasas evidencias de erosión. El 64,7% de su frente costero, que representan zonas no antropizadas, arrojó como resultado valores de vulnerabilidad Muy Baja (Figura 37 y 38, Tabla 13).

Sin embargo, las actividades humanas como el desarrollo urbano y la construcción de espacios recreativos y transitables han generado numerosas zonas de erosión severa. Así, el 26,9% del suelo costero tiene una Alta o Muy Alta vulnerabilidad a la erosión, producto de las obras rígidas construidas sobre la costa y sobre los ambientes nativos del bosque ribereño (Figura 39 y 40).

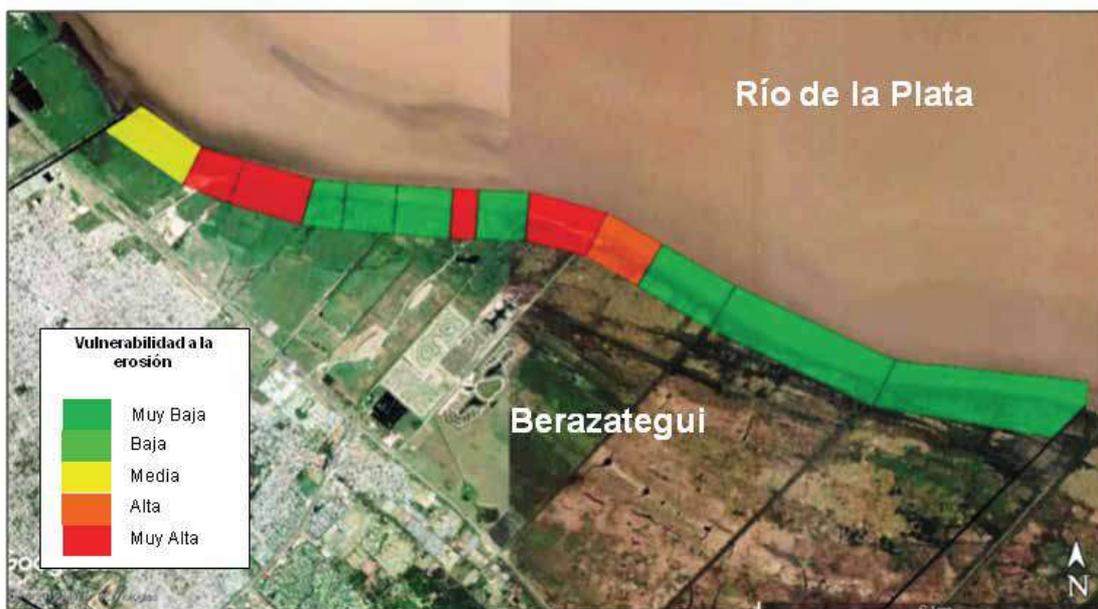


Figura 37. Frente costero de Berazategui y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	3570m	20,6%
Alta	1090m	6,3%
Media	1470m	8,5%
Baja	-	-
Muy Baja	11240m	64,7%
Extensión Total	17370m	

Tabla 13. Resultados obtenidos para Berazategui.



Figura 38. Costa de Berazategui.



Figura 39. Obra sobre la ribera que altera la dinámica de la costa de Berazategui generando erosión severa.

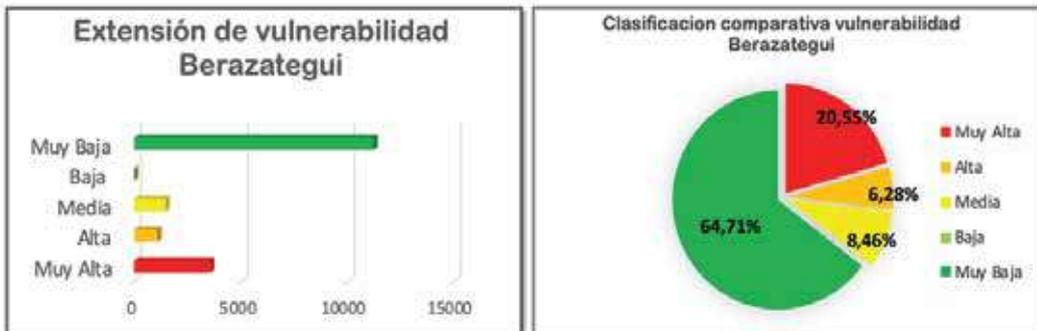


Figura 40. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Berazategui.

Ensenada

El Partido de Ensenada se extiende a lo largo de 15,4 km sobre el margen del Río de la Plata. Presenta un murallón costero, de 4,4 km de longitud, con el fin de proteger el casco urbano de Punta Lara de los embates del río (Figura 41). Como resultado se observa que el 58,4% del frente costero presenta vulnerabilidad Alta y Muy Alta, frente al 41,6% con vulnerabilidad Muy Baja. Esta última clasificación es consecuencia de los ambientes conservados del sur, con las comunidades vegetales características y escasa o nula evidencia de erosión y retroceso de la línea de costa (Tabla 14, Figura 42 y 43).



Figura 41. Frente costero de Ensenada y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	6737m	43,8%
Alta	2240m	14,6%
Media	-	-
Baja	-	-
Muy Baja	6400m	41,6%
Extensión Total	15377m	

Tabla 14. Resultados obtenidos para Ensenada.



Figura 42. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Ensenada.



Figura 43. Frente costero en diferentes puntos con Muy Alta vulnerabilidad a la erosión, se observan defensas de piedras y murallones.

Reserva Natural Mixta Integral Punta Lara (Partido de Ensenada)- Ley Provincial N° 12.814

Esta reserva, se encuentra ubicada sobre la costa del Río de la Plata, en el sector norte del partido de Ensenada, al noroeste de la localidad de Punta Lara. Al ser una reserva natural urbana, sus roles principales son la educación e interpretación ambiental, la conservación de los recursos biológicos y la investigación científica. La mayor parte de la reserva se inunda durante las sudestadas. El agua permanece sobre los albardones de la superficie protegida algunas horas, actuando como aportes extras a la precipitación y manteniendo el subsuelo con agua dulce siempre disponible para las raíces de las plantas leñosas. Su superficie emergida pertenece a tres ecorregiones terrestres: pampas húmedas; delta e islas del río Paraná; y bosque semi-xerófilo correspondiente al espinal.

Berisso

Las costas del partido de Berisso presentan muy poca actividad antrópica debido a que la urbanización se ubica alejada del río. Sólo existen bajadas específicas y algunos sectores con actividades productivas y balnearios. Por este motivo el 70,1% del frente costero de Berisso presenta vulnerabilidad Baja o Muy Baja (Figura 44, Tabla 15).

Sin embargo se registró un 24,5% de vulnerabilidad Alta, relacionada con la falta de juncales en varios puntos donde existen bajadas de playa, que ocasionan escarpas erosivas con afloraciones de raíces de árboles y retroceso de línea de costa (Figura 45, 46 y 47).

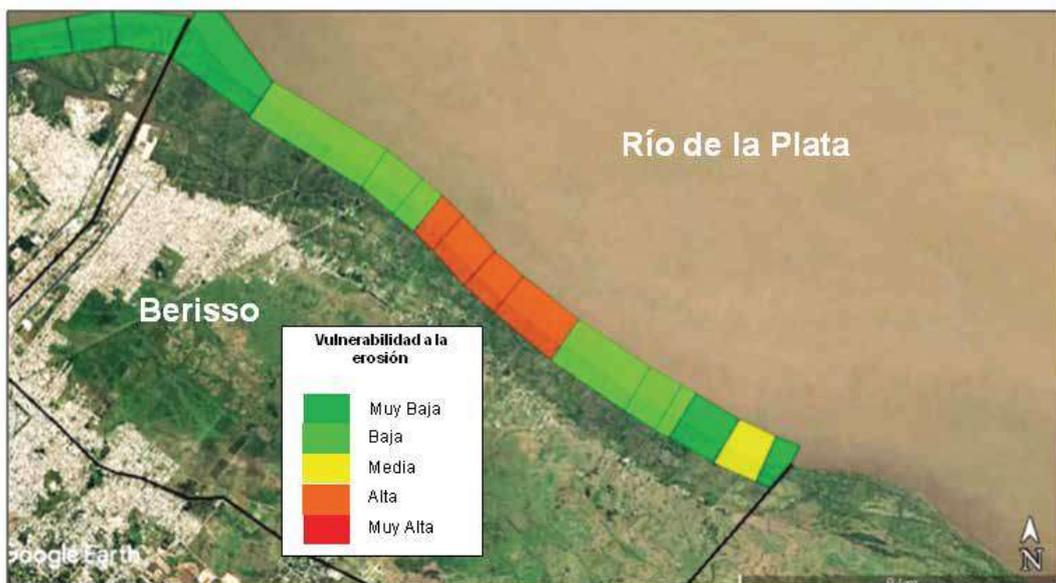


Figura 44. Frente costero de Berisso y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	-	-
Alta	4760m	24,5%
Media	1040m	5,4%
Baja	8790m	45,3%
Muy Baja	4800m	24,8%
Extensión Total	19390m	

Tabla 15. Resultados obtenidos para Berisso.



Figura 45. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Berisso.



Figura 46. Suelo costero de Muy Baja vulnerabilidad a la erosión, presenta las comunidades vegetales intactas.



Figura 47. Suelo costero de Alta vulnerabilidad a la erosión, con afloramiento de raíces y escarpas erosivas.

Magdalena

El partido de Magdalena posee un 81% de su frente costero en la categoría de vulnerabilidad Baja y Muy Baja. Ello se debe al estado de conservación de las comunidades vegetales ribereñas. En las zonas cercanas a la urbanización, las bajadas y accesos de playa ocasionan la remoción del juncal, evidenciando signos de erosión (Figura 48, 49, 50 y 51, Tabla 16).

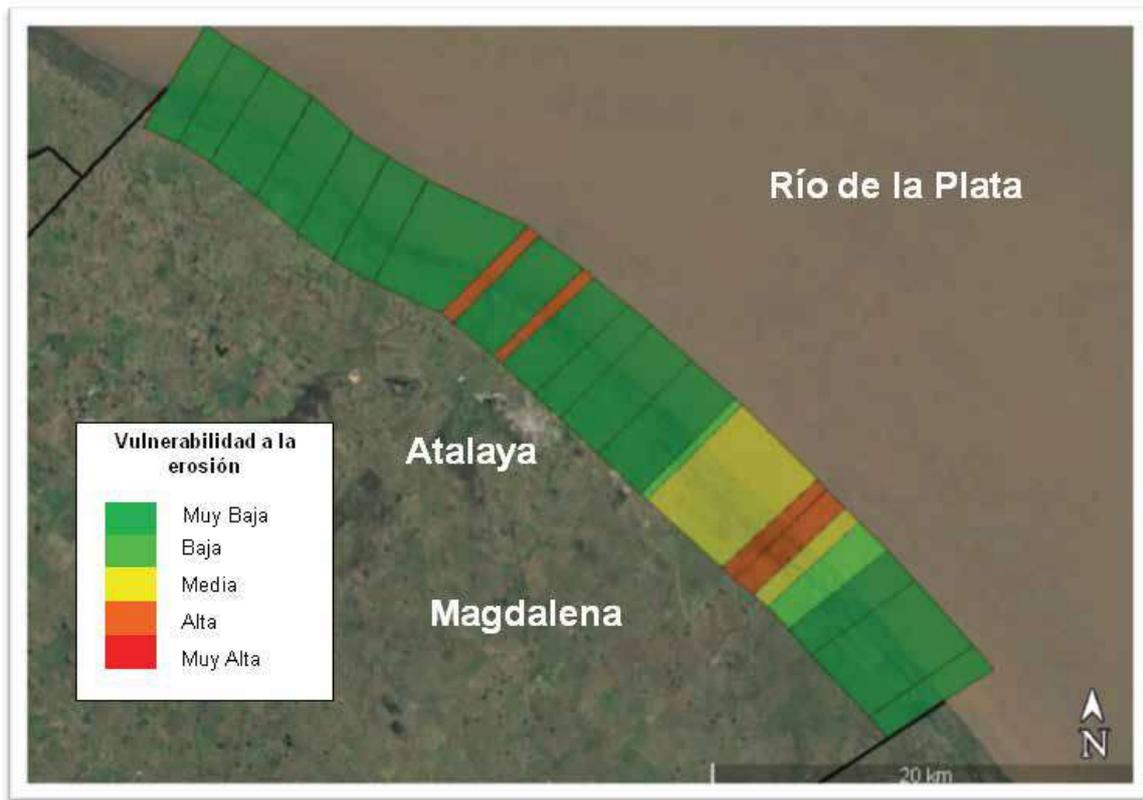


Figura 48. Frente costero de Magdalena y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	-	-
Alta	3330m	6,9%
Media	5850m	12,1%
Baja	2150m	4,4%
Muy Baja	37050m	76,6%
Extensión Total	48380m	

Tabla 16. Resultados obtenidos para Magdalena.

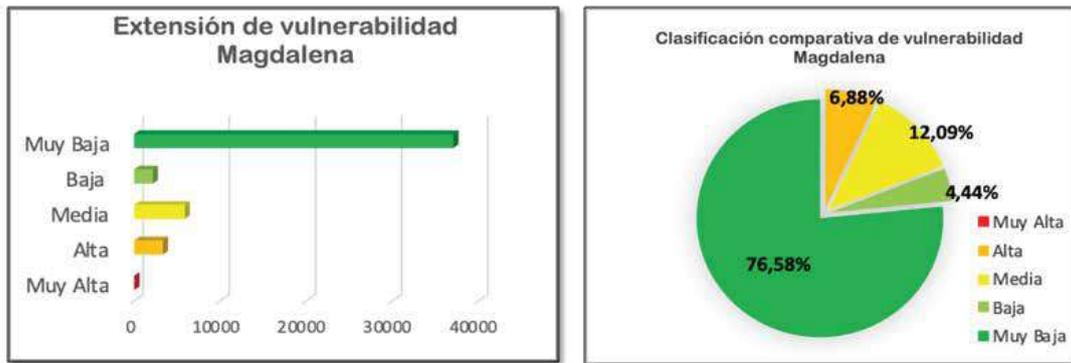


Figura 49. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Magdalena.



Figura 50. Suelo costero de Alta vulnerabilidad a la erosión debido al deterioro del juncal y pisoteo ganadero, se observan las escarpas erosivas.

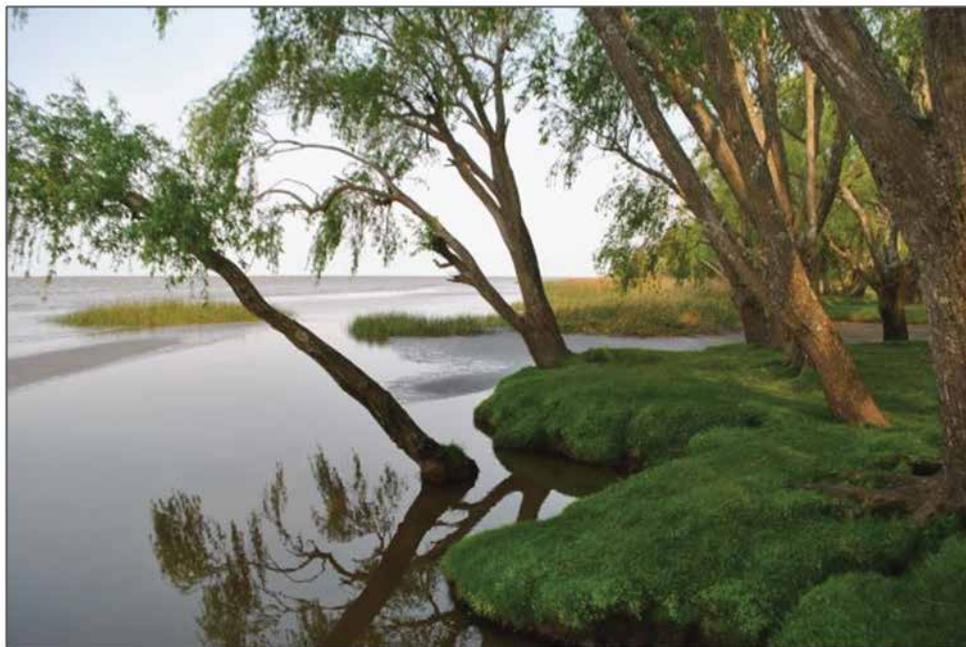


Figura 51. Suelo costero de Alta vulnerabilidad a la erosión debido al deterioro del juncal y pisoteo ganadero, se observan las escarpas erosivas.

Reserva Natural Privada de Objetivo Definido Educativo y Botánico El Destino (Partido de Magdalena) - Decreto Provincial N° 469/2011

La Estancia El Destino se ubica en el partido de Magdalena. Es un área protegida de 1766 ha que conforma uno de los últimos relictos de importancia del mosaico ambiental original, dominado por ambientes de playa, bosques ribereños, pajonales inundables, pastizales y talares. Esta porción de la costa rioplatense es refugio de especies amenazadas de la flora y fauna nativas. Sumado a estos atributos naturales, existen en "El Destino" valores históricos únicos, representados por sus edificaciones y el diseño de sus jardines.

Entre las actividades que ofrece la Estancia se destaca el avistaje de aves y otras especies de la fauna autóctona; caminata por los jardines; paseos por el bosque implantado, safari fotográfico; recreación en la costa del Río de la Plata y visita al Museo de la memoria. La zona de la reserva presenta altos valores de vulnerabilidad. Ello se debe, en gran medida, a la pérdida del juncal. A esto se suma la actividad ganadera, altamente impactante en el ecosistema.

Punta Indio

La zona costera del partido de Punta Indio se dispone hacia dos zonas de influencia del Río de la Plata que tienen características muy diferentes: el litoral fluvial y la zona estuarial. De sus 67,6 km de costa, el 53,1% manifiesta una Alta y Muy Alta vulnerabilidad a la erosión, y solo el 19,7% posee valores en la categoría Baja o Muy Baja. Las observaciones en estas costas nuevamente denotan la importancia en la conservación del juncal para evitar grandes procesos erosivos.

Las playas de Punta Indio presentan una actividad recreativa importante, con numerosos balnearios que han despojado al frente costero del juncal para generar playas "limpias". Estas acciones han devastado el frente costero, generando pérdidas de hasta 60 m en 13 años (Figura 52, 53, 54 y 55, Tabla 17).

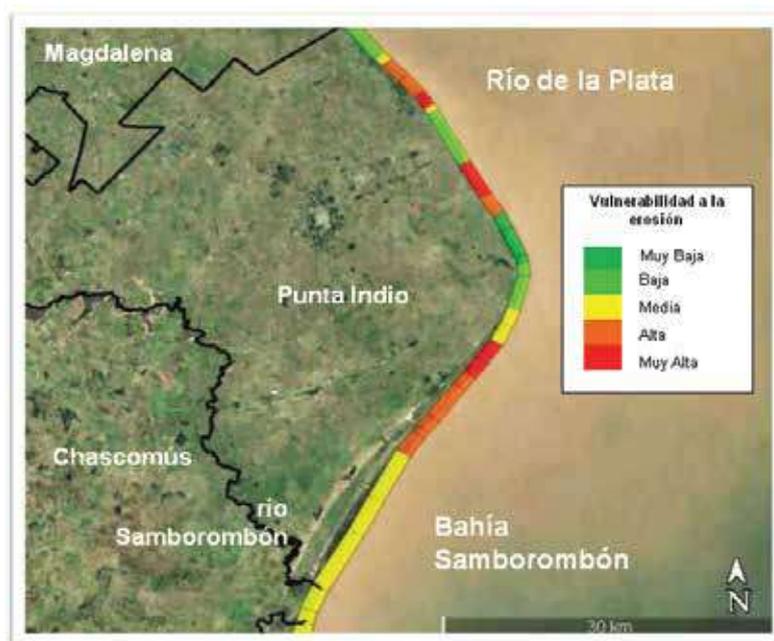


Figura 52. Frente costero de Punta Indio y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	17810m	26,3%
Alta	18140m	26,8%
Media	18400m	27,2%
Baja	9250m	13,7%
Muy Baja	4050m	6,0%
Extensión Total	67650m	

Tabla 17. Resultados obtenidos para Punta Indio.

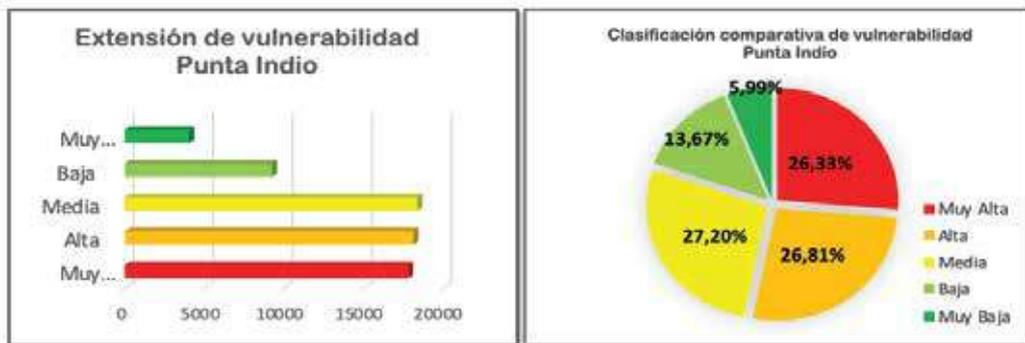


Figura 53. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Punta Indio.

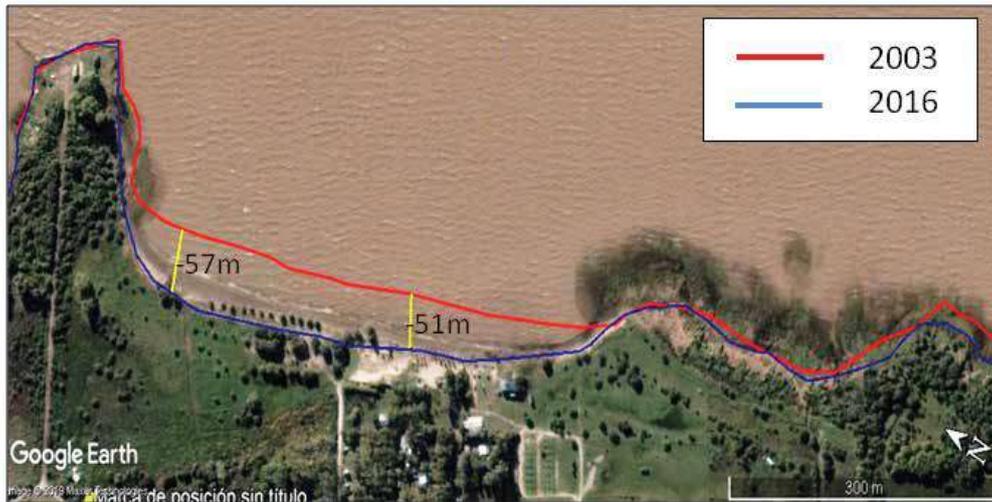


Figura 54. Variación de la línea de costa desde el año 2003 hasta el año 2016 en la zona de balneario y sin juncuales. En contraste, hacia la derecha de la imagen, en la zona de juncal, la variación es insignificante.



Figura 55. Zonas de Muy Alta vulnerabilidad a la erosión, se observan importantes escarpas erosivas.

Castelli y Chascomús

Los Partidos de Castelli y Chascomús se ubican en el centro de la Bahía Samborombón. Se han tomado como una unidad conjunta a ambos partidos por sus semejanzas e interacciones.

La costa de Castelli recibe sedimentos desde el norte, arrastrados y depositados por el Río de la Plata, y desde el sur, provenientes de la erosión en Gral. Lavalle y Tordillo. Esto genera acreción sobre las playas, donde además proliferan y se extienden nuevas poblaciones de plantas pioneras de *Spartina spp.*

De los 52 km de frente costero del partido de Castelli, 45,9 km se encuentran en la categoría Muy Baja de vulnerabilidad a la erosión, representando el 88,1% de su extensión costera. En la zona norte, en las inmediaciones de las desembocaduras del río Salado y el río Samborombón, se observan escarpas erosivas y actividad ganadera que degradan el suelo costero, haciéndolo más vulnerable a la erosión. No obstante, no se evidencian retrocesos significativas de línea de costa. Estos sectores denotan una vulnerabilidad Media y representan unos 9,7 km de costa incluyendo Castelli y Chascomús (Figura 56, 57, 58, 59 y 60, Tabla 18).

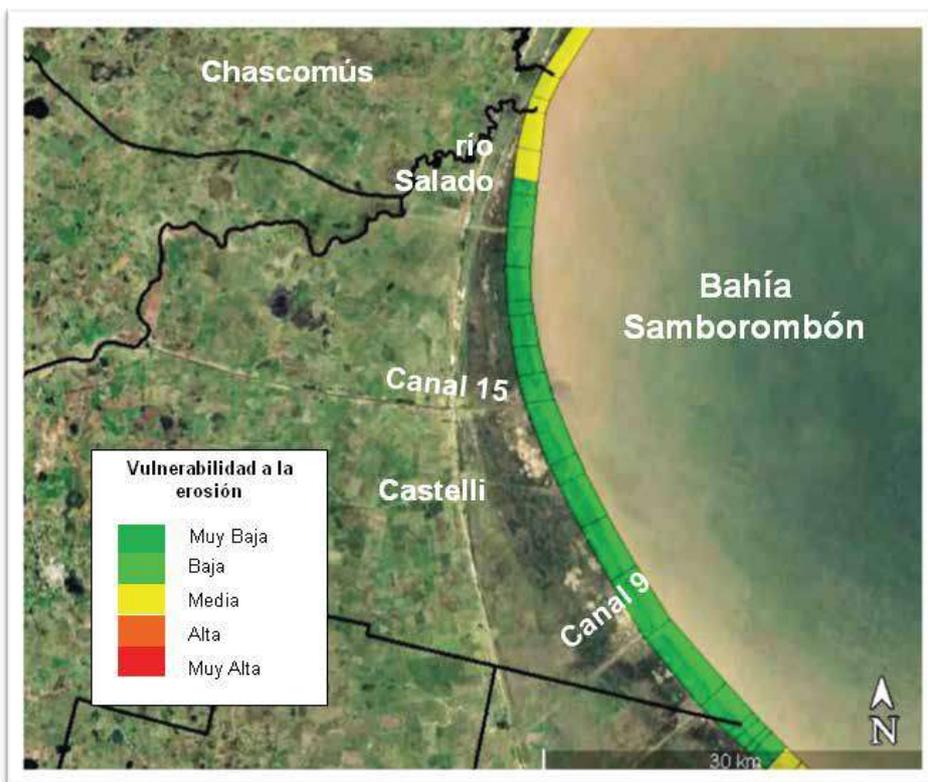


Figura 56. Frente costero de Castelli y Chascomús y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	-	-
Alta	-	-
Media	9740m	17,5%
Baja	-	-
Muy Baja	45850m	82,5%
Extensión Total	55590m	

Tabla 18. Resultados obtenidos para Castelli y Chascomús.



Figura 57. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Chascomús y Castelli.

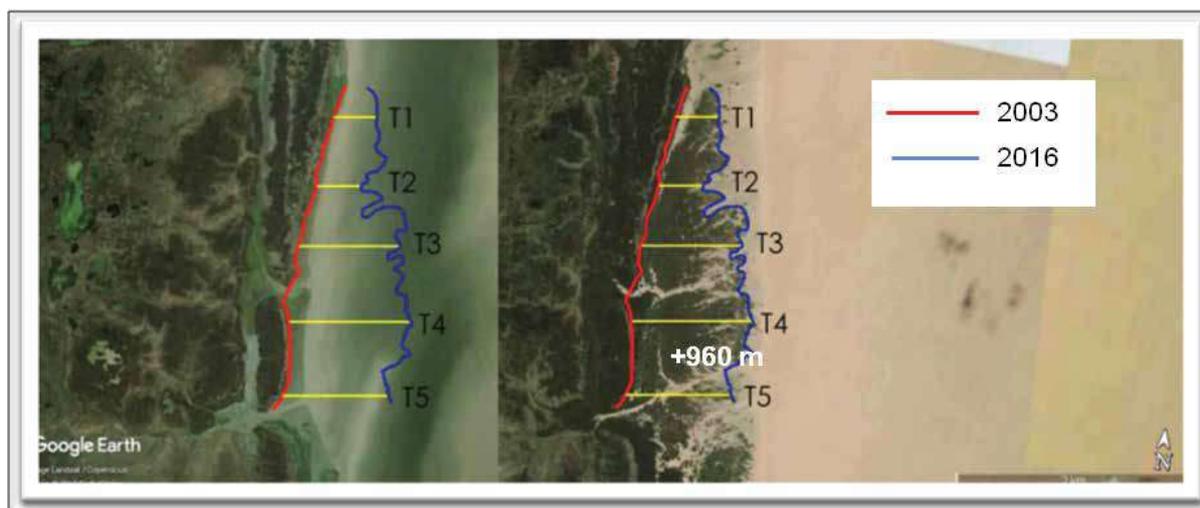


Figura 58. Imágenes satelitales del año 2003 (izquierda) y 2016 (derecha) del Partido de Castelli. En ambas imágenes se muestra una superposición de las líneas de costa entre estos periodos. Se observa una importante acreción de la línea de costa en pleno proceso, lo que genera una extensión de 960 m como un máximo, la acumulación de sedimentos ha permitido la regeneración de la comunidad vegetal del espartillar con esta especie (*Spartina spp.*) como colonizadora de la sucesión ecológica.



Figura 59. Zonas de vulnerabilidad media a la erosión, se observan escarpas erosivas sobre las costas de Castelli.

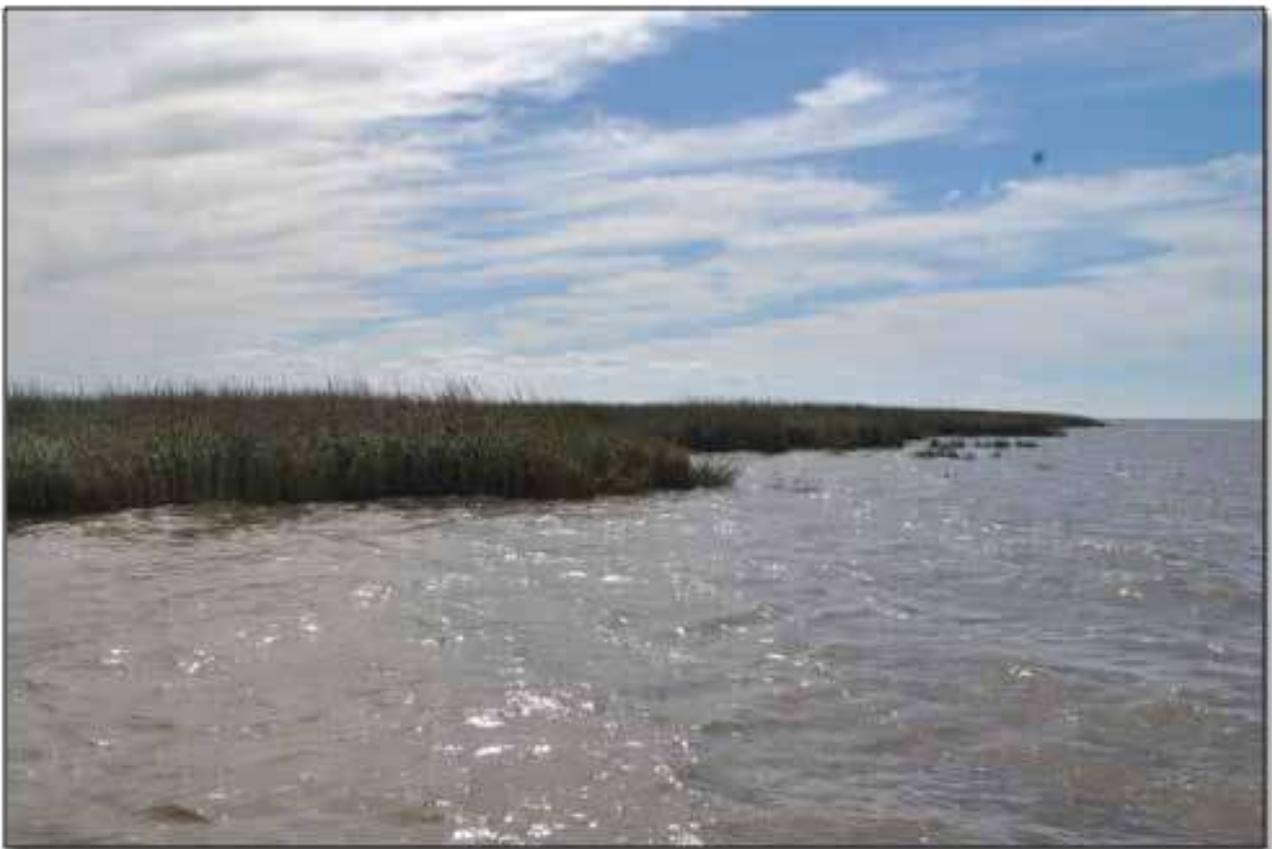


Figura 60. Zonas de vulnerabilidad Muy Baja a la erosión, se puede observar una abundante cobertura del espartillar impidiendo erosión sobre la costa.

Tordillo

El 20,1% de las costas del partido de Tordillo se encuentran en la categoría de vulnerabilidad Alta, mientras que el 52,8% en valores de vulnerabilidad Baja y Muy Baja. Los sectores más afectados se vinculan con la desembocadura del Canal 1 (Figura 61, 62, 63 y 64, Tabla 19).

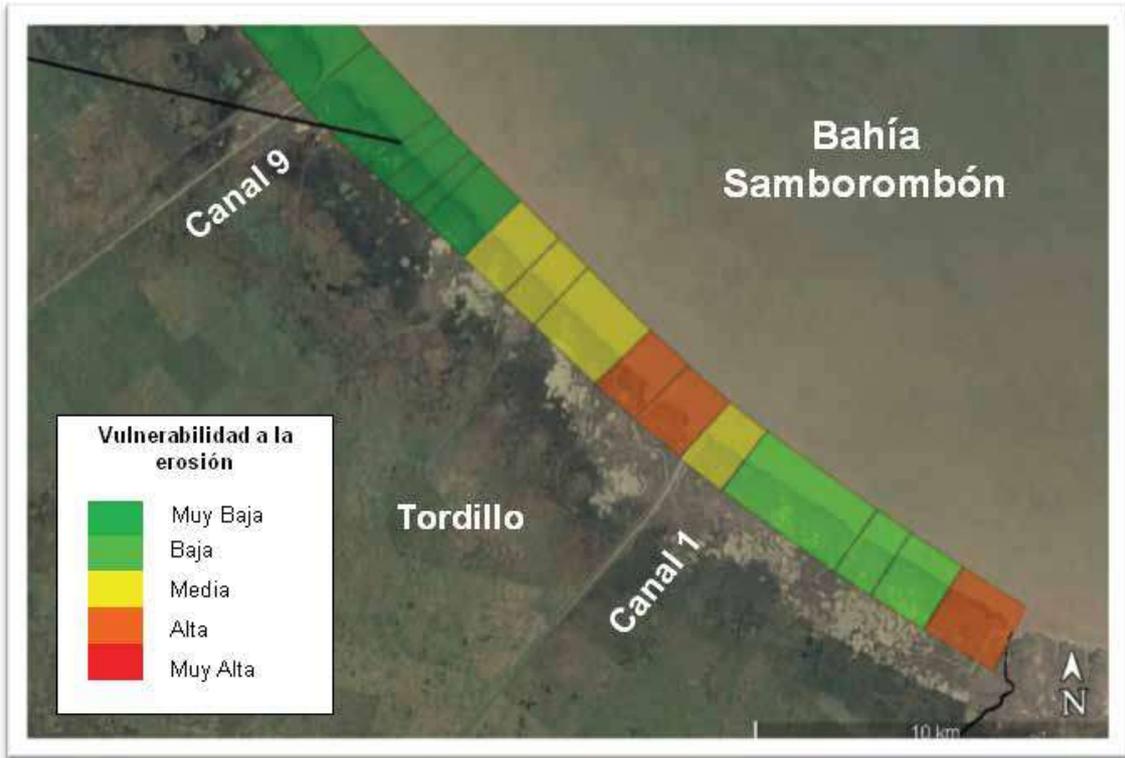


Figura 61. Frente costero de Tordillo y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	-	-
Alta	5150m	20,1%
Media	6900m	27,0%
Baja	6630m	25,9%
Muy Baja	6880m	26,9%
Extensión Total	25560m	

Tabla 19. Resultados obtenidos para Tordillo.

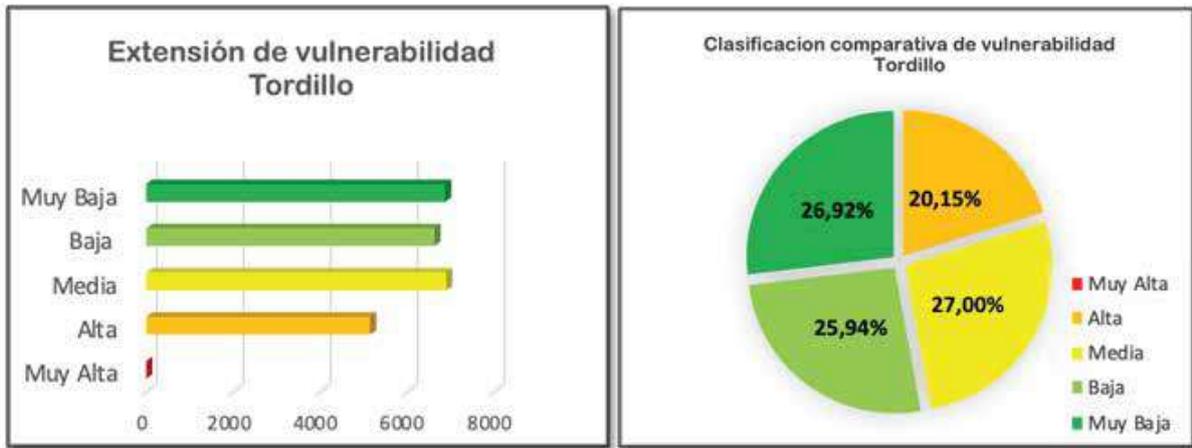


Figura 62. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Tordillo.



Figura 63. Zonas de vulnerabilidad Alta a la erosión, se observan escarpas erosivas y socavamientos en las raíces de *Juncus acutus*, en la zona cercana a la desembocadura del Canal 1.



Figura 64. Zona costera de *Sarcocornia* spp en la ribera estuarial de Tordillo.

General Lavalle

El partido de Gral. Lavalle es el más afectado por la erosión costera en la Bahía Samborombón, debido al movimiento de los sedimentos hacia el interior del estuario. De los 20,4 km del frente costero, 12,7 km presentan una Alta y Muy Alta vulnerabilidad a la erosión, que representan un 62,2% de su suelo costero. Sólo un 20,8% se encuentra en la categoría de vulnerabilidad Baja (Figura 65, 66 y 67, Tabla 20).

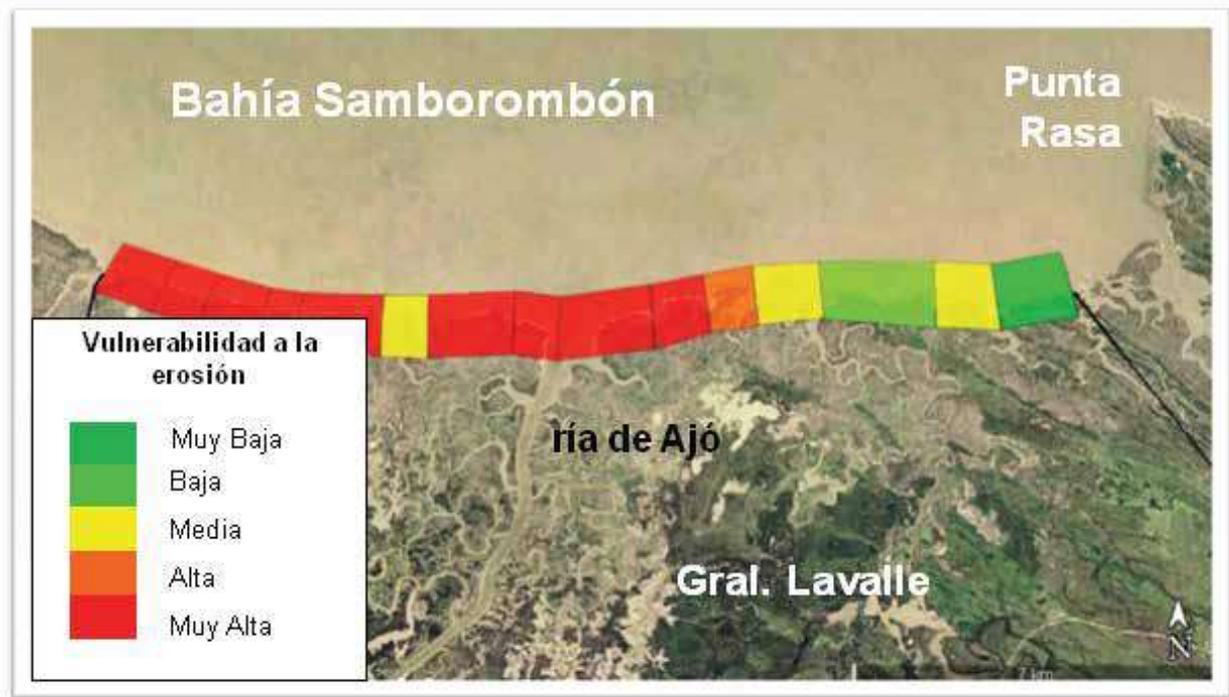


Figura 65. Frente costero de General Lavalle y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	11770m	57,6%
Alta	950m	4,6%
Media	3470m	17,0%
Baja	4250m	20,8%
Muy Baja	-	-
Extensión Total	20440m	

Tabla 20. Resultados obtenidos para General Lavalle.

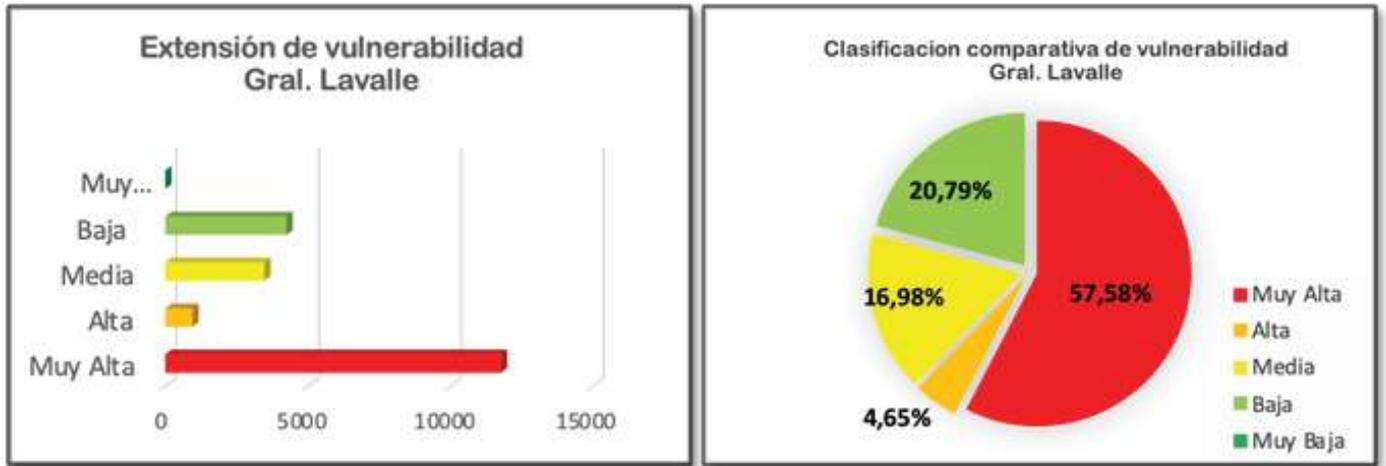


Figura 66. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de General Lavalle.

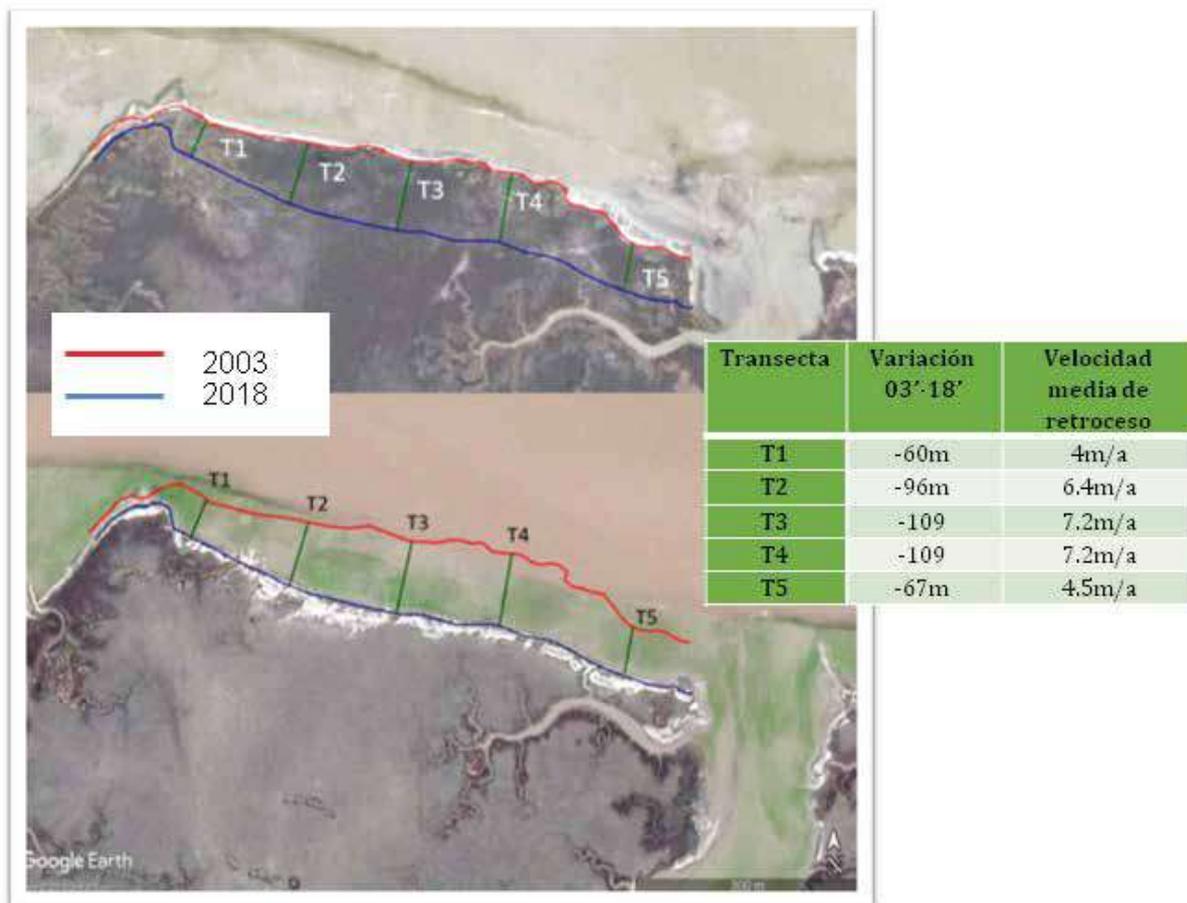


Figura 67. Imágenes satelitales del año 2003 (arriba) y 2018 (abajo). En ambas se muestra una superposición de las líneas de costa entre estos periodos y en la tabla figuran los resultados del retroceso provocado por la erosión para cada transecta.

Reserva Natural Integral Bahía Samborombón - Rincón de Ajó, (Partidos de Punta Indio a La Costa) - Ley Provincial N° 12.016.

Esta reserva aún mantiene conservadas gran parte de sus características naturales originales, gracias a que sus tierras son poco aptas para la actividad agropecuaria. Incluye un complejo sistema de pantanos salobres y marismas moldeados por la acción de las mareas. La zona de Rincón de Ajó alberga una gran diversidad de especies ícticas para su reproducción, cría y alimentación. La corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) es la especie con mayores valores de captura.

Esta reserva se compone de dos áreas con diferentes categorías de manejo: la categoría de manejo 1 (Reserva Natural Provincial Integral, de 2.867 ha) y categoría de manejo 2 (Reserva Natural de Objetivo Definido, de 9.500 ha). La vegetación predominante es de naturaleza herbácea, a excepción de las comunidades que se asientan sobre los cordones de Conchillas.

Parque Nacional Campos del Tuyú (Gral. Lavalle) - Ley Nacional N° 26.499

El Parque Nacional Campos del Tuyú (de 3.040 ha), se ubica en el partido de Gral. Lavalle y fue creado en el año 2009. Previamente fue una reserva privada administrada por la Fundación Vida Silvestre Argentina. El parque es pionero en conservar el ecosistema del pastizal pampeano, altamente modificado por el hombre debido a su gran aptitud para la producción agrícola. Su principal misión es la protección de una de las últimas poblaciones del Venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus*) (Monumento Natural Provincial) que sobreviven en Argentina. Por resolución de la Administración de Parques Nacionales, se dispuso que este parque nacional encuadrara en la categoría "áreas protegidas de complejidad III", por lo cual posee un Intendente designado, del que dependen 4 departamentos (Administración; Obras y Mantenimiento; Guardaparques Nacionales; Conservación y Uso Público). La intendencia tiene su sede en la localidad de Gral. Lavalle.

Partido de la Costa

El Partido de la Costa posee un frente costero de 93,3 km, con zonas de importante acreción con grandes playas arenosas, sin evidencia alguna de erosión, como Punta Rasa; y, por otro lado, zonas urbanas con erosión severa, como Mar del Tuyú, con destrucción de edificaciones.

Del total del suelo costero del partido, el 40% presenta una Alta y Muy Alta vulnerabilidad a la erosión (37,3 km de línea de costa). Esta situación, en gran medida, es producto de la creciente urbanización sobre la franja costera.

Por su parte, el 49,3% del borde costero presenta valores de vulnerabilidad Baja o Muy Baja (49,5 km de extensión). Estos sectores coinciden con zonas históricas de depositación de sedimentos y transporte eólico como Punta Médanos (Figura 68, 69, 70, 71, 72, 73 y 74, Tabla 21).

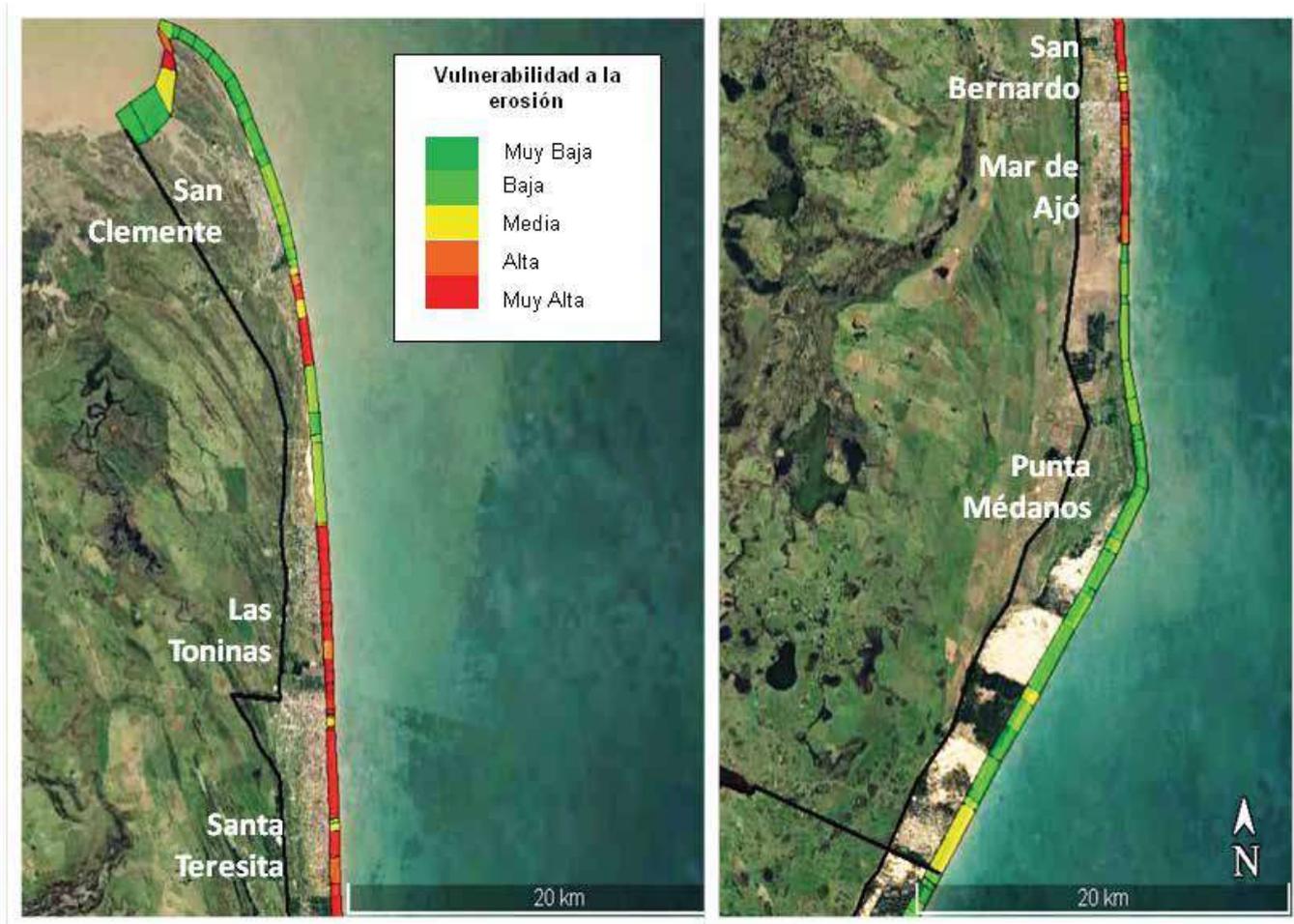


Figura 68. Frente costero del Partido de La Costa y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	27060m	29,0%
Alta	10290m	11,0%
Media	9950m	10,7%
Baja	17040m	18,3%
Muy Baja	28920m	31,0%
Extensión Total	93260m	

Tabla 21. Resultados obtenidos para el Partido de La Costa.



Figura 69. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera del Partido de La Costa.

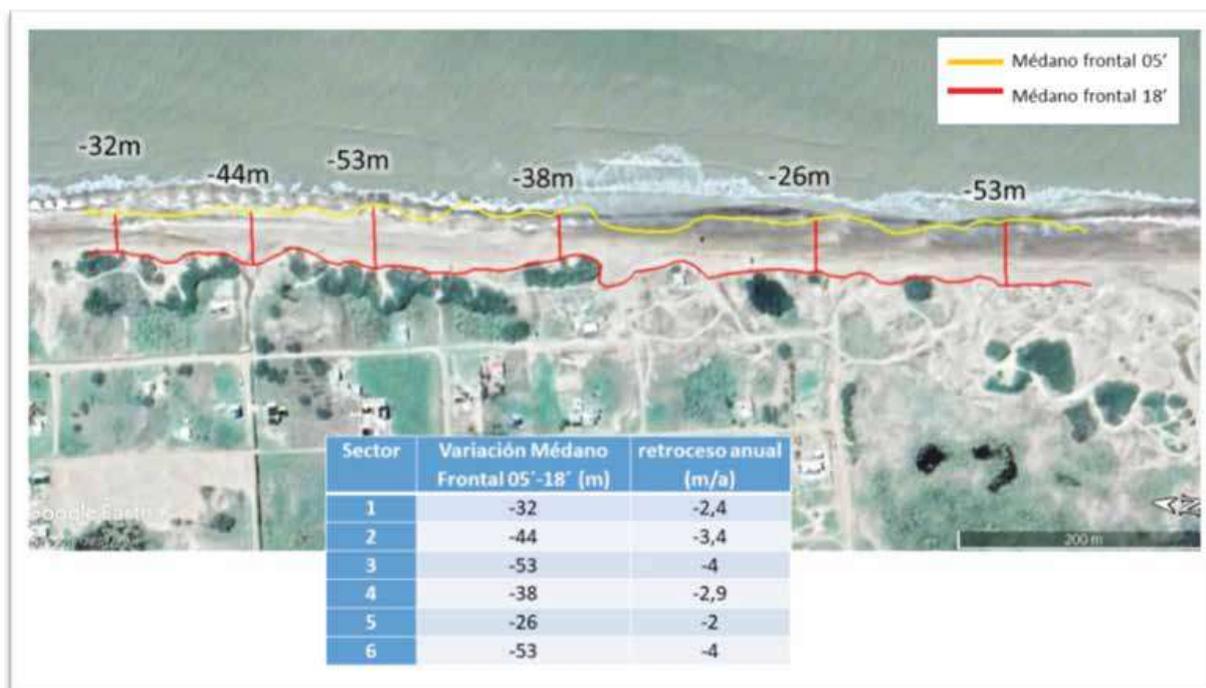


Figura 70. Frente costero de un sector de San Clemente del Tuyú donde se observa un importante retroceso de línea de costa de más de 50 m en un período de 13 años. Estos eventos no solo han degradado el sistema de dunas costeras, sino que han afectado a las construcciones.



Figura 71. Frente costero de un sector de Mar del Tuyú (arriba) y Santa Teresita (abajo) donde se observa la modificación de la línea costera causada por los muelles de pesca. En estos casos, se comportan como una escollera, reteniendo sedimentos al sur, y provocando erosión hacia el norte. Las flechas rojas muestran las intrusiones marinas causadas por la pérdida de sedimento y disminución de las playas.



Figura 72. Playas sin urbanizar en el Partido de La Costa en la zona de Punta Médanos, las playas son amplias y no hay evidencia de erosión.



Figura 73. Playas urbanizadas en el Partido de La Costa en la zona de Mar del Tuyú, playas angostas y el mar alcanza las construcciones en la marea alta.



Figura 74. Playas Con dunas fijas de tamariscos, totalmente degradadas por la erosión.

Punta Rasa, San Clemente del Tuyú

La zona de estudio está ubicada al norte de la localidad de San Clemente del Tuyú. El área posee playas de tipo reflexivo, arena fina y presencia de conchillas. Las playas proximales poseen pendientes fuertes y moderadas y las playas distales tienen una extensión de más de 100 m en algunas secciones. Las dunas se encuentran en formación, con una vegetación principalmente herbácea de *Sparina spp* y *Panicum spp*, que no superan los 2 o 3 m de altura. En este sector, la playa limita principalmente con pastizales y bañados en la Reserva Natural Punta Rasa.

Para un adecuado análisis de la situación se dividió la zona de estudio en 3 sectores que quedaron determinados de la siguiente manera:

- SECTOR 1: Extremo norte de la Punta Rasa, donde convergen el Mar Argentino con la Bahía Samborombón. La interacción entre corrientes marinas y fluviales producen una gran variación en la morfología de la costa.
- SECTOR 2: Zona media de Punta Rasa, que presenta un importante avance de los médanos vegetados hacia la playa.
- SECTOR 3: Es la parte sur de Punta Rasa. Limita con el casco urbano de San Clemente. Tiene una gran carga de actividad turística y tránsito vehicular.

Los resultados se presentan según los análisis realizados. El primero es sobre el estudio de vulnerabilidad a la erosión de un sector, el segundo es un análisis de la variación de la línea de médanos (Figura 75).



Figura 75. Sectores de estudio.

• SECTOR 1: Espiga de Punta Rasa

Este sector es el punto norte del Partido de La Costa. Posee un camino de tierra que permite el acceso hasta esta zona. Tiene una presión turística muy alta y tránsito vehicular intenso. Se observa una gran compactación del suelo (Figura 76, Tabla 22).



Figura 76. Imagen satelital de la zona 1 de Punta Rasa donde se observan las variaciones de la línea del pie del médano ente los segmentos temporales 05' y 18'. Los valores negativos indican retroceso, mientras que los positivos indican acreción.

Transecta	Variación Médano Frontal 05' -18'
1	-39 m
2	-20 m
3	+68 m
4	+102 m
5	+106 m
6	+38 m

Tabla 22. Resumen de las variaciones obtenidas en el médano a partir de las mediciones de la imagen anterior.

Si bien es una zona naturalmente de acreción, el estudio realizado arrojó como resultado un retroceso en dos sectores de la línea del pie del médano. Por ello se realizó una comparación del perímetro y la forma que tenía la estructura de la espiga de Punta Rasa en los períodos de 1984-2005-2018 y se superpusieron las líneas, utilizando como base una imagen satelital actual. En el año 2005 se observó una isla formada por la acumulación de sedimentos. En la actualidad esta isla arenosa ya no existe (Figura 77).



Figura 77. Imagen satelital actual que muestra la superposición de líneas que representan el perímetro de la espiga de Punta Rasa en los últimos 34 años.

- SECTOR 2: zona media de Punta Rasa

La zona completa presenta acreción de la línea de médanos. Tanto en las observaciones de campo como en las imágenes satelitales se evidenció la colonización de especies vegetales (*Spartina spp*) en la zona de playa, a la que posteriormente se les acumuló sedimento en la base, elevando el médano en formación. Posteriormente adquirió mayor cobertura vegetal durante la sucesión (Figura 78).



Figura 78. Imagen satelital del sector 2 donde se muestran las variaciones de la línea del médano frontal entre 2005 y 2018 en las transectas

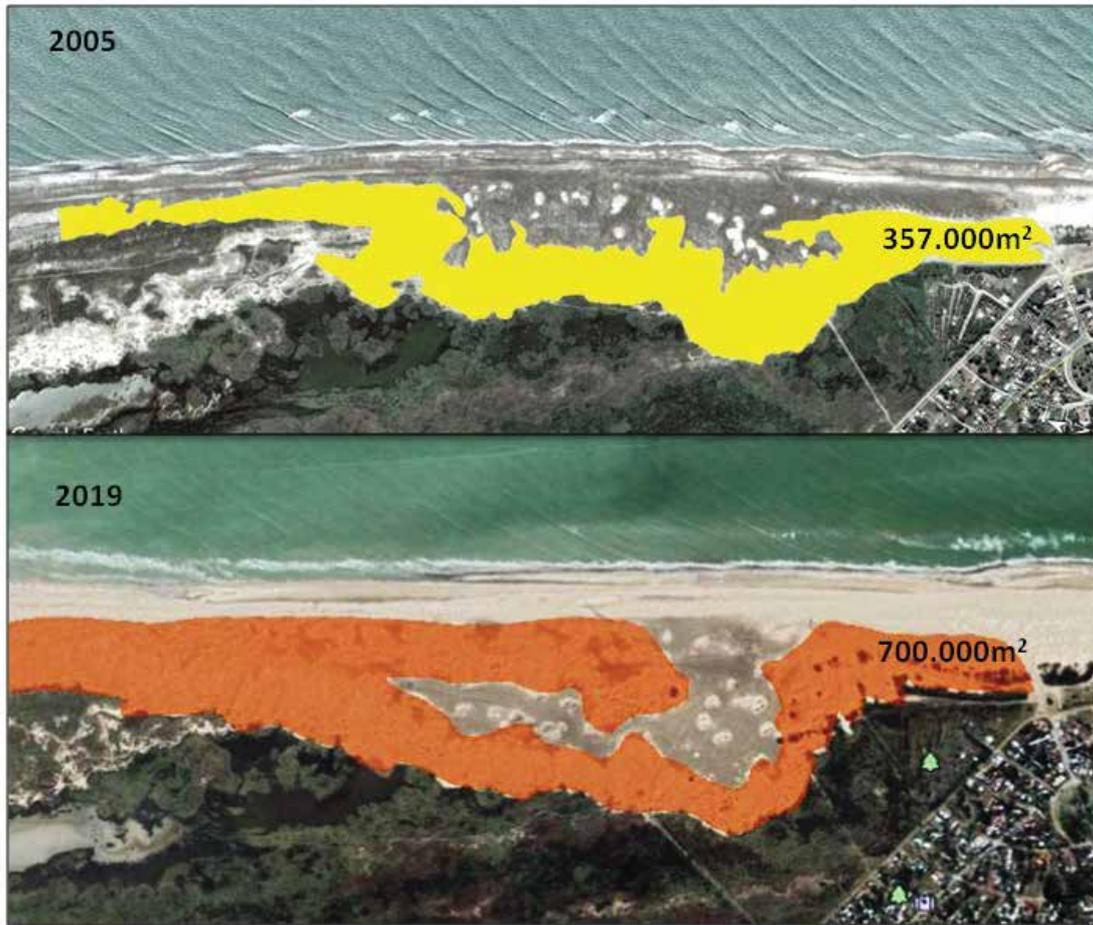


Figura 80. Imágenes satelitales de los años 2005 y 2019 que muestran mediante polígonos el área ocupada por la duna en cada período. Se observa un aumento de un 196% en los últimos 15 años. Al igual que en otras áreas de la provincia de Buenos Aires, el médano frontal retrocede y el médano posterior cubre de arena al continente, en este caso, pastizales y bañados

Una vez evaluados los sectores de Punta Rasa y el sur de la localidad de San Clemente, se han obtenido los siguientes resultados de vulnerabilidad (Figura 81, Tabla 24):

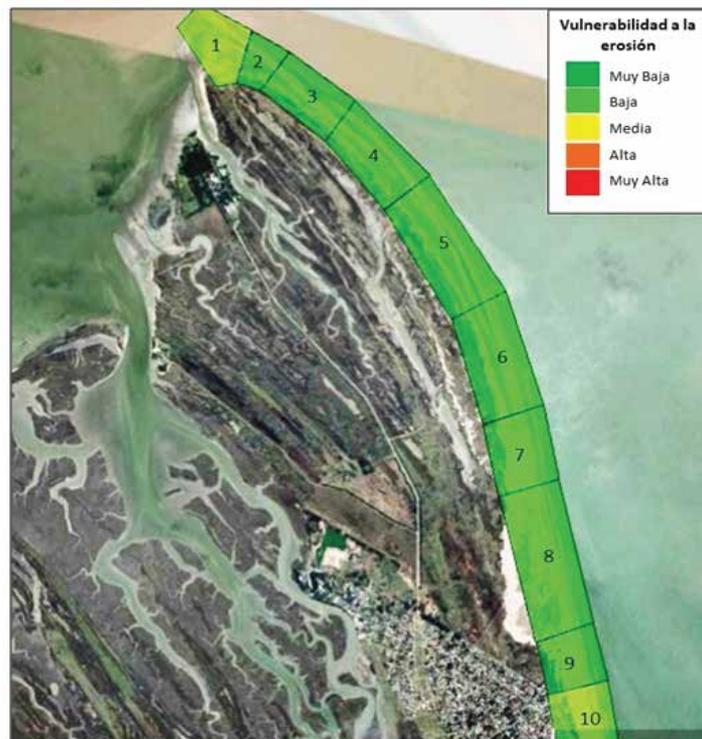


Figura 81. Imagen satelital de la zona de Punta Rasa donde se observan los segmentos para el análisis de vulnerabilidad a la erosión y los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

Segmento	extensión segmento (m)	Ambiente Costero										Tipo de barrera costera	Médano										Construcciones			Vulnerabilidad Intrínseca	Clasificación de Vulnerabilidad				
		Long Playa Proximal	Long Playa Distal	Pend, P Prox	Pend, P Distal	Berma	Barra Longit	Escarpa erosiva	Sedimento	Compactación vehicular	deseμβocadura fluvial		Usos	Coefficiente	Tasa de acreción/erosión	Condición	Protección	Cobertura Vegetal	Evidencia de Erosión	Acumulación de Sedimentos	Estado General del Médano	Pendiente Médano Frontal	Cortes Transversales	Delimitación	Usos			Situación	Tipo	ubicación	Posición relativa a la Marea
PR01	600	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	3	0	-1	-1	1	0	3	2	0	-6	2	-2	2	0	0	0	9,3	Baja
PR02	360	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	-1	-2	2	3	2	-1	-1	1	0	3	2	0	-3	2	-2	2	0	0	0	12,9	Muy Baja
PR03	790	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	-1	-2	2	3	2	-1	-1	1	0	3	2	0	-3	2	1	2	0	0	0	15,9	Muy Baja
PR04	960	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	-1	-2	2	3	2	-1	-1	1	0	3	2	0	-3	2	1	2	0	0	0	15,9	Muy Baja
PR05	1300	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	3	2	-1	-1	1	0	3	2	0	2	2	1	2	0	0	0	21,9	Muy Baja
PR06	1110	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	4	2	-1	-1	1	0	3	2	0	2	2	1	2	0	0	0	22,9	Muy Baja
PR07	720	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	5	2	-1	-1	1	0	3	2	0	2	2	-2	2	0	0	0	21,4	Muy Baja
PR08	1430	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	8	2	-1	-1	1	0	3	2	0	2	2	-2	2	0	0	0	23,6	Muy Baja
PR09	540	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	2	5	2	0	-1	1	0	3	2	0	-4	2	-2	2	0	0	0	16,4	Muy Baja
PR10	1730	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	6	2	1	-1	-1	0	3	1	0	-1	-5	-2	-2	0	-1	0	8,75	Baja

Tabla 24. Resultados de vulnerabilidad a la erosión para el sector de Punta Rasa.

Reserva Natural Punta Rasa Reserva Municipal y Estación Biológica experimental (Partido de La Costa)

Punta Rasa constituye uno de los lugares de mayor importancia del continente, como sitio de cría y asentamiento de aves migratorias. En sus 522 ha tiene objetivo general preservar la diversidad biológica y el ecosistema que la alberga, teniendo como premisa la educación e interpretación ambiental. Su objetivo específico es la conservación de la comunidad de aves migratorias costeras que arriban estacionalmente a Punta Rasa y sus adyacencias.

En el año 1984 la Fundación Vida Silvestre Argentina firmó un convenio con el Servicio de Hidrografía Naval, dependiente de la Armada Argentina, para crear una estación biológica experimental que permita realizar estudios vinculados con la biodiversidad del lugar. En 1991, por medio de la Ordenanza Municipal N° 1.023 y el Decreto Municipal N° 380, es declarada el área reserva natural municipal.

Pinamar

El partido de Pinamar se extiende a lo largo de 20,2 km de frente costero. El 46,3% de la región presenta vulnerabilidad Alta y Muy Alta, generada tanto por las urbanizaciones sobre la zona costera, como por las forestaciones que entrapan el sedimento. Por otro lado, el 51,8% del frente costero presenta vulnerabilidad Baja o Muy Baja (Figuras 82, 83 y 84, Tabla 25).

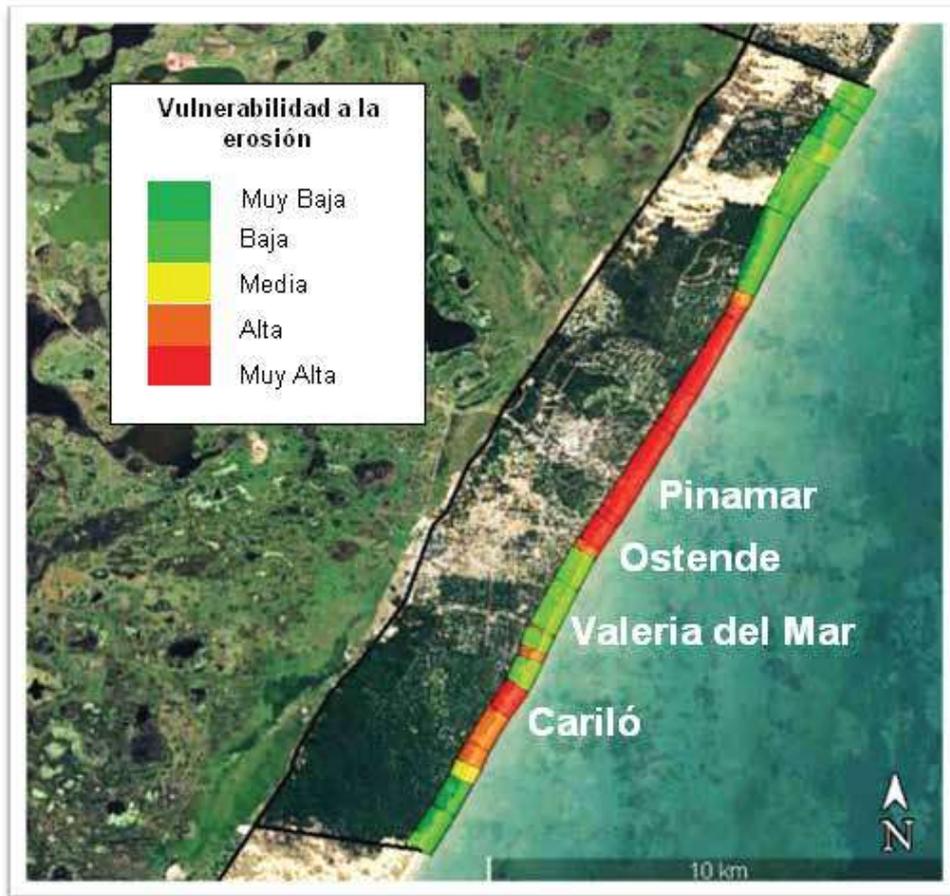


Figura 82. Frente costero de Pinamar y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	7190m	35,6%
Alta	2150m	10,7%
Media	400m	2,0%
Baja	3570m	17,7%
Muy Baja	6874m	34,1%
Extensión Total	20184m	

Tabla 25. Resultados obtenidos para Pinamar.

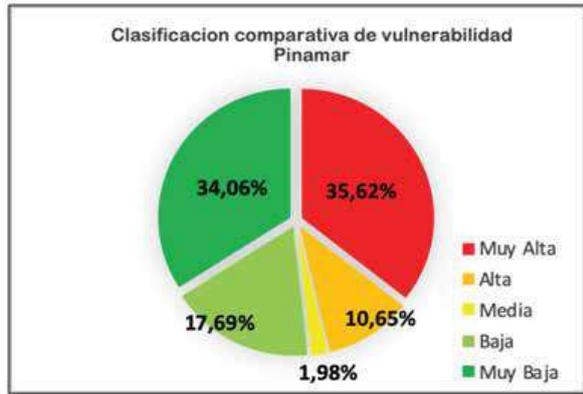
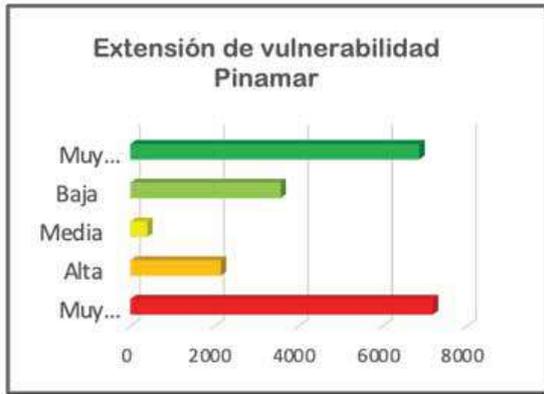


Figura 83. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Pinamar.



Figura 84. Imágenes de las playas de Pinamar.

Villa Gesell

Este municipio presenta dos zonas bien definidas: una más estable, de dunas vivas y dinámica de sedimentos sin alteraciones y; otra, el 20,8% del frente costero, urbanizada con valores de vulnerabilidad a la erosión Alta y Muy Alta. Esto se debe, principalmente, a la remoción del médano para la instalación de balnearios e infraestructura turística.

Existen en el área bajadas peatonales donde el médano fue removido para facilitar el acceso a la playa. Además se instalaron drenajes pluviales de hormigón. La acción de los pluviales es tan intensa que se ha modificado el perfil, socavando, en esta zona, tramos de hasta 1 m por debajo de la media. Se conserva en algunos sectores relictos de dunas en estado vivo que carecen de altura y presentan signos de degradación.

La playa presenta una zona distal angosta, que no supera los 25 m, con una importante berma que presenta escarpas erosivas debido a la fuerte pendiente de la playa proximal (Figuras 85, 86, 87 y 88, Tabla 26).

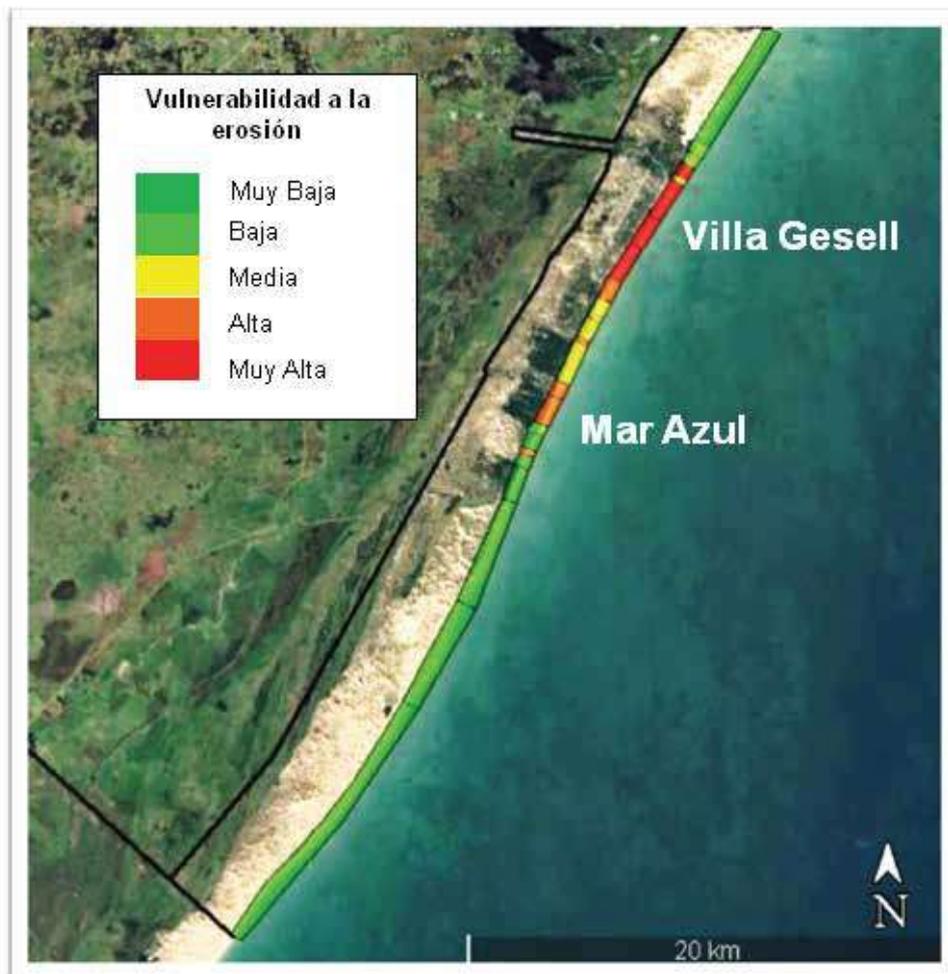


Figura 85. Frente costero de Villa Gesell y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	5400m	11,3%
Alta	4500m	9,5%
Media	4000m	8,4%
Baja	1900m	4,0%
Muy Baja	31780m	66,8%
Extensión Total	47580m	

Tabla 26. Resultados obtenidos para Villa Gesell.

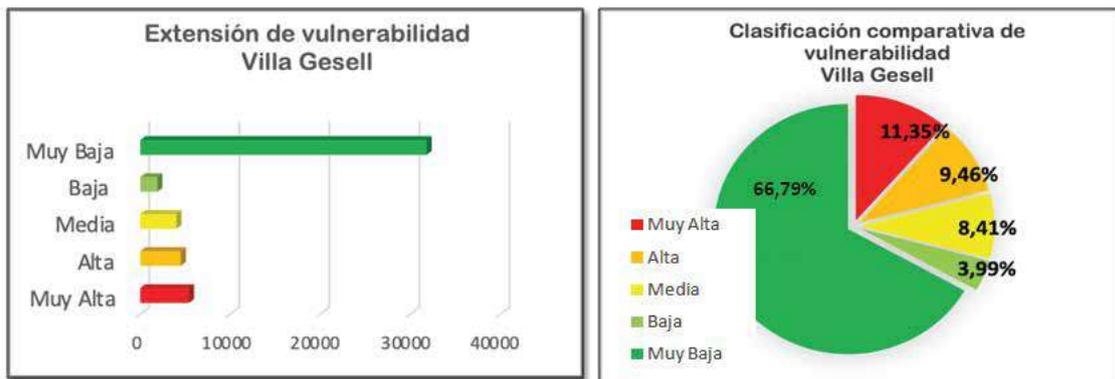


Figura 86. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Villa Gesell.



Figura 87. En esta zona urbana se observan construcciones de balnearios y restaurantes que funcionan en forma permanente. En la imagen se observa la distancia a la que se encuentra la construcción con respecto a la posición de la marea. Presencia de bajadas peatonales a la playa, donde se han removido los médanos para facilitar el acceso. También se observan drenajes pluviales que desembocan a la playa y una discreta playa distal con una fuerte pendiente.

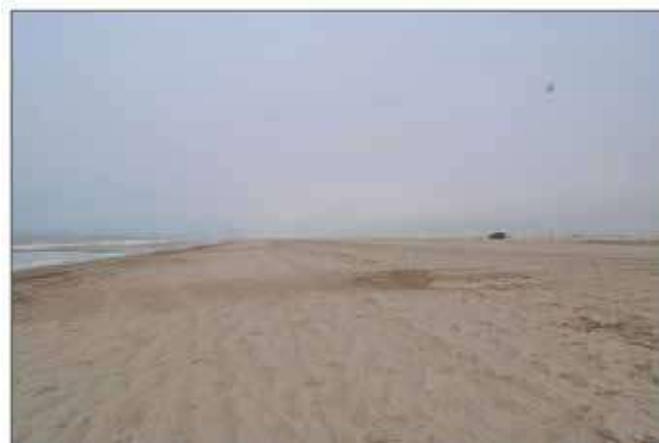


Figura 88. Imagen donde se observan las grandes extensiones de playa en la zona de la reserva. En el fondo se observa el puesto de Guardaparques.

Reserva Natural Faro Querandí (Partido de Vila Gesell)

La Reserva Municipal fue creada por Ordenanza N° 1.487 en 1996. Posee 5.570 ha y 21 km de extensión. El objetivo principal es proteger las dunas vivas. Posee siete subecosistemas diferentes: playa; dunas móviles, semifijas y fijas; pastizal; bañado o guadal pampeano y bosque exótico, que rodea al Faro Querandí.

En esta zona la evaluación de la vulnerabilidad a la erosión es Muy Baja. Se observa un desplazamiento en la posición de los médanos, así como un incremento en la superficie. El estudio en esta área se limita a una porción de 1.700 m lineales de costa. En el año 2003 la duna ocupaba una superficie de 270.778 m², y para el año 2018 la superficie era de 340.476 m², es decir, se incremento 69.698 m² (+25,7%) en 15 años. Este aumento de la superficie se reflejó también en un aumento del ancho del médano. Se observa aumentos de decenas de metros en varias transectas (Figura 89 y 90, Tabla 27).



Transecta	Superficie (m ²)	Ambiente Costero										Medano										Restricciones		Clasificación de Vulnerabilidad						
		Long Playa Puro areal	Long Playa Destal	Pend. P. Puro	Pend. P. Destal	Berme	Barris Longil	Escarpa estrecha	Sedimento	Compactación y elevación desmenuzadura Areal	Usos	Tipo de barrera costera	Centricidad	Tasa de acreción/erosión	Condición	Predicción	Covertura vegetal	Erosión de Erosión	Acumulación de Sedimentos	Pendiente Médano Frontal	Cortes Transversales	Delimitación	Uros		Situación	Tipo	Ubicación	Posición relativa a la Marea	Vulnerabilidad Intrínseca	
FQ1	4000	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	22	Muy Baja
FQ2	3750	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	22	Muy Baja
FQ3	3500	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	22	Muy Baja
FQ4	850	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	26	Muy Baja
FQ5	5200	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	26	Muy Baja
FQ6	5000	0	5	0	1	1	0	0	0	-1	0	-2	7	0	-1	-1	1	0	0	2	0	2	4	1	2	0	0	0	22,85	Muy Baja

Tabla 27. Vulnerabilidad de la Reserva Faro Querandí.



Figura 89. Imagen satelital que muestra la superficie ocupada por el médano en el año 2003, con 270.778 m².



Figura 90. Imagen satelital que muestra la superficie ocupada por el médano en el año 2018, con 340.476 m², lo que representa un incremento del 25,7%.

También se comparó la línea del pie del médano en el mismo período. Se identificó un retroceso que de hasta 135 m. No obstante, no es un retroceso de la costa en general, ya que la pérdida de duna se compensó con el aumento de la playa distal. En este punto las distancias de retroceso son más significativas, alcanzando los 140 m. Por último, se trazaron líneas medias entre las posiciones de la línea del pie del médano frontal con la línea de finalización del médano posterior entre el período 2003 y 2018. Estas líneas medias se compararon entre sí y se establecieron medidas de referencia para observar cómo se desplazó la estructura medanosa en este lapso de tiempo. Se observa un desplazamiento integral de la duna hacia el continente en distancias que comprenden entre 43 m y hasta 130 m en diferentes sectores de la zona de estudio (Figura 91).



Figura 91. Imagen satelital que muestra el desplazamiento de la línea media de la estructura medanosa entre los periodos de estudio.

Mar Chiquita

El Partido de Mar Chiquita posee una extensión del frente costero de 52,2 km. Hacia el norte se emplaza un área protegida y hacia el sur varias localidades turísticas. Las urbanizaciones han sido afectadas negativamente por la erosión, teniendo que construir defensas costeras como espigones para disminuir el retroceso de la línea de costa.

A lo largo de 16,1 km (30,9% de la extensión costera del municipio), se registraron valores correspondientes a una vulnerabilidad Alta o Muy Alta. Ello coincide con áreas de acantilados activos (Camet Norte) y de médanos degradados por la acción de la erosión. En los sectores urbanizados se observan cortes transversales en las bajadas de las calles para la utilización como paso peatonal y vehicular a la playa (Barrio Parque Mar Chiquita).

Un 67,6% del frente costero del municipio se encuentra en la categoría Baja o Muy Baja de vulnerabilidad debido a las altas ponderaciones en los dos sectores (playa y médano). Ello porque poseen una amplia playa proximal y distal. Los médanos son estables y presentan signos de erosión y acumulación (Figuras 92, 93, 94 y 95, Tabla 28 y 29).

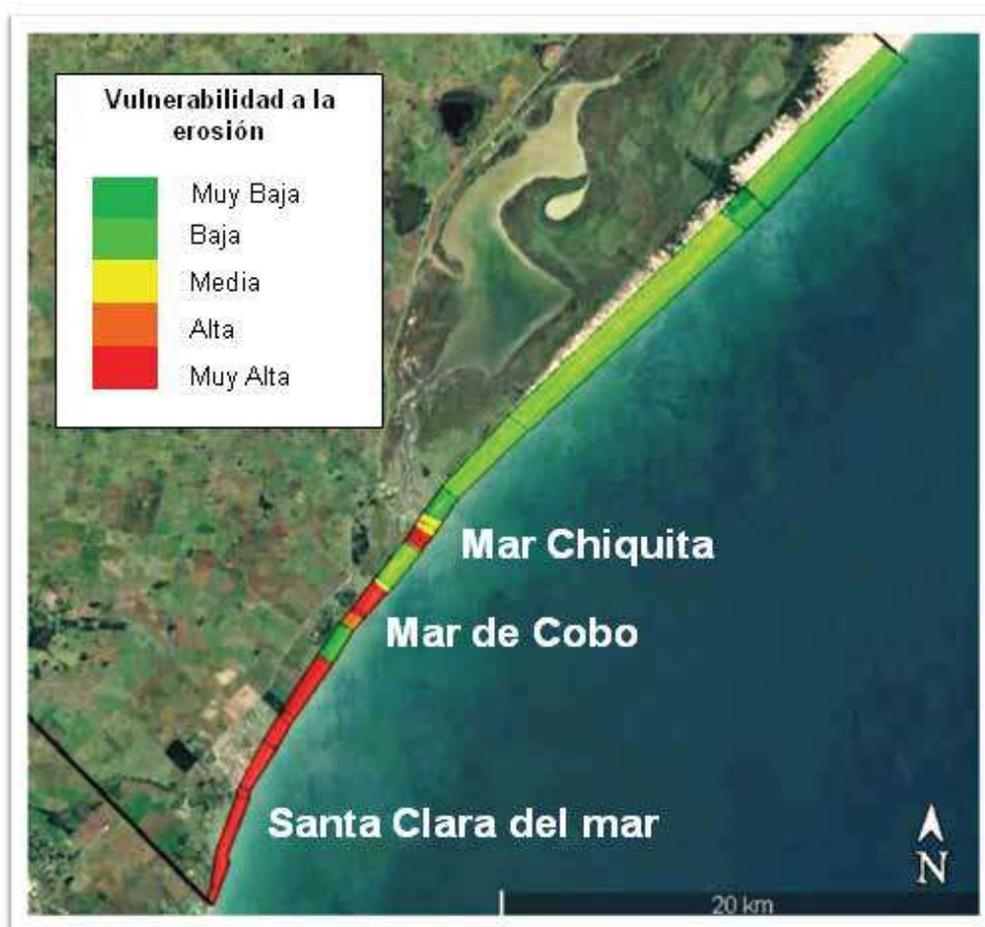


Figura 92. Frente costero de Mar Chiquita y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	14637m	28,1%
Alta	1457m	2,8%
Media	785m	1,5%
Baja	21360m	40,9%
Muy Baja	13940m	26,7%
Extensión Total	52179m	

Tabla 28. Resultados obtenidos para el Partido de Mar Chiquita.



Figura 93. Imagen satelital de Google Earth de 2019 de la zona urbana de Mar Chiquita, donde se superponen las líneas de pie de médano desde 1957 (fotografías aéreas) hasta 2017 (Imagen Satelital).

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	31710m	61,6%
Alta	13470m	26,2%
Media	5430m	10,5%
Baja	890m	1,7%
Muy Baja	-	-
Extensión Total	51500m	

Tabla 29. Resultados de los análisis de retroceso de costa en Barrio Parque Mar Chiquita, donde se observan pérdidas de casi 200 m de frente costero en las transectas evaluadas con imágenes y registros.



Figura 94. Costas el sur de Mar Chiquita, donde se observan acantilados activos (Camet Norte) y médanos colgados (Mar de Cobo).

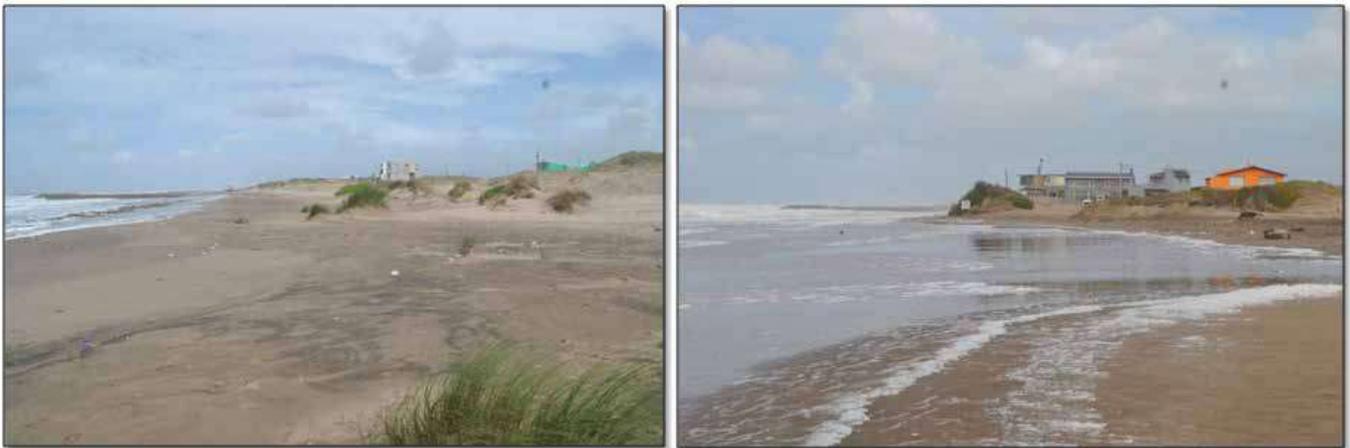


Figura 95. Costas erosivas de Mar Chiquita donde se observan playas reducidas y médanos deteriorados por la acción erosiva y la actividad humana.

Reserva Natural Mar Chiquita (Partido de Mar Chiquita) - Ley Provincial N° 12.270

La reserva posee una superficie aproximada de 8.000 ha. La Albufera reviste gran importancia para la cría de diversas especies de peces marinos y de agua dulce y constituye un sitio relevante para la alimentación de aves migratorias. La laguna recibe el aporte de arroyos de agua dulce, de cuenca continental, que nacen en el sistema serrano de Tandilia, (arroyos Vivoratá y Dulce). Además, cuenta con una entrada marítima del Atlántico, a través de una boca. La albufera de Mar Chiquita es la única formación de su tipo en la Argentina y ello le confiere importantes valores naturales y sociales (Figura 96).

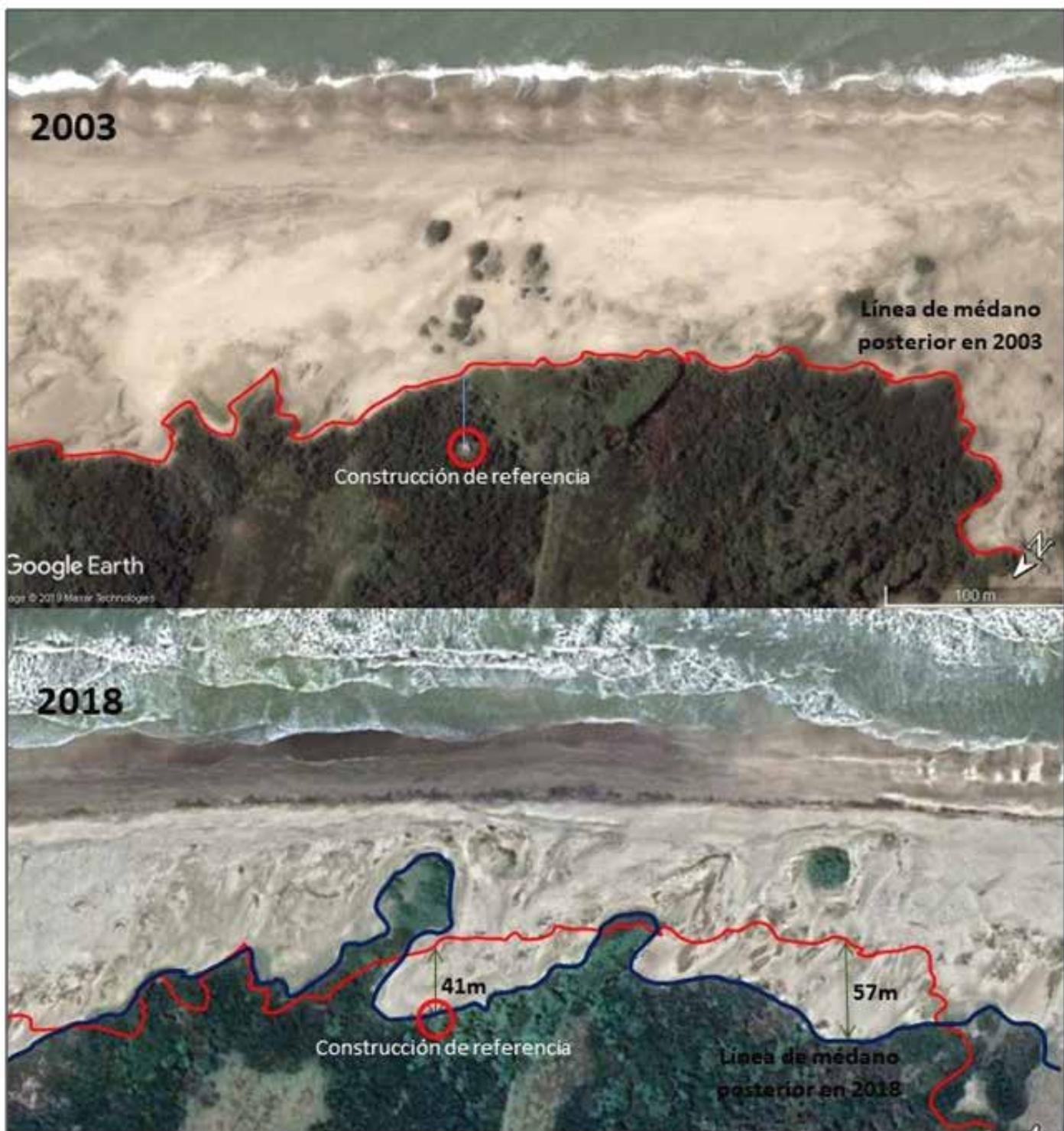


Figura 96. Imágenes satelitales donde se representan las líneas de médano posterior, arriba en 2003 y señalada una construcción que fue georreferenciada para realizar el análisis. Abajo en 2018, se muestra la línea de pie de médano posterior, con una superposición de la línea de 2003. Se tomaron dos transectas, donde se registró un retroceso de la duna posterior hacia la forestación de 41m y 57m en el periodo de 15 años.

General Pueyrredón

La costa del partido de Gral. Pueyrredón se extiende por 51,5 km. La mayor parte de su barrera costera la conforman playas de acantilados, donde se conjugan formaciones sedimentarias con afloramientos rocosos del sistema de Tandilia. Esto ocasiona que la parte continental se encuentre a varios metros sobre el nivel del mar.

El 87,8% del frente costero del municipio presenta Alta y Muy Alta vulnerabilidad a la erosión. Si bien muchos de estos sectores no evidencian un retroceso en la línea de costa, han experimentado importantes pérdidas de sedimentos en las playas, que, por lo general son muy reducidas. El 12,2% de las costas del Partido, playas protegidas artificialmente con obras de defensa, presentan vulnerabilidad Media y Baja (Figuras 97, 98, 99 y 100, Tabla 30).

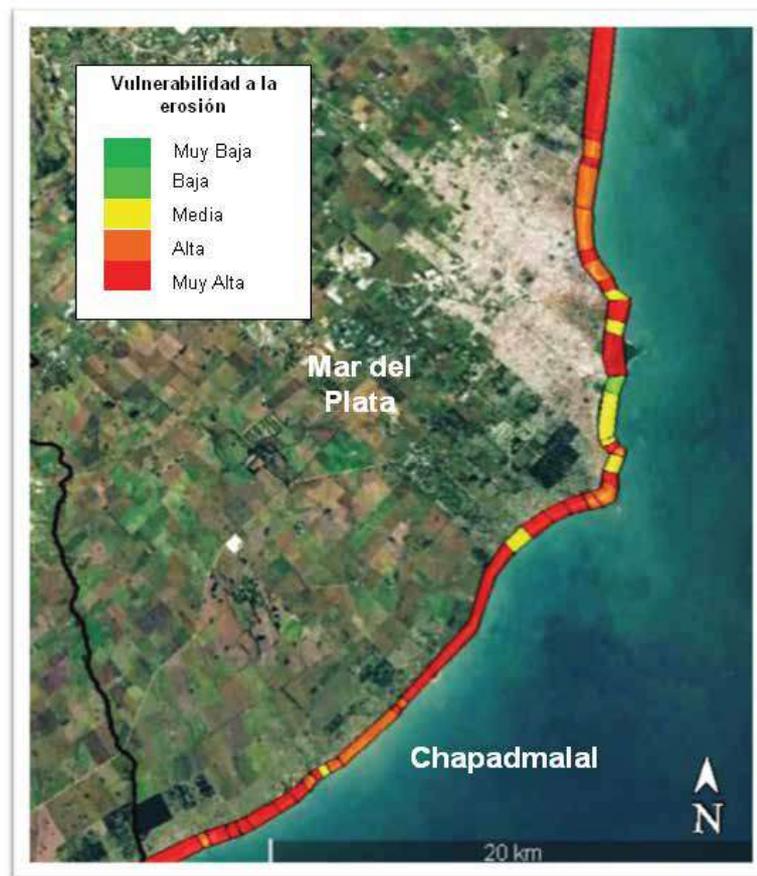


Figura 97. Frente costero de Gral. Pueyrredón y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	31710m	61,6%
Alta	13470m	26,2%
Media	5430m	10,5%
Baja	890m	1,7%
Muy Baja	-	-
Extensión Total	51500m	

Tabla 30. Resultados obtenidos para el Partido de Gral. Pueyrredón.

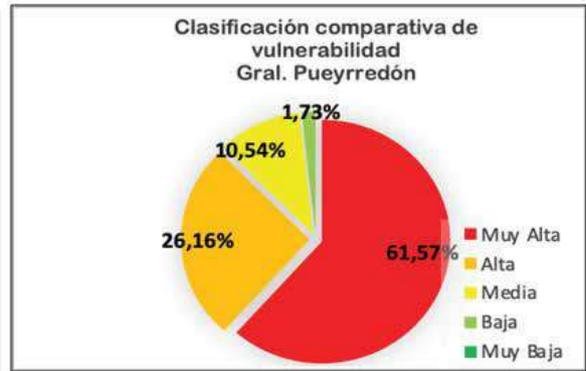
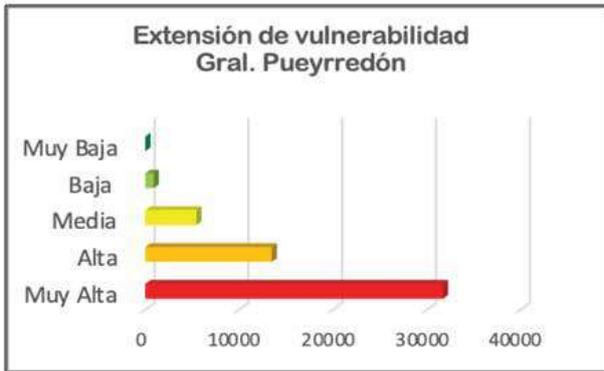


Figura 98. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Gral. Pueyrredón.



Figura 99. Playas de acantilados y defensas costeras de rocas para evitar la erosión.



Figura 100. Playas de Punta Mogotes donde se visualiza la Escollera Sur del Puerto de Mar del Plata

Caso rompeolas desvinculados

Al sur de Punta Mogotes se emplaza el balneario Los Acantilados donde se llevó adelante una obra hidráulica de contención y remediación de los procesos erosivos sobre los acantilados que amenazaban la Ruta Provincial N°11 y las construcciones aledañas. La obra consistió en 4 rompeolas desvinculados de la costa, ubicados entre 200 m y 210 m de la línea del acantilado sobre el mar y de 115 m de largo cada uno, dejando un espacio de aproximadamente 130 m de separación. Como consecuencia se generó la acumulación de sedimentos en la zona de playa, detrás de los rompeolas. Los resultados evidencian un aumento del tamaño de la playa de hasta 86 m detrás del rompeolas y hasta 63 m entre ellos, donde ingresan las ondas marinas. Ello significa que la obra ha sido positiva para la recuperación de playas marinas erosionadas (Figura 101).



Figura 101. Rompeolas desvinculados.

Reserva Natural Puerto de Mar del Plata (Partido de Gral. Pueyrredón) -Ley Provincial N° 14.688

La Reserva Natural Puerto Mar del Plata fue creada con objetivos definidos mixtos: botánico, faunístico y educativo. Consiste en un humedal ubicado entre un área industrial, el Puerto de Mar del Plata, una zona residencial y el Complejo Balneario de Punta Mogotes. Actúa como espacio de amortiguación de las actividades industriales, residenciales y turísticas. Se compone de 5 ambientes principales: paleoacantilado, lagunas, pastizal, médanos costeros y playa.

General Alvarado

El Partido de Gral. Alvarado presenta 47 km de costa. De ella, el 66,9%, presenta valores de vulnerabilidad Alta y Muy Alta, mientras que 15 km tienen Baja o Muy Baja vulnerabilidad. En sectores del municipio se presentan barreras de acantilados y médanos colgados con poco retroceso de la línea de costa, pero con playas angostas. En otras áreas las dunas sedimentarias permiten un mejor flujo de sedimentos y las playas son más amplias.

Las ciudades más densamente pobladas como Miramar y Mar del Sur presentan numerosas construcciones y actividades sobre la playa. Ello favorece la degradación del espacio y genera la necesidad de construir defensas costeras rocosas para modificar la dinámica. Asimismo posee playas arenosas extensas en bahías protegidas por obras de defensa donde se emplazan servicios turísticos y zonas urbanas (Figura 102, 103, 104, 105, Tabla 31).

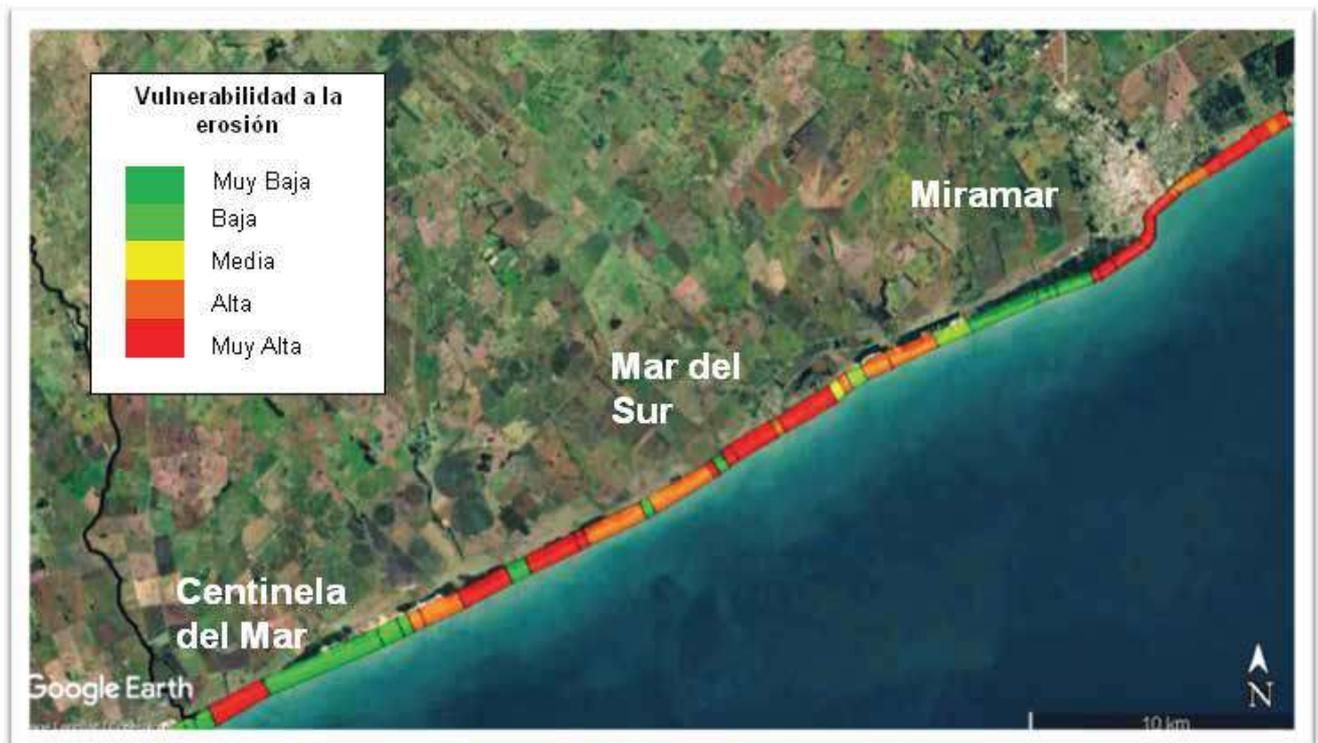


Figura 102. Frente costero de Gral Alvarado y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	19055m	40,5%
Alta	12430m	26,4%
Media	540m	1,1%
Baja	2010m	4,3%
Muy Baja	12960m	27,6%
Extensión Total	46995m	

Tabla 31. Resultados obtenidos para el Partido de Gral. Alvarado.

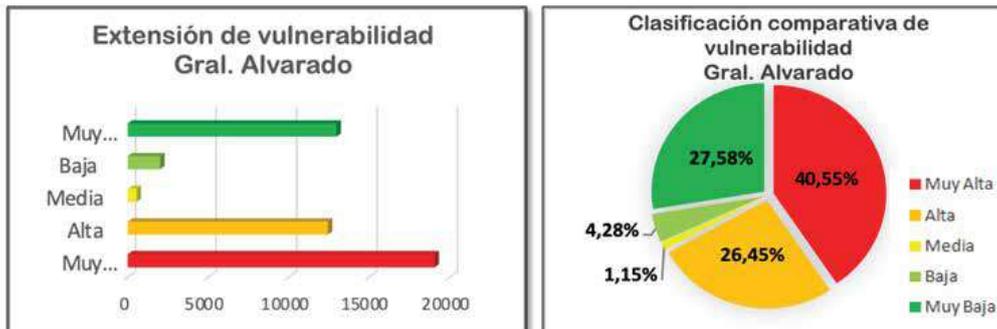


Figura 103. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Gral. Alvarado.



Figura 104. Costas urbanas de Miramar con obras de defensa para proteger y mantener la playa como recurso turístico.



Figura 105. Costas de acantilados con obras de defensa para protegerlo ya que sobre él se extienden caminos transitables.

Lobería

Las costas del partido de Lobería se extienden por 35,9 km, de los cuales el 86,9% presenta Baja y Muy Baja vulnerabilidad a la erosión costera y sólo el 3,8% arrojaron como resultado Alta y Muy Alta vulnerabilidad. La mayoría del suelo costero no presenta evidencias de erosión, y, en algunos casos, se evidencia acumulación de sedimentos que amplian las dimensiones de la playa. Las forestaciones ubicadas en zonas cercanas a las costas aún no han influido como entrampadora de arena. Existen afloramientos de restingas y médanos colgados que evidencian erosión en los sectores más vulnerables (Figuras 106, 107, 108 y 109, Tabla 32).



Figura 106. Frente costero de Lobería y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	530m	1,5%
Alta	810m	2,3%
Media	3360m	9,4%
Baja	2370m	6,6%
Muy Baja	28840m	80,3%
Extensión Total	35910m	

Tabla 32. Resultados obtenidos para el Partido de Lobería.

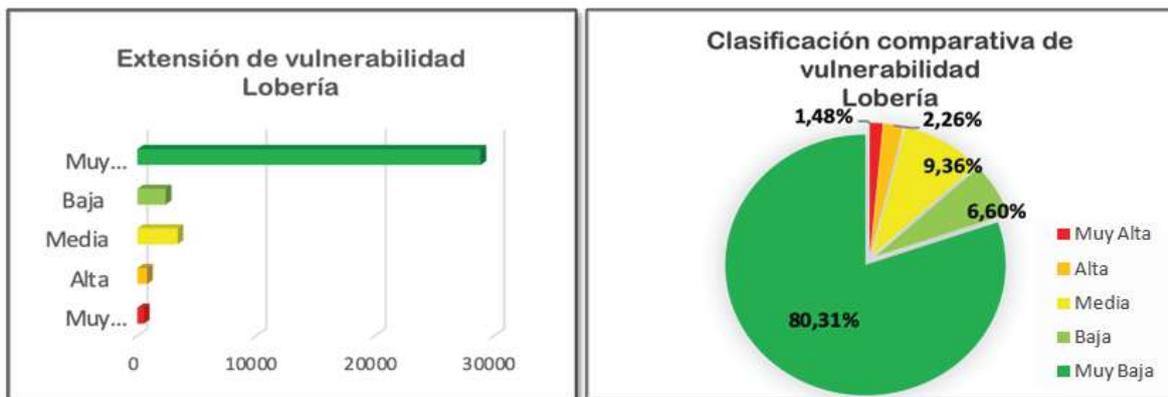


Figura 107. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Lobería.



Figura 108. Barreras medanosas de lobería con nula acción erosiva y acumulación de sedimentos.



Figura 109. Zona al sur de Arenas verdes con evidencia de acción erosiva.

Necochea

Las costas del partido de Necochea presentan unos 65,4 km de extensión. Gran parte de las mismas se componen de acantilados y médanos colgados que evidencian la acción erosiva a lo largo del tiempo. En estos sitios las playas son reducidas o nulas, con afloraciones rocosas sobre el suelo costero.

El 70,8% de las playas del Partido presentan valores de vulnerabilidad Alta y Muy Alta. Hacia el sur del municipio, en la zona de la Reserva de Arroyo Zabala hay zonas de grandes dunas y evidencias de acumulación de sedimentos. Además, en la zona sur del Río Quequén, la escollera del puerto ha generado acumulación de sedimentos al suroeste, desarrollando playas muy extensas, que superan los 300 m, con dunas estables. El 27% del total del frente costero se encuentra en la categoría Baja y Muy Baja vulnerabilidad (Figura 110, 111, 112, 113 y 114, Tabla 33).



Figura 110. Frente costero del Partido de Necochea y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	12070m	18,5%
Alta	34210m	52,3%
Media	1500m	2,3%
Baja	700m	1,1%
Muy Baja	16940m	25,9%
Extensión Total	65420m	

Tabla 33. Resultados obtenidos para el Partido de Necochea.

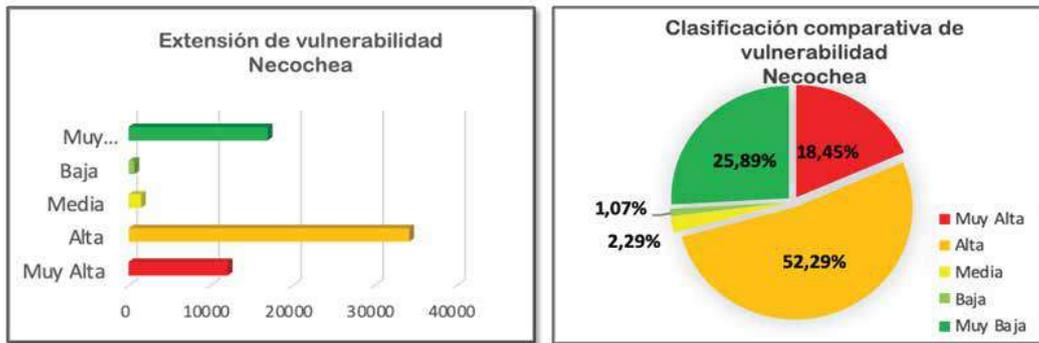


Figura 111. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Necochea.



Figura 112. Playas de acantilados en Necochea.



Figura 113. Playas urbanas sin médanos, los efectos erosivos no se evidencian debido al entrapamiento de sedimentos que provoca la escollera del puerto, haciendo aumentar el tamaño de la playa.



Figura 114. Grandes dunas en la zona sur del municipio.

San Cayetano

El partido de San Cayetano posee una extensión de costa de 28 km. De ella, el 74,9% presenta valores de vulnerabilidad Baja y Muy Baja. Esto se debe a la acumulación de sedimentos en la playa y en el continente, formando grandes campos de dunas con alturas de más de 35 m. La escasa o nula actividad humana en estas zonas favorece a la conservación del suelo costero. La zona urbanizada se ubica retirada de la costa con sectorizaciones de uso. Hacia el norte se registran médanos colgados y afloraciones rocosas en el suelo de la playa. Todo ello ha posibilitado un 25,1% de vulnerabilidad Alta y Muy Alta (Figura 115, 116, 117 y 118, Tabla 34).



Figura 115. Frente costero del Partido de San Cayetano y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	100m	0,4%
Alta	6920m	24,7%
Media	0	0,0%
Baja	330m	1,2%
Muy Baja	20620m	73,7%
Extensión Total	27970m	

Tabla 34. Resultados obtenidos para el Partido de San Cayetano.

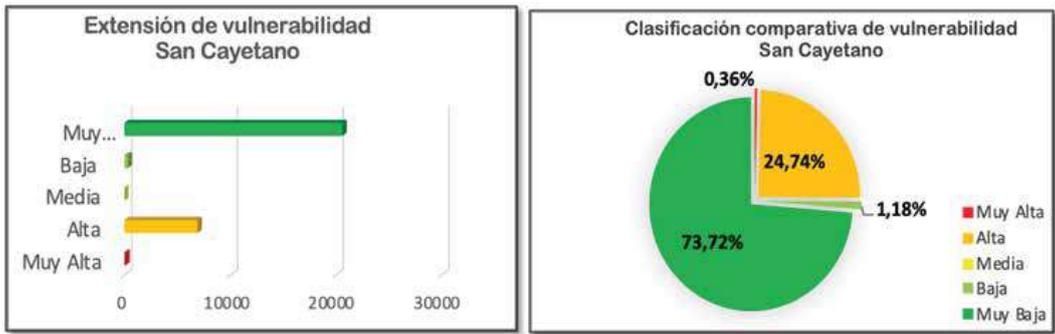


Figura 116. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de San Cayetano.



Figura 117. Playas de la zona urbanizada de San Cayetano.



Figura 118. Amplias playas de hasta 250m y dunas vivas donde se evidencia acreción.

Reserva Natural Arroyo Zabala (Partido de San Cayetano-Necochea) - Ley Provincial N° 12.743

La Reserva se encuentra ubicada sobre el sector costero marino en la desembocadura del Arroyo Zabala, entre los partidos de Necochea y San Cayetano. La superficie total de la misma es de aproximadamente 1.900 ha: 800 ha en el continente y el resto en aguas marítimas hasta dos kilómetros desde la costa.

Esta área protegida posee amplias superficies de pastizal que se desarrollan sobre los médanos antiguos o dunas fijas y semifijas. Algunos sectores de estas dunas han sido forestados con especies exóticas como el pino, aramo de costa y tamarindos, para favorecer la fijación de las dunas. Entre el área continental de la reserva y el área marítima, se encuentra intercalada una amplia franja de primera y segunda cadena de médanos, con una gran importancia desde el punto de vista ambiental por su buen estado de conservación.

La franja costera incluye una amplia zona de playa marina, sector de acantilados, médanos vivos, semifijos y fijos, con depresiones y lagunas intermedanasas. Hacia el continente predominan los arroyos y cañadas, y amplios sectores de pastizal.

Desde los sectores costeros y hacia la zona continental se observa un mosaico de comunidades vegetales edáficas psammófilas, emplazadas sobre los médanos vivos y vegetados, especies palustres que conforman pajonales, acuáticas, praderas y estepas, con cuatro asociaciones vegetales principales y varias de menor representatividad.

Tres Arroyos

El partido de Tres Arroyos posee 78 km de costa, de las cuales un 88,5% presenta Baja y Muy Baja vulnerabilidad a la erosión. Allí se encuentran playas de moderada extensión, promediando los 70 m de playa distal. La barrera costera es medanosa con dunas que alcanzan los 35 m en las cercanías a Orense.

Al centro del municipio existen afloramientos rocosos, acantilados y médanos caídos. En esos sectores la evidencia de erosión es permanente, al igual que en las zonas urbanizadas, donde el médano está depredado por la circulación peatonal y vehicular, o directamente removido y construido un murallón costero como en Claromecó. Es así que la vulnerabilidad Alta y Muy Alta se limita a estos sectores, siendo de 9,6% del suelo costero (Figura 119, 120, 121 y 122, Tabla 35).



Figura 119. Frente costero del Partido de Tres Arroyos y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	4660m	6,0%
Alta	2830m	3,6%
Media	1530m	2,0%
Baja	1916m	2,5%
Muy Baja	67100m	86,0%
Extensión Total	78036m	

Tabla 35. Resultados obtenidos para el Partido de Tres Arroyos.

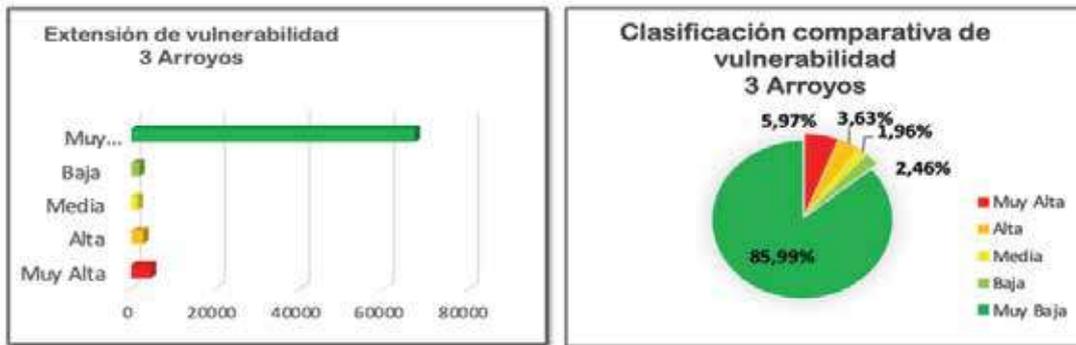


Figura 120. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Tres Arroyos.



Figura 121. Playas amplias y dunas vivas que permiten mayor dinámica de sedimentos.



Figura 122. Playas angostas en la zona urbana (izquierda) y con acantilados (derecha) con tránsito vehicular permanente.

Coronel Dorrego

El partido de Cnel. Dorrego presenta 49,2 km de costas marinas. El 97% de ellas presenta Muy Baja vulnerabilidad a la erosión. Sus playas son amplias, alcanzando 150 m hasta el pie del médano. A lo largo de la línea costera se forman dunas vivas de variables alturas: hacia el oeste más de 45 m de altura, disminuyendo hasta 6 m hacia la zona urbana de Oriente. Son característicos los campos de dunas continentales resultantes de la acción eólica, que permiten grandes interacciones de sedimentos ente la playa, la duna y el continente (Figuras 123, 124, 125 y 126, Tabla 36).

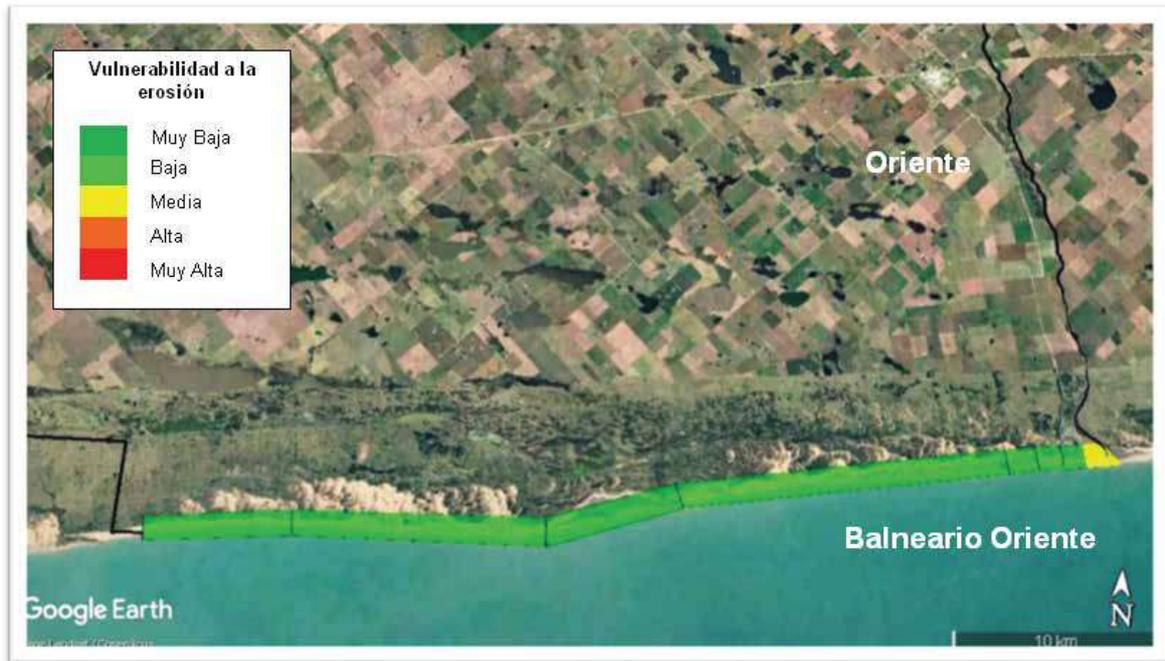


Figura 123. Frente costero del Partido de Cnel. Dorrego y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	-	-
Alta	-	-
Media	1500m	3,0%
Baja	-	-
Muy Baja	47715m	97,0%
Extensión Total	49215m	

Tabla 36. Resultados obtenidos para el Partido de Cnel. Dorrego.

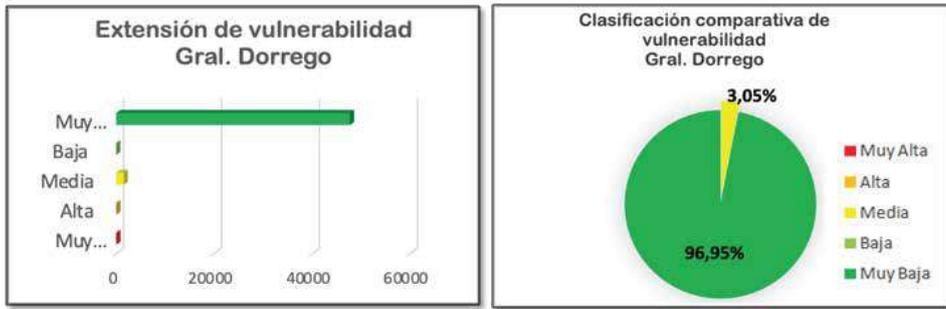


Figura 124. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Cnel. Dorrego.



Figura 125. Playas del Balneario Oriente donde se observa una baja pendiente de playa, permitiendo que el mar ingrese cerca de las dunas, aun así, es nula la evidencia de erosión.



Figura 126. Acciones de fijar dunas costeras, se prevé que estas crezcan en altura entrampando arena, como en otros municipios costeros, lamentablemente como consecuencia para estos municipios se vio reducida la playa. En este caso hay una reserva de sedimento para el transporte en los grandes campos de dunas, por lo que estas playas ameritan mediciones a futuro para llegar a una conclusión.

Reserva Natural Arroyo Los Gauchos (Partido de Cnel. Dorrego) - Decreto Provincial N° 469/2011
 Esta Reserva protege los ecosistemas de dunas de la costa pampeana austral. Alberga poblaciones de especies endémicas de la flora (*Senecio bergii*, *Baccharis di varicata*) y fauna (lagartija de las dunas, *Liolaemus multi maculatus* declarada Monumento Natural Provincial; tuco-tuco de las dunas, *Ctenomys australis*, por ejemplo). Posee un sistema de dunas activas que generan valiosos procesos ecológicos.

También es un área ocasionalmente visitada durante la temporada de invernada por el Cauquén colorado (*Cloephaga rubidiceps*) especie migratoria declarada Monumento Natural Provincial.

Monte Hermoso

El partido de Monte Hermoso posee 33,7 km de costa, de las cuales el 60,6% presenta Baja y Muy Baja vulnerabilidad a la erosión, mientras que el 26,6% tiene vulnerabilidad Alta o Muy Alta.

La Reserva Natural, al este y oeste, limita el uso y el tránsito vehicular, motivo por el cual, los médanos y campos de dunas continentales están protegidos de las acciones humanas. Sobre el pie de médano crecen poblaciones de *Spartina spp*, lo que muestra que no es afectado por embates marinos. Las playas de esta zona presentan afloramientos de restinga. Los sectores más vulnerables son las zonas urbanizadas, donde no se mantuvo un médano frontal y las construcciones llegan hasta la playa, con calles asfaltadas, edificios y balnearios. (Figuras 127, 128, 129 y 130, Tabla 37).



Figura 127. Frente costero del Partido de Monte Hermoso y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	7270m	21,6%
Alta	1690m	5,0%
Media	4310m	12,8%
Baja	3500m	10,4%
Muy Baja	16900m	50,2%
Extensión Total	33670m	

Tabla 37. Resultados obtenidos para el Partido de Monte Hermoso.

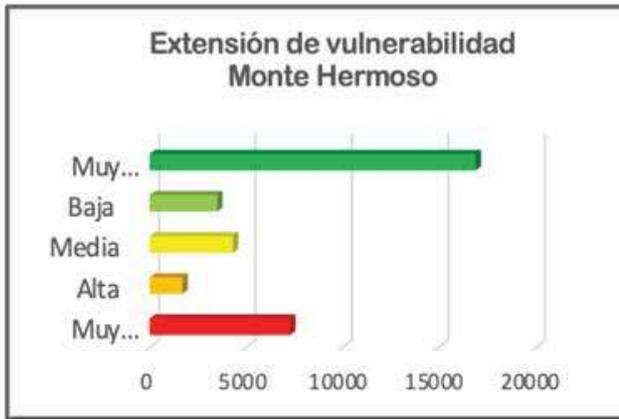


Figura 128. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Monte Hermoso.



Figura 129. Zonas urbanas de Monte Hermoso, a la izquierda edificios, balnearios y un murallón costero con intensa actividad turística, a la derecha, viviendas sobre la playa con murallones para protegerse de los embates del mar.



Figura 130. Zonas con Muy Baja y media vulnerabilidad a la erosión. A la izquierda zona de tránsito en la reserva natural y a la derecha médanos fijos por vegetación, detrás de ellos hay urbanizaciones.

Reserva Natural Pehuen-Có / Monte Hermoso (Partido de Monte Hermoso y Cnel. Rosales)

- Ley Provincial N°13.394

La Reserva Natural Pehuen-Có / Monte Hermoso es un área protegida costero marina provincial ubicada en los partidos de Cnel. Rosales y Monte Hermoso. Es catalogada como "Reserva Geológica, Paleontológica y Arqueológica". El paisaje es el típico de la costa bonaerense, con dunas activas costeras y por detrás de ellas dunas vegetadas que alternan con bajos interdunales y pequeños cuerpos de agua temporales.

En la reserva hay zonas de yacimientos de fósiles e icnitas del Holoceno que afloran en la playa dos veces al día por el movimiento de las mareas. Son sedimentos estratificados de láminas de arcilla y arena que constituían el borde de una laguna hoy desaparecida. En el "Yacimiento Monte Hermoso I" también llamado "El pisadero", pueden observarse pisadas humanas de unos 7000 años de antigüedad. En la "La Olla I" y en "La Olla II", se visualizan huesos de animales, restos vegetales e instrumentos de piedra y hueso.

Análisis de resultados caso Pehuen-Có

Los relevamientos *in situ* se realizan teniendo en cuenta divisiones de segmentos del frente costero que presentarán características similares. Estos segmentos, de extensiones variables como la bajada de playa, un drenaje pluvial o un médano forestado, fueron analizados como una unidad de análisis independiente. A modo de ejemplo, se eligió la localidad de Pehuen-Có para visualizar este nivel exhaustivo de relevamientos de datos. En la figura 131 se observa una sectorización de la localidad de Pehuen-Có que permite mostrar la subdivisión del frente costero en segmentos desde los 20 m en adelante. Se realizaron 24 unidades de análisis en 2.580 m de extensión, donde cada una mostraba características que debían ser analizadas de forma independiente al segmento contiguo. En cada uno de estos sectores se relevaron datos de diferentes indicadores, considerando la playa, las dunas y las construcciones (Figuras 131 y 132, Tabla 38).

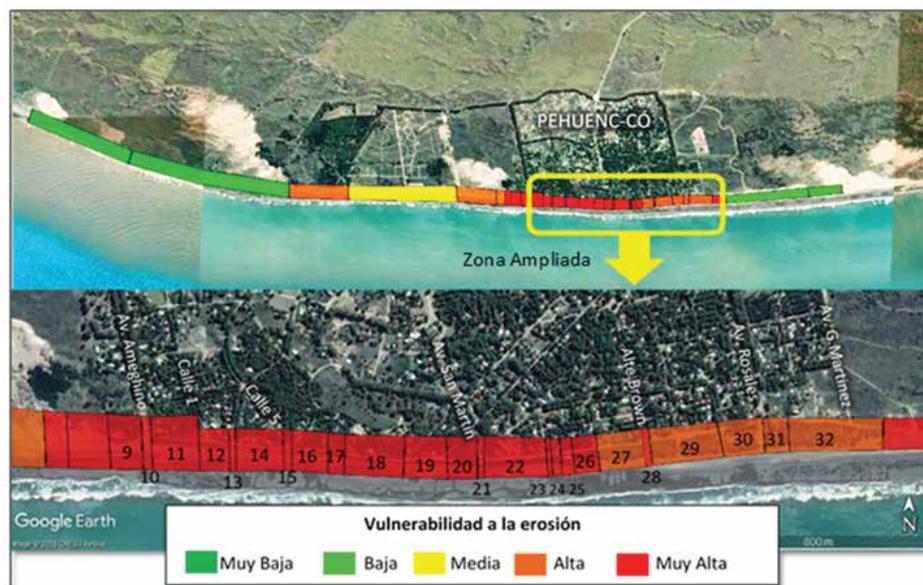


Figura 131. Sectorización de la localidad de Pehuen-Có para mostrar cómo se subdividió el frente costero en segmentos desde los 20 m en adelante. Se realizaron 24 unidades de análisis en 2.580 m de extensión, donde cada una mostraba características que debían ser analizadas de forma independiente al segmento contiguo.

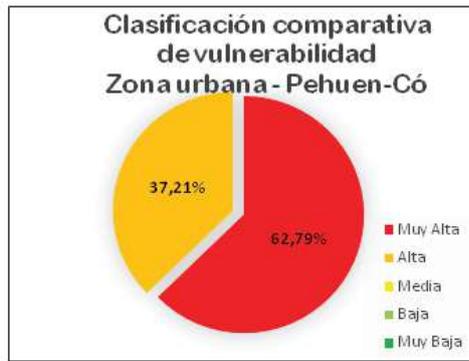
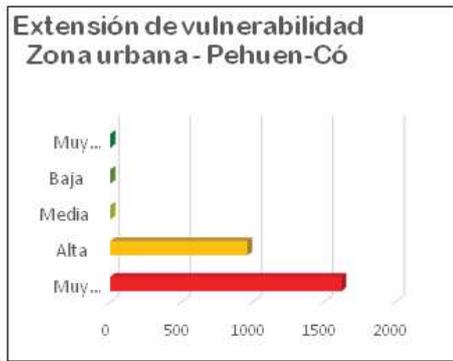


Figura 132. Distribución de la extensión del territorio en las zonas urbanas de Pehuen-Có, analizado en forma comparativa según la clasificación de vulnerabilidad, donde el 100% del territorio presenta alta o muy alta vulnerabilidad a la erosión costera.

Sectores	Segmento	Extensión (m)	Ambiente Costero										Médano							Construcciones				Vulnerabilidad Intrínseca	Clasificación de Vulnerabilidad									
			Long Playa Proximal	Long Playa Distal	Pend. P Prox	Pend. P Distal	Bierma	Barra Longit	Escarpa erosiva	Sedimento	Usos	Coefficiente	Tasa de acreción/erosión	Condición	Protección	Covertura Vegetal	Evidencia de Erosión	Acumulación de Sedimentos	Estado General del Médano	Pendiente Médano Frontal	Cortes Transversales	Delimitación	Usos			Situación	Tipo	Materiales	Posición relativa a la Marea					
Zona urbana	9	110	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	2	-1	1	1	-1	-3	0	-2	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11	Muy Alto
	10	32	1	-1	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-5	0	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	Muy Alto	
	11	160	1	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	1	1	1	-3	0	-2	-1	-1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	12	105	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	0	0	1	-3	0	-2	-1	-4	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-20	Muy Alto	
	13	20	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-4	0	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-13	Muy Alto	
	14	170	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	0	1	1	-3	0	-2	-1	1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	Muy Alto	
	15	30	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	4	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	16	130	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	0	0	1	-3	0	-3	0	1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	17	60	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	1	1	1	-3	0	-3	-1	-1	-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	Muy Alto	
	18	210	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	0	0	0	-3	0	-3	-1	1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-11	Muy Alto	
	19	150	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	1	-1	1	1	1	-3	0	-2	0	-1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	Muy Alto	
	20	105	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	2	-1	1	1	1	-3	0	-2	0	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	Muy Alto	
	21	25	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-4	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	22	220	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	2	-1	1	1	1	-3	0	-2	-1	1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	Muy Alto	
	23	20	0	-1	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-4	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	24	30	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	3	-1	1	1	1	-3	0	-2	0	-1	-5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	Muy Alto	
	25	45	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	1	-1	1	1	1	-3	0	-3	-1	-1	-1	-1	-4	-2	0	0	0	0	0	0	-17	Muy Alto	
	26	85	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	4	-1	1	1	1	-3	0	-2	0	-4	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	Muy Alto	
	27	160	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	6	-1	1	1	1	-3	0	1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Alto	
	28	25	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-4	0	0	-1	-1	-4	-2	0	0	0	0	0	0	-16	Muy Alto	
	29	240	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	9	-1	1	1	1	-3	0	1	0	-4	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	Alto	
	30	150	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	3	-1	1	1	1	-3	0	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	Alto	
	31	90	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	3	-1	1	1	1	-3	0	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	Alto	
	32	320	0	-1	1	1	0	0	0	0	-2	5	-1	1	1	1	-3	0	1	-1	-1	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	Alto	

Tabla 38. Resumen de los valores de vulnerabilidad a la erosión costera obtenidos en cada sector analizado. La última columna indica la clasificación final de cada sector.

Coronel Rosales

La zona analizada del partido de Cnel. Rosales corresponde a la influenciada por la acción marina, a lo largo de 40,7 km. Se caracteriza por playas arenosas, con afloramientos de restingas de variables dimensiones y pendientes y con presencia natural de dunas (algunas conservadas en su estado natural y otras sometidas a una fuerte presión de usos en las zonas urbanas).

La mayoría del territorio costero presenta una Baja y Muy Baja vulnerabilidad a la erosión (74,4%), Hacia el oeste las dunas son bajas, de no más de 5 m de altura, limitando generalmente con pastizales. Las playas son moderadas (entre 30 a 60 m) con afloraciones de restingas. Hacia el este, se repite la misma configuración costera.

Los sectores urbanos de Pehuen-Có poseen vulnerabilidad Alta y Muy Alta. Ello por un fuerte proceso de retracción de la línea de pie de médano (de hasta 16,5 m en los casos más extremos). En cambio, los sectores con las calles y urbanizaciones más alejadas, han tenido menor retroceso de costa (Figura 133, 134, 135, 136 y 137, Tabla 39).

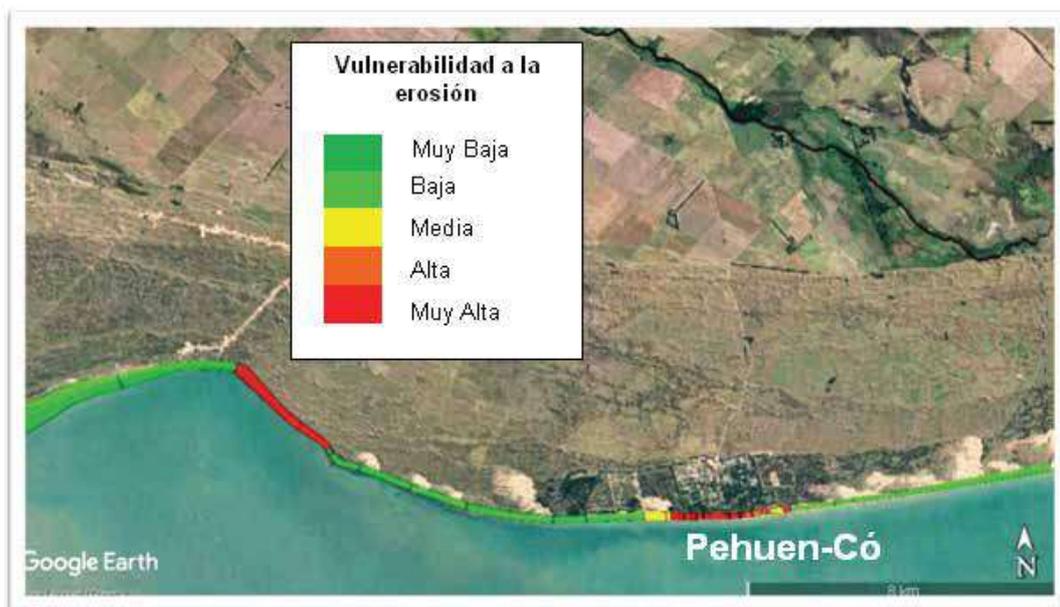


Figura 133. Frente costero del Partido de Cnel. Rosales y su vulnerabilidad a la erosión.

Clasificación de Vulnerabilidad	Extensión	Porcentaje comparativo
Muy Alta	8804m	21,6%
Alta	760m	1,9%
Media	875m	2,1%
Baja	820m	2,0%
Muy Baja	29480m	72,4%
Extensión Total	40739m	

Tabla 39. Resultados obtenidos para el Partido de Cnel. Rosales.



Figura 134. Comparación de la extensión del frente costero y porcentual de la vulnerabilidad a la erosión costera de Cnel. Rosales.



Figura 135. Imagen satelital de 2018 de un sector de la ciudad de Pehuen-Có, donde se superponen líneas costeras del 2004 con 2018. Esta zona del territorio se caracteriza por una urbanización en desarrollo que está muy próxima a la línea de costas, con grandes distancias de retroceso del pie del médano a causa de la erosión.



Figura 136. Playas de mediana extensión, con afloramientos de restingas, dunas bajas con cubierta vegetal y limitan con diferentes estructuras, como pastizales, campo de dunas, e incluso forestaciones y nuevas urbanizaciones aún no desarrolladas. Dunas poco erosionadas con muy poca vegetación. Limita con pastizales y campos de duna. Gran presión de tránsito sobre la zona costera.



Figura 137. Zona urbanizada que muestra la acción erosiva del mar sobre el médano y la cercanía de las construcciones sobre la costa.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta en el presente trabajo permitió evaluar la vulnerabilidad a la erosión en cada sector determinado. Es útil, sencilla y permite realizar mediciones de manera sistemática por variado personal.

Las clasificaciones propuestas tienen por objeto sentar bases para la planificación de acciones de cualquier tipo sobre la franja costera y modelizar para identificar tendencias y escenarios posibles a partir de hipótesis de cambios.

De esta forma, la evaluación y monitoreo de la vulnerabilidad del sector costero a la erosión constituye un interesante elemento para la adaptación y mitigación de problemas de la zona costera. Asimismo, su aplicación comparativa en el tiempo, permite que se transforme en un indicador para evaluar la gestión. También permite obtener un tasa de cambio del ecosistema bajo análisis. Consecuentemente, el análisis es retrospectivo, descriptivo de la situación actual y diagnóstico de su evolución.

Los efectos erosivos sobre las costas bonaerenses son significativos en muchos sectores, lo cual hace necesarias medidas de remediación adecuadas a las realidades geodinámicas y ambientales de cada zona.

Distintas intervenciones en el tratamiento de la problemática

- Acciones tradicionales y generalizadas: Espigones, murallones y disposición de rocas.
- Acciones eficientes y adecuadas.
 - Espigones desvinculados que permiten la acumulación de sedimentos en la playa y reducen la energía de las olas. A su vez permiten que la arena continúe su movimiento en la deriva litoral, evitando el proceso erosivo hacia el norte, como ocurre con los espigones clásicos.
 - Refulado: Existen áreas de préstamo submarinas cercanas a las zonas erosionadas. Hay compatibilidad entre las arenas de los bancos sumergidos y las de las playas. La operación de refulado es factible técnica y económicamente. La opción de área de préstamo continental es más limitada, pero podría resultar complementaria.

TALLERES SOBRE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA Y VULNERABILIDAD DE LAS COSTAS DE LA BAHÍA SAMBOROMBÓN

El humedal de Bahía Samborombón posee una dinámica hidrológica particular, presenta bajos intermareales influenciados por el ciclo de mareas y diferente grado de salinidad, producto de la interacción entre el agua marina y el agua dulce. Esta última proviene, principalmente, del Río de la Plata y de la descarga de los ríos de la llanura pampeana (río Salado y río Samborombón), así como de la desembocadura de los canales aliviadores del Salado (15; 9; A; 1 y 2). La característica distintiva es la presencia de una entramada red de canales de marea producto de la geología y geomorfología de la zona. Estos canales actúan como conductos de intercambio de materia y energía entre el ambiente terrestre y el marino.

Los Guardaparques y técnicos del Parque Nacional Campos del Tuyú (ubicado en el extremo sur de la Bahía Samborombón), han realizado observaciones y mediciones periódicas sobre los arroyos y canales de marea internos en el citado parque, que demuestran la actividad de procesos erosivos. Por otra parte, reconocidos profesionales de diferentes grupos académicos y de investigación (del ámbito Provincial y Nacional) han efectuado mediciones en diversos puntos que evidencian la acumulación de sedimentos y la formación de "islotas" sobre el sector central de la Bahía Samborombón.

Dada la complejidad de la dinámica de mareas e hidrología, la acumulación de sedimentos y procesos erosivos, así como la dificultad de acceso a las costas de la Bahía Samborombón, y a fines de fortalecer el conocimiento y manejo del territorio como un "Humedal de importancia Internacional (Sitio Ramsar)", desde el ámbito de la Dirección Provincial de Recursos Naturales y Ordenamiento Ambiental Territorial del OPDS, se decidió convocar a las principales instituciones y organismos involucrados mediante la coordinación de dos talleres de trabajo, tendientes a analizar las metodologías de evaluación de la dinámica geomorfológica y la vulnerabilidad de las costas de la Bahía Samborombón.

A tal fin fueron convocados técnicos y profesionales con experiencia en la temática de las siguientes instituciones: CONICET; APN; UNMdP; UNLP; UNSAM; OPDS; INIDEP y CONAE y se realizaron dos talleres denominados "Metodologías de Evaluación de la Dinámica Geomorfológica y Vulnerabilidad de las Costas de la Bahía Samborombón". El primer Taller se realizó en la localidad de Gral. Lavalle (Casa Municipal de la Cultura) y el segundo en la Ciudad de La Plata (Honorable Cámara de Senadores de la provincia de Buenos Aires), cuyos resultados se describen a continuación:

ACTA DE PRIMER TALLER

Fecha: Jueves 27 de junio de 2019

Lugar: Casa de la Cultura de General Lavalle

Partido de General Lavalle

Evento: Taller de "Metodologías de Evaluación de la Dinámica Geomorfológica y Vulnerabilidad de las Costas de la Bahía Samborombón"

Organización y Coordinación: Dirección Provincial de Recursos Naturales y Ordenamiento Ambiental Territorial (OPDS)

EXPOSITORES (Conforme al orden de exposiciones):

- 1.- Dr. Carlos Lasta – Prof. Emiliano Gonzalez (OPDS): "Vulnerabilidad a la erosión costera de la Bahía Samborombón"
- 2.- Gpque. Pablo Giorgis (Administración de Parques Nacionales): "Erosión costera en el Parque Nacional Campos del Tuyú"
- 3.- Dr. Guido Bacino (CONICET): "Efecto de las olas en la Bahía Samborombón"
- 4.- Dra. Patricia Kandus (UNSAM): "Inventario Nacional de Humedales – Humedales de la Bahía Samborombón"
- 5.- Lic. Mariano Perez Safontas (OPDS): "Inventario Provincial de Humedales"
- 6.- Dr. Federico Isla (UNMdP-CONICET): "Sistemas de teledetección con Radar"

SÍNTESIS DE CONCLUSIONES Y APORTES (realizados durante la modalidad de trabajo en taller):

• Carlos Lasta:

Destacó la importancia de las presentaciones efectuadas durante la mañana por los expositores, que pueden ser consideradas como sinérgicas y complementarias. Deben fortalecerse las acciones e intercambio de información entre los diferentes organismos que trabajan en la bahía, para favorecer el logro de objetivos comunes.

Destacó la importancia de convocar en un nuevo encuentro a la Dra. Eleonora Carol (balance de sedimentos) y Claudia Simionato (Modelos de corrientes en el Río de la Plata), así como de impulsar becas o líneas de investigación sobre la comunidad del cangrejal, como la principal especie "ingeniera" o modificadora del ambiente en la bahía.

• Guillermo Martín (APN):

Destacó la importancia de identificar y evaluar los impactos ambientales, fundamentalmente aquellos vinculados con los procesos de salinización del agua y el ascenso en el nivel del mar, con

la consecuente afectación sobre las crías de la especie Venado de las Pampas.

- Manuel Ortale:

Propuso evaluar la implementación de estrategias de adaptación al cambio climático como lineamientos de gestión para el humedal de la Bahía Samborombón, con especial foco sobre las áreas más vulnerables a la erosión costera y al ascenso del nivel del mar, como la localidad de Gral. Lavalle.

- Nadia Boscarol:

Propuso evaluar y cuantificar los impactos ambientales y sociales vinculados con el cambio climático, en forma coincidente con el Ing. Guillermo Martín. Mencionó la existencia de lineamientos y fondos de aplicación relacionados con la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático - Fondos Verdes (créditos y subsidios).

- Jorge Codignotto:

Describió el documento de la ONU de 1983 sobre las costas inundables y sus formas de abordar esta problemática. Resaltó la importancia del presente Taller y del encuentro de profesionales de diferentes ámbitos e instituciones, por el efecto multiplicador favorable para la búsqueda de soluciones. En este sentido manifestó que Gral. Lavalle es la ciudad de la provincia de Buenos Aires más amenazada por el ascenso del nivel del mar, por lo que es necesario un abordaje de los problemas asociados a este fenómeno desde diferentes instituciones.

- Marcos Canciani:

Expresó que sería conveniente que a partir de la información generada en este tipo de talleres, surjan lineamientos y recomendaciones generales para los municipios costeros. Estos lineamientos favorecerían el desarrollo e implementación de los COUT (Códigos de Ordenamiento Urbano y Territorial) en forma adecuada y sostenible.

- Patricia Kandus:

Destacó la importancia de continuar generando información científica sobre los diferentes ambientes de la Bahía Samborombón

Los datos de base de los grupos de investigación deben favorecer la toma de decisiones objetivas y brindar un adecuado marco de gestión.

- Federico Isla:

Informó que a la fecha no se sabe a ciencia cierta cuál es el impacto ambiental real de las canalizaciones artificiales hechas hace más de cien años en la Bahía Samborombón.

- Carlos Lasta:

Describió el problema de la localidad de Gral. Lavalle, que actualmente posee unos 200 metros del frente del muelle de protección del puerto socavado y descalzado por acción de las mareas.

Propuso sumar al grupo de trabajo del OPDS a otros grupos de investigación.

Propuso planificar una reunión técnica y operativa en la ciudad de La Plata para fines del mes de agosto. Describió el problema actual de las deficiencias de la regla de medición del nivel de agua y la falta de información periódica y actualizada.

- Walter Dragani:

Informó que actualmente no se encuentran a disposición datos de mareas, corrientes ni olas en la región.

- Marcelo Yasky:

Propuso analizar y determinar qué tipo de información científica o “datos duros” faltan en la actualidad para abordar la problemática de la Bahía Samborombón en forma integral. Es importante identificar que institución se compromete a realizar cada gestión para obtener datos al respecto.

- Manuel Ortale:

La Dirección Provincial de Hidráulica es la Autoridad de aplicación del “Plan Maestro Integral de la Cuenca del Salado” donde seguramente existe información vinculada con los canales artificiales que desembocan en la Bahía Samborombón.

- Marcos Canciani:

Informó que ARBA posee imágenes satelitarias y datos vinculados a la Cuenca del Río Salado.

- Nadia Boscarol:

Faltan datos oceanográficos. Deben analizarse vías de financiación.

- Juan Pablo Manchiola:

Propuso sumar líneas de investigación vinculadas con el impacto del ascenso del nivel del mar sobre el Venado de las Pampas.

- Guillermo Martín:

Informó que a nivel nacional existe un Plan y una estrategia de la APN cuyo objetivo clave es la conservación del Venado de las Pampas.

- Pablo Giorgis:

La población de la especie Venado de las Pampas se encuentra en estado crítico. Se necesitan más estudios actualizados al respecto.

- Marcelo Yasky:

Es importante generar recursos permanentes para la realización de estudios e identificar grupos de trabajo. A pesar de las limitaciones económicas de las instituciones, el verdadero limitante es el compromiso del recurso humano.

- Walter Dragani:

La implementación de la regla de medición del nivel de agua debe coordinarse con la PNA Destacamento Puerto Gral. Lavalle.

- Mario Beade:

Reforzó lo expresado por Dragani, en el sentido que la PNA es el custodio de la seguridad en los puertos. Debe evaluarse la compra de mareógrafos y registrarse la información generada en planillas de Excel.

- Walter Dragani:

Se necesitan al menos tres puntos en la Bahía Samborombón con mediciones periódicas automatizadas.

- Pablo Giorgis:

Cuando se pide información a la PNA se solicita el pago de una tasa o arancel.

Carlos Lasta (a modo de síntesis general y cierre del Taller):

- Se sugiere coordinar una reunión en la ciudad de La Plata para fines del mes de agosto.
- Es fundamental que cada disertante presente en dicha reunión un resumen de dos o tres hojas de sus exposiciones, para generar un documento de base.
- Debe coordinarse con la PNA la implementación adecuada de la regla de medición del nivel de agua.
- Se sugiere programar actividades conjuntas entre las instituciones que realizan estudios en la bahía.
- Debe gestionarse información ante los siguientes organismos:
 - ARBA: Imágenes satelitarias y registros fotográficos históricos
 - Dirección Provincial de Hidráulica: Datos de caudales de canales y ríos de la cuenca de aporte.

Lic. Manuel Ortale

DIRECCIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

ORGANISMO PROVINCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

ACTA DE SEGUNDO TALLER

Fecha: Jueves 28 de agosto de 2019

Lugar: Honorable Cámara de Senadores de la provincia de Buenos Aires - Municipalidad de La Plata

Evento: Segundo Taller de "Metodologías de Evaluación de la Dinámica Geomorfológica y Vulnerabilidad de las Costas de la Bahía Samborombón"

Organización y Coordinación: Dirección Provincial de Recursos Naturales y Ordenamiento Ambiental Territorial (OPDS)

EXPOSITORES (Conforme al orden de exposiciones):

- 1.- Dra. Eleonora Carol (CONICET): "Metodologías de estudio de acumulación de sedimentos"
- 2.- Dr. Francisco Cellone (CONICET): "Erosión costera en el Partido de Punta Indio"
- 3.- Dra. Eleonora Verón, Lucrecia Allega (INIDEP-UNMDP): "Información radiométrica-Temperatura superficial del mar"
- 4.- Dra. Martina Camiolo (CONICET): "Variabilidad del material particulado en suspensión en el Río de la Plata"
- 5.- Dra. Sandra Torrusio (CONAE): "Variación de la acumulación de sedimentos en la Bahía Samborombón"

SÍNTESIS DE CONCLUSIONES Y APORTES (realizados durante la modalidad de trabajo en taller):

- Gabriela Damico (UNLP):

Informó que se encuentra realizando estudios de investigación vinculados con los cambios en la línea de costa y el uso de suelo en la Bahía Samborombón.

- Daniel Novoa:

Informó que en la zona costera de la desembocadura del arroyo La Guardia (lindero con las instalaciones del balneario del ex Jockey Club), un grupo de vecinos en forma conjunta con la ONG "Ala Plástica", realizó una intervención comunitaria consistente en una experiencia de plantación de Juncales a modo de prueba piloto. Dicha experiencia resultó positiva para la recuperación, consolidación y estabilización de la línea costera.

- Marcelo Yasky:

Destacó el compromiso con el taller y la importancia de los temas abordados por los expositores. Destacó que se encuentran avanzadas las gestiones para la compra del mareógrafo, conforme fuera recomendado por los especialistas en el primer Taller realizado en Gral. Lavalle. Destacó la importancia de realizar un compendio a modo de síntesis interinstitucional de los trabajos realiza-

dos, así como continuar las actividades en un tercer encuentro con fecha a definir.

- Nadia Boscarol:

Propuso emitir una declaración con recomendaciones generales que integre los aspectos científicos. Definir acciones, como regular el acceso de ganado a las costas y regular el uso de suelo.

- Guillermo Martín (APN):

Propuso la posibilidad de generar un debate y emitir conclusiones a modo de recomendaciones. Informó que en el marco de la Convención Internacional RAMSAR se realizará a la brevedad una reunión en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

- Manuel Ortale

Propuso elaborar recomendaciones dirigidas fundamentalmente a los gobiernos locales, como autoridades responsables del uso y goce de las playas, así como de la mayoría de las intervenciones que se realizan sobre los espacios turísticos costeros.

- Marcos Canciani:

Propuso ampliar la discusión e intercambio de información con otras reparticiones del gobierno provincial con incumbencias en la problemática costera, y luego efectuar una transferencia hacia los gobiernos locales.

- Nadia Boscarol:

Propuso implementar planes piloto de restauración o recuperación de espacios costeros.

- Guillermo Martín (APN):

Destacó la importancia de la accesibilidad a la información y disponibilidad de los datos generados. Como los generados por las estaciones meteorológicas. Ya que en algunos casos el acceso periódico a la información es dificultoso.

- Sandra Torrusio (CONAE):

En la página web de CONAE se encuentran a disposición cada vez más productos de libre acceso para todas las instituciones

- Mario Beade:

Informó que los datos de la estación meteorológica de Campos del Tuyú se suben a la página de la Administración de Parques Nacionales (APN)

- Carlos Lasta:

Solicitó a todos los expositores una síntesis de sus trabajos para hacer una compilación de información o de documentación.

Manifestó que es importante planificar una actividad de campo en conjunto entre todas las instituciones participantes, que podría realizarse en el Partido de Punta Indio a la brevedad. Que el OPDS podría aportar un Dron en dicha campaña, así como coordinar la logística de medios de traslado.

Destacó que es importante efectuar un informe de gestión con líneas de acción, así como promover una iniciativa o prueba piloto que comprenda estrategias de defensa costera.

- Mariano Perez Safontas:

Propuso convocar a los profesionales del Laboratorio de Teledetección de Imágenes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), en las salidas de campo.

- Walter Dragani:

Informó que con el equipo de trabajo del Dr. Jorge Codignotto han implementado dos puntos de control de la erosión en la zona costera de Punta Piedras, y que podrían aportar otro Dron para la campaña.

- Carlos Lasta:

Propuso implementar una transecta para definir los puntos de control y monitoreo. Solicitó definir fecha, objetivos y aportes por Institución y el Plan de campaña.

- Francisco Cellone:

Sugirió para la implementación del proyecto piloto la zona costera del Balneario "Picaflor" en la localidad de Punta Indio.

- Daniel Novoa:

Resaltó la importancia de cumplir con los objetivos y compromisos asumidos en la Convención Internacional de Humedales RAMSAR para la Bahía Samborombón, por lo cual sería favorable remitir la información generada a los representantes de dicha Convención. Informó que según la ficha de postulación del año 2007 la Bahía Samborombón cumple con 3 criterios de la Convención, y que pueden sumarse más criterios en base a las tareas que se realicen y la nueva información que se genere en el ámbito del trabajo conjunto entre todas las instituciones.

- Guillermo Martín (APN):

Mencionó la existencia de fondos de aplicación relacionados con la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

- Carlos Lasta:

Propuso contactar a las ONGs que efectuaron la prueba piloto en la zona del Balneario del ex-Jockey Club de Punta Lara.

- Walter Dragani:

Propuso definir puntos fijos en la Bahía Samborombón para la instalación de reglas de medición del nivel de agua y para la ubicación del mareógrafo.

- Daniel Novoa:

Informó que en la zona central de la Bahía Samborombón hay propietarios privados que solicitan la posesión de las nuevas "islas" formadas por depositaciones aluvionales.

- Carlos Lasta:

Propuso definir la transecta de medición con GPS sobre la franja costera ubicada hacia el norte del Río Salado. Propuso como punto logístico (o estratégico) ideal para el inicio de las actividades la Base Aeronaval de Punta Indio.

Lic. Manuel Ortale

DIRECCIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barragán, J.M. 2014. Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. 684p., Ediciones Tébar, Madrid. ISBN: 978-8473605182

Barragán, J.M., De Andres, M. 2016. Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 16(2):171-183.

Bertola, G.; Isla, F.; Cortizo, L.; Turno-Orellano, H. 2002. Modelo sedimentario de la barrera medanosa al norte de Villa Gesell (Provincia de Buenos Aires) de aplicación hidrogeológica RAAS; vol. 9 p. 51 - 60

Cardona, O.D., 1993. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Maskrey, A. (Ed.). Los desastres no son naturales. LA RED de estudios sociales. Primera edición. Bogotá. 45 - 65.

Codignotto, J., Dragani, W.C., Martin, P.B., Simionato, C.G., Medina, R.A.; Alonso, G. 2012. Wind-wave climate change and increasing erosion observed in the outer Río de la Plata, Argentina. *Continental Shelf Research*, vol. 38: 110 - 116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2012.03.013>

Cortizo, L.; Isla, F. 2012. Dinámica de la barrera medanosa e islas de Barrera de Patagones (Buenos Aires, Argentina); Asociación Argentina de Sedimentología; *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*; 19; 1; 25; 47 – 63.

Cousseau, M. y Perrotta, R. 2000. Peces Marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. INIDEP. Buenos Aires, Argentina. 167 pp.

De Andrés, M.; Barragán, J.M. 2016. Desarrollo Urbano en el Litoral a Escala Mundial. Método de Estudio para su Cuantificación. *Revista de Estudios Andaluces*, vol. 33 (1), 64-83. <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2016.i33.04>

del Río, L y Gracia, F. 2007. Análisis de la vulnerabilidad de los acantilados atlánticos de la provincia de Cádiz ante la erosión costera. *The Spanish Coastal Systems*, vol. 21 (1-2), 87 - 101.

Gobierno de la provincia de Buenos Aires. 2008. Decreto N° 1802/08 de creación de la Unidad de Coordinación de Manejo Costero Integrado (MCI).

Jaureguizar, A. J. 2004. Patrón espacial y temporal de las áreas de asociaciones ícticas demersales costeras y su relación con los patrones ambientales. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. 251 pp.

- Isla, F., Bértola, G., Farenga, M., Serra, S.; Cortizo, L. 1998. Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos. *Revista Asociación Argentina de Sedimentología*, vol. 5: 41 - 51.
- Isla, F.; Cortizo, L.; Turno Orellano, H. 2001. Dinámica y evolución de las barreras medanosas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfología. Uniao da Geomorfologia Brasileira*, Río de Janeiro, vol. 2(1): 73 - 83.
- Isla, F. 2006. Erosión y defensa costeras. En Isla, F. y Lasta, C. (eds.) *Manual de Manejo costero para la Provincia de Buenos Aires*, EUDEM, Mar del Plata, 125-147.
- Kokot, R. R, Codignotto, J. O.; Elissondo, M. 2004. Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la Provincia de Río Negro *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 59 (3): 477 - 487.
- Lasta, C.; Jaureguizar, A. 2006. Ordenamiento ecosistémico del litoral bonaerense. En Isla, F. y Lasta, C. *Manual de Manejo Costero de la provincia de Buenos Aires*. (Ed). EUDEM. 71 - 85.
- Lasta, C.; Jaureguizar, A. ; Ortale, M; Milessi, A; Manchiola, J.P. 2008 - 2009. *Manejo Costero Integrado al Litoral Bonaerense. Informe sobre Desarrollo Humano en la Provincia de Buenos Aires*. EUDEBA. Fundación Banco Provincia. pps 103-120.
- López, H.; Baigún, C.; Iwaszkiw, J.; Delfino, R.; Padín, O. 2001. *La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros*. Editorial de la Universidad de la Plata. 60 pp.
- Marcomini, S.; López, R. 1999. Alteración de la dinámica costera por efecto de la explotación de arena de playa, partidos de Gral. Alvarado y Loberia, Provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Sedimentología*, vol. 6: 14pp.
- Marcomini, S.; López, R. 2001. Método de evaluación de vulnerabilidad de playa. Caso tipo Las Toninas. III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial del MERCOSUR. Actas CD-ROM. 6pp. Mar del Plata.
- Marcomini, S., López, R.; Spinoglio, A. 2007. Uso de la morfología costera como geoindicador de susceptibilidad a la erosión en costas cohesivas, Necochea, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol.62 (3). Buenos Aires. Martínez, J., 2001. Vulnerabilidad y adaptabilidad de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar. Documento Inédito Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. Bogotá.
- MEA. Naciones Unidas. 2005. *Millennium Ecosystem Assessment, MA. Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington D.C., USA, 160 pp.

Menni, R.; Ringuet, R.; Aramburu, R. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos, Aires, Argentina. 359 pp.

Merlotto, A.; Bértola, G.; Piccolo, M.C. 2016. Hazard, vulnerability and coastal erosion risk assessment in Necochea Municipality, Buenos Aires Province, Argentina Journal of Coastal Conservation, vol. 20: 351 – 362.

Merlotto, A.; Bértola, G.; Isla, F. 2017. Riesgo de erosión costera de la provincia de Buenos Aires, Argentina Revista Universitaria de Geografía; Lugar: Bahía Blanca, vol. 26: 37 - 72.

Naciones Unidas. 2019. Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS). En línea (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>). Fecha de consulta: 12/10/2019.

Naciones Unidas, 1992. Declaración de Río, el principio 7). En línea (<https://www.un.org/spanish/esa/sust-dev/agenda21/riodeclaration.htm>). Fecha de consulta: 12/10/2019.

Naciones Unidas. 1997. E/CN.17/1997/2/. Add.16 24 de enero de 1997.

Pérez, M.; Linares, A. 1999. Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe. Investigaciones Geográficas. Boletín 39.

Olsen, S.B.; Ochoa, E. 2007. El Por qué y el Cómo de una Línea de Base para Gobernanza en los Ecosistemas Costeros. En: ECOCOSTAS - CRC-URI - AVINA - LOICZ-. Guayaquil, Ecuador. 31 pp.

UNEP, 2011, Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management, An Introductory Guide, Tundi Agardy, John Davis, Kristin Sherwood, Ole Vestergaard, Marine Affairs Research and Education (MARE), UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 189, 67 pp.

VARIABILIDAD DEL MATERIAL PARTICULADO EN SUSPENSIÓN EN EL RÍO DE LA PLATA

Martina D. CAMIOLLO^{1,2}; Ezequiel COZZOLINO³; Carlos A. LASTA³; Andrés J. JAUREGUIZAR^{2,4,5}

1- Comisión Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET)

2- Universidad Provincial del Sudoeste (UPSOU), subsede Coronel Pringles

3- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

4- Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

5- Instituto Argentino de Oceanografía (IADO)

dcamiolo@inidep.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Los estuarios constituyen una de las áreas más pobladas del planeta, y el creciente desarrollo urbano e industrial de su entorno ha conducido a la pérdida de hábitats o degradación de los mismos (González-Ortegón et al., 2010). Por lo tanto, es vital comprender la interacción de los procesos físicos, químicos y biológicos que promueven y controlan su productividad (Fain, 2000; Cerón et al., 2000). Parte de esa productividad se encuentra estrechamente relacionada con el material particulado en suspensión (MPS) (Bilotta y Brazier, 2008). Los efectos positivos y negativos del MPS sobre la biota han sido estudiados por varios autores (Suren et al., 2005; Birkett et al., 2007; Wenger et al., 2017) y la magnitud de estos efectos depende del tiempo de exposición, la composición química, la distribución y el tamaño de sus partículas (Bilotta y Brazier, 2008).

El Río de la Plata (RdIP) es un estuario extenso y somero ubicado aproximadamente a 35°S en el Océano Atlántico suroccidental (Figura 1). Transporta una gran cantidad de nutrientes y MPS, tanto orgánico como inorgánico, a las aguas de la plataforma continental adyacente, razón por la cual es considerado uno de los sistemas más turbios del planeta (Framiñan et al., 1999). La teledetección proporciona una visión integral y sinóptica de los océanos (Hooker y McClain, 2000). Muchos estudios han utilizado la reflectancia obtenida por satélite para analizar la extensión espacial y cambios temporales del MPS en estuarios, lagos y ríos, y aguas costeras (Doxaran et al., 2009). A su vez, muchos autores han encontrado relaciones lineales entre el MPS y la turbidez en ambientes costeros (Packman et al., 1999; Marquis, 2005; Fenton, 2006).

Por todo lo antes mencionado surgió la necesidad de obtener imágenes satelitales de MPS para la región del RdIP. Es por ello que se primeramente se estableció empíricamente la relación entre el MPS y la turbidez, a fin de obtener distribuciones espaciales de MPS a partir de datos satelitales Aqua-MODIS, y posteriormente se analizó la variabilidad del MPS en el RdIP.

METODOLOGÍA

La calibración del algoritmo empírico se realizó utilizando datos de campo de MPS (mg l⁻¹) y de turbidez (FNU) tomados de manera simultánea en 218 estaciones de muestreo distribuidas en toda el área del RdIP

(Figura 1, panel izquierdo). Las imágenes Aqua-MODIS, L1A diarias de 1,1 km, fueron descargadas de la página web de la NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Se las procesó con el software de libre acceso SeaDAS 7.02, y con rutinas informáticas desarrolladas por el Subprograma de Sensoramiento Remoto del INIDEP para la aplicación del algoritmo empírico de MPS (para más detalles ver Camiolo et al., 2019). Una vez obtenidos los productos Aqua-MODIS de MPS, se los validó siguiendo la metodología de emparejamiento de datos satélites y de campo sugeridas por Bailey y Werdell (2006). Se utilizó una ventana temporal de ± 5 horas entre el paso del satélite y las mediciones de campo ($n = 57$), y una ventana espacial de 3×3 píxeles. Como prueba de homogeneidad, y para minimizar el impacto de la variabilidad de la variable geofísica en ventana satelital, se utilizó el coeficiente de variabilidad $< 0,2$.

Posteriormente, se analizó el promedio mensual correspondiente a la región del RdIP para la serie de tiempo 2002-2014, mediante la aplicación de rutinas informáticas desarrolladas por el Subprograma de Sensoramiento Remoto del INIDEP.

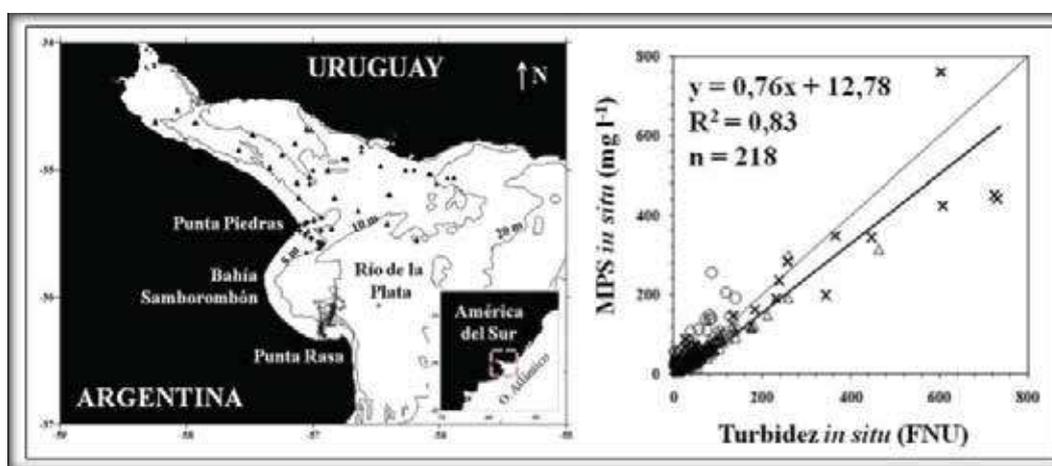


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en el RdIP (panel izquierdo), y algoritmo empírico regional (panel derecho). Campañas de Investigación FREPLATA-FFEM (triángulos), Punta Piedras (cruces) y Punta Rasa (círculos blancos).

RESULTADOS

Se encontró una fuerte correlación entre el MPS y la turbidez, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,91 y un R^2 igual a 0,83 (Figura 1, panel derecho). Se obtuvo un bajo error absoluto medio (14,60%) y un sesgo pequeño y positivo (3,04%), lo que indicó que los valores de MPS estimados tienden a sobrestimar ligeramente los valores de campo (Figura 2).

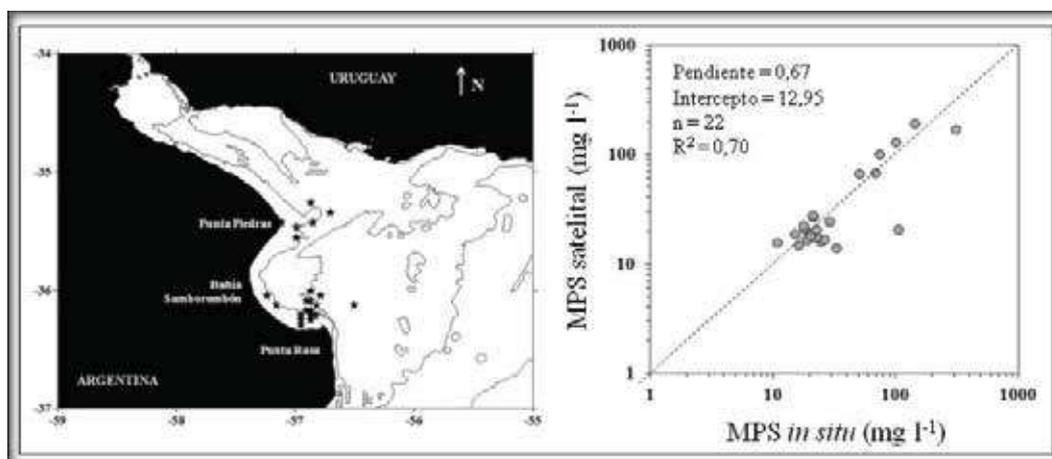


Figura 2. Estaciones de muestreo resultantes de la aplicación del métodos de exclusión (panel izquierdo). Validación de las imágenes satelitales con datos de MPS in situ (panel derecho).

El promedio mensual correspondiente a la región del RdIP correspondiente al periodo de tiempo 2002-2014 mostró una distribución unimodal con máximos durante los meses de marzo, abril y mayo (Figura 3) (Camiolo et al., 2018).

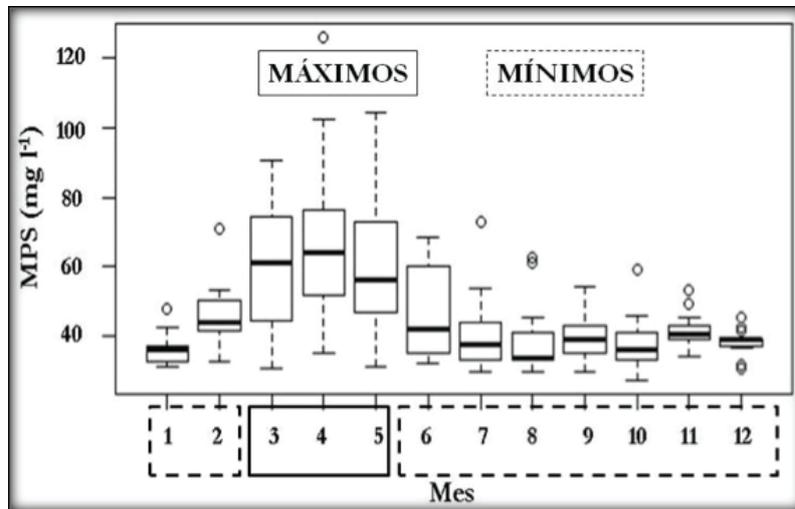


Figura 3. Concentración mensual del MPS (mg l⁻¹) correspondiente a la serie de tiempo 2002-2014 para el RdIP.

Esta distribución unimodal espacialmente coincidió con la región interior y media del RdIP, y se extendió cerca de la costa Argentina a lo largo de la Bahía Samborombón (Figura 4). La distribución temporal unimodal del MPS, estuvo vinculada con la llegada al RdIP de los sedimentos que aporta el Río Bermejo, al Río Paraná (uno de los principales afluentes del RdIP), con un retraso de 1 a dos meses (Figura 5). Mientras que su distribución espacial podría estar asociada a la descarga de agua continental aportada por los ríos RdIP, Paraná y Uruguay, a la topografía de fondo y a las mareas (Simionato et al., 2011; Camiolo et al., 2018).

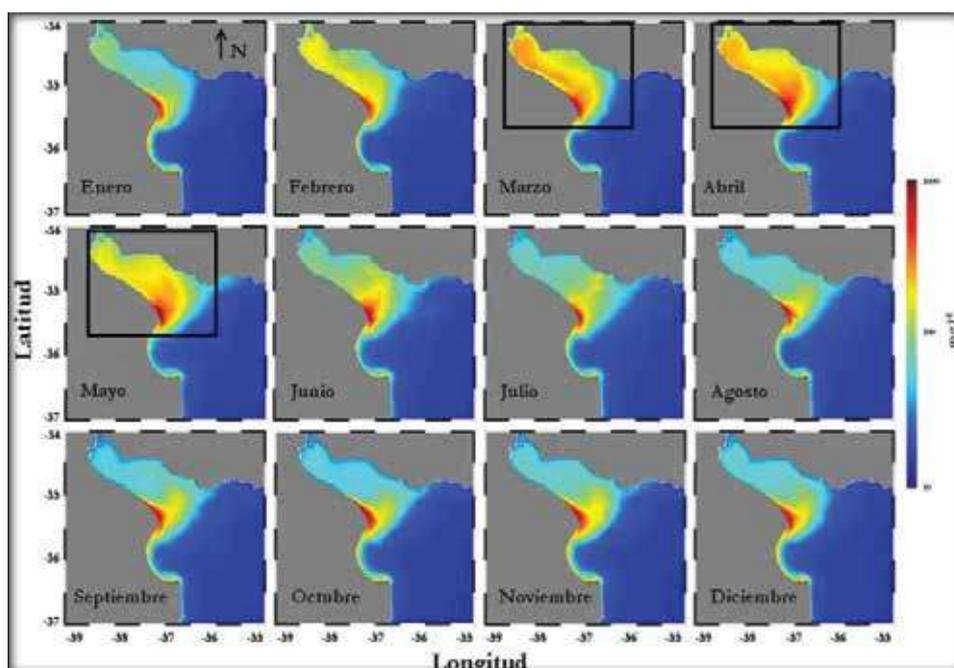


Figura 4. Distribución espacial de la concentración del MPS (mg l⁻¹) mensual para el RdIP, correspondiente a la serie de tiempo 2002-2014.

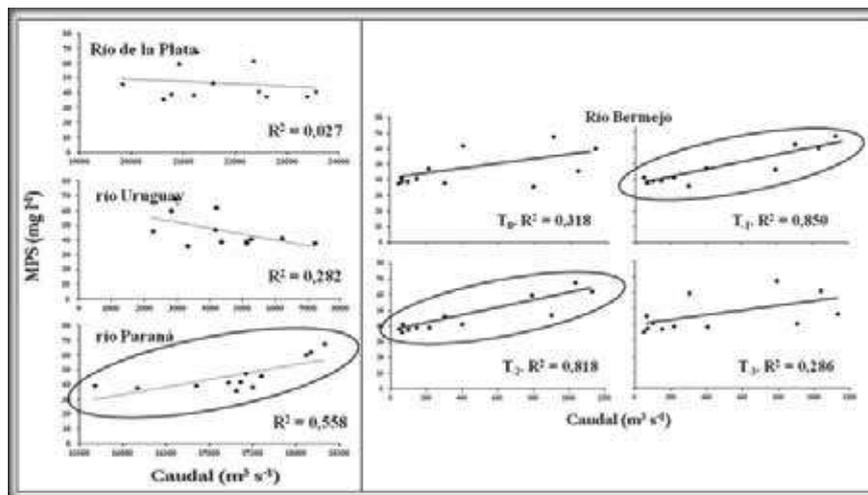


Figura 5. Relación entre la concentración del MPS (mg l^{-1}) y el caudal del RdIP, el río Uruguay, el río Paraná (panel izquierdo), y el río Bermejo (panel derecho). Para este último se analiza la relación a tiempo cero (T₀), con un mes (T₁) y dos (T₂) de retraso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailey, S.; Werdell, P. (2006). A multi-sensor approach for the on orbit validation of ocean color satellite data products. *Remote Sensing of environment* 102: 12-23.

Bilotta, G.S.; Brazier, R.E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research* 42: 2849-2861.

Birkett, C.; Tollner, E.W.; Gattie, D.K. (2007). Total suspended solids and flow regime effects on periphyton development in a laboratory channel. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 50(3): 1095-1104.

Camiolo, M.D.; Cozzolino, E.; Jaureguizar, A.J. (2018). Material particulado en suspensión en el Río de la Plata: importancia del Río Bermejo en su variabilidad espacio-temporal. *Revista de Teledetección Asociación Española de Teledetección* 51: 1-18. Doi.org/10.4995/raet.2018.9864.

Camiolo, M.D.; Cozzolino, E.; Dogliotti, A.I.; Simionato, C.G.; Lasta, C.A. (2019). An empirical remote sensing algorithm for retrieving total suspended matter in a large estuarine region. *Scientia Marina* 83(1): 53-60. Doi.org/10.3989/scimar.04847.22A.

Cerón, J.C.; Borrego, J.; Morales, J.A. (2000). Sobre la contaminación de las aguas del estuario de los ríos Tinto y Odiel (Huelva). *Geogaceta* 27: 39-42.

Doxaran D.; Froidefond, J.M.; Castaing, P. (2009). Dynamics of the turbidity maximum zone in a macrotidal estuary (the Gironde, France): Observations from field and MODIS satellite data. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 321-332. Doi.org/10.1016/j.ecss.2008.11.013.

Fain, A.M.V. (2000). Suspended Particulate Dynamics in the Columbia River Estuary. Tesis Doctoral. Universidad de Washington. 99 pp.

Fenton, C. (2006). Turbidity and suspended sediment yields. Freshwater Creek and Elk river operation report. Humboldt County (California). Redwood Community Action Agency Humboldt Bay. Water Quality. Improvement Program, 17 pp.

Framiñan, M.B.; Etala, M.P.; Acha, E.M.; Guerrero, R.A.; Lasta, C.A.; Brown, O.B. (1999). Physical characteristics and processes of the Río de la Plata estuary. (Eds.) Perillo, G.; Piccolo, C. y Pino-Quivira, M. Estuaries of South America, their geomorphology and dynamics. Berlin: Springer, 161-191.

González-Ortegón, E.; Subida, M. D.; Cuesta, J. A.; Arias, A. M.; Fernández-Delgado, C. y Drake, P. (2010). The impact of extreme turbidity events on the nursery function of a temperate European estuary with regulated freshwater inflow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 87, 311-324.

Hooker, S.B.; McClain, C.R. (2000). A comprehensive plan for the calibration and validation of SeaWiFS data. *Progress in Oceanography* 45: 427-465.

Marquis, P. (2005). Turbidity and Suspended Sediment as Measures of Water Quality. *Watershed Management Bulletin* 9(1): 21-23.

Packman, J.J.; Comings, K.J.; Booth, D.B. (1999). Using turbidity to determine total suspended solids in urbanizing streams in the Puget Lowlands: in *Confronting Uncertainty: Managing Change in Water Resources and the Environment*, Canadian Water Resources Association Annual Meeting, Vancouver, BC. (27-29): 158-165.

Simionato, C.G.; Moreira, D.; Cayocca, F.; Gohin, F. (2011). Proyecto FREPLATA-FFEM: Modelado numérico y mediciones in situ y remotas de las transferencias de sedimentos finos a través del Río de la Plata Parte c: Análisis de observaciones satelitales MODIS de sedimentos en suspensión y clorofila-a. *Frente Marítimo* 22: 305-328.

Suren, A.M.; Martin, M. L.; Smith, B.J. (2005). Short-term effects of high suspended sediments on six common New Zealand stream invertebrates. *Hydrobiología* 548: 67-74.

Wenger, A.S.; Harvey, E.; Wilson, S.; Rawson, C.; Newman, S.J.; Clarke, D.; Saunders, B.J.; Browne, N.; Travers, M.J.; Mcilwain, J.L.; Erftemeijer, P.L.A.; Hobbs, J.P.A.; Mclean, D.; Depczynski, M.; Evans, R.D. (2017). A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and Fisheries* 18(5): 1-19. Doi.org/10.1111/faf.12218.

Lucrecia ALLEGA¹; Eleonora VERÓN²; Ezequiel COZZOLINO¹

1- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

2- Comisión Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET) Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

lallega@inidep.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El sensoramiento remoto es un conjunto de técnicas que permiten identificar, medir y analizar las propiedades de los objetos en la superficie terrestre sin estar en contacto físico con los mismos. En la actualidad existen una gran variedad de satélites con fines científicos, que desde una distancia aproximada de 800 kilómetros, obtienen imágenes de la superficie del océano que constituyen una herramienta útil y complementaria para los trabajos de investigación, al ofrecer una visión panorámica y global del área de estudio. El Subprograma de Sensoramiento Remoto procesa mensualmente imágenes satelitales de la temperatura superficial del Mar Argentino y de los principales puertos pesqueros. Estos productos se encuentran disponibles en el sitio web del INIDEP con una actualización mensual (<https://www.argentina.gob.ar/inidep/informacion-satelital>).

El SERE genera mapas mensuales de temperatura superficial del mar, a partir de mediciones del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) que se encuentra a bordo del satélite Aqua. La temperatura superficial del mar medida por este satélite y otros similares es utilizada para analizar la dinámica del océano y su vinculación con las pesquerías de interés comercial. El objetivo del mismo fue presentar las actividades relacionadas con el estudio de las variables ambientales en el Mar Argentino, con énfasis en la tsm.

RESULTADOS

El grupo de trabajo del SERE disertó acerca de actividades llevadas a cabo, así como el acceso a la información generada. En la presentación se hizo hincapié en aquellos productos disponibles en el sitio web del INIDEP referidos a la tsm (<https://www.argentina.gob.ar/inidep/informacion-satelital>) sobre la zona de Bahía Samborombón que se detallan a continuación.

El mapa de la izquierda muestra la temperatura superficial del mar promedio correspondiente al mes en cuestión. La gama de colores en torno a los rojos, indica las temperaturas más altas, mientras que los azules las más bajas. Los blancos indican la ausencia de datos.

En el mapa de la derecha se muestra la anomalía de la temperatura. Este valor indica cuán caliente o frío estuvo la superficie del mar durante el mes de análisis, con respecto al valor promedio histórico (2002 - 2019). El mapa debe interpretarse de la siguiente manera: los colores azules se asocian a zonas que durante el mes estuvieron más frías, mientras que los rojos denotan el comportamiento inverso. Por último, los blancos indican que la temperatura se mantuvo cercana al valor histórico y los negros la ausencia de datos.

1) Mapas horizontales de la temperatura superficial del mar

El SERE genera mapas mensuales de tsm a partir de mediciones del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) que se encuentra a bordo del satélite Aqua. La tsm medida por este satélite y otros similares es utilizada para analizar la dinámica del océano y su vinculación con las pesquerías de interés comercial.

El mapa de tsm (Fig.1, izquierda) muestra la temperatura promedio correspondiente al mes analizado. La gama de colores en torno a los rojos, indica las temperaturas más altas, mientras que los azules las más bajas. Los blancos indican la ausencia de datos.

En el mapa de anomalía superficial del mar (Fig.2, derecha) muestra cuán caliente o frío estuvo la superficie del mar durante el mes de análisis, con respecto al valor promedio histórico (2002 - 2019). El mapa debe interpretarse de la siguiente manera: los colores azules se asocian a zonas que durante el mes estuvieron más frías, mientras que los rojos denotan el comportamiento inverso. Por último, los blancos indican que la temperatura se mantuvo cercana al valor histórico y los negros la ausencia de datos.

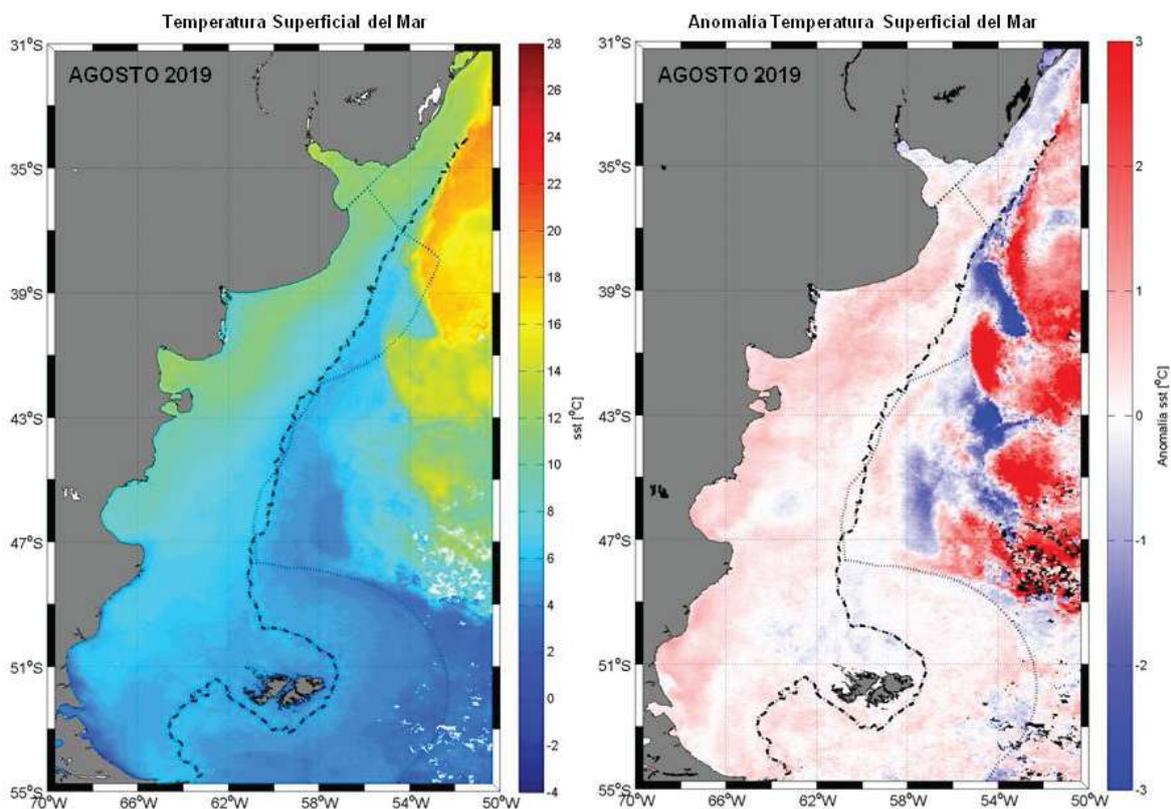


Figura 1. Distribución horizontal media de la temperatura superficial del mar (izquierda) y la anomalía de la temperatura superficial del mar (derecha). Fuente: <https://www.argentina.gov.ar/inidep/informacion-satelital/temperatura-superficial-del-mar-partir-de-imagenes-satelitales>.

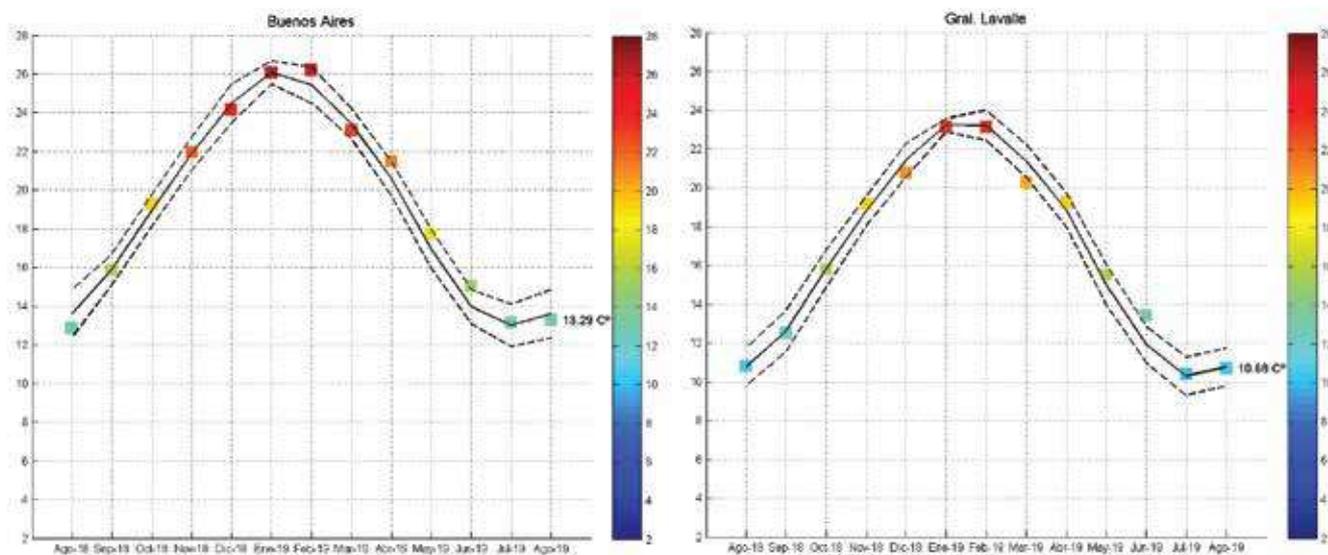
2) Temperatura superficial del mar en los principales puertos de la Argentina

La tsm se obtiene a partir del procesamiento de datos satelitales Aqua - MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) correspondientes a la banda de 11 μm y 12 μm (nocturna) y con una resolución espacial de 4 km. Los puntos de muestreo satelital se encuentran a una distancia aproximada de 13 km de la costa. Se evitó tomar puntos de muestreo muy cercanos para evitar mediciones erróneas dado que el sensor MODIS está especialmente diseñado para realizar mediciones oceánicas.



Figura 2. Localización de las estaciones de muestreo satelital en los principales puertos del Mar Argentino. Fuente: <https://www.argentina.gov.ar/inidep/informacion-satelital/temperatura-en-la-superficie-del-mar-argentino>.

En el gráfico (Figura 3) se muestra la distribución mensual de la temperatura, la cual está representada con símbolos de colores (asociados a la escala cromática). La línea negra continua indica el valor medio climatológico y las líneas negras punteadas los desvíos, ambos calculados para el periodo 2002-actualidad. Aquellos valores que están fuera de la línea punteada pueden considerarse como eventos anómalos.



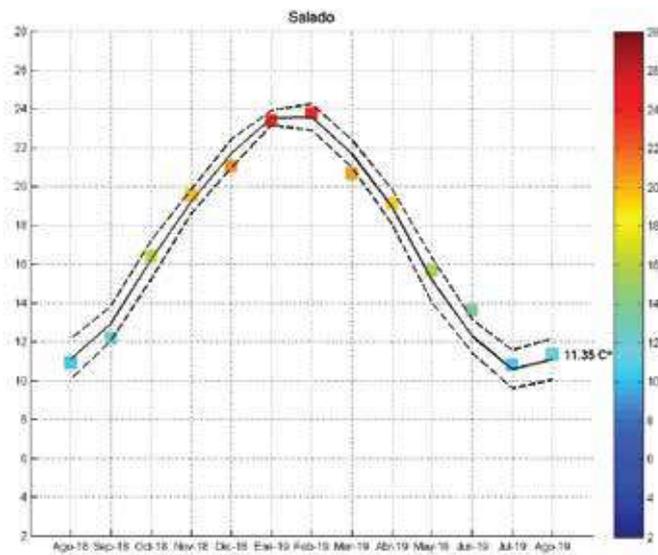


Figura 3. Gráficos de la temperatura superficial del mar para Buenos Aires, Gral. Lavalle y Salada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Procesamiento realizado por el Subprograma de Sensoramiento Remoto INIDEP a partir de datos satelitales descargados de <https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov> NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Biology Processing Group; (2014): Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Ocean Color Data, NASA OB.DAAC, Greenbelt, MD, USA.

Francisco, CELLONE¹; Eleonora, CAROL¹

1-Centro de Investigaciones Geológicas – CONICET – Universidad Nacional de La Plata.

fcellone@fcnym.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La línea de costa es dinámica en si misma debido a fenómenos causados por cambios hidrodinámicos, geomorfológicos, en el nivel del mar y factores excepcionales como tormentas o tsunamis. (Scott, 2005). La mayor parte de las costas del mundo ha experimentado retrocesos en los últimos 100 años (Nicholls et al., 2007). Ante este panorama erosivo global se plantean diversas causas, entre las cuales las más plausibles parecen ser el aumento en el nivel del mar, el cambio climático (en particular el régimen de tormentas) y el impacto de las actividades humanas (Zhang et al., 2004). El estudio de los cambios en la línea de costa, y las tasas a las que estos cambios ocurren es fundamental para la delimitación de zonas de riesgo, para estudios de dinámica litoral y a su vez para predecir y modelar el comportamiento de la costa a futuro (Sherman y Bauer, 1993; Zuzek et al., 2003). En las poblaciones litorales estos estudios deben ser la base para un adecuado ordenamiento territorial y para mitigar o atenuar los impactos de la erosión costera.

Punta Indio (PI) es una pequeña población dentro del partido homónimo en la provincia de Buenos Aires que se halla ubicada en el litoral del Río de la Plata (RdLP). Su desarrollo socioeconómico depende principalmente de las actividades turísticas llevadas a cabo en la zona costera. Históricamente se ha observado un marcado retroceso de la línea de costa en algunos sectores, sin embargo no han sido realizadas mediciones sistemáticas de dicho fenómeno. Ante la falta de mediciones in situ, las imágenes provenientes de sensores remotos pueden ser de utilidad a la hora de cuantificar estos cambios. La metodología se basa en comparar una serie de imágenes de un mismo punto de la superficie terrestre a lo largo de un cierto intervalo temporal. Existen sin embargo factores a tener en cuenta con respecto a las incertidumbres implícitas en esta metodología. Algunas de ellas están relacionadas con el momento de adquisición de la imagen, por ejemplo, con las condiciones climáticas y mareográficas, mientras que otras están relacionadas con el procesamiento posterior: georeferenciación y digitalización de la línea de costa. Resulta indispensable considerar estos errores e incertidumbres a la hora de producir resultados confiables y estadísticamente significativos (Thieler y Danforth, 1994; Moore, 2000; Morton et al., 2004).

En el litoral del partido de PI se desarrolla un humedal intermareal de manera prácticamente continua a lo largo de la línea de costa (Figura 1). Históricamente ha sido afectado en numerosos sectores por la actividad humana, principalmente a través de la actividad turística y del retiro de la vegetación ribereña por los "junqueros". Se ha atribuido a los humedales intermareales, y en especial la vegetación que se encuentra entre las líneas media de marea alta y baja, numerosos beneficios y funciones que conciernen a la protección costera, al reducir principalmente la energía del oleaje (Gedan et al., 2011). En el área de estudio dicha vegetación se halla representada por la comunidad de *Vigna Luteola* comunidad principalmente representada por *Scirpus Americanus* (Cagnoni et al., 1996). El objetivo del presente trabajo fue cuantificar y predecir

los desplazamientos en la línea de costa planteando la generación de pautas y planes de mitigación de los efectos adversos de los mismos.



Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio, detalle de la superficie ocupada por el humedal intermareal.

METODOLOGÍA

Se realizó un análisis multitemporal de la línea de costa, comparándose fotografías aéreas de los años 1943, 1964, 1968, 1973 y 1987 e imágenes satelitales de 2003, 2010 y 2013. Las mismas fueron georeferenciadas en el sistema de proyección WGS84/TMARG6 tomándose como base una serie de puntos de control provenientes del Instituto Geográfico Nacional. Posteriormente se digitalizaron las respectivas líneas de costa sobre la base de la línea de vegetación ribereña y se calcularon tasas de desplazamiento y desplazamientos netos de la línea de costa. Los cálculos fueron realizados utilizando el software DSAS 4.3 (Thieler et al., 2009), extensión del software ArcGis. El mismo genera, a partir de una línea base definida por el usuario, una serie de transectas perpendiculares a las diferentes líneas de costa, las cuales son utilizadas para calcular los siguientes estadísticos: WLR (Weighted Linear Regresion) y NSM (Net Shoreline Movement). Estos dos valores representan, respectivamente, el valor ponderado de la tasa de desplazamiento de la línea de costa y el desplazamiento neto de la línea de costa. El peso en WLR (w) es definido en función de la varianza de la incertidumbre de la medición (e) ($w = 1/(e^2)$, Genz et al., 2007). El cálculo de la incertidumbre implícita en la digitalización de las líneas de costa ha sido considerado por diversos autores, tomándose en general como la raíz de la suma de los cuadrados de distintos errores (Morton et al., 2004; Bradley et al., 2013). En el presente estudio se utiliza la raíz de la suma de los cuadrados del error de tamaño de pixel, el error de rectificación y el error de digitalización (Ford, 2011, 2013). No se realizaron correcciones con respecto a las fluctuaciones mareales ya que se utilizó la línea de vegetación como referencia y se comprobó que las fotografías e imágenes utilizadas presentaban condiciones de marea baja. El error de digitalización fue tomado del estimado en trabajos previos, adoptándose un valor de 1 (Thieler y Danforth, 1994; Moore, 2000; Morton et al., 2004). Por otro lado, el error de rectificación fue tomado como el máximo valor de RMS para cada imagen, calculado en el momento de la georeferenciación. A excepción de las fotografía de 1943 donde el error es de 9 m, los errores totales estimados fueron menores a 3m. El espaciado adoptado para las transectas fue de 20 m, generándose un total de 1402 transectas. Se tomó a su vez, consideran-

do que no todas las imágenes cubrían la totalidad de la costa, un mínimo de 3 líneas de costa para realizar el cálculo de WLR. Por último, en función del rol de protección costera de la vegetación intermareal, se realizó un mapeo de la misma a lo largo de toda la costa en función de comparar los valores de WLR con la presencia y ausencia de dicha vegetación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todo el sector costero estudiado, los valores medios obtenidos de WLR fueron de $-0,4 \text{ m a}^{-1}$ y los de NSM de $-41,4 \text{ m}$, los cuales atestiguan un leve retroceso para la totalidad de la costa (Figura 2). Sin embargo los valores de desviaciones estándar fueron de $1,7 \text{ m a}^{-1}$ y $95,5 \text{ m}$ respectivamente, lo cual implica una gran heterogeneidad en los datos. Las mayores tasas de retroceso de la línea de costa se corresponden con el sector donde se da el principal desarrollo urbanístico de la localidad de PI. En esta zona las tasas de retroceso alcanzan valores cercanos de -8 m a^{-1} , con retrocesos netos de alrededor de 400 m .



Figura 2. Mapa de las transectas calculadas por DSAS.

Cuando se analizó la relación existente entre la presencia/ausencia de vegetación intermareal a lo largo de la costa y los valores de WLR se obtuvo una importante correlación entre la presencia de vegetación intermareal y las tasas de desplazamiento positivas (Figura 3). Para los sectores con vegetación presente los valores de WLR tuvieron un promedio de $0,5 \text{ m a}^{-1}$ y una desviación estándar de $0,3 \text{ m a}^{-1}$, mientras que para las zonas donde la vegetación natural está ausente los valores de WLR tuvieron una media de $-1,2 \text{ m a}^{-1}$ y una desviación estándar de $1,9 \text{ m a}^{-1}$.

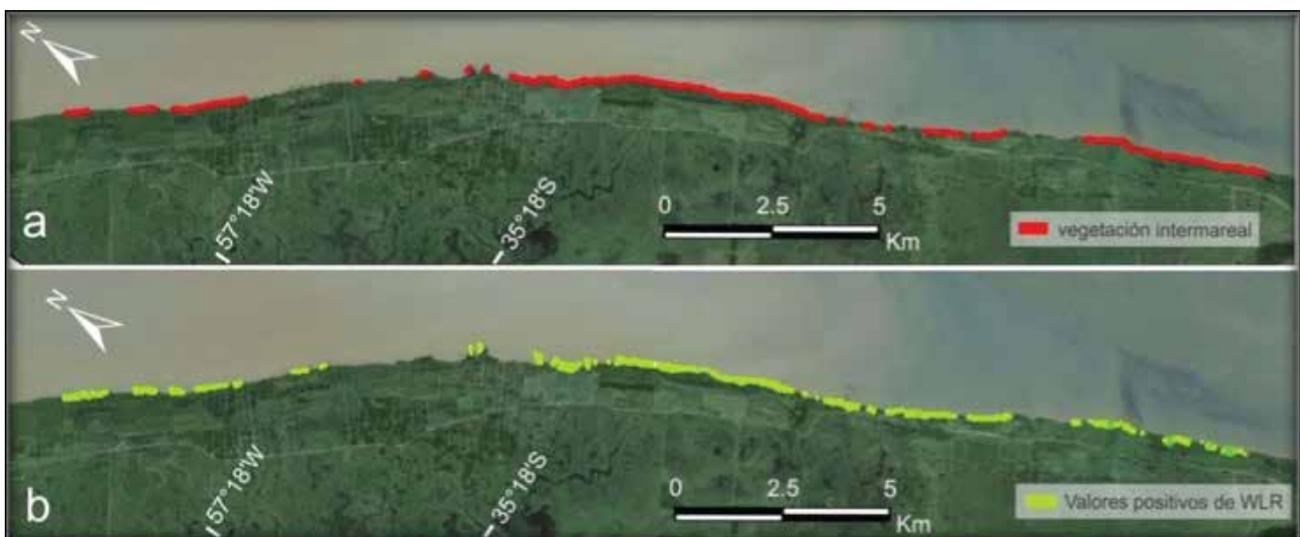


Figura 3. Mapas de la distribución de la vegetación intermareal en 2013 y de los valores positivos de WLR a) Presencia de vegetación intermareal a lo largo de la costa. b) Transectas con valores de WLR positivos.

Existen sectores de la costa donde se observaron tanto desplazamientos positivos como negativos, lo cual es atribuible a un comportamiento normal en la dinámica litoral, es decir, en algunos lugares se produce depositación mientras que en otros el río erosiona la costa. Sin embargo, otros sectores de la costa exhiben tasas de retroceso y retrocesos netos elevados. Estos retrocesos, atribuibles principalmente a erosión costera, parecen estar relacionados a la ausencia de vegetación intermareal. Dicha ausencia trae aparejada una desprotección de la costa ante el oleaje y ante eventos de tormenta. Asimismo, la vegetación intermareal posee la capacidad de retener sedimentos, por lo que dicho proceso se ve disminuido y los fenómenos de acreción costera afectados. Si bien no se tienen registros de la extensión original de la vegetación, es probable que en los lugares donde se ha producido el retiro de la misma, la erosión ha llevado a cabo un proceso continuo que ha inhabilitado la recuperación natural del humedal. Por otro lado, en el sector central del área y coincidiendo con el mayor desarrollo urbanístico de la localidad de PI, se observan las mayores tasas de retroceso y retrocesos netos de toda la costa, lo cual podría ser entendido como fruto de la influencia antrópica en este sector.

Frente a este panorama claramente erosivo resulta indispensable la implementación de estructuras tendientes, cuanto menos, a aminorar los procesos que ponen en riesgo la sustentabilidad costera. Tradicionalmente, en situaciones de este tipo donde el proceso erosivo ha tomado un carácter tal que compromete la infraestructura y el desarrollo urbanístico de una localidad, se plantean la construcción de murallones, escolleras, entre otras estructuras de defensa costera. Sin embargo, los efectos adversos de dichas estructuras en la dinámica litoral y en los ecosistemas costeros están ampliamente documentados e incluyen, entre otros problemas, aceleramiento de la erosión, pérdida de biodiversidad, cambios geomorfológicos e hidrográficos (Currin et al., 2010). A partir de este último planteo, y teniendo como objetivo la preservación del medio natural, conjuntamente con la atenuación de la erosión, se plantea el paradigma de restauración costera o "living shorelines" (National Research Council, 2007). Dicho sistema involucra la utilización y construcción de estructuras artificiales conjuntamente con la restauración de la vegetación natural de los humedales (Gedan et al., 2011; Swann, 2008).

Existen numerosos ejemplos de humedales intermareales a lo largo del mundo donde estas técnicas comienzan a reemplazar a los enfoques tradicionales con buenos resultados ya que tan solo una franja estrecha de humedal recuperado, es decir, pocas decenas de metros, puede atenuar significativamente la erosión (Gedan et al., 2011; Currin et al., 2010; Swann, 2008). En nuestro país prevalecen sin embargo las técnicas tradicionales de protección costera y no existen ejemplos, al menos citados en la bibliografía, donde se hayan implementado otro tipo de soluciones. Por otra parte, la mayor parte de los trabajos de restauración y los proyectos de "living shorelines" han sido desarrollados en humedales que poseen comunidades vegetales diferentes a las del RdIP y principalmente bajo la restauración de la vegetación de *Spartina alterniflora* (Gedan et al., 2011), por lo que no se conoce qué respuesta pueden tener las restauraciones de las comunidades autóctonas. Dada esta alternativa y la problemática erosiva de la localidad estudiada, se propone como alternativa para restaurar la costa la realización de medidas de mitigación según el modelo presentado por Currin et al. (2010), y por la División de Conservación de Hábitat de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (Figura 4).

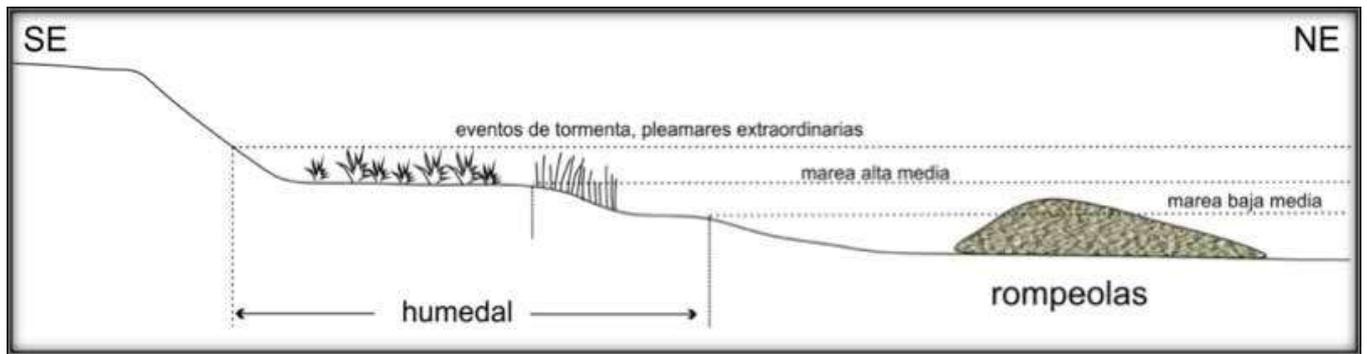


Figura 4. Esquema del perfil de playa con la implementación de rompeolas y ubicación de la vegetación en el humedal intermareal.

En el mismo se plantea la construcción de rompeolas sumergidos por debajo de la línea media de marea alta y de manera paralela a subparalela a la línea de costa (Figura 5). Su importancia radica en la capacidad de reducir la energía del oleaje y al mismo tiempo generar zonas protegidas donde puede ser restaurada la vegetación natural. Detrás de estas estructuras es recomendable la restauración de la vegetación natural del humedal.



Figura 5: Posible ubicación para la construcción del rompeolas. Distribución de la vegetación intermareal presente en 2013 y posible zona de restauración de la vegetación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Base Aeronaval de Punta Indio por las fotografías aéreas suministradas y a la Municipalidad de Punta Indio por el apoyo e interés brindados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cagnoni, M.; Faggi, A.M.; Ribichich, A. (1996). La vegetación de la Reserva El Destino (Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires). Parodiana 9(1): 25-44.

Currin, C.A.; Chappell, W.S.; Deaton, A. (2010). Developing alternative shoreline armoring strategies: the living shoreline approach in North Carolina. Puget Sound Shorelines and the Impacts of Armoring - Proceedings of a State of the Science Workshop, 91-102.

- Ford, M. (2011). Shoreline changes on an urban atoll in the Central Pacific Ocean: Majuro Atoll, Marshall Islands. *Journal of Coastal Research* 28: 11-22.
- Ford, M. (2013). Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands. *Remote Sensing Environmental* 135: 130-140.
- Gedan, K.B.; Kirwan, M.L.; Wolanski, E.; Barbier, E.B.; Silliman, B.R. (2011). The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: Answering recent challenges to the paradigm. *Climate Change* 106: 7-29.
- Genz, A.S.; Fletcher, C.H.; Dunn, R.A.; Frazer, L.N.; Rooney, J.J. (2007). The predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research* 23:87-105.
- Moore, L.J. (2000). Shoreline mapping techniques. *Journal of Coastal Research* 16: 111-124.
- Morton, R.A.; Miller, T.L.; Moore, L.J. (2004). National assessment of shoreline change part 1: Historical shoreline changes and associated coastal land loss along the US Gulf of Mexico. US Geological Survey Open File Report 1043, 44.
- National Research Council (NRC) (2007). *Mitigating shore erosion along sheltered coasts*. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Nicholls, R.J.; Wong, P.P.; Burkett, V.R.; Codignotto, J.O.; Hay, J.E.; McLean, R.F.; Ragoonaden, S.; Woodroffe, C.D. (2007). Coastal systems and low-lying areas. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Parry M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; van der Linden, P.J.; Hanson, C.E.; Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 315-356.
- Bradley, M.R., Fletcher, C.H.; Barbee, M.M.; Anderson, T.R.; Frazer, L.N. (2013). Are Beach Erosion Rates and Sea-Level Rise Related in Hawaii. *Global and Planetary Change* 108: 149-157.
- Scott, D.B. (2005). Coastal changes, rapid. In: Schwartz, M.L. (Ed.), *Encyclopedia of coastal sciences*. Springer, The Netherlands. pp. 253-255.
- Sherman, D.J.; Bauer, B.O. (1993). Coastal geomorphology through the looking glass. *Geomorphology* 7: 225-249.

Swann, L. (2008). The Use of Living Shorelines to Mitigate the Effects of Storm Events on Dauphin Island, Alabama, USA. American Fisheries Society Symposium 64, pp. 11.

Thieler, E.R.; Danforth, W.W. (1994). Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors. Journal of Coastal Research 10 (3): 7-20.

Thieler, E.R.; Himmelstoss, E.A.; Zichichi, J.L.; Ergul, A. (2009). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 1278.

Zhang, K.; Douglas, B.C.; Leatherman, S.P. (2004). Global Warming and Coastal Erosion. Climatic Change 64: 41-58.

Zuzek, P.J.; Nairn, R.B.; Thieme, S.J. (2003). Spatial and temporal consideration for calculating shoreline change rates in the Great Lakes Basin. Journal of Coastal Research 38: 125-146.

Gabriela Gonzalez TRILLA^{1,2}, Eliana GONZALEZ^{1,2}, Laura SAN MARTÍN^{1,2}, Patricia KANDUS¹

1- Laboratorio de Ecología Teledetección y Ecoinformática (LETyE). Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina

2- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
pkandus@unsam.edu.ar

En el Laboratorio de Ecología Teledetección y Ecoinformática trabajamos desde el año 2008 en diferentes aspectos vinculados al estudio de los humedales y su relación con las características y procesos que ocurren en ellos con datos provistos por sensores remotos principalmente satelitales. En este sentido, desarrollamos esquemas conceptuales de identificación, delimitación y clasificación de los humedales, metodologías de mapeo y monitoreo a partir de datos satelitales, provisión de indicadores georreferenciados de estado y sustentabilidad <http://www.unsam.edu.ar/humedales/> y estudios de patrones de diversidad y cambio en los ecosistemas. La actividad de investigación en la academia la integramos con una activa participación con los organismos de gestión del ambiente a nivel nacional (SAYDS-siglas) y de la provincia de Buenos Aires (OPDS) con el objeto de desarrollar conceptos y procedimientos para la creación de un inventario de humedales en el territorio nacional.

Los trabajos en la costa bonaerense comenzaron aproximadamente en el año 2006, con el inicio del trabajo de Doctorado titulado Patrones de biomasa de *Spartina* spp. en dos marismas costeras de la provincia de Buenos Aires (Gonzalez Trilla, 2010). En el trabajo de Tesis se generaron modelos alométricos de estimación de biomasa para dos especies características de las marismas de la provincia de Buenos Aires: *Spartina densiflora* en Mar Chiquita y *Spartina alterniflora* en Bahía Blanca (Figura 1). Se utilizó un método no destructivo aplicado a parcelas permanentes basado en los modelos mencionados para determinar los valores de biomasa y productividad primaria en los dos sitios. Asimismo, se registraron a campo los perfiles espectrales para distintos niveles de biomasa en esas mismas comunidades mediante la utilización de un radiómetro de campo y se generaron modelos de regresión de biomasa basados en índices sintéticos derivados de datos hiperespectrales. Finalmente se aplicaron estos modelos de biomasa generados a una serie de tiempo de datos Landsat TM y se compararon con los datos de biomasa medidos a campo (Figura 2). A partir de los resultados de esta tesis surgieron diversas publicaciones (Gonzales Trilla et al., 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2016).

A partir del año 2014 comenzamos a trabajar en los humedales de la Bahía Samborombón - Planicie Costera de Ajó. Allí Eliana Belén Gonzalez desarrolló su Tesis Doctoral titulada Humedales de la Llanura Costera De Ajó - Samborombón: Identificación y Caracterización mediante herramientas de teledetección (Gonzalez, 2019). El objetivo del trabajo fue vincular observaciones de sensores remotos con variables biofísicas y la expresión espacial de las principales comunidades vegetales, que tendrían carácter de indicador ambiental, de los humedales costeros de Ajó - Samborombón.

En el Capítulo 1 la espectroradiometría de campo permitió caracterizar y diferenciar las firmas espectrales de las especies dominantes de las comunidades vegetales (*Sporobolus densiflorus*, *Sarcocornia ambigua* y *Bolboschoenus maritimus*) y establecer la relación con variables biofísicas de la vegetación. La porción del verde permitiría discriminar a *B. maritimus* de las otras dos comunidades. Dentro de cada comunidad las firmas se pudieron ordenar de acuerdo a su cobertura y biomasa fotosintética en la porción visible del espectro. La simulación espectral de sensores remotos multiespectrales a partir de datos de campo mejoró la separabilidad de las tres coberturas y se determinaron las bandas verde, amarilla e Infrarroja como óptimas para el caso de WorldView-2. En el Capítulo 2 se generó un mapa de alta resolución espacial a partir de una imagen WV-2 obteniéndose 81% de exactitud de la clasificación y un valor de Kappa de 78,1%. Las mayores coberturas correspondieron a *Sa. ambigua* (24,5%) seguida de *Sp. densiflorus* (21,9%), *C. selloana* y pastizales pampeanos (14,9%) y *B. maritimus* (4,42%). Estos resultados ya fueron publicados (Gonzalez, 2019) (Figura 3). Se definieron cinco Unidades de paisaje: la Unidad A con dominancia de *Sa. ambigua* y matas dispersas de *Sp. densiflorus*; la Unidad B presentó una matriz de *Sa. ambigua* con stands aislados de *C. selloana* rodeados por anillos de *Sp. densiflorus*; la Unidad C estuvo dominada por *B. maritimus* a lo largo de los márgenes de los canales; la Unidad D presentó lagunas someras con franjas de *B. maritimus*; la Unidad E estuvo dominada por *Sp. densiflorus* y junto con pastizales pampeanos en posiciones más elevadas. En el Capítulo 3 se estableció la relación entre la presencia/ausencia de las comunidades vegetales y sus características biofísicas con variables ambientales resultando los modelos significativos para las tres especies. Las variables más explicativas fueron: conductividad, pH y Unidad del paisaje. La elevación explicó parcialmente la presencia de estas. Los resultados obtenidos constituyen un aporte concreto para entender la heterogeneidad y el funcionamiento del sistema, y establecer criterios de inventario y monitoreo de los humedales a escala local y de paisaje.

También en el año 2014 comenzó su Tesis Doctoral Laura San Martín, titulada: La geomorfología como condicionante de la expresión espacial de los humedales en el paisaje de la Llanura costera de Ajó. Análisis a partir de datos satelitales, la cual sería defendida hacia fin de este año (2019). La llanura costera de Ajó corresponde actualmente a un sistema fluvial arréico que funciona como un sistema de paisajes de humedal depresional aunque se formó por procesos costeros durante el Holoceno. Está conformado por una red intrincada de canales de mareas de diferente calibre, activas e inactivas, con parches de ambientes terrestres. El relieve subhorizontal, los sedimentos finos de baja permeabilidad y los aportes de agua de fuentes diversas (precipitaciones, acuíferos, mareas y escorrentía superficial ocasional) determinan una dinámica que no posee un patrón anual definido y depende fuertemente de las variaciones en las condiciones climáticas y el balance hídrico. Algunas de las funciones ecosistémicas de estos humedales son el control de la erosión de la línea de costa y la regulación hídrica, que son de suma importancia en el marco del cambio climático y el ascenso del nivel del mar actuales. La actividad tradicional es la ganadería, pero la expansión e intensificación de la misma con modos de producción terrestre e industrial, ejercen una fuerte presión sobre los humedales comprometiendo su conservación y permanencia. Los

objetivos de este trabajo incluyen el análisis de la geomorfología como condicionante de la ocurrencia de humedales y la exploración de distintas estrategias de identificación y mapeo de humedales a partir de datos satelitales. La Tesis consta de tres capítulos de resultados. En el primer capítulo se identificaron siete unidades geomorfológicas a partir de datos de topografía, geología, geomorfología, suelos y red de drenaje. Dos de las unidades fueron divididas en subunidades tomando como criterio variaciones menores en la red de drenaje o modificaciones posteriores a su formación. Los límites de las unidades fueron corroborados y corregidos a partir de campañas de relevamiento a campo y las unidades fueron descritas en base a perfiles sedimentarios y análisis granulométricos de sedimentos tomados con barrenos de dos metros de profundidad, perfiles geomorfológicos y la vegetación dominante. En cada unidad se relevó el tipo y las características de los humedales presentes. Se discuten los resultados encontrados como base para la delimitación de unidades de paisajes de humedales, teniendo en cuenta las clasificaciones de emplazamiento de humedales existentes y las similitudes y diferencias con respecto a mapas previos realizados con diferentes enfoques y objetivos.

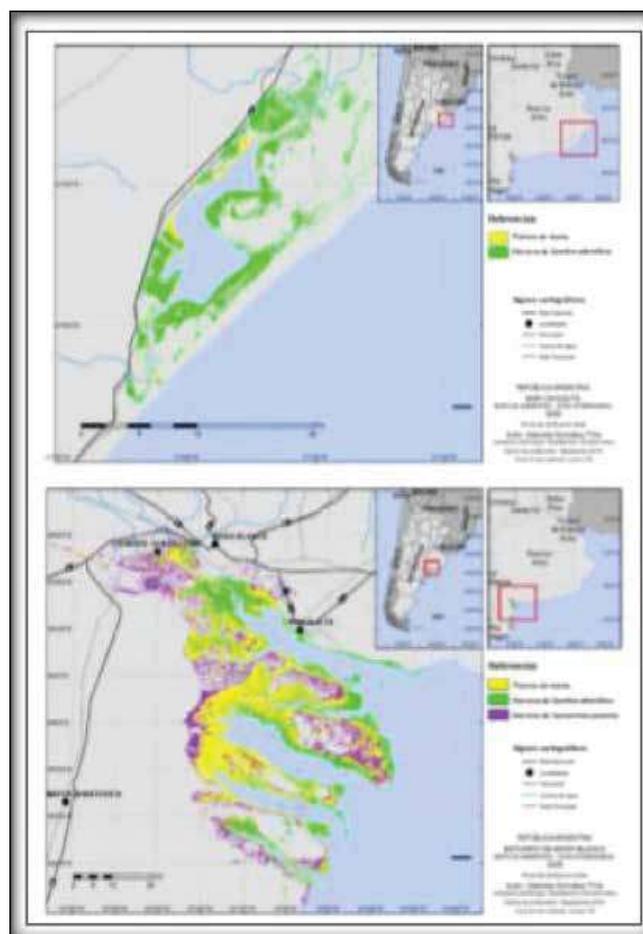


Figura 1. Distribución de especies en las marismas costeras bonaerenses. A) Bahía Blanca. B) Mar Chiquita. Fuente: Gonzalez Trilla, 2010. Tesis Doctoral.

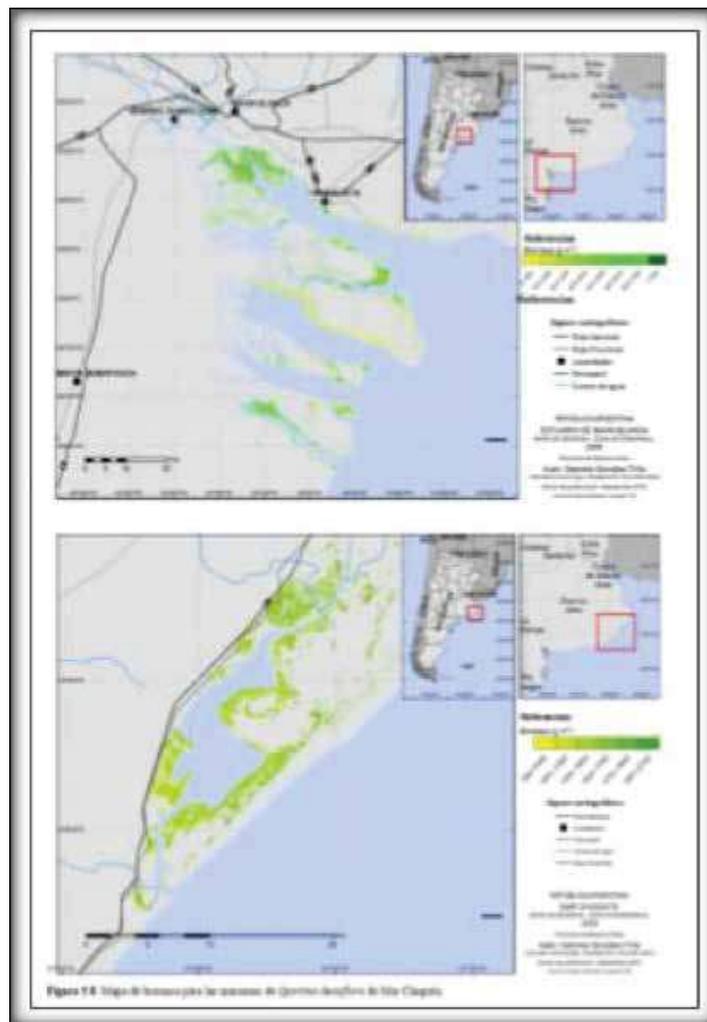


Figura 2. Patrones de biomasa. A) *Spartina alterniflora* en Bahía Blanca. B) *Spartina densiflora* en Mar Chiquita. Fuente: Gonzalez Trilla, 2010. Tesis Doctoral.

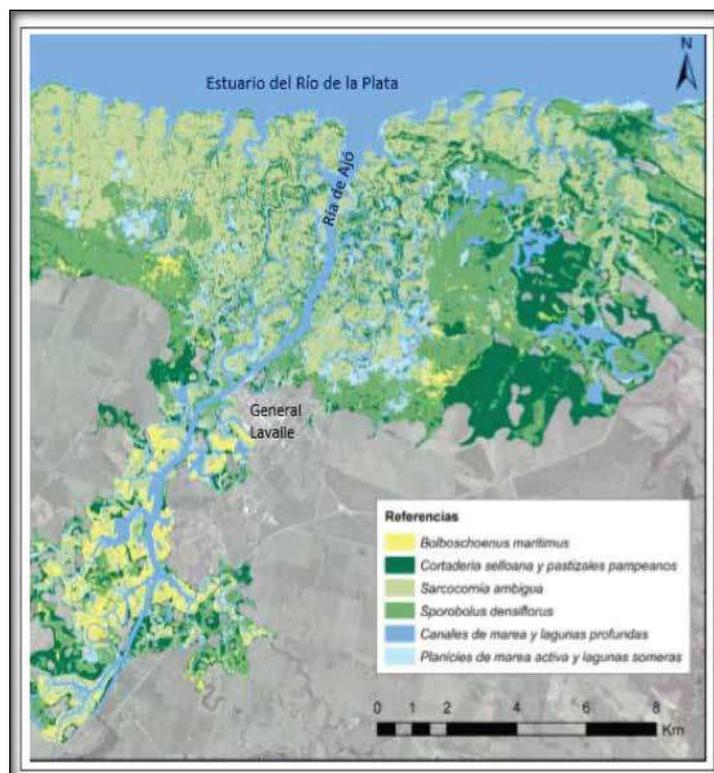


Figura 3. Expresión espacial de las principales comunidades de las marismas del Sistema Ajó - Samborombón. Fuente: Gonzalez, 2019; Gonzalez et al., 2019.

Pablo GIORGI¹

1- Guardaparque del Parque Nacional Campos del Tuyú

pgiorgis@apn.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Campos del Tuyú (PNCT) está ubicado en el litoral del estuario exterior del Río de la Plata (RdlP), siendo uno de sus límites la Bahía Samborombón. Los ambientes de la bahía constituyen el humedal mixohalino más extenso de Argentina que alberga un rico ecosistema con la flora y fauna características de la pampa deprimida. Este humedal cumple importantes funciones y brinda servicios ecosistémicos, tales como controlar las inundaciones, depurar las aguas, retener y exportar sedimentos, brindar áreas de descanso para aves migratorias y de reproducción de peces, y ser el hábitat del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), especie de ciervo cuya última población silvestre bonaerense sobrevive en la Bahía Samborombón ya que se encuentra en peligro de extinción, entre otros aspectos de interés. Sin duda, este humedal, tiene un gran potencial futuro como espacio para la interpretación de la naturaleza, la recreación y el turismo.

Gran parte de la superficie del PNCT es una marisma que al igual que la mayor parte de las costas estuariales a nivel global se encuentra en serio riesgo de desaparición a causa de los efectos del cambio climático. El calentamiento global originó el desplazamiento hacia el sur del anticiclón semi-permanente del Atlántico Sur con la consecuente alteración del clima de vientos en la región (Camilioni et al., 2005; Pescio et al., 2015), alteración en la frecuencia y alturas de las ondas de tormenta conocidas como "sudestadas" (D'Onofrio et al., 2008) y cambios en las alturas (Dragani et al., 2010) direcciones y frecuencias de ocurrencia de las olas (Martín et al., 2010; Codignotto et al., 2010, 2012).

La baja altimetría y topografía de la Bahía Samborombón aumenta la vulnerabilidad de los ambientes costeros frente a los efectos del cambio climático. Entre los efectos del cambio climático, se encuentran el ascenso del nivel medio del mar, los cambios en las corrientes cercanas a la línea de costa, la energía de olas y el incremento en la ocurrencia de tormentas, entre otros procesos. Estos provocan la pérdida de los humedales costeros y la fragmentación de ambientes por ampliación y profundización de los canales de marea.

Las estimaciones globales consideran un ascenso del nivel del mar cuyos valores son menores a los estimados inicialmente (30 a 50 cm) para el 2100 (Barros, 2004). Según el INA (Instituto Nacional del Agua) (2005), el escenario proyectado por el IPCC considera un aumento del nivel del mar de 10 cm para el año 2030. Y de acuerdo con las investigaciones realizadas por el SHN (Servicio de Hidrografía Naval) el aumento del nivel del mar registrado en el RdlP sería de 1,8 mm por año durante los últimos 100 años, es decir unos 20 cm en un siglo antes del presente (Codignotto, 2018). Todos los procesos que actúan sobre la dinámica costera aumentan la sensibilidad de la marisma produciendo pérdida de áreas a través de la erosión de la escarpa, cambios en la salinidad, en la vegetación,

dinámica costera aumentan la sensibilidad de la marisma produciendo pérdida de áreas a través de la erosión de la escarpa, cambios en la salinidad, en la vegetación, etc.

Por lo mencionado anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue mensurar procesos de erosión/sedimentación en las costas del PNCT más allá del frente costero de la Bahía Samborombón, mediante la instalación de jalones o puntos fijos ubicados en la planicie de marea actual de la ría de Ajo y los arroyos limítrofes del área protegida: Fransuá y arroyo Las Tijeras.



Figura 1. Área de estudio: Parque Nacional Campos del Tuyú (líneas violetas), y puntos de muestreo (círculos naranjas).

METODOLOGÍA

Cada punto de muestreo está conformado por un jalón en la planicie de marea y una estaca de referencia sobre la escarpa, situada a unos metros tierra adentro. Los jalones están ubicados:

- en la ría de Ajo = 1
- en el arroyo Fransuá = 8
- en el arroyo Las Tijeras = 3

Todos dispuestos entre los 500 m y los 9 km de distancia contada desde la Bahía Samborombón (Figura 1).

Sobre cada punto de muestreo se realizaron cuatro mediciones para mensurar el avance o retro-

ceso de la escarpa, dos para determinar la sedimentación o erosión de la porción emergente del jalón y otra para medir la altura de la escarpa. También se midió la distancia del jalón al pelo de agua para correlacionar con la altura de la marea (Figura 2).

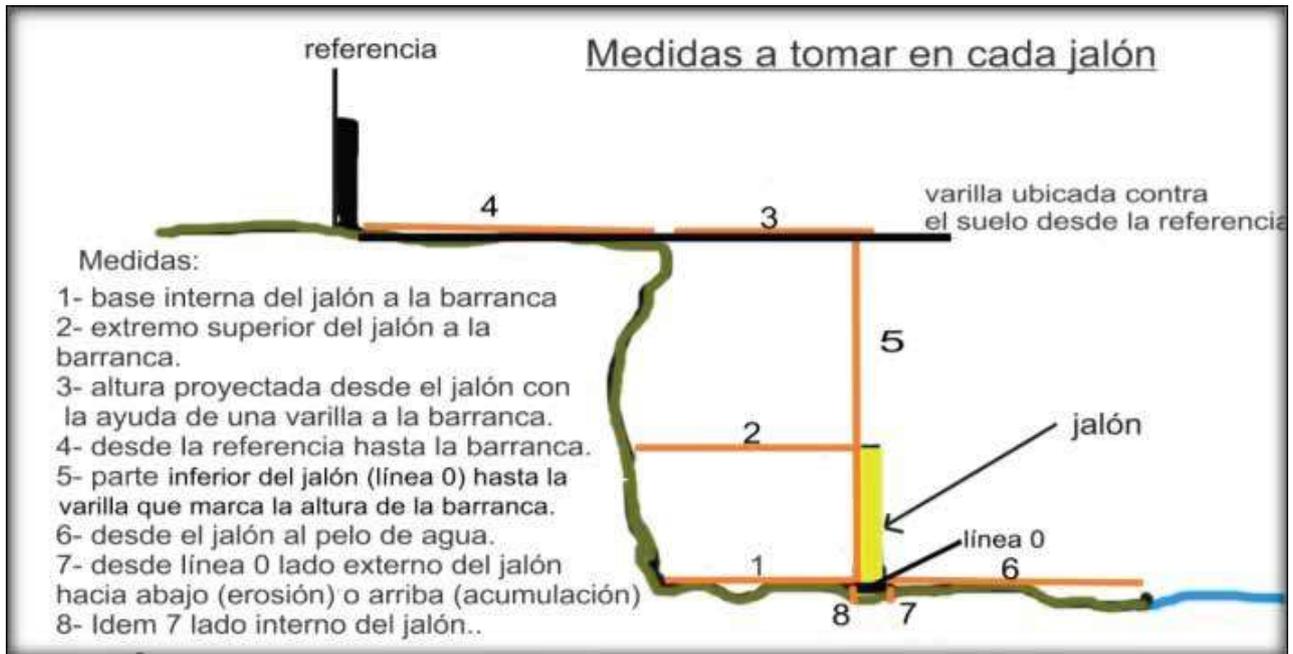


Figura 2. Medidas tomadas en el jalón.

RESULTADOS

Los resultados observados son los que se muestran en los siguientes gráficos:

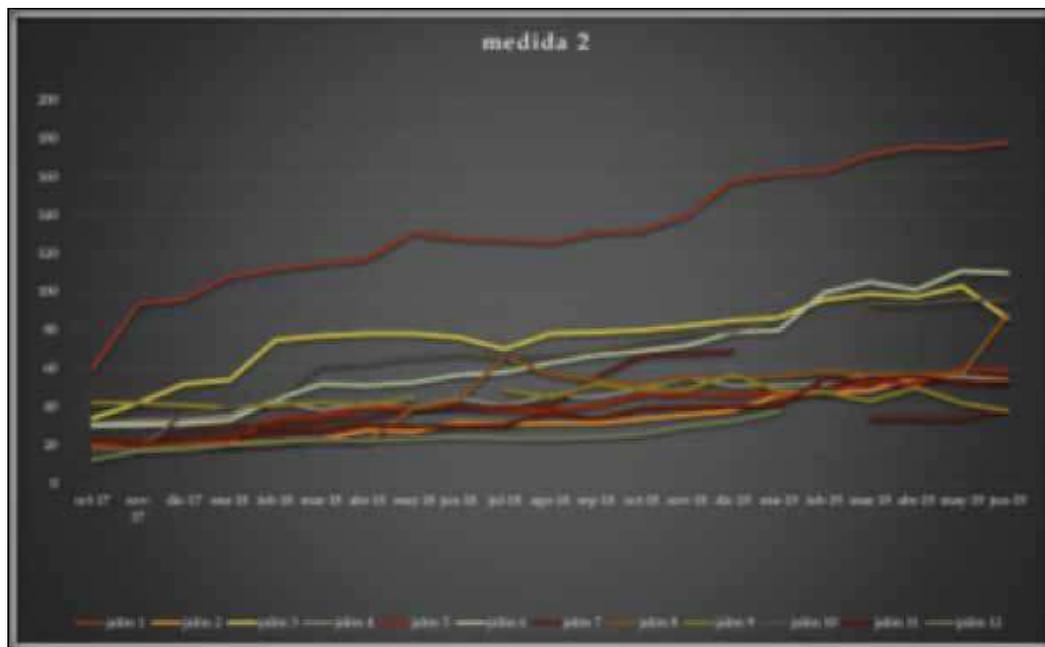


Figura 3. Valores de la medida 2 en los jalones del PNCT. Los valores en la vertical están expresados en cm.

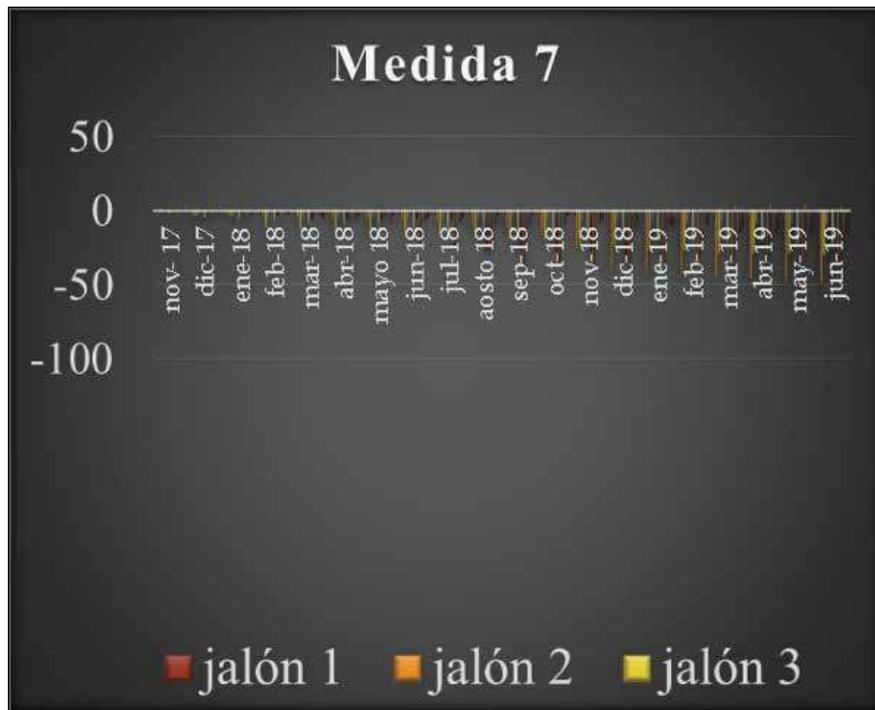


Figura 4. Mediciones de la parte emergente de los jalones. Las medidas en la vertical están expresadas en cm.

De acuerdo con las mediciones obtenidas durante el período de monitoreo relevado se observaron retrocesos de la escarpa en todos los jalones. Desde pocos cm a más de 1 m y un aumento en la erosión de la planicie de marea en la mayoría de los jalones. Las mediciones del jalón 8 pudieron estar influenciadas por su ubicación al final de un canal artificial.

CONCLUSIONES

- La metodología utilizada en las mediciones constituye una herramienta práctica para cuantificar el retroceso (erosión) de los márgenes de los canales en los sitios seleccionados.
- Lo registrado hasta el momento indicó un proceso de retroceso de la escarpa y profundización de los canales de marea en casi todos los sitios de monitoreo. A pesar de no estar mensurado, el mismo proceso se observó hacia el interior de la superficie del PNCP en los canales de marea, situación que está generando un creciente aumento en la fragmentación del terreno.

Guido BACINO

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. - CONICET

INTRODUCCIÓN

Las marismas son ecosistemas muy dinámicos, su tamaño y la estabilidad de sus bordes dependen de sus procesos verticales y horizontales. Hay una extensa evidencia alrededor del mundo de la capacidad de las marismas de adaptarse al aumento del nivel del mar, acretando verticalmente a una tasa mayor (Kirwan et al., 2016; Leonardi et al., 2016; Schuerch et al., 2016). Por otro lado, las marismas son inestables en su dimensión horizontal, representando la principal razón de pérdida de superficie de este ecosistema en las últimas décadas (Fagherazzi et al., 2013). Este proceso de erosión de los bordes de las marismas fue registrado en muchos humedales del mundo y ha sido relacionado con la energía de ola acumulada y el cambio el clima de ola (Bendon et al., 2016; Leonardi et al., 2016; Priestas et al., 2015; Sanford y Gao, 2018). En este contexto de cambio del clima, con una aceleración del aumento del nivel del mar, es probable que las marismas reduzcan su superficie a mayor velocidad (Leonardi y Fagherazzi, 2014; McLoughlin et al., 2015; Van der Wal et al., 2008) y/o migren hacia zonas topográficamente más altas, exceptuando que se encuentren obstruidas por obras antrópicas (Anisfeld et al., 2017; Raabe y Stumpf, 2015; Schuerch et al., 2018). Esta proyección podría darse en una dirección constante o podría experimentar ciclos donde existan pequeños períodos que eventualmente incluyan una expansión de la marisma.

La Bahía de Samborombón es un extenso humedal micromareal ubicado en el exterior del Río de la Plata (RdIP) formado a partir del crecimiento de la espiga arenosa Punta Médanos-Punta Rasa en las etapas iniciales de la transgresión del Holoceno, creando un ambiente protegido que evolucionó en los últimos 6000 años en marismas y planicies de marea (Violante y Cavallotto, 2004). Sobre la costa de la Bahía Samborombón se han observado cambios significativos en la línea de costa definida por el borde de una amplia marisma. La línea de costa está representada principalmente por un microacantilado, en promedio de 80 cm de alto, que define el límite entre la marisma y la planicie de marea. Esta geoforma es modelada principalmente por la acción de las olas y las ondas de tormentas (sudestadas), aunque en la dinámica bio-geomorfología confluyen diversos factores. El mecanismo erosivo observado en la bahía y generado por las olas, socava la base de la escarpa y, debido a la rigidez de la densa capa de raíces de la vegetación, la parte superior queda colgando. Finalmente, a medida que avanza la erosión de la base, la capa superior (vegetación) cede y cae sobre la planicie de marea al pie de la escarpa (Bacino, 2018). Sobre la base de lo expuesto anteriormente el objetivo de este trabajo fue conocer y cuantificar el agente modelador de la costa de la Bahía Samborombón.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Fue simulado el clima de olas y la energía de las mismas (entre 1971 - 2018) a partir de un modelo numérico (SWAN), el cual fue validado en la boca del estuario del RdIP por medio de un olígrafo y mediciones satelitales. El resultado indica un oleaje predominante del sector E seguido por el NE, con una altura significativa de ola (Hs) media comprendida entre 0.15 y 0.30 m y Hs99 (percentil 99) entre 0.45 y 0.60 m. Se encontraron aumentos significativas en Hs y Hs99 (no direccionales) a lo largo de toda la costa de la bahía en las últimas 4 décadas (Bacino et al., 2019). Mientras que esta tendencia en la Hs se acentuó en las direcciones E y NE (~2%/década), también aumentaron los casos de olas provenientes de estas direcciones (~5%/década). A modo de ejemplo, considerando un incremento del 2% por década para Hs, para cualquiera de las direcciones mencionadas, en un período de 50 años resultaría un aumento del 10.4% para Hs. Este impacto se vería potenciado por el incremento en la frecuencia de ocurrencia. Considerando un incremento del 5% en la frecuencia de ocurrencia, luego de 50 años, la cantidad de casos se vería incrementada en un 27.6%. Consecuentemente el oleaje del E y del NE, se habría incrementado tanto en altura como en frecuencia de ocurrencia desde la década del 70 hasta el presente y, por consiguiente, esto podría ser considerado como un factor importante que ha contribuido a la dinámica de la costa de la bahía.

Por otro lado, se estudió la evolución de la costa a partir del análisis de diferentes tipos de imágenes históricas y recientes (entre 1956 y 2017), permitiendo estimar los cambios en la costa en seis áreas específicas de la bahía. El movimiento anual de la costa fue cuantificado por medio de transectas perpendiculares a la línea de costa espaciadas en 50 m a lo largo de las áreas estudiadas (Himmelstoss, 2009; Thieler et al., 1994). Se obtuvo que durante la última década ambos extremos de la bahía se están erosionando y, en algunas áreas, la costa está progradando (Canal 18 y C1N). En general, la tasa media de cambio calculada es mayor en el período reciente (la última década, aproximadamente) que en el período total (aproximadamente los últimos 50 años), lo que revela una aceleración en los procesos de la costa durante los últimos años. Se encontraron tasas significativas de cambios en la costa (es decir, erosión o acreción) en el último período analizado en Bahía Samborombón, que son relativamente altas en comparación con las tasas obtenidas en otras marismas del mundo. Por ejemplo, tasas de erosión de -11.6 m / año (2010-2016) se encontraron en Juan Gerónimo y una expansión de la marisma se estimó casi +29.7 m / año (2010-2017) muy cerca de JGS, en el Canal 18.

Además, se encontraron mayores valores de Flujo de energía de ola incidente (P_i) -con potencial erosivo- en los extremos de la bahía y valores más bajos en el centro (alrededor del canal 18). Las tendencias de aumento del P_i fueron detectadas prácticamente a lo largo casi toda la costa de la bahía (excepto en la desembocadura del Río Ajó). Por otro lado, el flujo de energía de ola paralelo a la costa (P_{IN}), presenta un patrón convergente en la zona costera de la bahía con los valores más bajos en el centro de la bahía, entre el Canal 1 y el Canal 18. El P_{IN} presenta una tendencia significativa sólo en el Río Ajó, manteniéndose estable en el tiempo a lo largo de la bahía. Se destaca que en Río Ajó la capacidad de erosión (P_i) se mantiene bastante estable en el tiempo,

mientras que la capacidad de transporte (PIN) está aumentando.

A pesar que los procesos hidro-sedimentarios en la zona costera de la Bahía de Samborombón son altamente complejos, se propone un modelo conceptual elemental que pretende explicar algunos mecanismos básicos sobre el balance sedimentario del sistema (es decir, la zona costera de la bahía) de la siguiente manera: El Pi se considera el principal agente erosivo de la costa de la bahía. Se encontró erosión en los extremos de la bahía y una expansión de la marisma en el centro de la misma. Los mayores valores de Pi coinciden con las zonas de erosión. El sedimento erosionado (en los extremos de la bahía) se transporta hacia el centro de la bahía mediante un patrón convergente de PIN. La zona de convergencia de PIN coincide con el área de acreción. Nueva vegetación se puede apreciar en el pie de la escarpa, que muestra la capacidad del sistema en la construcción de marismas bajas. Sedimentos erosionados de la costa de la bahía y sedimentos provenientes de fuentes externas (por ejemplo, Río Paraná, canales pluviales o resuspensión de material del fondo del RdIP) pueden contribuir al aumento vertical de la marisma (impulsado por el aumento medio del nivel del mar y eventos de tormenta) y al crecimiento de las áreas de acreción del centro de la bahía.

Para una mejor gestión y planificación de estos ecosistemas se deberá comprender qué marismas son más vulnerables, qué está impulsando su cambio y cuál es su trayectoria futura. Esta es una primera aproximación en la comprensión de la evolución de las marismas y su balance sedimentario en el estuario del RdIP. La implementación mediciones continuas *in situ* (del nivel del agua, la energía de ola efectiva y las corrientes impulsadas por estas, sumado a la cuantificación del balance de sedimentos y el rol de la vegetación) y la implementación de modelos evolutivos podrían dar una perspectiva más sólida sobre la variabilidad de la evolución de las marismas en la bahía en el contexto del cambio del clima.

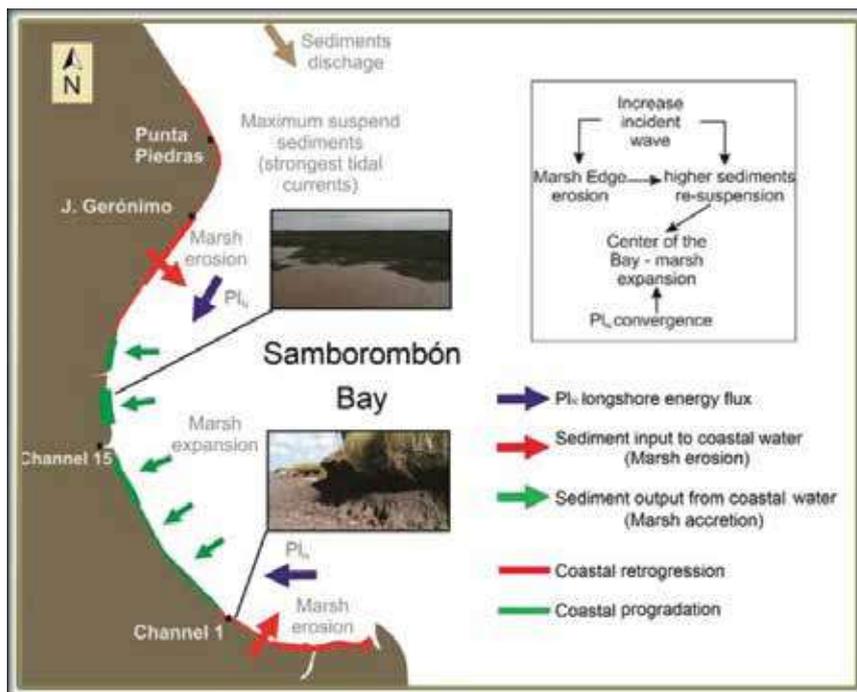


Figura 1. Bahía Samborombón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anisfeld, S.C.; Cooper, K.R.; Kemp, A.C. 2017. Upslope development of a tidal marsh as a function of upland land use. *Glob. Chang. Biol.* 23, 755-766. <https://doi.org/10.1111/gcb.13398>.

Bacino, G.L. 2018. Cambio en el clima de olas del Río de la Plata Exterior y su posible vinculación con la erosión de la costa en Bahía Samborombón, provincia de Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Bacino, G.L.; Dragani, W.C.; Codignotto, J.O. 2019. Changes in wave climate and its impact on the coastal erosion in Samborombón Bay, Río de la Plata estuary, Argentina. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 219, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.01.011>.

Bondoni, M.; Mel, R.; Solari, L.; Lanzoni, S.; Francalanci, S.; Oumeraci, H. 2016. Insights into lateral marsh retreat mechanism through localized field measurements. *Water Resour. Res.* 52, 1446-1464. <https://doi.org/10.1002/2015WR018249>.Received.

Fagherazzi, S.; Mariotti, G.; Wiberg, P.L. 2013. Marsh collapse does not require sea level rise. *Oceanography* 26, 70-77. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2013.47>.

Himmelstoss, E.A. 2009. DSAS 4.0 Installation Instructions and User Guide. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *updated for version 4.3., in: Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A. (Eds.), *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 4.0 — An ArcGIS Extension for Calculating Shoreline Change*. p. 79.

Kirwan, M.L.; Temmerman, S.; Skeehan, E.E.; Guntenspergen, G.R.; Fagherazzi, S. 2016. Overestimation of marsh vulnerability to sea level rise. *Nat. Clim. Chang.* 6, 253-260. <https://doi.org/10.1038/nclimate2909>.

Leonardi, N.; Defne, Z.; Ganju, N.K.; Fagherazzi, S. 2016. Salt marsh erosion rates and boundary features in a shallow Bay. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 121, 1861-1875. <https://doi.org/10.1002/2016JF003975>.

Leonardi, N.; Fagherazzi, S. 2014. How waves shape salt marshes. *Geology* 42, 887-890. <https://doi.org/10.1130/G35751.1>.

McLoughlin, S.M.; Wiberg, P.L.; Safak, I.; McGlathery, K.J. 2015. Rates and Forcing of Marsh Edge Erosion in a Shallow Coastal Bay. *Estuaries and Coasts* 38, 620-638. <https://doi.org/10.1007/s12237-014-9841-2>.

Priestas, A.; Mariotti, G.; Leonardi, N.; Fagherazzi, S. 2015. Coupled Wave Energy and Erosion Dynamics along a Salt Marsh Boundary, Hog Island Bay, Virginia, USA. *J. Mar. Sci. Eng.* 3, 1041-1065. <https://doi.org/10.3390/jmse3031041>.

Raabe, E.A.; Stumpf, R.P. 2015. Expansion of Tidal Marsh in Response to Sea-Level Rise: Gulf Coast of Florida, USA. *Estuaries and Coasts* 39, 145-157. <https://doi.org/10.1007/s12237-015-9974-y>.

Sanford, L.P.; Gao, J. 2018. Influences of Wave Climate and Sea Level on Shoreline Erosion Rates in the Maryland Chesapeake Bay. *Estuaries and Coasts* 41, 19-37. <https://doi.org/10.1007/s12237-017-0257-7>.

Schuerch, M.; Scholten, J.; Carretero, S.; García-Rodríguez, F.; Kumbier, K.; Baechtiger, M.; Liebert, V. 2016. The effect of long-term and decadal climate and hydrology variations on estuarine marsh dynamics: An identifying case study from the Río de la Plata. *Geomorphology* 269, 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.029>.

Schuerch, M.; Spencer, T.; Temmerman, S.; Kirwan, M.L.; Wolff, C.; Lincke, D.; McOwen, C.J.; Pickering, M.D.; Reef, R.; Vafeidis, A.T.; Hinkel, J.; Nicholls, R.J.; Brown, S. 2018. Future response of global coastal wetlands to sea-level rise. *Nature* 561, 231-234. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0476-5>.

Thieler, E.R.; Danforth, W.W.; Danforth, W.W. 1994. Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors. *J. Coast. Res.* 10, 549-563.

Van der Wal, D.; Wielemaker-Van den Dool, A.; Herman, P.M.J. 2008. Spatial patterns, rates and mechanisms of saltmarsh cycles (Westerschelde, The Netherlands). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 76, 357-368. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.07.017>.

Violante, R.A.; Cavallotto, J.L. 2004. Evolution of the semi-enclosed basins and surrounding coastal plains adjacent to the Pampean region, Argentina. *Polish Geol. Inst. Spec. Pap.* 11, 59-70.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LAS TRANSFORMACIONES TERRITORIALES EN LA COSTA ESTUARIAL BONAERENSE

Gabriela D'AMICO

Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena – CIC-UNLP

Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales – UNLP-CONICET.

gabrieladamico@live.com.ar

Los estudios geográficos sobre el devenir espacial de la costa estuarial argentina se han concentrado sobre las áreas con mayor trayectoria histórica y densidad poblacional, siendo escasos los análisis de esta índole en sectores que no forman parte de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Debido a ello, se plantea una contribución teórico-metodológica al área de conocimiento vinculada a los estudios espaciales retrospectivos, considerando que para comprender y actuar sobre el presente territorial es necesario indagar en su pasado como espacio.

La presente propuesta forma parte de una tesis doctoral para optar por el grado de Doctora en Geografía (UNLP), dirigida por la Dra. Claudia Carut y el Dr. Enrique Fucks. Su objetivo principal es analizar el devenir espacial del sector costero entre Berisso y Punta Rasa, desde el origen de su poblamiento hasta la actualidad, a partir un estudio retrospectivo de los cambios en la valoración de disponibilidades costeras expresados en la configuración territorial.

El enfoque teórico-metodológico parte de comprender a los territorios costeros como resultado de valoraciones diferenciales de sus disponibilidades a lo largo del tiempo, dada la intervención de actores sociales con distintos intereses. Se plantea un abordaje desde la geografía crítica considerando al territorio como una construcción social, resultado de la relación dialéctica entre la sociedad y la naturaleza en distintos momentos históricos.

Dado que el abordaje territorial implica la consideración de una escala temporal amplia de análisis, que se extiende desde los primeros asentamientos humanos ca. 3000 años hasta el presente, se utilizan distintas fuentes de información y se proponen metodologías tanto cualitativas como cuantitativas. En particular, las segundas fueron aplicadas al periodo abarcado desde la década de 1920 hasta la actualidad a través del enfoque retrospectivo de análisis multitemporal, dada la existencia de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Se trabaja de manera complementaria con datos recolectados en campo, cartografía histórica, bibliografía específica y entrevistas no estructuradas a informantes clave para interpretar los cambios territoriales.

Para efectuar el análisis multitemporal, las imágenes fueron inicialmente georreferenciadas en un Sistema de Información Geográfica a partir de puntos de control obtenidos en campo mediante GPS y en un sistema de coordenadas planas. Se seleccionaron una serie de fotografías aéreas de sectores del área de estudio que abarcan el periodo 1929-1991, obtenidas en el archivo fotográfico de la Base Aeronaval Punta Indio y de la Argentina de Recaudación de la provincia de Buenos Aires, e imágenes satelitales de alta resolución del software Google Earth para el periodo 2002-2018. Complementariamente, fueron relevadas mensuras de terrenos costeros anteriores al periodo explicitado en el archivo histórico de la Dirección de Geodesia del Ministerio de Infraestructura de la provincia de Buenos Aires.

Aunque no se efectuaron mediciones dado los distintos niveles de detalle de los planos, la información relevada en las mismas es de un valor considerable para conocer usos del suelo y la posición de la línea de costa a lo largo del siglo XIX e inicios del siglo XX.

Para la georreferenciación se obtuvieron puntos de control a partir de elementos antrópicos estables en el tiempo, tales como edificaciones, vías de comunicación e intersecciones de alambrados. En sectores con escasas marcas antrópicas, como algunos de la Bahía Samborombón, se utilizaron como puntos de referencia intersecciones en los canales de marea, dado que los mismos tienen gran estabilidad morfológica a lo largo del tiempo. Posteriormente, se digitalizaron los usos de suelo reales y la línea de costa para cada año y sector. Para el primer indicador, se utilizaron las categorías de "uso del suelo real" empleadas por Bozzano et al. (2008), modificadas y/o complementadas con otros usos surgidos del cruce entre la lectura cartográfica, bibliográfica y la observación en campo. El segundo indicador se mapeó siguiendo distintos criterios dado que las marismas del área de estudio presentan diferentes bordes, atendiendo además a la escasez de datos de captura de las fotografías aéreas. Se mapeó el límite del microacantilado costero y el límite de vegetación de la marisma, en el caso de que el primero no estuviera presente. La digitalización se efectuó manualmente a una escala de detalle constante, mayor a 1:1000.

Para efectuar el análisis cuantitativo de la variación multitemporal de la línea de costa, se utilizaron las herramientas provistas por el Digital Shoreline Analyst System (DSAS) (Thieler et al., 2009), extensión elaborada para su funcionamiento en ArcGis por el Servicio Geológico de Estados Unidos que permite calcular tasas de cambio a partir de diferentes estadísticas. Como insumo para los cálculos, DSAS utiliza las líneas de costa digitalizadas, una línea de base paralela a las anteriores, y transectas que intersectan a las líneas de costa. La aplicación requiere además de parámetros de error de digitalización, que son utilizados en los cálculos estadísticos más avanzados. Para estimar la variación en metros lineales totales se escogió la estadística de Cambio Neto (Net Shoreline Movement –NSM–), que permite calcular la distancia total en la unidad de medida asignada entre la línea de costa más antigua y la más moderna. Para estimar la tasa de cambio en metros por año, se eligió la Regresión Lineal Ponderada (Weighted Linear Regression –WLR–), donde a los datos más confiables, en los que la incertidumbre de la posición es menor, se les otorga mayor énfasis o peso para determinar una línea de mejor ajuste (Himmelstoss, 2009).

Los resultados del análisis multitemporal obtenidos mediante los procesos explicitados fueron interpretados a partir de la lectura bibliográfica, la observación en campo y las entrevistas no estructuradas a informantes clave.

La metodología propuesta permite interpretar cambios territoriales con gran detalle en la escala diacrónica para sectores seleccionados de la costa estuarial bonaerense. Asimismo, el análisis sincrónico permite establecer continuidades y discontinuidades espacio-temporales en las transformaciones analizadas.

PROPUESTA GEOMORFOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LOS AMBIENTES MAREALES DE LA BAHÍA SAMBOROMBÓN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Germán Ricardo BÉRTOLA

Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (CIC y Universidad Nacional de Mar del Plata) e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (CONICET).

gbertola@mdp.edu.ar

<http://www.mdp.edu.ar/igcc/geologia-de-costas-y-paleoecologia/>

Tesis presentada en 1995 en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, Director: Dr. Enrique SCHNACK y Codirector: Dr. Francisco FIDALGO.

La Bahía Samborombón (Figura 1) constituye la zona costera de la Depresión del Salado. Es una costa afectada por procesos litorales y cuya génesis se relaciona con variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario. Los ambientes estudiados -marismas, planicies y canales mareales-, están asociados a condiciones físicas específicas y se encuentran muy influenciados a pequeñas variaciones ambientales. Su desarrollo y evolución está vinculado a la dinámica oceánica, a la progradación y a la actividad de comunidades biológicas.

El objetivo de esta Tesis fue estudiar los ambientes mareales de la bahía, con énfasis en la interrelación forma-dinámica y características sedimentológicas asociadas, y orientado a sus tendencias evolutivas. La investigación comprendió entre otros, el análisis de la geomorfología, texturas, minerales, dinámica y biología de estos ambientes.

En el área de estudio se reconocieron restos de antiguos ambientes sedimentarios (cordones conchiles, cordones de playa fósiles y afloramientos de tosca pedogenética), y depósitos y geoformas pertenecientes a ambientes modernos (cheniers, médanos costeros, praderas de gramíneas, lagunas o bañados de agua dulce/salada -derivadas de cubetas de deflación-, y ambientes mareales). Entre los ambientes mareales se individualizaron, en base a tiempo de exposición, amplitudes de marea, sedimentología y contenido biótico cinco sectores: submareal, intermareal bajo y alto, y marisma baja y alta.

Mediante la confección de nueve perfiles topoaltimétricos realizados cada año, se pudo comprobar que los factores que condicionan la granulometría de los sedimentos en cada ambiente, están relacionados a la energía y al material aportado; ésta a su vez condiciona la pendiente. La selección en cambio, lo está con la acción de olas y la velocidad de las corrientes.

Se observó que los sedimentos desde Punta Piedras al Río Ajó poseen parámetros estadísticos similares, ya que el aporte mayoritario es desde el Norte, con altos contenidos de fracción arcilla sobre las de limo y arena. En Punta Rasa los sedimentos son diferentes, indicando una influencia dinámica netamente marítima, con un mayor contenido de la fracción arena. Comparando los distintos ambientes mareales, el submareal es de granulometría (o sea, el tamaño de los sedimentos) más gruesa, debido principalmente a la influencia del oleaje. La granulometría en los sectores intermareales es levemente más fina que la anterior, por efecto de las mareas. En las

marismas, los sedimentos aportados por las mareas son de granulometría menor, acumulándose además, limos provenientes de la deflación de la planicie pampeana. También se han reconocido acumulaciones episódicas supramareales con relieve positivo (cheniers), constituidos por arena y bioclastos.

Mineralógicamente y dentro de la fracción arena, existe una preponderancia de minerales pampeano - patagónicos. Dentro de la fracción arcilla existen illita, caolinita y esmectitas como especies principales. Estas especies minerales pueden ser autóctonas, como resultado de cambios mineralógicos originados por organismos, o alóctonas transportados en suspensión por agentes ácueos o eólicos. Los valores promedio de illita son superiores a los de caolinita en todos los perfiles analizados, excepto en el Río Salado donde la proporciones se invierten. Localmente se observa en los perfiles, una tendencia general de la caolinita a aumentar hacia la marisma, excepto en el Canal 9. Las illitas y esmectitas, no poseen tendencias definidas: en el sector Sur de la bahía, la illita aumenta hacia la marisma. Los sedimentos modernos, están siendo modificados granulométrica y mineralógicamente por mareas, olas y organismos detritívoros.

En relación a la dinámica interna, el aporte de sedimentos a la bahía proviene de cuatro fuentes: el Río de la Plata al Norte, la deriva litoral al Sur, ríos y canales del Oeste, y sedimentos clásticos aportados por deflación de la planicie pampeana, así como del retrabajo *in situ* de los afloramientos del Cuaternario sometidos a erosión.

Existe una importante interrelación entre los sedimentos y la biota, ya que las características físicas de los primeros y la energía del ambiente, condicionan los tipos de organismos (vegetales y animales) que se fijan al sustrato. Estos a su vez, retrabajan los sedimentos en los que se hospedan. La acción bioturbadora causa en el sustrato una disminución del tamaño del grano, entrapamiento y cohesión de los sedimentos y amortiguación de la energía de las olas. Hay dos fenómenos físicos que también intervienen, y fue necesario tener en cuenta: la aglutinación originada por la materia orgánica y el mucus, y la formación de flóculos, por las interacciones fisicoquímicas entre el agua salada/dulce y los sedimentos. Ambos fenómenos favorecen la sedimentación de las partículas que, en otro caso e individualmente, no se depositarían. Los contenidos de materia orgánica en la marisma son aproximadamente constantes y mayores que en las planicies intermareales y submareales. Existe mayor variación local en estas últimas, inducido por la particular distribución de la infauna en el sustrato.

El rango micromareal y el pobre gradiente topográfico de la bahía, originan una dinámica con escasa energía, donde el viento (y por consiguiente las olas) y las corrientes de marea, adquieren un papel preponderante en la modelación de la costa y del fondo, controlando el transporte de sedimentos.

Los vientos que más influyen en la Bahía Samborombón provocando erosión, transporte y modificaciones en las estructuras sedimentarias son los del Sudeste y Este, que concentran la energía hacia el sector Norte (Ríos Salado y Samborombón y Punta Piedras), en tanto que hacia el Sur del Canal 15, se producen fenómenos de progradación por estar a cubierto de la acción de esos vientos. La bahía está vinculada genéticamente a la evolución del Sistema del Plata. La sucesión

estratigráfica de sus sedimentos indica una tendencia progradante coincidente con el descenso del nivel del mar en los últimos 6.500 años. En este lapso, se reconoce una progradación de aproximadamente 6 m/año en el sector Sur, asociado al crecimiento de Punta Rasa hacia el NNE. Aunque toda la costa de la bahía se encuentra en estado de continua progradación desde el Holoceno (tal como lo confirman las secuencias estratigráficas allí existentes) actualmente, y según la observación de la dinámica marina y estuarial, las comparaciones fotográficas y satelitales, y las mediciones en el campo, la Bahía Samborombón progresa a razón de 1 m/año, sobre todo al Sur del Canal 15. La zona al Norte del Río Salado y hasta Punta Piedras es una zona de transición, y en Punta Piedras y Punta Indio hay una neta erosión (0,8 m/año). Punta Rasa evoluciona hacia el NNE a razón de 10 m/año.

En la Tesis, se incluyen además, mediciones geométricas de los canales mareales y mediciones de las características físicas en detalle del Arroyo San Clemente y la Espiga de Punta Rasa.



Figura 1. Ubicación de los perfiles topográficos y sitios de extracción de muestras sedimentológicas. PP: Punta Piedras, RS: Río Salado, PdM: Punta del Monte, C15: Canal 15, C9: Canal 9, C1: Canal 1, RA: Río Ajó, PR: Punta Rasa y PM: Punta Médanos.

MAPEO DE CAMBIOS COSTEROS APLICACIÓN DE MAPAS, IMÁGENES SATELITALES Y SIG EN LA BAHÍA DE SAMBOROMBÓN, ARGENTINA

Anabel A. LAMARO^{1,2}; Sandra E. TORRUSIO^{1,2}; Javier ULIBARRENA²; Hernán MUGNI³; Carlos BONETTO³

1- Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata Calle 122 y 60, C.P. 1900, La Plata analamaro@argentina.com

2- Instituto para Aplicaciones de la Teleobservación N. Copérnico. Universidad Católica de La Plata Diagonal 73 N° 2137, C.P. 1900, La Plata

3- Instituto de Limnología "Dr. Raúl Ringuelet" Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Av. Calchaquí Km. 23,5. C.P. 1888. Florencio Varela

INTRODUCCIÓN

El área de estudio es la Bahía Samborombón en el Océano Atlántico en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Su costa experimenta importantes factores estresantes por influencias naturales y/o antropogénicas. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar una metodología para estimar e identificar los cambios en la línea costera en la Bahía de Samborombón.

METODOLOGÍA

Se trabajó con la integración de mapas topográficos históricos (años 1936/41 - 68/71), cartas satelitales (años: 1994 - 96) e imágenes satelitales multitemporales de Spot (año 1998), Landsat 5 TM (año 2004) y SAC-C (año 2005), el primer satélite argentino para observación terrestre.

RESULTADOS

Se registró un extenso proceso de progradación en el centro y en el sur (Punta Rasa) de la bahía (Figura 1). También se observó nueva formación de islas en el centro de la bahía (Figura 2). Por el contrario, se evidenció una ligera erosión de la línea costera en el norte de la región (Punta Piedras). Los métodos aplicados y los resultados obtenidos fueron muy útiles para detectar los cambios costeros y actualizar la información cartográfica en este humedal.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados son consistentes con Bértola (1994), Bértola et al. (1993) y Dalmau (1996) y muestran un proceso de programación en curso a lo largo de las marismas costeras de la Bahía Samborombón. Concluimos que las herramientas de teledetección y la metodología aplicada en nuestro estudio fueron adecuadas para evaluar los cambios recientes en la costa y para actualizar la información cartográfica en las marismas costeras de la Bahía de Samborombón, una región importante desde el punto de vista ambiental. Cabe mencionar que, aunque la región es muy dinámica, los mapas topográficos disponibles tienen más de 60 años en el sur y más de 30 años en el centro de la bahía, y están completamente desactualizados.

Las marismas costeras de la Bahía Samborombón se han Progradado en las últimas 4 décadas

a pesar del aumento estimado del nivel del mar. El desarrollo reciente de estos ambientes fue sostenido por la gran carga de sedimentos aportados por el Río de la Plata y, en menor medida, por la corriente marina costera y los Ríos Salado y Samborombón. La situación probablemente podría mantenerse durante mucho tiempo si las cargas sedimentarias permanecen en sus niveles actuales. Los afluentes del Río de la Plata no deben ser represados porque causarían una disminución en la carga de sedimentos.

Finalmente, el uso de los datos de Seawifs debe mejorarse aún más porque la información de este tipo de datos es muy importante para conocer la distribución de las acciones de sedimentos y corrientes a lo largo de la costa. Sin embargo, nuestro primer enfoque, que confirma los resultados de Dalmau (1996) es muy positivo.

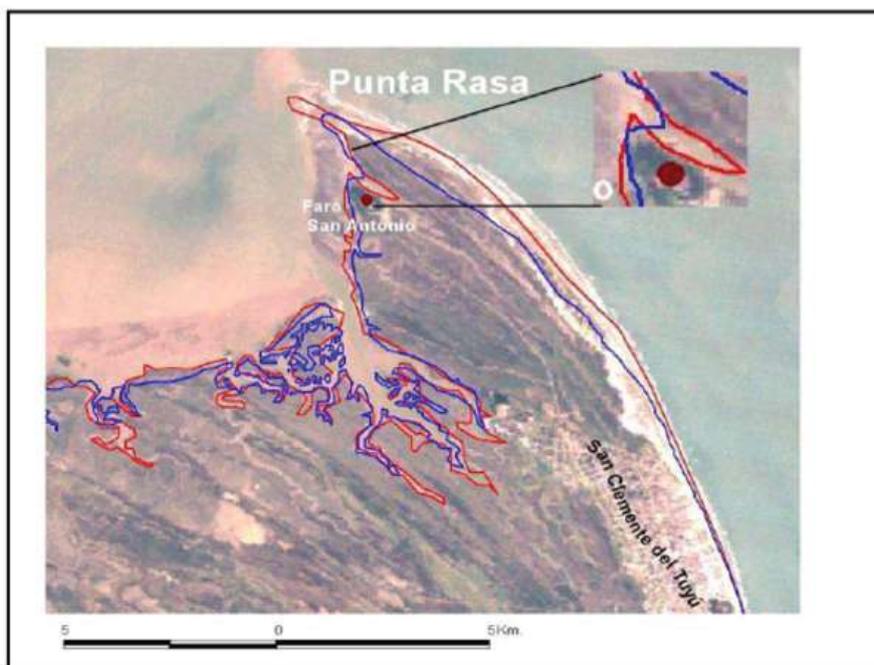


Figura 1. Progradación en el extremo sur de la Bahía Samborombón (Punta Rasa). Shoreline en 1938/41 (azul) y en 1994 (rojo) superpuestos en imágenes Landsat de 2004.

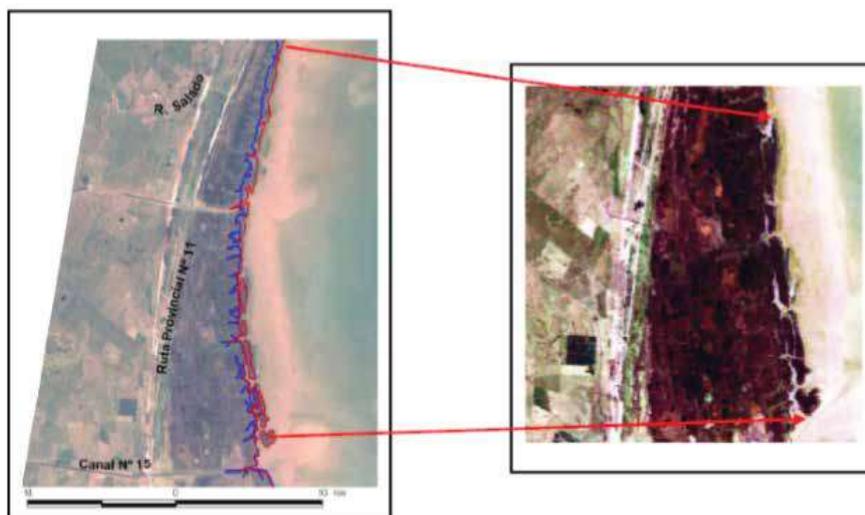


Figura 2. Progradación en el sector central de la bahía. a) Litorales en 1968 (azul) y en 1994 (rojo) superpuestos en la imagen de Landsat (2004). b) Detalle de la formación de nuevas islas pequeñas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bértola, G.R. (1994). Geomorfología y Sedimentología de los Ambientes mareales de la Bahía Samborombón, Provincia de Buenos Aires. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Bértola, G.R.; Massone, H.; Osterrieth, M. (1993). Estudio Geológico Integral de Punta Rasa, Cabo San Antonio, Provincia de Buenos Aires. Situación Ambiental de la Provincia de Buenos Aires, Año III N° 25, Ministerio de la Producción de Provincia de Buenos Aires, Comisión de Investigaciones Científicas.

Dalmau, M.L. (1996). Transporte de sedimentos en la zona de rompientes Cabo San Antonio – Provincia de Buenos Aires, Seminary Work, ITBA-OC-51.00-0003, pp 40.



Sitios relevados por el Programa de Observaciones Costeras en la Costa de la provincia de Buenos Aires correspondientes al Informe Anual General 2019. OPDS.

Aspectos Metodológicos, Caracterización de Indicadores Ambientales, Coeficiente de Vulnerabilidad y Diagnóstico.



Este documento técnico presenta los primeros resultados de la evaluación de la vulnerabilidad a la erosión de la costa de la provincia de Buenos Aires en el marco del Plan Estratégico OPDS 2018-2019.

La caracterización de los distintos ecosistemas costeros y la descripción de la metodología aplicada para estimar la vulnerabilidad pretende constituirse como una herramienta objetiva que permita estimar el estado actual del cordón costero, considerando el efecto que han tenido las distintas intervenciones humanas y cambios naturales sobre el mismo. Los resultados son importantes al momento de planificar la ocupación del suelo costero provincial en el contexto del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible "Agenda 2030".

La zona costera brinda importantes servicios ecosistémicos que son producto de las funciones propias entre el ambiente acuático, la costa y las cuencas de drenaje. Su productividad depende en gran medida en la salud de estos procesos y de la integralidad del paisaje.

Costas saludables favorecen a una mejor calidad de vida y bienestar humano, resultan zonas de amortiguación de fenómenos naturales extremos, defensa natural del territorio, reservorios de biodiversidad y de agua potable, entre otras.

Ha sido objetivo del enfoque del trabajo enmarcarse en los objetivos del enfoque ecosistémico, los mandatos del manejo costero integrado y los ODS, en particular el ODS 17, 6, 11, 13, 14 y 15.

