



IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES DE EROSIÓN COSTERA EN CALETA CÓRDOVA, COMODORO RIVADAVIA (CHUBUT)

Romeo, Gustavo

Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia (IGEPAT) – Km. 4 S/N –
Comodoro Rivadavia. E-mail: gustavo.d.romeo@gmail.com

Resumen

Comodoro Rivadavia cuenta con 35 kilómetros de línea costera, a lo largo de los cuales se pueden identificar barrios costeros muy bien delimitados. Es el caso de Caleta Córdova, caracterizado por ser el más septentrional de la ciudad y registrar desde hace décadas un marcado retroceso del frente costero debido a la erosión. Por otra parte, se ubican allí actividades ligadas a la industria petrolera actual, como así también una presencia muy marcada de pasivos ambientales en el frente costero. Estas especificidades, hacen del barrio un espacio de riesgo ambiental en el que se concatenan distintas peligrosidades, tanto tecnológicas como naturales. Es por esto que, para el estudio integral del riesgo costero, es necesario valerse de distintas herramientas analíticas. El uso de indicadores resulta un aporte para los estudios de base que busquen promover diagnósticos para la gestión integral costera incorporando las variables del riesgo. En este artículo se hizo énfasis en la descripción de las características físicas de la costa a partir de relevamiento de campo. Se subdividió en segmentos la zona costera urbanizada del barrio y reconoció en cada uno de estos, una serie de indicadores que permiten indicar cualitativamente la evidencia de erosión costera. La relevancia en la identificación de éstos se vincula a la gestión y planificación urbano-costera en Comodoro Rivadavia. En un contexto de cambios del sistema climático global, con aumentos en la frecuencia e intensidad de tormentas costeras y una aceleración en el ascenso del nivel del mar, los indicadores ambientales propios del sistema natural como del accionar humano sobre la costa, pueden ser utilizados como herramientas para el desarrollo de estudios de base en espacios litorales de manera prospectiva y correctiva. De la misma manera, resultan fundamentales para realizar un seguimiento de la evolución de los procesos erosivos y los modos en que estos interactúan con el accionar humano y las formas de pensar la ciudad.

Palabras clave: Erosión costera – Geoindicadores – Cambio climático – Ascenso del nivel del mar

IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL INDICATORS OF COASTAL EROSION IN CALETA CÓRDOVA, COMODORO RIVADAVIA (CHUBUT)

Abstract

Comodoro Rivadavia has 35 kilometers of coastline, along which very well defined coastal neighborhoods can be identified. This is the case of Caleta Córdova, characterized by being the northernmost of the city and registering a marked decline in the coastline due to erosion for decades. On the other hand, there are activities linked to the current oil industry, as well as a very marked presence of environmental liabilities on the coastline. These specificities make the neighborhood a space of environmental risk in which different hazards, both technological and natural, are concatenated. This is why, for the comprehensive study of coastal risk, it is necessary to use different analytical tools. The use of indicators is a contribution to base studies that seek to promote diagnoses for comprehensive coastal management incorporating risk variables. In this article, emphasis was placed on the description

Recibido 07/07 – Aceptado: 21/08

of the physical characteristics of the coast from a field survey. The urbanized coastal zone of the neighborhood was subdivided into segments and in each one of them a series of indicators was recognized that allow qualitatively indicating the evidence of coastal erosion. The relevance in the identification of these is linked to urban-coastal planning and management in Comodoro Rivadavia. In a context of changes in the global climate system, with increases in the frequency and intensity of coastal storms and an acceleration in the rise in sea level, environmental indicators can be used as tools for the development of baseline studies of coastal spaces in a prospective and corrective manner. In the same way, they are essential to monitor the evolution of erosive processes and the ways in which they interact with human actions and ways of thinking about the city.

Keywords: Coastal erosion – Geoindicators – Climate change – Sea level rise

Introducción

El barrio costero Caleta Córdova, es el núcleo poblacional más septentrional de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina), localidad caracterizada por contar con una permanente y creciente dificultad para brindar acceso al suelo urbano para su población. Los modos de ocupación del espacio litoral del barrio a lo largo de su historia, sumados a eventos naturales como tormentas y marejadas, que se vuelven cada vez más frecuentes e intensos debido al cambio climático, se tradujeron en problemáticas ambientales que debieron ser abordadas por parte del sector estatal obteniendo resultados no siempre positivos. Se busca, a partir de la identificación de indicadores de erosión costera, un acercamiento a la descripción de las condiciones ambientales del sector de estudio, así como las posibles relaciones entre la intervención antrópica y los procesos naturales. En vistas de esto, se llevó adelante un relevamiento del sistema costero de la caleta y se sectorizó el frente costero para la elaboración del diagnóstico sobre la distribución de la afectación de los procesos erosivos, así como para demostrar el uso de herramientas que faciliten la toma de decisiones respecto de políticas ambientales costeras. Se considera que los indicadores ambientales resultan instrumentos del manejo costero que permiten estimaciones preliminares en relación con la gestión de las intervenciones en los espacios litorales.

Objetivos

El presente trabajo busca la sistematización de datos recogidos en relevamiento de campo, a partir de la utilización de indicadores ambientales, los cuales dividimos en aquellos vinculados a actividades humanas y a geoindicadores suplementarios. Los primeros, relacionados con los pasivos de la industria petrolera o la infraestructura existente sobre el frente costero, pueden reflejar el estado de la costa en relación con la erosión, como así también la presión que el sistema litoral tolera y la respuesta social relacionada.

Sobre los geoindicadores, Berger (1996) considera que deben auxiliar en la búsqueda de respuestas a cuestiones básicas relacionadas con las condiciones y tendencias

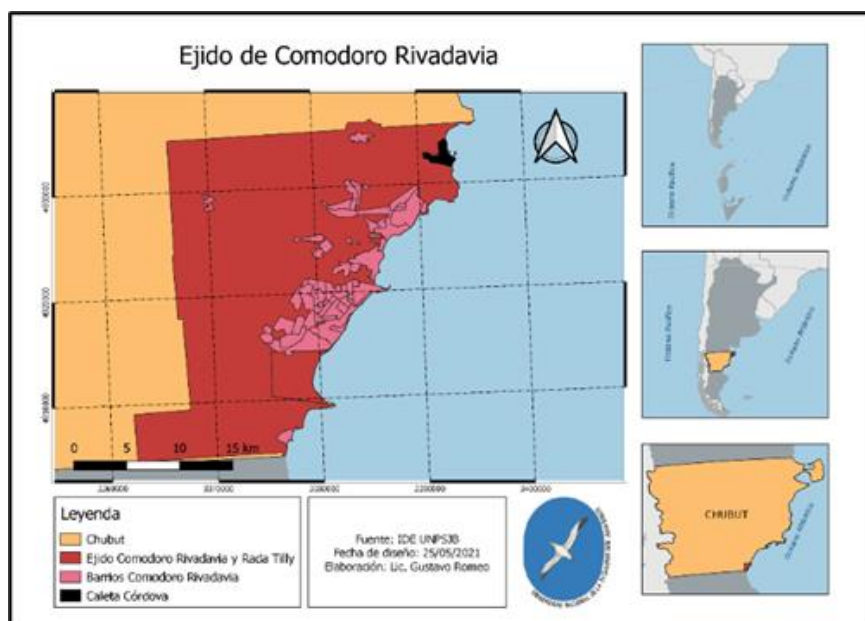
ambientales en un determinado sitio; las causas y vinculaciones entre la influencia humana y los procesos naturales, los efectos económicos y ecológicos; y las implicancias para el planeamiento y establecimiento de políticas.

Entonces, a partir de esta definición, en un segmento determinado del sistema litoral Caleta Córdova, se buscará: a) Indagar sobre las condiciones y tendencias ambientales; b) identificar algunas de las causas y vinculaciones entre la influencia humana y los procesos naturales; y c) reconocer las implicancias para el planeamiento y establecimiento de políticas públicas.

Área de estudio

La ciudad de Comodoro Rivadavia se ubica en la provincia del Chubut. Es el centro de las actividades sociales y económicas de la cuenca del Golfo San Jorge, región caracterizada por contar con actividad vinculada a la explotación hidrocarburífera desde 1907, abarcando la zona sur de Chubut y norte de Santa Cruz. El barrio costero Caleta Córdova (Figura 1), se ubica alejado unos 15 kilómetros de distancia hacia el norte desde el casco céntrico de la ciudad y se caracteriza por su condición litoral, pero también por tener allí asentada a la planta de Terminales Marítimas Patagónicas S.A. (TerMaP), empresa que se encarga de la recepción de la totalidad de petróleo extraído en territorio chubutense, su almacenamiento transitorio y el posterior embarco a través de la única monoboya que hay en la provincia.

Figura 1. Ejido de Comodoro Rivadavia.



Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la IDE-UNPSJB.
Se indica el B° Caleta Córdova.

Si bien esta condición habilita el análisis de amenazas¹ de origen tecnológico debido a la ocurrencia de derrames de hidrocarburo, en el presente trabajo se hará énfasis en aquellas de origen natural. Por supuesto, no se desconoce la posibilidad de que estos eventos potencialmente dañinos logren combinarse, por lo que se vuelve necesario lograr avanzar en el desarrollo de modelos que habiliten tales análisis.

Marcos de abordaje teóricos-metodológicos

La ausencia de una Ley de costas en la provincia, que determine sus límites reconociendo la especificidad de los territorios como así también la complejidad del espacio litoral, obliga que cada análisis en estas zonas, tenga como punto de partida una definición de lo que se entenderá como franja costera. Es entendida como uno de los componentes de un sistema complejo, que denominaremos sistema socioecológico². Para establecer sus límites, se necesita ahondar no solo en los atributos biofísicos, sino también en los usos, actividades y conflictos de interés que puedan ocurrir allí. En este artículo, se tomó como área efectiva de trabajo el frente costero del B° Caleta Córdova, desde el Sitio 1 en Punta Pando (S1) hasta el Sitio 6 en el Muelle de Baja Mar (S6), que se indica a continuación en la Figura 2.

Figura 2. Imagen satelital de los límites administrativos del B° Caleta Córdova



Fuente: elaboración propia

Ubicación relativa de los puntos de inicio en Punta Pando (S1) y final en el Muelle de Baja Mar (S6)

¹ Según Cardona (1993), la amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico, natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo dado, produciendo efectos adversos en personas, bienes o su ambiente.

² Challenger, Bocco, Equihua, Lazos Chavero y Maass (2014), consideran el sistema socio-ecológico como un sistema social integrado a un sistema ecológico, formando un conjunto inseparable, en el cual las relaciones recíprocas entre los componentes y subsistemas conducen la evolución del mismo como un todo.

Los relevamientos fueron cuatro, se realizaron entre los meses de diciembre de 2016 y febrero de 2017, y abarcaron la totalidad de la Caleta. Se buscó identificar condiciones geológicas y geomorfológicas que dominan el paisaje costero utilizando indicadores. Se realizó además el registro fotográfico y georreferenciación buscando expresiones que permitan reconocer sectores afectados por erosión. A los fines de organizar el trabajo, y para validar la aplicación de los indicadores, se seleccionó el sector del frente costero donde se combinan a la vez: urbanización, sectores sin urbanizar, estructuras de protección costera, pasivos ambientales de la industria petrolera, formas de erosión diversas, usos y actividades portuarias.

Los indicadores ambientales son entendidos como un “parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro” (Manteiga, 2000, p. 76). Es decir que un indicador ambiental conlleva un significado añadido que traduce cierta información del espacio geográfico. Los indicadores ambientales utilizados, fueron de dos tipos: a) los que se ajustan a actividades antrópicas; y b) los geoindicadores. La relevancia del uso de los primeros, parte de reconocer a la zona costera como un sistema socio-ecológico, cuya descripción y explicación debe de reconocer este carácter integral y sistémico. Los sistemas de objetos, indisociables de los sistemas de acciones humanas, brindan información sobre los efectos de la erosión costera. Se ubican dentro de esta categoría, el registro de usos y/o deterioro de obras, como así también la presencia de los pasivos ambientales¹.

Respecto de los indicadores geológicos o geoindicadores, Berger (1996) indica que son medidas de magnitudes, frecuencias, tasas y tendencias de fenómenos y procesos geológicos que ocurren sobre o cerca de la superficie terrestre y cuyas variaciones son significativas para el entendimiento de los cambios ambientales que ocurren en períodos de 100 años o menos. Se trabajó con el concepto de geoindicador suplementario, definido como todo aquel parámetro y/o rasgo geológico capaz de cambiar sin interferencia humana, aunque las actividades de estos agentes pueden acelerar, disminuir o disipar dichos cambios (Elliot, 1996), y entonces pueden ser relevantes para medir cambios rápidos en problemas ambientales específicos. Algunos trabajos vinculando geoindicadores de erosión costera y gestión de áreas litorales, fueron llevados adelante por Monti y Felgueras (2018), quienes

¹ Según la Resolución N°11/2004 de la antigua Secretaría de Hidrocarburos y Minería de la provincia, éstos quedan definidos como *zonas con antiguas instalaciones relacionadas a la actividad: ductos, colectores, tanques, locaciones, plantas, baterías, etc.; (...) antiguas piletas y canteras de áridos, sitios de disposición de material empetroado; identificación de antiguas picadas y caminos de acceso a pozos, baterías y plantas.*

desarrollaron un trabajo en el que además se vinculan esos resultados con la peligrosidad en acantilados activos en un área natural protegida de Chubut. Por otra parte, Monti (2011) realiza una comparación entre sectores litorales urbanizados de Chubut y Buenos Aires, a partir de la identificación de geoindicadores de erosión costera.

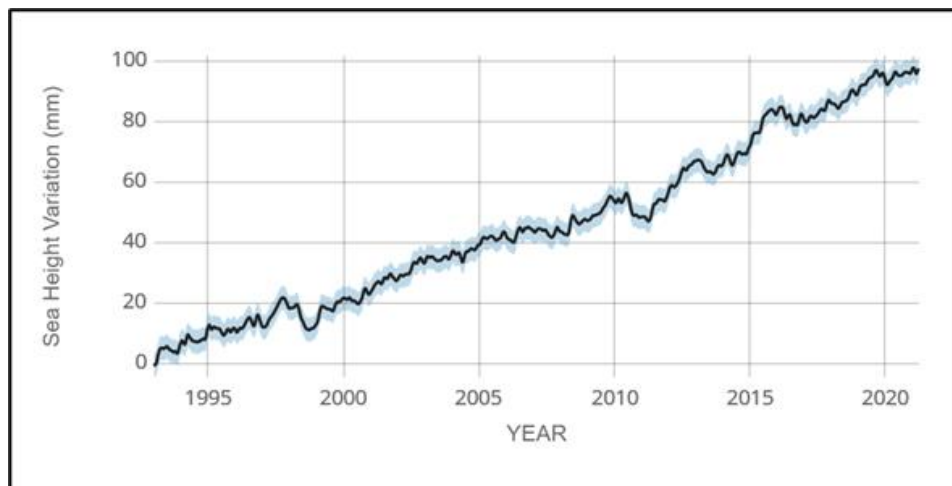
Caracterización general de la playa de Caleta Córdova

Las playas hacia el norte del núcleo urbano céntrico de la ciudad son reflectivas ubicándose al pie de acantilados. Caleta Córdova coincide con esta categoría, siendo una playa angosta, que no supera los 60 metros en su sector intermareal. La composición de los acantilados consta de material inconsolidado, muy vulnerable a la acción del mar (Isla, lantanos y Estrada, 2002). Se puede afirmar que “geológicamente, esta costa está enclavada entre sedimentos de la Formación o Grupo Sarmiento, constituida por distintas unidades, de acuerdo con las variaciones litológicas y paleontológicas que presentan en diferentes regiones” (lantanos, Pucci, Acuña, y Pucci, 2008, p. 113). Se caracteriza por contar con una amplia plataforma de abrasión y con un acantilado activo expuesto a la acción del oleaje durante las pleamares. Siguiendo el trabajo de lantanos et al. (2008), al comparar fotografías aéreas de los años 1973, 1983 y 1999, se puede determinar que la tasa de erosión relativa en el sector en el que se encuentran las viviendas y junto al muelle de Punta Pando, es de 50 cm y 1,5 metros por año, respectivamente. Continuando con la caracterización desarrollada por estos autores, se puede decir que los principales agentes que determinan el desarrollo de los ambientes costeros y que actúan sobre el litoral son el viento, el oleaje, las mareas y las corrientes. Se reconoce la presencia de una corriente principal del noreste y otra corriente del sudeste, que toma protagonismo en momentos de tormentas costeras y marejadas. Los acantilados que se identifican en determinados sectores de este espacio litoral son activos, expuestos a la acción de las olas en momentos de pleamar. Asociado a esta geoforma, se reconocen en distintos puntos la presencia de superficies que corresponden a plataformas de abrasión, denominadas también *restingas* (Sciutto, Césari, Escribano y Pezzuchi, 2000, p. 14). La acción del oleaje, así como de las marejadas que ocurren cuando se concatena la pleamar con vientos del cuadrante Este, son factores que se vinculan a los socavamientos, escarpas, bermas de tormenta, y que provocan cambios significativos en períodos cortos de tiempo (lantanos et al., 2008). A la caracterización desarrollada, hay que incluir también la acción erosiva relacionada con el ambiente terrestre, en la cabecera de los acantilados, a partir de la esorrentía superficial que genera carcavamiento.

Efectos del cambio climático en zonas costeras

Todos estos procesos naturales requieren en la actualidad ser indagados en función del riesgo ambiental¹ y teniendo en cuenta, además, los últimos datos relacionados al cambio climático global y sus posibles consecuencias en zonas costeras. Según el sexto informe del *Intergovernmental Panel on Climate Change*² (2021) muchos de los cambios debidos a las emisiones de gases de efecto invernadero son irreversibles durante los próximos siglos, especialmente los cambios en el nivel del mar. Según datos de la NASA (2021), que abarcan el espacio-tiempo planetario, en el período que va desde enero de 1993 hasta abril de 2021, la altura del nivel medio del mar aumentó 97,6 mm (Figura 3) y la tendencia actual del aumento se calcula en 3,4 mm/año ($\pm 0,4$).

Figura 3. Variación de la altura del mar (mm), período 1993-2021



Fuente: NASA Sea Level Change – Observations from Space, 2021.

Estas tendencias globales, tienen su correlato a su vez, en relación con el hemisferio sur. Los estudios más recientes (Ruiz-Etcheverry y Saraceno, 2020) obtuvieron resultados que indican que la tendencia del nivel medio del mar en el Atlántico sur, es de un aumento de 2,56 mm/año utilizando datos CMEMS y 2,21 mm / año utilizando datos CSIRO³. Algunas de las diferencias que pueden existir en los datos, se relacionan con las metodologías aplicadas, como así también los tiempos en que fueron realizadas las determinaciones y el comportamiento de la corteza en el área.

¹ Cardona (2001) entiende al riesgo como el potencial de pérdidas que puede ocurrirle a un sistema o sujeto expuesto como resultado de la convolución de amenaza (o peligrosidad) y vulnerabilidad.

² Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

³ CMEMS: Copernicus Marine and Environment Monitoring Service. CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation.

Por último, y acercándonos a una escala local, hay que mencionar que existe una herramienta virtual generada por la NASA, en la que se generan proyecciones del nivel del mar para distintas localidades de todo el planeta¹. Éstas se realizan considerando una trayectoria socioeconómica compartida denominada SSP3. Ésta es definida como un escenario de referencia de fragmentación, en el que se asume una sociedad que necesitará medidas para la adaptación y mitigación como resultado de no aplicar políticas climáticas adicionales a las actuales. En esta plataforma virtual aparece para Patagonia, la ciudad de Puerto Madryn. Resulta ser – dentro de la mencionada herramienta – la ciudad más cercana al área de estudio del presente trabajo². Según los datos allí obtenidos, se estima para las próximas décadas, el siguiente ascenso anual (ver Tabla 1)

Tabla 1. Proyección hasta el año 2060 en el ascenso del nivel del mar por año en Puerto Madryn.

Año	Aumento del nivel medio del mar global (mm/año)
2020	3,8
2030	4,2
2040	5,2
2050	6,2
2060	7,2

Fuente:elaboración propia en base a datos de la herramienta *Sea Level Projection Tool* de la NASA.

A partir de lo expresado, se puede afirmar que existen a nivel planetario, como así también para el hemisferio sur, como para las costas chubutenses, datos y proyecciones que indican una clara tendencia en la aceleración en el ascenso del nivel del mar. El último informe del IPCC (2021) es determinante al concluir que tanto los procesos de erosión como las inundaciones compuestas en las regiones costeras aumentarán debido a este aumento del nivel del mar, pero también a causa de las fuertes precipitaciones y marejadas ciclónicas. Se proyecta que “los eventos extremos del nivel del mar que ocurrieron una vez por siglo en el pasado reciente, ocurrirán al menos una vez al año en más de la mitad de todas las ubicaciones de mareógrafos para el 2100” (IPCC, 2021, p. 33). La irreversibilidad de los cambios en el sistema climático implica que las ciudades costeras incorporen en la planificación urbana la variable del riesgo ambiental costero, como así también el desarrollo de indicadores que permitan su estudio.

¹ <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

² Puerto Madryn se encuentra en el Golfo Nuevo, aproximadamente a unos 400 kilómetros hacia el norte de Comodoro Rivadavia, ubicada en el Golfo San Jorge. Se reconoce la diferencia entre ambos golfos, siendo este último mucho más abierto, lo que determina marcadas diferencias en la configuración y energía de las olas.

Resultados

A continuación, se detallan en la Tabla 2, los resultados que indican presencia de indicadores ambientales, subdivididos en geoindicadores y en aquellos propios de la actividad antrópica tales como pasivos ambientales de la industria petrolera y muros de contención, obtenidos a partir del relevamiento y posterior análisis.

Tabla 2. Indicadores reconocidos a partir del relevamiento en el segmento S1-S6

Sector	Indicador Ambiental				
	Geoindicadores			Actividad antrópica	
	Base acantilada socavada	Cárcavas en cabecera	Rocas caídas	Pasivo ambiental	Estructura deteriorada
1	X	X	---	X	---
2	---	---	X	X	---
3	X	---	---	X	X
4	---	X	X	X	---
5	---	X	---	X	---
6	---	X	----	X	---

Fuente: elaboración propia.

*Se indica presencia con "X". Se indica ausencia con "---".

El relevamiento inició desde el sur, en Punta Pando y se dirigió hacia el norte, hasta llegar al muelle de bajamar. Se logró reconocer atributos tales como ancho de la playa, tipo de rasgo geomorfológico y composición del sustrato. La clasificación respeta siempre el sentido sur-norte y se detalla en la Figura 4, a saber:

Sector 1 (S1): Punta Pando, inicia en las coordenadas geográficas 45°45'19.70"S – 67°22'5.84"O y llega hasta la zona denominada Pasivos Punta Pando (PPP). Indicado por la línea de color negro.

Sector 2 (S2): Inicia en Pasivos Punta Pando y termina en el Muelle de Prefectura Naval. Indicado por la línea de color amarillo.

Sector 3 (S3): Inicia en el Muelle de Prefectura Naval y se extiende hasta la Feria Frutos del Mar. Indicado por la línea de color rojo.

Sector 4 (S4): Inicia en la Feria Frutos del Mar y se extiende hasta llegar al muelle de la empresa TerMaP. Indicado por la línea de color violeta.

Sector 5 (S5): Desde el Muelle de TerMaP, hasta el restorán Cordano. Indicado con la línea de color anaranjado.

Sector 6 (S6): Desde el restorán hasta el muelle de baja mar (MBM). Indicado con color blanco.

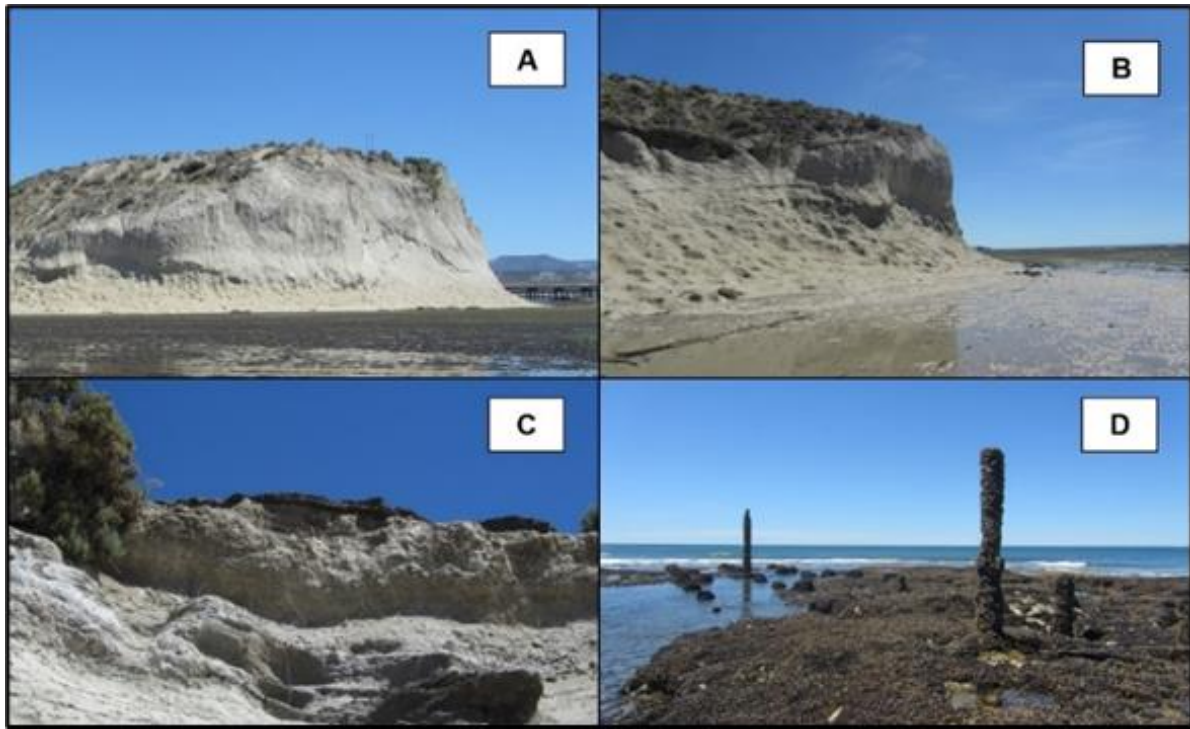
Figura 4. División de los seis sectores



Fuente: Elaboración propia sobre imagen satelital Google Earth de fecha 10 de marzo de 2016.

Sector 1 – S1

La geoforma que predomina es un acantilado activo y una extensa superficie de plataforma de abrasión. En la zona relevada se pueden identificar evidencias de erosión tanto en la base a partir del socavamiento, como en la cabecera, favorecida por procesos vinculados a la escorrentía superficial. Allí, se observaron antiguos derrames de hidrocarburo, ya solidificado, los cuales permitieron comparar la erosión ocasionada debido a las diferencias de dureza entre estos y la roca sedimentaria. En este mismo sector, existen pozos petroleros abandonados sobre la plataforma de abrasión, pudiendo identificar un total de siete. (Figura 5)

Figura 5. Registro fotográfico Sector 1

Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

Referencias: A – Socavamiento en base de acantilado, Punta Pando. B – Tope de acantilado con carcavamiento. C – Presencia de hidrocarburo antiguo y erosión diferenciada. D – Pozos petroleros abandonados en plataforma de abrasión.

Sector 2 – S2

Este sector inicia en el sur a los $45^{\circ}45'14.49''S$ – $67^{\circ}22'7.69''O$ y se extiende hasta el Muelle de Prefectura Naval Argentina. Existe presencia de pasivos como cañerías y antiguos derrames de hidrocarburos, tanto en la plataforma de abrasión como al margen norte de Punta Pando. Se encuentran rasgos de erosión tales como rocas desprendidas o cañerías que cuelgan desde el acantilado. Sobre este se encuentra una vivienda instalada exactamente sobre un sector coincidente con evidencias de erosión hídrica como rocas desprendidas y cañerías semi soterradas. A medida que se avanza hacia el norte, se observan antiguos derrames de hidrocarburos, escombros y grandes rocas dispuestas para proteger el sector de la erosión marina. Es el segmento en donde se identificó el mayor volumen de chatarra propia de antiguas actividades de la industria petrolera. (Figura 6)

Figura 6. Registro fotográfico Sector 2

Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

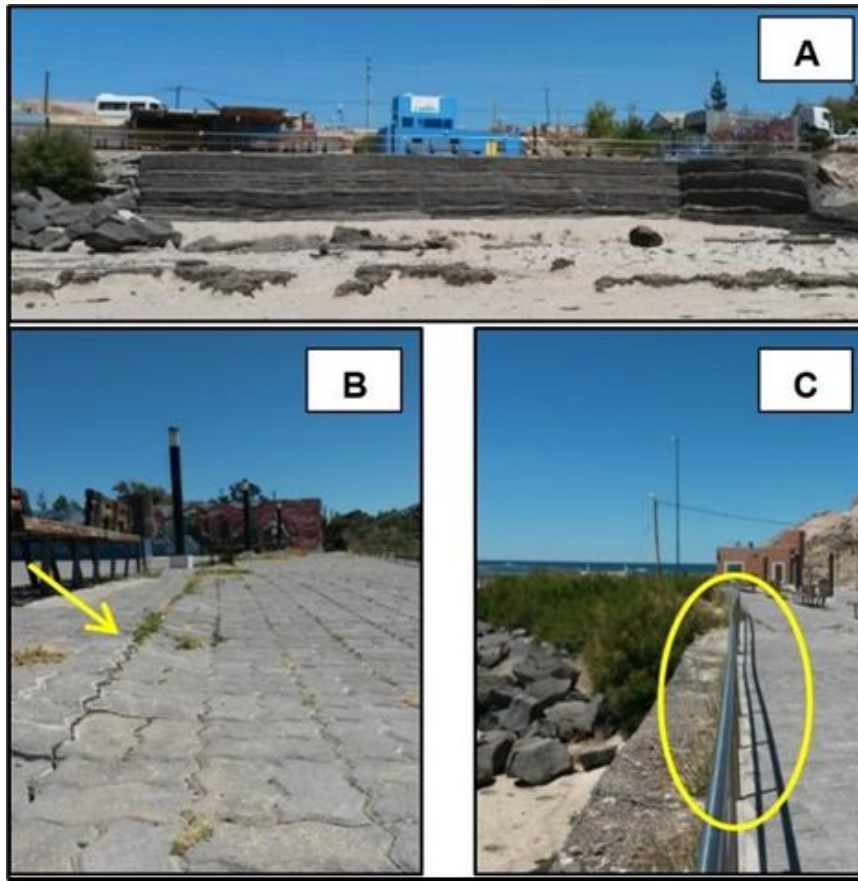
Referencias: A – Ducto antiguamente soterrado, caído a partir del retroceso del acantilado. B – Perfil del margen norte de Punta Pando. Se indican rocas dispuestas para mitigar la erosión marina. C – Estrato de hidrocarburo antiguo. D – Vivienda ubicada en la cabecera del acantilado. Se indica ducto soterrado ahora a la vista a partir de la erosión.

Sector 3 – S3

El sector cercano al Muelle de Prefectura Naval cuenta con rocas apiladas de gran tamaño, depositadas para proteger la zona de la erosión marina, cubriendo una longitud aproximada de 30 metros. A partir de allí, se observa una estructura conformada por gaviones de rodado patagónico, que cubren casi 40 metros de la franja costera. Esta estructura está conformada por cuatro filas, asentada sobre una base de hormigón que, a su vez, descansa sobre la plataforma de abrasión. Esto fue realizado para proteger la Feria Frutos del Mar, la cual está dispuesta sobre esta misma estructura. Cuenta con una altura aproximada de 3,50 metros. Al momento del relevamiento se observó que muchos de los gaviones de la base, se encontraban sin los rodados, cediendo entonces al peso de los que se encuentran encima, evidenciado esto por una curva que se forma al ceder el material. Al realizar un recorrido en la parte superior, en donde se ubica la FFM, se pudieron observar algunas evidencias en el

imbricado de adoquines que conforman el suelo de la Feria, que indican cómo la instalación va cediendo muy lentamente. (Figura 7)

Figura 7. Registro fotográfico Sector 3



Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

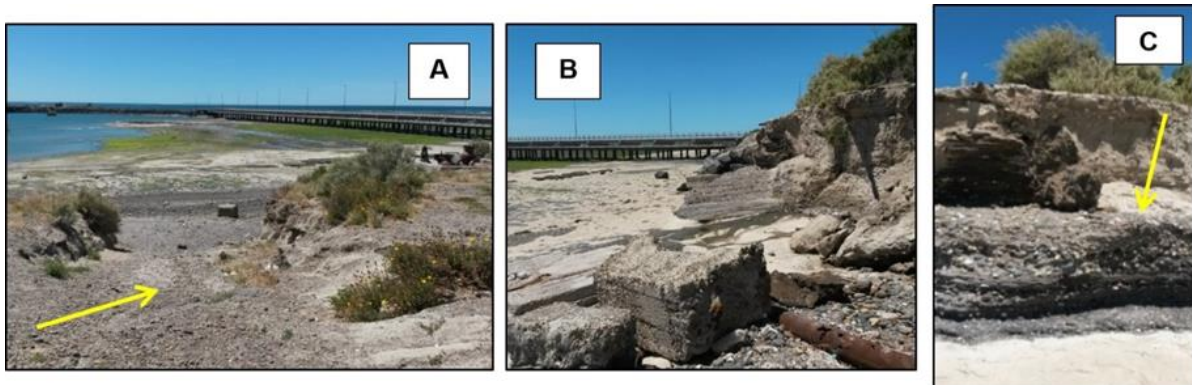
Referencias: A – Estructura de protección. Sobre esta, la Feria. B – Desnivel en piso de la Feria, con pendiente hacia sector de gaviones. C – Baranda curvada en tope de gaviones.

Sector 4 – S4

Tiene inicio en la punta norte de la estructura de gaviones y concluye en el muelle de TerMaP, empresa a cargo de la administración de la monoboya petrolera que funciona en el barrio. Al inicio, hay aproximadamente unos 75 metros en donde hay una gran cantidad de pasivos ambientales tales como antiguos derrames, estructuras y cañerías. Hay una base socavada compuesta por un antiguo derrame de hidrocarburos y rodado patagónico, la cual presenta claras marcas de erosión marina. Al igual que en el S2, la cañería soterrada está al descubierto debido a los procesos erosivos y se encontraba colgando desde el terreno escarpado. Se observó presencia de material de hormigón, de antiguas estructuras, que fuera desprendido a partir de la erosión. Se pudo identificar un antiguo derrame solidificado, el cual

favorece la escorrentía superficial e intensifica los procesos erosivos de este tipo. Hacia el norte, se identificaron dos desagües juntos, uno de los cuales es efluente pluvial. Sobre el segundo, no se tienen certezas de su origen. Ambos desembocan en una cárcava que después permite que los fluidos lleguen a la playa. Hay presencia de rocas desprendidas y de cárcavas en algunos puntos. Este tipo de erosión identificada, en donde se descalzan las estructuras que fueron construidas antiguamente, se encuentra estrechamente relacionada a los “riesgos inducidos por acción antrópica” (Codignotto, 2004, p. 110). Luego de la cárcava formada a partir de los desagües, inicia el predio de la empresa TerMaP S.A. que cuenta con un muro de hormigón que no supera el metro y medio de altura, a lo largo de unos 100 metros de longitud sobre la línea costera, hasta llegar al muelle de la empresa. (Figura 8)

Figura 8. Registro fotográfico Sector 4

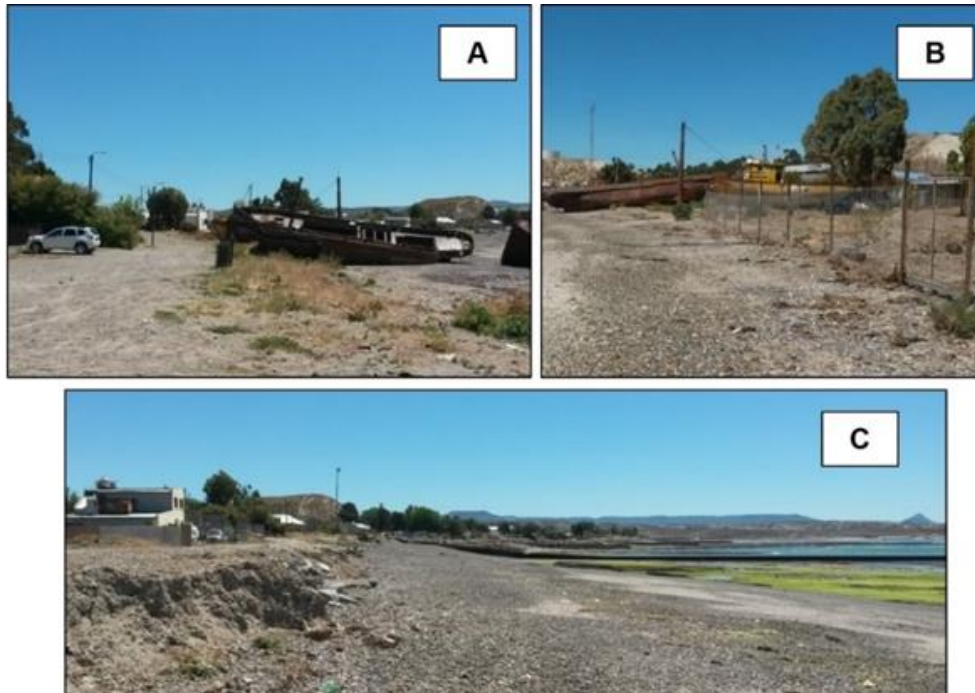


Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

Referencias: A – Muelle de Prefectura. Presencia de hidrocarburo antiguo impermeabilizando el suelo. B – Descalce de estructura por erosión. C – Perfil del frente costero. Presencia de hidrocarburo antiguo mezclado con rodado patagónico.

Sector 5 – S5

Este segmento se ubica desde el muelle de la empresa hasta el restorán llamado *Cordano*. Son aproximadamente 240 metros y la principal característica de este segmento se da a partir de los barcos abandonados (son seis). Es un sector de playa con sedimentos de finos a gruesos. Existen algunas viviendas que tienen vista al mar y, en ese sector acotado, la calle no se encuentra bien delimitada, siendo parte de la misma playa. Tal como indica Gallopín (1997, en Monti 2011), se puede considerar la posición de la línea de costa, al menos de manera parcial, como un geoindicador proxy de la variación de nivel marino, la subsidencia costera o el clima de olas. Figura 9.

Figura 9. Registro fotográfico Sector 5

Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

Referencias: A – Barcos abandonados, en cercanías de viviendas en primera línea costera. Vista hacia el norte. B – Frente de vivienda. Vista hacia el sur. C – Sector de playa, se observa carcavamiento en el sector izquierdo de la imagen.

Sector 6 – S6

Son aproximadamente 225 metros de longitud, desde el restorán hasta el muelle de baja mar. Existe una calle asfaltada perpendicular a la línea costera. El asfalto no es total, en los últimos 20 metros, la calle pierde pendiente (la cual va en descenso hacia la playa) e inicia una superficie correspondiente al estacionamiento del restorán. Se evidencia un trabajo de relleno, compactación y nivelación del suelo. Al igual que en el segmento anterior, algunos predios de viviendas se encuentran prácticamente al límite de la línea de pleamar. Se observan evidencias de erosión en el estacionamiento, cuyo frente da al mar. De la misma forma, existen pasivos como cañerías y bases de hormigón afectados por procesos marinos. Hay evidencias de depositación de escombros como medida de protección. Luego de pasar la propiedad del restorán, existe un canal pluvial a cielo abierto en forma de “U”, de hormigón y con presencia de residuos en su interior. Al momento de la bajamar, se pudo evidenciar la presencia de un derrame antiguo que se encuentra sobre la plataforma de abrasión, de un espesor cercano a los 50 centímetros. Figura 10.

Figura 10. Registro fotográfico Sector 6

Fuente: registro propio a partir de relevamiento de campo

Referencias: A – Perfil del relleno realizado para ser utilizado como estacionamiento. El mismo está compuesto por escombros y sedimentos compactados. B – Vista hacia la calle perpendicular a la línea de costa con pendiente hacia el mar.

Discusión

El relevamiento permitió recorrer un segmento del B° costero Caleta Córdova, el cual pudo ser subdividido a su vez en seis sectores, en los que se identificaron distintos indicadores ambientales, del tipo geoindicadores y de actividad antrópica. La identificación de ambos aportó información vinculada a procesos erosivos. Algunos pueden ser utilizados como indicadores del retroceso del frente costero.

Tanto los pozos abandonados sobre la plataforma de abrasión como los ductos que se hallaban soterrados y que en la actualidad están visibles en el perfil del frente costero, dan información sobre la acción de la erosión costera.

Los derrames antiguos de hidrocarburos son de tan larga data que, en numerosos sitios se generó suelo sobre este, permitiendo también el desarrollo de flora autóctona. Es decir, pasó a formar parte componente de los estratos, otorgando a la composición litológica nuevas características, como puede ser una diferencia de resistencia ante los procesos erosivos. Esta condición puede significar un registro estratigráfico físico particular, propio de una zona del extractivismo petrolero que es explotada desde hace más de un siglo.

Tanto en el S1 como el S2 pudieron reconocerse geoindicadores de erosión que resultan de relevancia ante una potencial ocupación del borde costero. Se pudo reconocer que, a la hora de planificar y buscar estrategias desde las políticas relacionadas a la ocupación del espacio, las mismas deben considerar los procesos mencionados, así como aquellas acciones antrópicas que podrían intensificar los mismos. La presencia de caminos perpendiculares a la línea de costa (compactados o asfaltados) o los derrames de

hidrocarburo antiguo que hayan impermeabilizado el terreno, intensifican el escurrimiento superficial y el consecuente cárcavamiento asociado. La estructura de protección con gaviones en el S3, conformados en su estructura por alambrado de tipo romboidal y rellenos con rodado patagónico, representan una solución temporal y poco eficiente. No solo porque ya existe afectación de la estructura a partir del embate de las olas, sino porque está constituido como una pared de prácticamente 90° con una altura de aproximadamente 3,50 metros, que apunta directamente hacia el noreste, en un golfo de aguas abiertas, expuesta así a procesos que llevarán a un desgaste periódico de las estructuras, lo cual se traduce también en un gasto constante por parte de organismos públicos en las tareas de reconstrucción de las mismas en el mediano y largo plazo.

La aceleración en el ascenso del nivel del mar, las cada vez más frecuentes tormentas de alta intensidad, el incremento de la energía en los procesos, la frecuencia de las olas y las corrientes costeras, deben ser variables incorporadas de manera urgente para pensar la urbanización costera y el ordenamiento territorial. Estos fenómenos relacionados a las consecuencias del cambio climático global se expresan (y continuarán expresándose) como amenazas en el espacio litoral de Comodoro Rivadavia, ciudad costera y petrolera, expuesta debido a su ubicación en un golfo de aguas abiertas. Estos cambios en el sistema climático se traducen en una mayor frecuencia de amenazas que afectarán de un modo no homogéneo, considerando la multidimensionalidad implícita en las mismas y la diversidad de dimensiones de vulnerabilidad que son parte de la complejidad del espacio geográfico. Profundizar los estudios con la implementación de indicadores, es uno de los pasos para avanzar en un diagnóstico integral de riesgo costero que considere las amenazas del cambio climático en espacios litorales.

Por otra parte, insistir en la remediación y reconstrucción de una estructura de protección como la relevada, es insistir en la construcción de un espacio de riesgo costero, exponiendo contextos a los ya mencionados eventos naturales con alto potencial de daño y cada vez más impredecibles. A su vez, la instalación de puestos fijos sobre el sector inmediato a estos gaviones, en donde se desarrolla la actividad vinculada a la *Feria Frutos del Mar*, suma un componente más para el análisis en relación con la vinculación entre la influencia humana y los procesos naturales, y los efectos económicos que puede llegar a generar en el futuro la afectación por erosión. La infraestructura de la Feria se ubica en un espacio de riesgo por erosión costera, en donde las obras de protección no solo sufren un desgaste constante por la energía del mar, sino que toleran el peso de la Feria día a día.

Los indicadores identificados en el siguiente S4, donde no existe una estructura de protección como la mencionada, demuestran que la erosión continúa generando impactos. Su identificación facilita la toma de decisiones en relación con políticas preventivas ante el impacto de la energía de las olas. Es decir, los indicadores en los sectores inmediatos permiten afirmar que la erosión avanza de manera tal que merece acciones de mitigación y prevención del daño, al menos en el mediano plazo. El S4 presenta infraestructura vinculada a la empresa TerMaP S.A. y, al igual que en los sectores siguientes, ya no son los acantilados la geoforma que predomina, sino que corresponde a un sector de playa en el que se evidencian indicadores vinculados a la erosión a partir del escurrimiento superficial, en sectores que fueron rellenados, nivelados y compactados. Por último, tanto el S5 como el S6, al ser áreas acumulativas, presentaron evidencias de erosión a partir de intervenciones tales como presencia de pasivos, compactación del suelo o presencia de calles perpendiculares a la línea costera. En estos últimos sectores, la erosión costera no es únicamente la relacionada a la energía de las olas, sino también aquella vinculada con el escurrimiento superficial. La mayor frecuencia de tormentas relacionadas al cambio climático, como así también las intervenciones humanas que intensifican su potencial de daño (calles con pendiente hacia la costa, impermeabilización de superficies, deforestación de flora nativa, etc.) generan una combinación de amenazas costeras que impactan tanto desde el ámbito marino, como el terrestre. Esto obliga a que los estudios costeros y los indicadores costeros cuenten con un carácter necesariamente híbrido.

Conclusiones

A partir de los indicadores ambientales identificados se estableció un reconocimiento de base de un segmento del frente costero del B° Caleta Córdova, del que pueden surgir otros estudios que permitan una comparación y relectura de este espacio litoral en términos de riesgos costeros y en relación con la acelerada elevación del nivel del mar debido al cambio climático.

La mayor cantidad de geoindicadores suplementarios fue reconocida en los sectores 1 y 2, en donde aún la artificialización del paisaje natural no es tan intensa en relación con la urbanización, tal como ocurre en los sectores restantes. El relevamiento permitió identificar pasivos que cumplen con la función de indicadores también, sobre todo los derrames antiguos de hidrocarburo que forman parte de la estructura litológica de algunos de los perfiles relevados. El patrón de densidad de ocupación en los últimos sectores responde a una ciudad que cuenta por un lado con un perfil industrial y de servicios y, a la vez, con un litoral urbanizado a partir de decisiones políticas que no consideraron ni consideran aún hoy, la

variable de peligrosidad natural como un condicionante. No obstante, la identificación de indicadores ambientales de erosión costera permite reconocer las implicancias para un planeamiento que proponga alternativas a los modos actuales de ocupación litoral, prestando especial atención a la forma en que el medio social se vincula con el natural. La utilización de estas herramientas a partir de relevamientos costeros permite integrarse a la evaluación cualitativa que promueva la elaboración de diagnósticos ambientales preliminares en sistemas litorales, a los fines de pensar la gestión costera bajo una perspectiva relacionada a los riesgos ambientales y sin ignorar la aceleración en el ascenso del nivel del mar, la alteración del sistema climático y su influencia en zonas costeras.

Referencias bibliográficas

- Berger, A. (1996). Introduction to geoinicator checklist. En: Berger, A. y lam, W., (eds) *Assessing rapid environmental geoindicators changes in earth systems*. Balkema, Rotterdam.
- Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En *Los desastres no son naturales* (pp. 51–74). LA RED de Estudios Sociales.
- Cardona, O. D. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. *Centro de Estudios Sobre Desastres y Riesgos*, 1–18. http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf
- Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Lazos Chavero, E., y Maass, M. (2014). La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: Alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública*, 6 (2), 1–21.
- Codignotto, J.O. (2004). Erosión costera. En: González, M. A. y Bejerman, N., editores: *Peligrosidad geológica en Argentina. Metodologías de análisis y mapeo. Estudio de casos*. Pp. 90-111. *Publicación especial N° 4 de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería*.
- Elliot, D.C. (1996). A conceptual framework for geoenvironmental indicators. En: Berger, A. y lam, W., (eds) *Assessing rapid environmental geoindicators changes in earth systems*. Balkema, Rotterdam.
- Iantanos, N., Pucci, G., Acuña, A., Pucci, O. (2008). Derrame de hidrocarburos en la playa de Caleta Córdova, ciudad de Comodoro Rivadavia, Argentina: su evolución. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental, N° 100*, 113-117, AIDIS, Argentina.
- IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M.



Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu y B. Zhou (eds.]. Cambridge University Press. En prensa.

Isla, F., Iantanos, N. y Estrada, E. (2002). Playas reflectivas y disipativas macromareales del Golfo San Jorge, Chubut. *AAS Revistas (2002)*, Vol.9 N° 2:155-164. Asociación Argentina de Sedimentología.

Manteiga, L. (2000). Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. *Estadística y medio ambiente*, Instituto de Estadística de Andalucía, 75-87

Monti, A. (2011). Geoindicadores de erosión costera en el litoral urbanizado pampeano y patagónico. En: Dadón, J. (ed) *Ciudad, paisaje, turismo, frentes urbanos costeros* Gestión de Espacios Costeros (GEC), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires; y Nobuko, Buenos Aires.

Monti, A. y Felgueras, G. (2018). Geoindicadores de erosión y peligrosidad ambiental en acantilados activos del Área Natural Protegida El Doradillo, Chubut. *Libro de Actas XII Jornadas Nacionales de Geografía Física-Trelew* (Chubut).

Ruiz-Etcheverry, L.A. y Saraceno, M. (2020). Sea Level Trend and Fronts in the South Atlantic Ocean. *Geosciences*, 10, 218. <https://doi.org/10.3390/geosciences10060218>

Sciutto, J.C., Césari, O., Escribano, V., y Pezzuchi, H. (2000). Hoja Geológica 4566-III Comodoro Rivadavia. *Boletín del Servicio Geológico Minero Argentino*, 244.

Sitios web:

NASA Sea level change – Observations from space, revisado en <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/key-indicators/global-mean-sea-level> el 05 de Agosto de 2021.