



Análisis de la complejidad ambiental costera. Estudio de las actividades antropogénicas en el estuario de Bahía Blanca

Analysis of the coastal environment's complexity. Study of anthropogenic activities in the Bahía Blanca estuary

 María Ángeles Speake

Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur / CONICET, Argentina
angeles.speake@uns.edu.ar

 María Elizabeth Carbone

Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur / CONICET, Argentina
ecarbone@criba.edu.ar

Recepción: 13 Junio 2024
Aprobación: 02 Agosto 2024
Publicación: 01 Noviembre 2024

Cita sugerida: Speake, M. A. y Carbone, M. E. (2024). Análisis de la complejidad ambiental costera. Estudio de las actividades antropogénicas en el estuario de Bahía Blanca. *Geograficando*, 20(2), e159. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe159>

Resumen: La zona costera es una interfaz dinámica entre la tierra y el mar, caracterizada por una gran biodiversidad y fragilidad ecológica. Debido a los múltiples servicios ecosistémicos que reporta, se estima que el 40% de la población mundial se asienta a no más de 100 km de la línea de costa. Así, los humedales costeros sostienen el desarrollo y convivencia de múltiples actividades antropogénicas que compiten por el espacio y lo utilizan como soporte, fuente y/o sumidero. El objetivo del presente trabajo es analizar la complejidad ambiental de uno de los humedales costeros más diversos y productivos de Argentina, el estuario de Bahía Blanca, a partir de la caracterización de los usos del suelo y actividades que allí se desarrollan. El método empleado se basa en el empleo de índices proxy para determinar la heterogeneidad y complejidad costera. Los resultados obtenidos enfatizan y valoran las especificidades locales. Los sectores que presentan mayor complejidad se solapan con aquellos que detentan mayor fragilidad ecológica, localizados en la zona interna del estuario. La imbricación del accionar de numerosos actores con intereses particulares y muchas veces contrapuestos representa un verdadero desafío para la gestión. En las conclusiones se esbozan recomendaciones para el ordenamiento territorial de la zona costera.

Palabras clave: Humedales costeros, Sistemas complejos, Análisis espacial, Indicadores ambientales, Ordenamiento territorial.

Abstract: The coastal zone is a dynamic interface between land and sea, characterized by high biodiversity and ecological fragility. Due to the diverse ecosystem services they provide, it is estimated that 40% of the world's population lives within 100 km of the coastline. Therefore, coastal wetlands support the development and coexistence of numerous anthropogenic activities that compete for space and use them as a carrier, source and/or waste disposal. The aim of this article is to analyze the ecological complexity of one of the most diverse and productive coastal wetlands in Argentina, the Bahía Blanca estuary, by characterizing the land use and activities



taking place there. The method applied is based on the use of proxy indices to determine the heterogeneity and complexity of coastal areas. The results obtained emphasize and value local specificities. The more complex sectors overlap with the more ecologically vulnerable sectors in the inner estuary. The intertwining of the actions of numerous stakeholders with specific and often conflicting interests represents a real challenge for management. In the conclusions, recommendations are made for the territorial planning of the coastal zone.

Keywords: Coastal wetlands, Complex systems, Spatial analysis, Environmental indicators, Territorial planning.

Introducción

La zona costera es una interfaz dinámica entre la tierra y el mar, caracterizada por una gran biodiversidad y fragilidad ecológica (Zhang, Liu, Li, Tian, Zhong, y Gong, 2023). Este ámbito proporciona hábitats para numerosas especies, brinda alimentos (pescados, moluscos, algas) y materias primas (arena, grava), recursos de biodiversidad genéticos, medicinales y ornamentales. Asimismo, los humedales costeros captan y almacenan carbono, regulan los ciclos biogeoquímicos, moderan los fenómenos naturales, controlan plagas y favorecen la polinización, entre otros beneficios. La magnitud de los servicios ecosistémicos que proveen los posiciona como espacio vital para la supervivencia y el desarrollo humano, impulsando los avances económicos, tecnológicos y sociales (*United Nations Environment Programme* [UNEP], 2021).

Por lo expresado, históricamente las zonas costeras han atraído los asentamientos humanos y son el entorno donde florecieron la mayoría de las grandes culturas (Baigún, Minotti, y Lamizana 2022). Actualmente y a escala global se trata de espacios densamente poblados. La población mundial se incrementó hasta alcanzar los 7.800 millones de personas (UNEP, 2021) y aproximadamente el 40% reside dentro de un radio de 100 km de la línea de costa (Grorud-Colvert et al., 2021; Zhang, Liu, Li, Tian, Zhong, y Gong, 2023). En América Latina y el Caribe este fenómeno es particularmente notorio, en tanto el número de ciudades y aglomeraciones urbanas costeras de la región se multiplicó 10 veces en los últimos cincuenta años (de 42 a 420) y el peso de las mismas respecto al total mundial aumentó del 9 al 20% (Barragán Muñoz y De Andrés, 2016).

Además de experimentar un rápido crecimiento demográfico, la zona costera está sujeta a una intensa explotación de recursos. De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021), en los últimos 50 años, la economía mundial se ha casi quintuplicado, debido en gran parte a que se ha triplicado la extracción de recursos naturales y energía, impulsando el crecimiento de la producción y el consumo. Como consecuencia de este incremento en la ocupación e intensidad de uso por parte del hombre, las áreas costeras de todo el mundo se han visto significativamente degradadas (UNEP, 2016; FAO, 2019; Grorud-Colvert et al., 2021). Se estima que aproximadamente el 50% de los humedales del mundo se han perdido desde principios del siglo XIX, con importantes consecuencias para el bienestar humano y el ambiente (Baigún et al., 2022).

Así, prácticamente ninguna costa del mundo se encuentra actualmente libre de la influencia humana (Halpern et al., 2008). Las actividades predominantes son las portuarias, industriales, extractivas (pesca comercial y, en menor medida, artesanal) y turístico-recreativas. Las mismas ejercen presión directa sobre los humedales, generando impactos sobre el ambiente costero-marino y sobre el bienestar de la población local. En el caso de los estuarios, las actividades antropogénicas y los patrones de uso de la tierra tanto dentro del ecosistema como aguas arriba -en ecosistemas adyacentes- pueden atentar contra el estado físico, biológico y socioeconómico del estuario (Baigún et al., 2022). Para maximizar los beneficios del uso de los humedales y al mismo tiempo mantener la salud del ecosistema, los gestores públicos deben equilibrar las necesidades, muchas veces contrapuestas, de los actores intervinientes e implementar medidas que permitan la convivencia entre las actividades existentes y la preservación de los valores naturales de estos territorios (Yang, Jin, Sun, Yang, Cai, y Yi, 2018).

El pensamiento complejo aplicado a los espacios costeros

Frente a la complejización de las relaciones entre la sociedad y su entorno, los enfoques tradicionales de la geografía ambiental presentan una efectividad limitada para analizar y resolver muchas de las acuciantes problemáticas del espacio costero. Los sistemas socioecológicos son inherentemente complejos; no obstante, conforme aumenta su complejidad, aumenta la incertidumbre y la capacidad de la sociedad para anticiparse a las situaciones que emergen producto de esa complejidad. De acuerdo con Gallopin et al. (2001), la incertidumbre surge “por nuestra limitada comprensión de los procesos humanos y ecológicos, por el indeterminismo intrínseco de los sistemas dinámicos complejos (que incluyen componentes naturales, humanos y hechos por los humanos) y por una miríada de opciones y objetivos humanos” (Gallopin et al., 2001 citado en Worboys, Lockwood, Kothari, Feary y Pulsford, 2019, p. 310).

La teoría del pensamiento sistémico ofrece un marco idóneo para analizar la dinámica de los espacios costeros, avanzar en la comprensión de las infinitas interrelaciones existentes y caracterizar la complejidad. Barragán Muñoz (2003) señala que todo espacio litoral involucra tres subsistemas diferenciados, pero interdependientes: 1) el físico-natural, que incluye las unidades ambientales y recursos naturales, 2) el socio-económico, vinculado a los usos y actividades económicas y 3) el jurídico-administrativo, referido a la normatividad y organización. Complementariamente, García (2011) explica que la complejidad de un sistema no está determinada sólo por la heterogeneidad de los elementos (o subsistemas) que lo componen sino por la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total. Esta característica, señalada también por otros autores, apela a la obligatoriedad de entender a los sistemas complejos no como la suma de las partes sino como un conjunto inseparable que evoluciona como un todo (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2010; Challenger, Bocco, Equihua, Lazos Chaveroy Maass, 2014; Worboys et al., 2019). Worboys et al. (2019) añaden que la característica esencial de los sistemas complejos es que no todas sus relaciones, o las interacciones causa-efecto, presentan una dinámica lineal. Es decir, un cambio pequeño en un elemento o atributo del sistema puede producir un cambio significativo en otro (o viceversa) o en el sistema en su totalidad.

Por otra parte, de acuerdo con Funtowicz y De Marchi (2000) es posible entender dos tipos de complejidad: a) una complejidad ordinaria, donde hay ausencia de autoconciencia y de propósito en las acciones, propia de los procesos biológicos y b) una complejidad reflexiva, donde uno o varios de sus elementos posee algún grado de intencionalidad, conciencia, prospectiva, propósito, simbolismo o moralidad, característica de los subsistemas socio-económico y jurídico-administrativo que involucran al hombre. Siguiendo la reflexión de los autores en el primer caso predomina la complementariedad y cooperación entre la diversidad de elementos y subsistemas existentes; mientras que, en el segundo caso, el patrón de organización oscila permanentemente entre la hegemonía y la fragmentación. En los sistemas complejos reflexivos pervive un duelo entre relaciones opuestas y el establecimiento de normas que se fundamenta en un amplio rango de intereses políticos, incluidas las cuestiones de conservación ambiental y manejo sostenible de los recursos (Funtowicz y De Marchi, 2000).

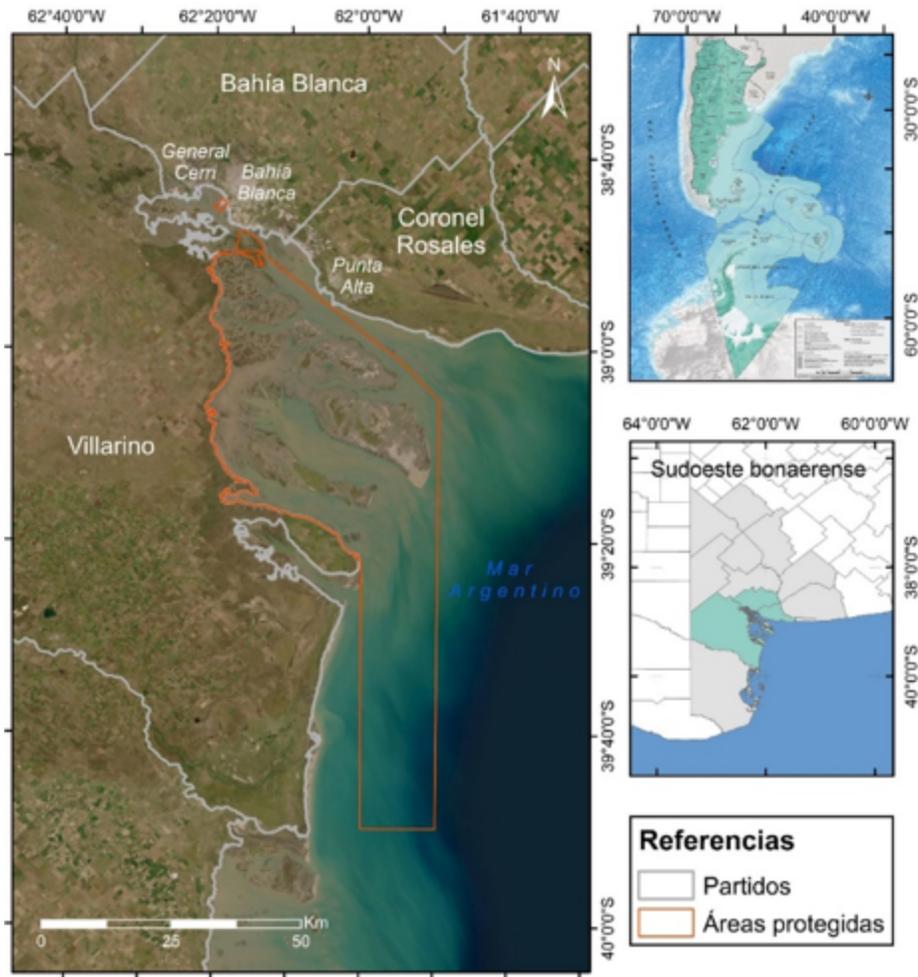
El espacio litoral se presenta, así como “espacio problema”, en el cual coexisten ambientes, recursos y usos costeros (Sorensen, Mc Creary, y Brandani, 1992) y donde se manifiestan los diversos problemas ambientales y conflictos sociales (Barragán Muñoz, 2003), producto de las interacciones entre sus atributos. Comúnmente se utiliza el término *trade-off* para hacer referencia a las negociaciones (explícitas o no) que tienen lugar en el acceso y disfrute de servicios ecosistémicos. Dichos intercambios ocurren frente a decisiones de manejo o usos del suelo que generan un aumento en un servicio y una disminución en otro/s (Rodríguez et al., 2006; King, Cavender-Bares, Balvanera, Mwampamba y Polasky, 2015). Por ello, los usos del suelo y las actividades económicas que se desarrollan en las franjas litorales representan una pequeña pero invaluable

dimensión a analizar dentro de esta trama de complejidad. Cada uno de ellos tiene incidencia directa en la utilización de las funciones ambientales provistas por la zona costera, sea como soporte, fuente o sumidero, y mantienen, en algunos casos, relaciones de competencia y saturabilidad en el consumo de los recursos costeros.

Área de estudio

El presente estudio se centra en el estuario de Bahía Blanca (EBB), localizado al sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina) (Figura 1), el cual constituye una de las zonas ecológicamente más diversas, productivas y complejas de la costa atlántica argentina. Los diversos ecosistemas del estuario se conforman a partir de complejos intercambios de energía, agua, nutrientes, sedimentos y biota (Fiori y Pratolongo, 2021). En sus más de 250.000 ha de extensión, dominadas por canales de marea, islas, marismas, planicies de marea y salitrales, se sustenta una rica biodiversidad. El estuario presenta una alta concentración de especies marinas y terrestres, entre los que se incluyen peces, condriactos, aves playeras migratorias y mamíferos y reptiles marinos endémicos, amenazados y en peligro de extinción (Fiori y Pratolongo, 2021). Simultáneamente, se trata de un espacio fuertemente intervenido, con uno de los principales polos petroquímicos de América del Sur, el mayor sistema portuario de aguas profundas del país y donde conviven múltiples usos del suelo y actividades económicas (industriales, agropecuarias, turísticas, entre otras). Por ello, el objetivo del trabajo es analizar la heterogeneidad y complejidad costera del estuario de Bahía Blanca en función de la cantidad y las relaciones existentes entre los usos y actividades que allí se desarrollan y el ambiente donde se encuentran insertos.

Figura 1
Localización del estuario de Bahía Blanca



Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2024)

Metodología

DELIMITACIÓN DE LA ZONA COSTERA Y DEFINICIÓN DE SUBSISTEMAS

En Argentina no existe una definición jurídica de la zona costera. Las dificultades asociadas a su determinación se deben a su condición inherente de transición o interfase (Suárez de Vivero, 1999). Para el presente estudio, la determinación de los límites relativos a la zona costera se realizó tomando en consideración diversos criterios y propuestas internacionales relevadas en bibliografía específica (Sorensen, Mc Creary, y Brandani.,1992; Barragán Muñoz., 2003; Dadon y Matteucci, 2006; Milanés Batista, 2012). Conforme a ello, se delimitó un espacio terrestre de un ancho de 3 km a partir de la línea de costa en base a los archivos vectoriales en formato *shape* (shp) elaborados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Por otro lado, la franja costera del EBB posee aproximadamente unos 305 kilómetros de extensión y se conoce, *a priori*, que presenta fuertes contrastes en los modos de ocupación y explotación del suelo. A efectos de mejorar el análisis, se definieron dentro de la totalidad del sistema tres pequeñas unidades con características homogéneas. La elección de estas áreas se fundamenta en que constituyen los únicos sitios con núcleos urbanos en el ecosistema. A través del software ArcGis 10.3.1. se vectorizaron los polígonos previamente definidos (subsistemas), se georreferenciaron puntos de especial interés y se emplearon técnicas básicas de geoprocésamiento, como *buffer*, *clip*, *merge* y *dissolve*.

INVENTARIO DE USOS Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La elaboración del inventario de usos de suelo y actividades económicas presentes en la primera línea litoral del EBB se realizó en base a la observación en el terreno, el análisis documental y revisión cartográfica. Los usos de suelo y actividades identificados fueron clasificados, en primer lugar, en base a la propuesta de Barragán Muñoz (2014), que categoriza la actividad humana en áreas litorales en tres niveles. En primer grado, distingue entre usos y actividades económicas, entendiendo al uso como la ocupación espacial del suelo costero y a la actividad como la acción que posibilita un usufructo económico a partir de la utilización de sus recursos. En un segundo nivel, identifica usos vinculados al patrimonio natural y cultural, a los asentamientos humanos, a la infraestructura y equipamiento, al uso militar y de defensa costera; mientras que dentro de las actividades destaca las extractivas, primarias o básicas, industriales, de navegación y turístico-recreativas. En un tercer nivel identifica las manifestaciones, es decir las señales o expresiones materiales en el espacio de dichas actividades. Por otro lado, se atiende a la propuesta de Sorensen, Mc Creary, y Brandani. (1992), quienes clasifican los usos y actividades en función de los siguientes binomios: a) si existe o no dependencia con la costa (D-ND), b) si consumen o no recursos costeros (C-NC) y c) si existe o no competencia espacial con otros usos y/o actividades (COM-NCOM).

DETERMINACIÓN DE HETEROGENEIDAD Y COMPLEJIDAD COSTERA DE CADA SUBSISTEMA

Para proceder con el diagnóstico, en el marco de esta investigación se perfeccionaron dos indicadores positivos,¹ un indicador proxy de heterogeneidad (IPH) y un indicador proxy de complejidad (IPC). El IPH se define por la proporción de usos costeros y actividades económicas presentes en cada sitio respecto del total de usos costeros y actividades económicas de todo el sistema. Este indicador se expresa en porcentaje (%) y denota la frecuencia relativa observada de los mismos (Raimondo y Monti, 2009). El IPH adopta valores entre 0 y 100 permitiendo cuantificar la magnitud o grado de heterogeneidad o diversidad de usos y actividades de un subsistema costero. Los resultados obtenidos se clasifican en tres clases (alta, media y baja), según los rangos establecidos por los autores (Raimondo y Monti, 2009).

Respecto a la evaluación de la complejidad costera, Raimondo y Monti (2009) sostienen que las condiciones de dependencia al área litoral, competencia espacial y consumo de recursos serían representativas de la interdefinibilidad y mutua dependencia entre los usos y actividades que allí se establecen y operarían como indicadores indirectos de complejidad al interior de cada sitio. Los autores asumen que cada una de las ocho combinaciones posibles de las clasificaciones planteadas por Sorensen, Mc Creary, y Brandani (1992) son equitativamente significativas en la definición de complejidad; no obstante, en el marco de la presente investigación se entiende que tienen un valor relativo o diferencial. Por lo tanto, el indicador proxy de

complejidad (IPC) para cada subsistema fue definido en base a la sumatoria de proporciones de usos costeros y actividades económicas de cada clase, asignando pesos específicos a cada condición, con el fin obtener un resultado ponderado, en donde se le otorgue mayor importancia a la presencia de usos y actividades que detenten las peores condiciones posibles (Tabla 1).

Tabla 1
Pesos de ponderación en la complejidad costera

Grado de complejidad	Condición	Valor
Baja	D-NC-NCOM	10%
Media	D-C-NCOM	30%
	D-NC-COM	
	D-C-COM	
	ND-NC-NCOM	
Alta	ND-C-NCOM	60%
	ND-NC-COM	
	ND-C-COM	

Fuente: elaboración propia

El indicador queda entonces formulado de la siguiente manera:

$$IPC = \left(\frac{\sum (U + AE) CB \times 100}{\sum U + AE \text{ del subsistema}} \times 0,10 \right) + \left(\frac{\sum (U + AE) CM \times 100}{\sum U + AE \text{ del subsistema}} \times 0,30 \right) + \left(\frac{\sum (U + AE) CA \times 100}{\sum U + AE \text{ del subsistema}} \times 0,60 \right)$$

Donde: IPC: indicador proxy de complejidad costera

U: usos costeros

AE: actividades económicas

CB: complejidad baja

CM: complejidad media

CA: complejidad alta

El IPC adopta valores entre 0 y 60 permitiendo cuantificar la magnitud o grado de complejidad de un subsistema costero y los resultados se clasifican también en tres clases (Raimondo y Monti, 2009).

Resultados y discusión

Se delimitaron tres sitios o subsistemas, integrados por los frentes costeros de las localidades de Bahía Blanca, Punta Alta y General Daniel Cerri, cuyos límites y características se apuntan en la Tabla 2.

Tabla 2
Subsistemas costeros del estuario de Bahía Blanca

Subsistema	Límites	Superficie (ha)	Población (hab.)
General Daniel Cerri	Se extiende desde el límite del partido de Bahía Blanca con Villarino (izq.) hasta la Ruta N° 33.	3.614,05	6.745
Bahía Blanca	Se extiende desde la Ruta N° 33 hasta el límite del partido de Bahía Blanca con Coronel de Marina Leonardo Rosales.	6.862,22	301.572
Punta Alta	Se extiende desde el límite jurisdiccional con el partido de Bahía Blanca hasta Puerto Rosales.	6.241,78	58.315

Fuente: elaboración propia sobre la base de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) (2010)

El criterio empleado para la delimitación de la franja costera, consistente en la determinación de una distancia arbitraria puede presentar algunas limitaciones frente a otros criterios que guarden relación con las características físico-naturales, con las características socio-económicas o las unidades administrativas, entre otros; especialmente en lo concerniente al límite interior. En la presente investigación, sin embargo, este criterio se presentó como el más adecuado por la posibilidad de delimitar las áreas de ordenamiento prioritario y por su simplicidad. En casos en los que sea necesario abordar otras problemáticas relativas a la zona costera, deberán evaluarse con mayor detenimiento las opciones a fin de no dejar de lado los elementos biofísicos y socioeconómicos críticos del área de estudio y adoptar una visión global.

En el área de estudio se destaca la convivencia de múltiples usos del suelo y actividades económicas. Dentro de los usos del suelo predominan el urbano, militar, aquellos destinados a actividades de ocio y recreación y las unidades de conservación; mientras que dentro de las actividades económicas se distinguen la actividad portuaria, industrial, pesquerías, la agricultura, ganadería y turismo. En la Tabla 3 se detallan las mismas, junto a las manifestaciones físicas en el territorio.

Tabla 3
Análisis de la actividad humana en el estuario de Bahía Blanca

Actividad o uso del suelo	Manifestaciones	Heterogeneidad			Complejidad			Total sistema
		Gral. Cerri	Bahía Blanca	Punta Alta	D-ND	C-NC	COM-NO COM	
Áreas de uso residencial	Viviendas de uso residencial	1	1	1	ND	C	COM	3
	Edificios administrativos	1	1	1	ND	C	COM	3
	Edificios de uso deportivo	1	1	1	ND	C	COM	3
	Edificios de uso cultural	1	1	1	ND	C	COM	3
	Edificios de uso educativo	1	1	1	ND	C	COM	3
Áreas de usos específicos	Central eléctrica		1		ND	C	COM	1
	Planta depuradora		1	1	ND	C	COM	2
Áreas de disposición de residuos	Centro de residuos sólidos urbanos		1		ND	C	COM	1
	Basural clandestino a cielo abierto	1	1	1	ND	C	COM	3
	Descargas cloacales sin tratamiento	1	1	1	ND	C	COM	3
Agricultura	Parcelas cultivadas	1	1	1	ND	C	COM	3
Ganadería	Ganado				ND	C	COM	1
Extracción de recursos vivos: pesca y marisqueo	Embarcaciones de pesca artesanal	1	1	1	D	C	COM	3
	Embarcaciones de pesca comercial (pequeña eslora)	1	1	1	D	C	COM	3
	Embarcaciones de pesca comercial (gran eslora)		1	1	D	C	COM	2

Operaciones de carga y descarga de barcos	Muelles e instalaciones de atraque		1	1	D	C	COM	3
	Zona de carga y descarga de mercadería		1	1	D	C	COM	2
	Zona de almacenamiento de contenedores		1		D	C	COM	2
	Grúas mecánicas		1	1	D	C	COM	2
	Tanques de almacenaje		1	1	D	C	COM	2
	Red de drenaje y efluentes		1		D	C	COM	1
	Gasoducto			1	D	C	COM	1
	Balizamiento		1	1	D	C	COM	2
Dragado	Pontonas y dragas		1		D	C	COM	1
Industria petroquímica	Tanques de almacenamiento		1		ND	C	COM	1
	Galpones industriales		1		ND	C	COM	1
	Zona de carga y descarga de materiales		1		ND	C	COM	1
	Oleoductos		1		ND	C	COM	1
Industria metalúrgica	Plantas de producción		1		ND	C	COM	1
	Galpones industriales		1		ND	C	COM	1
Navegación general	Dársena	1	1	1	D	C	COM	3
Navegación de defensa y patrullaje	Dársena		1	1	D	C	COM	2
	Base militar naval			1	D	C	COM	1
Operaciones militares marinas	Áreas para ejercicios navales			1	D	C	COM	1
	Áreas de depósito de residuos militares			1	ND	C	COM	1
	Barcos en desuso abandonados	1	1	1	ND	C	COM	2
Actividades deportivas	Balnearios		1	1	D	C	COM	2
	Clubes náuticos	1	1	1	D	C	COM	3
Observación flora y fauna	Miradores		1	1	D	NC	NO-COM	3
	Senderos turísticos	1		1	D	NC	NO-COM	2
Pesca deportiva	Clubes de pesca	1	1	1	D	C	COM	3
	Muelle, malecones, puentes		1	1	D	C	COM	3
Conocimiento científico	Estaciones de monitoreo ambiental	1	1	1	D	NC	NO-COM	3
	Boyas de investigación		1	1	D	NC	NO-COM	2
	Campañas de extracción de muestras <i>in situ</i>	1	1	1	D	C	NO-COM	3
Conservación	Áreas naturales protegidas	1	1	1	D	NC	COM	3
	Otras figuras de conservación	1	1	1	D	NC	NO-COM	3
	Monumentos históricos		1	1	D	NC	COM	3
	Monumentos naturales	1	1	1	D	NC	COM	3
Total		20	43	37				106

Fuente: elaboración propia

En total se identificaron 49 actividades económicas y usos costeros en el EBB. Bahía Blanca es el subsistema más heterogéneo por incluir el mayor número de usos y actividades (n=43), seguido en importancia por el subsistema de Punta Alta, que concentra 37 usos y actividades y, en menor medida, por General Daniel Cerri (n=20). A partir del cálculo del IPH se establece entonces que la localidad de General Daniel Cerri posee baja heterogeneidad y las ciudades de Punta Alta y Bahía Blanca, una heterogeneidad media (Tabla 4).

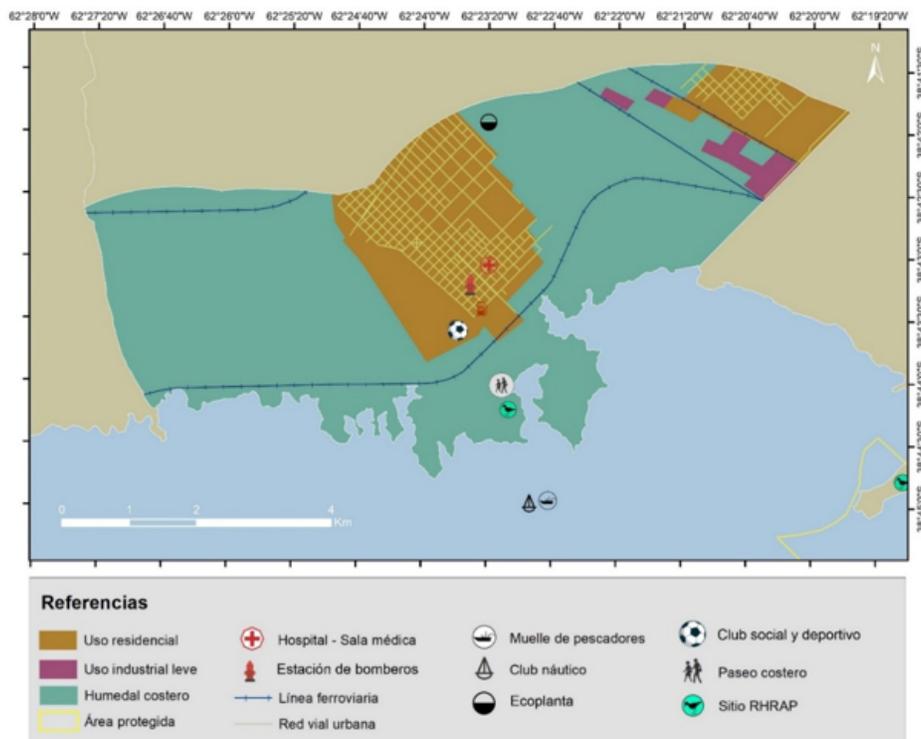
Tabla 4
Grado de heterogeneidad de las localidades costeras

Localidad	IPH	Clase
General Daniel Cerri	20	Baja
Bahía Blanca	40	Media
Punta Alta	35	Media

Fuente: elaboración propia

Las principales manifestaciones del uso del espacio y los recursos en General Daniel Cerri están asociadas al ejido urbano de la localidad y al equipamiento e infraestructura asociada (vial, de comunicaciones, sanitaria, etc.). En este sentido, pueden señalarse la presencia de una sala médica, una estación de bomberos y la Ecoplanta. Por otra parte, se destaca el aprovechamiento del patrimonio natural y cultural, manifiesto en la presencia del Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri, el Club Social y Deportivo Sansinena, el Centro de Jubilados y Pensionados, el Museo Fortín Cuatrerros, la parroquia San Miguel Arcángel, la Estación Aguará, el sendero de interpretación ambiental “hacia la marea”, diversos espacios verdes (Paseo de la Juventud, Plaza Andrés Morel, Plaza Galassi), el Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) “Estuario de Bahía Blanca” y el subsitio de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) (Figura 2).

Figura 2
Mapa de heterogeneidad de usos de suelo y actividades del subsistema General Cerri



Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2024)

Por otro lado, las manifestaciones en Bahía Blanca corresponden a una mayor diversidad de las actividades y usos de suelo (Figura 3). Los usos del suelo vinculados a asentamientos humanos se expresan en los ejidos urbanos de las localidades de Bahía Blanca e Ingeniero White y su respectiva red de infraestructura. Ello incluye la presencia de red vial urbana, red ferroviaria, tendido eléctrico, dos salas médicas, una estación de bomberos, varias estaciones de servicio, un relleno sanitario y un basural clandestino a cielo abierto. El uso del patrimonio natural y cultural se manifiesta en la presencia del Club Náutico de Bahía Blanca, el mirador “Balcón al mar” en Ingeniero White, el Balneario Maldonado, la Estación de Rescate de Fauna Marina Guillermo Indio Fidalgo, el área protegida Reserva Natural Costera Municipal Bahía Blanca, el sitio AICA, los subsitios RHRAP, el Monumento Histórico Municipal buque pesquero Usurbil y el Monumento Histórico Nacional ex Usina General San Martín.

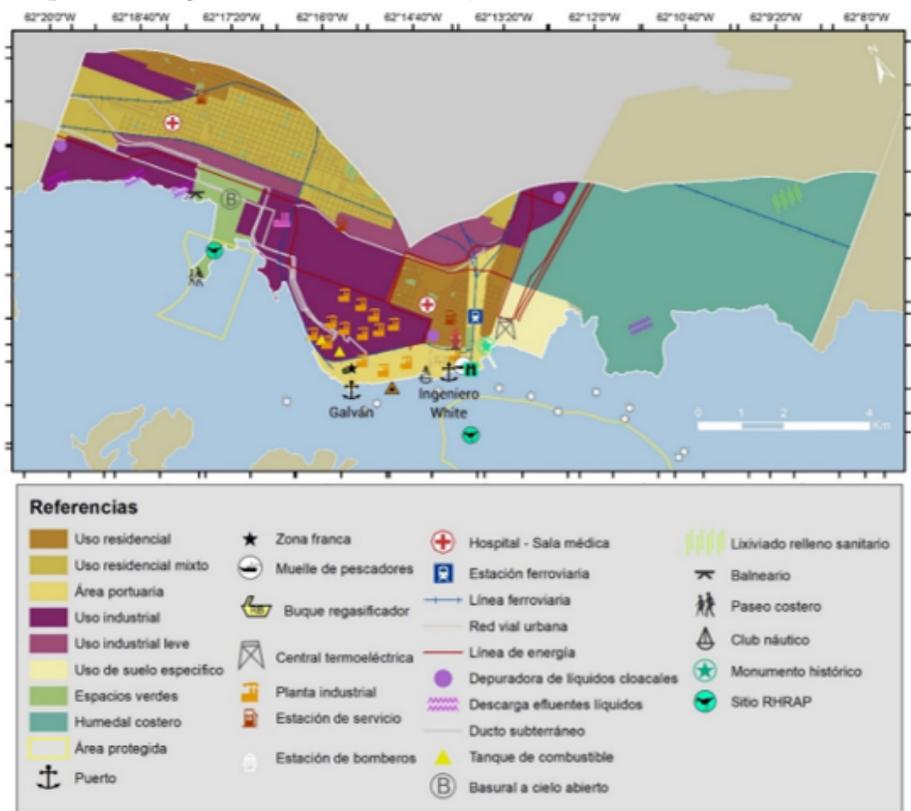
A diferencia del anterior, en este subsistema se observa un marcado uso portuario, industrial y de transformación, materializado a través de la Central Termoeléctrica “Luis Piedra Buena”, los puertos Ingeniero White y Galván y el Polo Petroquímico e industrial. El puerto de Ingeniero White, especializado en cereales, cargas generales y subproductos, cuenta con un calado de 45 pies y dispone de un moderno balizamiento, con 62 boyas luminosas alimentadas por energía solar y un sistema de control de tráfico radarizado. La profundidad de su calado y sus muelles le permiten operar con todo tipo de buques y mercaderías. Las principales instalaciones incluyen un muelle multipropósito de 270 m de eslora, una terminal de cereales, un área destinada a mercaderías generales y amplias instalaciones de almacenaje y depósito (Consortio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca [CGPBB], 2024). Este puerto posee también una pequeña dársena utilizada por embarcaciones de pesca costera, de transporte de pasajeros y de servicios varios a la operatoria portuaria (guardacostas, amarradores, dragado y remolcadores). En este sentido, se destaca la presencia de las lanchas de prestadores turísticos que comercializan paseos náuticos para recorrer los principales canales del estuario y las embarcaciones de pesca artesanal.

Por otro lado, puerto Galván se caracteriza por el manejo de combustibles líquidos y gaseosos. Entre sus principales instalaciones se destacan una terminal especializada para el manejo de cereales y subproductos, una zona destinada a mercaderías generales (equipada con dos grúas eléctricas) y una Posta para Inflamables. Esta última está compuesta por dos sitios de atraque, destinados a la operación de combustibles líquidos, productos gaseosos y petroquímicos, los cuales se encuentran equipados con brazos cargadores de combustible a fin de agilizar las operaciones. El puerto posee también otros muelles que, por sus características (longitud, profundidad o ubicación) no pueden desarrollar operaciones de manipulación de mercadería, pero funcionan como amarraderos de embarcaciones de servicio.

En este subsistema también se encuentran el Parque Industrial y el mayor centro petroquímico del país.² El Polo Petroquímico de Bahía Blanca constituye una cadena productiva integrada, vinculada al procesamiento de gas natural y derivados petrolíferos. Así se destacan tres tipos de industrias: 1) petrolera, cuyos productos incluyen etano, naftas, gas licuado de petróleo, fuel-oil, gas-oil, gasolina, asfalto, kerosén; 2) petroquímica, cuyos productos incluyen etileno, cloruro de vinilo, policloruro de vinilo, polietileno, urea, amoníaco puro y 3) química, cuyos productos incluyen cloro, soda cáustica, oxígeno, nitrógeno.

Figura 3

Mapa de heterogeneidad de usos de suelo y actividades del subsistema Bahía Blanca

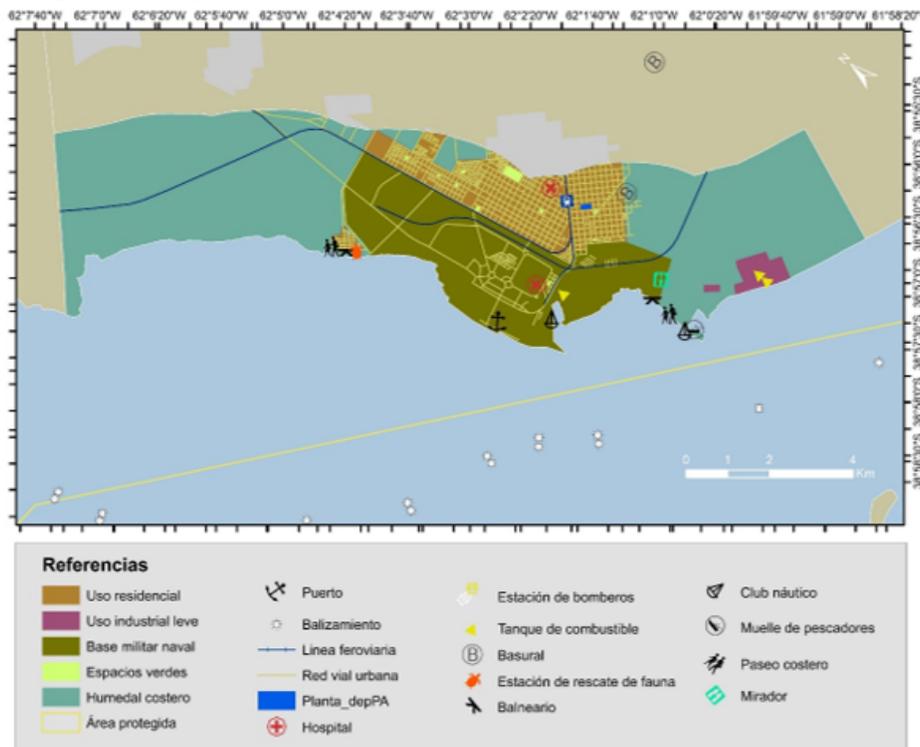


Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2024)

En cuanto al subsistema Punta Alta, las principales manifestaciones relativas a los asentamientos humanos están asociadas a los ejidos urbanos de las localidades de Punta Alta y Villa del Mar. Entre las expresiones vinculadas al patrimonio se destacan el Balneario Municipal de Villa del Mar, el sendero interpretativo de Villa del Mar, el Club náutico de Punta Alta, la Fundación para la Recepción y Asistencia de Animales Marinos (FRAAM), la Reserva Natural “Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde”, el sitio AICA y el subsitio de la RHRAP (Figura 4). En este subsistema se destacan especialmente usos de suelo militares y de defensa costera. Las manifestaciones relacionadas con estos usos son la Base Naval Puerto Belgrano, perteneciente a la Armada de la República Argentina (ARA), la cual dispone de un arsenal naval con dos diques de carena (para la reparación de buques), muelles, depósitos para armas y municiones, talleres especializados y edificios para la comandancia y oficinas. Por otra parte, la base contiene también barrios residenciales para el personal naval, incluyendo un hospital naval, escuelas públicas, seis escuelas militares de nivel medio y terciario, una imprenta, un hotel, un banco, un registro civil, una oficina de correos, un museo, una parroquia, entre otras instalaciones. Aquí también se encuentra el Centro Espacial Manuel Belgrano, de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), cuya infraestructura de apoyo incluye una estación para efectuar el seguimiento y control durante el ascenso del lanzador, una planta de producción de combustible y oxidante y un banco de ensayo para los motores (Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Argentina, 2024).

Figura 4

Mapa de heterogeneidad de usos de suelo y actividades del subsistema Punta Alta



Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2024)

La actividad portuaria se expresa a través del puerto Rosales, el cual posee un muelle continuo de 300 m de longitud, con una profundidad aproximada de 30 pies. La principal actividad operativa está dada por el servicio de apoyo a los buques petroleros. Entre su equipamiento se destacan dos monoboyas para el amarre de buques petroleros: Punta Ancla, en funcionamiento desde 1961 y Punta Cigüeña, instalada en 1973 (Omar, 2012). La terminal de recepción, almacenaje y bombeo que funciona en este puerto recibe el petróleo de la cuenca neuquina, a través de un oleoducto, y simultáneamente de otros yacimientos petrolíferos del sur del país (Comodoro Rivadavia, Caleta Olivia) por vía marítima, el cual es descargado en tierra a través de las monoboyas. Las mismas conectan a tierra por una cañería submarina de 2 km de extensión y luego, la materia prima es redirigida por un oleoducto principalmente hacia la ciudad de La Plata. El movimiento anual del hidrocarburo es de 11.000.000 t al año (CGPBB, 2024). Otras actividades de relevancia que se desarrollan en este puerto son la pesca artesanal y comercial.

La mayor heterogeneidad en el subsistema de Bahía Blanca evidencia una fuerte competencia por el espacio y podría considerarse un obstáculo para la gestión local. Escofet (2011) afirma que la multiplicidad de usos del suelo y actividades económicas desarrolladas en un determinado espacio físico actúan como condición desfavorable para la gestión, en tanto se produce un aumento de la conflictividad. “Una condición de usos heterogéneos implica cambios en la composición de actores, no tanto en lo cuantitativo sino en lo cualitativo, y emergen conflictos de intereses por diversidad de actores con visiones heterogéneas sobre un mismo espacio físico” (Escofet, 2011, p. 136). En el EBB esto se visibiliza en el surgimiento de diversos movimientos sociales en las últimas décadas vinculados al uso de los recursos naturales costeros. Sin embargo, Funtowicz y De Marchi (2000) advierten que la diversidad, tanto en los sistemas biológicos como en los sociales, es deseable y fundamental para alcanzar la sustentabilidad. En el caso de los sistemas complejos reflexivos demanda adicionalmente una toma conciencia especial y un alto grado de compromiso para lograr un estado de equilibrio y sostenerlo.

En relación con la complejidad en estos subsistemas costeros, se determinó a través del cálculo del IPC que uno de ellos exhibe mediana complejidad (Punta Alta) y dos, alta complejidad (General Daniel Cerri y Bahía Blanca) (Tabla 5). En el caso de General Daniel Cerri y Bahía Blanca, la mayor complejidad se debe a que el uso que hacen de este espacio costero, en general, está vinculado a actividades que no dependen de la costa como soporte físico para desarrollarse, simultáneamente son usufructuarias de recursos y compiten por el espacio con otras actividades. En ambos subsistemas el uso que se hace del espacio costero se asocia en gran parte al establecimiento de áreas residenciales y de desarrollo de actividades básicas. Por el contrario, en Punta Alta, la existencia de la base naval militar supone también competencia por el espacio físico pero la actividad desarrollada es inherente al sitio donde se asienta.

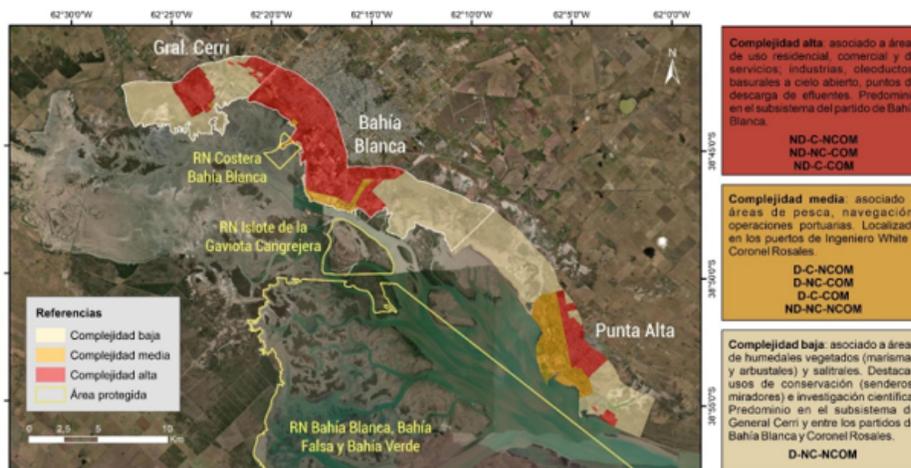
Tabla 5
Grado de complejidad de las localidades costeras

Localidad	Σ Usos y actividades (u+a)	IPC	Clase
General Daniel Cerri	U+a complejidad baja = 3	40,9	Alta
	U+a complejidad media = 10		
	U+a complejidad alta = 9		
Bahía Blanca	U+a complejidad baja = 4	40,69	Alta
	U+a complejidad media = 21		
	U+a complejidad alta = 18		
Punta Alta	U+a complejidad baja = 5	36,20	Media
	U+a complejidad media = 21		
	U+a complejidad alta = 11		

Fuente: elaboración propia

Cada uno de estos subsistemas exhibe, a su vez, internamente, diferentes grados de complejidad en función de la distribución espacial de los usos de suelo y actividades. Es importante señalar que el IPC considera para su cálculo el número de veces (cantidad) que se reiteran las actividades o usos de suelo. Sin embargo, este atributo no siempre es determinante en la configuración espacial, ya que no contempla variables como la densidad o su extensión. Este aspecto es clave para comprender las limitaciones del empleo de esta herramienta. En caso de que uno de los subsistemas presente una proporción mayor de usos del suelo y/o actividades valoradas como de alta complejidad, concentradas en una pequeña superficie igual, obtendrá un índice elevado en comparación con otro subsistema que posea una cantidad menor –aunque cercana– distribuida en una mayor superficie de su territorio. En base a esta observación, se elaboró una cartografía temática capaz de ilustrar la situación de complejidad con mayor detalle al interior de cada subsistema, considerando los rangos propuestos en la tabla 1. La Figura 5 presenta la caracterización de la complejidad costera realizada para la totalidad del sistema.

Figura 5
Mapa síntesis de complejidad del frente costero del estuario de Bahía Blanca



Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2024)

Como lineamientos básicos para la gestión del área se propone, en primer lugar, implementar una categorización de usos del suelo complementaria a la vigente en función de considerandos similares a los aquí propuestos, a fin de generar políticas e intervenciones en el territorio más eficaces. La consideración de la naturaleza o esencia de cada actividad bajo esta perspectiva permitiría optimizar su localización, potencialmente prevenir y/o reducir la conflictividad entre actores sociales y mitigar los impactos sobre el ambiente costero. En segundo lugar, se aconseja abordar los conflictos que ya se hayan suscitado, atendiendo a las posiciones asumidas, los intereses y necesidades manifiestas y las percepciones y actitudes en torno al conflicto para arribar a resoluciones constructivas para todas las partes. Los conflictos no pueden evitarse y son producto de la dinámica no lineal entre los elementos intervinientes. Por ello, es de vital importancia recurrir a la capacidad de aprendizaje en dichas situaciones emergentes para recuperar el estado de armonía y propiciar el progreso general del sistema.

Conclusiones

La complejidad del área, producto de la imbricación de numerosos actores con intereses particulares y muchas veces contrapuestos, representa un verdadero desafío para la gestión. Los resultados obtenidos permiten enfatizar y valorar las especificidades locales. A partir del cálculo del IPH se constata que el subsistema Bahía Blanca posee la mayor diversidad de usos de suelo y actividades de todo el estuario. En este sector se encuentran uno de los centros petroquímicos más importantes de América del Sur, el mayor sistema portuario de aguas profundas del país, numerosas industrias y empresas principalmente vinculadas a la navegación, almacenamiento de productos y pesca. Asimismo, se trata del área más densamente poblada del estuario. En el subsistema Punta Alta el uso del espacio está mayormente orientado hacia fines militares y de defensa costera y en General Daniel Cerri se observa principalmente un uso residencial de baja densidad.

En cuanto a la valoración cualitativa de dichos usos y actividades, pudo determinarse que el subsistema de Bahía Blanca es también el más complejo de todos ellos. Si bien el resultado del IPC indica que Bahía Blanca y General Daniel Cerri presentan alta complejidad, el primer caso se ve notoriamente acentuado por la mayor densidad de usos de suelo y actividades presentes y una distribución espacial de los mismos más extensa. De la misma manera, se observa en Bahía Blanca una ocupación mayoritaria del suelo por usos y actividades que resultan inconvenientes para la sustentabilidad del humedal costero, ya que no dependen de la zona costera para su desarrollo, compiten por el espacio y consumen servicios ecosistémicos costeros, usando el área como fuente y sumidero. La complejidad del subsistema Punta Alta se considera menor, en tanto la instalación de la base naval militar y las actividades asociadas a la misma, bajo la óptica analizada, son congruentes con el área litoral.

En relación con el desempeño de los indicadores utilizados se destaca su conveniencia por la facilidad del cálculo y adaptabilidad a diferentes áreas de estudio. Se trata de indicadores adimensionales de fácil interpretación, acordes a las categorías propuestas por sus autores. Existen, no obstante, algunas limitaciones que podrían afectar su validez. Como fuera señalado anteriormente, el IPC contempla únicamente la cantidad de actividades o usos de suelo –según determinadas características (de dependencia, competitividad y consumo); empero, ignora la extensión de los mismos en el espacio geográfico-. Este atributo es determinante en la comprensión de la configuración espacial de la zona costera y de la dinámica entre sus elementos. A fin de sortear esta dificultad, y no generar sobre o subestimaciones de la realidad, se sugiere la elaboración complementaria de cartografía temática que ilustre las manifestaciones de las actividades en el terreno y codifique los usos según las categorías definidas para perfeccionar el análisis. De cualquier manera, se valora su utilidad como indicador alternativo al estudio de una temática que carece de indicadores duros.

El objetivo de instaurar el pensamiento complejo en el análisis de este espacio fue esclarecer el orden y estructura del sistema. Las conexiones entre algunos elementos del sistema (usos del suelo y actividades en relación con el ambiente) pudieron observarse con mayor exactitud. Puntualmente, el inventario y caracterización de los elementos analizados puede considerarse un avance para mejorar la comprensión de las interrelaciones existentes, así como la retroalimentación entre acciones y efectos. En el mismo sentido, la información obtenida ayuda a reducir la incertidumbre y potencialmente fortalece la toma de decisiones de manejo, influyendo de manera proactiva y beneficiosa en el ambiente. Las problemáticas que surgen en el espacio costero no pueden entenderse aisladamente, se trata de problemas sistémicos, interconectados con otros problemas e interdependientes entre sí. El estudio de las problemáticas costeras bajo esta perspectiva holística permite abordarlas de manera integral y, en consecuencia, incrementar la resiliencia del sistema socioecológico.

Por otra parte, el análisis de la heterogeneidad y distribución de los usos de suelo y actividades bajo el enfoque de la teoría de los sistemas complejos reflexivos habilita al planteamiento de interrogantes en relación con la planificación y gestión ambiental del estuario: ¿hasta qué punto es aceptable modificar los humedales costeros para expandir el ejido urbano o instalar empresas e industrias que no dependen de la costa para su funcionamiento?, ¿cómo se distribuye entre actores sociales el aprovechamiento de los recursos costeros?, ¿cómo se incorpora la opinión de la población en los procesos de toma de decisiones acerca de la sustentabilidad de este ambiente?, ¿cómo se abordan los problemas ambientales que surgen de las complejas interacciones entre actores? Como fuera discutido previamente, una política efectiva de manejo sustentable del ambiente descansa en la posibilidad de concertar democráticamente los objetivos económicos, sociales y ecológicos, abrazando en todo momento la idea de incertidumbre.

En conclusión, la identificación, inventario y análisis de los usos y actividades humanas en la zona costera constituye un requisito previo esencial para una mejor planificación de las medidas de gestión a implementar. El manejo costero del estuario necesita invariablemente incorporar la apreciación de la naturaleza de las actividades que allí se desarrollan en términos de dependencia de la zona costera, la competencia que ejercen por el espacio físico y el consumo que hacen de los recursos disponibles (cuanti y cualitativamente). La transformación del espacio indefectiblemente genera *trade offs* que benefician a un grupo de actores, pero perjudican a otros y esto debe explicitarse en la discusión. Finalmente, es necesario reconocer que existe una relativa falta de conocimiento sobre los procesos costeros y la compleja trama de relaciones que anida en la relación sociedad-naturaleza, por lo que es conveniente adoptar el principio precautorio frente a la instalación de nuevos usos de suelo y/o actividades, particularmente aquellas cuyos efectos aún se desconocen o no se comprenden bien.

Financiamiento

El trabajo se realizó en el marco del proyecto “Problemáticas geoambientales en la región costera Bahía Blanca desde una perspectiva integradora” (PGI 24/ZG27) dirigido por la Dra. María Elizabeth Carbone, codirigido por el Dr. Walter Daniel Melo, financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur (UNS).

Declaración de roles de colaboración

María Ángeles Speake: Conceptualización, Redacción - borrador original, Metodología, Investigación, Escritura - revisión y edición.

María Elizabeth Carbone: Escritura - revisión y edición.

Referencias bibliográficas

- Baigún, C., Minotti, P. y Lamizana, B. (Eds.) (2022). *Wetlands and people at risk*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Barragán Muñoz, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la planificación y gestión integradas*. Cádiz: Universidad, Servicio de publicaciones.
- Barragán Muñoz, J. M. (2014). *Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales*. Madrid: Tébar Flores.
- Barragán Muñoz, J. M. y De Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, 64, 129-149.
- Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Lazos Chavero, E. y Maass, M. (2014). La aplicación del concepto del sistema socioecológico: alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación Ambiental*, 6(2), 1-21.
- Consortio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (CGPBB) (2024). *Puerto operativo. Terminales y ubicación*. <https://puertobahiablanca.com/>
- Dadon, J. R. y Matteucci, S. D. (2006). Caracterización de las grandes regiones costeras de la Argentina. En F. I. Isla y C. A. Lasta (Eds.), *Manual de manejo costero para la provincia de Buenos Aires* (pp. 11-39). Mar del Plata: Editorial Universitaria de Mar del Plata.
- Escofet, A. (2011). Complejidad reflexiva en espacios litorales: aportaciones operativas para la gestión. En A. Conde Flores, P. A. Ortiz Báez y A. Delgado Rodríguez (Coords.), *El medio ambiente como sistema socio ambiental. Reflexiones en torno a la relación humanos-naturaleza* (119-142). México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Fiori, S. M. y Pralongo, M. P. (2021). *Bahía Blanca Estuary. Ecology and Biodiversity*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
- Funtowicz, S. y De Marchi, B. (2000). Ciencia Posnormal, Complejidad Reflexiva y Sustentabilidad. En E. Leff (Coord.), *La complejidad ambiental* (pp. 54-84). Buenos Aires: Siglo XXI.
- García, R. (2011). Interdisciplinaria y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1). http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf
- Grorud-Colvert, K., Sullivan-Stack, J., Roberts, C., Constant, V., Horta e Costa, B., Pike, E. P., Kingston, N., Laffoley, D., Sala, E., Claudet, J., Friedlander, A. M., Gill, D. A., Lester, S.E., Day, J. C., Gonçalves, E. J., Ahmadi, G. B., Rand, M., Villagomez, A., Ban, N. C., Gurney, G. G. Spalding, A. K., Bennett, N. J., Briggs, J., Morgan, L. E., Moffitt, R., Deguignet, M., Pikitch, E. K., Darling, E. S., Jessen, S., Hameed, S. O., Di Carlo, G., Guidetti, P., Harris, J. M., Torre, J., Kizilkaya, Z., Agardy, T., Cury, P., Shah, N. J., Sack, K., Cao, L., Fernández, M. y Lubchenco, J. (2021). The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. *Science*, 373, 1215. <https://doi.org/10.1126/science.abf0861>
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M.,

- Steneck, R., Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) de Argentina (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. INDEC.
- King, E., Cavender-Bares, J., Balvanera, P., Mwampamba, T. H., y Polasky, S. (2015). Trade-offs in ecosystem services and varying stakeholder preferences: evaluating conflicts, obstacles, and opportunities. *Ecology and Society*, 20(3). <http://www.jstor.org/stable/26270263>
- Milanés Batista, C. (2012). Unidades costeras ambientales para el manejo en Santiago de Cuba: delimitación y prioridades de actuación. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 33(3), 83–97. <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/214>
- Omar, D. H. (2012). *Las perspectivas de desarrollo de Puerto Rosales en el sistema productivo del sudoeste bonaerense, Argentina*. [Trabajo fin de máster, Universidad Internacional de Andalucía]. Repositorio institucional de la Universidad Internacional de Andalucía. <https://dspace.unia.es/handle/10334/2273>
- Raimondo, A. M. y Monti, A. J. A. (2009). Usos y actividades como indicadores de heterogeneidad y complejidad costera en la bahía de San Julián (Santa Cruz, Patagonia argentina). En *Acta de Resúmenes 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina*. Montevideo, Uruguay.
- Rodríguez, J. P., Beard, T. D., Bennett, E. M., Cumming, G. S., Cork, S. J., Agard, J., Dobson, A. P. y Peterson, G. D. (2006). Trade-offs across Space, Time, and Ecosystem Services. *Ecology and Society*, 11(1). <http://www.jstor.org/stable/26267786>
- Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Argentina (2024). *Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Facilidades auxiliares*. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/acceso-al-espacio/facilidades-auxiliares>
- Sorensen, J. C., Mc Creary, S. T. y Brandani, A. (1992). *Costas: arreglos institucionales para manejar ambientes y recursos costeros*. United States: Agency for International Development, International Coastal Resources Center y University of Rhode Island.
- Suárez de Vivero, J. L. (mayo, 1999). Delimitación y definición del espacio litoral. En *Actas Jornadas sobre el litoral de Almería: caracterización, ordenación y gestión de un espacio geográfico* (pp. 13 - 23). Almería, España. <https://idus.us.es/handle/11441/18033>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2010). Forum de sostenibilidad. *Revista de la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible de la UPV/EHU*, 4. http://catalog.ipbes.net/system/assessment/7/references/files/22/original/Forum_de_Sostenibilidad_4_2010.pdf?1346948046
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2016). *GEO-6 Regional Assessment for Latin America and the Caribbean*. UNEP.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2021). *Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- Worboys, G. L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. y Pulsford, I. (2019). *Gobernanza y gestión de áreas protegidas*. Universidad Bogotá: Universidad El Bosque y ANU Press.
- Yang, W., Jin, Y., Sun, T., Yang, Z., Cai, Y. y Yi, Y. (2018). Trade-offs among ecosystem services in coastal wetlands under the effects of reclamation activities. *Ecological Indicators*, 92, 354–366. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.005>

Zhang, H., Liu, Y., Li, J., Tian, P., Zhong, J. y Gong, H. (2023). Evaluation and analysis of coastal complex ecological resilience based on multidimensional data: A case study of East China Sea. *Ecological Indicators*, 155, 110981. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110981>

NOTAS

- 1 Los indicadores se consideran positivos cuando mantienen una relación, asociación o correlación directa con el tema abordado. En el caso de estudio, cuanto mayor sea su magnitud, mayor será el nivel de heterogeneidad o complejidad de los subsistemas analizados.
- 2 Se estima que el Polo Petroquímico Bahía Blanca genera el 65% de la industria petroquímica del país y el 25% del PBI de la ciudad (La Nueva, 2017). Asimismo, constituye el 5° polo petroquímico de América del Sur en capacidad de producción (CGPBB, 2017).