







ORIGINAL RESEARCH

## Zonificación de actividades marítimas bajo escenarios de desarrollo futuro en los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, Colombia

FERNANDO AFANADOR FRANCO<sup>1</sup>, MARÍA P. MOLINA JIMÉNEZ<sup>1</sup>, LADY T. PUSQUIN OSPINA<sup>1, \*</sup>,  
NERY S. BARRIENTOS PORRAS<sup>1</sup>, CARLOS BANDA LEPESQUER<sup>1</sup> e IVÁN CASTRO MERCADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), Sección Manejo Integrado de Zona Costera, Barrio El Bosque, Isla de Manzanillo, Escuela Naval “Almirante Padilla”, Cartagena de Indias, Colombia. <sup>2</sup>Dirección General Marítima, Subdirección de Desarrollo Marítimo, Litorales y Áreas Marinas, Carrera 54 # 26-50, Bogotá, Colombia.  
ORCID *Fernando Afanador Franco*  <https://orcid.org/0000-0003-4708-3280>,  
*María P. Molina Jiménez*  <https://orcid.org/0000-0003-2089-0381>, *Lady T. Pusquin Ospina*  <https://orcid.org/0000-0001-8616-8661>,  
*Nery S. Barrientos Porras*  <https://orcid.org/0000-0002-7539-2841>, *Carlos Banda Lepesquer*  <https://orcid.org/0000-0002-6817-2111>,  
*Iván Castro Mercado*  <https://orcid.org/0000-0002-6799-5036>



**RESUMEN.** El sector marítimo fue afectado negativamente por el virus SARS-CoV-2. El suministro de bienes y servicios se impactó por las restricciones en el transporte de embarcaciones, aislamientos y cierres de fronteras, entre otros. Considerando lo anterior, el Ordenamiento Marino Costero: Visión de Autoridad Marítima por ser un proceso continuo y adaptativo, analizó las posibles afectaciones que presentaron las actividades de acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos, definiendo dos escenarios de desarrollo futuro proyectados al año 2030. Lo anterior se llevó a cabo mediante la aplicación del Modelo de Asignación y Co-localización propuesto por la DIMAR, en el que se consideró porcentaje de crecimiento, zonificación de áreas aptas, análisis de compatibilidad/incompatibilidad e Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) para los tres usos. Los resultados de esta investigación sugieren que la acuicultura, es condicionalmente incompatible con cables submarinos y parques eólicos *offshore* y, presenta el mayor IPTD por su tendencia de crecimiento y representatividad dentro de la zona de estudio. Este análisis representa un avance en los procesos de gestión de los espacios marino-costeros colombianos, que puede ser complementado y aplicado en otras áreas geográficas dependiendo de la información disponible y de los posibles acontecimientos que se presenten.



\*Correspondence:  
lpusquin@dimar.mil.co

Received: 10 April 2023  
Accepted: 15 June 2023

ISSN 2683-7595 (print)  
ISSN 2683-7951 (online)

<https://ojs.inidep.edu.ar>

Journal of the Instituto Nacional de  
Investigación y Desarrollo Pesquero  
(INIDEP)



This work is licensed under a Creative  
Commons Attribution-  
NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International License

**Palabras clave:** Ordenamiento marino-costero, escenarios de desarrollo futuro, asignación, co-localización, acuicultura, parques eólicos *offshore*, cables submarinos.

**Maritime activities zoning under future development scenarios in Bolivar, Sucre and Cordoba departments, Colombia**

**ABSTRACT.** The maritime sector was negatively affected by the SARS-CoV-2 virus crisis. The supply of goods and services was impacted by restrictions to ship transportation, mandatory isolation periods, and border closures, among others. Considering this, the Marine and Coastal Management with a Marine Authority Vision, as a continuous and adaptative process, analyzed the effects on the aquaculture, offshore wind farms and submarine cables activities, defining two future scenarios of development projected for the year 2030. The above was carried out using the Allocation and Co-location Model proposed by DIMAR, which considered the percentage of growth, zoning of suitable areas, the compatibility/incompatibility analysis and the Prioritization Index for Decision Making (IPTD in Spanish) for the three uses. Results from this research suggest that aquaculture is conditionally incompatible with submarine cables and offshore wind farms and has the highest IPTD given its growth trend and representativeness within the study area. This analysis represents

a step forward in the management processes of Colombian marine-coastal areas, which can be complemented and applied in other geographic areas depending on the information available and potential events that may occur.

**Key words:** Marine and coastal management, future development scenarios, allocation, co-location, aquaculture, offshore wind farm, submarine cables.

---

## INTRODUCCIÓN

---

Las actividades marítimas en las áreas marino-costeras presentan una tendencia al crecimiento relacionada con factores sociales y económicos como el incremento de la población, oportunidades de inversión e industrialización, entre otros (Prato y Reyna 2015; Papadimitriou et al. 2019; OECD 2020), lo que puede provocar diferentes problemáticas y conflictos de uso entre los actores que aprovechan estos espacios, así como la constante presión a los recursos marinos (Jiménez 2013; Barragán y de Andrés 2016; Afanador-Franco et al. 2019).

Los procesos de ordenamiento y planificación marino-costera son instrumentos continuos, iterativos, adaptativos y participativos; por lo tanto, no se deben limitar a analizar solo las condiciones actuales, sino que deben abordar posibles escenarios para establecer cómo se pueden desarrollar a futuro diferentes actividades. A nivel mundial, países como España, Francia, Chile y Ecuador, entre otros, han promovido procesos de planificación en los cuales proponen diferentes alternativas para anticipar conflictos y compatibilidades potenciales, así como para direccionar las medidas de manejo y facilitar la toma de decisiones, buscando el desarrollo económico y la sostenibilidad del medio ambiente (Egoh et al. 2007; Ehler y Douvère 2009; Pinarbaşı et al. 2017; McGowan et al. 2019; Afanador-Franco et al. 2021; UNESCO-IOC 2021a, 2021b; UNESCO-IOC/EC 2021; Kivinen et al. 2022).

De forma general, la acuicultura, la energía eólica marina y el tendido de cables submarinos presentan una perspectiva positiva a 2030, lo que

indica un mayor potencial de crecimiento con relación a otras actividades del sector marítimo. Por su parte, la acuicultura es la actividad del sector pesquero con mayor dinamismo a nivel mundial y su tendencia seguirá en aumento debido a su importancia como fuente de alimento para millones de personas (Christie et al. 2014; FAO 2016). Asimismo, el impulso hacia la transición a energías limpias a nivel mundial, ha consolidado y acelerado el crecimiento de la industria de energía eólica marina (GWEC 2021; López et al. 2021; de Vasconcelos et al. 2022). Con relación a los cables submarinos, se estima que aproximadamente 98% de las comunicaciones, servicios internacionales de Internet, tráfico de datos e información se realiza a través de ellos, lo que facilita la conectividad entre los diferentes países, permitiendo el desarrollo global y económico (Ekwere 2016; Brake 2019; GE 2020).

Sin embargo, durante 2020 se generó a nivel mundial una crisis sanitaria por el virus SARS-CoV-2 causante de la enfermedad del COVID-19, detectado por primera vez en diciembre de 2019 en Wuhan, China, y declarado por la Organización Mundial de la Salud como pandemia en marzo de 2020. Como respuesta a esto, los diferentes países establecieron protocolos para evitar su propagación, como el cierre de fronteras terrestres, aéreas, marítimas y fluviales, distanciamiento físico, aislamiento obligatorio, cierre de establecimientos comerciales, entre otros, causando una desaceleración económica que afectó el comercio, la inversión y el empleo en diferentes sectores de la economía marítima que incluyen la acuicultura, los parques eólicos *offshore* y los cables submarinos (CCI 2020; Northrop et al. 2020; Diffenbaugh 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, la Dirección

General Marítima (DIMAR) de Colombia, como Autoridad Marítima Nacional, responsable de la ejecución de la política del Estado colombiano en materia marítima, a través de la regulación y coordinación de las actividades marítimas (Decreto Ley N° 2324, 1984), ha abordado el análisis de condiciones futuras definiendo dos escenarios de desarrollo futuro marítimo, escenario global sin pandemia y escenario global con pandemia, y estableciendo un índice de priorización que permite identificar cuál de las diferentes actividades tiene mayor tendencia de crecimiento y representatividad para zonificar de manera eficiente y técnicamente sustentada las diferentes actividades marítimas.

El objetivo de este estudio fue analizar escenarios futuros para el desarrollo de proyectos de acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos a 2030, y establecer cuál presenta mayor priorización, facilitando la toma de decisiones en la asignación espacial de estos usos en las zonas bajo jurisdicción de las Capitanías de Puerto de Cartagena y Coveñas.

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

### Área de estudio

El área de estudio abarcó las zonas marino-costeras de los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, que corresponden a la jurisdicción de las Capitanías de Puerto de Cartagena (CP05) y Coveñas (CP09), desde el límite de los bienes de uso público establecido por la DIMAR hasta 12 mn (zona A) y desde las 12 hasta las 200 mn (zona B) (Figura 1).

La climatología en el Caribe colombiano tiene una variación interanual que está influenciada por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical, la cual genera cambios en el comportamiento de los vientos y las precipitaciones. En general, se presentan dos épocas climáticas prin-

cipales: la época seca comprendida entre los meses de diciembre a julio, y la época húmeda de agosto a noviembre (Poveda et al. 2002; Orejarena-Rondón et al. 2019; Urrea et al. 2019).

Por otra parte, el marco geológico en el área de estudio se encuentra caracterizado por elementos estructurales de escala regional y local, debido a la convergencia de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica (Gómez 2015). Los rasgos más representativos corresponden a los cinturones plegados del Sinú y San Jacinto, y volcanes de lodo activos. En general, la zona de interés evidencia una pendiente leve asociada a costas bajas con algunos sectores en los que se presentan terrazas, plataformas de abrasión, lomas y colinas, las cuales en su mayoría están conformadas por rocas sedimentarias de origen marino (Reyes et al. 2001; Carvajal y Jurado 2009).

Adicionalmente, el componente biológico está constituido principalmente por dos ecosistemas. El primero de ellos corresponde a manglares integrados por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y *Pelliciera rhizophorae*, que en general están asociadas con ciénagas, y en algunos sitios a zonas de inundación. El segundo ecosistema comprende corales como *Colpophyllia natans*, *Porites astreoides*, *Agaricia tenuifolia*, *Porites porites*, entre otros. Gran porcentaje de estos corales están ubicados en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (Díaz et al. 2000; Carvajal y Jurado 2009; Alvarado et al. 2011).

### Metodología

La zonificación de sitios más adecuados para la localización de los usos de parques eólicos *offshore*, acuicultura y cables submarinos, se basó en la aplicación del Modelo de Asignación y Localización (MAYC) (Afanador-Franco et al. 2022), considerando los criterios técnicos y ambientales, bajo dos escenarios de desarrollo futuro (Figura 2).

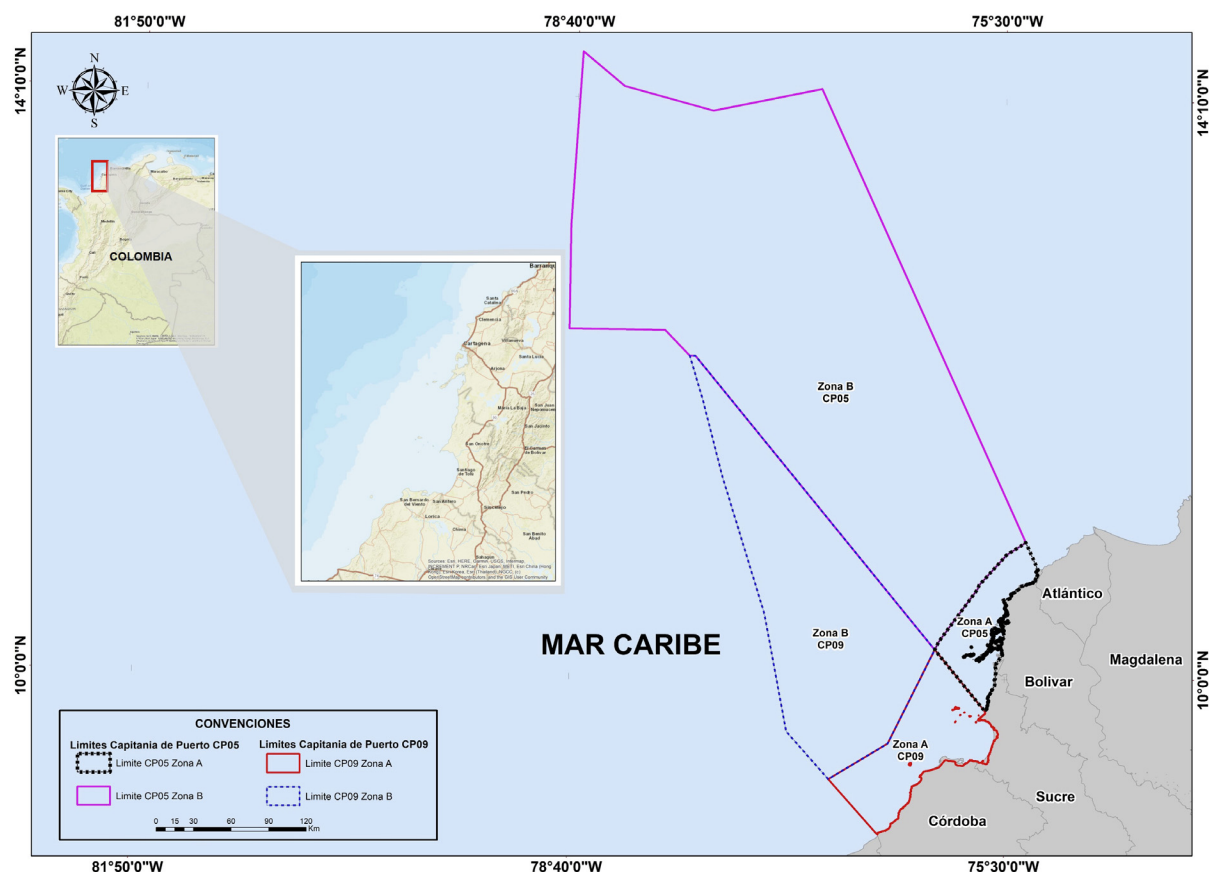


Figura 1. Localización del área de estudio en el Caribe colombiano, indicando las convenciones de límites. CP05: Capitanía de Puerto de Cartagena. CP09: Capitanía de Puerto de Coveñas.

Figure 1. Location of the study area in the Colombian Caribbean, indicating boundary conventions. CP05: Captaincy of Cartagena port. CP09: Captaincy of Coveñas port.

## Definición de los escenarios de desarrollo futuro marítimo y porcentaje de tendencia futura

Los escenarios de desarrollo futuro son un conjunto coherente de supuestos que describen la probabilidad de crecimiento de las actividades marítimas, creando diferentes alternativas que faciliten la toma de decisiones enfocadas a mejorar las condiciones actuales y futuras del espacio marino-costero (Ehler y Douvère 2009; McGowan et al. 2019; Kivinen et al. 2022). Para la aplicación del MAYC, se definieron dos escenarios: i) Crecimiento Global Sin Pandemia, que parte del supuesto que en 2020 no se presentó la pande-

mia del COVID-19 y que las tendencias de desarrollo futuro marítimo se mantendrán hasta 2030 y ii) Crecimiento Global Con Pandemia que analiza cómo es la recuperación de las tendencias de desarrollo futuro marítimo durante el COVID-19 hasta 2030.

Para cada escenario, y teniendo en cuenta el enfoque del Ordenamiento Marino Costero: Visión de Autoridad Marítima (OMC:VAM) y la disponibilidad de información, se analizaron tres características: 1) socioeconómica: define el porcentaje de tendencia futura a nivel global, nacional y local de los usos/actividades marítimas que se van a evaluar, 2) ambiental: evalúa los posibles

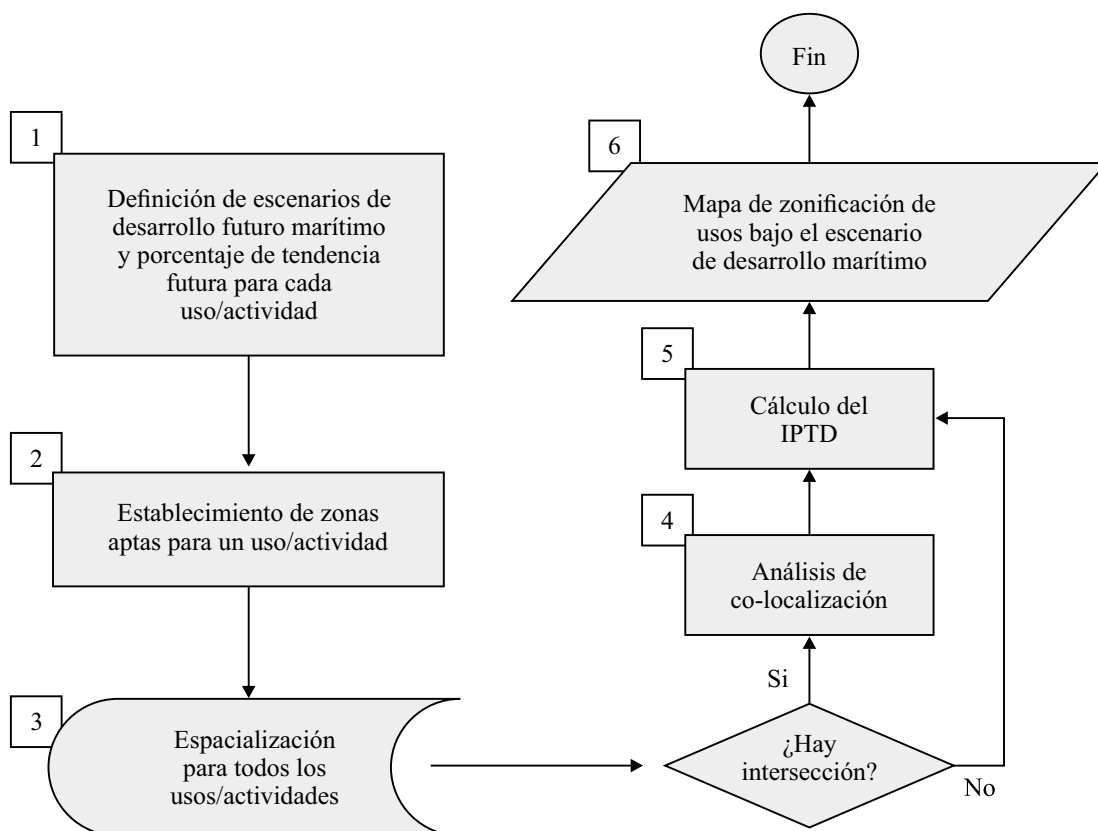


Figura 2. Etapas metodológicas para la aplicación del Modelo de Asignación y Co-localización en los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, Caribe colombiano. IPTD: Índice de Priorización para la Toma de Decisiones.

Figure 2. Methodological stages for the application of the Allocation and Co-location Model in the departments of Bolívar, Sucre, and Córdoba, Colombian Caribbean. IPTD: Prioritization Index for Decision Making.

efectos de cada uso/actividad sobre los diferentes ecosistemas marino-costeros como arrecifes de coral, pastos marinos, manglares y sedimentos y 3) normativa: identifica los diferentes planes y políticas presentes y de proyecciones futuras para cada uso/actividad.

### Establecimiento de zonas aptas para un uso/actividad

El establecimiento de las zonas aptas para los diferentes usos/actividades se desarrolló mediante el análisis de asignación del MAYC en las áreas donde no se presentan conflictos entre usos (Figura 3).

### Establecimiento de criterios de asignación del lugar óptimo

En este proceso se hizo uso de la evaluación multicriterio tomando como base criterios y sub-criterios establecidos mediante revisión bibliográfica, juicio de expertos, técnica de grupo nominal en la que los especialistas de la DIMAR pueden discutir sus opiniones en un ambiente controlado (Ouchi 2004), y la disponibilidad de la información espacial para el desarrollo eficiente de cada uso/actividad, ya que se busca establecer la localización geográfica (en áreas libres de usos/actividades) de los sitios en los cuales se cumplen estas condiciones. De esta forma, se puede alcanzar un posible equilibrio

entre lo económico, social y ambiental (Farahani y Hekmatfar 2009; Coccoli et al. 2018). Posteriormente, el cálculo de los pesos de los criterios y subcriterios se realizó de acuerdo con la metodología de Afanador-Franco et al. (2022).

### Espacialización y zonificación del sitio más adecuado

La determinación de los sitios más adecuados para la localización de las actividades marítimas de acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos se efectuó siguiendo la metodología planteada por Afanador-Franco et al. (2022).

### Análisis de co-localización

Para este análisis (Figura 4), se construyó una matriz cruzada (Tablas 1 y 2) entre cada par de usos en la que se incluyeron los criterios técnicos/ambientales (establecidos en el análisis de asignación) y las variables de eficiencia/eficacia, con el fin de determinar la compatibilidad o incompatibilidad entre parques eólicos *offshore* versus acuicultura, parques eólicos *offshore* versus cables submarinos y acuicultura versus cables

submarinos, identificando si los dos usos se mejoran mutuamente, no interfieren el uno con el otro o se afectan negativamente (Afanador-Franco et al. 2022).

### Establecimiento de criterios de compatibilidad/incompatibilidad

Este análisis se realiza por pares de usos, construyendo dos matrices: la primera matriz de criterios técnicos y ambientales (establecidos en el análisis de asignación con el respectivo peso del criterio) (Tabla 1), y la segunda teniendo en cuenta variables que permitan el desarrollo eficiente y eficaz de cada uso (Tabla 2). Ambas matrices se realizaron siguiendo la metodología de Afanador et al. (2022). Finalmente, la expresión de compatibilidad/incompatibilidad se definió a partir de Afanador-Franco et al. (2022).

### Cálculo del Índice de Priorización para la Toma de Decisiones

El Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) refleja el grado de tendencia de desarrollo y la representatividad de cada uso

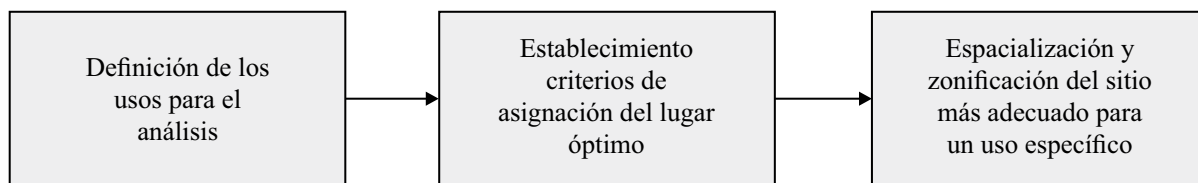


Figura 3. Etapas metodológicas para el análisis de asignación.  
Figure 3. Methodological stages for the assignment analysis.

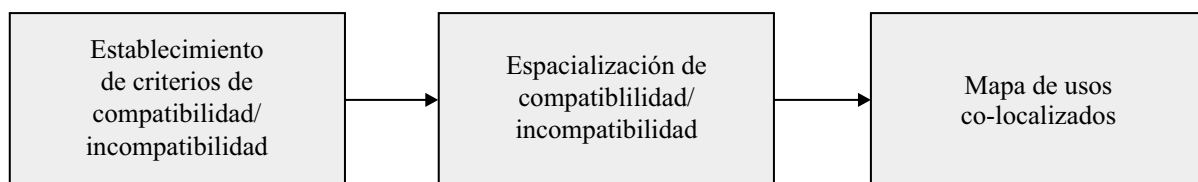


Figura 4. Etapas metodológicas para el análisis de co-localización.  
Figure 4. Methodological stages for the co-location analysis.

Tabla 1. Matriz de criterios técnicos ( $Crit_t$ ) y ambientales ( $Crit_a$ ) entre los usos  $U_x$  y  $U_n$ .  
 Table 1. Matrix of technical ( $Crit_t$ ) and environmental criteria ( $Crit_a$ ) between uses  $U_x$  and  $U_n$ .

		$U_n$							
		$Crit_1$	$Crit_2$	$Crit_3$	$Crit_n$	$Crit_{a1}$	$Crit_{a2}$	$Crit_{a3}$	$Crit_{a_n}$
$U_x$	$W_i Crit_i$	$W_i Crit_{i1}$	$W_i Crit_{i2}$	$W_i Crit_{i3}$	$W_i Crit_{in}$	$W_a Crit_{a1}$	$W_a Crit_{a2}$	$W_a Crit_{a3}$	$W_a Crit_{an}$
$Crit_t$	$Crit_1$	$W_i Crit_{i1}$							
	$Crit_2$	$W_i Crit_{i2}$							
$\sum_{i=1}^n W_i Crit_i$	$Crit_3$	$W_i Crit_{i3}$							
	$Crit_n$	$W_i Crit_{in}$							
$Crit_a$	$Crit_{a1}$	$W_a Crit_{a1}$							
	$Crit_{a2}$	$W_a Crit_{a2}$							
$\sum_{a=1}^n W_a Crit_a$	$Crit_{a3}$	$W_a Crit_{a3}$							
	$Crit_{an}$	$W_a Crit_{an}$							

Tabla 2. Matriz de eficiencia y eficacia entre los usos  $U_x$  y  $U_n$ .  
 Table 2. Matrix of efficiency and effectiveness between uses  $U_x$  and  $U_n$ .

		$U_n$			
		$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_n$
$U_x$	$W_i V_i$	$W_x V_1$	$W_x V_2$	$W_x V_3$	$W_x V_x$
Variables Eficiencia y Eficacia ( $V_n$ )		$V_1$	$W_x V_1$		
		$V_2$	$W_x V_2$		
$\sum_{i=1}^n W_i V_i$		$V_3$	$W_x V_3$		
		$V_n$	$W_x V_4$		

en el área de la jurisdicción de cada Capitanía de Puerto, calculado a partir de:

$$IPTD_{U_x} = \left( \frac{TCu_x}{100} \right) * \left( \frac{ATZAU_x}{ATJLU} \right) \quad (1)$$

donde  $IPTD_{U_x}$  es el Índice de Priorización para la Toma de Decisiones del uso  $x$ ,  $TCu_x$ , es la tasa de crecimiento del uso  $x$  (%),  $ATZAU_x$  es el área total

de la zona apta para el uso  $x$  ( $km^2$ ) y  $ATJLU$  es el área total de la jurisdicción libre de uso ( $km^2$ ). Para parques eólicos *offshore*, acuicultura y cables submarinos, la tendencia del crecimiento corresponde a lo mencionado en la espacialización y zonificación del sitio más adecuado. El área total de las zonas aptas para cada uso ( $ATZAU_x$ ), se calculó teniendo en cuenta la zonificación obtenida en el modelo de asignación, mientras que el área libre de usos ( $ATJLU$ ) se

definió restando los usos actuales del área total de las jurisdicciones de CP05 y CP09.

Para calcular el IPTD entre estos tres usos, se llevó a cabo una normalización teniendo en cuenta la ecuación:

$$\text{IPTD}_x = \frac{\text{IPTD}u_x}{\sum_1^n \text{IPTD}u_x} \quad (2)$$

donde  $\sum_1^n \text{IPTD}u_x$  representa la sumatoria de todos los índices calculados. Los valores más altos del IPTD normalizado indican que se deben priorizar las zonas en las que el uso tiene más alta tendencia de crecimiento y mayor representatividad.

Finalmente, mediante el uso de herramientas SIG, se generaron los mapas de zonificación bajo escenarios de desarrollo marítimo para parques eólicos *offshore*, acuicultura y cables submarinos.

---

## RESULTADOS

---

### Definición de los escenarios de desarrollo futuro marítimo y porcentaje de tendencia futura

Se determinaron los escenarios de crecimiento global con pandemia y sin pandemia que incluyen los porcentajes de tendencia futura en la característica socioeconómica de cada uso/actividad marítima (Tablas 3 y 4).

### Establecimiento de zonas aptas para un uso/actividad

#### *Parques eólicos offshore*

Los criterios técnicos de profundidad, tipo de fondo, pendiente del fondo marino, corrientes, altura de ola, velocidad del viento y los posibles efectos sobre ecosistemas marino-costeros permitieron determinar zonas muy aptas, aptas y medianamente aptas de parques eólicos *offshore* (Figuras 5 y 6).

#### *Acuicultura*

De acuerdo con los criterios y datos oceanográficos disponibles de tipo de fondo marino, período de oleaje, altura de ola significativa, corrientes y los posibles efectos sobre ecosistemas marino-costeros, las áreas de estudio presentaron zonas muy aptas, aptas y medianamente aptas para el desarrollo de la acuicultura (Figuras 7 y 8).

#### *Cables submarinos*

Para el caso de los cables submarinos, los criterios de pendiente del fondo, tipo de fondo marino, período de oleaje, corrientes, altura de ola significativa y los posibles efectos sobre ecosistemas marino-costeros de arenas y sedimentos finos, permitieron identificar zonas aptas y medianamente aptas en las áreas de estudio (Figuras 9 y 10).

### Análisis de co-localización

Para este análisis se establecieron los criterios de compatibilidad de Hennessey y Sutinen (2005). Empleando juicio de expertos se definió en primer lugar si existe compatibilidad/incompatibilidad entre los requerimientos mínimos que se necesitan para que se desarrollen los proyectos, y en segundo término, si los tres usos se afectan o se benefician en el desarrollo de sus actividades mediante la evaluación de las variables de eficiencia y eficacia entre cada par de usos (Tabla 5).

### Cálculo del Índice de Priorización para la Toma de Decisiones

Teniendo en cuenta los escenarios establecidos en la presente investigación, se calculó para cada par de usos, el Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) (Tablas 6-8).

### Mapa de zonificación de usos bajo escenario de desarrollo marítimo

Finalmente, los mapas de zonificación de acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables subma-



Tabla 3. Escenario 1. Escenarios de crecimiento global sin pandemia, incluyendo los porcentajes de tendencia futura en la característica socioeconómica de cada uso/actividad marítima.

Table 3. Scenario 1. Global growth scenarios without a pandemic, including future trend percentages in the socioeconomic characteristic of each maritime use/activity.

Característica	Parques eólicos <i>offshore</i>	Acuicultura	Cables submarinos
Socioeconómica	En Colombia se estimó que habrá un crecimiento aproximado de 1 a 17% para 2030 (GWEC 2019).	Se estimó que la producción de pescado será de 204 millones de toneladas, lo que significa un aumento de 46% para 2030 (FAO 2016, 2020a).	A nivel mundial para el período 2020-2026 se proyectó un crecimiento anual de 7%. En Colombia para el período 2019-2022 se estimó un crecimiento anual de 3,2% (CRC 2020; Echeberría 2020; Research and Markets 2020).
Ambiental	Reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos, como el dióxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno y material particulado (AEE 2019; GWEC 2019).	La descarga de efluentes de la acuicultura genera altos niveles de nutrientes que causan agotamiento de oxígeno, sedimentación y eutrofización (Soley et al. 1992; Burford et al. 2003).	Los efectos en el medio marino son principalmente la perturbación del suelo marino (fase de instalación), liberación de contaminantes, generación campos electromagnéticos y emisión de calor (Andrulewicz et al. 2003; Meibner et al. 2006; OSPAR Commission 2012; García-Almeida 2021).
Normativa	Diferentes documentos, estrategias, políticas, acuerdos internacionales, entre otros, han promovido la construcción de infraestructura eólica a nivel mundial (NU 1998, 2015, 2018; Resolución 40284 de 2022).	Para reconocer la importancia de utilizar los recursos acuícolas y pesqueros de forma responsable se plantean diferentes convenios, tratados y políticas (UNCTAD 2019; FAO 2020a).	En diferentes documentos, convenios, políticas, acuerdos internacionales, entre otros, se establece la importancia de los cables submarinos en cuanto a su seguridad y protección y funcionamiento (Convención de Ginebra sobre la Alta mar 1958; Coffen-Smout y Herbert 2000; OMI [s.f.]; ICPC [s.f.]).

Tabla 4. Escenario 2. Escenarios de crecimiento global con pandemia, incluyendo los porcentajes de tendencia futura en la característica socioeconómica de cada uso/actividad marítima.

Table 4. Scenario 2. Global growth scenarios with pandemic, including future trend percentages in the socioeconomic characteristic of each maritime use/activity.

Característica	Parques eólicos <i>offshore</i>	Acuicultura	Cables submarino
Socioeconómica	La pandemia redujo la demanda de energía en Colombia; sin embargo, para 2030 se espera un aumento aproximado de 30% (GWEC 2021).	Por el COVID-19 la producción disminuirá entre 4 y 5% anual (FAO, 2022), esperando que para 2030 el incremento sea de 41 a 42% (FAO 2020a).	Por la pandemia, a nivel mundial aumentó la demanda de datos y servicios digitales por el uso intensivo de Internet con una tasa de crecimiento anual de 10.5% hasta 2026. En Colombia para el período 2021-2025 se estimó un crecimiento anual de 6.8% (Research and Markets 2022; TeleGeography 2022).
Ambiental	El sector eólico marino contribuye principalmente a la reducción de gases efecto invernadero (AEE 2019; GWEC 2019).	Los efectos ambientales de la actividad acuícola dependen de la especie, el método de cultivo, la densidad y el tipo de alimentación, entre otros (Rabasso 2006).	Las nuevas técnicas han permitido disminuir la magnitud del impacto ambiental; sin embargo, se sigue provocando una afectación a las especies y los ecosistemas marinos principalmente durante la fase de instalación (García-Almeida 2021).
Normativa	A raíz de la pandemia, por el interés de los diferentes gobiernos y sectores económicos por la reactivación de la economía, se ha acelerado el crecimiento de este sector (CAMPETROL 2020; Molano y Ramirez 2020; Resolución 40284 de 2022).	Por el COVID-19, los gobiernos implementaron leyes de emergencia para regular el comportamiento del sector (FAO 2020b).	Por la pandemia se solicitó a los gobiernos garantizar la operación, adecuación y mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo, se instó a los estados a seguir aplicando las leyes y medidas de protección de los cables para minimizar los posibles riesgos (Agudelo et al. 2020; Decreto 464 del 2020; ICPC [s.f.]).

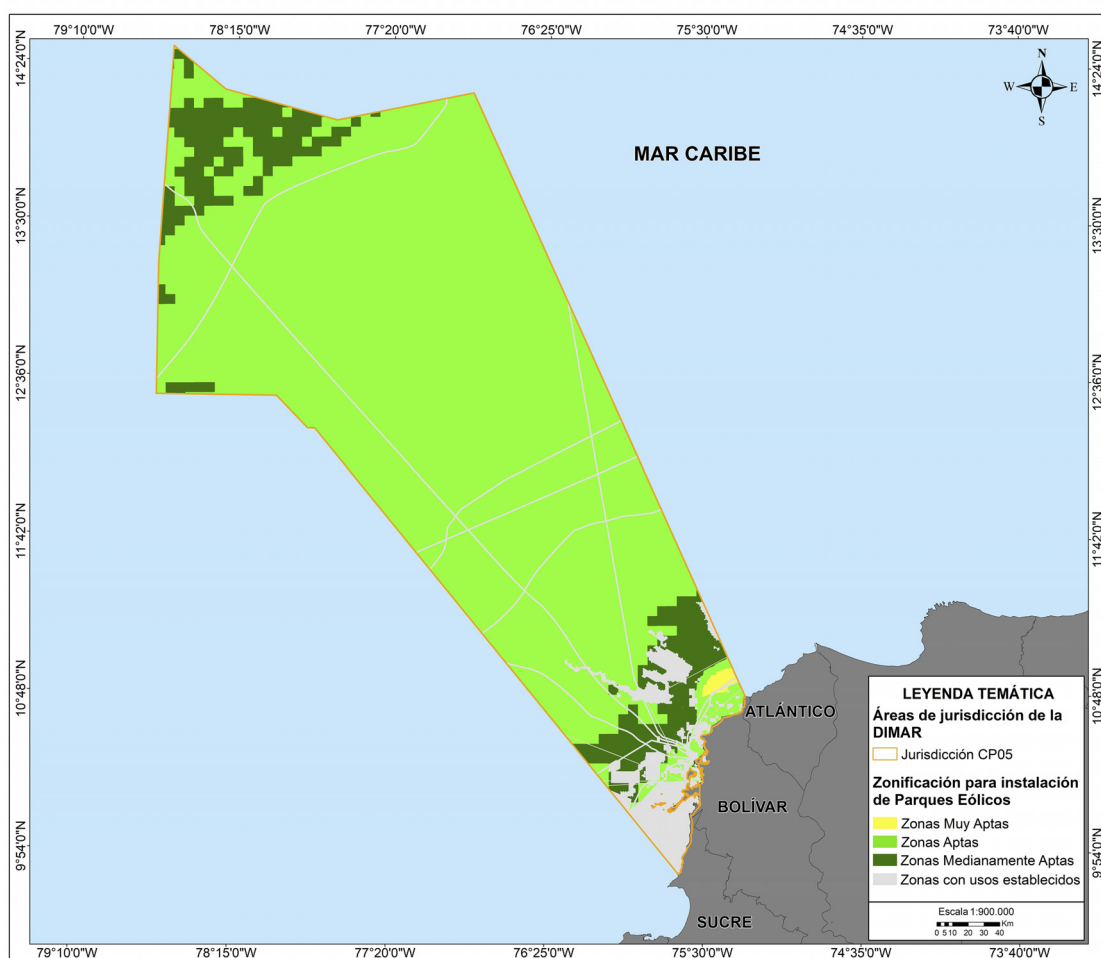


Figura 5. Zonas aptas para localizar parques eólicos *offshore* en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Cartagena.  
 Figure 5. Suitable areas for locating *offshore* wind farms in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port.

rios se generaron bajo los dos escenarios de desarrollo marítimo (Figuras 11-16).

## DISCUSIÓN

Debido a la pandemia del COVID-19 y su incidencia en el sector marítimo por las medidas de mitigación establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y adoptadas por los diferentes países (Northrop et al. 2020; Dffenbaugh 2022), la DIMAR estableció dos escena-

rios de desarrollo futuro con el propósito de visualizar cambios en las tendencias de crecimiento de las actividades marítimas de acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos, antes y después del virus.

En el caso de la acuicultura, antes de la pandemia COVID-19 se registraba a nivel mundial un crecimiento continuo en el suministro de pescado para el consumo humano, a tal punto que el aporte de esta actividad en el total de la producción pesquera fue de 47%, y 53% si se excluyen los productos no alimentarios (Belton y Bush 2014; FAO 2018). Se estimaba que la producción de

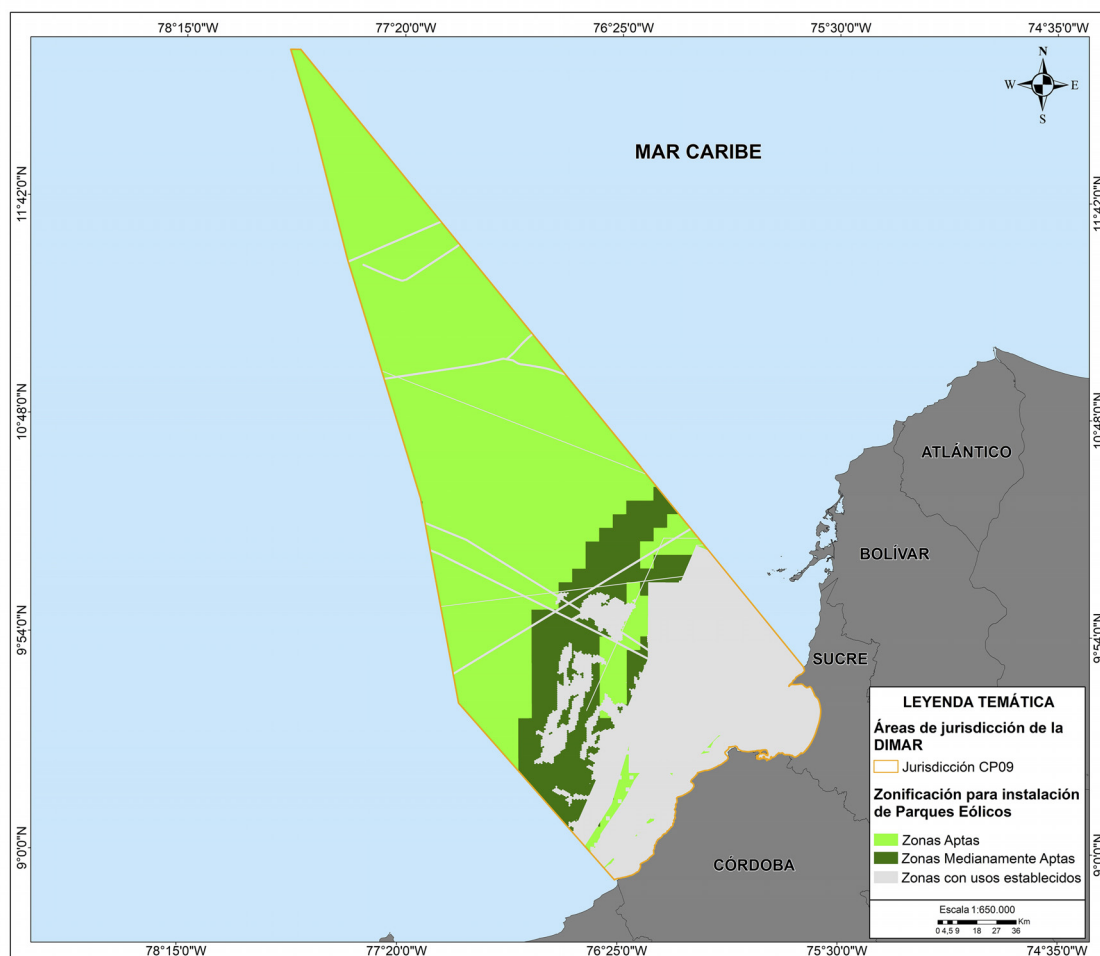


Figura 6. Zonas aptas para localizar parques eólicos *offshore* en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Coveñas.  
 Figure 6. Suitable areas for locating *offshore* wind farms in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port.

pescado total aumentaría a 204 millones de toneladas para 2030, lo cual significaba un aumento de la acuicultura en 46% (FAO 2020d). Sin embargo, durante el año 2020, la FAO identificó la mayor caída en el sector con una disminución en la producción de 1,4% (INFOPECSA 2020), estimando que el incremento se encuentre entre 41 y 42% para 2030 (FAO 2020b). Las razones de la disminución entre los escenarios analizados para la acuicultura corresponden a las restricciones de control de la pandemia, como la cuarentena, los bloqueos del transporte, el cierre de fronteras entre países y de los sectores de servicios

alimentarios que afectaron la cadena de suministros generando el incremento en los precios de transporte y producción, reducción en la demanda de pescado y productos pesqueros, así como dificultades en su comercialización y exportación. Sin embargo, todas estas condiciones variaron según el sitio, las especies y los mercados (FAO 2020a, 2020c; Torres et al. 2021; Ahmed y Azra 2022; Singh-Renton 2022; Yuan et al. 2022). La recuperación de este sector ha sido paulatina desde finales del año 2020, con la aplicación de estrategias propuestas por los entes gubernamentales, como la adaptación de técnicas de cultivos

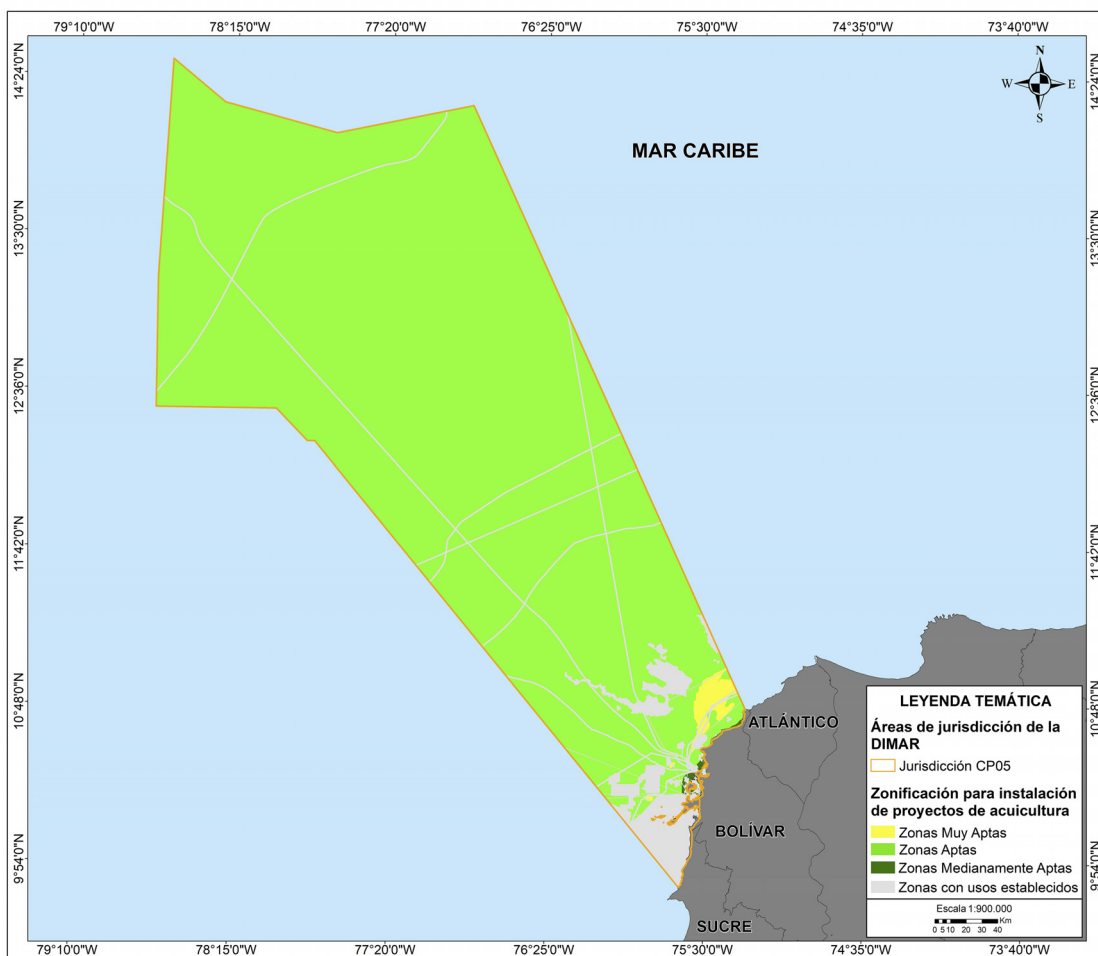


Figura 7. Zonas aptas para localizar proyectos de acuicultura en la jurisdicción de la Capitania de Puerto de Cartagena.  
 Figure 7. Suitable areas for locating aquaculture projects in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port.

de las diferentes especies, la búsqueda de financiación para el fortalecimiento de las cadenas de suministro, la denominación del sector pesquero como una actividad esencial y el empleo de herramientas digitales para la comercialización, entre otras (FAO 2020a, 2020b; Pitiito et al. 2021; Khan et al. 2023).

En Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura) y la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), propusieron medidas para garantizar la reactivación del sector de la Acuicultura (AUNAP 2020;

SENA 2020), como el mejoramiento de los canales de comunicación, apoyo económico en equipos e insumos, implementación de resoluciones y actos administrativos para la regulación de la pesca.

En relación a los parques eólicos *offshore*, el avance en los mecanismos de adquisición, los procesos de suministro y la reducción de los costos de producción, han permitido el crecimiento de la industria de energía eólica en el mundo, aportando al desarrollo económico mediante la generación de empleo en las diferentes etapas de funcionamiento, principalmente las de adecua-

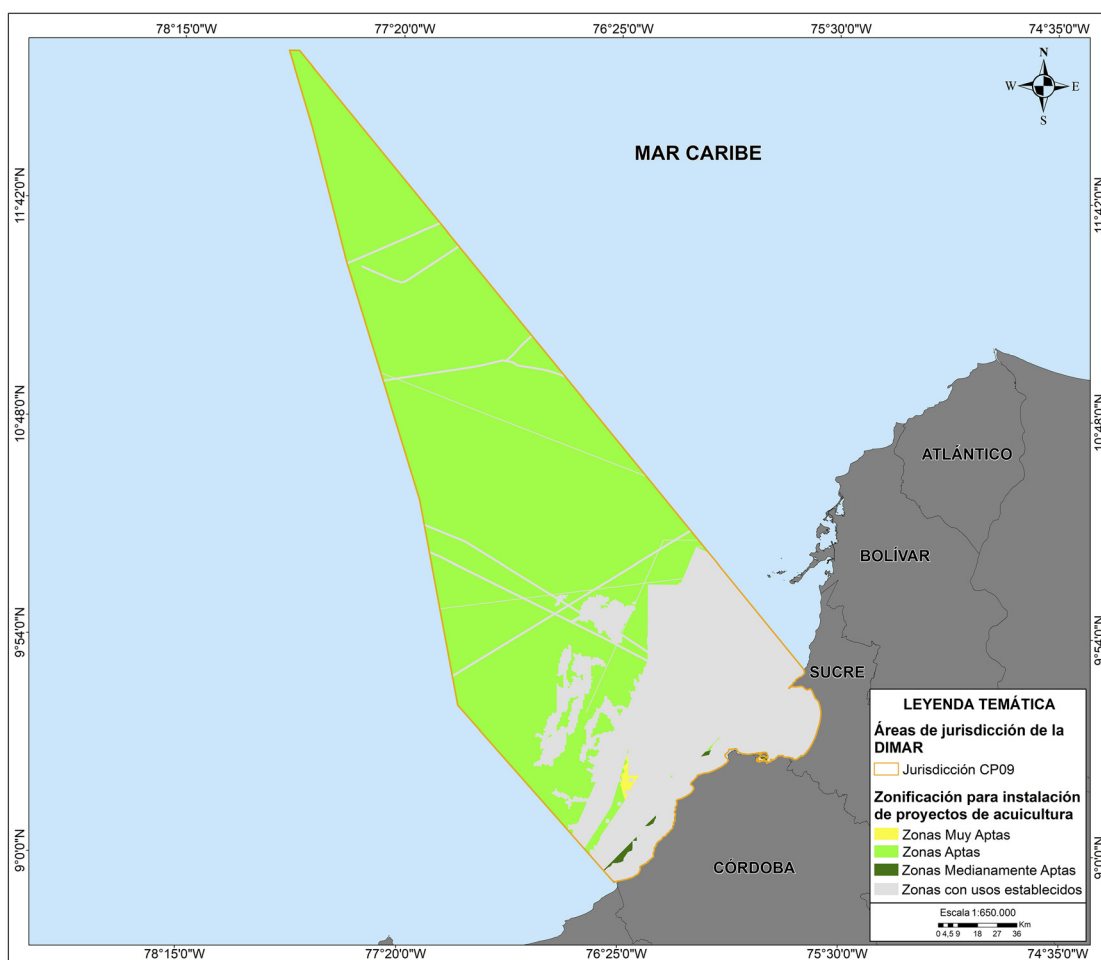


Figura 8. Zonas aptas para localizar proyectos de acuicultura en la jurisdicción de la Capitania de Puerto de Coveñas.  
 Figure 8. Suitable areas for locating aquaculture projects in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port.

ción y construcción. De igual forma, fomenta la sostenibilidad del medio ambiente, contribuyendo a la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero (Dinh y McKeogh 2018; GWEC 2019; López et al. 2021). La trayectoria de la industria eólica en Colombia antes de la pandemia evidenció una tendencia de crecimiento. Prueba de ello fue el lanzamiento de subastas basadas en leyes, mecanismos públicos e incentivos de financiación que reflejaron un escenario propicio para realizar proyectos a largo plazo (Ruiz-Campillo 2017; Sosapanta 2020). Para el año 2019, la cobertura de energía eólica fue de

0,1%, suministrada por el parque Jepírachi que se encuentra ubicado en la península de la Guajira (Sosapanta 2020). El potencial de la tecnología eólica y solar aumentaría de menos de 1% a más de 12% en 2022 (CAMPETROL 2020). Asimismo, para 2030 se esperaba un incremento de 1 a 17% de la capacidad instalada de energía renovable por la ejecución de nuevos proyectos (GWEC 2019). Si bien la pandemia redujo la demanda de energía a corto plazo en Colombia, los escenarios futuros revelan un aumento aproximado de 30% hasta 2030, con una tasa anual de alrededor de 1,5% (GWEC 2021). Por ello, el

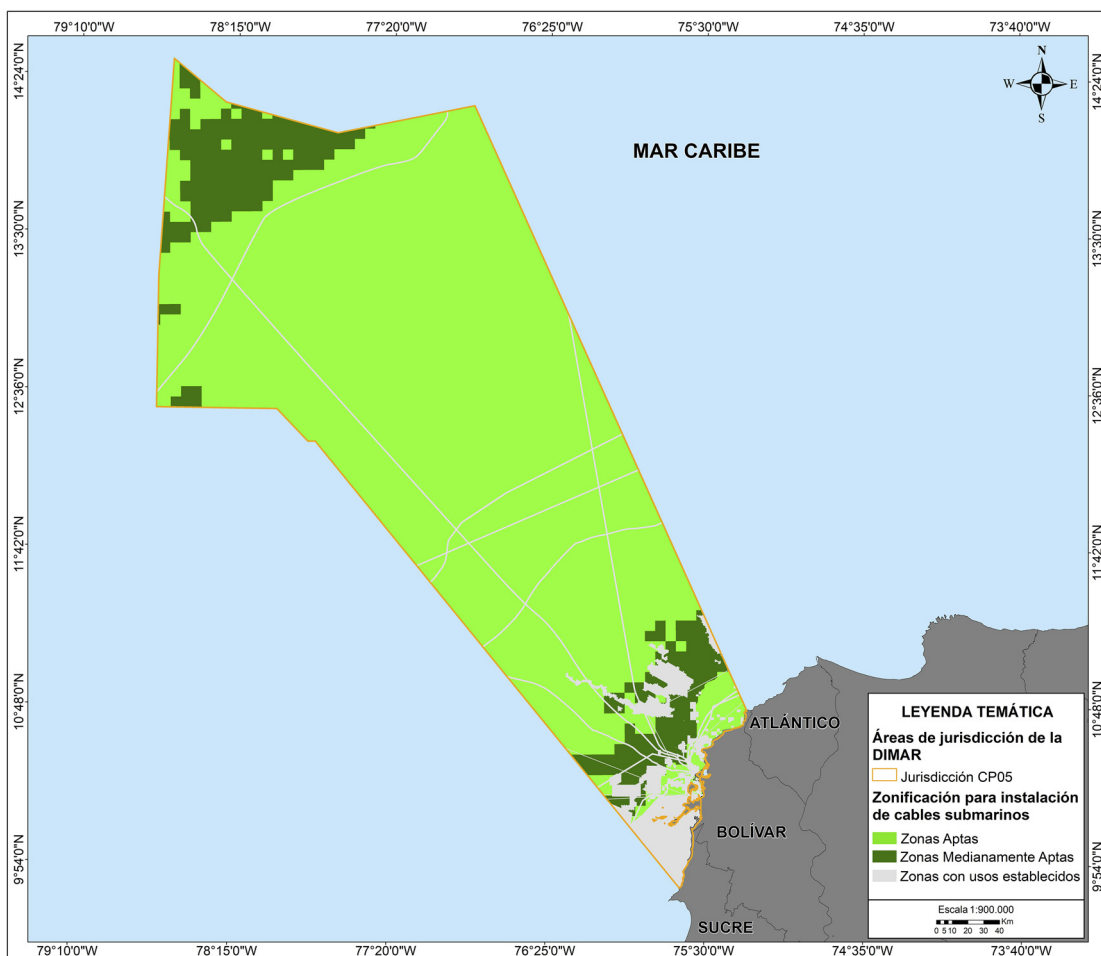


Figura 9. Zonas aptas para localizar cables submarinos en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Cartagena.  
 Figure 9. Suitable areas for locating submarine cables in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port.

Ministerio de Minas y Energía en Colombia, a través de la Resolución MME 40179 de 2021, convocó la subasta CLPE N° 3-2021 de contratación a largo plazo de energía eléctrica. A la fecha, se encuentran dos proyectos vigentes en el departamento de Bolívar (SIEL 2022). Asimismo, considerando el potencial eólico del Caribe centro colombiano, el Ministerio de Minas y Energía y la Dirección General Marítima, establecieron el área de nominación para el desarrollo de proyectos de parques eólicos *offshore* mediante la Resolución 40284 de 2022.

En lo referente a cables submarinos, para 2019

el mercado mundial se valoró en USD 22 billones, y se proyectó un crecimiento anual de 7% en el período 2020-2026 (Research and Markets 2020). Colombia es uno de los países con mayor conectividad en América latina. Para 2019 contaba con 10 cables submarinos activos y un cable proyectado para octubre de 2022, es decir, un porcentaje de crecimiento anual de 3,2% para el período 2019-2022 (Comisión de Regulación de Comunicaciones 2020; Echeberría 2020; TeleGeography 2022). En 2020, debido a la pandemia del COVID-19, el confinamiento implementado en todo el mundo para evitar la propagación

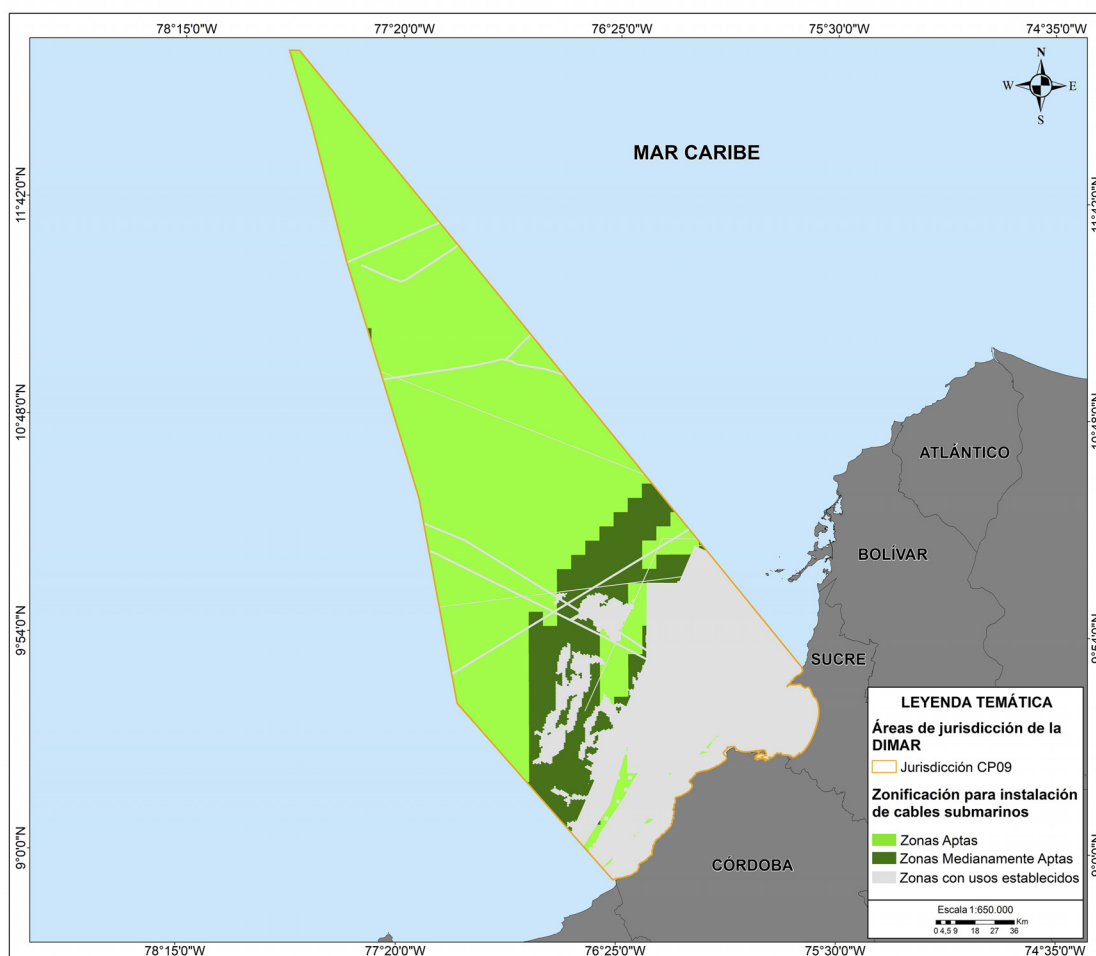


Figura 10. Zonas aptas para localizar cables submarinos en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Coveñas.  
 Figure 10. Suitable areas for locating submarine cables in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port.

del virus causó que las personas realizaran la mayoría de sus actividades de manera virtual, lo que significó un aumento aproximado de 70% en el uso de Internet (GIA 2022). En consecuencia, el aumento en la demanda de datos y servicios digitales por el uso intensivo de Internet, ha generado a nivel mundial la necesidad de implementar nuevas tecnologías para mejorar la infraestructura y la capacidad del sector de telecomunicaciones, impulsando a los gobiernos y a las empresas privadas a invertir en el desarrollo de redes de cables submarinos (García-Almeida 2021; Palacios 2021; Venturelli y Gabriel 2021;

GIA 2022). A partir de la pandemia del COVID-19 en 2020, se estimó que el mercado mundial de cables submarinos de fibra óptica tendría una tasa de crecimiento compuesto anual de 10,5% hasta 2026 (Research and Markets 2022). Para 2021, continuaban activos 10 cables submarinos en Colombia, y para los 4 años siguientes se tiene proyectada la instalación de tres más (Aurora Cable System, Caribbean Express y Carnival Submarine Network-1), lo que evidencia una tasa de crecimiento anual de 6,8% para el período 2021-2025 (Echeberria 2020; TeleGeography 2022).



Tabla 5. Análisis del nivel de compatibilidad de los usos evaluados utilizando los criterios de Hennessey y Sutinen (2005).  
 Table 5. Analysis of the degree of compatibility of evaluated uses based on criteria from Hennessey and Sutinen (2005).

Usos	Valor de compatibilidad/ incompatibilidad			Expresión de compatibilidad/ incompatibilidad
	Subcriterios técnicos y ambientales	Variables de eficiencia y eficacia	Promedio	
Acuicultura versus parque eólico	0,080	0,750	0,415	Condicionamente incompatible
Acuicultura versus cables submarinos	0,075	0,750	0,412	Condicionamente incompatible
Parque eólico versus cables submarinos	0,100	1,000	0,550	Condicionamente compatible

### Análisis de co-localización por pares de usos

De acuerdo con el análisis de co-localización entre las actividades de acuicultura y parques eólicos *offshore*, estos usos son condicionalmente incompatibles, es decir, uno afecta negativamente al otro (Hennessey y Sutinen 2005). En general, existen muchos obstáculos para la ubicación de ambas industrias en un mismo espacio, debido a las diferencias existentes en cuanto a recursos financieros y organizacionales, la incertidumbre con respecto a su viabilidad y la falta de regulación (Christie et al. 2014). Diferentes autores sugieren que los parques eólicos *offshore* pueden afectar negativamente la acuicultura, debido a que dentro del área puede haber infección e impactos de ruido sobre las especies cultivadas, restricción del transporte de embarcaciones, así como incidentes por colisión con los aerogeneradores (Bailey et al. 2014; Wever et al. 2015; Sospanta 2020; Hernández et al. 2021; Van-Hoey et al. 2021). Por el contrario, la acuicultura puede afectar a los parques eólicos *offshore* por el riesgo de daños en los cables y las estructuras de los aerogeneradores, así como por la limitación en las operaciones de instalación y mantenimiento

(Wever et al. 2015; Lukic et al. 2018; Gee et al. 2019). A pesar de lo anterior, algunos estudios muestran que bajo modelos técnicos, sociales, económicos y de riesgo, es posible ubicar ambas actividades en un mismo espacio ya que los parques eólicos *offshore* pueden reducir costos en la instalación de acuicultura en alta mar y brindar protección ante la energía del oleaje (Christie et al. 2014; Wever et al. 2015; van den Burg et al. 2017).

En cuanto a la acuicultura y los cables submarinos, la expresión de condicionalmente incompatible para su desarrollo en el mismo espacio geográfico radica principalmente en el daño accidental a los cables submarinos por los tipos de amarre de las jaulas y de las embarcaciones que realizan actividades de recolección y mantenimiento en la acuicultura (Meindl 1996; Rojo García 2016; Cardia et al. 2017; QG 2019). Contrariamente, las regulaciones a nivel internacional para el funcionamiento y protección de los cables, establecen áreas de influencia de 500 m a cada lado (ICPC [s.f.]; Resolución DIMAR 204 de 2012), lo que podría minimizar el espacio que puede ser utilizado para proyectos de acuicultura. Además, cuando los cables submarinos están en

Tabla 6. Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) bajo los escenarios sin pandemia y con pandemia para los usos de acuicultura y parques eólicos *offshore* para las áreas correspondientes a las jurisdicciones de las Capitanías de Puerto de Cartagena y Coveñas.  
 Table 6. *Prioritization Index for Decision Making (IPTD) for uses of aquaculture and offshore wind farms in areas under the jurisdiction of captaincies of Cartagena and Coveñas port in non-pandemic and pandemic scenarios.*

Escenarios	Uso/ actividad	Tendencia de crecimiento (%)	Capitanía de Puerto de Cartagena (CP05)			Capitanía de Puerto de Coveñas (CP09)		
			Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado	IPTD normalizado	Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado	IPTD normalizado
Sin pandemia	Acuicultura zonas muy aptas	46	552,8764	0,0032	0,0052	57,8804	0,0012	0,0020
	Acuicultura zonas aptas	46	79.079,1617	0,4564	0,7454	22.284,3057	0,4572	0,7624
	Parques eólicos	17	211,4708	0,0005	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
	<i>offshore</i> zonas muy aptas	17	71.362,2633	0,1522	0,2486	18.639,0163	0,1413	0,2357
Con pandemia	Parques eólicos	17	71.362,2633	0,1522	0,2486	18.639,0163	0,1413	0,2357
	<i>offshore</i> zonas aptas	42	552,8874	0,0029	0,0042	552,8874	0,0104	0,0059
	Acuicultura zonas muy aptas	42	79.770,3885	0,4204	0,6069	79.770,3885	1,4942	0,8519
	Parques eólicos	30	211,4708	0,0008	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000
Sin pandemia	<i>offshore</i> zonas muy aptas	30	71.362,2633	0,2686	0,3878	18.639,0163	0,2494	0,1422
	Parques eólicos	30	71.362,2633	0,2686	0,3878	18.639,0163	0,2494	0,1422
	<i>offshore</i> zonas aptas	30	71.362,2633	0,2686	0,3878	18.639,0163	0,2494	0,1422
	Parques eólicos	30	71.362,2633	0,2686	0,3878	18.639,0163	0,2494	0,1422

Tabla 7. Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) bajo los escenarios sin pandemia y con pandemia para los usos de acuicultura y cables submarinos para las áreas correspondientes a las jurisdicciones de las Capitanías de Puerto de Cartagena y Coveñas.  
 Table 7. *Prioritization Index for Decision Making (IPTD) for uses of aquaculture and submarine cables in areas under the jurisdiction of captaincies of Cartagena and Coveñas port in non-pandemic and pandemic scenarios.*

Escenarios	Uso/ actividad	Tendencia de crecimiento (%)	Capitanía de Puerto de Cartagena (CP05)			Capitanía de Puerto de Coveñas (CP09)		
			Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado	IPTD normalizado	Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado	IPTD normalizado
Sin pandemia	Acuicultura zonas muy aptas	46	552,8764	0,0032	0,0065	57,8804	0,0012	0,0024
	Acuicultura zonas aptas	46	79.079,1617	0,4564	0,9354	22.284,3057	0,4572	0,9427
	Cables submarinos zonas muy aptas	3,2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Cables submarinos zonas aptas	3,2	70.536,1590	0,0283	0,0580	18.647,2464	0,0266	0,0549
	Acuicultura zonas muy aptas	42	552,8764	0,0029	0,0061	57,8804	0,0011	0,0023
Con pandemia	Acuicultura zonas aptas submarinos zonas muy aptas	42	79.079,1617	0,4167	0,8685	22.284,3057	0,4174	0,8787
	Cables submarinos zonas muy aptas	6,8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Cables submarinos zonas muy aptas	6,8	70.536,1590	0,0602	0,1254	18.647,2464	0,0566	0,1190
	Cables submarinos zonas aptas	6,8	70.536,1590	0,0602	0,1254	18.647,2464	0,0566	0,1190
	Cables submarinos zonas aptas	6,8	70.536,1590	0,0602	0,1254	18.647,2464	0,0566	0,1190

Tabla 8. Índice de Priorización para la Toma de Decisiones (IPTD) bajo los escenarios sin pandemia y con pandemia para los usos de parques eólicos *offshore* y cables submarinos para las áreas correspondientes a las jurisdicciones de las Capitanías de Puerto de Cartagena y Coveñas.  
 Table 8. *Prioritization Index for Decision Making (IPTD) for uses of offshore wind parks and submarine cables in areas under the jurisdiction of captaincies of Cartagena and Coveñas port in non-pandemic and pandemic scenarios.*

Escenarios	Uso/ actividad	Tendencia de crecimiento (%)	Capitanía de Puerto de Cartagena (CP05)		Capitanía de Puerto de Coveñas (CP09)	
			Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado	Área total de la zona adecuada (km <sup>2</sup> )	IPTD normalizado
Sin pandemia	Cables submarinos zonas muy aptas	3,2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Cables submarinos zonas aptas	3,2	70.536,1590	0,0283	18.647,2464	0,1585
	Parques eólicos <i>offshore</i> zonas muy aptas	17	211,4708	0,0005	0,0000	0,0000
	Parques eólicos <i>offshore</i> zonas aptas	17	71.362,2633	0,1522	18.639,0163	0,8415
Con pandemia	Cables submarinos zonas muy aptas	6,8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Cables submarinos zonas aptas	6,8	70.536,1590	0,0602	18.647,2464	0,1848
	Parques eólicos <i>offshore</i> zonas muy aptas	30	211,4708	0,0008	0,0000	0,0000
	Parques eólicos <i>offshore</i> zonas aptas	30	71.362,2633	0,2686	18.639,0163	0,8152

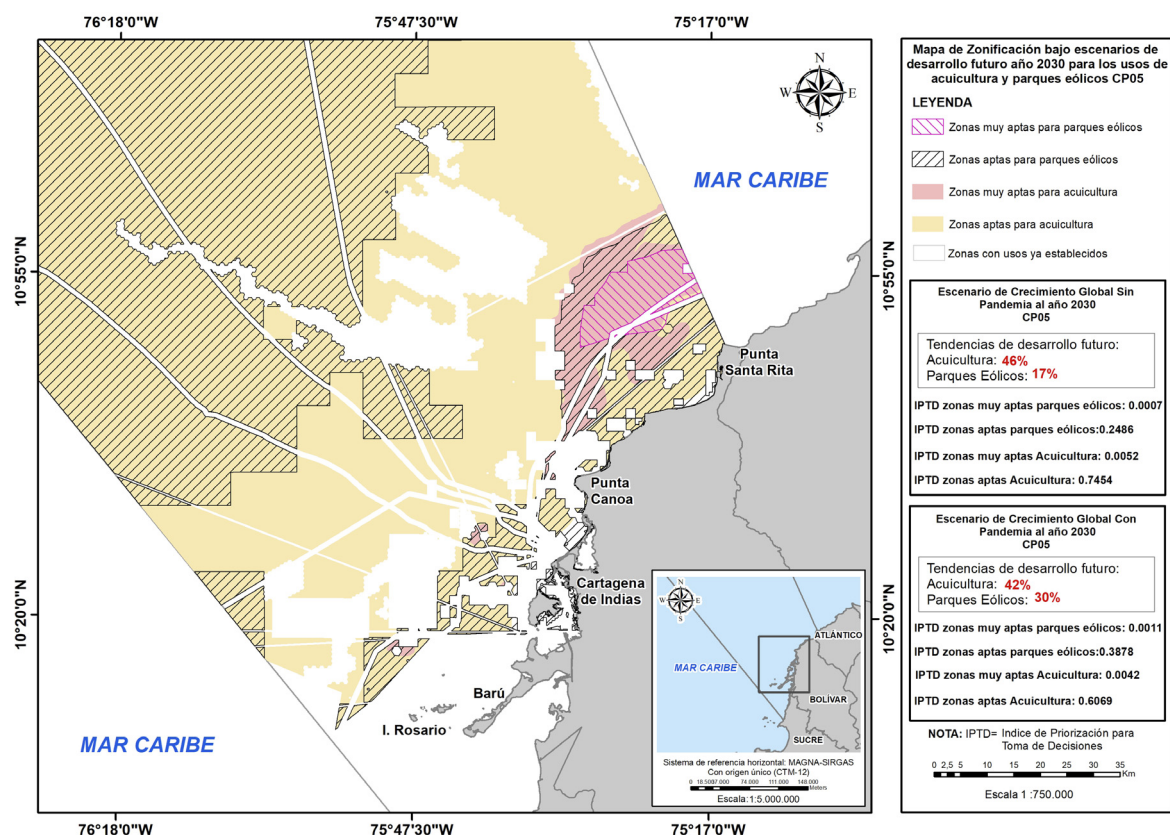


Figura 11. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de acuicultura y parques eólicos *offshore* en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Cartagena.

Figure 11. Zoning map for uses of aquaculture and offshore wind farms in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port under future development scenarios for 2030.

funcionamiento, se crean campos electromagnéticos y emisiones de calor alrededor de ellos que aumentan la temperatura en superficie y afectan a las especies circundantes (García-Almeida 2021).

Con respecto a los cables submarinos versus parques eólicos *offshore*, como resultado del desarrollo digital y energético, estos dos usos se caracterizan por presentar una compatibilidad condicionada, ya que existen intereses y aspectos comunes con respecto a la seguridad, el acceso, y a los procesos de instalación, mantenimiento y operaciones en el lecho marino. Sin embargo, las partes interesadas deben tener en cuenta las restricciones propias de cada actividad (ICPC 2013; ESCA 2016; EC 2021). En el caso de los cables

submarinos, se establece una zona de protección de 500 m a cada lado (ICPC [s.f.]; Resolución DIMAR 204 de 2012) que limita la ubicación de los aerogeneradores. Por otro lado, los parques eólicos *offshore* podrían dificultar la instalación de futuros cables submarinos, ya que, en su proceso de instalación, pueden comprometer el cableado eléctrico del sistema de turbinas que se encuentra en el sustrato (ESCA 2016).

Teniendo en cuenta el análisis de compatibilidad/incompatibilidad por par de usos, entre acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos, y de acuerdo con la identificación de las zonas más adecuadas para la ubicación de estos usos/actividades, las áreas de jurisdicción de las

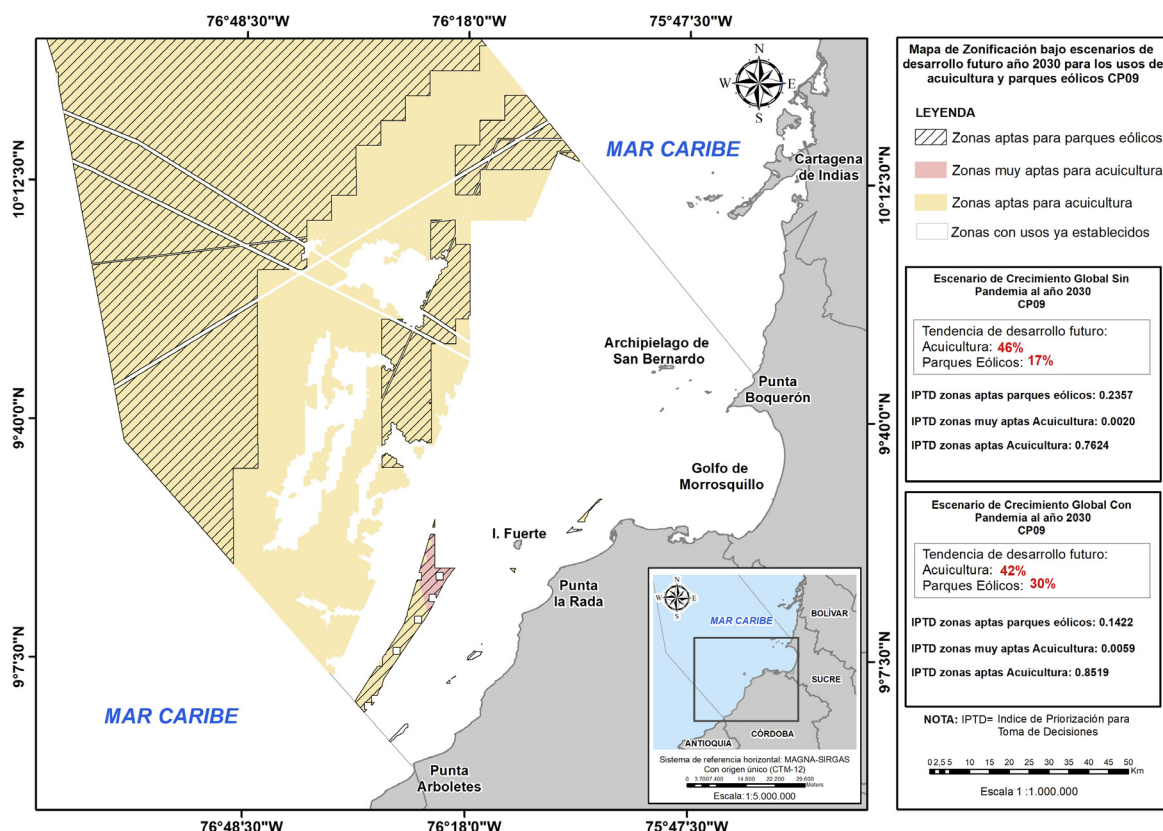


Figura 12. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de acuicultura y parques eólicos *offshore* en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Coveñas.

Figure 12. Zoning map for uses of aquaculture and offshore wind farms in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port under future development scenarios for 2030.

Capitanías de Puerto de Cartagena y Coveñas tienen el potencial para que éstos se desarrollen. Sin embargo, como una medida de manejo, es importante la priorización de una de estas actividades en caso de que se presenten varias solicitudes en un mismo espacio geográfico. Para este caso, el IPTD, propuesto por la DIMAR, estableció que en su orden la priorización corresponde a acuicultura, parques eólicos *offshore* y cables submarinos, teniendo en cuenta que la primera actividad tiene mayor representatividad y mayor tendencia de crecimiento en el área de interés. La priorización tiene como objetivo establecer alternativas que brinden soluciones en aspectos espaciales, económicos, sociales, o a las necesidades secto-

riales específicas, de acuerdo con su nivel de importancia y dependiendo del enfoque cualitativo y/o cuantitativo de la investigación, buscando facilitar la toma de decisiones en la planificación (Knight et al. 2010; Brookes et al. 2015; Buck y Langan 2017; Kukkala y Moilanen 2017; Lenarduzzi et al. 2021).

Al igual que Colombia, otros países del Pacífico Sudeste y del Mediterráneo Occidental, pertenecientes a la iniciativa MSPglobal, se encuentran adelantando el análisis de crecimiento de las actividades marítimas dentro de sus procesos de planificación espacial marina, considerando su demanda en el espacio marino-costero y proponiendo diferentes escenarios de desarrollo futuro

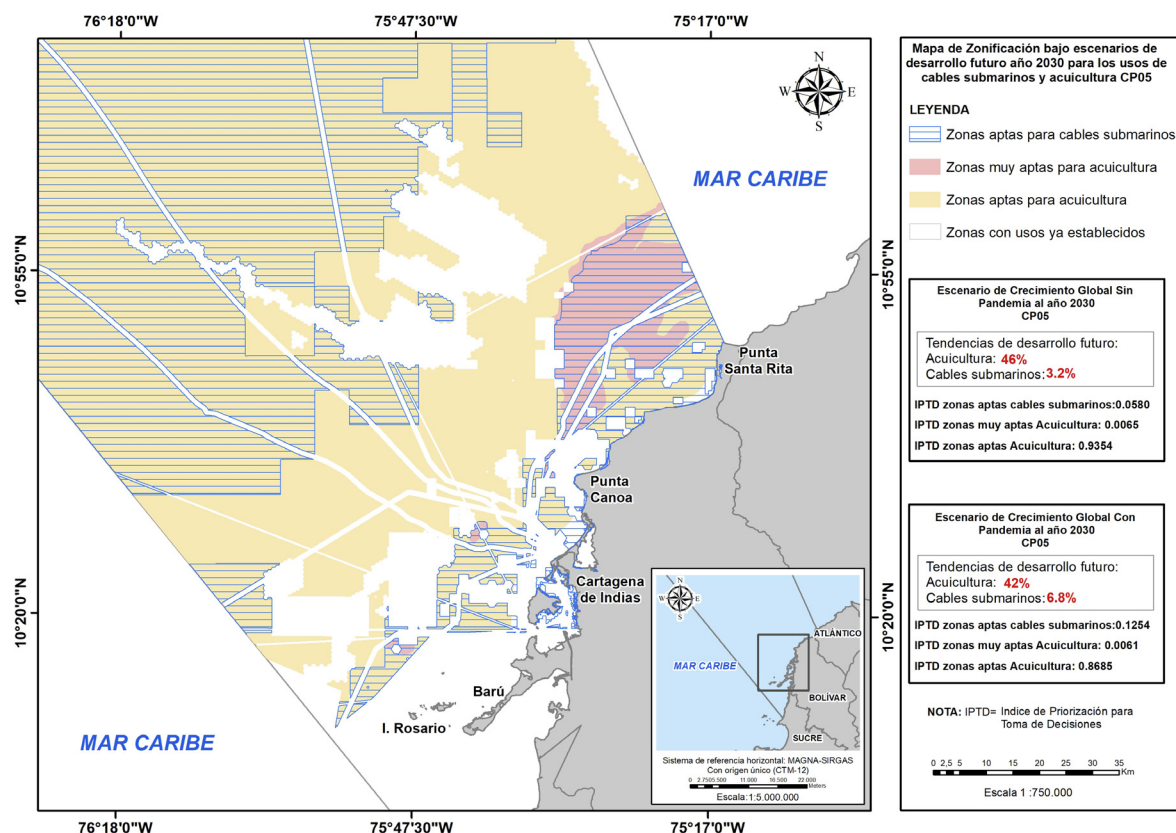


Figura 13. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de cables submarinos y acuicultura en la jurisdicción de la Capitania de Puerto de Cartagena.

Figure 13. Zoning map for uses of submarine cables and aquaculture in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port under future development scenarios for 2030.

que involucra el análisis de políticas, valores ambientales y sociales (UNESCO-IOC 2021a, 2021b; UNESCO-IOC/EC 2021).

Finalmente, se debe tener en cuenta que todo proceso de planificación es adaptativo, continuo y con capacidad de retroalimentación, por lo que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la disponibilidad en la información, los cambios constantes del territorio y la sociedad, y su pertinencia dependerá de las características físicas de cada sitio, la actitud y cooperación entre los planificadores, tomadores de decisiones y actores involucrados, así como, de aspectos legales y financieros (Christie et al. 2014). La implementación del MAYC del OMC:VAM pro-

puesto por la DIMAR, contribuye a la planificación del territorio marino-costero colombiano, ya que se puede articular con diferentes instrumentos de gestión a escala nacional, regional y local.

## CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permiten establecer que la acuicultura presenta la mayor tendencia de desarrollo con relación a parques eólicos *offshore* y cables submarinos en los dos escenarios analizados. Esto se debe a que las proyecciones en este sector anticipan la necesidad de

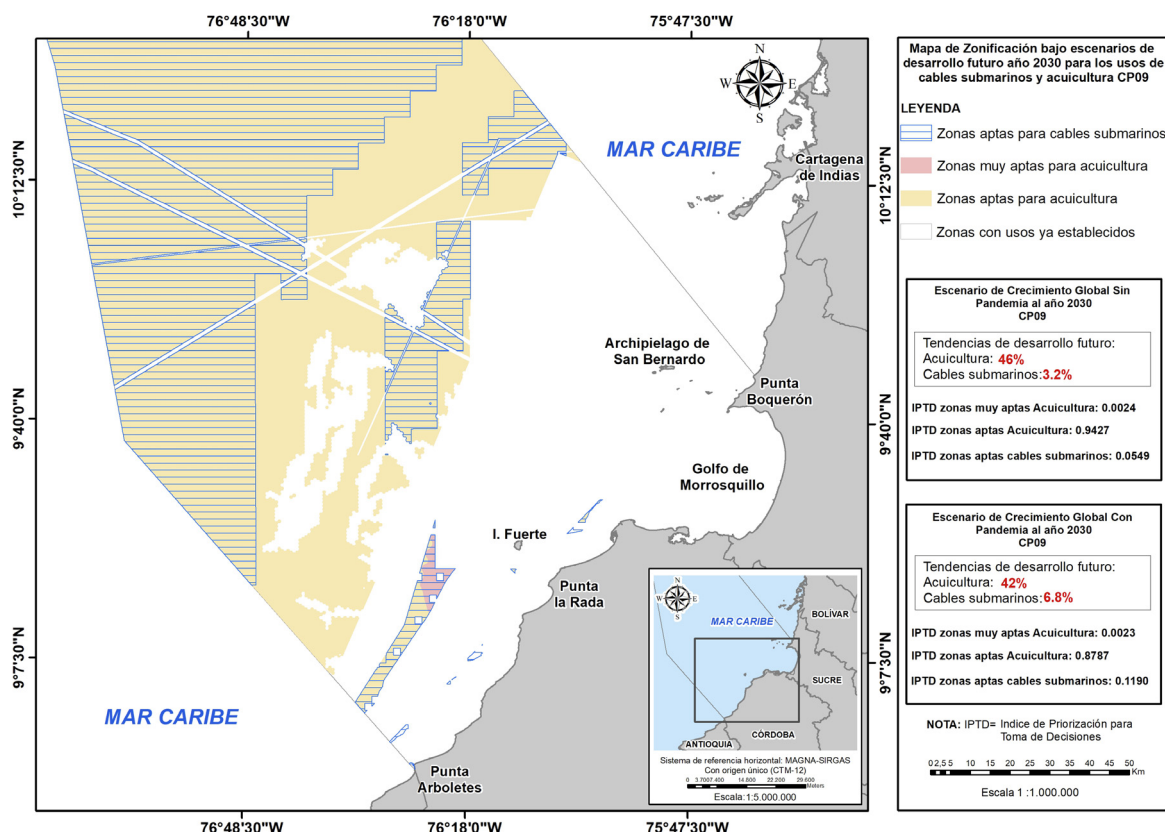


Figura 14. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de cables submarinos y acuicultura en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Coveñas.

Figure 14. Zoning map for uses of submarine cables and aquaculture in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port under future development scenarios for 2030.

una mayor producción de pescado para contribuir al desarrollo humano, al alivio de la pobreza, al bienestar social, al comercio local e internacional y a la generación de ingresos y empleo.

Debido a la pandemia, la acuicultura disminuyó el porcentaje de crecimiento en 4% (de 46 a 42%), principalmente por las restricciones establecidas en los diferentes países; mientras que los parques eólicos *offshore* aumentaron su proyección en 13% (de 17 a 30%), debido a factores como la industrialización y la necesidad de acelerar la transición energética de los combustibles fósiles a energías limpias. Asimismo, los cables submarinos incrementaron en 3.6% (3.2 a 6.8%) por el aumento en la conectividad a nivel mundial.

Por otra parte, el análisis de co-localización de esta investigación, indicó que la acuicultura es condicionalmente incompatible con cables submarinos y parques eólicos *offshore*. Por esta razón, estas actividades no deberían desarrollarse en un mismo espacio geográfico. Adicionalmente, los cables submarinos y parques eólicos *offshore* son condicionalmente compatibles, por lo que su funcionamiento se puede llevar a cabo mediante procesos de gestión entre las partes.

De acuerdo con el valor del IPTD propuesto por la DIMAR, para las tres actividades marítimas analizadas en este estudio, en el caso que se presenten varias solicitudes en el mismo espacio geográfico, la acuicultura sería la actividad que



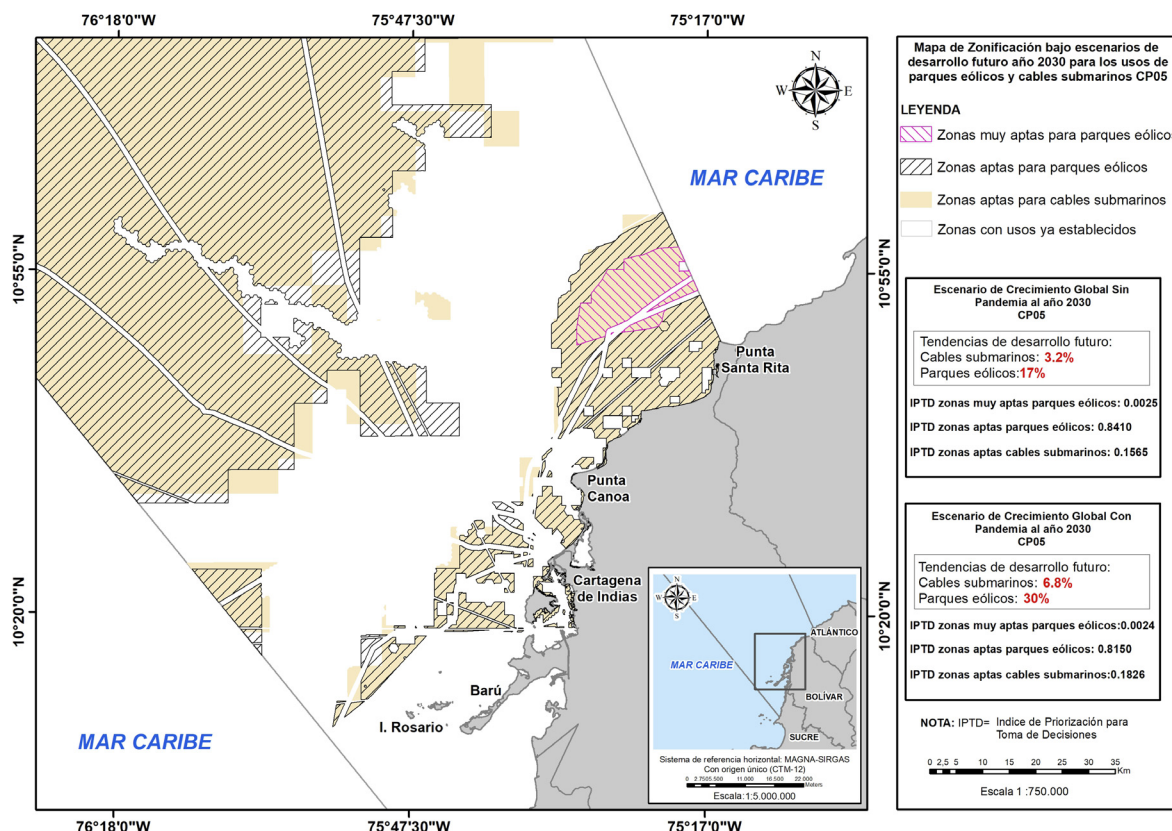


Figura 15. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de parques eólicos *offshore* y cables submarinos en la jurisdicción de la Capitania de Puerto de Cartagena.  
 Figure 15. Zoning map for uses of offshore wind farms and submarine cables in the jurisdiction of the Captaincy of Cartagena port under future development scenarios for 2030.

debería priorizarse con respecto a parques eólicos *offshore* y cables submarinos, ya que presenta mayor tendencia de crecimiento y tiene mayor representatividad en las áreas de estudio.

colombianas”; igualmente a los revisores por sus valiosos aportes y comentarios.

**Contribución de autores**

Fernando Afanador Franco: investigation, resources, conceptualization, formal analysis, methodology, supervision. María P. Molina Jiménez: conceptualization, methodology, writing-original draft, writing-review and editing, visualization. Lady T. Pusquin Ospina: conceptualization, formal analysis, methodology, writing-original draft, writing-review and editing, visualization. Nery S. Barrientos Porras: conceptualization, methodology, writing-original draft, writing-

**AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a la Dirección General Marítima por el apoyo y financiación de la presente investigación enmarcada dentro del programa “Gestión de los litorales colombianos” en el proyecto “Planificación y ordenamiento de los litorales y áreas marinas

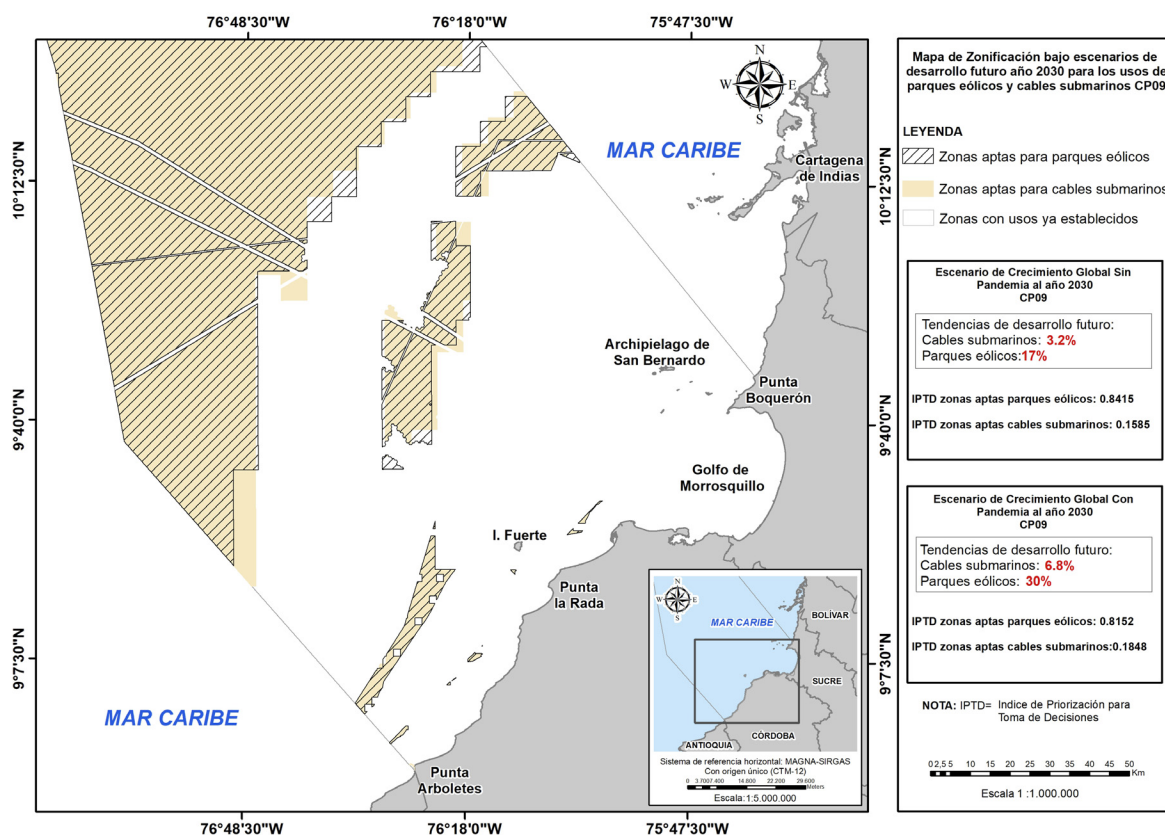


Figura 16. Mapa de zonificación bajo los escenarios de desarrollo futuro año 2030 para los usos de cables submarinos y parques eólicos *offshore* en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Coveñas.

Figure 16. Zoning map for uses of submarine cables and offshore wind farms in the jurisdiction of the Captaincy of Coveñas port under future development scenarios for 2030.

review and editing. Carlos Banda Lapesquer: data curation (metadata), visualization. Iván Castro Mercado: supervision, project administration.

## REFERENCIAS

[AEE] ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA. 2019. Transición energética: evaluación ambiental estratégica del PNIEC. Madrid: AEE. 20 p. <https://aeolica.org/wp-content/uploads/2019/09/ANLISIS-EFECTOS-AMBIENTALES-PNIECSEPT2019.pdf>.

AFANADOR-FRANCO F, MOLINA-JIMÉNEZ MP, PUS-

QUIN-OSPINA LT, ESCOBAR-OLAYA G, CASTRO-MERCADO I. 2019. Conflictos de uso en el proceso de ordenamiento marino costero: visión de autoridad marítima. Departamento de Bolívar-Colombia. Bol Cient CIOH. 38 (1): 27-40.

AFANADOR-FRANCO F, MOLINA-JIMÉNEZ MP, PUSQUIN-OSPINA LT, GUEVARA-CAÑAS N, GONZÁLEZ-BUSTILLO MJ, MARTÍNEZ-UPARELA KI, BANDA-LEPESQUER C, ESCOBAR-OLAYA GA, CASTRO-MERCADO I. 2021. Ordenamiento marino costero: visión de autoridad marítima. Caso departamento de Bolívar, Colombia. Costas. 2: 137-164. DOI: <https://doi.org/10.26359/costas.e0721>

AFANADOR-FRANCO F, MOLINA-JIMÉNEZ M, PUS-

- QUIN-OSPINA LT, GONZÁLEZ-BUSTILLO MJ, BANDA-LEPESQUER C, BERRÍO-REYES Y, ESCOBAR-OLAYA G, CASTRO-MERCADO I. 2022. Modelo de asignación y colocalización de actividades marítimas para el ordenamiento marino-costero en el Departamento de Bolívar, Colombia. *Bol Cient CIOH*. 41 (2): 29-57. DOI: <https://doi.org/10.26640/22159045.2022.600>
- AGUDELO M, CHOMALI E, SUNIAGA J, NÚÑEZ G, JORDÁN V, ROJAS F, NEGRETE J, BRAVO J, BERTOLINI P, KATZ R, et al. 2020. Las oportunidades de la digitalización en América Latina frente al COVID-19. Naciones Unidas (UN)-Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Corporación Andina de Fomento (CAF). 36 p. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCovid-19\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCovid-19_es.pdf)
- AHMED N, AZRA MN. 2022. Aquaculture production and value chains in the COVID-19 pandemic. *Curr Environ Health Rep*. 9: 423-435. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40572-022-00364-6>
- ALVARADO EM, PIZARRO V, SARMIENTO-SEGURA A. 2011. Formaciones arrecifales. En: ZARZA-GONZÁLEZ E, editor. *El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo*. Cartagena de Indias: Parques Nacionales Naturales de Colombia. p. 109-123.
- ANDRULEWICZ E, NAPIERSKA D, OTREMBIA Z. 2003. The environmental effects of the installation and functioning of the submarine *Swe-Pol Link* HVDC transmission line: a case study of the Polish Marine Area of the Baltic Sea. *J Sea Res*. 49 (4): 337-345. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(03\)00020-0](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(03)00020-0)
- [AUNAP] AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA. 2020. Medidas de apoyo al sector pesquero y de la acuicultura para enfrentar la crisis Covid-19. Taller Binacional Colombia-Perú; noviembre 13 del 2020; Bogotá: AUNAP. 19 p. [https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2021/04/9.-CO\\_Nicol%C3%A1s-del-Castillo-Piedrahita-AUNAP.pdf](https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2021/04/9.-CO_Nicol%C3%A1s-del-Castillo-Piedrahita-AUNAP.pdf)
- BAILEY H, BROOKES KL, THOMPSON PM. 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat Biosyst*. 10 (8): 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-8>
- BARRAGÁN JM, DE ANDRÉS M. 2016. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Rev Geogr Norte Gd*. 64: 129-149.
- BELTON B, BUSH SR. 2014. Beyond net deficits: new priorities for an aquacultural geography. *The Geogr J*. 180 (1): 3-14. DOI: <https://doi.org/10.1111/geoj.12035>
- BRAKE D. 2019. Submarine cables: critical infrastructure for global communications. Washington: Information Technology and Innovation Foundation. 11 p. <https://www2.itif.org/2019-submarine-cables.pdf>
- BROOKES VJ, DEL RIO VILAS VJ, WARD MP. 2015. Disease prioritization: what is the state of the art? *Epidemiol Infect*. 143 (14): 2911-2922. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0950268815000801>
- BUCK BH, LANGAN R, editores. 2017. *Aquaculture perspective of multi-use sites in the open ocean: the untapped potential for marine resources in the Anthropocene*. Gewerbestrasse: Springer. 413 p. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-51159-7>
- BURFORD MA, COSTANZO SD, DENNISON WC, JACKSON CJ, JONES AB, MCKINNON AD, PRESTON NP, TROTT LA. 2003. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Mar Pollut Bull*. 46: 1456-1469. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00282-0](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00282-0)
- [CAMPETROL] CÁMARA COLOMBIANA DE BIENES Y SERVICIOS DE PETRÓLEO, GAS Y ENERGÍA. 2020. Transición energética en Colombia y en el mundo 2019-2020 recorriendo el camino de la transición en medio de la pandemia. Bogot

- tá: CAMPETROL. 100 p.
- CARDIA F, CIATTAGLIA A, CORNER RA. 2017. Guidelines and criteria on technical and environmental aspects of cage aquaculture site selection in the Kingdom of Saudi Arabia. FAO, Ministry of Environment, Water and Agriculture, Kingdom of Saudi Arabia. 58 p. <https://www.fao.org/3/i6719e/i6719e.pdf>.
- CARVAJAL A, JURADO J. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral del departamento de Bolívar. En: Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano. Vol. 2. Cartagena de Indias: DIMAR, CIOH. p. 13-38.
- [CCI] CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL. 2020. COVID-19: el gran confinamiento y su impacto en las pequeñas empresas. Resumen Ejecutivo. Ginebra: CCI. 20 p. <https://newstaging.intracen.org/es/media/10813>.
- CHRISTIE N, SMYTH K, BARNES R, ELLIOTT M. 2014. Co-location of activities and designations: a means of solving or creating problems in marine spatial planning? *Mar Policy*. 43: 254-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.06.002>
- COCCOLI C, GALPARSORO I, MURILLAS A, PINARBAŞI K, FERNANDES J. 2018. Conflict analysis and reallocation opportunities in the framework of marine spatial planning: a novel, spatially explicit Bayesian belief network approach for artisanal fishing and aquaculture. *Mar Policy*. 94: 119-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.015>
- COFFEN-SMOUT S, HERBERT GJ. 2000. Submarine cables: a challenge for ocean management. *Mar Policy*. 24 (6): 441-448. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(00\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(00)00027-0)
- CONVENCIÓN DE GINEBRA SOBRE LA ALTA MAR. 1958. Tratado de las Naciones Unidas. Artículos 2 y 26. <https://www.dipublico.org/10527/convenccion-de-ginebra-sobre-la-alta-mar-de-29-de-abril-de-1958/>.
- [CRC] COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES. 2020. Documento de Consulta Observatorio de Inversión en Telecomunicaciones de la CRC. Bogotá: CRC. 42 p. [https://crcom.gov.co/system/files/Proyectos%20Comentarios/2000-38-2-1/Propuestas/200428\\_dto\\_observatorio\\_de\\_inversion.pdf](https://crcom.gov.co/system/files/Proyectos%20Comentarios/2000-38-2-1/Propuestas/200428_dto_observatorio_de_inversion.pdf).
- DE VASCONCELOS RM, SILVA LL, GONZÁLEZ MO, SANTISO AM, DE MELO DC. 2022. Environmental licensing for offshore wind farms: guidelines and policy implications for new markets. *Energ Policy*. 171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113248>
- DECRETO 464. 2020. Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se disponen medidas con el fin de atender la situación de emergencia económica, social y ecológica de la que trata el Decreto 417 de 2020. 23 de marzo de 2020.
- DÍAZ JM, BARRIOS LM, CENDALES MH, GARZÓN-FERREIRA J, GEISTER J, LÓPEZ-VICTORIA M, ZEA S. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Santa Marta: INVEMAR. 5. 178 p.
- DIFFENBAUGH NS. 2022. COVID-19 and the environment: short-run and potential long-run impacts. *Annu Rev Environ Resour*. 47: 65-90. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-125207>
- DINH VN, McKEOGH E. 2018. Offshore wind energy: technology opportunities and challenges. En: RANDOLPH MF, DOAN DH, TANG AM, BUI M, DINH VN, editores. Proceedings of the 1st Vietnam Symposium on advances in offshore engineering: energy and geotechnics. Singapore: Springer. p. 3-22. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5_1). [https://www.researchgate.net/publication/327869393\\_Offshore\\_Wind\\_Energy\\_Technology\\_Opportunities\\_and\\_Challenges\\_Energy\\_and\\_Geotechnics/link/5bfa8bfc92851ced67d6e148/download](https://www.researchgate.net/publication/327869393_Offshore_Wind_Energy_Technology_Opportunities_and_Challenges_Energy_and_Geotechnics/link/5bfa8bfc92851ced67d6e148/download).
- ECHEBERRÍA R. 2020. Infraestructura de Internet en América Latina: puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos. Serie Desarrollo Productivo. 226. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el

- Caribe (CEPAL). 67 p.
- EGOH B, ROUGET M, REYERS B, KNIGHT AT, COWLING RM, VAN JAARVELD AS, WELZ A. 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: a review. *Ecol Econ*. 63 (4): 714-721.
- EHLER C, DOUVERE F. 2009. Marine spatial planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides. 53. ICAM Dossier. 6. París: UNESCO. 100 p.
- EKWERE K. 2016. Submarine cables and the marine environment: enhancing sustainable and harmonious interactions. *China Oceans L Rev*. 2016 (1): 154-161.
- [ESCA] EUROPEAN SUBSEA CABLES ASSOCIATION. 2016. Guideline No.6. The proximity of offshore renewable energy installations & submarine cable infrastructure in UK waters. ESCA United Kingdom: ESCA. 43 p. <https://www.escae.org/download/?Id=123>.
- [EU] EUROPEAN COMMISSION. 2021. Conflict fiche 2: Cables / pipelines and commercial fisheries / shipping. European MSP Platform. [actualizado 23 febrero 2021; consultado 21 julio 2022]. <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sector-information/cables-and-fisheries>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma: FAO. 224 p. <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma: FAO. 250 p. <https://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2020a. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma: FAO. 243 p. <https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2020b. Legal Frameworks for Sustainable Fisheries and Aquaculture. 12 p. Roma: FAO. <https://www.fao.org/3/ne586en/ne586en.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2020c. How is COVID-19 affecting the fisheries and aquaculture food systems. Roma: FAO. 5 p. <https://www.fao.org/3/ca8637en/CA8637EN.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2020d. Resumen de las repercusiones de la pandemia de la COVID-19 para el sector de la pesca y la acuicultura: Adición a El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Roma: FAO. 4 p. <https://www.fao.org/3/ca9349es/CA9349ES.pdf>.
- [FAO] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2022. Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma: FAO. 32 p. <https://www.fao.org/3/cc0463es/cc0463es.pdf>.
- FARAHANI R, HEKMATFAR M, editores. 2009. Facility location: concepts, models, algorithms and case studies. Berlin: Springer. 543 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2151-2>
- GARCÍA-ALMEIDA A. 2021. Breve estudio de los cables submarinos de telecomunicaciones en el Derecho Internacional Público [tesis de grado]. Oviedo: Facultad de Derecho, Universidad de Oviedo. 60 p. [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/61409/tfg\\_AnaGarc%c3%adaAlmeida.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/61409/tfg_AnaGarc%c3%adaAlmeida.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- [GE] GOBIERNO DE ESPAÑA. 2020. Plan para la

- conectividad y las infraestructuras digitales de la sociedad, la economía y los territorios. Madrid: GE. 74 p. [https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202\\_Plan\\_para\\_la\\_Conectividad.pdf](https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_Plan_para_la_Conectividad.pdf).
- GEE K, LUKIC I, SCHULTZ-ZEHDEN A, OOMS E, ONWONA J, PASSERELLO C. 2019. Addressing conflicting spatial demands in MSP. Final technical study. Luxembourg: European Commission. 35 p. [https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/20190604\\_conflicts\\_study\\_published.pdf](https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/20190604_conflicts_study_published.pdf).
- [GIA] GLOBAL INDUSTRY ANALYSTS. 2022. Global submarine optical fiber cables industry. ReportLinker. 360 p. [https://www.reportlinker.com/p01658728/Global-Submarine-Optical-Fiber-Cables-Industry.html?utm\\_source=GNW](https://www.reportlinker.com/p01658728/Global-Submarine-Optical-Fiber-Cables-Industry.html?utm_source=GNW).
- GÓMEZ J. 2015. Dune and coastal evolution in Isla Salamanca National Park, Colombia [tesis de maestría]. Waterloo: Faculty of Arts, Wilfrid Laurier University. 142 p.
- [GWEC] GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. 2019. Global wind report 2019. Bruselas: GWEC. 78 p. [https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/08/Annual-Wind-Report\\_2019\\_digital\\_final\\_2r.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/08/Annual-Wind-Report_2019_digital_final_2r.pdf).
- [GWEC] GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. 2021. Global wind report 2021. Bruselas: GWEC. 78 p. <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>.
- HENNESSEY TM, SUTINEN JG, editores. 2005. Large marine ecosystem. Narragansett: Elsevier. 355 p.
- HERNÁNDEZ MO, SHADMAN M, AMIRI MM, SILVA C, ESTEFEN SF, LA ROVERE E. 2021. Environmental impacts of offshore wind installation, operation and maintenance, and decommissioning activities: a case study of Brazil. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 144: 18 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110994>
- [ICPC] INTERNATIONAL CABLE PROTECTION COMMITTEE. [s.f.]. Buenas prácticas gubernamentales para proteger y promover la resiliencia de los cables submarinos de telecomunicaciones. Portsmouth: ICPC. 13 p. <https://www.iscpc.org/documents/?id=3734>.
- [ICPC] INTERNATIONAL CABLE PROTECTION COMMITTEE. 2013. ICPC Recommendation No. 13: the proximity of offshore renewable wind energy installations and submarine cable infrastructure in National Waters. Portsmouth: ICPC. 39 p. [https://downloads.regulations.gov/BOEM-2022-0009-0193/attachment\\_1.pdf](https://downloads.regulations.gov/BOEM-2022-0009-0193/attachment_1.pdf).
- INFOPECSA. 2020. Economía mundial del sector pesquero-octubre 2020. [actualizado 14 octubre 2020; consultado 20 mayo 2022]. <https://www.infopesca.org/node/4401>.
- JIMÉNEZ A. 2013. Ordenamiento espacial marino: una guía de conceptos y pasos metodológicos. Fundación Marviva. 84 p.
- KHAN MA, HOSSAIN ME, RAHMAN MT, DEY MM. 2023. COVID-19's effects and adaptation strategies in fisheries and aquaculture sector: an empirical evidence from Bangladesh. *Aquaculture.* 562: 13 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738822>
- KIVINEN K, TAKALA L, SCHRECK J, LAPPALAINEN L. 2022. Scenarios for Maritime Areas 2050. Finland. [consultado marzo 2023]. <https://meriskenaarit.info/merialuesuunnitelma/wp-content/uploads/2022/11/Scenarios-for-Maritime-Areas-2050.pdf>.
- KNIGHT AT, COWLING RM, DIFFORD M, CAMPBELL BM. 2010. Mapping human and social dimensions of conservation opportunity for the scheduling of conservation action on private land. *Conserv Biol.* 24 (5): 1348-1358. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01494.x>
- KUKKALA AS, MOILANEN A. 2017. Ecosystem services and connectivity in spatial conservation prioritization. *Landscape Ecol.* 32: 5-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0446-y>
- LENARDUZZI V, BESKER T, TAIBI D, MARTINI A, ARCELLI FONTANA F. 2021. A systematic liter-

- ature review on technical debt prioritization: strategies, processes, factors, and tools. *J Syst Softw.* 171: 110827. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110827>
- LÓPEZ RM, DE LAS SALAS MONTAÑO ÉJ, JARAMILLO-COA R. 2021. Diseño y construcción de un parque eólico para la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena) [trabajo de fin de grado]. Santa Marta: Facultad de Ingeniería, Universidad del Magdalena. 119 p.
- LUKIC I, SCHULTZ-ZEHDEN A, FERNANDEZ J, PASQUAL M, NIGOHOSYAN D, MAARTEN DE VET J. 2018. Maritime spatial planning (MSP) for blue growth. Final technical study. Luxembourg: European Commission. 311 p. [https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/20180419\\_published\\_version\\_.pdf](https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/20180419_published_version_.pdf)
- MCGOWAN L, JAY S, KIDD S. 2019. Scenario-building for marine spatial planning. En: ZAUCHA J, GEE K, editores. *Maritime spatial planning, past, present, future*. Cham: Palgrave MacMillan. p. 327-351. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98696-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98696-8_14)
- MEIBNER K, SCHABELON H, BELLEBAUM J, SORDYL H. 2006. Impacts of submarine cables on the marine environment-a literature review. Neu Broderstorf: Institute of Applied Ecology. 96 p. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Meissner-et-al-2006.pdf>
- MEINDL A. 1996. Guide to moored buoys and other ocean data acquisition systems. Génova: WMO & IOC, Data Buoy Cooperation Panel. DBCP Technical Document. 8. 98 p. DOI: <https://doi.org/10.25607/OBP-1335>
- MOLANO DM, RAMIREZ W. 2020. Exposición de las principales políticas públicas relacionadas con la cobertura energética renovable de zonas no interconectadas en Colombia [proyecto de investigación]. Boyacá: Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 67 p. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34196/dmmolanov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NORTHROP E, KONAR M, FROST N, HOLLAWAY E. 2020. A sustainable and equitable blue recovery to the COVID-19 crisis. Washington: World Resources Institute. 103 p. [https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/05/20\\_HLP\\_Report\\_COVID\\_Blue\\_Recovery.pdf](https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/05/20_HLP_Report_COVID_Blue_Recovery.pdf)
- [NU] NACIONES UNIDAS. 1998. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. UN. 25 p. [https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kp\\_span.pdf](https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kp_span.pdf)
- [NU] NACIONES UNIDAS. 2015. Aprobación del Acuerdo de París. Paris. 40 p. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>
- [NU] NACIONES UNIDAS. 2018. La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. Santiago: Naciones Unidas (UN)-Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 93 p. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/S1801141\\_es.pdf?sequence=24&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/S1801141_es.pdf?sequence=24&isAllowed=y)
- [OECD] ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. 2020. Sustainable ocean for all: harnessing the benefits of sustainable ocean economies for developing countries. The Development Dimension. Paris: OECD.
- [OMI] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL. [s.f.]. Convenio sobre el reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 (reglamento de abordajes). Londres: OMI. <https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/COLREG.aspx>
- OSPAR COMMISSION. 2012. Guidelines on Best Environmental Practice (BEP) in Cable Laying and Operation. Londres: OSPAR Commission. [https://www.gc.noaa.gov/documents/2017/12-02e\\_agreement\\_cables\\_guidelines.pdf](https://www.gc.noaa.gov/documents/2017/12-02e_agreement_cables_guidelines.pdf)
- OREJARENA-RONDÓN, AF, SAYOL JM, MARCOS M, OTERO L, RESTREPO JC, HERNÁNDEZ-CARRASCO I, ORFILA A. 2019. Coastal impacts driven

- by sea-level rise in Cartagena de Indias. *Front Mar Sci.* 6: 614. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00614>
- OUCHI, F. 2004. A literature review on the use of expert opinion in probabilistic risk analysis. World Bank Policy Research Working Paper. 3201. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/2119dc35-c68e-5e04-88c7-d6607825dec9/content>.
- PALACIOS JD. 2021. ¿Qué desempeño ha tenido Colombia ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible? Una propuesta de priorización pública y privada [tesis de maestría]. Bogotá: Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Universidad EAN. 130 p. <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11026/PalaciosJuan2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- PAPADIMITRIOU A, PANGALOS K, DUVAUX-BÉCHON I, GIANNOPAPA C. 2019. Space as an enabler in the maritime sector. *Acta Astronaut.* 162:197-206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.06.017>
- PINARBAŞI K, GALPARSORO I, BORJA Á, STELZENMÜLLER V, EHLER CN, GIMPEL A. 2017. Decision support tools in marine spatial planning: present applications, gaps and future perspectives. *Mar Policy.* 83: 83-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.031>
- PITITTO A, RAINONE D, SANNINO V, CHEVER T, HERRY L, PARANT S, SOUIDI S, BALLESTEROS M, CHAPELA R, SANTIAGO JL. 2021. Impacts of the COVID-19 pandemic on EU fisheries and aquaculture. Bruselas: European Parliament. 167 p. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07e5b4e2-1116-11ec-9151-01aa75ed71a1>.
- POVEDA G, VÉLEZ JI, MESA O, HOYOS C, MEJÍA JF, BARCO OJ, CORREA PL. 2002. Influencia de fenómenos macroclimáticos sobre el ciclo anual de la hidrología colombiana: cuantificación lineal, no lineal y percentiles probabilísticos. *Meteorol Colomb.* 6: 1-10.
- PRATO J, REYNA J. 2015. Aproximación a la valoración económica de la zona marina y costera del Caribe colombiano. Bogotá: Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. 184 p.
- [QG] QUEENSLAND GOVERNMENT. 2019. Anchorage area design and management guideline. Maritime safety Queensland. State of Queensland. 15 p. <https://www.msq.qld.gov.au/-/media/TMROnline/msqinternet/MSQFiles/Home/About-us/Right-to-information/Published-information/anchorage-area-design-and-management-guideline.pdf?la>.
- RABASSO M. 2006. Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos. *Vector Plus.* 28: 89-98. [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/6671/1/0231633\\_00028\\_0007.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/6671/1/0231633_00028_0007.pdf).
- RESEARCH AND MARKETS. 2020. Submarine communication cables market - by cable type, by service: global industry perspective, comprehensive analysis and forecast, 2020-2026. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5143812/submarine-communication-cables-market-by-cable>.
- RESEARCH AND MARKETS. 2022. Submarine cable systems market by application (communication cable and power cable), component (dry plant products and wet plant products) offering, voltage, type (single core and multicore), insulation, end user and geography-global forecast to 2026. <https://www.researchandmarkets.com/reports/4995509/submarine-cable-systems-market-by-application#rela3-5393215>.
- RESOLUCIÓN 40284. 2022. Ministerio de Minas y Dirección General Marítima. Por medio de la cual se define el proceso competitivo para el otorgamiento del Permiso de Ocupación Temporal sobre áreas marítimas, con destino al desarrollo de proyectos de generación de energía eólica costa afuera, se convoca la primera ronda y se dictan otras disposiciones. 3 de agosto de 2022.
- RESOLUCIÓN DIMAR 204. 2012. Dirección Gene-



- ral Marítima. Por la cual se establecen áreas de seguridad a lo largo de los tendidos de cables submarinos en aguas jurisdiccionales colombianas. 23 de abril de 2012.
- REYES G, GUZMÁN G, BARBOSA G, ZAPATA G. 2001. Geología de las planchas 23 Cartagena y 29 30 Arjona. Colombia: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS). 69 p. <https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010002332/documento/pdf/0101023321101000.pdf>.
- ROJO GARCÍA S. 2016. El arte de fondear: análisis de movimientos, capacidad de agarre y condiciones para garrear de un ancla fondeada. Objetivos del “plan de fondeo” y, estudio de viabilidad del método de fondeo “U-Turn”. Prácticos de Puerto. 33 p. [https://www.practicosdepuerto.es/sites/default/files/articulo\\_el-arte-de-fondear.pdf](https://www.practicosdepuerto.es/sites/default/files/articulo_el-arte-de-fondear.pdf).
- RUIZ-CAMPILLO X. 2017. Latinoamérica y España: caminos opuestos en el fomento de las energías renovables. Informes VIU. Valencia: Universidad Internacional de Valencia. 35 p. <https://www.researchgate.net/publication/315105663>.
- [SENA] SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. 2020. Sector Acuícola, con paso firme en medio de la pandemia. Bogotá: Noticias SENA. [actualizado 23 junio 2020; consultado 15 junio 2022]. <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=4342>.
- [SIEL] SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO. 2022. Colombia: Informe de registro de proyectos de generación Semana 5 de 2022 [archivo Excel]. [actualizado enero 2022; consultado febrero 2022]. <https://www1.upme.gov.co/siel/Pages/Inscripcion-proyectos-generacion.aspx>.
- SINGH-RENTON S. 2022. Efectos de la pandemia de COVID-19 en el sector de la pesca y la acuicultura en la región y respuestas para la recuperación. Roma: FAO. 27 p. <https://www.fao.org/3/cc0899es/cc0899es.pdf>.
- SOLEY N, NEILAND A, NOWELL D. 1992. Aquaculture pollution: who pays, who should pay: an economic approach to pollution control. Discussion Papers. 54. Portsmouth: Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources (CEMARE). 20 p.
- SOSAPANTA J. 2020. Energía eólica en Colombia: panorama y perspectivas bajo la triple cuenta de resultados [tesis de maestría]. Bogotá: Escuela Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 65 p. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38193/jcsosapantas.pdf?sequence=1>.
- TELEGEOGRAPHY. 2022. Submarine cable map. [actualizado 19 abril 2022; consultado 20 abril 2022]. <https://www.submarinecablemap.com/submarine-cable/carnival-submarine-network-1-csn-1>.
- TORRES-SOTO N, CARRASCO-ESCALANTE J, ROJAS-MÉNDEZ D, LEYVA-LEÓN E. 2021. Efectos de las medidas sanitarias COVID-19 en la acuicultura de la región noroeste de México. Entreciencias Diálogos Soc Conoc. 9 (23): 1-17. DOI: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.78825>
- [UNCTAD] CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO. 2019. Informe sobre el transporte marítimo 2019. Nueva York: UNCTAD. 136 p. [https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019\\_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019_es.pdf).
- [UNESCO-IOC] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION-INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION. 2021a. Technical Report on Future Conditions and Scenarios for Marine Spatial Planning and Sustainable Blue Economy Opportunities in the Western Mediterranean. Paris: UNESCO. 35 p. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376157>.
- [UNESCO-IOC] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION-INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION. 2021b. Informe técnico sobre las

- condiciones futuras y escenarios de planificación espacial marina y las oportunidades para una economía azul sostenible en el Golfo de Guayaquil. París: UNESCO. 32 p. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376057\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376057_spa).
- [UNESCO-IOC/EC] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION-INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION/EUROPEAN COMMISSION. 2021. MSPglobal International Guide on Marine/ Maritime Spatial Planning. IOC Manuals and Guides. 89. Paris: UNESCO. 148 p. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379196>.
- URREA V, OCHOA A, MESA O. 2019. Seasonality of rainfall in Colombia. *Water Resour Res.* 55 (5): 4149-4162. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018WR023316>
- VAN DEN BURG SWK, KAMERMANS P, BLANCH M, PLETSAS D, POELMAN M, SOMA K, DALTON G. 2017. Business case for mussel aquaculture in offshore wind farms in the North Sea. *Mar Policy.* 85: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.007>
- VAN-HOEY G, BASTARDIE F, BIRCHENOUGH S, DE BACKER A, GILL A, DE KONING S, HODGSON S, MANGI-CHAI S, STEENBERGEN J, TERMEER E, et al. 2021. Overview of the effects of offshore wind farms on fisheries and aquaculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 99 p.
- VENTURELLI A, GABRIEL C. 2021. The role of sub-sea cables in the economic transformation of the Middle East. Londres: Analysys Mason. 20 p. [https://www.analysismason.com/contentassets/b3262dc482ae41af8f65c6f7589a4cd6/analysys\\_mason\\_middle\\_east\\_subsea\\_cables\\_sep2021\\_rdns0.pdf](https://www.analysismason.com/contentassets/b3262dc482ae41af8f65c6f7589a4cd6/analysys_mason_middle_east_subsea_cables_sep2021_rdns0.pdf).
- WEVER L, KRAUSE G, BUCK BH. 2015. Lessons from stakeholder dialogues on marine aquaculture in offshore wind farms: Perceived potentials, constraints and research gaps. *Mar Policy.* 51: 251-259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.08.015>
- YUAN Y, MIAO W, YUAN X, DAI Y, YUAN Y, GONG Y. 2022. The impact of COVID-19 on aquaculture in China and recommended strategies for mitigating the impact. *J World Aquacult Soc.* 53 (5): 933-947. DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12886>