

Conflictos de uso en el proceso de ordenamiento marino-costero: visión de Autoridad Marítima. Departamento de Bolívar-Colombia

Conflicts on land use of marine & coastal ordering planning processes : A vision of the Maritime Authority. Department of Bolivar - Colombia

Recibido: 2019-03-18 / Aceptado: 2019-04-17

Fernando Afanador Franco¹; María Paula Molina Jiménez²; Lady Tatiana Pusquín Ospina³; Germán Augusto Escobar Olaya⁴; Iván Fernando Castro Mercado⁵

Afanador Franco, F.; Molina Jiménez, M.; Pusquín Ospina, L.; 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): 43-64. ISSN impreso 0120-0542 e ISSN en línea 2215-9045. <https://doi.org/10.26640/22159045.2019.507>

RESUMEN

A nivel mundial, las actividades del sector marítimo se han incrementado de manera exponencial, aumentando la presión que existe sobre los recursos marinos y generando una serie de problemáticas y conflictos de uso. Con base en lo anterior la Dirección General Marítima (Dimar) de Colombia definió y aplicó una metodología para el ordenamiento marino costero con una visión de autoridad marítima (OMC: VAM) que involucró herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), análisis multicriterio y un modelo de asignación y colocalización (MAYC) para evaluar las condiciones actuales y futuras en la zona marino-costera del departamento de Bolívar. A partir de los 55 usos/actividades identificados se obtuvo la zonificación por índice y número de conflictos, y el mapa de zonas libres, los cuales facilitarán el seguimiento, evaluación y actualización de las actividades marítimas en esta área. Los resultados obtenidos se consideran como punto de partida para el OMC: VAM, ya que la metodología establecida se puede replicar en otras zonas marino-costeras del país.

PALABRAS CLAVE: Ordenamiento marino-costero, sistemas de información geográfica, actividades marítimas, análisis multicriterio, conflictos, Colombia.

ABSTRACT

Activities in the maritime sector have grown exponentially worldwide, increasing the pressure over marine resources and raising a series of issues and land-use conflicts. Based on this fact, Colombia's General Maritime Directorate (DIMAR) has defined and implemented a methodology for Marine and Coastal Management with a Maritime Authority Vision (MCM: MAV). The methodology involves tools of Geographic Information Systems (GIS), a multi-criteria analysis, and an Allocation and Co-location Model (ACM) to assess current and future conditions in the Department of Bolivar marine and coastal area. Zoning by index and number of land-use conflicts and free zones mapping were obtained from the 55 uses/activities identified. This information will facilitate monitoring, evaluation, and updating of maritime activities in this area. The results are considered as a starting point for the MCM: MAV, since the established method, could be replicated in other marine coastal areas of the country.

KEYWORDS: Marine and Coastal Management, maritime activities, Geographic information systems multi-criteria analysis, conflicts, Colombia.

1 Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Correo electrónico: fernando.afanador@dimar.mil.co

2 Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Correo electrónico: mmolina@dimar.mil.co

3 Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Correo electrónico: lpusquin@dimar.mil.co

4 Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Correo electrónico: jefcioh@dimar.mil.co

5 Dirección General Marítima (Dimar). Subdirección de Desarrollo Marítimo. Correo electrónico: icastrom@dimar.mil.co

INTRODUCCIÓN

El sector marítimo incluye diferentes actividades y subsectores económicos con alto potencial de crecimiento (Tsilimigkas y Rempis, 2017). A nivel mundial es de vital importancia para el desarrollo social y económico, ya que es fuente de empleo directo e indirecto en empresas relacionadas con actividades marítimas (Papadimitriou, Pangalos, Duvaux-Béchon y Giannopapa, 2019). Sin embargo, el crecimiento de la población ha generado que los usos y actividades relacionados con el océano se multipliquen, diversifiquen e intensifiquen (Christie, Smyth, Barnes y Elliott, 2014) y en algunas ocasiones se solapan causando efectos adversos (Cicin-Sain, Knecht, Knecht, Jang y Fisk, 1998, Jiménez, 2013) que conducen a un ineficiente e insostenible uso de los recursos marítimos y costeros (EPyC, 2013). Lo anterior genera a su vez una serie de problemáticas y conflictos de uso entre los diferentes actores que aprovechan estas áreas (Jiménez, 2013), incrementadas por la falta de aplicación de políticas adecuadas y la no resolución de conflictos entre usuarios y el ambiente (Aldana y Hernández, 2016).

El espacio marino-costero como concepto multidimensional que involucra el fondo marino, la columna de agua y la superficie misma (Douvere, 2010; Bonnevie, Hansen y Schrøder, 2019) requiere visiones desde diferentes disciplinas y tipos de conocimiento (Ansong, Calado y Gilliland, 2019). No necesariamente es fijo e involucra todos los aspectos sociales y políticos, por lo que es considerado como un espacio de negociación y compromiso, abierto a múltiples interpretaciones e interrelaciones (Ehler, Zaucha y Gee, 2019). Colombia no es ajena a esta problemática. En la zona marino-costera del departamento de Bolívar se presenta una convergencia de varios usos/actividades debido a que su capital, Cartagena de Indias, es considerada el principal destino turístico del país, con aproximadamente 810 268 pasajeros aéreos nacionales e internacionales, 234 059 pasajeros en cruceros y 114 recaladas de cruceros reportados en el primer semestre de 2018; así como la puerta de entrada del comercio, debido al desarrollo portuario

favorecido por su cercanía a las rutas de comercio marítimo (Canal de Panamá), que la ubican dentro del mayor nodo de conectividad en el mundo, con un ingreso de USD\$ 747 000 000 de importaciones y USD\$ 704 000 000 en exportaciones para el primer trimestre de 2018.

Sumado a lo anterior, es una de las ciudades más importantes para el sector astillero, por tener tres de las empresas más grandes, las cuales generan en promedio 1 600 nuevos empleos y \$25 026 000 000 en ingresos al año; además, es la cuarta ciudad industrial del país y la segunda en la región Caribe colombiana, aportando el 4.2 % de la producción nacional y son las actividades de industria, comercio y servicios, las que más contribuyen al PIB. Adicionalmente, es sede de la segunda refinería de petróleo más importante de Colombia y principal exportador de sustancias químicas (Agencia de inversiones de Cartagena de Indias y Bolívar, 2012; Martínez y Malagón, 2014; Cedec, 2018).

A pesar de los esfuerzos de administración y control de los espacios jurisdiccionales, realizados por la Dimar desde los años 70, como autoridad nacional responsable de la ejecución, regulación y coordinación de las actividades marítimas (Decreto Ley N° 2324 de 1984) y del trabajo de otras entidades a través de diferentes medios, no existe un ordenamiento espacial de los usos relacionados con las actividades marítimas. Los estudios realizados de planificación y ordenamiento en países como Bélgica, Alemania, Países Bajos, China, Australia, Indonesia y Uruguay, entre otros, coinciden en que para la gestión del espacio marino-costero se requiere reducir los conflictos de uso en futuros escenarios, equilibrando aspectos ambientales, económicos y sociales que metodológicamente se ajusten a las condiciones de cada país (Jones, Lieberknecht y Qiu, 2016; Ehler, 2017; Santos *et al.*, 2019; Fang, Zhu, Ma, Zhang y Yang, 2019). El objetivo de esta investigación es aplicar una metodología OMC: VAM para analizar y asignar distribuciones temporales y espaciales de actividades humanas en aguas jurisdiccionales y zonas costeras colombianas, con el fin de lograr la consolidación del país como una potencia bioceánica, bajo un enfoque

holístico y de seguridad integral marítima, fluvial y portuaria; así como también garantizando los principios ecológicos, económicos y sociales (Dimar, 2019a), tomando como base la misión, la visión, los principios institucionales, los intereses marítimos y las estrategias de desarrollo de la Autoridad Marítima Colombiana proyectadas hacia el año 2030 (Dimar, 2018).

Estratégicamente, esta investigación se constituye en un avance hacia la consolidación del país como una potencia bioceánica, basada en el manejo integral del océano y las zonas costeras, con la intervención de diferentes sectores y disciplinas para la formulación de estrategias que den respuesta a los retos emanados de los intereses marítimos nacionales.

ÁREA DE ESTUDIO

La metodología se aplicó en una zona marino-costera del departamento de Bolívar entre la población de Galerazamba y el Caño Matunilla (Fig. 1), con una extensión de línea de costa de 529.86 km, abarcando la zona A (que comprende desde el límite de los bienes de uso público establecido por la Dimar hasta 12 MN) y la Zona B (desde las 12 MN hasta las 200 MN).

El litoral del departamento de Bolívar se encuentra delimitado entre los sectores de Salinas de Galerazamba, en el municipio de Santa Catalina, y Boca Flamenquito, en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias, su formación está influenciada por la interacción de factores activos como el oleaje y las corrientes marinas; y factores pasivos como la topografía submarina, la naturaleza de las formaciones rocosas que afloran en la zona costera y el desnivel de la plataforma continental (Carvajal y Jurado, 2009).

El clima está determinado por su ubicación en la zona tropical, los patrones de vientos, oleaje y el clima de la región dependen de la dinámica de vientos Alisios del NE, regida por la zona de convergencia intertropical (ZCIT) (Leblé y Cuignon, 1987). Se reconoce una época seca de vientos predominantes y fuerte oleaje (diciembre a abril), una época de transición (mayo a julio) y una época lluviosa, donde predominan las aguas calmas (agosto a noviembre) (Botero y Álvarez-León, 2000; Andrade-Amaya, 2001).

La distribución de los ecosistemas de manglar se encuentra influenciada por factores físicos como la geomorfología, la hidrología, los suelos y las actividades antrópicas relacionadas con los

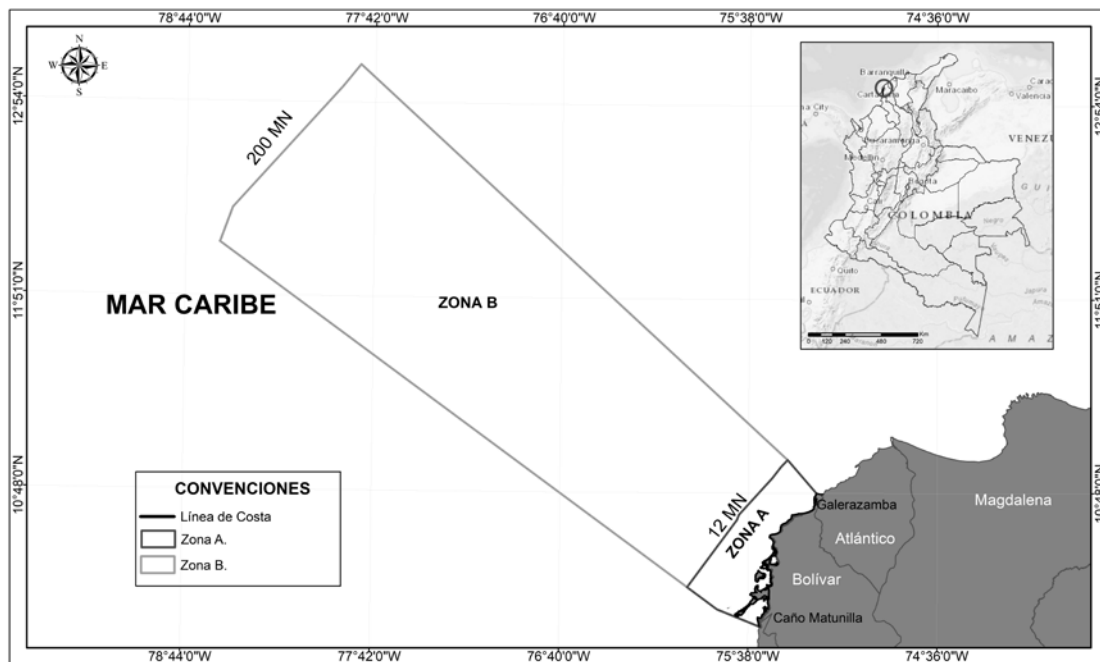


Figura 1. Localización del área de estudio.

procesos de desarrollo. Se encuentran las cinco especies reportadas para el Caribe Colombiano: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y *Pelliciera rhizophorae*, en general, asociadas a ciénagas y en algunos sitios a zonas de inundación. La mayor concentración se encuentra en la zona sur del departamento, donde colonizan gran parte de los depósitos aluviales del Canal del Dique y a lo largo de la bahía de Cartagena, en donde se pueden encontrar a manera de parches (Cardique, 1998; Carvajal y Jurado, 2009).

En cuanto a los ecosistemas de coral, la mayor concentración se encuentra en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, que posee la plataforma coralina más extensa del Caribe continental colombiano y presenta arrecifes franjeantes, de parche, tapetes coralinos y bancos coralinos, con una extensión aproximada de 145.3 km², de los cuales 67.6 km² corresponden a cobertura coralina viva significativa, y en las islas de San Bernardo, con una extensión de 213.3 km², de los cuales 134.5 km² corresponden a fondos coralinos con cobertura coralina viva relevante (Díaz *et al.*, 2000; Alvarado, Pizarro y Sarmiento-Segura, 2011).

Geológicamente el Caribe colombiano se encuentra ubicado dentro de un ambiente tectónico compresional, producto de la interacción entre la placa continental Suramericana y las placas oceánicas Caribe y Nazca (Trenkamp, Kellogg, Freymueller y Mora, 2002; Audemard y Audemard, 2002). A lo largo del área de estudio en la zona costera, incluyendo Tierrabomba, se encuentran rocas sedimentarias, en su mayoría de origen marino profundo a litoral, entre las

que se describen areniscas líticas, areniscas de cuarzo, gravas, depósitos coluviales, depósitos de playa, calizas arrecifales, lodolitas y depósitos de llanura costera (Reyes, Guzmán, Barbosa y Zapata, 2001). Las características geomorfológicas en el área describen morfologías de origen estructural, denudacional y litoral, representadas por cuestras, depósitos de playa, depósitos orgánicos, morfología de piedemonte (Reyes *et al.*, 2001), lomas, colinas, plataformas de abrasión elevadas, terrazas marinas, espigas, barras, tómbolos, llanuras costeras, playones antiguos, ciénagas, dunas, planicie aluvial, salares y llanuras de inundación (Carvajal y Jurado, 2009).

METODOLOGÍA

La aplicación del OMC: VAM se basa en los conceptos de que las áreas costeras y marinas operan en un ambiente dinámico, presentándose múltiples usos con diferentes actividades que se pueden solapar y generar conflictos (Cicin-Sain *et al.*, 1998; Tsilimigkas y Rempis, 2017) o impactar en el ambiente marino-costero (Douvere, Maes, Vanhulle y Schrijvers, 2007). Esto conlleva al planteamiento y empleo de estrategias de gestión más flexibles para el uso de los océanos y de las zonas costeras, buscando el balance del crecimiento económico, una distribución equitativa de los beneficios de su utilización, el control y administración de los bienes de uso público, la solución/reducción de los niveles de conflicto entre los diferentes usos y actividades, y el mantenimiento de la base natural bajo un enfoque ecosistémico (Gilliland y Laffoley, 2008; Tsilimigkas y Rempis, 2017; Dimar, 2019a).

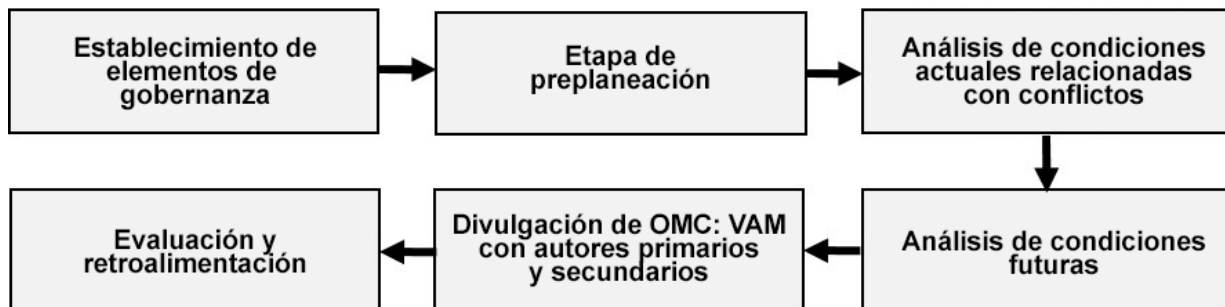


Figura 2. Etapas para el desarrollo del OMC: VAM en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

La aplicación del OMC: VAM en el departamento del Bolívar se llevó a cabo ejecutando las etapas que se ilustran en la Figura 2.

- **Establecimiento de los elementos de gobernanza:** el concepto de gobernanza oceánica implica complejas relaciones y procesos de múltiples niveles a través de los cuales individuos e instituciones, públicos y privados, intentan gestionar los asuntos marítimos, acomodar diversos intereses y cooperar a través de acuerdos formales o informales (Zervaki, 2018). Los elementos de gobernanza en el área de estudio se establecieron a través de la definición de la prioridad estratégica nacional, la definición de las escalas cartográficas, la generación de la base cartográfica y la documentación espacial y fotográfica de los diferentes usos en la zona de interés.
- **Adopción de la prioridad estratégica nacional:** se identificaron y describieron los diferentes convenios en los que participa la Dimar como Autoridad Marítima, principalmente relacionados con seguridad de la vida humana en el mar (Solás) y la contaminación por buques (Marpol), para fortalecer el objetivo institucional de convertir a Colombia en una potencia bioceánica, a través de la vinculación con otras entidades del orden nacional e internacional, teniendo en cuenta las "trece normas nacionales aprobatorias

de convenios internacionales, expedidas por la OMI", que cuentan con seguimiento a los códigos, resoluciones, directrices y recomendaciones, con el fin de contribuir en el trabajo "multilateral en un ambiente cada vez más globalizado" (Dimar, 2018).

- **Establecimiento de escalas cartográficas de trabajo:** para una correcta visualización y representación de los usos/actividades identificados en el área de estudio se planteó para la zona A una escala comprendida entre 1:25 000 y 1:50 000; y para la zona B una escala regional entre 1:50 000 y 1:200 000.
- **Base cartográfica del área de estudio:** la información para la base cartográfica se obtuvo de fuentes como Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) Marítima, Fluvial y Costera de Colombia, antes SIG-Dimar; Sección de Náutica (del Servicio Hidrográfico Nacional); Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH); Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena; Tremarctos Colombia 3.0; Parques Nacionales Naturales de Colombia; Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia (Sigma), y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH).

A partir de lo anterior se creó una base de datos digital, en la cual se categorizaron los usos/actividades del área de estudio en capas

Tabla 1. Clasificación ecosistémica de acuerdo a De Groot *et al.* (2002)

Función de los Ecosistemas	Explicación	Ejemplo
Hábitat	Provisión de condiciones espaciales para el mantenimiento de la biodiversidad	Zonas de registros biológicos Zonas de diversidad biológica Zonas de concentración de especies Zonas de diversidad biológica Zonas de anidación de especies
Producción	Capacidad de los ecosistemas para crear biomasa que pueda usarse como alimento, tejidos, etc.	Zonas de pesca

temáticas, teniendo en cuenta el Decreto Ley 2324 de 1984 de la Dimar, que define las actividades marítimas reguladas, controladas y administradas por la Autoridad Marítima.

- **Documentación espacial y fotográfica de usos en el litoral y zonas marinas:** el trabajo de campo consistió en realizar recorridos en la zona costera del área de estudio, registrando y documentando los diferentes usos/actividades, mediante un formulario creado en un aplicativo SIG instalado en teléfonos móviles que permite registrar los campos de ubicación geográfica, observaciones y fotografías.
- **Etapas de preplaneación:** en esta fase se identificaron los actores relacionados directa e indirectamente con cada uno de los usos/actividades, teniendo en cuenta ¿quiénes son? ¿cómo? y ¿cuándo? deben ser involucrados (Maguire, Potts y Fletcher, 2012). Adicionalmente, se definieron los objetivos de resolución de conflictos.
- **Identificación de actores primarios y secundarios:** se definieron los actores primarios (aquellos usuarios cuyas actividades contribuyen directamente a los conflictos) y secundarios (entidades estatales responsables de regular los usos costeros) como una actividad fundamental para el proceso de resolución de conflictos (Gopnik *et al.*, 2012).
- **Establecimiento de categorías de uso y actividades en el espacio marino-costero:** con la información de la base cartográfica y la documentación espacial y fotográfica se establecieron las categorías de uso/actividades en el espacio marino-costero, teniendo en cuenta la clasificación de las actividades marítimas estipuladas en el Decreto Ley 2324 de 1984 y la base de datos biológica estructurada de acuerdo con la clasificación por función ecosistémica definida por De Groot, Wilson y Boumans (2002) (Tabla 1).
- **Objetivos específicos relacionados con la resolución de conflictos:** finalmente, se definieron dos objetivos para la resolución

de conflictos: *i)* minimizar los conflictos existentes entre usos/actividades en la zona marino-costera del departamento de Bolívar al nivel más bajo posible, y *ii)* asignar de manera óptima la localización de usos/actividades dentro del espacio geográfico correspondiente. Estos dos objetivos proporcionan un contexto general para los procesos de ordenamiento marino-costero (Gilliland y Laffoley, 2008; Dimar, 2019b).

- **Análisis de condiciones actuales relacionadas con conflictos:** el análisis de condiciones actuales relacionadas con conflictos se llevó a cabo empleando técnicas de análisis multicriterio basado en SIG, aproximación AHP para el establecimiento de pesos para cada uso/actividad, cuantificación de índice de conflictos, superposición de conflictos entre usos/actividades y la identificación de zonas libres de conflictos. Estos procesos han sido implementados ampliamente para abordar conflictos y en la planificación ambiental de zonas costeras (Villa, Tunesi y Agardy, 2002; Regan, Davis, Andelman, Widyanata y Freese, 2007; Yatsalo *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2001).
- **Análisis multicriterio basado en SIG:** el análisis multicriterio es una herramienta que facilita la toma de decisiones en diferentes procesos, definiendo la importancia de cada criterio con relación a los otros por medio de una escala única (ponderación). Por lo general se emplea el juicio de expertos y las técnicas de optimización espacial que en su mayoría se basan en algoritmos y en el uso de herramientas SIG para integrar la información (Malczewski, 1999; Kennedy, Ford, Singleton, Finney y Agee, 2007; Stelzenmüller, Lee, South, Foden y Rogers, 2013).
- **Aproximación AHP para el establecimiento de los pesos para cada uso:** se aplicó el proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*: AHP) que utiliza el álgebra matricial para establecer comparaciones entre pares de elementos y de esta manera asignar pesos relativos (niveles de importancia) (Malczewski, 1999; Arancibia, De la Vega, Denis y Saball, 2015; Osorio-Gómez y Orejuela-Cabrera, 2018) empleando

la escala de intensidad de importancia de Saaty, 1980 (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de Saaty.

Intensidad	Definición
1	Igual a moderada importancia
2	Igual a moderada importancia
3	Moderada importancia
4	Moderada a fuerte importancia
5	Fuerte importancia
6	Fuerte a muy fuerte importancia
7	Muy fuerte importancia
8	Muy a extremadamente fuerte importancia
9	Extrema importancia

Se elaboraron cuatro matrices secuenciales, matriz de compensación por parejas, matriz de justificación, matriz normalizada de compensación por parejas y matriz de pesos, empleando el juicio de expertos, mediante la técnica de grupo nominal, en la que los expertos pueden discutir sus juicios de manera subjetiva y cualitativa con otros expertos en un ambiente controlado (Ouchi, 2004). La matriz de compensación de parejas se construyó teniendo en cuenta las relaciones de superposición y de conflicto entre los usos/actividades identificadas en la zona marino-costera del departamento de Bolívar. Los diferentes usos/actividades se incluyeron tanto en las filas como en las columnas de la matriz y se les asignaron valores de importancia (VI_{ij}) con base a la opinión de los expertos y la ponderación de la escala de Saaty (Tabla 2). De acuerdo con esto, la comparación de la importancia del Uso_i con respecto al Uso_j en la generación del posible conflicto (Tabla 3) se basa en los valores de la escala de Saaty y sus recíprocos en una matriz simétrica $VI_{ij} = \frac{1}{VI_{ji}}$ (Villa et al., 2002; Dimar, 2019a).

$$VIN_{IJ} = \frac{VI_{IJ}}{\sum_{K=1}^p VI_{Kj}} \quad (1)$$

Para $1 \leq i \leq p$
Para $1 \leq j \leq q$

Donde, VIN_{ij} es el valor de importancia normalizado. VI_{ij} es el valor de importancia entre cada par de usos/actividades. p: número de filas de la matriz. q: número de columnas de la matriz. El resultado se denominó matriz normalizada de compensación por parejas que contiene los valores de importancia normalizados (Tabla 4).

Tabla 3. Ejemplo de matriz de compensación por parejas.

Uso	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
Uso 1	0	0.20	1.66	4
Uso 2	5	0.00	0.33	4
Uso 3	6	0.00	0.00	6
Uso 4	0.25	0.25	1.66	0
Σ	11.25	3.45	0.67	14

Tabla 4. Ejemplo de matriz normalizada de compensación por parejas.

Uso	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
Uso 1	0.00	0.06	0.25	0.29
Uso 2	0.44	0.00	0.50	0.29
Uso 3	0.53	0.87	0.00	0.43
Uso 4	0.02	0.07	0.25	0.00
Σ	1.0	1.0	1.0	1.00

La etapa siguiente consistió en dividir cada uno de los valores de las celdas de la matriz de compensación por parejas entre la suma de su respectiva columna, lo que permitió obtener valores de conflicto entre 0 y 1.

El cálculo de los pesos de cada uso/actividad se llevó a cabo sumando, para cada fila de la matriz normalizada, los valores de las celdas y el resultado se dividió entre el número de usos/actividades identificados para la zona de trabajo.

$$Wur_i = \left(\sum_{k=1}^q VIN_{ik} \right) / p \quad (2)$$

Donde, Wur_i es el peso relativo del Uso_i basado en juicio de expertos; $\sum_{k=1}^q VIN_{ik}$ es la sumatoria de los valores de importancia normalizados; p número de filas de la matriz (Tabla 5).

Tabla 5. Ejemplo de matriz normalizada de comparación por parejas con el cálculo de los respectivos pesos.

Uso	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4	Peso
Uso 1	0.00	0.06	0.25	0.29	0.15
Uso 2	0.44	0.00	0.50	0.29	0.31
Uso 3	0.53	0.87	0.00	0.43	0.46
Uso 4	0.02	0.07	0.25	0.00	0.09
Σ	1.0	1.0	1.0	1.00	1.00

- **Cuantificación de índice de conflicto por pareja de usos/actividades:** empleando las herramientas SIG, a cada capa temática de uso/actividad se le incluyó el valor del peso calculado en la matriz normalizada y se realizaron las operaciones de intersección solamente entre los usos que presentan superposiciones y conflictos (Tuda, Stevens y Rodwell, 2014).

Para cada intersección entre usos se realizó la suma de los pesos, para obtener el índice de conflicto (IC) entre cada par de usos (Malczewski, 1999).

$$IC = Wur_i + Wur_j \quad (3)$$

Finalmente, se integraron todos los conflictos de cada uso y se calculó el índice de conflicto normalizado utilizando la siguiente expresión:

$$ICN = \frac{IC_i - IC_{imin}}{IC_{imax} - IC_{imin}} \quad (4)$$

Donde, ICN es el índice de conflicto normalizado; IC_i corresponde al índice de conflicto de cada par de usos en la capa de conflictos que se esté analizando; IC_{imin} corresponde al valor más bajo de índice de conflicto en la capa de conflictos que se esté analizando, e IC_{imax} corresponde al valor más alto de índice de conflicto en la capa de conflictos que se esté analizando.

Los valores estandarizados variaron entre 0 y 1, y se clasificaron cualitativamente empleando la escala de la Tabla 6.

Tabla 6. Niveles de clasificación de índices de conflicto normalizado. Fuente: Dimar, 2019a

Categoría	Rango ICN
Alto	0.5-1
Medio	0.250-0.499
Bajo	0.00-0.249

- **Superposición de conflictos entre usos:** la superposición de conflictos entre usos corresponde al número de conflictos superpuestos en un espacio del área de estudio. Su clasificación se estableció a partir del juicio de expertos con el rango de valores en la escala de la Tabla 7.

Tabla 7. Niveles de clasificación por número de conflictos. Fuente: Dimar, 2019a

Categoría	Rango ICN
Alto	Mas de 6
Medio	4-6
Bajo	1-3

- **Identificación de zonas libres de conflicto:** las zonas libres de conflicto corresponden a las áreas para el desarrollo futuro de nuevos usos, en las cuales se deben analizar las características técnicas de operación y legales propias de cada uso/actividad para su correcta ejecución (Douvere y Ehler, 2009). En esta etapa fueron delimitadas las áreas en las cuales no se presentaron usos/actividades a partir de los espacios libres identificados después de la zonificación por índice y número de conflictos.
- **Análisis de condiciones futuras:** en el marco del OMC: VAM se debe considerar la tendencia del desarrollo social, económico y tecnológico, además de los impactos en los sectores existentes, con el fin de asignar el espacio disponible de manera óptima (Lester *et al.*, 2013). De acuerdo con lo anterior, los responsables de la toma de decisiones deben analizar los datos ambientales y socioeconómicos para determinar dónde están o podrían surgir conflictos con los usuarios y considerar posibles escenarios de gestión (Coccoli, Galparsoro, Murillas, Pinarbaşı y Fernandes, 2018), teniendo

en cuenta que las actividades marítimas se pueden desarrollar en la superficie, en la columna de agua y en el fondo marino (Douvere, 2010; Bonnevie *et al.*, 2019).

Se diseñó una metodología para el análisis de optimización de la localización espacial de usos/actividades a partir del Modelo de Asignación y Colocalización (MAYC) (Dimar, 2019a), el cual se estructuró mediante el uso de herramientas SIG. Contempla tres posibles escenarios que se pueden presentar ante la Autoridad Marítima (Figura 3).

El análisis de asignación consiste en encontrar aquellos sitios más adecuados para

la localización y desarrollo de usos/actividades, con el propósito de optimizar el uso del espacio marino-costero, de tal forma que sea eficiente desde el punto de vista económico, social y ambiental (Farahani y Hekmatfar, 2009; Coccoli *et al.*, 2018). Se lleva a cabo teniendo en cuenta las zonas libres de conflicto y el desarrollo eficiente de un uso/actividad según los criterios técnicos establecidos para cada uno: sea $U_1, U_2, U_3 \dots U_n$ la totalidad de los usos relacionados con actividades marítimas. Sea U_x el uso para el cual se requiere conocer su localización óptima. Para U_x se define como $Crit_1, Crit_2, Crit_3 \dots Crit_n$, los criterios para determinar la localización más óptima del U_x .

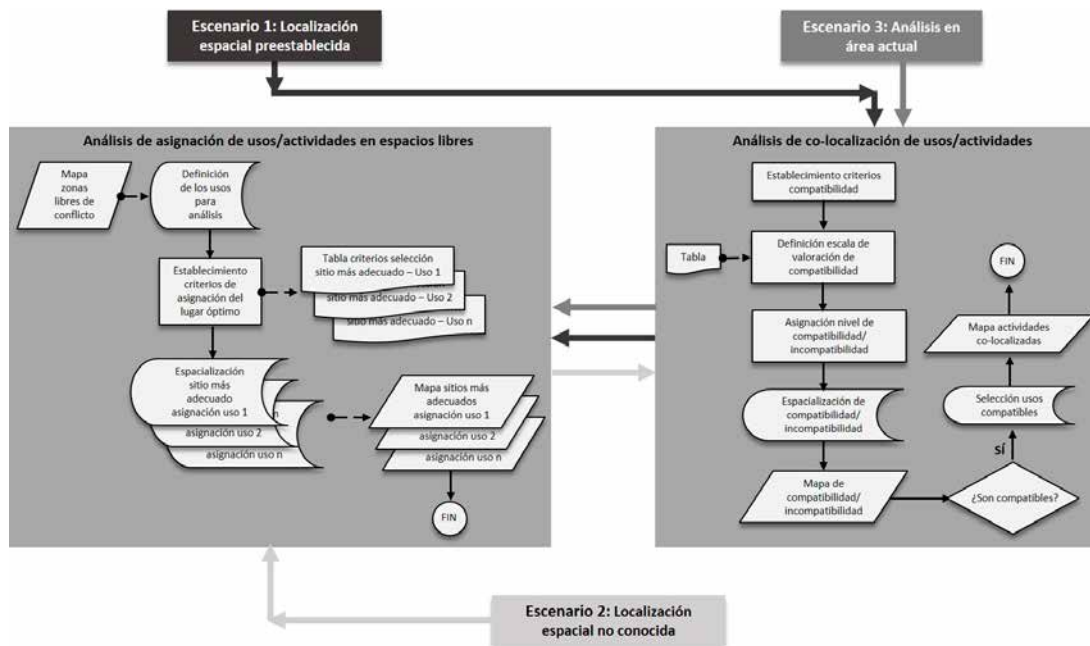


Figura 3. Modelo de Asignación y Colocalización (MAYC) para la localización de usos en las zonas marino-costeras.

Tabla 8. Escala de compatibilidad e incompatibilidad entre par de usos/actividades. Fuente: Dimar, 2019a

Criterios de compatibilidad	Valor	Expresión de la compatibilidad/incompatibilidad
Los dos usos se mejoran mutuamente	1.00	Altamente compatible
Los usos no interfieren el uno con el otro	0.75	Compatible
Un uso puede mejorar al otro	0.50	Condionalmente compatible
Uno de los usos afecta negativamente al otro	0.25	Condionalmente incompatible
Los dos usos se afectan negativamente el uno al otro	0.00	Incompatible

Sea:

$$WCrit_i = W_i \times Crit_i \quad (5)$$

Donde, $WCrit_i$ corresponde al peso del criterio i , establecido con base en la revisión literaria disponible sobre criterios para la localización óptima de usos/actividades.

Para U_x

$$\sum_{i=1}^n WCrit_i = 100\% \quad i = 1, 2, 3, \dots, \eta \quad (6)$$

Para todo $Crit_i$ existen $SCrit_{1'}$, $SCrit_{2'}$, $SCrit_{3'}$, ..., $SCrit_{p'}$ que corresponden a los subcriterios (atributos) del criterio i .

$$QSCrit_k = Q_k \times SCrit_k \quad (7)$$

Sea:

Donde, $QSCrit_k$ corresponde al peso del subcriterio k . Para un $SCrit_k$

$$\sum_{k=1}^p QSCrit_k = 1 \quad k = 1, 2, 3, \dots, \rho \quad (8)$$

Por otra parte, el análisis de colocación establece la ubicación de usos en zonas donde ya se desarrollan otras (Marine Management Organization, 2013), a través de la determinación de criterios de compatibilidad (Hennessey, 2005), los cuales se definen a partir de una revisión del estado del arte en lo relacionado con los efectos positivos y/o adversos entre cada par de usos, de tal forma que la intensidad del conflicto se minimice de acuerdo a su categoría (Tabla 8).

Una vez establecidos los criterios de compatibilidad entre cada par de usos/actividades se realiza un proceso, empleando herramientas SIG, para determinar espacialmente la zona en la que se pueden desarrollar usos/actividades de forma compatible con los demás usos/actividades presentes en el área geográfica. El modelo MAYC se aplica en tres posibles escenarios: localización espacial preestablecida del uso/actividad, localización espacial no conocida y análisis en el área actual.

La localización espacial preestablecida corresponde a un escenario en el cual el usuario solicita un espacio para un uso/actividad y hace entrega de las coordenadas geográficas. La localización espacial no conocida parte del supuesto de que un usuario cuenta con la información relacionada con las características generales del uso/actividad, pero no ha definido su ubicación espacial. El análisis en el área actual plantea que un usuario dispone de la información relacionada con su uso/actividad (coordenadas geográficas), de tal forma que al momento de ubicarlo espacialmente se encuentre en un espacio donde ya se desarrollan otros usos/actividades.

RESULTADOS

- Establecimiento de los elementos de gobernanza:** la prioridad estratégica de la Dimar tiene por objeto la dirección, coordinación y control de actividades marítimas (Dimar, 2018) liderando el ordenamiento con líneas de acción, el equilibrio entre aspectos económicos y la conservación de los recursos (Comisión Colombiana del Océano, 2018). Esto se complementa con los denominados "faros institucionales", al establecer el concepto de seguridad integral marítima como gestión para velar por la seguridad de las operaciones y actividades marítimas, así como minimizar los riesgos de siniestros e incidentes que atenten contra la vida humana en el mar (Dimar, 2018), lo cual implica la regulación de la construcción de embarcaciones e instalaciones marítimas, el control de sus procedimientos de seguridad y la educación de los profesionales marítimos que cumplen con las regulaciones (Bueger, 2015). La Dimar hace parte de la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos marítimos y en particular del fomento de la seguridad de la navegación y de la prevención de la contaminación del mar ocasionada por los buques (International Maritime Organization, 2013).

Tabla 9. Usos identificados en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

Actividades marítimas (Decreto Ley 2324/84)	Usos	Subdivisión de uso
Conservación, preservación y protección del medio marino.	Concentración de especies.	Grandes grupos Caribe.
		Sitios de registros biológicos.
		Zonas de concentración de especies amenazadas.
		Zonas de concentración de anfibios.
		Zonas de concentración de aves.
		Zonas de concentración de mamíferos.
		Zonas de concentración de reptiles.
		Zonas de concentración de cocodrilos.
		Puntos de anidación de tortugas marinas.
		Anidación y forrajeo de tortugas marinas.
Zonas de forrajeo de tortugas marinas.		
Desove de langostas.	Desove de langostas.	Desove de langostas.
		Áreas significativas de biodiversidad.
		Sitios de conservación de la plataforma.
		Parques nacionales naturales.
		Área marina protegida (AMP).
Áreas de conservación.	Áreas de conservación.	Áreas significativas de biodiversidad.
		Sitios de conservación de la plataforma.
		Parques nacionales naturales.
		Área marina protegida (AMP).

Actividades marítimas (Decreto Ley 2324/84)	Usos	Subdivisión de uso
	Pesca	Zona pesca camarón agua somera. Pesca artesanal. Pesca atún Caribe. Ruta de pesca camarón de aguas someras. Ruta de pesca atunera.
Utilización, protección y preservación de los litorales.	Bienes de uso público.	Playas
	Manglares	Bajamares Manglares
Navegación marítima por naves y artefactos navales.	Navegación marítima por naves y artefactos navales.	Zonas de ejercicios navales.
Búsqueda y extracción o recuperación de antigüedades.	Naufragios	Naufragios
Recreación y deporte náutico marinos.	Buceo	Buceo
Astilleros y construcción naval.	Astilleros y construcción naval.	Astilleros y construcción naval.
Rellenos, dragados y obras de ingeniería oceánica.	Rellenos, dragados y obras de ingeniería oceánica.	Rellenos, dragados y obras de ingeniería oceánica. Obras de protección costera.
Colocación de cualquier tipo de estructuras, obras fijas o semifijas en el suelo o en el subsuelo marinos.	Cables submarinos.	Cables submarinos.
Señalización marítima.	Boyas y faros.	Boyas y faros.
Control del tráfico marítimo.	Áreas de fondeo.	Áreas de fondeo.
	Canales de navegación.	Canales de navegación.
Construcción, operación y administración de instalaciones portuarias.	Concesiones portuarias.	Concesiones portuarias marítimas.

Actividades marítimas (Decreto Ley 2324/84)	Usos	Subdivisión de uso
Administración y desarrollo de la zona costera.	Concesiones marítimas.	Acuicultura Industria Restaurantes Hoteles Marinas y embarcaderos Emisarios submarinos
Usos del suelo.	Agricultura	Residencial
	Comercial	Tierras sin uso
	Ganadería	Turismo
	Industria camaronera	Vegetación abierta sin uso.
	Institucional	Zona de reserva de defensa nacional.
	Lotes en zona urbana	Zona deforestada
	Protección de cuencas y arroyos.	Zona de uso mixto

Dentro del proyecto OMC: VAM se consideraron los convenios que proporcionan lineamientos para el ordenamiento marino-costero, ya que las actividades marítimas estipuladas en el Decreto Ley 2324/84 se relacionan directamente con dos acuerdos: i) Sobre seguridad de la vida humana en el mar - Solas 74/78, en el que se presentan las normas que deben cumplir los buques mercantes para efectuar una navegación con seguridad, y ii) Prevención de la contaminación por los buques -Marpol 73/78, que se centra en temas como contaminación por hidrocarburos, el manejo de sustancias nocivas líquidas, el transporte de sustancias perjudiciales, aguas sucias y basuras de los buques.

La base cartográfica del área de estudio se compone de capas digitales correspondientes

a las actividades marítimas, usos del suelo y la base ecosistémica, con un total de 55 usos (Tabla 9) identificadas en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

En el trabajo de campo en la zona marino-costera del departamento de Bolívar se realizó un recorrido de 120.98 km y se recopilaron 375 datos de usos/actividades, el de mayor registro corresponde a vegetación abierta sin uso establecido, con un 23.47 % del total de usos identificados, lo que permitió complementar la base cartográfica.

- **Preplaneación:** teniendo en cuenta las funciones, la naturaleza jurídica y las actividades que desarrollan los diferentes actores en el área de estudio (Gopnik *et al.*, 2012) se dio a respuesta las siguientes preguntas:

¿Quiénes deben ser involucrados en el proceso?

Se establecieron y categorizaron todas las personas, instituciones y entidades que realizan actividades o tienen jurisdicción en el espacio marino-costero del departamento de Bolívar, resultando 512 actores primarios, entre los que se encuentran operadores turísticos, pescadores artesanales e industriales, concesiones marítimas y portuarias, transporte marítimo, entre otros, y 22 entidades identificadas como actores secundarios de los sectores defensa, ambiental, hidrocarburos, tierras, turismo, industria, pesca y telecomunicaciones.

¿Cuándo deben ser convocados al proceso?

El planteamiento metodológico del OMC: VAM establece que los actores identificados serán involucrados en la etapa de divulgación de los resultados que se llevará a cabo antes de la evaluación y retroalimentación.

¿Cómo deben ser involucrados?

En la etapa de divulgación los profesionales en ciencias sociales y jurídicas definirán las aproximaciones metodológicas que involucran a los diferentes actores, de tal forma que se puedan divulgar los resultados obtenidos en el OMC: VAM y se evalúen los ajustes.

- **Análisis de condiciones actuales relacionadas con conflictos:** con la aproximación AHP se encontró que los cinco usos que más contribuyen al conflicto con respecto a los demás fueron el Área Marina

Tabla 10. Usos/actividades que más contribuyen al conflicto en la zona marino-costera del departamento de Bolívar

Usos	Pesos
AMP-ARSB	0.11
Cables submarinos	0.10
Turismo	0.09
PNN-CRSB	0.08
Concesiones portuarias	0.07

Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo (AMP-ARSB), los cables submarinos, las actividades turísticas, el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNN-CRSB) y las zonas destinadas para concesiones portuarias (Tabla 10).

El cálculo de los índices de conflictos normalizados fue la información base para elaborar un mapa de zonificación por índice de conflicto (Figura 4).

Por otra parte, el análisis de las superposiciones entre los diferentes usos y el respectivo de análisis conflictos en la zona marino-costera del departamento de Bolívar arrojó que los cables submarinos, los sitios de conservación de la plataforma, el AMP-ARSB, los bajamares, las actividades turísticas y las playas presentan el mayor número de traslapes y conflictos con los otros usos (Tabla 11; Figura 5).

Finalmente, se generó el mapa de zonas libres de conflicto como resultado de un proceso SIG, en el cual se extraen las áreas ocupadas por los diferentes usos/actividades, de esta manera se calcularon los espacios libres del área de estudio que corresponde a la zona A con 2 943 08 km² y la zona B con 40 843 60 km². Estos sitios constituyen los espacios disponibles para asignar futuras actividades marítimas, de tal forma que se garantice el desarrollo óptimo de las mismas (Figura 6).

Tabla 11. Usos con más superposiciones en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

Usos/actividades	Cantidad de superposiciones con otros usos con conflicto
Cables submarinos	25
Sitios de conservación de la plataforma	22
AMP-ARSB	20
Bajamares	19
Turismo	15
Playas	15

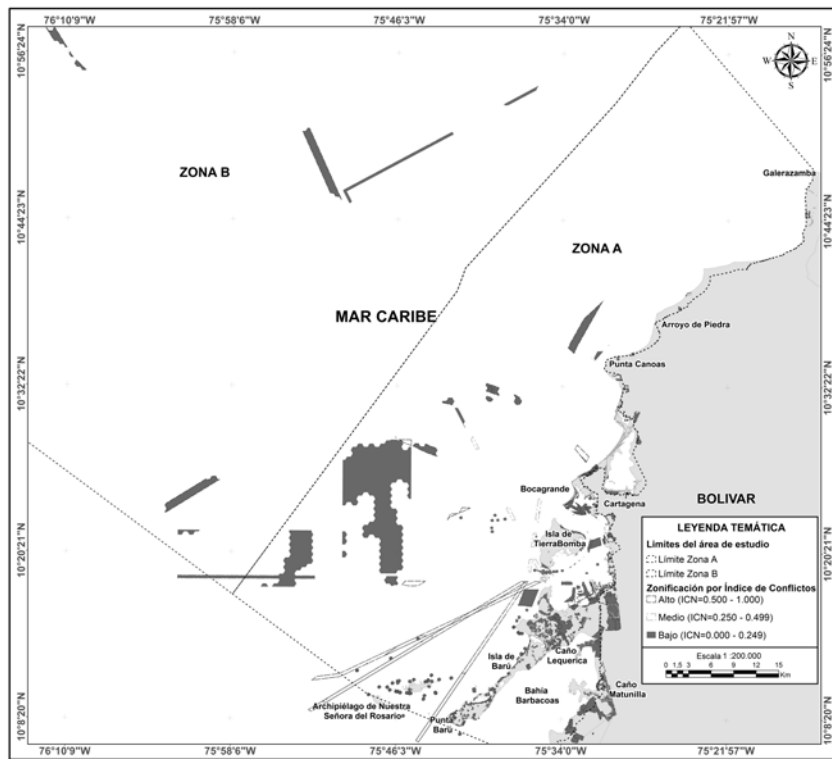


Figura 4. Zonificación por índice de conflictos en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

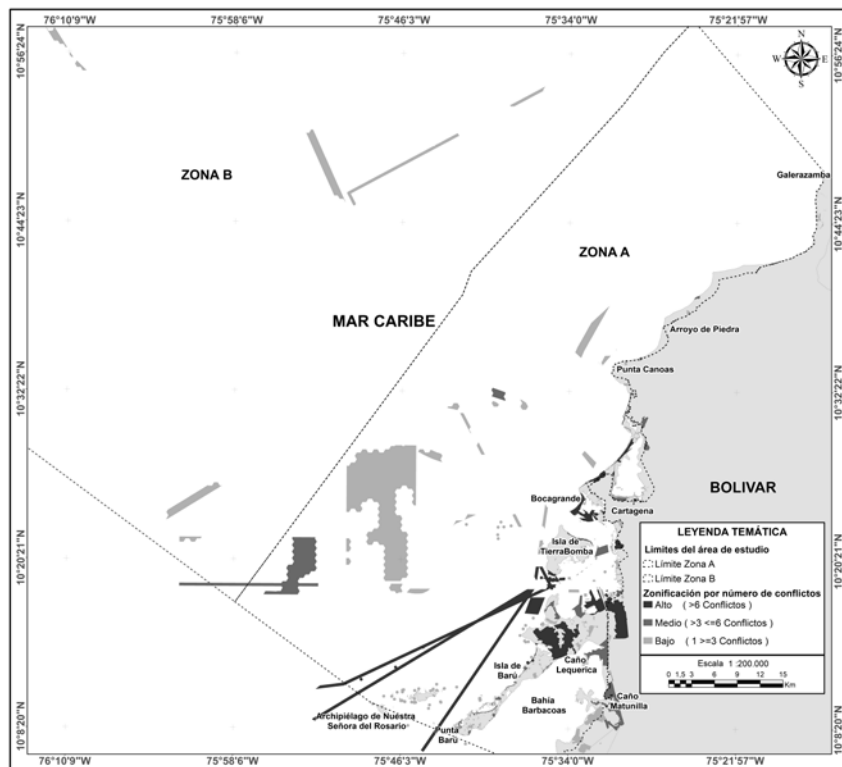


Figura 5. Zonificación por número de conflictos en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

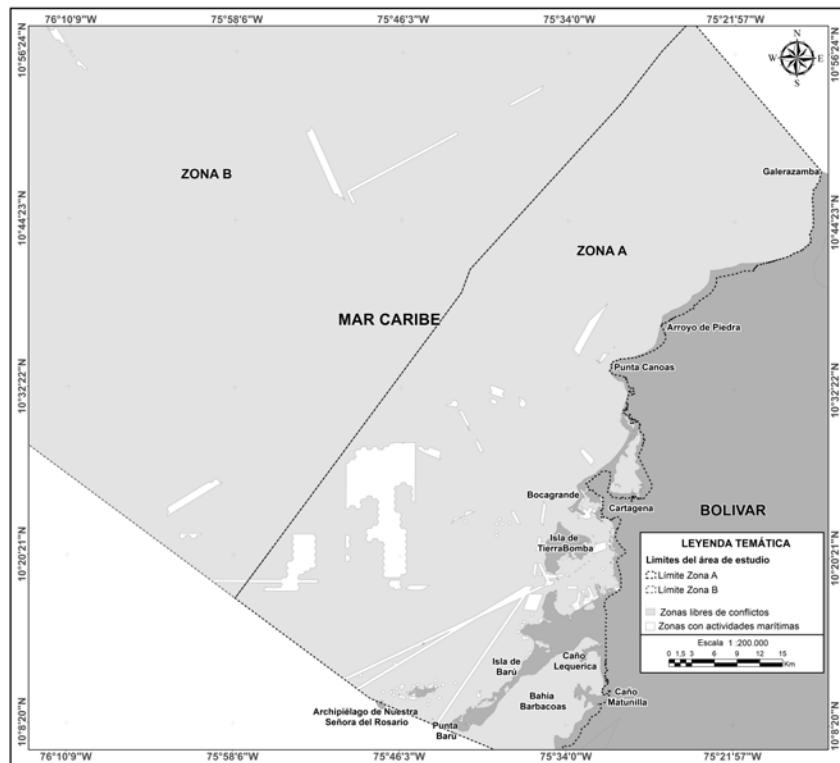


Figura 6. Áreas libres de conflictos en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

DISCUSIÓN

El ordenamiento marino-costero desde la visión de Autoridad Marítima (OMC: VAM) presenta una sinergia con los modelos internacionales de planificación espacial marina, los cuales buscan un equilibrio entre el ambiente y los intereses humanos, a través de la gestión de los recursos costeros y la resolución de conflictos entre usos-usuarios, con el apoyo de científicos, profesionales y partes interesadas (Vallega, 1999; Leslie y McLeod, 2007).

La metodología desarrollada en el OMC:VAM, al igual que las metodologías aplicadas en planificación espacial marina a nivel mundial, emplean herramientas SIG, análisis multicriterio y técnicas de optimización para identificar los conflictos de uso en un área determinada, y diseñar modelos de asignación y/o colocación para nuevas actividades (Ehler y Douvere, 2009; Regan *et al.*, 2017).

En Colombia, entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el

Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Comisión Colombiana del Océano (CCO) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) han adelantado iniciativas para el ordenamiento marino-costero, aplicando el enfoque metodológico que dicta la Unesco a través de la Comisión Intergubernamental Oceanográfica, donde se valoran los conflictos entre usos a partir de matrices cualitativas de compatibilidad e incompatibilidad (Ehler y Douvere, 2009; Invemar, 2017). Desde la Dimar se ajusta esta metodología al incluir procesos de cuantificación para los conflictos entre usos/actividades, por medio de la aproximación AHP (Malczewski, 1999; Dimar, 2019a).

En general, las investigaciones de conflictos de uso en las áreas marino-costeras utilizan un modelo sectorial específico en el que el número de usos y actores analizados es limitado (Jones *et al.*, 2016), lo que facilita la coordinación entre usos/usuarios. Sin embargo, la Dimar, desde sus objetivos estratégicos y su función como entidad, abarca varios sectores con diferentes intereses que pueden generar desacuerdos en

la estructura legal, política y social, afectando el proceso de ordenamiento (Leslie y McLeod 2007; Lester *et al.*, 2012; Tuda *et al.*, 2014).

La bahía interna de la ciudad de Cartagena de Indias del departamento de Bolívar, debido a que tiene un alto potencial económico, turístico y portuario (Decreto No. 0977 de 2001), presenta la mayor concentración de usos/actividades. Los cables submarinos, el AMP-ARSB y las actividades turísticas, representan un área significativa en la zona de estudio y sus condiciones de desarrollo implican que sean las más conflictivas con respecto a los demás usos.

Las Naciones Unidas, mediante la Resolución 65/37 de 2011, reconoce que los cables submarinos revisten una importancia para la economía mundial y en la seguridad nacional de todos los Estados. Con base en lo anterior, la Resolución 204 de 2012 de la Dimar se establecen las zonas de seguridad de 500 m a cada lado, a lo largo de los tendidos de cables submarinos en aguas jurisdiccionales colombianas y se "prohíbe el fondeo de cualquier clase de buque y la pesca de arrastre, asimismo la realización de cualquier tipo de actividad marítima que mantenga total o parcialmente contacto con el fondo marino".

En relación al AMP-ARSB, al presentarse impactos sobre la base natural, por la construcción de edificaciones, obras civiles en la línea de costa, dragados, adecuación de canales, actividad pesquera, turismo, recreación, transporte marítimo y vertimientos de residuos, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante la Resolución 0679 de 2005, con el fin de mitigar y proteger el medio marino en esta zona, ha definido como objetivos:

...i) proteger los ecosistemas, las especies o los hábitats indispensables para la supervivencia de las especies, ii) proporcionar una zona de amortiguamiento entre las áreas manejadas y las no manejadas, iii) manejar sosteniblemente el uso de los recursos, iv) reducir o eliminar los conflictos existentes entre los usuarios de los recursos, v) reservar áreas para fines específicos tales como la investigación y la educación, vi) permitir la recuperación de hábitats y las poblaciones de las especies de interés y vii) separar actividades incompatibles, (MinAmbiente, Cardique, Dimar, ANT, Alcaldía de Cartagena, PNN y Carsucre, 2016).

Esta serie de objetivos le confiere al AMP-ARSB la característica de zona con alto número e índice de conflictos.

Los conflictos de la actividad turística en el área de estudio afectan principalmente la base ecosistémica y están relacionados con el crecimiento desordenado en espacios marino-costeros susceptibles de ser afectados por graves impactos ambientales, que generalmente son justificados por sectores particulares debido a los beneficios y la rentabilidad a corto plazo que genera esta actividad (Ministerio del Medio Ambiente, 2001; Papageorgiou, 2016).

Por otra parte, aunque se realiza el control y la regulación de usos/actividades, no existe un modelo que determine el impacto del desarrollo de las mismas en las áreas marino-costeras colombianas; es por esto que la metodología del modelo MAYC plantea los escenarios para minimizar los conflictos a futuro y asignar o colocalizar los usos (como lo sugieren Ehler y Douvère, 2009); sin embargo, la viabilidad de este proceso requiere la actualización de la base de datos y una revisión documental exhaustiva de los criterios técnicos que indiquen el lugar más óptimo para el desarrollo exitoso de los diversos usos que se puedan presentar en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

Finalmente, las etapas de divulgación, evaluación y retroalimentación, permitirán fortalecer el proceso del OMC: VAM a través de la participación e interacción con los diferentes actores, con el fin de socializar los objetivos, las regulaciones y las acciones que la Autoridad Marítima asumirá con la implementación futura de la metodología en las áreas marino-costeras del país.

CONCLUSIÓN

La aplicación de la metodología del OMC: VAM permitió identificar compatibilidades e incompatibilidades entre usos, así como, las zonas libres de conflicto en el departamento de Bolívar, teniendo en cuenta la base ecosistémica y los intereses de las actividades humanas desarrolladas en las zonas marino-costeras, por lo que se considera como el punto de partida para el ordenamiento marino costero del país,

ya que se puede replicar en todas las áreas de jurisdicción de la Dimar.

En la zona marino-costera del departamento de Bolívar se identificaron 55 usos/actividades. La mayor concentración se localiza en la bahía interna de Cartagena de Indias, debido a que es una zona de convergencia de varios usos/actividades por ser el principal destino turístico del país y la puerta de entrada del comercio por el desarrollo portuario, astillero e industrial.

Los usos/actividades con más conflictos identificados a partir de las superposiciones fueron: cables submarinos, sitios de conservación de la plataforma, áreas marinas protegidas, bajamares, turismo y playas. Estos usos representan un área significativa dentro de la zona de estudio, y sus condiciones de desarrollo implican que sean los más conflictivos con respecto a los demás.

Mediante la zonificación por índice de conflicto se establecieron las áreas con niveles altos, medios y bajos de conflicto, dependiendo de los pesos asignados desde la matriz normalizada de compensación por parejas. Indicando así que los usos/actividades con mayor índice de conflicto corresponden al área marina protegida, cables submarinos, turismo, parques nacionales naturales y concesiones portuarias.

La zonificación por número de conflictos permitió la identificación de zonas en donde coexisten hasta doce superposiciones de conflictos por uso, los cuales se concentran en su mayoría en la bahía interna de Cartagena de Indias.

Los usos/actividades con menor número de conflictos a partir de la superposición e índice de conflicto fueron las zonas de concentración de anfibios, zonas de desove de langostas, tierras sin uso, restaurantes, las zonas de concentración de cocodrilos y protección de cuencas; esto se debe a factores como la escasa distribución espacial en el área de estudio, falta de información disponible y/o a que estas actividades no interfieren en el desarrollo de otras.

Las zonas libres de conflicto representan áreas disponibles para nuevos usos/actividades; en la zona A (que comprende desde el límite de los bienes de uso público establecido por la

Dimar hasta 12 MN) estos espacios presentan un área de menor proporción en relación a la zona B (desde las 12 MN hasta las 200 MN), debido a que tienen diferentes condiciones para el desarrollo económico, social y de infraestructura de las actividades marítimas.

La dinámica costera en el departamento de Bolívar y, en general, en todo el territorio marino costero nacional, implica para los tomadores de decisiones un seguimiento, evaluación y actualización constante en los procedimientos y tecnologías empleadas para el ordenamiento. Con base en lo anterior, el modelo MAYC integra aspectos técnicos, normativos, económicos y sociales, buscando facilitar la gestión y ubicación óptima de futuras actividades marítimas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Dirección General Marítima, por el apoyo y financiación de la presente investigación, enmarcada dentro del proyecto *Planificación y ordenamiento de los litorales y áreas marinas colombianas*.

Igualmente, se agradece de manera muy especial al delineante Carlos Banda Lepesquer, por su apoyo en la generación de la cartografía digital.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alcaldía de Cartagena. (20 de noviembre de 2001). Decreto N° 0977. Cartagena D.T. y C., Colombia.
- Agencia de inversiones de Cartagena de Indias y Bolívar. (2012). *Cartagena y Bolívar: una ubicación estratégica para el comercio exterior*. http://www2.cccartagena.org.co/sites/default/files/publicaciones/cartagena_y_bolivar_una_ubicacion_estrategica_para_el_comercio_exterior.pdf
- Aldana, O.; Hernández, A. (2016). *La planificación espacial marina: marco operativo para conservar la diversidad biológica marina y promover el uso sostenible del potencial económico de los recursos marinos en el Caribe*. Instituto de Oceanología, La Habana. 15 pp.

- Alvarado, E.M.; Pizarro, V.; Sarmiento-Segura, A. (2011). "Formaciones arrecifales". En: Zarza, E. (ed), *El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (Pnnncrsb)*. Primera edición: Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia. pp. 109 - 123.
- Andrade-Amaya, C. (2001). Las corrientes superficiales en la Cuenca de Colombia observadas con boyas de deriva. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 25, 321-335.
- Arancibia, S.; De la Vega, L.; Denis, A; Saball, P. (2015). Evaluación de programas sociales: un enfoque multicriterio. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 63, 99-126.
- Ansong, J.; Calado, H.; Gilliland, P. M. (2019). A multifaceted approach to building capacity for marine/maritime spatial planning based on European experience. *Marine Policy*. DOI:10.1016/j.marpol.2019.01.011.
- Audemard, F.; Audemard, F. (2002). Structure of the Merida Andes, Venezuela: relations with the South America-Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics*, 345, 299-327.
- Bonnevie, I. M.; Hansen, H. S.; Schrøder, L. (2019). Assessing use-use interactions at sea: A theoretical framework for spatial decision support tools facilitating co-location in maritime spatial planning. *Marine Policy*. doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103533.
- Botero L.; R. Álvarez - León. (2000). The Caribbean coast of Colombia, 663-675. En: Sheppard, C. R. (2000). *Seas at the millennium: an environmental evaluation: 1. Regional chapters: Europe, The Americas and West Africa*.
- Brown, K.; Adger, W. N.; Tompkins, E.; Bacon, P.; Shim, D.; Young, K. (2001). Trade-off analysis for marine protected area management. *Ecological Economics*, 37(3), 417-434.
- Bueger, C. (2015). What is maritime security? *Marine Policy*, 53, 159-164.
- Cardique (1998). *Diagnóstico, zonificación y planificación estratégica de las áreas de manglar de Bolívar*. Cartagena de Indias.
- Carvajal, A.; Jurado, J. (2009). *Caracterización físico-biótica del litoral del departamento de Bolívar*. Pp. 13-38. En: *Dimar-CIOH. (2009). Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano*. Tomo II. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. Dimar, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia.
- Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad. (2018). *Coyuntura Económica de Cartagena mayo 2108*. Cedec. https://www2.ccccartagena.org.co/sites/default/files/publicaciones/cartagena_en_cifras_mayo_2018.pdf
- 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? *Marine Policy*, 43, 254-261.
- Cicin-Sain, B.; Knecht, R. W.; Knecht, R.; Jang, D.; Fisk, G. W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. Washington, D.C., Unites States of America, Island press.
- Coccoli, C.; Galparsoro, I.; Murillas, A.; Pınarbaşı, 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. *Marine Policy journal*, 1(94), 119-131.
- Comisión Colombiana del Océano. (2018). *Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (Pnoec)*. CCO. Bogotá, Colombia.
- De Groot, R.; Wilson, M.; Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Programa nacional para la formulación y*

- actualización de planes de ordenamiento territorial: POT Modernos*. Documento CONPES 3870. DNP. Bogotá D.C., Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3870.pdf>
- Díaz, J.M.; Barrios, L.M.; Cendales, M.H.; Garzón-Ferreira, J.; Geister, J.; López-Victoria, M.; Zea, S. (2000). *Áreas coralinas de Colombia*. Invemar, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta. 176 p.
- Dirección General Marítima. 19 de abril de 2012 *Resolución N° 204*. Dimar. Bogotá, D. C. Colombia.
- Dirección General Marítima. (2018). *Plan Estratégico de Desarrollo 2030*. Dimar. Bogotá D.C., Colombia.
- Dirección General Marítima. (2019a). *Lineamientos Técnicos para el Ordenamiento Marino Costero: Visión de Autoridad Marítima – OMC: VAM*. Dimar. Cartagena D.T. y C., Colombia.
- Dirección General Marítima. (2019b). *Ordenamiento Marino Costero (OMC): Visión de Autoridad Marítima*. Departamento de Bolívar. Sector Galerazamba-Caño Matunilla. Dimar. Cartagena D.T. y C., Colombia.
- Douvere, F. (2010). *Marine spatial planning: concepts, current practice and linkages to other management approaches* (Doctoral dissertation). Ghent University, Belgium.
- Douvere, F, Ehler, C. N. (2009). New perspectives on sea use management: initial findings from European experience with marine spatial planning. *Journal of environmental management*, 90(1), 77-88.
- Douvere, F.; Maes, F.; Vanhulle, A.; Schrijvers, J. (2007). The role of marine spatial planning in sea use management: the Belgian case. *Marine Policy*, 31(2), 182-191.
- Ehler, C. (2017). World-wide Status and Trends of Maritime/Marine *Spatial Planning*. Presented at the 2nd International Conference on Marine/Maritime Spatial Planning, Unesco, Paris.
- 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 No. 53, ICAM Dossier No. 6. Paris: Unesco.
- Ehler, C.; Zaucha, J.; Gee, K. (2019). Maritime/marine spatial planning at the interface of research and practice. *Maritime Spatial Planning*, 1-21. [Doi.org/10.1007/978-3-319-98696-81](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98696-81).
- European Parliament and of the Council. (2013). *Establishing a Framework for Maritime Spatial Planning and Integrated Coastal Management*. EPyC. Brussels.
- Fang, Q.; Zhu, S.; Ma, D.; Zhang, L.; Yang, S. (2019). How effective is a marine spatial plan: An evaluation case study in China. *Ecological Indicators*, 98, 508–514. DOI:10.1016/j.ecolind.2018.11.028
- Farahani, R. Z.; Hekmatfar, M. (Eds.). (2009). *Facility location: concepts, models, algorithms and case studies*. Springer Science Business Media. Springer.
- Gilliland, P. M.; Laffoley, D. (2008). Key elements and steps in the process of developing ecosystem-based marine spatial planning. *Marine Policy*, 32(5), 787-796.
- Gopnik, M.; Fieseler, C.; Cantral, L.; McClellan, K.; Pendleton, L.; Crowder, L. (2012). Coming to the table: Early stakeholder engagement in marine spatial planning. *Marine Policy*, 36(5), 1139–1149.
- International Maritime Organization. (2013). *IMO What It Is*. OMI. http://www.imo.org/en/About/Documents/What%20it%20is%20Oct%202013_Web.pdf
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". (2017). *Documento técnico de investigación: Planificación espacial marina para la zona costera del Cauca*. Invemar. Santa Marta, Colombia.
- Jiménez, A. (2013). *Ordenamiento espacial marino: una guía de conceptos y pasos metodológicos*. Fundación Marviva.

- Jones, P. J.; Lieberknecht, L. M.; Qiu, W. (2016). Marine spatial planning in reality: Introduction to case studies and discussion of findings. *Marine Policy*, 71, 256-264.
- Kennedy, M. C; Ford, E. D.; Singleton, P.; Finney, M.; Agee, J. K. (2007). Informed multi-objective decision-making in environmental management using Pareto optimality. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 181-192.
- Leblé, S.; Cuignon, R. (1987). El Archipiélago de las Islas del Rosario. Estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. *Boletín Científico CIOH*, 7, 37-52.
- Leslie, H. M.; McLeod, K. L. (2007). Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(10), 540-548.
- Lester, S.E.; Costello, C.; Halpern, B.S.; Gaines, S.D.; White, C.; Barth, J.A. (2013). Evaluating trade-offs among ecosystem services to inform marine spatial Planning. *Marine Policy*, 38, 80-89.
- Maguire, B.; Potts, J.; Fletcher, S. (2012). The role of stakeholders in the marine planning process—Stakeholder analysis within the Solent, United Kingdom. *Marine Policy*, 36(1), 246-257.
- Malczewski, J. (1999) *GIS and multicriteria decision analysis*. United States of America. New York. John Wiley Sons. INC.
- Marine Management Organization. (2013). *Potential for co-location of activities in marine plan areas*. A report produced for the Marine Management Organization, pp 98. MMO Project No: 1010. ISBN: 978-1-909452-08-4.
- Martínez, A.; Malagón, J. (2014). *Impacto económico y social del puerto de Cartagena*. Bogotá, Colombia.
- MinAmbiente, Cardique, Dimar, ANT, Alcaldía de Cartagena, PNN, Carsucre. (2016). *Plan de manejo Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo*. Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 31 de mayo de 2005. *Resolución* N° 0679. Diario Oficial No. 45.927, Bogotá, D. C., Colombia.
- Ministerio de Defensa Nacional. (18 de septiembre de 1984). Decreto Ley N° 2324. Bogotá, Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2001). Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas. 17 de marzo de 2011. *Resolución N° 65/37*
- Osorio-Gómez, J.; Orejuela-Cabrera, J. (2018). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio, ejemplo de aplicación. *Scientia ET Technica*, 14(39), 247-252.
- Ouchi, F. (2004). *A literature review on the use of expert opinion in probabilistic risk analysis*. World Bank Policy Research Working Paper, 3201.
- Papadimitriou, A.; Pangalos, K.; Duvaux-Béchon, I.; Giannopapa, C. (2019). Space as an enabler in the maritime sector. *Acta Astronáutica*, 162, 197-206. DOI:10.1016/j.actaastro.2019.06.01.
- Papageorgiou, M. (2016). Coastal and marine tourism: A challenging factor in Marine Spatial Planning. *Ocean coastal management*, 129, 44-48.
- Regan, H. M.; Davis, F. W.; Andelman, S. J.; Widyanata, A.; Freese, M. (2007). Comprehensive criteria for biodiversity evaluation in conservation planning. *Biodiversity and Conservation*, 16(9), 2715-2728.
- Reyes, G.; Guzmán, G.; Barbosa, G.; Zapata, G. (2001). *Geología de las planchas 23 Cartagena y 29 - 30 Arjona*. Colombia.
- Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York, United States of America. McGraw Hill.
- Santos, C. F.; Ehler, C.; Agardy, T.; Andrad, F.; Orbach, M. K.; Crowder, L. B. (2019). Marine

- Spatial Planning. In C. Sheppard (Ed.), *World Seas: An Environmental Evaluation, Second Edition, Volume Three: Ecological Issues and Environmental Impacts* (pp. 571–592). London, San Diego, Cambridge MA, Oxford: Academic Press.
- Stelzenmüller, V.; Lee, J.; South, A.; Foden, J.; Rogers, S. I. (2013). Practical tools to support marine spatial planning: A review and some prototype tools. *Marine Policy*, 38, 214–227.
- Trenkamp, R.; Kellogg, J.; Freymueller, J.; Mora, H. (2002). Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15, 57-171.
- Tsilimigkas, G.; Rempis, N. (2017). Maritime spatial planning and spatial planning: Synergy issues and incompatibilities. Evidence from Crete Island, Greece. *Ocean coastal management*, 139, 33-41.
- Tuda, A. O.; Stevens, T. F.; Rodwell, L. D. (2014). Resolving coastal conflicts using marine spatial planning. *Journal of environmental management*, 133, 59-68.
- Vallega, A. (1999). *Fundamentals of integrated coastal management*. Genoa, Italia. Springer Science Business Media.
- Villa, F.; Tunesi, L.; Agardy, T. (2002). Zoning marine protected areas through spatial multiple-criteria analysis: the case of the Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conservation Biology*, 16(2), 515-526.
- Yatsalo, B. I.; Kiker, G. A.; Kim, J.; Bridges, T. S.; Seager, T. P.; Gardner, K.,...Linkov, I. (2007). Application of Multicriteria Decision Analysis Tools to Two Contaminated Sediment Case Studies. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3(2), 223.
- Zervaki, A. (2018). The Ecosystem Approach and Public Engagement in Ocean Governance: The Case of Maritime Spatial Planning. In *The Ecosystem Approach in Ocean Planning and Governance* (pp. 223-255). Leiden, Boston. Brill.