

DISEÑO DE UN ÁREA MARINA PROTEGIDA PARA BAHÍA PORTETE – LA GUAJIRA, CARIBE COLOMBIANO

Carolina Gutiérrez-Moreno, David Alonso C. y Carolina Segura-Quintero

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, AA. 1016, Santa Marta, Colombia. carolina_gutierrez@invemar.org.co; dalonso@invemar.org.co; csegura@invemar.org.co

RESUMEN

A partir de un ejercicio de planificación ecorregional para la selección de sitios prioritarios de conservación en el Caribe colombiano y la calificación de criterios ecológicos, se identificó a bahía Portete como un sitio potencial para el establecimiento de un área marina protegida (AMP). Esta área presenta un mosaico de ecosistemas marinos y costeros que abarcan un sinnúmero de comunidades ícticas, planctónicas, bentónicas y especies que en conjunto con el medio, constituyen un área de alta heterogeneidad y biodiversidad única en el departamento de La Guajira. La finalidad de este trabajo fue diseñar la primera AMP para el norte del departamento a partir de la evaluación de criterios ecológicos, objetivos de conservación y de manejo propuestos; postulando una categoría de manejo dentro del actual Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Por consiguiente, a partir de información secundaria y siguiendo el esquema metodológico para la planificación de sitios “Esquema de las cinco S” de The Nature Conservancy, se identificaron cinco objetos de conservación (OdC) de filtro grueso o hábitats: formaciones coralinas, praderas de fanerógamas, playas arenosas, litoral rocoso y bosques de manglar y tres OdC de filtro fino: áreas con presencia de *Crocodylus acutus*, áreas de alimentación de tortugas marinas y áreas de congregación de aves. Se desarrolló un análisis de viabilidad para cada objeto encontrando el área en un buen estado de salud de la biodiversidad. El análisis de criterios, la viabilidad y la definición de los objetivos de manejo del área permitieron postular la categoría de manejo “Parque Nacional Natural” como la más apropiada para el área. Por otro lado, a partir de un proceso sistematizado y con ayuda de un sistema soporte de decisiones (SSD) llamado MARXAN (University of Queensland) se identificaron tres zonas intangibles con las cuales se garantiza la protección mínima del 30 % de cobertura de cada uno de los objetos, como aporte inicial a la zonificación interna del AMP.

PALABRAS CLAVE: Áreas Marinas Protegidas, Bahía Portete, Biodiversidad, MARXAN, Parque Nacional Natural.

ABSTRACT

Marine protected area design for bahía Portete-La Guajira, Colombian Caribbean. Using an ecorregional planning process for the selection of conservation priority sites in the Colombian Caribbean region

Contribución No. 1024 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR



and the qualification of ecological criteria, bahía Portete was identified as a potential site for the establishment of a new Marine Protected Area (MPA). This bay encompasses a great variety of marine and coastal ecosystems, including fish, planktonic, and benthic communities as well as species that in conjunction with the environmental features form an area of high heterogeneity and unique biodiversity in the province of La Guajira. The purpose of this research was to design the first MPA in the north of the Province through the evaluation of ecological criteria, as well as proposed conservation and management objectives; setting up a management category within the existing National Protected Areas System (SINAP in Spanish). Therefore, based on secondary information and following the “The five S framework”, methodology design by The Nature Conservancy for site planning, five conservation objectives (OdC) of coarse-filter or habitats were identified: corals, seagrasses, sandy beaches, rocky coasts and mangroves ecosystems, and three OdC of fine filter: areas with presence of *Crocodylus acutus*, sea turtles’ feeding areas, and areas of birds congregation. A viability analysis was developed for each healthy object found within the area, thus reflecting the biodiversity health of the area. The analysis of criteria, viability and the definition of the management objectives for the area, allowed the election of National Natural Park as the most appropriate management category for the area. Based on a systematic process and with the use of the MARXAN (University of Queensland) Decision Support System (DSS), three no-take zones were identified, with which the protection of a minimum of 30% of the coverage area for each of the objects is guaranteed as the initial contribution to the internal zoning of the new MPA.

KEY WORDS: Marine Protected Areas, Bahía Portete, Biodiversity, MARXAN, National Natural Park.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las 54 áreas protegidas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), doce son áreas marinas protegidas (AMP) es decir, de carácter marino y/o costero; en total el SPNN representa sólo el 4.4 % del territorio nacional si se incluyen los 988000 km² de territorio marino. Es así como menos del 1 % de las áreas marinas de Colombia se encuentran protegidas por figuras de protección pertenecientes al SPNN. Cuando se tienen en cuenta figuras de protección declaradas por Resolución, a través de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), como el sistema regional de AMP (Resolución 876 de 2004) dentro de la Reserva de Biosfera Seaflower y el AMP de los Archipiélagos Corales del Rosario y San Bernardo (Resolución 679 de 2005) el porcentaje protegido se incrementa al 8 % (INVEMAR-UAESPNN-TNC, 2008).

Un análisis de vacíos de representatividad de las AMP del SPNN para el Caribe continental colombiano, realizado por Alonso *et al.* (2005) mostró una excelente representatividad para los arrecifes coralinos; opuesto a lo observado para pastos marinos, playas arenosas, lagunas costeras y estuarios, determinando que el departamento de La Guajira, a pesar de tener áreas muy importantes en términos de biodiversidad, sólo cuenta con el Santuario de Fauna y Flora de “Los Flamencos” como área protegida marino-costera.

Con base en lo anterior, se desarrolló el proyecto “Diseño de una red de Áreas Marinas Protegidas para el norte del Caribe continental colombiano” donde se encontraron diversos sitios prioritarios de conservación para el área de La Guajira, particularmente bahía Portete, por sus condiciones especiales (INVEMAR, 2007). De modo que dicho proyecto dio origen a esta investigación, cuya finalidad fue proponer el diseño de un AMP a partir de la evaluación de criterios ecológicos y la selección de objetos de conservación viables, generando una categoría de manejo apropiada de acuerdo con los objetivos y avanzar en los primeros insumos para la zonificación interna del área.

ÁREA DE ESTUDIO

Bahía Portete se encuentra al norte del departamento de La Guajira, Caribe continental colombiano y está ubicada entre el cabo de la Vela y Punta Gallinas, a los 12° 07' N y 72° 02' W (Figura 1). Cubre una superficie aproximada de 125 km² alcanzando unos 13 km de diámetro aproximadamente y está comunicada con el mar abierto por una boca de dos kilómetros de ancho. En términos generales, es una bahía muy somera, en promedio cuenta con nueve metros de profundidad, con un mínimo de tres y un máximo de 20 m. Presenta condiciones marinas con salinidades altas (34 a 37), restringiéndose la influencia continental únicamente a la escorrentía durante la época de lluvias (mayo a noviembre) (Solano, 1994; INVEMAR, 2004).

Se encuentran formaciones coralinas concentradas sobre los costados sur y occidental de la bahía, las cuales se desarrollan desde el nivel medio de la marea hasta los cuatro metros de profundidad (Solano, 1994). El fondo está constituido principalmente por sedimentos finos de tipo arcilloso, sin embargo el sector suroccidental es ampliamente dominado por sustratos arenosos con un componente bioclástico considerable (Díaz *et al.*, 2003). El litoral se encuentra bordeado por bosques de manglar y los pastos marinos se desarrollan a lo largo de la costa, en su mayoría de forma mixta (*Thalassia-Syringodium* o *Thalassia-Syringodium-Halodule*).

La población humana en la bahía está en su mayoría conformada por rancherías de indígenas Wayuú, según la información del DANE (2005) para Portete existen aproximadamente 20 poblados (Rancherías), con un total aproximadamente de 500 personas, sin embargo el número de habitantes ha variado en consecuencia al desplazamiento por la violencia. Esta comunidad resalta algunos actos culturales y religiosos dirigidos a deidades femeninas, las cuales están asociadas a las zonas de sequías y vientos; dichos lugares son denominados sitios Pulowi o Pulouv, también conocidos como sitios de pagamento (Vergara-González, 1986). La economía de los Wayuú se basa principalmente en las actividades pecuarias, especialmente al pastoreo de cabras, debido



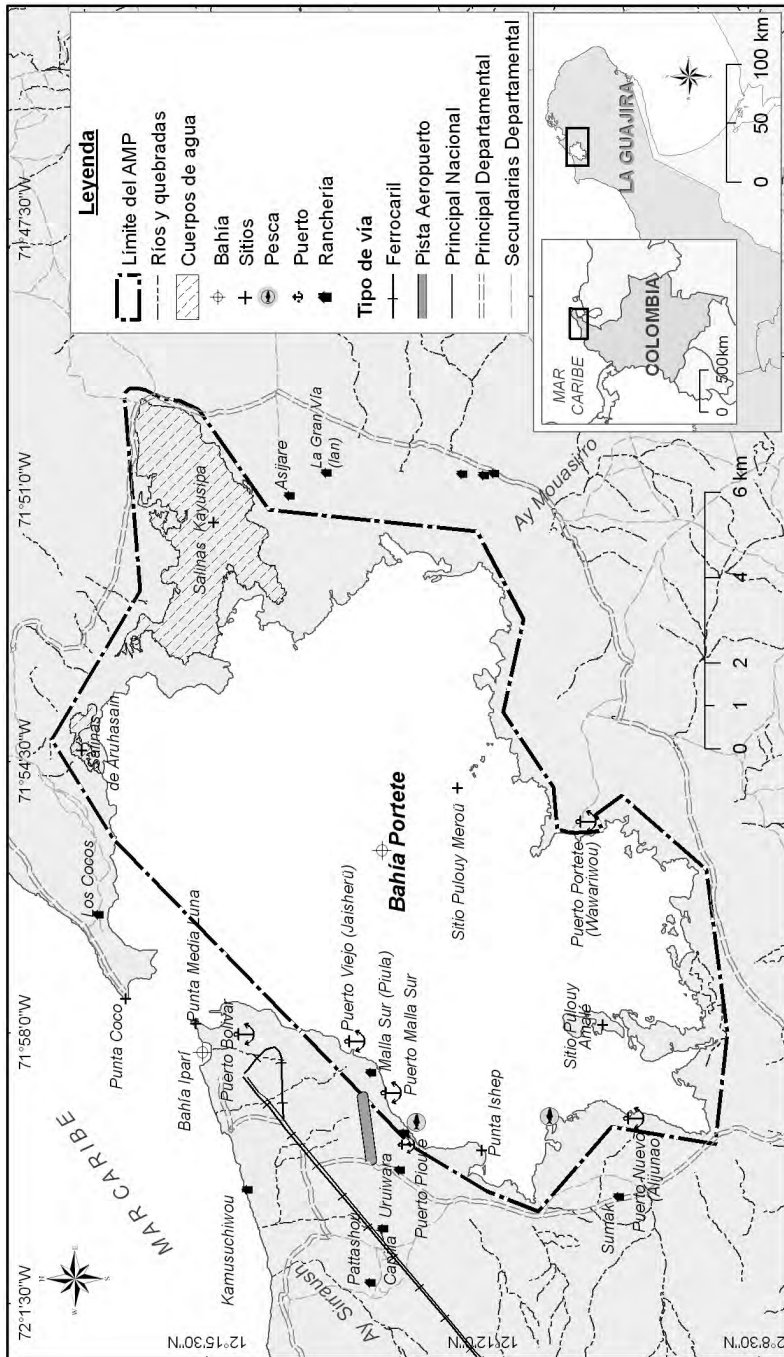


Figura 1. Ubicación geográfica de bahía Portete y propuesta de la delimitación del AMP.

a su adaptación a la vegetación xerofítica característica de la región. Así mismo, aunque la pesca tiene importancia económica para los indígenas que viven cerca de la costa, es considerada una labor de clase pobre y de menor jerarquía según los Wayuú que residen en el interior de la bahía. En cuanto al sector minero, se ha reconocido un sector especial para que los Wayuú exploten de forma tradicional las salinas. Además de las actividades ya mencionadas, hoy por hoy la explotación de la industria del carbón se ha abierto como polos de atracción económica para muchos indígenas. Dentro de bahía Portete se encuentra el puerto minero Puerto Bolívar, situado en la punta sur de la boca de la bahía, a 150 km al norte de la mina de “El Cerrejón” zona norte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como método general para el diseño del AMP se siguió la metodología de planificación para la conservación de sitios o “Esquema de las cinco S para la conservación de sitios”, desarrollada por The Nature Conservancy (2000a), donde el nombre “cinco S” proviene de los cinco elementos que se evalúan y que comienzan con la letra s en inglés: systems/sistemas (objetos de conservación que se encuentran en el sitio y los procesos naturales que los mantienen, en los cuales se enfocará la planificación), stresses/presiones (tipos de degradación o destrucción que afectan a los objetos de conservación o procesos ecológicos en el sitio), sources/fuentes (agentes que generan las presiones), strategies/estrategias (tipos de actividades de conservación empleadas para mitigar las fuentes de presión y las presiones persistentes) y success/éxito (medidas de salud de la biodiversidad y mitigación de amenazas en un sitio). La presente investigación sólo evaluó los tres primeros elementos. La definición de objetos de conservación (sistemas) y de las amenazas críticas (presiones y fuentes de presión) fueron los primeros pasos en la planificación del AMP; así mismo, la evaluación de criterios ecológicos para su delimitación y zonificación fue abordada a partir de la metodología desarrollada por Roberts *et al.* (2003a) y adaptada a las condiciones del estudio.

Selección de los objetos de conservación

La selección de los objetos de conservación (OdC) surgió de la lista obtenida en el ejercicio de planificación ecorregional para el diseño de la red de AMP en el norte del Caribe continental colombiano, en donde se revisaron los objetos teniendo en cuenta la planificación de los sitios, sus posibles amenazas y el desarrollo posterior de estrategias y acciones para combatir los peligros (Alonso *et al.*, 2008). Con base en lo anterior se realizó la lista de los objetos focales del área de estudio. A partir de la estrategia de “filtro grueso” (sistemas ecológicos y comunidades) y “filtro fino” (especies o sitios de congregación



de especies) se seleccionaron ocho OdC que cumplieron con los siguientes criterios: (1) reflejar las metas de conservación ecorregional, (2) representar adecuadamente los diferentes niveles de organización de la biodiversidad y distribución espacial o geográfica (de lo regional a lo local) y (3) presentar altos niveles de amenaza.

Una vez identificados dichos objetos se recopiló la mayor cantidad de información secundaria; además, se realizó una salida de campo en donde, a partir de las herramientas de sensoramiento remoto (Imagen ASTER 2001) y con ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (GARMIN, eTrex Venture), se verificó la distribución y extensión de OdC de filtro grueso. Al mismo tiempo, se colectó información sobre el estado actual de los objetos, sus diferentes usos, el estado de los recursos y sus posibles variaciones en el tiempo y principales amenazas, empleando dos métodos de recolección de datos denominados: observación directa (descripciones cualitativas de lo que el grupo observó) y entrevistas semi-estructuradas (basadas en un juego de preguntas abiertas o puntos de discusión) propuestos por Brunce *et al.* (2000) para evaluaciones socioeconómicas sobre el manejo de arrecifes coralinos; las consultas se trabajaron con comunidades indígenas Wayúu, principales habitantes del área. Finalmente, la información fue introducida a un Sistema de Información Geográfica (SIG) con ayuda del Software ArcView 3.2.

Evaluación de viabilidad de objetos

Con el fin de determinar la viabilidad a largo plazo de los OdC en el sitio, se trabajó con el libro automatizado en Microsoft Excel, “Libro de trabajo para la conservación de sitios y medidas del éxito en la conservación” desarrollado por TNC (2000b). La información utilizada para incorporarla al libro fue recopilada a partir de literatura existente, criterio de expertos y observaciones de campo; finalmente a cada OdC se le asignó uno de los cuatro niveles jerárquicos generales (VjG) definidos así: muy bueno = 1 (estado deseable ecológicamente, requiere poca intervención para su mantenimiento); bueno = 2 (precisa de alguna intervención para su sostenimiento); regular = 3 (requiere de la intervención humana) y pobre = 4 (necesita altos niveles de protección); esta calificación final se obtuvo a través de la evaluación de tres criterios ecológicos: (1) Tamaño (medida del área o abundancia de las localizaciones del OdC), (2) Condición (medida integral de la composición, estructura y las interacciones bióticas que lo caracterizan) y (3) Contexto paisajístico (medida integral de los regímenes y procesos ambientales dominantes que establecen y mantienen la localización del OdC y la conectividad). Para la definición de dichos VjG se siguieron las combinaciones de valores propuestas por los autores (TNC, 2000a). Se empleó un valor de ponderación de 1 para OdC de filtro grueso y 0.75 para objetos de filtro fino, debido a que objetos de un

alto nivel biológico (sistemas ecológicos) dominan el funcionamiento y la salud de los objetos de menor nivel (TNC, 2000b).

Delimitación

La identificación de los límites ecológicos adecuados y el tamaño del área es el mayor problema en el diseño de un AMP, debido que no existe una regla general para el diseño óptimo y el tamaño de la misma (Roberts y Hawkins, 2000; Salm *et al.*, 2000). El debate de un “área grande o varias pequeñas” o SLOSS (Single Large Or Several Small), muy discutido en ámbitos terrestres, es también el principal problema en el diseño de áreas marinas (Carr *et al.*, 2003). No obstante, para que las AMP tengan un valor económico y social duradero, deben ser efectivas biológicamente y su estabilidad a largo plazo depende de la protección de comunidades marinas enteras. Actualmente sin importar el tamaño, las AMP han mostrado múltiples beneficios; no obstante, deberán ser lo suficientemente grandes como para incluir hábitats que sean viables a largo plazo (Roberts y Hawkins, 2000; Roberts *et al.*, 2003a).

Para esta investigación se establecieron como primera aproximación a la delimitación del área los siguientes tres supuestos, a saber:

- El área deberá contener la cobertura total de los ocho OdC seleccionados.
- El límite tierra adentro será a partir de un búfer de 200 m (zona de amortiguación) a partir del perímetro externo del los objetos terrestres. Se estimó ésta como la distancia óptima para mitigar las posibles perturbaciones por actividades humanas.
- Se deberán excluir las áreas con actividades portuarias y con presencia de agregaciones humanas (rancherías).

En la figura 1 podemos observar los límites definidos del AMP a partir de los tres supuestos anteriores, sin embargo queda claro que es necesario contemplar algunos criterios adicionales de carácter social y económico para fijar un límite definitivo en el área.

Identificación de zonas intangibles

La identificación de zonas intangibles como insumo inicial al proceso de zonificación del AMP permite salvaguardar una muestra de los ecosistemas con la menor interferencia humana posible y donde para este caso se prohíba la extracción de recursos. Para el proceso de selección de zonas intangibles se utilizó el sistema soporte de decisiones (SSD) o software MARXAN (versión 1.8.2), diseñado en Australia por Ball y Possingham (2000) y utilizado principalmente en los últimos años para el diseño de redes de AMP, pero muy poco explorado para llevar a cabo ejercicios de zonificación al interior de AMP. Como paso inicial se generó para el área de estudio, una grilla de 6632 unidades de planificación (UP) de forma hexagonal, con un área de 2.6 ha cada una.

La función objetiva utilizada por el SSD fue (Ball y Possingham, 2000):

$$= \Sigma \text{Cost} + \text{BLM} \Sigma \text{Boundary} + \Sigma \text{Penalty}$$

Donde:

Cost: es el costo total de todas las UP seleccionadas, el cual puede ser medido como el área de la UP, o el costo económico, social o una combinación de estos.

Boundary: es el perímetro alrededor de las UP seleccionadas.

BLM (Boundary Length Modifier): es el factor de modificación de la longitud del perímetro, el cual controla la importancia de la longitud del perímetro relativo al costo de las UP seleccionadas, en donde a mayor BLM menor fragmentación.

Penalty: es un valor adicional de penalización en la función para todas las metas que no se cumplan, basado en el costo y longitud de perímetro adicional necesario para cumplirlas.

Para poder ejecutar el SSD fue necesario definir de antemano metas de conservación cuantitativas para cada uno de los ocho OdC, las cuales son descripciones explícitas del estado de viabilidad que se desea para un OdC (Groves *et al.*, 2000). Algunos autores aseguran que al menos el 20% de cada tipo de hábitat debe estar bajo una categoría estricta o de protección total (no extracción) también llamada intangible o “no take” (Bohnsack, 1996; Schmidt, 1997; NRC, 2001); así mismo, numerosas investigaciones afirman que al aumentar estas metas entre un 20 y 50% para cada hábitat se genera un enorme beneficio biológico, el cual con una buena implementación sirve como una herramienta efectiva a nivel económico, tanto para la sostenibilidad de las pesquerías como para el buceo de snorkel, entre otras actividades no consuntivas (Robert y Hawkins, 2000; NRC, 2001; Leslie *et al.*, 2003; Roberts *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c; Prada, 2004; Loos, 2006). De acuerdo a lo anterior, se fijó un valor del 30% como meta de conservación estricta para todos los OdC. En la tabla 1 se llevó a cabo una comparación de las metas propuestas por diferentes autores con el objetivo específico de representar la diversidad biológica.

Entre tanto, el proceso ejecutado por MARXAN produjo dos salidas gráficas, denominadas la “mejor solución” y la “solución sumada”; la última fue la que direccionó el ejercicio de identificación de zonas intangibles, ya que identificó el número de veces que cada UP fue seleccionada durante el número total de corridas, señalando las UP irremplazables, es decir, las unidades que siempre fueron seleccionadas para cumplir las metas de conservación. Para este ejercicio el número de corridas fue de 300 con 1 millón de iteraciones cada una y se identificó un BLM de 0.2.

Tabla 1. Valores de las metas de conservación utilizadas por diferentes autores para el objetivo de representación de la diversidad biológica.

| Objetivo | Meta de Conservación (Área) | Criterio | Fuente |
|---|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| Representación de la diversidad biológica | 10 -36 % | Representación de especies y complementariedad (peces) | Turpie <i>et al.</i> (2000) |
| | 36% | Representatividad de hábitat | Bustamante <i>et al.</i> (1999) |
| | 40% | Ensamblaje de especies y hábitat | Ward <i>et al.</i> (1999) |
| | 10% | Representación o replicación de hábitats | Halfpenny y Roberts (en revisión) |
| | 37 – 56% | Hábitats representativos | Sala <i>et al.</i> (2002) |
| | 5 – 50% | Hábitats representativos y especies | Areces <i>et al.</i> (2003) |
| | 30 – 60% | Hábitats representativos y especies (peces) | Friedlander <i>et al.</i> (2003) |
| | 28 – 50% | Hábitats representativos | Alonso <i>et al.</i> (2004) |
| | 30-50% | Hábitats representativos y especies | Airamé <i>et al.</i> (2003) |
| | 30% | Representatividad de hábitats y especies | Presente estudio |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Selección de los objetos de conservación

Los ocho OdC identificados que cumplieron con los tres criterios definidos para su selección fueron, a nivel de sistemas ecológicos o filtro grueso: formaciones coralinas, praderas de fanerógamas, playas arenosas, litoral rocoso y bosques de manglar; y a nivel de filtro fino, áreas con presencia de *Crocodylus acutus* (caimán aguja), áreas de alimentación de tortugas marinas y áreas de congregación de aves marinas. Este paso se realizó a partir de la hipótesis que al establecer múltiples objetos en los niveles biológicos altos (filtro grueso) se conservarán la mayoría de las especies asociadas a ellos (filtro fino) (Noos *et al.*, 1997; Anderson *et al.*, 1999). En este caso 33 especies entre peces, corales, moluscos, crustáceos, reptiles, equinodermos y aves presentes en bahía Portete, identificadas en los libros rojos de Colombia en alguna categoría de amenaza (Tabla 2), se encontrarían “cubiertos” a través de la protección de los OdC a nivel de hábitats. De tal manera, los procesos biológicos entre las diferentes especies amenazadas encontradas para el área y los objetos seleccionados, permiten suponer que al conservar estos se garantizaría la protección de la mayor cantidad de biodiversidad presente en el área de estudio (Figura 2).

La selección de los tres objetos de filtro fino se fundamentó en su relevancia y al no ser capturados dentro de los OdC de filtro grueso que los sustentan. Se seleccionaron

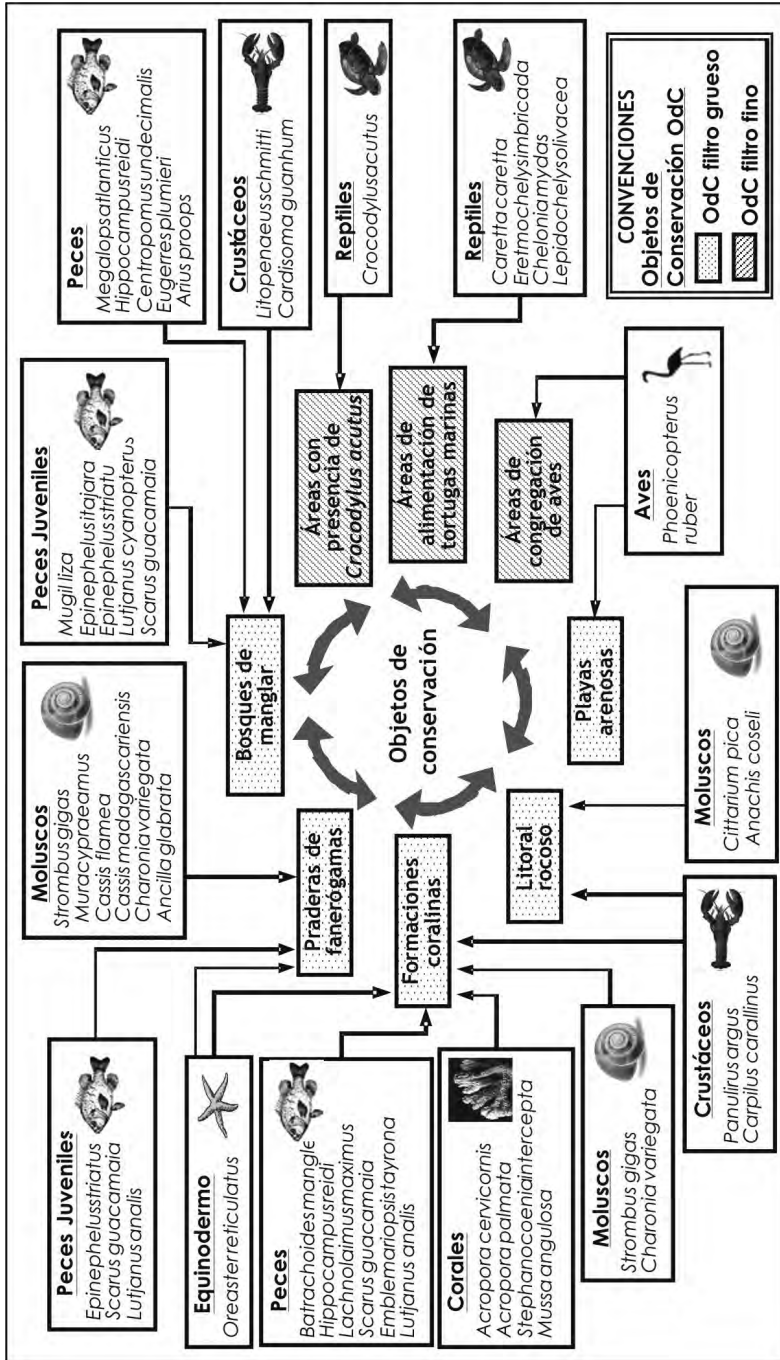


Figura 2. Esquema de la relación entre las especies presentes en los libros rojos para bahía Portete, con respecto a los ocho objetos de conservación seleccionados.

Tabla 2. Listado de hábitats, lugares de importancia y especies con algún tipo de amenaza para el área de bahía Portete.¹ Garzón-Ferreira (1989); ² Mejía y Acero (2002); ³ Ardila *et al.* (2002); ⁴ Renjifo *et al.* (2002) y ⁵ Castaño-Mora (2002).

| Tipo de objeto | Objeto de conservación | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|---|--------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Hábitats | Formaciones coralinas, praderas de fanerógamas, playas arenosas, litoral rocoso, bosques de manglar, fondos lodosos y sedimentarios. | | | | | | | | | | | | |
| Áreas de importancia biológica ^{1,2,3,4 y 5} | Presencia de <i>Crocodylus acutus</i> , alimentación de tortugas, congregación de aves marinas, agregaciones reproductivas, crianza de peces y juveniles de langosta. | | | | | | | | | | | | |
| Áreas de importancia cultural | Lugares de importancia cultural (pagamentos indígenas) | | | | | | | | | | | | |
| Especies de peces marinos ² | <table border="0"> <tr> <td><i>Centropomus undecimalis</i></td> <td><i>Mugil liza</i></td> </tr> <tr> <td><i>Lachnolaimus maximus</i></td> <td><i>Lutjanus cyanopterus</i> / <i>L. analis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Batrachoides mangle</i></td> <td><i>Epinephelus itajara</i> / <i>E. striatus</i></td> </tr> <tr> <td><i>Hippocampus reidi</i></td> <td><i>Arius proops</i></td> </tr> <tr> <td><i>Eugerres plumieri</i></td> <td><i>Scarus guacamaia</i></td> </tr> <tr> <td><i>Tarpon atlanticus</i></td> <td><i>Emblemariopsis tayrona</i></td> </tr> </table> | <i>Centropomus undecimalis</i> | <i>Mugil liza</i> | <i>Lachnolaimus maximus</i> | <i>Lutjanus cyanopterus</i> / <i>L. analis</i> | <i>Batrachoides mangle</i> | <i>Epinephelus itajara</i> / <i>E. striatus</i> | <i>Hippocampus reidi</i> | <i>Arius proops</i> | <i>Eugerres plumieri</i> | <i>Scarus guacamaia</i> | <i>Tarpon atlanticus</i> | <i>Emblemariopsis tayrona</i> |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | <i>Mugil liza</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lachnolaimus maximus</i> | <i>Lutjanus cyanopterus</i> / <i>L. analis</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Batrachoides mangle</i> | <i>Epinephelus itajara</i> / <i>E. striatus</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hippocampus reidi</i> | <i>Arius proops</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eugerres plumieri</i> | <i>Scarus guacamaia</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tarpon atlanticus</i> | <i>Emblemariopsis tayrona</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especies de corales ³ | <table border="0"> <tr> <td><i>Mussa angulosa</i></td> <td><i>Acropora palmata</i>.</td> </tr> <tr> <td><i>Stephanocoenia intersepta</i></td> <td><i>Acropora cervicornis</i></td> </tr> </table> | <i>Mussa angulosa</i> | <i>Acropora palmata</i> . | <i>Stephanocoenia intersepta</i> | <i>Acropora cervicornis</i> | | | | | | | | |
| <i>Mussa angulosa</i> | <i>Acropora palmata</i> . | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stephanocoenia intersepta</i> | <i>Acropora cervicornis</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especies de moluscos ³ | <table border="0"> <tr> <td><i>Strombus gigas</i></td> <td><i>Charonia variegata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Muracypraea mus</i></td> <td><i>Cassia flamea</i> / <i>C. madagascariensis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Ancilla glabrata</i></td> <td><i>Anachis coseli</i> / <i>Cittarium pica</i></td> </tr> </table> | <i>Strombus gigas</i> | <i>Charonia variegata</i> | <i>Muracypraea mus</i> | <i>Cassia flamea</i> / <i>C. madagascariensis</i> | <i>Ancilla glabrata</i> | <i>Anachis coseli</i> / <i>Cittarium pica</i> | | | | | | |
| <i>Strombus gigas</i> | <i>Charonia variegata</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Muracypraea mus</i> | <i>Cassia flamea</i> / <i>C. madagascariensis</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ancilla glabrata</i> | <i>Anachis coseli</i> / <i>Cittarium pica</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especies de crustáceos ³ | <table border="0"> <tr> <td><i>Litopenaeus schmitti</i></td> <td><i>Panulirus argus</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cardisoma guanhumí</i></td> <td><i>Carpilus carallinus</i></td> </tr> </table> | <i>Litopenaeus schmitti</i> | <i>Panulirus argus</i> | <i>Cardisoma guanhumí</i> | <i>Carpilus carallinus</i> | | | | | | | | |
| <i>Litopenaeus schmitti</i> | <i>Panulirus argus</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cardisoma guanhumí</i> | <i>Carpilus carallinus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especie de equinodermos ³ | <i>Oreaster reticulatus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especie de aves ⁴ | <i>Phoenicopterus ruber</i> | | | | | | | | | | | | |
| Especie de reptiles ⁵ | <i>Crocodylus acutus</i> | | | | | | | | | | | | |

para este ejercicio las áreas de alimentación de tortugas marinas y de congregación de aves marinas, ya que son contribuciones importantes a las actuales y futuras redes de sitios funcionales que apoyan estas poblaciones a niveles regionales más amplios de conservación (Ceballos-Fonseca, 2004; Franco-Maya y Bravo, 2005) y las áreas con presencia de *C. acutus*, la cual es una especie en peligro crítico (Castaño-Mora, 2002), precisa condiciones y requerimientos especiales para su manejo, como lo plantean Abadía (1995) y Rodríguez (2000) para bahía Portete y para otras áreas del Caribe colombiano (Rodríguez, 2002).

En general, los OdC seleccionados representan o abarcan la “mayor” biodiversidad para la bahía a diferentes niveles de organización biológica y escalas geográficas, por lo que provee una estrategia de conservación ecológicamente más integral, según lo plantean Poiani *et al.* (2000). La identificación de sólo ocho OdC es importante, ya que desarrollar

estrategias y acciones de conservación factibles para el sitio con un número mayor, resultaría difícil de manejar; sin embargo, no se debe desconocer que esta selección debe ser un proceso iterativo a través del tiempo, por lo que se deberá seguir evaluando la bahía, y en la medida que se llenen los vacíos de información (en el comportamiento de los procesos ecológicos del sitio y sus amenazas) se tendrá la posibilidad de cambiar objetos tanto para nuevas estrategias de acción, como para las nuevas amenazas o incluso si el escenario de conservación cambia de manera definitiva. Así mismo, desarrollar nuevas investigaciones biológicas, ecológicas, monitoreos ambientales, entre otros, sería una herramienta importante para la continuación del presente diseño.

Viabilidad

Hallar la viabilidad de los OdC para el establecimiento de un AMP es un proceso de gran importancia, en el cual se determina la capacidad de una especie, comunidad o sistema ecológico de persistir por generaciones durante un periodo determinado, asegurando que en el sitio escogido éstos sean lo mas funcionales posibles y que tengan la probabilidad de permanecer en el tiempo (Groves *et al.*, 2000). La evaluación final para los OdC en la bahía mostró un VjG bueno al sumar los resultados parciales de los objetos respecto a los tres criterios calificadores; sin embargo, se presentó la excepción del objeto de “áreas con presencia de *C. acutus*” en donde dicho valor fue pobre, es decir que su restauración es difícil y requiere de una intervención inmediata por parte del hombre ya que podría llegar a desaparecer en el área (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de calificación de viabilidad para objetos de conservación versus los atributos ecológicos de tamaño, condición y contexto paisajístico, con su valor jerárquico (Vj) y peso de ponderación (p), valor jerárquico general (VjG) de viabilidad y calificación global de la salud de la biodiversidad para bahía Portete.

| Objetos de conservación | Tamaño | | Condición | | Contexto paisajístico | | VjG |
|---|---------|------|-----------|------|-----------------------|------|-------|
| | VJ | p | VJ | p | VJ | p | |
| Formaciones coralinas | Bueno | 1 | Regular | 1 | Bueno | 1 | Bueno |
| Praderas de fanerógamas | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno |
| Playas arenosas | Regular | 1 | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno |
| Litoral rocoso | Regular | 1 | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno |
| Bosque de manglar | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno | 1 | Bueno |
| Sitios con <i>Crocodylus acutus</i> | Pobre | 0.75 | Pobre | 0.75 | Regular | 0.75 | Pobre |
| Alimentación de tortugas marinas | Bueno | 0.75 | Regular | 0.75 | Bueno | 0.75 | Bueno |
| Sitios de importancia para aves | Bueno | 0.75 | Bueno | 0.75 | Bueno | 0.75 | Bueno |
| Calificación global de la salud de la biodiversidad | | | | | | | Bueno |

En general la bahía presenta un nivel bueno de viabilidad, que se puede traducir en un buen “estado de salud de la biodiversidad” (TNC, 2000b), lo que se corrobora con los resultados de los monitoreos obtenidos por el INVEMAR (1988, 1992, 2004) referentes a los efectos producidos por las instalaciones portuarias de carbón (Puerto Bolívar) sobre los ecosistemas marinos representativos del área, al igual que los registrados específicamente por Díaz *et al.* (2000) para formaciones coralinas y Díaz *et al.* (2003) para pastos marinos. De acuerdo con Poiani y Richter (1999), la salud de la biodiversidad es una medida general de la funcionalidad a nivel de paisaje o sitio, de modo que se puede presumir que en las condiciones actuales bahía Portete presenta una buena capacidad para mantener los OdC saludables además de sustentar los procesos ecológicos claves dentro de sus rangos naturales de variabilidad en un largo plazo.

Categoría de manejo

En los últimos años, a través de la coordinación de la UAESPNN el país se ha volcado hacia el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Durante este proceso se ha generado una propuesta técnica sobre las nuevas posibles categorías de manejo (Sguerra, 2005), a partir de varios documentos técnicos (Bicolombia, 2000; Fandiño-Lozano, 2001; 2004; Andrade, 2005) en los cuales se hace una revisión a fondo de las actuales categorías, con base en lo dispuesto en el decreto 622 de 1977, en el que se establecen los reglamentos generales a tener en cuenta para la declaración de áreas con valores relevantes para el patrimonio nacional.

De acuerdo con las condiciones ecológicas definidas para bahía Portete a partir del análisis de viabilidad, se determinó que el objetivo principal del área es contribuir a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros y sus especies asociadas, garantizando la naturalidad y los procesos ecológicos esenciales que allí se presentan. No obstante, si bien un área protegida se declara con el fin de alcanzar de manera fundamental y preferente un objetivo específico de conservación, esta puede ayudar simultáneamente y de manera complementaria al logro de varios objetivos generales de conservación (Sguerra, 2005). Por tanto se establecieron dos objetivos secundarios: (1) mantener las poblaciones de especies migratorias (tortugas y aves marinas y playeras) que se asocian al sitio para fines de alimentación, descanso y reproducción así como las especies amenazadas (*C. acutus*) y (2) garantizar los bienes y servicios ambientales esenciales para el beneficio de la comunidad en la zona de influencia, que para este caso son las comunidades indígenas.

Una vez determinado el objetivo central y dado que el área incluye una porción marina, su declaración, manejo, administración y control recae sobre el ámbito de la gestión Nacional (MAVDT y UAESPNN), por lo tanto, la categoría de manejo que mejor se adapta es la de Parque Nacional Natural (PNN), equivalente a la categoría II de la Unión Internacional



para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Davey, 1998). En esta se permiten ciertos tipos de actividades y usos indirectos de acuerdo con lo planteado por Sguerra (2005) y no resulta incompatible con la presencia de un resguardo o reserva indígena dentro de sus límites, toda vez que se realicen los estudios pertinentes para alcanzar conjuntamente el buen manejo del área, tal y como se explica en la normatividad del país a través del decreto 622 de 1977. Otros autores han propuesto esta área como categoría de Refugio de Vida Silvestre de carácter regional (Biocolombia, 2000), como área para la conservación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira (Castaño, 2001), área de importancia internacional para la conservación de aves (AICA) (Franco-Amaya y Bravo, 2005), zona de preservación de manglar (Sánchez-Páez *et al.*, 1997; CORPOGUAJIRA, 2003) y como sitio prioritario de conservación para bosques inundables de la planicies marinas (Fandiño-Lozano y Wyngaarden, 2005), los cuales se enfocaron principalmente a ecosistemas emergidos.

Ya que la propuesta de ésta categoría de AMP fue definida a partir de criterios ecológicos, es necesario el desarrollo de estudios multidisciplinarios que se encarguen de indagar mas allá en los aspectos económicos, políticos y socioculturales relacionados con la bahía, que a su vez permitan la implementación eficiente del AMP. Esta propuesta de PNN aumentaría en un 3% para pastos marinos y un 2% para bosque de manglar la representatividad de la cobertura total en el Caribe continental colombiano de estos ecosistemas al interior del SPNN (Tabla 4).

Tabla 4. Metas de conservación alcanzadas para cada uno de los objetos de conservación al interior de las zonas intangibles en bahía Portete, Caribe colombiano. * Cifras tomadas de Alonso *et al.* (2007) ** Número de sitios registrados

| Objetos de Conservación | Unidad | Caribe continental colombiano* | | Bahía Portete | | % Meta alcanzado |
|---|-----------------|--------------------------------|-----------------|---|---------------------------|------------------|
| | | Área/ extensión | Área/ extensión | Área/extensión mínima para alcanzar la meta | Área/ extensión alcanzada | |
| Formaciones coralinas | km ² | 267.49 | 0.86 | 0.26 | 0.26 | 30 |
| Praderas de fanerógamas | km ² | 441.58 | 12.24 | 3.67 | 3.99 | 33 |
| Playas arenosas | km | 929.78 | 19.99 | 5.99 | 5.31 | 27 |
| Litoral rocoso | km | 376.10 | 7.89 | 2.65 | 2.03 | 26 |
| Bosque de manglar | km ² | 657.24 | 11.66 | 3.49 | 3.70 | 32 |
| Sitios con presencia <i>Crocodylus acutus</i> | km ² | 63.11 | 7.81 | 2.34 | 2.37 | 30 |
| Sitios de alimentación de tortugas marinas | km ² | 41** | 4.99 | 1.50 | 2.32 | 47 |
| Sitios de importancia para aves | km ² | 511.59 | 12.81 | 3.84 | 3.85 | 30 |

Zonas intangibles

Para el escenario de “mejor solución” se obtuvieron tres zonas intangibles (Figura 3). Dichas zonas son el resultado de la agrupación de 583 UP ubicadas al noreste, oeste y sur de la bahía, las cuales cumplieron, en su mayoría, con la meta de conservación (30%) para cada uno de los objetos en la menor superficie posible. Así mismo, el escenario de la “solución sumada” seleccionó UP que resultan seleccionadas entre 131 a 300 veces, es decir, que aparecen casi siempre en la solución para cumplir con las metas preestablecidas por lo que se convierten en unidades irremplazables, aludiendo esto a la gran importancia ecológica contenida dentro de cada una de ellas; no obstante, aunque algunas de estas UP no se encuentran en la propuesta de zonas intangibles (Figura 4), se consideran como un resultado importante en futuros procesos de toma de decisión, al poder utilizarlas como elementos de negociación. Consecuentemente, la designación de estas zonas intangibles dentro del AMP permitirán mantener el ambiente ajeno a la más mínima alteración humana, a fin que las condiciones naturales se conserven a perpetuidad (Sguerra, 2005).

Únicamente los OdC de playas arenosas y litoral rocoso no cumplieron las metas establecidas (Tabla 4), debido a que el área de influencia de las instalaciones portuarias generó un alto costo (amenaza), afectando la selección de UP próximas a dichas infraestructuras. No obstante, el escenario seleccionado incluyó la mayor superficie posible de estos objetos dentro de las zonas intangibles. Por otra parte, el objeto alimentación de tortugas marinas cumplió en exceso la meta, ya que en el proceso de compactación de MARXAN fueron seleccionadas UP que colindan con otros objetos, que necesariamente debieron ser seleccionadas para alcanzar las metas de conservación de los demás OdC.

La importancia de garantizar la representatividad del 30% de los diferentes tipos de hábitats marinos y costeros de bahía Portete por medio de estas zonas de protección estricta, permitirá beneficiar la supervivencia y desarrollo de las diferentes fases del ciclo de vida de muchas especies, ya que se reconoce la fuerte vinculación entre los arrecifes coralinos y las áreas de cría adyacentes, como son los pastos marinos y los manglares (Nagelkerken *et al.*, 2000). Recientes ejercicios como en la Gran Barrera Arrecifal de Australia y el Reino Unido, han incrementado en porcentaje las zonas de protección estricta (no take zones), donde para el primero, en el año 2004 el gobierno australiano aprobó una nueva legislación en la que se incrementó el área de 4.5% a 33 % (MPA News, 2004), y el segundo, propone cubrir un porcentaje del 30% en todas las regiones biogeográficas y tipos de hábitat (Roberts *et al.*, 2003a; MPA News, 2005). Actualmente al comparar la coberturas de OdC dentro de zonas intangibles del actual SPNN podemos encontrar, por ejemplo, que en el PNN Corales del Rosario y San Bernardo donde se presentan dos áreas intangibles (Isla Rosario e Isla Tesoro), la cobertura de formaciones coralinas no alcanza el 3.5% de la superficie total dentro del AMP (Alonso, 2005); de la



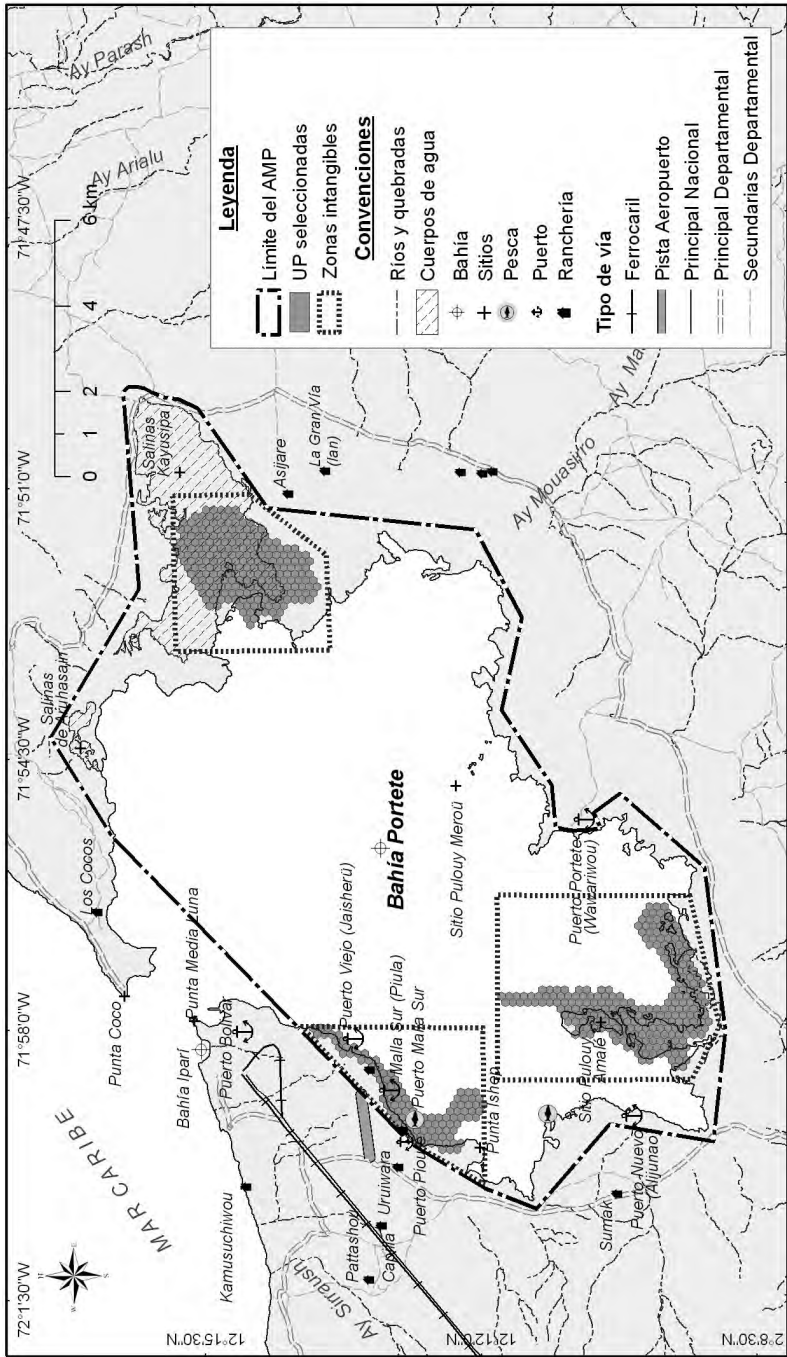


Figura 3. Escenario de MARXAN con la "mejor solución" y la propuesta de las tres zonas intangibles.

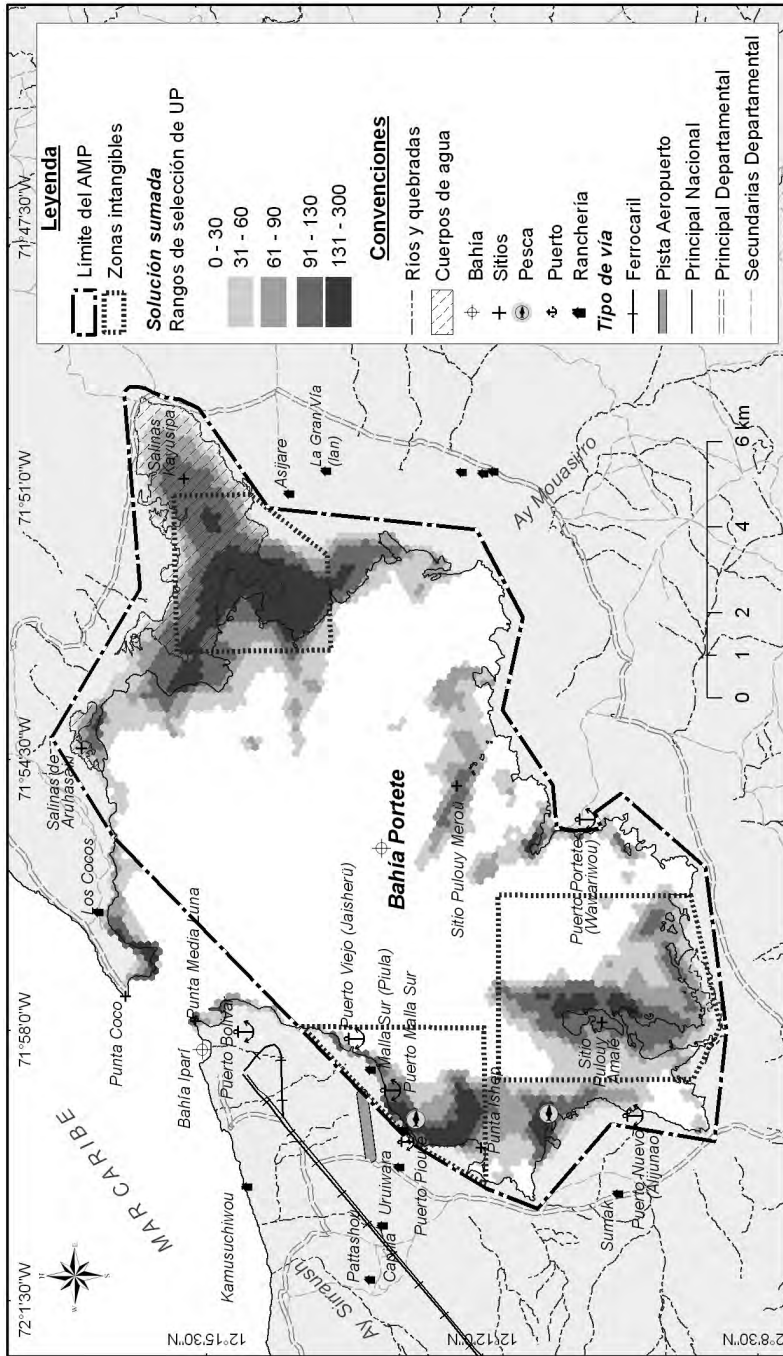


Figura 4. Escenario de MARXAN con la "solución sumada", indicando los rangos de selección de las UP, con las tres zonas intangibles propuestas.

misma manera se presentan porcentajes menores al 10% en objetos como las praderas de pastos marinos y los manglares en zonas intangibles dentro de el PNN Tayrona, PNN Old Providence McBean Lagoon y PNN Corales del Rosario y San Bernardo, por lo que estas cifras parecen ser muy pequeñas para garantizar la resiliencia de estos hábitats a los impactos naturales y antrópicos y garantizar su viabilidad en el largo plazo (Bohnsack, 1996; Schmidt, 1997; Robert y Hawkins, 2000; NRC, 2001; Leslie *et al.*, 2003; Roberts *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c; Loos, 2006).

La falta de información específica de los usos y actividades en la bahía no permitió la delimitación de otras zonas de manejo posibles dentro de la categoría de PNN bajo el marco de la normatividad vigente (Decreto 662 de 1977), por lo que se deberá llevar a cabo en el futuro una caracterización y diagnóstico de estas. De acuerdo con Alonso (2005), la zonificación interna de un AMP y sus homólogas terrestres presentan diferencias, dado que el concepto de “uso público” está ampliamente extendido en el mar e incluye usos no consuntivos y consuntivos (actividades socioeconómicas) que, a diferencia del componente terrestre, se refiere principalmente a la “cosecha de bienes” sin modificación considerable de hábitat (a excepción de aquellas artes de pesca destructivas y no selectivas). Por ello, la zonificación en las actuales AMP deberán ser revisadas con el fin de establecer zonas con diferentes tipos de restricción y gradación de uso de los recursos; diferencias de manejo para áreas consuntivas como la pesca (deportiva, comercial, artesanal, y de arrastre), y la recreación; y no consuntivas como el buceo de apnea (o “snorkeling”), los deportes náuticos, las zonas de baño, entre otros.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales, bahía Portete es considerada como una de las áreas naturales con mayor diversidad y heterogeneidad de hábitats de Colombia. Esto no sólo se determinó en la presente investigación, sino por diferentes propuestas de conservación que varios autores han hecho para el área. Sin embargo, bahía Portete actualmente no cuenta con ninguna figura de protección o conservación para sus ecosistemas, por lo que es necesario implementar estrategias de conservación en el corto plazo, siendo la creación de un AMP el mejor instrumento para aumentar la representatividad de la biodiversidad en este sector del Caribe colombiano y evitar su deterioro en el futuro.

Son pocas las investigaciones disponibles sobre el estudio de comunidades y la distribución espacial de la mayoría de especies registradas en los libros rojos de Colombia para el área, lo cual generó unas limitaciones durante el desarrollo del diseño y el uso del SSD; por tal razón se recomienda iniciar estudios de valoración y estado actual de las especies amenazadas para la bahía.

El presente diseño está basado en la evaluación de criterios ecológicos, sin embargo para la posterior ruta de declaratoria e implementación del AMP, se requiere de la evaluación de criterios sociales, económicos y político-administrativos en el marco de un proceso participativo con todos los actores involucrados o “stakeholders”.

MARXAN ha sido utilizado principalmente para la selección de sitios candidatos a ser áreas marinas protegidas, especialmente reservas marinas, además resultó ser una buena herramienta para apoyar la zonificación interna permitiendo la identificación de zonas intangibles o “no take” permitiendo generar múltiples escenarios.

Se considera la categoría de manejo más adecuada para el área de estudio es PNN, sin embargo por ser una de las más estrictas dentro del SINAP, la presencia en bahía Portete de la infraestructura del puerto carbonífero de Puerto Bolívar y de algunos asentamientos de comunidades Wayúu conlleva a tomar medidas especiales de manejo, siendo necesaria la participación de estos actores desde el inicio del proceso de declaratoria; así como la zonificación con la cual se plantea una gradación de usos y se garantice el cumplimiento de los objetivos de conservación, además de la definición de una zona de amortiguamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Adréis”- INVEMAR por el apoyo brindado en la realización de este estudio, a COLCIENCIAS por los recursos otorgados para adelantar esta investigación dentro del marco del proyecto “Diseño de una Red de Áreas Marinas Protegidas para el norte del Caribe continental colombiano” código No. 210509-16822, al igual que la asesoría técnica y financiera de las ONG internacionales como Environmental Defense y The Nature Conservancy –TNC. Asimismo, al equipo técnico de la UAESPNN. Un sincero agradecimiento a Paula A. Castillo, Bióloga Marina, por su asesoría durante el desarrollo de esta investigación. Por último, a los evaluadores por sus valiosos comentarios para la mejora del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Abadía, G. 1995. *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) in bahía Portete. Crocodile Specialist Group Newsletter, 4 (1): 9 p.
- Airamé, S., J.E. Dugan, K.D. Lafferty, H. Leslie, D.A. McArdle y R. Warner. 2003. Applying ecological criteria to marine reserve design: A case study from the California Channel Islands. Ecol. Appl., 13 (1): 170-184.



- Alonso, D. 2005. Modelo de planificación de un sistema representativo de áreas marinas protegidas para el Caribe colombiano. Tesis M.Sc., Universidad de las Palmas de La Gran Canaria, Las Palmas de La Gran Canaria, España. 135 p.
- Alonso, D., C. Osorio, F. Navarrete, y M. Londoño. 2004. Modelo de desarrollo sostenible para los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo. Resumen ejecutivo (Resolución 0456 de 2003). INVEMAR-MAVDT-UAESPNN-CARDIQUE-EPA CARTAGENA, Santa Marta. 90 p.
- Alonso, D., G. Bustamante y D. Rozo. 2005. Análisis de vacíos de representatividad de la biodiversidad en las áreas marinas protegidas del Caribe continental colombiano. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 58: 317-324.
- Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura- Quintero, C. y P. Castillo-Torres. 2007. Planificación Ecorregional para la conservación de la biodiversidad in situ marino costera del Caribe continental colombiano. Informe técnico final. INVEMAR-TNC. Santa Marta, 94 p.
- Alonso, D., C. Segura-Quintero, P. Castillo-Torres, y J. Gerhantz-Muro. 2008. Avances en el diseño de una red de áreas marinas protegidas: estrategia de conservación para le norte del Caribe continental colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 37 (1): 129-156.
- Anderson, M., P. Comer, D. Grossman, C. Groves, K. Poiani, M. Reid, R. Schneider, B. Vickery y A. Weakley. 1999. Guidelines for representing ecological communities in ecorregional conservation plans. The Nature Conservancy, Arlington, EE.UU. 74 p.
- Andrade, G. 2005. Propuesta de categorías para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Bogotá. 73 p.
- Ardila, N., G.R. Navas, y J. Reyes. (Eds.). 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. INVEMAR, Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 180 p.
- Areces, J.A., J. Gerhartz, H. Alidina, R. Duttit y C. Martínez. 2003. Validación del sistema de áreas marinas protegidas (SAMP) cubano mediante el análisis de brechas en su representatividad. IDO-CNAP- Environmental Defense-WWF. Resumen informe final técnico, Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana. 25 p.
- Ball, I. y H.P. Possingham. 2000. Marine reserve design using spatially explicit annealing. A manual prepared for the Great Barrier Reef Marine Park Authority. Univ. of Queensland, Brisbane, Australia. 69 p.
- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismos e instrumentos requeridos para la puesta en marcha del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá. 225 p.
- Bohnsack, J.A. 1996. Maintenance and recovery of reef fishery productivity. 283-313. En: Polunin, N.V.C. y C.M. Roberts (Eds.). Management of reef fisheries. Chapman and Hall, Londres. 477 p.
- Brunce, L., P. Townsley, R. Pomeroy y R. Pollnac. 2000. Socioeconomic manual for coral reef management. Global coral reef monitoring network. Australian Inst. Mar. Sci. Townsville, Australia. 251p.
- Bustamante, R.H., P. Martínez, F. Rivera, R. Bensted-Smith, y L. Vinuesa. 1999. A proposal for the initial zoning scheme of the Galápagos marine reserve. Charles Darwin Research Station Technical Report, Galapagos. 89 p.

- Carr, M.H., J.E. Neigel, J.A. Estes, S. Andelman, R.R. Warner, y J.L. Largier. 2003. Comparing marine and terrestrial ecosystems: Implications for the design of coastal marine reserves. *Ecol. Appl.*, 13 (1): 90–107.
- Castaño, G. 2001. Evaluación de la avifauna asociada a humedales de La Guajira con fines de conservación. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. Universidad Nacional de Colombia, 16 (1): 5-33.
- Castaño-Mora, O.V. (Ed.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. La serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia, Bogotá. 160 p.
- Ceballos-Fonseca, C. 2004. Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 33: 79-99.
- CORPOGUAJIRA. 2003. Estado actual de los manglares, aprovechamiento y zonificación en el departamento de La Guajira. Corporación Autónoma Regional de La Guajira, Riohacha. 125 p.
- DANE. 2005. Departamento Nacional de Estadística. <http://www.dane.gov.co/censo/files/presultados.pdf>. 02/07.
- Davey, A.G. 1998. National System Planning for Protected Areas. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge. 71 p.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta. 176 p.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios y D.I. Gómez-López (Eds.). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 10, Santa Marta. 159 p.
- Fandiño-Lozano, M. 2001. Evaluación de un sistema de categorías de áreas de conservación vigente en Colombia. *Rev. Ambiente y Desarrollo*, Bogotá. 9: 55-74.
- Fandiño-Lozano, M. 2004. Sistema de Categorías de Áreas de Conservación. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Bogotá. 37 p.
- Fandiño-Lozano, M. y W. van Wyngaarden. 2005. Prioridades de conservación biológica para Colombia. Grupo ARCO, Bogotá. 188 p.
- Franco-Maya, A.M. y G.A. Bravo. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia. 117-281. En: Boyla, K. y A. Estrada (Eds.). Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife Internacional y Conservación Internacional. Serie de Conservación de BirdLife No. 14, Quito.
- Friendlander, A., J. Salader, R. Appeldoorn, P. Usseglio, C. McCormick, S. Bejarano y A. Mitchell-Chui. 2003. Designing effective marine protected areas in Seaflower Biosphere Reserve, Colombia. Based on biological and sociological information. *Conservation Biol.*, 17 (6): 1769-1784.
- Garzón-Ferreira, J. 1989. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de bahía Portete, departamento de La Guajira, Colombia. *Trianea Act. Cient. Tecn.*, 3: 149-172.
- Groves, C.B., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y B. Runnels. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación ecorregional. The Nature Conservancy, Vol. I y II, Arlington, EE.UU. 215 p.

- Halfpenny, H. y C.M. Roberts. En prensa. Designing a network of marine reserves for Northwestern Europe. *Ecol. Appl.*
- INVEMAR. 1988. Diagnóstico actual de las comunidades marinas de la bahía Portete, análisis de efectos reales por la construcción y operación de las instalaciones portuarias. Informe final. INVEMAR, Santa Marta. 156 p.
- INVEMAR. 1992. Descripción inicial de unidades de monitoreo de ecosistemas marinos en la bahía Portete. Determinación del área de influencia de Puerto Bolívar a fuera de la bahía Portete. Informe final, INVEMAR, Santa Marta. 67 p.
- INVEMAR. 2004. Monitoreo de ecosistemas Representativos de bahía Portete. Informe final, INVEMAR, Santa Marta. 137 p.
- INVEMAR. 2007. Diseño de una red de áreas marinas protegidas para el norte del Caribe continental colombiano. Informe técnico final, INVEMAR-COLCIENCIAS-UAESPNN- CORPOGUAJIRA-CORPAMAG- ENVIRONMENTAL DEFENSE-TNC, Santa Marta. 16 p.
- INVEMAR-UAESPNN-TNC. 2008. Análisis de vacíos y propuesta del sistema representativo de áreas marinas protegidas para Colombia. Informe técnico final, Santa Marta. 64 p.
- Leslie, H., M. Ruckelshaus, I. Ball, S. Andelman y H. Possingham. 2003. Using siting algorithms in the design of marine reserve networks. *Ecol. Appl.*, 13 (1): 185-198.
- Loos, S.A. 2006. Exploration of MARXAN for utility in Marine Protected Area zoning. Tesis M.Sc., Univ. of Victoria, Canadá. 199 p.
- Mejía, L. y A. Acero P. (Eds.). 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. La serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 174 p.
- MPA News. 2004. Australian Parliament Passes Re-Zoning Bill for Great Barrier Reef, Creating World's Largest Reserve System. *Internacional News and Analysis on Marine Protected Areas*, 5: 10.
- MPA News. 2005. Scientists: UK Should Set Aside 30% of Waters as No-Take Reserves. *Internacional News and Analysis on Marine Protected Areas*, 6 (7): 4.
- Nagelkerken, I., M. Dorenbosch, W.C.E.P. Verberk, C. de la Moriniere, y G. van Der Velde. 2000. Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean bay for juvenile coral reef fishes: Patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 202: 175–192.
- Noss, R.F., M.A. O'Connell y D.M. Murphey. 1997. The science of conservation planning. *Habitat conservation under the endangered species. Act.* Island Press, Washington. 246 p.
- NRC. 2001. Marine protected areas: Tools for sustaining ocean ecosystems. National Research Council. National Academic, Washington. 272 p.
- Poiani, K. y B.D. Richter. 1999. Paisajes funcionales y la conservación de la biodiversidad. Documentos de trabajo para la ciencia de la conservación, No. 1. Conservation Science Division. The Nature Conservancy, Herdon, E.E.U.U. 12 p.
- Poiani, K., B. Ritcher, M. Anderson y H. Richter. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales. *BioScience*, 50 (2): 133-146.

- Prada, M.C. 2004. Large and multiple use MPA: Experiences about zoning process within the San Andres Archipelago. Informe técnico interno, CORALINA, San Andrés Archipiélago. 59 p.
- Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G.H. Kattan y B. Lopez-Lanús (Eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 562 p.
- Roberts, C.M. y J.P. Hawkins. 2000. Reservas marinas totalmente protegidas: una guía. Campaña de Mares en Peligro del WWF, Washington y Environment Department, University of York, Heslington York, Reino Unido. 141 p.
- Roberts, C.M., F.R. Gell y J.P. Hawkins. 2003a. Protecting nationally important marine areas in the Irish Sea Pilot Project region. Environmental department, University of York, York, U.K. 133 p.
- Roberts, C.M., S. Andelman, G. Branch, R. Bustamante, J.C. Castilla, D. Dugan, B. Halpern, K. Lafferty, H. Leslie, J. Lubchenco, D. Mcardle, H. Possingham, M. Ruckelshaus y R. Warner. 2003b. Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecol. Appl.*, 13 (1): 199-214.
- Roberts, C.M., G. Branch, R.H. Bustamante, J.C. Castilla, J. Dugan, B.S. Halpern, K. Lafferty, H. Leslie, J. Lubchenco, D. McArdle, M. Ruckelshaus y R. Warner. 2003c. Application of ecological criteria in selecting marine reserves and developing reserve networks. *Ecol. Appl.*, 13 (1): 215-228.
- Rodríguez, M. 2000. Estado y distribución de los Crocodylia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 71 p.
- Rodríguez, M. 2002. *Crocodylus acutus*. 41. En: Castaño-Mora, O.V. (Ed.). Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia, Bogotá. 160 p.
- Sala, S., O. Aburto-Oropeza, G. Paredes, I. Parra, J.C. Barrera y P.K. Dayton. 2002. General model for designing networks of marine reserves. *Science*, 298: 1991-1993.
- Salm, R.V., J.R. Clark, y E. Siirila. 2000. Marine and coastal protected area: A guide for planners and managers. UICN, Washington. 371 p.
- Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A.S. Sánchez-Alfárez, J.C. Pinto-Renjifo, I. García-Hansen y M.T. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Proy. PD 171/91 Rev.2 (F) Fase I. Conservación y manejo para el uso múltiple de los manglares de Colombia, Min. Ambiente/OIMT, Bogotá. 511 p.
- Schmidt, K.F. 1997. No-take zones spark fisheries debate. *Science*, 277: 489-491.
- Sguerra, S. (Ed.). 2005. El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de Colombia – SINAP. Propuesta Técnica. Versión Noviembre de 2005, Bogotá. 65 p.
- Solano, O. 1994. Corales, formaciones arrecifales y blanqueamiento de 1987 en bahía Portete (Guajira, Colombia). *An. Inst. Mar. Punta Betín*, 23: 149-163.
- TNC. 2000a. Esquema de las 5 S para la conservación de sitios: manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en conservación. *The Nature Conservancy*, 1: 62 p.

- TNC. 2000b. Libro de trabajo para la conservación de sitios y medidas del éxito en la conservación (PCS_v2i.exe). The Nature Coservation. http://conserveonline.org/coldocs/2000/1/PCS_v2i.exe/librarydocument_view.09/06.
- Turpie, J.K., L.E. Beckley, y S.M. Katua. 2000. Biogeography and the selection of priority areas for conservation of South African coastal fishes. *Biol. Cons.*, 92: 59-72.
- Vergara-Gonzalez, O. 1986. Guajiros. 12-29. En: Correa, F. y A. Pachón (Eds.). *Introducción a la Colombia Amerindia*. Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá. 49 p.
- Ward, T.J., M.A. Vanderklift, A.O. Nicholls y R.A. Kenchington. 1999. Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecol. Appl.*, 9: 691-698.

FECHA DE RECEPCIÓN: 16/01/07

FECHA DE ACEPTACIÓN: 07/10/08