



Informe Técnico

Planificación Ecorregional para la conservación *in situ* de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano



COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andréis" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial



The Nature
Conservancy



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

Con el apoyo de:



Planificación ecorregional para la conservación *in situ* de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano

Informe Técnico

Serie de Documentos Generales No. 41



Con el apoyo de:





Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives de Andrés" – INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y
Desarrollo Territorial
Cerro Punta Betín
Santa Marta DTCH, Colombia
Teléfonos: (575) 4328600 Ext. 101
Fax: (575) 4211191 - 4328694
www.invemar.org.co

Unidad Administrativa Especial de Parques
Nacionales Naturales-UAESPNN
Carrera 10 No. 20 – 30
Teléfono: (571) 353 2400
Bogotá, Colombia
www.parquesnacionales.gov.co

The Nature Conservancy –TNC
Getsemaní, Avenida del Arsenal No. 9A – 37
Teléfonos: (575) 664-9893, (575) 664-9946 y
(575) 664-9926
Fax: (575) 664-9926
Cartagena de Indias, Colombia
<http://www.nature.org/wherewework/southamerica/colombia>

Conservación Internacional - Colombia
Carrera 13 No. 71 – 41
Teléfono: (571) 345 28 52
Bogotá, Colombia
<http://www.conservation.org.co/>

Edición:

Carolina Segura Quintero
Luisa Fernanda Ramírez

Diseño de portada:

Carolina Segura Quintero

Fotos portada y contraportada:

Portada: Alberto Rodríguez, plataforma Chuchupa Caribe.
Contraportada: Alberto Rodríguez, Diana Isabel Gómez,
Carolina García, Dalila Caicedo, Diego L. Gil, Giovanni
Ulloa, Felipe Estela, David Alonso.

Diseño y Producción de Cartografía

Laboratorio de Sistemas de Información INVEMAR

Impresión:

CARGRAPHICS S.A.

Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser
reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Este estudio es producto del trabajo realizado por el
INVEMAR, en el marco del Convenio con The Nature
Conservancy -TNC, Unidad Administrativa de Parques
Nacionales Naturales –UAESPNN, contando con el apoyo
de Conservación Internacional Colombia –CI. Resultados
generados en 2007. Compilación de Informe Técnico para
su publicación en 2009.

Impreso en Santa Marta, DTCH. Colombia. Diciembre de 2009

Cítese como:

INVEMAR – TNC – CI – UAESPNN. 2009. Informe Técnico: Planificación ecorregional para la conservación *in situ* de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano. Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura- Quintero, C., Castillo-Torres, P., Díaz, J.M., Walschburger, T. y N. Arango. Serie de Documentos Generales No. 41. Santa Marta. 106p + Anexos.

ISBN: 978-958-8448-23-7

Planificación ecorregional para la conservación *in situ* de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano

Informe Técnico

DIRECTIVOS INVEMAR

Francisco Armando Arias Isaza
Director General

Jesús Antonio Garay Tinoco
Subdirector Coordinación de Investigaciones (SCI)

Carlos Augusto Pinilla González
Subdirector de Recursos y Apoyo a la Investigación (SRA)

David Alejandro Alonso Carvajal
Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

Mario Enrique Rueda
Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos (VAR)

Luisa Fernanda Espinosa
Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Paula Cristina Sierra Correa
Coordinadora Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera (GEZ)

Georgina Guzmán Ospitia
Coordinadora Programa de Geociencias Marinas y Costeras (GEO)

Oscar David Solano P.
Coordinador Programa de Servicios Científicos (CSC)

COMITÉ DIRECTIVO

Francisco Armando Arias Isaza
Director General – INVEMAR

Aurelio Ramos
Director Programa de Conservación de Andes Tropicales de The Nature Conservancy –TNC

COMITÉ COORDINADOR

Por INVEMAR:

Paula Cristina Sierra Correa
Coordinadora Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera (GEZ)

Por The Nature Conservancy Región Andes Tropicales del Norte:

Thomas Walschburger
Coordinador de Ciencias

Natalia Arango
Coordinadora Áreas Protegidas

Pilar Barrera
Representante para Colombia

EQUIPO NÚCLEO DE INVESTIGACION

David A. Alonso Carvajal, MSc
Coordinador científico

Luisa F. Ramírez Ochoa, MSc
Carolina Segura Quintero, Esp. SIG
Paula A. Castillo Torres, BSc

EQUIPO DE APOYO TÉCNICO

Adriana Suárez, BSc
Luisa F. Pinzón, Esp. SIG
René Cortés, Esp. SIG

ASESOR INTERNACIONAL

Anthony Chatwin PhD
Especialista Regional Marino-TNC

DIRECTIVOS INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Francisco Armando Arias Isaza
Director General – INVEMAR

Aurelio Ramos
Director Programa de Conservación de Andes Tropicales de The Nature Conservancy –TNC

Julia Miranda Londoño
Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN

Fabio Arjona
Conservación Internacional –CI



Santa Marta DTCH –Diciembre de 2009



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.



Con el Apoyo de:

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado de los esfuerzos unificados de un extenso número de personas e instituciones que de forma directa o indirecta apoyaron los aspectos logísticos y técnicos de este trabajo. A todos aquellos involucrados como participantes en la toma de decisiones y resultados, en la financiación y administración del proyecto, así como a los colaboradores desinteresados queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos.

A The Nature Conservancy -TNC por la financiación y acompañamiento constante durante el desarrollo del proyecto, en especial a Aurelio Ramos director del programa de conservación Andes Tropicales y a Pilar Barrera representante de TNC en Colombia, al igual que a Thomas Walschburger, coordinador de ciencia de TNC. A INVEMAR, por el apoyo en la financiación y desarrollo del proyecto, en particular al Director General Francisco A. Arias Isaza y la Coordinadora del Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera -GEZ, Paula Cristina Sierra Correa, por la gestión y apoyo incondicional para llevar a feliz término esta investigación, así como también al Laboratorio de Sistemas de Información -LabSIS y al personal administrativo de la Subdirección de Recursos y Apoyo a la

Investigación -SRA. A la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UAESPNN quienes también acompañaron y participaron durante todo el proceso. A Conservación Internacional Colombia -CI, su Director Fabio Arjona y María Claudia Díaz Granados coordinadora del programa marino, por su apoyo en la financiación del proyecto para el área de Pacífico. A todas las instituciones representadas por los expertos participantes en la toma de decisiones del proyecto: CIMAD, Fundación Calidris, Fundación OMACHA, Fundación Yubarta, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT, Universidad Nacional de Colombia sedes Bogotá, Palmira y Santa Marta, Universidad del Magdalena, Universidad del Valle, WWF y consultores independientes quienes participaron activamente en todo el proceso.

Finalmente, queremos agradecer a las personas que suministraron información decisiva para la representación espacial de objetos de conservación y amenazas a la biodiversidad, en especial a los investigadores de INVEMAR: Blanca Oliva Posada, Nadiyahda Santodomingo, Martha Vides, Carolina García, Pilar Lozano y Daniel Rozo.

RECONOCIMIENTOS

El proceso de planificación ecorregional para Caribe y Pacífico continental colombiano contó con la participación de expertos nacionales con un amplio conocimiento de la biología, ecología y dinámica de las especies y comunidades marinas y costeras. Reconocemos el gran aporte que hicieron en la selección de objetos de conservación, definición de metas y selección del portafolio de sitios prioritarios de conservación. Agradecemos a todos ellos su contribución:

Alberto Rodríguez Ramírez, INVEMAR sede Santa Marta (Formaciones coralinas).

Ángela Guzmán, Universidad Nacional de Colombia-Palmira (Fondos blandos, oceanografía)

Camilo García, Universidad Nacional de Colombia, Santa Marta.

Dalila Caicedo, Fundación OMACHA (Mamíferos acuáticos)

Diana I. Gomez L., INVEMAR sede Santa Marta (Pastos marinos)

Diego Amoroch, CIMAD (Tortugas marinas).

Diego Luis Gil, INVEMAR sede Santa Marta (Ecología arrecifal).

Felipe Estela, Fundación CALIDRIS (Ornitología).

Fernando Zapata, Universidad del Valle (Ecología marina).

Giovanni Ulloa, Independiente (Manglares y reptiles).

Heliodoro Sánchez, Consultor Independiente (Manglares).

Jaime Cantera, Universidad del Valle (Ecología marina)

Jaime Orlando Martínez, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Javier Reyes, INVEMAR sede Santa Marta (Formaciones coralinas profundas).

Juan Laverde Castillo, Consultor Independiente (Ecología marina).

Juan Manuel Díaz, Consultor-TNC (Ecología marina).

Julio Cesar Rodríguez, CRC (manglares).

Lilián Flórez, Fundación Yubarta (Mamíferos marinos).

Luis Alfonso Zapata, WWF Colombia (Ecología y Pesquerías)

Mario Rueda, INVEMAR sede Santa Marta (Ecología pesquera).

María Claudia Díaz-Granados, CI Colombia (Mamíferos marinos)

Natalia Arango, TNC (Biología de la conservación y Áreas protegidas).

Oscar David Solano, INVEMAR sede Pacífico (Ecología marina).

Rebeca Franke, UAESPNN-Territorial C.A. (Biología de la conservación, áreas protegidas).

Sandra Sguerra, UAESPNN-SINAP (Áreas protegidas).

Silvana Espinosa, INVEMAR sede Pacífico (Conservación).

Thomas Walschburger, TNC (Ecología de la conservación)

Vladimir Puentes, MAVDT-DGE (Pesquerías)

Walberto Troncoso, INVEMAR sede Santa Marta, (Contaminación marina)

Ximena Rojas, INVEMAR sede Santa Marta (Gestión Costera)

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	17
Introducción	17
CAPÍTULO II	19
Marco geográfico	19
Área de estudio Caribe continental colombiano	19
Área de estudio Pacífico continental colombiano	22
CAPÍTULO III	25
Aspectos metodológicos para la planificación ecorregional	25
Objetos de Conservación	26
Amenazas a la biodiversidad	27
Metas de conservación	28
Criterios de Calificación	29
Definición de las Metas	32
Portafolio de sitios prioritarios de conservación	33
Requerimientos de información para utilizar MARXAN	33
Parámetros para MARXAN	33
Escenarios de planificación	35
CAPÍTULO IV	37
Sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano	37
Objetos de Conservación	37
Sistemas ecológicos intermareales	38
Sistemas ecológicos submareales	40
Comunidades biológicas relevantes	42
Riqueza de objetos de conservación	46
Amenazas a la biodiversidad	47
Amenazas naturales	48
Amenazas antrópicas	49
Metas de conservación	56
Portafolio de sitios prioritarios de conservación	57
Definición de parámetros para MARXAN	57
Escenarios de planificación	59
Análisis del portafolio	68
CAPÍTULO V	71
Sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano	71
Objetos de Conservación	71
Sistemas ecológicos intermareales	73
Sistemas ecológicos submareales	74
Comunidades biológicas relevantes	74
Riqueza de objetos de conservación	75
Amenazas a la biodiversidad	76

Amenazas naturales	76
Amenazas antrópicas.....	77
Metas de conservación.....	86
Portafolio de sitios prioritarios de conservación	88
Definición de parámetros para MARXAN.....	88
Escenarios de planificación.....	89
Análisis del portafolio	94
CAPÍTULO VI.....	97
Conclusiones y recomendaciones.....	97
CAPÍTULO VII.....	99
Bibliografía	99
Anexos.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización de área de estudio.....	19
Figura 2. Límites de los siete sistemas costeros del Caribe continental colombiano. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).....	20
Figura 3. Límites de los siete sistemas costeros del Pacífico continental colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM).....	23
Figura 4. Esquema metodológico de Planificación Ecorregional para Caribe y Pacífico continental colombiano. Modificado de Groves et al. (2000).....	25
Figura 5. Proceso de calificación del criterio de categoría del objeto de conservación.....	29
Figura 6. Proceso de calificación del criterio de rareza de cada objeto de conservación por sistema costero.....	29
Figura 7. Proceso de calificación del criterio de amenaza de cada objeto de conservación a nivel nacional... ..	30
Figura 8. Proceso de selección del valor de rareza general aplicado a cada objeto de conservación.....	30
Figura 9. Proceso de calificación del criterio de estado actual del objeto de conservación para cada atributo ecológico clave (tamaño, condición y contexto paisajístico) por sistema costero.....	31
Figura 10. Proceso de calificación del criterio de vulnerabilidad del objeto de conservación para cada atributo ecológico clave (tamaño, condición y contexto paisajístico) por sistema costero.....	32
Figura 11. Comparación entre unidades de planificación hexagonales de 2 km y 1 km de lado (Archipiélago Corales del Rosario e Isla Barú, Caribe colombiano).	34
Figura 12. Distribución de riqueza de objetos de conservación en el Caribe continental colombiano.....	46
Figura 13. Delimitación de sólidos suspendidos totales (SST) en la desembocadura del río Atrato (imagen Landsat TM 2003).....	53
Figura 14. Unidades de planificación seleccionadas para cada BLM entre 0.05 y 0.5.....	57
Figura 15. Eficiencia medida para diferente número de corridas (entre 100 y 500 veces).	57
Figura 16. Rangos de valores costos definidos a partir de las amenazas espacializadas para el Caribe continental colombiano.	58
Figura 17. Localización de las diferentes figuras de protección nacionales e internacionales existentes en el Caribe continental colombiano.....	59
Figura 18. Escenario 1 de planificación indicando las áreas de exclusión en el Caribe continental colombiano.	62
Figura 19. Resultado del portafolio para el escenario 1 de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	62
Figura 20. Escenario 2 de planificación indicando el Escenario 1 más costos por amenazas en el Caribe continental colombiano.	63
Figura 21. Resultado del portafolio para el escenario 2 de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	63
Figura 22. Escenario 3a de planificación indicando el Escenario 2 más las áreas de protección del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) en el Caribe continental colombiano.	64

Figura 23. Resultado del portafolio para el escenario 3a de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	64
Figura 24. Escenario 3b de planificación indicando el Escenario 3a más áreas de preservación de manglar en el Caribe continental colombiano.	65
Figura 25. Resultado del portafolio para el escenario 3b de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	65
Figura 26. Escenario 3c de planificación indicando el Escenario 3b más áreas especiales de protección (AME y DMI) en el Caribe continental colombiano.	66
Figura 27. Resultado del portafolio para el escenario 3c de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	66
Figura 28. Escenario 3d de planificación indicando el Escenario 3c más áreas con figuras internacionales de protección (Reserva de Biosfera y sitio Ramsar) en el Caribe continental colombiano.	67
Figura 29. Resultado del portafolio para el escenario 3d de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.	67
Figura 30. Comparación proporción relativa entre metas alcanzadas y no alcanzadas por sistema costero. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR)	68
Figura 31. Porcentaje (%) de metas de conservación de cobertura de fondos móviles en el portafolio de sitios prioritarios de conservación para el Caribe continental colombiano. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR)	69
Figura 32. Distribución de formaciones coralinas de profundidad y sitios de congregación de peces versus áreas recomendadas como representativas de biodiversidad macrobentónica para el Caribe continental colombiano.	70
Figura 33. Distribución de riqueza de objetos de conservación en el Pacífico continental colombiano.	75
Figura 34. Unidades de planificación seleccionadas para cada BLM entre 0.05 y 0.5.	88
Figura 35. Rangos de valores costos definidos a partir de las amenazas espacializadas para el Pacífico continental colombiano.	89
Figura 36. Localización de las diferentes figuras nacionales de protección existentes en el Pacífico continental colombiano.	90
Figura 37. Escenario 1 de planificación en el Pacífico continental colombiano (a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión y áreas disponibles para selección (b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión y áreas seleccionadas.	91
Figura 38. Escenario 2 de planificación en el Pacífico continental colombiano más costos por amenazas (a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión y áreas disponibles para selección (b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión y áreas seleccionadas.	92
Figura 39. Escenario 3 de planificación en el Pacífico continental colombiano más costos por amenazas y áreas conservadas (a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión, áreas conservadas y áreas disponibles para selección (b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión, áreas de conservación y áreas seleccionadas.	93
Figura 40. Comparación proporción relativa entre metas alcanzadas y no alcanzadas para cada sistema costero del Pacífico colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM).	95
Figura 41. Porcentaje (%) de metas de conservación de cobertura de fondos móviles en el portafolio de sitios prioritarios de conservación para el Pacífico continental colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM).	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos definidos para establecer las metas de conservación de acuerdo con la calificación de criterios de cada objeto de conservación por sistema costero.	32
Tabla 2. Identificación y abundancia de los objetos de conservación para el Caribe continental colombiano por sistema costero. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).....	37
Tabla 3. Clasificación de los objetos de conservación de fondos móviles de la plataforma continental del Caribe colombiano.....	40
Tabla 4. Principales amenazas naturales y antrópicas que afectan los objetos de conservación de Caribe continental colombiano.	47
Tabla 5. Calificación de las amenazas de acuerdo con el grado de intensidad e impacto.	48
Tabla 6. Principales puertos marítimos localizados en el Caribe continental colombiano clasificados por tipo de carga y tipo de embarcaciones.	50
Tabla 7. Clasificación del grado de amenaza de los puertos y muelles del Caribe continental colombiano de acuerdo con el tipo de embarcaciones, carga que moviliza y tráfico.	51
Tabla 8. Radio de influencia de la amenaza por puertos y muelles de acuerdo con el tipo de impacto.	51
Tabla 9. Definición de rangos de contaminación de metales pesados (Cadmio, Cromo y Plomo) en el Caribe continental colombiano.....	53
Tabla 10. Definición de rangos de contaminación de organoclorados totales en el Caribe continental colombiano.....	53
Tabla 11. Definición de grado de amenaza por ocupación humana en el Caribe continental colombiano.....	55
Tabla 12. Metas de conservación definidas para cada objeto por sistema costero de Caribe, Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).	56
Tabla 13. Áreas marinas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales en el Caribe continental colombiano.	59
Tabla 14. Figuras de protección de carácter internacional y regional para el Caribe continental colombiano.	60
Tabla 15. Unidades de planificación (UP) conservadas y seleccionadas en cada uno de los portafolios de escenarios (E) contemplados para el Caribe continental colombiano.....	61
Tabla 16. Identificación y abundancia de los objetos de conservación para el Pacífico continental colombiano por sistema costero. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ) y Tumaco (TUM).	72
Tabla 17. Principales amenazas naturales y antrópicas que afectan los objetos de conservación del Pacífico continental colombiano.	76
Tabla 18. Valoración de los componentes de las amenazas.....	77
Tabla 19. Ponderación de los valores de acuerdo al grado de presión de la amenaza.....	78
Tabla 20. Intervalos de valores de algunos indicadores de contaminación de origen industrial como escala de referencia para establecer categorías.	80
Tabla 21. Escala de categorías para las zonas portuarias según el tamaño y movimiento de embarcaciones.....	82

Tabla 22. Artes de pesca identificadas para el Pacífico continental colombiano	83
Tabla 23 Evaluación del impacto colateral de diferentes artes de pesca sobre los hábitats y organismos (tomado en parte de Chenpagdee et al., 2003). Escala: 1: muy bajo; 2: bajo; 3: medio; 4: alto; 5: muy alto. ..	83
Tabla 24. Calificación de la amenaza de pesca artesanal de acuerdo a el impacto de las artes aplicadas	85
Tabla 25. Metas de conservación definidas para cada objeto por sistema costero de Pacífico por sistema costero. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ) y Tumaco (TUM)	87
Tabla 26. Áreas marinas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales en el Pacífico continental colombiano.	90
Tabla 27. Unidades de planificación (UP) conservadas y seleccionadas en cada uno de los portafolios de escenarios (E) contemplados para el Pacífico continental colombiano.	94

LISTADO DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Mapa de Portafolio de sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano.....</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 2. Mapa de solución sumada del portafolio de sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano</i>	<i>111</i>
<i>Anexo 3. Descripción general de los Sitios Prioritarios de Conservación seleccionados para Caribe continental colombiano</i>	<i>113</i>
<i>Anexo 4. Mapa de portafolio de sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano.....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 5. Mapa de solución sumada del portafolio de sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano</i>	<i>125</i>
<i>Anexo 6. Descripción general de los Sitios Prioritarios de Conservación seleccionados para Pacífico continental colombiano</i>	<i>127</i>

LISTA DE ACRÓNIMOS

AICAS	Áreas Importantes para la Conservación de Aves	LabSIS	Laboratorio de Sistemas de Información INVEMAR
AME	Áreas de Manejo Especial	MAG	Sistema costero Magdalena
AMP	Área Marina Protegida	MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
ANM	Ascenso en el Nivel del Mar	MOR	Sistema costero Morrosquillo
AP	Área Protegida	NAY	Sistema costero Naya
ARCO	Sistema costero Archipiélagos coralinos de Rosario y San Bernardo	OdC	Objeto de conservación
BAU	Sistema costero Baudó	PAL	Sistema costero Palomino
BLM	Boundary Layer Modifier	PAN	Sistema costero Pacífico Norte
BUE	Sistema costero Buenaventura	PNN	Parque Nacional Natural
CAR	Corporación Autónoma Regional	PNNT	Parque Nacional Natural Tayrona
CDB	Convenio de diversidad biológica	PTO	Planificación Ecorregional en el Pacífico Tropical Oriental
CFS	Contaminación Física por Sólidos	REDCAM	Red de vigilancia de la calidad ambiental marina de Colombia
CGSM	Ciénaga Grande de Santa Marta	SAQ	Sistema costero Sanquianga
CI	Conservación Internacional	SFF	Santuario de Flora y Fauna
CIMAD	Centro de Investigaciones Medio Ambiente y Desarrollo	SIAM	Sistema de Información Ambiental Marino
CIOH	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas	SIG	Sistema de Información Geográfico
CITES	Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
CORPOURABA	Corporación Autónoma Regional de Urabá	SNSM	Sierra Nevada de Santa Marta
CRA	Corporación Autónoma Regional del Atlántico	SPNN	Sistema de Parques Nacionales Naturales
CVS	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Río Sinú y San Jorge	SSD	Sistema de Soporte de Decisiones
DAR	Sistema Costero Darién	SST	Sólidos Suspendidos Totales
DMI	Distrito de Manejo Integrado	TAY	Sistema Costero Tayrona
GOR	Sistema costero Gorgona	TNC	The Nature Conservancy
GUA	Sistema costero La Guajira	TUM	Sistema Costero Tumaco
INCO	Instituto Nacional de Concesiones	UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
INGEOMINAS	Instituto Colombiano de Geología y Minería	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
INPA	Instituto Nacional de Pesca y Agricultura (hoy en día INCODER)	UP	Unidad de Planificación
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras	ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

CAPÍTULO I

Introducción

Colombia es el tercer país con mayor biodiversidad terrestre en el mundo y el segundo en biodiversidad marina en el continente Americano después de México. Sin embargo, esta biodiversidad se muestra cada vez más expuesta a diferentes presiones de tipo antrópico y natural sobre las zonas costeras colombianas, lo que conlleva a que niveles de biodiversidad estén cayendo de manera acelerada. Los hábitats se fragmentan, se degradan o pierden, y las especies se ven afectadas a nivel de comunidades, con extinciones comerciales, locales o regionales. Las prácticas actuales de ordenación marina y costera (controles en los niveles de captura y métodos pesqueros, la reglamentación del uso de la tierra) ya no son suficientes para afrontar la complejidad y magnitud de esos problemas.

Por lo tanto, los recursos marinos y costeros de Colombia deben ser considerados de alta prioridad ambiental y deben desarrollarse programas de conservación, recuperación y manejo sostenible, que contrarresten los efectos nocivos de las actividades humanas sobre los ecosistemas y sus recursos biológicos.

Como base para la definición de una estrategia de conservación de la biodiversidad, el presente ejercicio de *Planificación Ecorregional para la Conservación in situ de la Biodiversidad Marino y Costera de Caribe y Pacífico continental colombiano* representa el inicio de una serie de esfuerzos dirigidos a cumplir con los compromisos adquiridos en la COP-7 (Kuala Lumpur, Malasia) del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de 2004, donde se espera que para 2012 se tenga un sistema representativo, efectivo y completo de áreas marinas protegidas a nivel regional y nacional, eficazmente gestionado y ecológicamente representativo, las cuales colectivamente entre otras cosas, por conducto de

una red mundial, contribuyen al logro de los tres objetivos del CDB y a la meta de 2010 de reducir significativamente la tasa actual de pérdida de la diversidad biológica en los planos mundial, regional, nacional y subnacional y a la reducción de la pobreza, apoyando así los objetivos del Plan Estratégico del Convenio, el Plan de Aplicación de la Cumbre de Desarrollo Sostenible y las metas de desarrollo del milenio.

La identificación de sitios prioritarios de conservación en el Caribe y Pacífico continental colombiano (escala 1:250.000) es uno de los primeros insumos para cumplir con los objetivos anteriores. Cabe anotar que paralelamente a este ejercicio, se llevó a cabo un proceso similar de *Planificación Ecorregional en el Pacífico Tropical Oriental (PTO)*, que incluyó a la costa Pacífico de Colombia, Panamá y Costa Rica, cuyos resultados fueron analizados para generar un portafolio único para el Pacífico continental colombiano, que es el presentado en éste documento. El producto del ejercicio para Caribe y Pacífico es insumo importante para el desarrollo del análisis de vacíos de representatividad de la biodiversidad marina y costera de Colombia, que igualmente fue desarrollado bajo la coordinación científica de INVEMAR y colaboración técnica y financiera de The Nature Conservancy –TNC y el apoyo de la Unidad Administrativa Especial del Sistemas de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN.

La planificación ecorregional es un componente importante de los programas de conservación de la biodiversidad. Por su enfoque en áreas más extensas y funcionales, así como su énfasis en lograr la adecuada representatividad de las especies, comunidades y sistemas dentro de una ecorregión específica. Este esquema de planificación permite crear una base cuantificable de información que ayuda a medir el éxito de las acciones de conservación de las diferentes

organizaciones involucradas en programas de conservación en la región.

El esquema metodológico general fue el desarrollado por Groves *et al.* (2000) y adaptado a las necesidades y requerimientos de información particulares de Colombia, desarrollando y validando todo el proceso de planificación con un grupo de expertos de carácter nacional por medio de tres talleres de trabajo y consultas directas.

En el *segundo capítulo* se encuentra una descripción general del área de estudio desde el punto de vista físico, con la división correspondiente para Caribe y Pacífico en sistemas costeros.

En el *tercer capítulo*, se hace una descripción de cómo fue abordada la metodología de planificación ecorregional, específicamente los criterios utilizados para seleccionar los objetos de conservación, amenazas a la biodiversidad y la definición de metas de conservación, abordando finalmente los parámetros generales para la definición del portafolio de sitios prioritarios de conservación.

En los *capítulos cuarto y quinto*, se encuentra la descripción de los resultados obtenidos en cada uno de los aspectos metodológicos para Caribe y Pacífico continental colombiano, presentándolos en el siguiente orden:

- Objetos de conservación seleccionados a partir de un esquema jerárquico de clasificación y la identificación de estos en sistemas ecológicos submareales, intermareales y comunidades ecológicas relevantes.
- Amenazas a la biodiversidad, clasificadas en antrópicas y naturales, las cuales afectan los objetos de conservación en el área de estudio y su representación espacial en el SIG que servirán de insumo para definir los “costos” en la selección del portafolio final de sitios prioritarios de conservación.
- Metas de conservación definidas, necesarias para sustentar a un objeto y hacerlo viable a un plazo específico de planificación de 100 años.
- Portafolio de sitios prioritarios de conservación, describiendo los parámetros tenidos en cuenta dentro de la Herramienta de Soporte de Decisiones (MARXAN), los escenarios de planificación con las áreas protegidas u otras figuras de protección existentes y el análisis de cumplimiento de la metas para cada objeto de conservación por sistema costero.

CAPÍTULO II

Marco geográfico

Colombia es el cuarto país más grande de Suramérica y el único del subcontinente con costas en los océanos Pacífico y Caribe. Debido a la existencia de territorios insulares oceánicos, tanto en el Pacífico tropical oriental como en el centro-occidente del Caribe, sus aguas jurisdiccionales cubren 988000 km², que corresponde aproximadamente al 50% del territorio nacional (Figura 1). Existen marcadas diferencias climáticas, geológicas, oceanográficas y ecológicas entre el Pacífico y el Caribe, traduciéndose en una enorme variedad de ambientes marinos y costeros y en una excepcional riqueza biológica. Esto convierte a Colombia sin duda, en uno de los 5 países más mega diversos del planeta.

El área de estudio, comprende la zona marina y costera de Caribe y Pacífico continental colombiano, de acuerdo al concepto definido por el país [1], abarcando la plataforma continental hasta los 200m de profundidad y tierra adentro hasta una línea promedio de 2 km.

En el presente trabajo no se incluye un análisis para los territorios insulares oceánicos Malpelo en

Pacífico y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en Caribe, pues éstas áreas ya tienen definidas las prioridades de conservación y están siendo implementadas actualmente por las autoridades competentes.

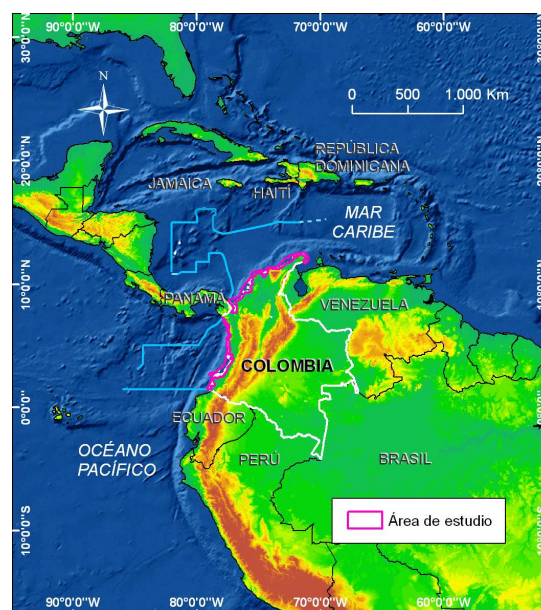


Figura 1. Mapa de localización de área de estudio

Área de estudio Caribe continental colombiano

La región marino costera del Caribe continental colombiano está localizada en el extremo noroccidental de Suramérica. Esta ubicación le da una posición privilegiada que le genera amplios espacios marinos y submarinos delimitados mediante tratados con las aguas jurisdiccionales de otros países, al norte con Jamaica, Haití y República Dominicana, al noroeste con Nicaragua y Costa Rica, al este con Venezuela, en la zona de punta Castilletes (N 11°50' W71°18') y al

oeste con Panamá, en la zona de cabo Tiburón (N08°42' W 77°19'). La longitud total de línea de costa es de 1642 km [2]. Esta región ocupa cerca del 11% del área marina del Gran Caribe y el 30% aproximadamente de la ecorregión marina del Caribe Central [3].

De acuerdo a las características fisiográficas, la mayor parte de la costa Caribe está conformada por la llanura Caribe, la cual se extiende hacia el

norte de las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central. Exhibe un relieve ondulado a plano, muy cercano al nivel del mar, con colinas que generalmente no superan los 500 m de altura, a excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta – SNSM, la cual se eleva hasta los 5770 m. Hacia el norte, en la Guajira se observan paisajes desérticos, que luego en sentido suroeste paulatinamente van cambiando hacia tierras cálidas secas a semisecas, hasta llegar en su extremo occidental a la serranía del Darién donde la humedad es alta y la vegetación muy espesa [4].

Basándose en las propiedades sedimentarias de la plataforma continental pueden identificarse tres sectores en la costa Caribe; el primero entre el sur del golfo de Urabá y el río Sinú, el cual corresponde a un sector de alta actividad hidrodinámica influenciado por detritus sedimentarios que dependen de la variación estacional. El segundo sector, llega hasta la región norte de Santa Marta y corresponde a un espacio relativamente estrecho y bajo, especialmente en la boca del río Magdalena. De

acuerdo con las características geomorfológicas del norte, el tercer sector puede dividirse en 2 áreas diferentes. Al este del Cabo de la Vela, donde la plataforma es muy estrecha (mínimo 15 km) y al sur donde se amplía hasta los 40 km. Las corrientes marinas dominan la distribución de sedimentos en este sector, el cual carece de grandes descargas de ríos, minimizando la influencia de detritus terrestre. Al oeste del Cabo de la Vela el área está dominada por arenas blancas compuestas por algas calcáreas.

La zona costera del Caribe colombiano se puede por lo tanto dividir en siete unidades fisiográficas o sectores de acuerdo con las características geomorfológicas, tipo de sedimentos de la plataforma continental, grado de exposición o nivel de energía del oleaje, presencia de unidades ecológicas particulares o de mosaicos, productividad biológica de la columna de agua y de los ecosistemas costeros (Figura 2). Para efectos de este ejercicio se han denominado sistemas costeros, siguiendo el concepto adoptado por Sullivan-Sealy y Bustamente (1999).

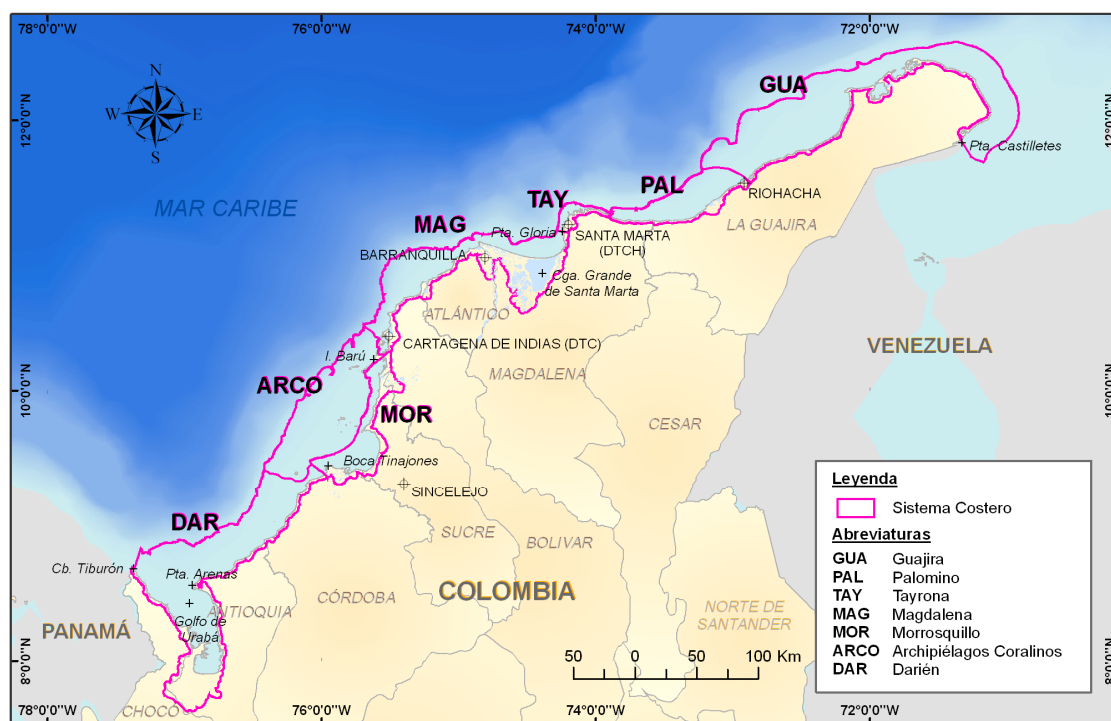


Figura 2. Límites de los siete sistemas costeros del Caribe continental colombiano. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).

Paralelamente a la línea de costa estos sistemas costeros, abarcan toda la plataforma continental, es decir hasta los 200 m de profundidad y tierra adentro hasta una línea promedio de 2 km, de acuerdo al concepto de zona costera definido por el país [1].

El primer sistema, conocido como **Guajira** (GUA), se extiende entre los límites fronterizos con Venezuela (Castilletes) y la ciudad de Riohacha. La plataforma continental es predominantemente ancha con fondos generalmente arenosos. El litoral es de alta energía exceptuando las zonas en el interior de algunas bahías protegidas. Una característica sobresaliente de este sistema es la presencia estacional de surgencia de aguas sub-superficiales, lo cual determina en gran parte la elevada productividad biológica y la abundancia relativa de recursos pesqueros. Hábitats como las praderas de fanerógamas y macroalgas marinas son las más extensas de Colombia.

El sistema costero **Palomino** (PAL) está localizado en el área aledaña a la desembocadura del río Palomino, se extiende desde la ciudad de Riohacha hacia el oeste hasta la desembocadura del río Piedras. Corresponde a una costa abierta de alta energía, predominante baja y constituida por playas de grano grueso.

El sistema costero **Tayrona** (TAY) es de poca extensión, abarca la costa dominada por las características geomorfológicas y ecológicas determinadas por la presencia de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, que se proyectan hacia el mar configurando un litoral de tipo indentado donde se alternan cabos rocosos, bahías y ensenadas. La plataforma continental está prácticamente ausente, y profundidades de más de 200 metros se encuentran a escasa distancia del litoral. El sistema costero se extiende desde la desembocadura del río Piedras hacia el oeste hasta el cabo de La Aguja y de ahí hacia el sur hasta punta Gloria.

El sistema costero **Magdalena** (MAG) está caracterizado por las grandes descargas del río

Magdalena y se localiza entre punta Gloria y la bahía de Cartagena. Este sistema se subdivide en tres áreas, la primera corresponde al área marina frente a la isla de Salamanca, la segunda área corresponde a la Ciénaga Grande de Santa Marta, un sistema de lagunas, pantanos y caños que conforman parte del delta exterior del río Magdalena; y la tercera, el área de Galerazamba comprendida entre bocas de Ceniza y la bahía de Cartagena.

El sistema costero de **Morrosquillo** (MOR) corresponde a la franja litoral entre punta Barú hasta la desembocadura del río Sinú (Tinajones), y hacia mar adentro aproximadamente hasta la primera isóbata de 40 m. Recibe una marcada descarga continental debida principalmente a las descargas del canal del Dique, del río Sinú y de varios ríos menores y ciénagas.

El sistema costero correspondiente a los **Archipiélagos Coralinos de Rosario y San Bernardo** (ARCO) se extiende paralelamente al sistema Morrosquillo hacia mar adentro a partir de la primera isóbata de los 40 metros hasta el límite externo de la plataforma continental. Aquí se encuentran los arrecifes más desarrollados del Caribe continental colombiano.

El último sistema costero del Caribe en el extremo sur es conocido como **Darién** (DAR). Se encuentra dividido en tres áreas diferentes, la primera conocida como Arboletes comprendida entre la desembocadura del río Sinú y punta Arenas, la cual corresponde a una costa baja, altamente erosiva, conformada por playas y acantilados bajos. La segunda área es Atrato localizada entre punta Arenas y la población de Acandí (Choco), y hasta la isóbata de 50 m. Las aguas son relativamente calmas, turbias, de salinidad baja, rodeadas en buena parte por manglares. Capurganá es la última área de este sistema costero, ubicada entre Acandí y cabo Tiburón, y está caracterizada por un litoral rocoso de acantilados que se alterna con algunas playas y con presencia de formaciones coralinas.

Área de estudio Pacífico continental colombiano

El Pacífico colombiano, se ubica en el extremo occidental del país en la “Región del Pacífico Tropical Oriental” (Steer *et al.*, 1997), entre los paralelos 01°30' hasta el 07°10' de latitud norte y los 77°40' y los 82°00' de longitud oeste (CCCP, 1998). De acuerdo con esta localización sus límites geográficos son las aguas del golfo de Panamá, al norte; las aguas de la costa ecuatorial y la cordillera de Carnegie (1350 km de longitud, 300 km de ancho), al sur; el océano Pacífico, las aguas territoriales de Panamá y la cordillera de los Cocos (aproximadamente 200 km de ancho y 1000 km de longitud) al occidente (Trojer, 1958; Graete *et al.*, 1997 y Gutsher *et al.*, 1999 En: CCCP, 1998). La longitud total de línea de costa es de 1300 km, un área terrestre de 131246 km² y una zona económica de 367823 km, correspondiente al 6.6% del territorio nacional [2 y 5].

La costa Pacífica insular está conformada por las islas oceánicas de Gorgona y Malpelo, la primera de ellas localizada en las coordenadas N3°27'-W78°10', mientras que la segunda se localiza en N4°00'-W81°36'.

La costa del Pacífico se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: La zona norte, entre Panamá y cabo Corrientes, constituida por costas altas muy accidentadas de acantilados sobre rocas terciarias de la serranía del Baudó que alcanzan hasta 100 m de altura a poca distancia de la costa. Desde el sur de cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares y sólo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en Bahías Málaga, Buenaventura y Tumaco.

El área de estudio para el presente análisis corresponde a la plataforma continental del Pacífico colombiano, definida de acuerdo al concepto de zona costera establecido para el país [1], hasta los 200 m de profundidad y tierra adentro hasta una línea promedio de 2 km comprendiendo así parte terrestre y marina. En el

Pacífico existen fuera de la plataforma continental dos sistemas oceánicos correspondientes al sistema oceánico de Malpelo y el sistema oceánico del Pacífico. Aunque se tiene algo de información para estos sistemas, especialmente de Malpelo por ser un área protegida del sistema de parques del país, no se incluyeron en el análisis para la obtención del portafolio de sitios prioritarios de conservación.

La zona costera del Pacífico colombiano se encuentra dividida en siete unidades fisiográficas o sectores de acuerdo con las características geomorfológicas, tipo de sedimentos de la plataforma continental, grado de exposición o nivel de energía del oleaje, presencia de unidades ecológicas particulares o de mosaicos, productividad biológica de la columna de agua y de los ecosistemas costeros (Ver Figura 3). Para efectos de este ejercicio se han denominado sistemas costeros, siguiendo el concepto adoptado por Sullivan-Sealy y Bustamente (1999). Las definiciones de los sistemas costeros provienen de PNIBM [7].

Sistema costero **Pacífico Norte** (PAN): Abarca toda la zona costera del norte del Pacífico colombiano comprendida entre el límite fronterizo con Panamá y Cabo corrientes (Chocó). La plataforma continental es muy estrecha y la costa esta dominada por formaciones montañosas basálticas. En los primeros meses de año se presenta una surgencia de aguas profundas en la parte norte de este sector. La costa está dominada por acantilados y playas rocosas.

Sistema costero **Baudó** (BAU): Se extiende desde cabo Corrientes hacia el sur. Hasta el brazo de la desembocadura del río San Juan, localizado más al norte (boca Charambirá). La costa está formada por un plano aluvial costero. La plataforma es relativamente estrecha, cubierta por sedimentos finos. Las aguas costeras están medianamente influenciadas por las descargas de agua dulce y sedimentos de varios ríos caudalosos pero de tramo corto.

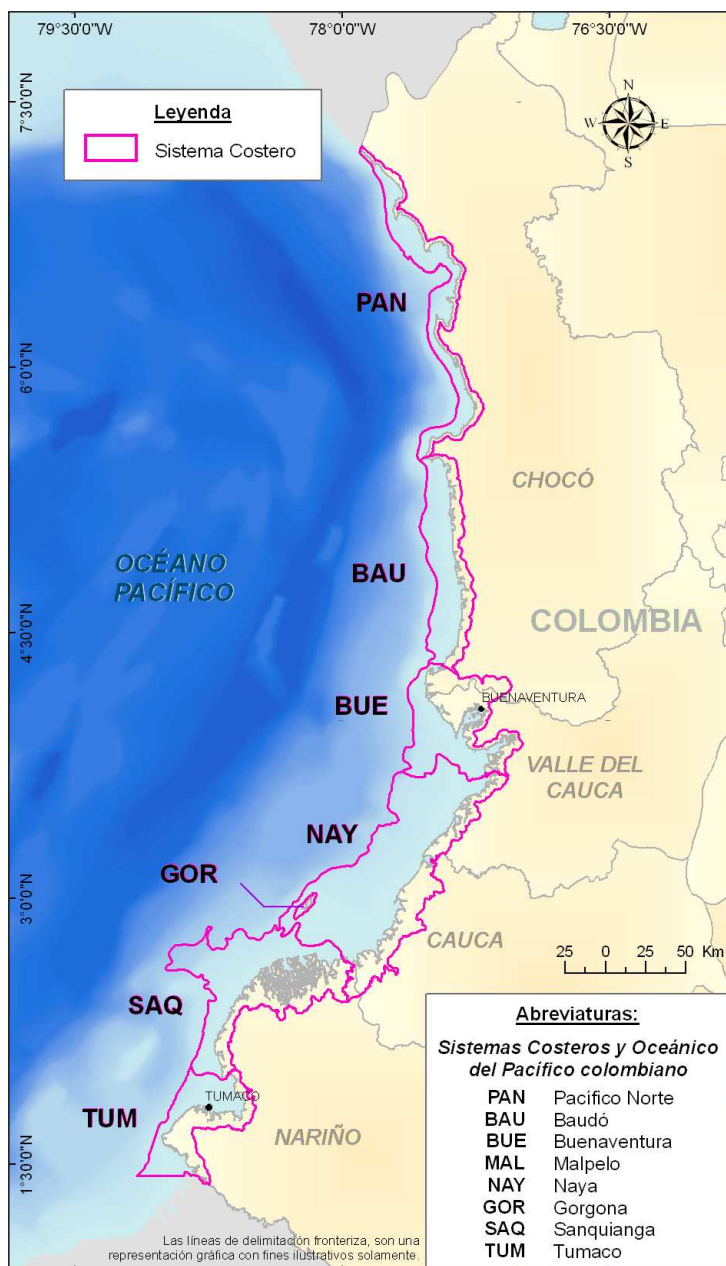


Figura 3. Límites de los siete sistemas costeros del Pacífico continental colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM)

Sistema costero **Buenaventura (BUE)**: Esta región se extiende desde la boca de Charambirá hacia el sureste hasta la desembocadura del río Raposo (Valle del Cauca) y abarca el delta del río San Juan y las bahías de Málaga y Buenaventura. Se combinan planos aluviales y deltáicos fuertemente influenciados por el régimen mareal con acantilados formados por rocas sedimentarias poco consolidadas. Los manglares están bien representados. La plataforma continental aunque no es muy ancha se amplía considerablemente en este sector.

Sistema costero **Naya (NAY)**: Se extiende desde la desembocadura del río Raposo hasta la desembocadura del brazo suroccidental del río Guapi y comprende una amplia llanura aluvial costera irrigada por numerosos ríos. Los manglares alcanzan un desarrollo importante. La plataforma continental alcanza su máxima amplitud en el Pacífico colombiano y sus fondos son objeto de una intensa actividad pesquera.

Sistema Costero **Gorgona (GOR)**: La Isla Gorgona y áreas adyacentes son de naturaleza geológica y geomorfológica muy similar a la de la costa de la ecorregión PAN. Las rocas volcánicas forman un litoral escarpado con acantilados y playas de bolsillo con cantos rodados y arenas litobioclásticas. Las aguas marinas de esta región tienden a ser mucho menos turbias que las de las regiones costeras adyacentes lo cual sumado a la disponibilidad de sustratos duros permite el desarrollo de comunidades coralinas.

Sistema costero **Sanquianga (SAQ)**: Abarca desde la desembocadura del río Guapi hasta la Isla del Gallo (Nariño). Está caracterizada por un amplio delta donde confluyen los ríos Patía, Sanquianga, Satinga, Tapaje e Iscuandé, los cuales propician el desarrollo exuberante de manglares. Las aguas costeras son turbias y de salinidad reducida, la plataforma continental es relativamente ancha y sus fondos de naturaleza lodosa.

Sistema costero **Tumaco** (TUM): Esta región se extiende desde la Isla de Gallo hasta la desembocadura del río Mataje y abarca la ensenada de Tumaco y el delta del río Mira. El litoral es predominantemente de tipo aluvial, con esteros y bocanas que propician el desarrollo de

manglares. En un pequeño flanco nororiental de la ensenada de Tumaco afloran limonitas del Terciario que forman acantilados de poca altura. La plataforma continental se vuelve nuevamente estrecha.

CAPÍTULO III

Aspectos metodológicos para la planificación ecorregional

La planificación ecorregional es una de las principales estrategias para conservar la biodiversidad y actualmente un componente importante de diferentes programas de conservación de la biodiversidad mundial, por su enfoque en áreas más extensas y funcionales, así como por su énfasis en la representatividad de las especies, comunidades y sistemas dentro de una ecorregión específica. Los principales objetivos son:

- Identificar objetos de conservación -OdC o elementos de diversidad biológica o substitutos que serán el centro de los esfuerzos de planificación específicos para la conservación de la biodiversidad marina y costera del país.
- Evaluar las amenazas que afectan directamente la viabilidad de los objetos de conservación, en cuanto su naturaleza (natural o antrópica) e intensidad.

- Determinar metas de conservación para los diferentes OdC con el fin de proteger una amplia gama de la biodiversidad marina y costera
- Identificar un portafolio de sitios prioritarios de conservación sobre la plataforma continental del país, con el fin de evaluar en un futuro inmediato posibles herramientas y estrategias de conservación para cada sitio

El esquema metodológico general de Planificación Ecorregional aplicado en el proyecto, fue el desarrollado por Groves *et al.* (2000) y adaptado a las necesidades y requerimientos de información particulares de Colombia, desarrollando y validando todo el proceso de planificación con un grupo de expertos de carácter nacional por medio de tres talleres de trabajo y diversas consultas directas (Ver Figura 4).

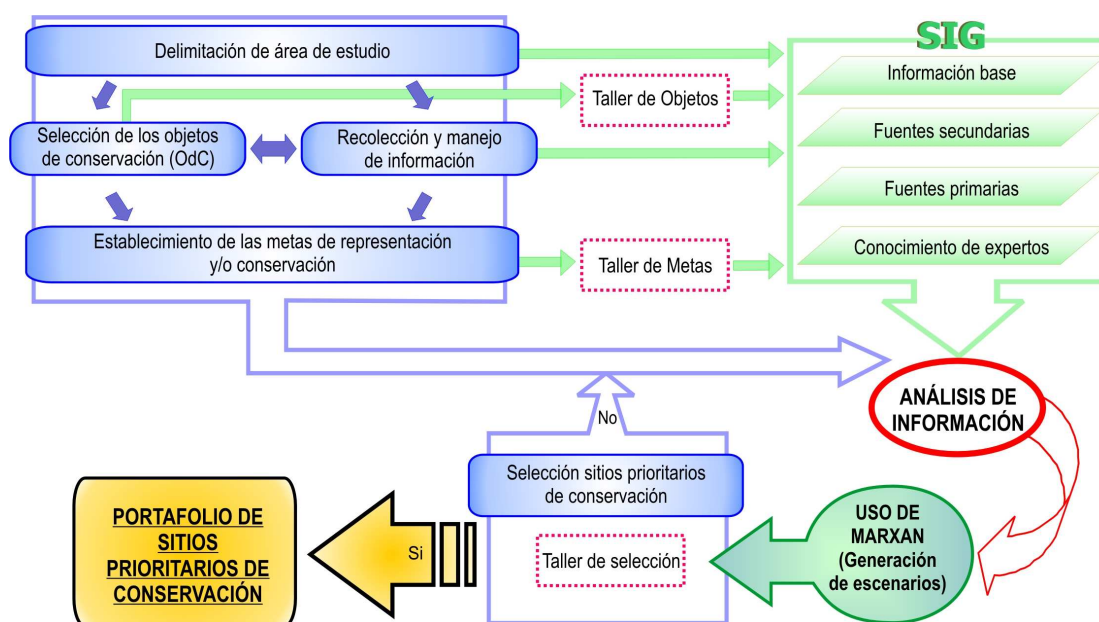


Figura 4. Esquema metodológico de Planificación Ecorregional para Caribe y Pacífico continental colombiano. Modificado de Groves *et al.* (2000).

El grupo de expertos nacionales contó con la participación de 30 expertos de diferentes instituciones como: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT, la Unidad de Parques Nacionales de Colombia, Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC, Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible de la Guajira -CORPOGUAJIRA, Universidad del Valle, Universidad Nacional de Colombia, Fundación Omacha, Fundación Calidris, Fundación Yubarta, Centro de Investigación para el Manejo Ambiental y el Desarrollo -CIMAD, World Wildlife Fund -WWF, Conservación Internacional -CI, The Nature Conservancy -TNC, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR e investigadores independientes reconocidos a nivel nacional.

Como parte integral para la aplicación de la metodología, se desarrolló un Sistema de

Información Geográfico -SIG, que permitió soportar toda la información base y temática recopilada y realizar los análisis y resultados desde un punto de vista espacial.

En el presente capítulo se hace una descripción de cómo fue abordada la metodología de acuerdo a los objetivos principales de la Planificación Ecorregional: selección de OdC, identificación de amenazas a la biodiversidad, metas de conservación y los criterios definidos para su definición por sistema costero y finalmente los parámetros generales para la definición del portafolio de sitios prioritarios de conservación.

Los portafolios de sitios prioritarios de conservación son el punto de partida para una conformación de redes de áreas marinas protegidas -AMP en Colombia.

Objetos de Conservación

Los objetos de conservación -OdC se definen como elementos de diversidad biológica o sustitutos que serán el foco de los esfuerzos de planificación [8]. El proceso de selección de OdC, es un paso determinante en la planificación debido a que serán usados para identificar sitios de conservación y concentrar allí los esfuerzos de conservación. Los objetos deben representar diferentes niveles ecológicos y escalas geográficas de manera que representen adecuadamente los elementos y procesos que comprende la biodiversidad ecorregional.

Para asegurar que las áreas de conservación seleccionadas representan ejemplos múltiples y viables de especies, comunidades y sistemas ecológicos a través de gradientes ambientales significativos, se utiliza la estrategia de filtro grueso y fino. Ésta es una hipótesis de trabajo que asume que al conservar ejemplos múltiples y viables de todos los OdC de filtro grueso (comunidades y sistemas ecológicos) se

conservará también la mayoría de las especies. Sin embargo, las especies que no pueden conservarse mediante el uso del filtro grueso requerirán atención particular mediante el filtro fino; dentro de éstos clasifican especies con alguna categoría de amenaza, raras, endémicas o carismáticas, entre otros [8].

La selección de OdC para Caribe y Pacífico continental colombiano fue realizada a través de un taller de expertos nacionales, siguiendo las siguientes condiciones:

1. El objeto debe poder cartografiarse y ser útil para identificar sitios prioritarios para la conservación.
2. El objeto debe ayudar a identificar amenazas generales que se ciernen sobre un sitio o área particular donde se encuentra, así como para desarrollar estrategias y acciones que permitan combatir tal amenaza.

3. El objeto debe ser representativo de la diversidad de algún sistema costero.
4. El objeto debe tener elementos representativos en los diferentes niveles de organización biológica y escalas geográficas.
5. En lo posible, el objeto debe orientar en la identificación de áreas poco alteradas por el hombre y que tengan integridad funcional.
6. El objeto debe incluir elementos que se consideren en declive poblacional o en peligro de desaparecer en el corto y mediano plazo.
7. El objeto debe incluir elementos “raros”, poco comunes, únicos, o que sólo existen en un sitio dentro de cada sistema costero.

La información utilizada para la representación espacial de los OdC fue obtenida a partir de la mejor y más reciente información existente en el país, la cual está concentrada en su mayoría en el Sistema de Información Ambiental Marino de Colombia (SIAM), sistema bajo la coordinación de INVEMAR. Así mismo, se utilizaron otras fuentes de información, especialmente para la representación espacial de sitios de agregación o alimentación de comunidades biológicas

relevantes, suministrada principalmente por los expertos asociados al proceso de planificación.

La clasificación de ecosistemas y hábitat marinos no está tan desarrollada como la de ambientes terrestres, sin embargo, existen algunos esquemas de clasificación marinos como el de Allee *et al.* (2000) donde se concibe un sistema de clasificación de hábitats y ecosistemas jerárquico bastante complejo con muchos atributos y niveles.

Para este ejercicio los OdC de filtro grueso se definieron a partir de un esquema jerárquico de clasificación de ecosistemas y hábitats marinos definido por el Sistema de Información Natural Europeo (EUNIS por sus siglas en inglés) [10] adaptado a las condiciones de ambientes marinos tropicales y el cual opera a diferentes escalas espaciales según la calidad y cantidad de información disponible.

La clasificación de los OdC se hizo a tres niveles, *sistemas ecológicos intermareales, sistemas ecológicos submareales y comunidades biológicas relevantes.*

Amenazas a la biodiversidad

Las amenazas a la biodiversidad son un componente determinante en la planificación ecorregional debido a que influyen directamente sobre la viabilidad de los objetos de conservación. De acuerdo a su origen (*natural o antrópico*), intensidad y alcance se pueden utilizar como criterio para identificar y seleccionar sitios prioritarios de conservación, y aplicar posteriormente diversas estrategias para su manejo, de acuerdo con las metas de conservación que se persigan.

No obstante, debido a la escala de trabajo (1:250.000), este análisis no profundiza sobre las amenazas particulares de cada sitio, por lo que se hace necesario a futuro llevar a cabo un enfoque más individual hacia cada sitio de conservación seleccionado.

Las amenazas consideradas en el análisis deben ser recurrentes, persistentes y espacialmente significativas en términos de área. Una amenaza crítica, es aquella capaz de destruir o degradar seriamente los OdC en la mayoría de los lugares en donde se encuentran. Cada amenaza ejerce una presión sobre los OdC (el deterioro o degradación del tamaño, condición o cambios en el contexto paisajístico) y está relacionada con la fuente de dicha presión, es decir, el agente o agentes que causan la destrucción o degradación del objeto mismo. Por ejemplo, la acumulación de nutrientes es una presión sobre muchos sistemas acuáticos, pero puede tener muchas fuentes (fertilizantes, descargas de aguas residuales, desechos sólidos sin disposición final apropiada, entre otras). Otro concepto importante, es la definición de amenaza inminente lo cual significa

que aunque los factores ambientales permanezcan constantes, una amenaza inminente dará como resultado que el sitio tenga una mayor necesidad de acciones preventivas que si la amenaza estuviera más lejana en el tiempo. Este tipo de amenaza aplica para sitios con potencial para explotación económica de algún recurso o el desarrollo de obras de infraestructura como construcción de puertos; en estos casos al reconocerse la prioridad de conservación de un área y al mismo tiempo conocer su inminente amenaza pueden ser considerados criterios válidos para proponer medidas de manejo más estricto o proponer la creación de un área marina protegida.

Una vez las amenazas a la biodiversidad fueron identificadas, clasificadas y calificadas, para Caribe y Pacífico continental colombiano, de acuerdo a su origen (*natural o antrópico*), intensidad y alcance, fueron representadas espacialmente e introducido en la base de datos el valor correspondiente.

La metodología para la identificación de las amenazas, tiene las mismas bases conceptuales para Caribe y Pacífico, pero fue abordada de manera diferente en cuanto a los parámetros y calificaciones realizadas. Los detalles para cada una de las áreas se describe en los capítulos correspondientes en este mismo documento.

Metas de conservación

El principal propósito de la determinación de metas es estimar el nivel de esfuerzo de conservación necesario para mantener en el tiempo un objeto de conservación (especies, comunidades y sistemas ecológicos) considerando la distribución espacial del elemento a lo largo de la ecorregión y en este caso particular dentro de cada sistema costero y la proporción o cantidad (área, número poblacional, etc.) que lo hace viable a un plazo específico de planificación (generalmente 100 años) [8].

La definición de metas de conservación en el ambiente marino, es uno de los pasos más complejos de todo el proceso de planificación ecorregional. Para ecosistemas terrestres la IUCN recomienda conservar el 10%, sin embargo para ecosistemas marinos autores como Schmidt (1997) sugieren un 20% dadas las características del ambiente marino que permiten que las amenazas se propaguen más rápidamente en extensiones mayores y adicionalmente sus procesos de restauración son más complejos que en los terrestres. Esto es coherente con el postulado que menciona que cuando un hábitat se encuentra por debajo del 20% de su

representatividad, ocurre una mayor pérdida de riqueza de especies [13; 14 y 15]

Varios autores hacen énfasis en que no es posible utilizar una metodología estándar para definir metas de conservación y por lo tanto, estas deberían ser definidas teniendo en cuenta las diferencias biogeográficas, los objetivos puntuales de conservación (objetos de conservación, recursos pesqueros, sitios económicamente y socialmente significativos), las diferencias en los sistemas político administrativos y el origen de las amenazas, lo cual depende en gran medida del contexto socioeconómico de la región y diferencias socioculturales que llevan al uso diferencial de los recursos y por lo tanto a unos requerimientos diferentes [15 a 21].

Sin embargo, algunos otros autores mencionan que un criterio ecológico importante para definir metas de conservación marina, radica en el poder garantizar un porcentaje de protección total o estricta de una cantidad determinada de cada tipo de ecosistema o hábitat dentro de cada región o sub-región particular. Mencionan metas de conservación entre 30 y 50% (Airamé *et al*, 2003). Alonso (2005) después de una exhaustiva revisión

y análisis de los estudios realizados a nivel mundial con respecto a este tema, sugiere que es preciso representar como mínimo el 30% de cada sistema costero y cada hábitat del Caribe continental colombiano dentro de un sistema representativo de AMP.

Para determinar las metas de conservación de los objetos de conservación seleccionados, se adaptó la metodología aplicada en los procesos de planificación del Gran Caribe (com. Pers. Anthony Chatwin-TNC, 2006), la región costera de Venezuela [23]. Esta metodología tiene en cuenta cuatro criterios para establecer las metas de conservación:

1. Si el objeto es un sistema ecológico intermareal/submareal o una comunidad ecológica?
2. Si el objeto es abundante o raro a nivel nacional y/o por sistema costero?
- 3.Cuál es su condición actual?
- 4.Cuál es su vulnerabilidad en cuanto a las amenazas que lo afectan?

Criterios de Calificación

El primer criterio, representa si el OdC es un ecosistema o no. Consiste en determinar si el objeto corresponde a un sistema ecológico o comunidad (filtro grueso) que incluye a su vez otros OdC o elementos importantes de la biodiversidad (especies), o si corresponde a un sitio especial para la alimentación o agregación de una especie particular. Si se cumple el primer caso la calificación es 3 y en el segundo caso es 1 (Figura 5). Con este criterio se quiere dar un valor alto en metas a ecosistemas, considerando que estos requieren espacios geográficos más amplios para garantizar su persistencia y de todos los elementos inmersos en estos.

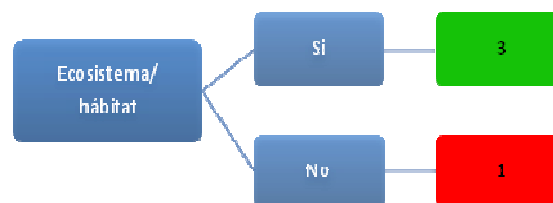


Figura 5. Proceso de calificación del criterio de categoría del objeto de conservación.

El segundo criterio representa la rareza de cada OdC. Se parte del concepto que elementos raros y localizados deben tener metas de conservación más altas por ser susceptibles a desaparecer por alteraciones de hábitat. Su evaluación se hizo a dos niveles; primero, por sistema costero y segundo, en todo el Caribe o Pacífico continental, lo que equivale en este ejercicio a rareza nacional, por encontrarse los OdC únicamente en esta área de estudio. Para este criterio se utiliza las áreas que resultan de la representación espacial de los objetos.

Para evaluar la rareza por sistema costero, se utilizó el percentil 50 y el 75. Los valores de área $\leq$ al percentil 50 recibieron una calificación de 3 lo que indica que la rareza de este objeto es alta en el sistema costero. Los valores entre el percentil 50 y el 75 recibieron un valor de 2 indicando que su rareza es media y los valores de área $\geq$ del percentil 75 recibieron una calificación de 1 indicando que su rareza es baja (Figura 6).

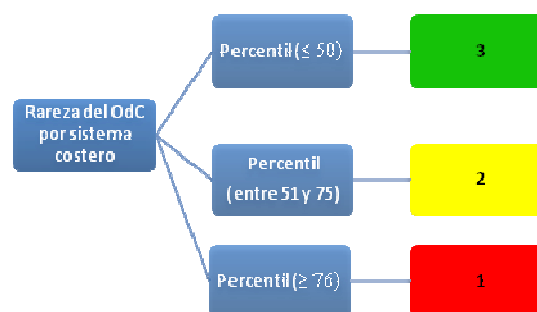


Figura 6. Proceso de calificación del criterio de rareza de cada objeto de conservación por sistema costero.

Con el fin de evaluar el criterio de rareza con los expertos se abrió un foro en la página web del INVEMAR. Se discutió el criterio de rareza nacional entendida como aquella que permite comparar la presencia / ausencia de cada OdC entre sistemas costeros. Para esto se determinó el número de veces que cada objeto está representado en el número total de sistemas costeros del área de planificación (como se mencionó anteriormente, el área de estudio se encuentra dividida en siete sistemas costeros). En este caso, todos aquellos OdC representados en menos de dos sistemas costeros recibieron un valor de 3 indicando su rareza, mientras que los que se encontraban en más de tres sistemas costeros recibieron un valor de 1 indicando que el OdC era común (Figura 7).

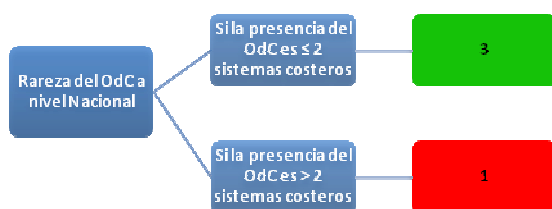


Figura 7. Proceso de calificación del criterio de amenaza de cada objeto de conservación a nivel nacional.

A partir del análisis de rareza nacional los expertos sugirieron utilizar esta, en lugar de la rareza por sistemas costeros, en aquellos casos donde dada la singularidad del OdC, la rareza nacional fuera superior a la rareza por sistema costero (Figura 8). Por ejemplo, para el objeto, Helechales de la ensenada de Rionegro en el Caribe, éste presentó un valor de 1 en rareza por sistema costero y de 3 en rareza nacional. Se observó que en la mayoría de los casos esto coincidía con OdC de comunidades ecológicas relevantes cumpliéndose de esta forma el objetivo de resaltar la particularidad del OdC.

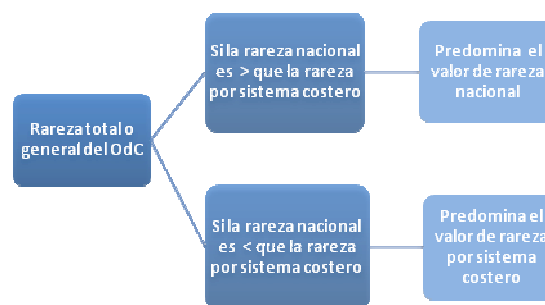


Figura 8. Proceso de selección del valor de rareza general aplicado a cada objeto de conservación.

El tercer criterio corresponde al estado actual del OdC. La condición actual es una medida del estatus o situación en la cual se encuentra el OdC (asimilable a la integridad ecológica de los sistemas) y se utiliza como sustituto de la viabilidad, es decir, a la habilidad de una especie, comunidad o sistema ecológico para persistir en el tiempo [8]. Se considera que objetos con menor viabilidad en general deberían tener metas de conservación altas y específicamente incluir varias replicas para mantener más opciones para su recuperación o restauración.

Con ayuda de los expertos en el taller de definición de metas, se calificaron los *atributos ecológicos clave* para cada OdC por sistema costero, obteniendo así una medida de la condición actual (viabilidad). Los atributos calificados fueron de *tamaño, condición y contexto paisajístico* específicos para cada OdC, en donde el valor de cada atributo asignado era de 1, si su estado era deseable ecológicamente y requiere de poca intervención para su mantenimiento; un valor de 2, si su estado es aceptable y requiere intervención humana, y un valor de 3, si su restauración es difícil y puede resultar en la desaparición o extinción (Figura 9).

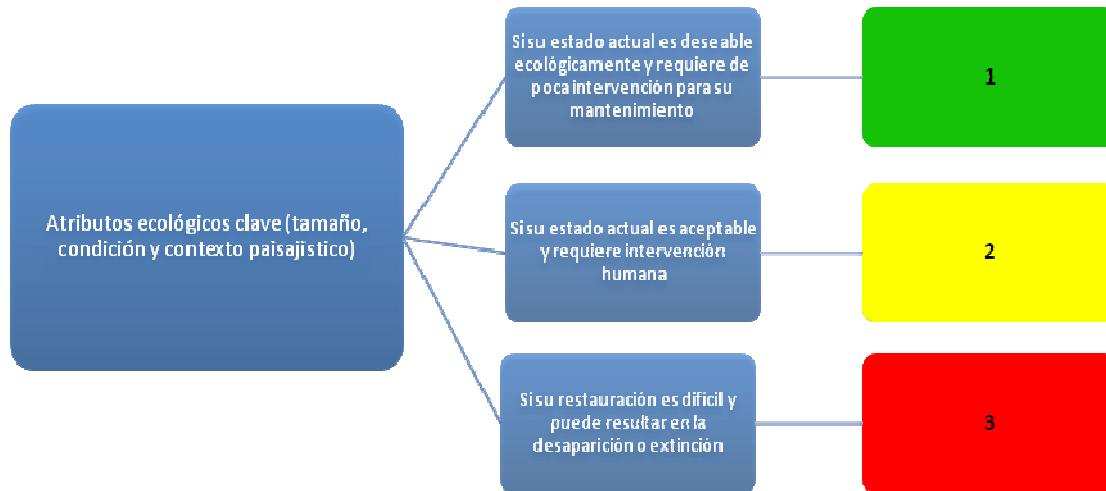


Figura 9. Proceso de calificación del criterio de estado actual del objeto de conservación para cada atributo ecológico clave (tamaño, condición y contexto paisajístico) por sistema costero.

La calificación se hizo para cada sistema costero, considerando las condiciones promedio de los atributos, sin detallar el estado particular en cada una de las ocurrencias del OdC. Los expertos asignaron una calificación que representa la condición promedio de los atributos de cada objeto en cada sistema costero. El estado actual del OdC en el sistema costero corresponde al promedio de la sumatoria de las calificaciones de los atributos ecológicos (donde fue necesario, se aproximó al valor entero más próximo).

El cuarto criterio se refiere a la vulnerabilidad de los OdC. La vulnerabilidad fue establecida como el efecto de las amenazas antrópicas y naturales, para cada atributo ecológico de tamaño, condición y contexto paisajístico específicos en cada OdC, en donde el valor de cada amenaza sobre el atributo era de 1, cuando esta tiene muy poca o ninguna influencia en el estado del atributo clave; un valor de 2, cuando la amenaza tiene alguna influencia sobre el estado del atributo clave pero

no es el factor principal que lo afecta; y un valor de 3, cuando la amenaza tiene un efecto significativo o fuerte sobre el atributo clave (Figura 10). Para este criterio se considera que un objeto con mayor vulnerabilidad debería tener también metas de conservación más altas ya que habría probabilidad que desaparezca en algunas de sus áreas de distribución.

Al igual que el criterio de condición actual, la calificación se hizo para cada sistema costero, considerando las amenazas promedio de los atributos, sin detallar el estado particular en cada una de las ocurrencias del OdC. Los expertos asignaron una calificación que representa el grado de vulnerabilidad promedio de los atributos de cada objeto en cada sistema costero. La vulnerabilidad del OdC en el sistema costero corresponde al promedio de la sumatoria de las calificaciones de los atributos ecológicos (donde fue necesario, se aproximó al valor entero más próximo).

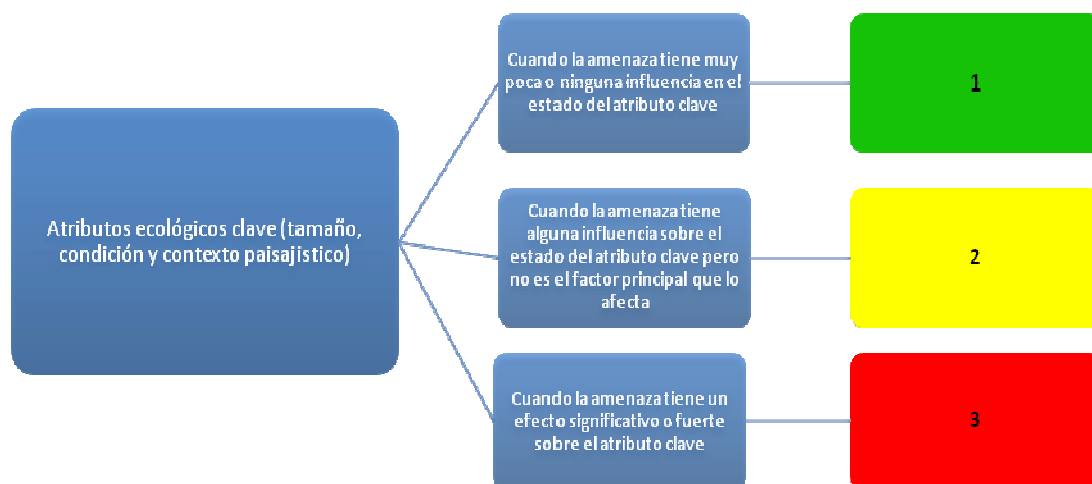


Figura 10. Proceso de calificación del criterio de vulnerabilidad del objeto de conservación para cada atributo ecológico clave (tamaño, condición y contexto paisajístico) por sistema costero.

Definición de las Metas

Para obtener la metas finales para cada OdC por sistema costero, se hizo la sumatoria de los valores totales correspondientes a cada uno de los cuatro criterios evaluados anteriormente, cuyo total estaba entre un rango de valores de mínimo 4 y máximo 12. De acuerdo a los criterios definidos las metas más altas estarían definidas entonces para objetos que sean sistemas ecológicos, sean raros, tengan poca viabilidad y sean vulnerables.

Con la ayuda de los expertos se determinaron tres rangos específicos para definir tres juegos de metas de conservación a saber: 30, 60 y 100%. La meta mínima de conservación (30%) se estableció teniendo en cuenta las recomendaciones de “Secretariat of the Convention on Biological Diversity” [24] y otros autores, como el porcentaje mínimo a conservar de ecosistemas o hábitats y

por ende de las especies que lo componen, para garantizar su viabilidad en el futuro [22; 25-28].

En la Tabla 1, se presentan los rangos propuestos por los expertos para establecer las metas de conservación.

Tabla 1. Rangos definidos para establecer las metas de conservación de acuerdo con la calificación de criterios de cada objeto de conservación por sistema costero.

Rango	Meta de conservación (%)
4 a 5	30
6 a 7	60
8 a 12	100

Los resultados finales de la meta de cada objeto de conservación por sistema costero se pueden observar en los capítulos correspondientes para Caribe y Pacífico continental.

Portafolio de sitios prioritarios de conservación

Un portafolio de sitios prioritarios de conservación constituye la base desde la cual deben diseñarse y poner en marcha los esfuerzos de conservación, asegurando de esta manera que mantenga un conjunto de áreas representativas y ecológicamente viables de la biodiversidad que aseguren su persistencia en el tiempo.

La intención principal de la planificación ecorregional, tanto para Caribe como para Pacífico continental colombiano, es identificar aquellas áreas donde hayan las mejores probabilidades de conservar la biodiversidad, teniendo en cuenta su estado actual y su vulnerabilidad de acuerdo a las amenazas antrópicas y naturales que la afectan. El portafolio de sitios constituye una guía para la implementación de diversas estrategias de conservación y en particular para el futuro diseño de una red de áreas marinas protegidas; sin embargo, esta última estrategia requiere de un análisis minucioso que identifique conectividades y procesos ecológicos entre sitios, previniendo el aislamiento de poblaciones y la interrupción del ciclo de vida de especies que dependen de diferentes ecosistemas para completarlo [29].

Para obtener el portafolio de sitios prioritarios de conservación, se utilizó una herramienta de soporte de decisiones (SSD) llamada MARXAN (versión 1.8.2), diseñado en Australia por Ball y Possingham (2000) y utilizado en los últimos años para el diseño de redes de AMP [14,30-35].

Para hacer uso de éste programa deben realizarse ciertos pasos y definir algunos parámetros, teniendo como resultado principal diversas soluciones que cumplen óptimamente con requisitos fijados de antemano (metas de conservación).

Requerimientos de información para utilizar MARXAN

Para el uso de MARXAN se requiere de unos insumos de información base a partir de los cuales parte el algoritmo:

1. *Presencia y distribución espacial de los objetos de conservación* en cada uno de los sistemas costeros. Los OdC deben estar representados geográficamente, como líneas, puntos o polígonos dependiendo del OdC. Posteriormente se realiza una intersección de la grilla de UP con la distribución espacial de los OdC y se calcula la abundancia de cada OdC por UP.
2. *Metas de conservación en porcentaje* definidas y específicas para cada OdC por sistema costero.
3. Los *valores de costo* calculados para cada unidad de planificación. El costo de cada UP como se mencionó anteriormente, equivale a la suma del costo base dado por el área de la UP más el costo de cada amenaza.
4. Los *límites geográficos de las unidades de análisis*.

Parámetros para MARXAN

El primer paso para el uso de MARXAN es definir la forma y tamaño de la unidad de planificación - UP. Las unidades de planificación son las unidades que el programa evalúa y selecciona para producir soluciones. Esta puede ser de diferentes formas y tamaños, pero por aproximarse a la forma circular la forma hexagonal es la más utilizada, pues reduce la relación perímetro - área y ofrece un mayor número de bordes de combinación con unidades adyacentes [36,37]. Este tamaño debe definirse teniendo en cuenta la escala de representación de los OdC, de modo que los OdC con poca extensión no queden

sobreestimados en cuanto a cobertura (p.e. arrecifes coralinos, algas calcáreas, entre otros) (Figura 11).

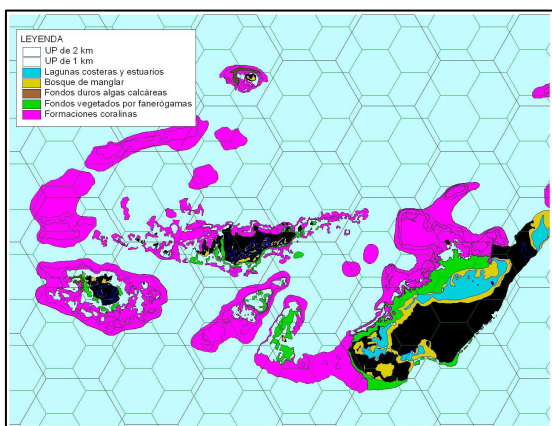


Figura 11. Comparación entre unidades de planificación hexagonales de 2 km y 1 km de lado (Archipiélago Corales del Rosario e Isla Barú, Caribe colombiano).

La función objetivo utilizada por MARXAN se presenta a continuación:

$$\text{Función objetivo} = \Sigma \text{Costo} + \text{BLM} * \Sigma \text{Boundary} + \Sigma \text{Penalty}$$

Donde:

Costo: se refiere al 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). Entre más alto es el costo de la UP menor es la probabilidad de que sea incluida en la solución final ya que el objetivo es minimizar el valor total de la solución [38].

El costo asignado para cada UP individual se usa para calcular el valor total de la solución general. Muchos estudios utilizan el área de la UP como el valor de costo [34, 29, 40], aunque también hay otros valores relacionados con los usos y actividades humanas de las áreas adyacentes que pueden ser utilizados para determinar el costo de las UP.

Para el presente ejercicio los costos se calcularon de acuerdo a las amenazas presentes que afectan los OdC, para cada una de las UP. Con la espacialización de cada una de las amenazas y clasificadas de acuerdo con el grado e impacto de la misma, se asignan valores que permitan obtener un cálculo relativo del costo. De tal modo,

que cada amenaza dependiendo de su intensidad y magnitud implica un costo diferente para cada unidad de planificación.

Para este ejercicio, el costo total de una UP equivale a un costo base, que se refiere al costo que tiene cada hexágono por entrar en el modelo (equivalente a su área en ha), más el costo calculado por la intersección de las diferentes amenazas (naturales o antrópicas) identificadas para el área de estudio:

$$\text{Costo total UP} = A + (B * p1) + (C * p2) + \dots n$$

Donde:

A: Área de la UP (costo de la UP sin amenaza)

B: costo de la amenaza B

p1: peso de la amenaza B

C: costo de la amenaza C

p2: peso de la amenaza C

Boundary: es el perímetro alrededor de las UP seleccionadas.

BLM (Boundary Length Modifier): corresponde al 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. El costo influye en la efectividad del BLM [38]. Cuando el BLM es un valor mayor a cero tiene el efecto de limitar el perímetro de la solución, es decir, que agrega o agrupa las UP. El BLM ideal es el que disminuye la longitud del perímetro pero no aumenta el área seleccionada.

El valor de eficiencia es un parámetro que ayuda en la selección del BLM y es calculado así:

$$\text{Eficiencia} = 1 - (\text{No. de UP seleccionadas} / \text{No. total de UP})$$

Entre más se aproxime a 1, mayor será la eficiencia.

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.

El programa MARXAN mediante el uso de algoritmos heurísticos como el de recombinación simulada (simulated annealing), optimiza costos, seleccionando automáticamente todas aquellas unidades de planificación -UP que cumplan con las metas de conservación preestablecidas, empleando como criterio la búsqueda de una mínima penalización y definiendo un nivel de agregación entre UP (boundary length modifier - BLM), así como aquellas unidades que siempre deben aparecer en todas las soluciones [38]. A diferencia de otros algoritmos empleados con el mismo fin, numerosos autores reconocen la potencia del mismo [30, 40, 42, 43].

Escenarios de planificación

Los escenarios de planificación hacen referencia a factores de diferente orden que pueden incidir en la construcción del portafolio de sitios prioritarios de conservación. En este ejercicio, se establecieron tres factores incidentes: áreas de exclusión, áreas protegidas y amenazas.

Las **áreas de exclusión** corresponden a sitios dentro del área de estudio donde existe algún tipo de explotación económica de alta intensidad (salinas, camaroneras, plataformas para la extracción de gas) infraestructura (aeropuertos, puertos) y centros poblados que tienen un alto efecto sobre los objetos ubicados en sus cercanías, por lo cual son excluidas como áreas en las cuales se puedan lograr metas de conservación.

Las **áreas protegidas**, son las áreas en donde se tiene actualmente alguna figura de protección declara o alguna reglamentación que así lo defina.

Las **amenazas** a la biodiversidad, transformadas en el **costo** de cada UP, es igualmente un factor que puede tenerse o no en cuenta, a la hora de evaluar diferentes escenarios.

Los escenarios evaluados de acuerdo a los tres factores que pueden incidir en una solución, se establecieron de la siguiente manera:

Escenario 1: OdC + Áreas excluidas.

Escenario 2: Esc. 1 + Costos por Amenazas.

Escenario 3a: Esc. 2 + Áreas protegidas del SPNN.

Escenario 3b: Esc. 3a + Áreas de preservación de manglar.

Escenario 3c: Esc. 3b + Áreas protegidas especiales (AME y DMI).

Escenario 3d: Esc. 3c + Áreas con figuras internacionales de conservación (RAMSAR y Reservas de Biosfera).

Cabe anotar que de estos escenarios debe ser seleccionado uno, el que se concentrarán los esfuerzos para de ahí generar el portafolio de sitios prioritarios de conservación final.

Selección del portafolio

MARXAN genera dos salidas principalmente, una denominada “mejor solución” (Best), que muestra en general las áreas seleccionadas como sitios prioritarios de conservación y la segunda llamada “solución sumada” que muestra el número de veces que cada UP es seleccionada durante el número total de corridas establecidas, señalando cuales de esas UP deben ser “fijas” en el portafolio final (siempre seleccionadas).

Teniendo en cuenta el escenario de planificación seleccionado y las soluciones arrojadas por MARXAN, debe realizarse un análisis de la eficiencia de cada uno de los portafolios generados, para finalmente seleccionar el más eficiente y el que más se ajuste a la visión del tomador de decisión, implicando que todos los OdC están representados y que las metas de conservación se cumplan en una alta proporción.

CAPÍTULO IV

Sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano

En éste capítulo se presentan los resultados del proceso de planificación ecorregional para Caribe continental colombiano, teniendo como principal resultado la identificación de los sitios prioritarios de conservación. Se describen igualmente los principales insumos del análisis, presentados

desde el punto de vista metodológico en el capítulo 3: objetos de conservación, amenazas a la biodiversidad, metas de conservación y finalmente definición y análisis del portafolio de sitios.

Objetos de Conservación

Se seleccionaron 36 objetos de conservación que responden en su totalidad a la clasificación de filtro grueso, dadas las limitaciones de información sobre la distribución de especies, clasificados como *sistemas ecológicos intermareales* y

submareales. Sin embargo, se tuvieron en cuenta algunos sitios “cuello de botella” de *comunidades ecológicas relevantes* (especies con alguna categoría de amenaza) (Tabla 2)

Tabla 2. Identificación y abundancia de los objetos de conservación para el Caribe continental colombiano por sistema costero. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).

Objetos de Conservación (unidades)	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR	TOTAL
Sistemas Ecológicos Intermareales								
Playas de alta energía (m)	267913	120329	10190	152005			54743	605180
Playas de baja energía (m)	138053		26005	53742		43561	63240	324601
Playas rocosas (m)	1951						5007	6958
Acantilados de roca dura (m)	25707		82370	965	27575		1541	138158
Acantilados de roca blanda (m)	39735	7263		24705	10141	8876	126937	217657
Playones fluvio-marinos (ha)						1041	1806	2847
Manglares de aguas mixohalinas (ha)	1840	126		30111	115	24580	7942	64714
Manglares de aguas marinas (ha)					877	55	0,5	932
Playones salinos (ha)	18506	1139		55		274		19974
Estuarios (ha)				3366		4173	33875	41414
Lagunas costeras (ha)	4116	2417	12	58369	555	1235	237	66941
Arracachal (<i>Monntrichardia arborescens</i>) (ha)						14	181	195
Corchales (ha)						2141		2141
Corchal (<i>Pterocarpus officinalis</i>) (ha)								
Helechales en senada de rionegro (ha)							2624	2624
Panganales desembocadura río Atrato (ha)							85910	85910

Objetos de Conservación (unidades)	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR	TOTAL
Sistemas Ecológicos Submareales								
Formaciones coralinas (arrecifes, llanuras, tapetes) infralitoral (ha)	1359		693	774	23018		906	26749
Fondos duros algas calcáreas / rodolitos (ha)			33		5157		0,02	5190
Fondos vegetados por fanerógamas (ha)	30342	3575	94	68	7624	2345	109	44158
Fondos vegetados por algas carnosas (macroalgas) (ha)				7	498		17	522
Diapiros submarinos (ha)				0,2	1	0,1		1
Formaciones coralinas de profundidad (ha)	217	427	424		1381			2449
Áreas de surgencia productivas (agregación de pelágicos) (ha)	97790		11256					109045
Fondos móviles no carbonatados de grano grueso sublitoral (ha)	119763	81457		49870	12011	11416	73494	348010
Fondos móviles no carbonatados de grano fino sublitoral (ha)	166294	32246	20809	214526	332536	135706	591263	1493381
Fondos móviles carbonatados de grano grueso sublitoral (ha)	559464	86954	5884	14280	96240	887	17920	781630
Fondos móviles carbonatados de grano fino sublitoral (ha)	15626	1074			22172			38872
Comunidades biológicas relevantes								
Áreas de desove y nodriza de peces (ha)	8	3		9			2	22
Áreas de desove y nodriza de langostas (presencia)	4	1			1	1		7
Áreas de desove y nodriza de <i>Strombus gigas</i> (ha)					6089		33	6089
Bancos de ostras períferas (<i>Pinctada</i> y <i>Pteria</i>) (ha)	7269							7269
Áreas de anidación de tortugas marinas*	22	16	21	5	9	5		111
Áreas de forrajeo de tortugas marinas*	23	6		3	5		4	41
Áreas de concentración de <i>Crocodylus acutus</i> (ha)	1328	547		1562		1546	1328	6311
Áreas de congregación, alimentación, reproducción de mamíferos acuáticos (cetáceos, manatíes, nutrias) (ha)	666	4001	170	4344	4454	4932	4040	22608
Áreas de congregación de aves marinas (ha)	1338	971	3785	20281	198	1795	7236	35605
Áreas de congregación de aves playeras (ha)	2429	6729	14	444		5957	1	15574
Área del Sistema Costero (ha)	988150	240290	44737	579387	518522	235474	914290	3520849

* Presencia indica número de ocurrencias.

Sistemas ecológicos intermareales

Playas de alta y baja energía

Las playas corresponden a franjas de material no consolidado localizadas en la interfase mar-continente. Sus límites van desde la línea de marea baja hasta donde se presenta un cambio marcado en su fisiografía, y que generalmente incluye un frente de playa y una playa trasera [44]. El mayor valor reconocido ha sido el atractivo turístico de las playas arenosas. También son importantes las "playas de pescadores" empleadas para atracar los barcos y vender la pesca, mientras que otras sirven de asentamiento fijo a comunidades de pescadores. No obstante, estas playas son hábitats importantes y algunas veces vitales dentro del ciclo de vida de algunas

especies como anidamiento de tortugas marinas o alimentación de aves playeras.

El criterio utilizado para clasificar las playas en alta y baja energía está relacionado con el nivel de exposición de la línea de costa y el oleaje al que se ven sometidas. La clasificación se realizó con la ayuda de conocimiento de expertos en geomorfología y dinámica de playas, de tal modo que las playas de alta energía corresponden a trayectos sobre la línea de costa con alta exposición mareal y fuertes vientos, pero que a pesar de esto permiten la formación de playa y se mantienen estables. Las playas de baja energía corresponden a sitios protegidos como bahías, incluso pueden estar localizadas dentro de trayectos de línea de costas expuestas pero que por el tipo de geomorfología están protegidas del

oleaje y el viento representando sistemas de mayor estabilidad.

Playones fluviomarinos

Los playones fluviomarinos son planos que se forman en la desembocadura de ríos que arrastran un gran volumen de sedimentos. Este OdC depende de la dinámica tanto del río como del mar, lo que ocasiona que esté permanentemente en movimiento. Sin embargo, existe un gran número de comunidades asociadas a estos planos y aquí radica la importancia de su conservación, ya que son áreas de descanso y alimentación para aves migratorias y playeras [45]. Para el Caribe colombiano este objeto fue espacializado como la zona deltaica asociada a los ríos de mayor caudal y mayor tasa de sedimentación, entre ellos están, el río Ranchería, el río Magdalena, el río Sinú y el río Atrato.

Acantilados de roca blanda y de roca dura

Desde la perspectiva de las comunidades que habitan los acantilados rocosos, los litorales se pueden clasificar en dos grandes grupos que guardan relación con su origen geológico. El primero corresponde a litorales que sufren procesos constantes de abrasión lo cual los hace inestables con la subsiguiente remoción de sustrato. El segundo, corresponde a litorales que sufren procesos de abrasión y remoción a tasas muy bajas, por lo tanto son más estables. En general, para el Caribe continental colombiano los sistemas costeros Tayrona y Darién (Capurganá) presentan sustratos rocosos consolidados y estables, formados por rocas ígneas y por lo tanto son más estables. El resto de áreas son litorales rocosos inestables [46]. Los acantilados de roca blanda corresponden a formaciones escarpadas de rocas sedimentarias principalmente. En algunos casos también pueden estar asociados a rocas metamórficas. Estos acantilados son inestables y altamente erodables.

La representación espacial y clasificación de estos OdC se llevó a cabo utilizando como referencia el Atlas geológico digital del Caribe, escala 1:500.000 [47] y con la revisión y asesoría de los expertos en el tema.

Playas rocosas

Las playas rocosas están relacionadas principalmente con acantilados. En el Caribe colombiano se encuentran pocas playas de este tipo, y las que existen están localizadas principalmente en el sistema costero Darién.

Playones salinos

Este OdC corresponde a zonas con pequeñas depresiones en el terreno que se inundan superficialmente por la marea, la escorrentía o el nivel freático superficial durante algunos periodos del año y que durante el resto del año están completamente secas con salinidades elevadas por la evaporación del agua. Se localizan principalmente en el área norte del Caribe (Guajira). De acuerdo con la clasificación geomorfológica de INGEOMINAS 1998 [4] se agrupan salares y zonas de inundación definidas como depresiones someras susceptibles a la inundación marina o aluvial, generalmente adyacentes a la línea de costa. En condiciones típicas de climas áridos el sustrato está constituido por arcillas ricas en materia orgánica y costras evaporíticas, en otros climas el sustrato está conformado por lodos y arenas. Estos sistemas presentan la diversidad de organismos intersticiales es alta, especialmente en lugares intermareales donde el tamaño de los fragmentos es grande (peces, moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos, algas).

Manglares de aguas mixohalinas

Este OdC corresponde a manglares desarrollados en zonas con influencia de agua dulce, tales como desembocaduras de ríos, sistemas lagunares, estuarios y ciénagas, donde se encuentran protegidos del oleaje [48, 49]. Los manglares son ecosistemas de alta productividad, sostienen una compleja cadena trófica y proveen hábitat a diversas formas de vida marina y terrestre. Sirven como sitios de anidación y alimentación de aves migratorias, de aves marinas y para especies altamente amenazadas como *Crocodylus acutus* y *Trichechus manatus*, entre otras. En los manglares mixohalinos ocurre un alto reciclaje de nutrientes que mantiene la productividad *in situ* así como la de ecosistemas adyacentes y disminuye el efecto de efluentes contaminantes, como

combustibles fósiles y aguas residuales, vertidos directamente en el manglar o cerca de la costa [48, 50, 51].

Manglares marinos o insulares

Los manglares marinos o insulares se diferencian de los manglares mixohalinos principalmente porque se desarrollan en aguas claras, con muy baja o ningún tipo de sedimentación. Generalmente estos manglares se encuentran asociados a islas o áreas continentales donde la presencia de ríos y cursos de agua es intermitente y de bajo caudal. Existen comunidades epifitas de fauna y flora de alta diversidad asociadas a las raíces de estos manglares. Estas comunidades sumergidas cumplen un papel importante en la red trófica del manglar, y proveen alimento y protección a un alto número de especies marinas cuyos estados larvales se desarrollan en las raíces de estos manglares [52].

Estos manglares se encuentran en una proporción mucho menor a los manglares de aguas mixohalinas.

Estuarios y lagunas costeras

Las lagunas costeras son cuerpos de agua paralelos a la línea de costa, separados del océano por barras costeras o islas de origen marino y que no reciben descarga de aguas de drenaje por lo menos de forma permanente. Como documento guía para representar espacialmente lagunas costeras se utilizó el informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia [53].

Ya que no existe información disponible que nos permita emplear criterios exactos para definir las áreas estuarinas, tales como: salinidad, nutrientes, diversidad, entre otros, para cada uno de los ríos,

el criterio utilizado fue delimitar cuerpos de agua asociados a ríos y con conexión amplia con el mar lo que permite que se forme la zona de mezcla de agua salobre. Las áreas estuarinas utilizadas para este proyecto se delimitaron, hacia la parte marina, demarcando la pluma de sedimentos y hacia el continente, se extendió sobre el cauce del río a 50 m de longitud río arriba, para ríos de poca descarga y 200 m para ríos principales como Magdalena, Sinú, Cispatá y Atrato. Este último Río tiene un gran caudal y en las imágenes de satélite se observa una pluma de gran alcance, asumiendo que la mezcla se produce hasta donde llegan los sedimentos. En general, las áreas fueron delimitadas utilizando diferentes escenas de Landsat TM entre los años 2001 y 2003, de diferentes épocas climáticas.

Sistemas ecológicos submareales

Fondos móviles

Corresponden a ecosistemas formados por la acumulación de partículas (arenas, arcillas, cienos, limos) conformando un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica que ofrecen alimentos y refugio a plantas y animales que habitan el fondo marino. La importancia de los fondos radica en que se encuentra asociada una amplia diversidad de organismos bentónicos que juegan un papel fundamental en la trama pelágica y en el reciclaje de nutrientes en la columna de agua [54].

La información correspondiente a fondos móviles se obtuvo del mapa de las facies sedimentarias y perfiles batimétricos de la plataforma continental a escala 1:300.000 [55]. De esta clasificación se obtienen 15 categorías de clasificación las cuales fueron agrupadas en cuatro categorías de acuerdo a su composición, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de los objetos de conservación de fondos móviles de la plataforma continental del Caribe colombiano

Facies sedimentarias clasificación fuente CIOH (1990)	Agrupación y clasificación de objetos de conservación
Lodos biolitolásticos	Fondos móviles de grano fino carbonatados del sublitoral
Lodos arenosos biolitolástico	
Lodos arenosos bioclásticos	
Lodos litoclásticos	Fondos móviles de grano fino no carbonatados del sublitoral
Lodos arenosos litobioclástico	
Lodos arenosos litoclásticos	
Lodos litobioclásticos	

Facies sedimentarias clasificación fuente CIOH (1990)	Agrupación y clasificación de objetos de conservación
Arenas lodosas biolitolásticas	Fondos móviles de grano grueso carbonatados del sublitoral
Arenas biolitolásticas	
Arenas bioclásticas	
Arenas lodosas bioclásticas	
Arenas lodosas litobioclásticas	Fondos móviles de grano grueso no carbonatados del sublitoral
Arenas litobioclásticas	
Arenas lodosas litoclásticas	
Arenas litoclásticas	

Fondos duros de algas calcáreas (Rodolitos)

Corresponden a fondos conformados por nódulos redondeados de algas pétreas, principalmente *Lithothamnion sp.*

Fondos vegetados por fanerógamas

Las praderas de fanerógamas marinas son el ambiente sedimentario somero más productivo. Este ecosistema es reconocido por su efecto estabilizador de la línea de costa, por ser hábitat y refugio de un gran número de especies marinas. En Colombia se encuentran 5 especies de pastos marinos: *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme*, *Halophila baillonis* y *Halophila decipiens* [56].

Para la representación espacial se utilizó el trabajo de estructura y distribución de las praderas de pastos marinos en Colombia [56].

Fondos vegetados por algas carnosas

Para este OdC se utilizó la información disponible en del proyecto de áreas coralinas de Colombia [57], utilizando las praderas de microalgas caracterizadas por estar presentes en ambientes lagunares de complejos oceánicos y en algunas ocasiones presente también en el interior de algunas bahías del continente.

Formaciones coralinas del infralitoral

Son áreas de alta productividad y biodiversidad, gran material genético y gran atractivo visual. Las áreas coralinas en Colombia se distribuyen en grupos discretos a lo largo de la costa y sobre la plataforma continental; también ocurren como una serie de atolones, bancos y complejos arrecifales oceánicos que constituyen el archipiélago de San Andrés y Providencia [57]. A pesar de que las

aguas marinas costeras reciben la influencia de descargas de agua dulce con sedimentos en suspensión, implicando limitantes para el establecimiento y desarrollo de la comunidad coralina, se observa en algunos sectores el desarrollo de estructuras arrecifales verdaderas donde la diversidad de corales y de otros organismos asociados a ellas son similares e incluso en algunos casos superan a la encontrada en áreas oceánicas.

La mayor concentración de áreas coralinas en la costa y plataforma continental del Caribe colombiano se encuentran en el sector central correspondiente al sistema costero de Arrecifes de Corales y San Bernardo (ARCO), sobre altorrelieves del fondo de la plataforma continental. También se han desarrollado formaciones coralinas a lo largo de porciones de costa en las que se alternan ensenadas, cabos de acantilados rocosos. Este es el caso de los sistemas costeros Darién (DAR) y Tayrona (TAY).

En el sistema costero Guajira (GUA) en el extremo septentrional de Colombia y de Suramérica, se encuentran, a pesar de la baja temperatura de las aguas, la turbulencia, turbidez y alta concentración de nutrientes, algunas formaciones coralinas de poca extensión y complejidad estructural [57].

Estas formaciones están presentes hasta los 60 metros de profundidad. La información espacial se obtuvo del trabajo de áreas coralinas de Colombia [57].

Formaciones coralinas profundas

Las formaciones coralinas profundas están conformadas por corales azooxantelados y actualmente reciben gran atención debido a su importancia como centros de biodiversidad de alta

relevancia biológica [58, 59]. Los corales azooxantelados en Colombia fueron encontrados en 1998 durante tres expediciones de exploración de macrofauna realizadas entre 20 y 500 metros de profundidad a lo largo del Caribe colombiano.

La información espacializada corresponde a los datos colectados durante las expediciones mencionadas previamente.

Diapiros submarinos:

Aunque existen reportes de la presencia de diapiros submarinos en diferentes áreas del Caribe colombiano solo fue posible utilizar la información del trabajo de Vernet (1985)[60] al ser esta la única con posibilidad de representar espacialmente éste OdC.

Áreas de surgencia productivas:

Son áreas donde se manifiesta el ascenso de aguas frías ricas en nutrientes desde los niveles más profundos, estimulando el crecimiento de fitoplancton. Las áreas de surgencia son diversas, presentan una marcada variabilidad estacional y son relevantes para el ingreso de energía nueva al sistema. En el Caribe colombiano se encuentran dos zonas de surgencia identificadas, la primera en la Guajira y la segunda frente al Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) [61].

La surgencia que ocurre permanente en la región de la Guajira es estimulada por la variación e intensidad estacional de la LLJ (Low Level Jet) del Caribe localizada entre el cabo de la Vela y punta Gallinas. Así mismo, los filamentos oceánicos que se producen se extienden al Caribe Central hasta 1200 km de distancia, influyendo en la dinámica del sistema, puesto que son responsables del transporte de partículas suspendidas, de organismos planctónicos y del reclutamiento de especies [62], lo que puede sugerir un tipo de conectividad con los ecosistemas del Caribe central.

La representación espacial de estas áreas se realizó entre la isóbata de los 10 m hasta los 200 m de profundidad sin incluir bahías. En el sector del PNNT se espacializó entre las isóbatas de los 50 a 200 m de profundidad incluyendo en este caso las diferentes bahías.

Comunidades biológicas relevantes

Dentro de este grupo se encuentran áreas de agregación y/o alimentación de especies amenazadas por ser de alto interés económico, sitios de agregación de especies amenazadas principalmente por la degradación de sus hábitats y ecosistemas extremadamente locales como las asociaciones de Helechal, Panganal, Arracachal y Corchal.

Áreas de nodriza y congregación de peces

El conocimiento que se tiene sobre los sitios de agregación de peces en el Caribe colombiano es limitado, sin embargo las poblaciones de peces demersales son sobreexplotadas por pescadores artesanales y principalmente por la pesca industrial de camarón donde la pesca acompañante es desmedida. Para espacializar estas áreas se utilizó la base de datos de puntos de arrastre de Duarte (2004) [63] y la base de datos de los cruceros de evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano de 1995 y 1996, Manjarrés (1995) [64]. Se trabajó con los datos de *Lutjanus analis* y *Lutjanus synagris* del área norte del Caribe colombiano. Se escogieron los estadios de desove V y VI, posteriormente los datos fueron agrupados de acuerdo a criterios que permitieran establecer sitios con alta probabilidad de reproducción. Entre ellos se consideraron el número de individuos, la proporción entre hembras y machos y en algunos casos se tenía información de sitios con presencia de primeros estadios larvales [65, 66]

Áreas de nodriza y desove de langosta

Entre los crustáceos de la familia Palinuridae, *Panulirus argus* es la especie más abundante y más importante desde el punto de vista comercial en el Mar Caribe. En Colombia se pesca industrialmente en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; a nivel artesanal en el área del Caribe continental, tanto para subsistencia, como para venta a hoteles y turistas. El Caribe colombiano puede dividirse en tres regiones en relación a la mayor concentración de las especies, siendo la zona del golfo de Urabá hasta punta Arboletes donde predomina *Loligoacula brevis*; desde punta Arboletes hasta Cartagena *Loligo Pealei*, y *Deryteuthis plei* desde

Carrizal hasta punta Castilletes. De igual forma que el objeto anterior la información georeferenciada disponible para langostas es limitada. Los estudios utilizados para representar espacialmente áreas de nodriza y desove de langosta fueron el de Merchan (2004) [67] resultado de la colección obtenida en la expedición INVEMAR-Macrofauna II; el de caracterización de los crustáceos decápodos del talud continental (300-500m) de profundidad [68] y el de las langostas chinas del Caribe colombiano [69]. De estos trabajos se obtuvieron coordenadas geográficas que fueron llevadas al sistema de información geográfico (SIG).

Áreas de nodriza y desove de *Strombus gigas*

Molusco gasterópodo herbívoro conocido comúnmente como caracol pala de importancia comercial. Debido a una creciente presión pesquera y pérdida de hábitat ha demostrado reducción significativa de sus poblaciones al punto de estar en riesgo de extinción [70, 71]. Como resultado de lo anterior la especie fue incluida dentro de la Lista Roja de animales amenazados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como especie comercialmente amenazada. También aparece en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Para representar espacialmente la información de *Strombus gigas* se utilizó la identificación de sitios de agregaciones en las islas de San Bernardo del Viento [72] de donde se obtuvieron áreas que fueron incluidas en el SIG.

Bancos de ostras períferas

La ostra perífera *Pinctata imbricata* es un bivalvo de la familia Pteridae ampliamente distribuida en el océano Atlántico. Se desarrolla en sitios de poca profundidad especialmente áreas de corales, conchas y pastos marinos (*Thalassia testudinum*) entre 5 y 30 m y aguas relativamente claras. Esta especie fue de gran importancia económica en el mar Caribe para la producción perífera especialmente durante las primeras décadas de 1900 principalmente entre las poblaciones del Pájaro y el cabo de la Vela. La intensidad de esta explotación declinó hacia finales de 1940 [73-75]. La información disponible de bancos de ostras

localizados en la Guajira esta recopilada en el trabajo de Borrero *et al.* (1996) [73]. Para el resto del Caribe existen reportes de la existencia de géneros de ostras períferas en otras áreas pero en densidades bajas y asociadas a formaciones coralinas que no forman bancos. Las condiciones que se presentan en La Guajira son las más propicias para la formación de bancos debido a las características topográficas, batimétricas y por la surgencia que enriquece las aguas. Los bancos se encuentran asociados a praderas de fanerógamas marinas y aunque en todo el Caribe se encuentran praderas las más extensas se localizan en La Guajira.

Áreas de anidación de tortugas marinas:

Las tortugas representan el segundo grupo de vertebrados tetrápodos más amenazado en Colombia. Con excepción de la especie *Lepidochelys kempii* de la cual se tienen tres registros accidentales en el Caribe colombiano, las seis especies de tortugas marinas presentes en los mares colombianos se encuentran amenazadas de extinción. La especie con el mayor riesgo de desaparición es la tortuga *Dermochelys imbricata* (Tortuga Carey) catalogada por la UICN en peligro crítico (CR). Las tortugas *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Chelonia*, *Mydas* y *Chelonia agassizii* son consideradas como en peligro (EN). Todas habitan en el Caribe pero solo las cuatro últimas anidan con cierta regularidad en las playas colombianas. Un gran número de individuos de estas especies es capturado anualmente en las áreas de forrajeo y en playas de anidamiento, lo cual sumado a la recolección masiva de huevos y la captura de individuos durante las pesquerías artesanales e industriales han generado un disminución acelerada de algunas poblaciones como la de *Dermochelys imbricata* que se encontraba con frecuencia en los Cayos del Archipiélago de San Andrés y Providencia.

La información utilizada para especializar áreas de anidación proviene del trabajo de Ceballos (2004) [76]. Los puntos existentes con coordenadas se llevaron al sistema y se relacionaron con playas que sirven de sitios de anidación. Se tomaron todas las ocurrencias comunes, abundantes y raras y se dejaron como puntos. Se representaron

gráficamente puntos correspondientes a las cuatro especies de tortugas presentes en el Caribe colombiano, *Dermochelys imbricata*, *Caretta caretta*, *Cheledonia mydas* y *Dermochelys coriacea* [76].

Áreas de alimentación y forrajeo de tortugas marinas

Es de especial importancia para la conservación de éstas especies identificar lugares donde se reproducen, las áreas donde obtienen su alimento, las rutas tradicionales de migración y la evaluación de otros hábitats críticos. Esta información es escasa en Colombia, la existente principalmente proviene de reportes de pescadores artesanales. Uno de los sitios de importancia para forrajeo es la península de La Guajira.

Para la representación espacial de áreas de alimentación y forrajeo de tortugas los puntos con coordenadas obtenidos de Ceballos (2004) fueron llevados al sistema y se relacionaron con áreas de fanerógamas marinas y arrecifes coralinos como sitios de alimentación en los casos en que esto fue posible. Ya que los puntos de alimentación correspondían a puntos de avistamiento se establecieron criterios de utilización de información con el objetivo de aumentar la certeza del análisis. (1) Se utilizaron los registros de *Cheledonia midas* (tortuga carey) la cual es exclusivamente herbívora y se alimenta de fanerógamas como *Thalassia testudinum*, *Syringodium* y *Halodule* y los registros de *Eimochelys imbricata* (Tortuga verde) la cual se alimenta de invertebrados bentónicos, esponjas y otros organismos asociados a los arrecifes coralinos. (2) Solo se utilizaron los registros que estaban clasificados como abundantes o comunes eliminando los raros. (3) Los puntos de avistamiento que no coincidían con ninguna área de alimentación fueron eliminados con excepción de tres puntos localizados entre Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM y el puerto Carbonífero de la empresa Drummond en el sistema costero Magdalena (MAG), correspondientes a avistamientos de *E. imbricata* ubicados a una distancia de 17 km aproximadamente de un bajo coralino (frente a la CGSM).

Áreas de concentración de *Crocodylus acutus*

Esta especie se encuentra distribuida principalmente en las áreas hidrográficas de los ríos Magdalena - Cauca. Los estudios más recientes indican que se encuentra en la CGSM, en Bahía Portete, el Canal del Dique y en las ciénagas de la Caimanera y Cispatá [77]. *C. acutus* está catalogado nacionalmente como especie en peligro crítico de extinción (CR), esto como resultado de la cacería masiva que representó una fuente de alimento para pescadores y campesinos, además de ingresos económicos por el alto valor de la piel en los mercados internacionales. Actualmente, las principales amenazas para la especie son la pérdida de hábitat y la fragmentación de las poblaciones [78].

A pesar de que se tienen identificadas las áreas donde se localiza esta especie, no se dispone de información georeferenciada que permita representarlas gráficamente. En este caso la estrategia utilizada fue demarcar con ayuda de los expertos los sitios con poblaciones de *C. acutus* en el SIG y posteriormente generar un buffer de 500 a 1000 m según el área. Los puntos se marcaron de acuerdo a los sitios reportados, asociados a desembocaduras de los caños en las Ciénagas o en los Estuarios (Ulloa, com. pers., 2006).

Áreas de congregación, alimentación, reproducción de mamíferos acuáticos (cetáceos, manatíes, nutrias):

El manatí (*Trichechus manatus*) es una especie incluida en la lista de especies amenazadas de Colombia debido principalmente a la pérdida de hábitat por deforestación, drenaje de ciénagas, contaminación, presión antrópica, implementación de sistemas de desarrollo económico y agropecuario, enmallamientos accidentales en redes de pesca, cacería con arpón y trampas, colisión con botes, contaminación por hidrocarburos, potrerización, camaroneras, fumigaciones, agroindustria [79]. Las agregaciones de esta especie están asociadas con la distribución de pastos marinos y de vegetación vascular dulce acuícola. Los manatíes son flexibles en sus hábitos alimenticios, toleran

grandes rangos de salinidad y turbidez e impacto antrópico en líneas costeras o ribereñas.

Otra especie amenazada es la nutria (*Lontra longicaudis*) la cual también se ha observado en los caños asociados al río Magdalena [80]

Los cetáceos (delfines y ballenas) también fueron considerados dentro de este grupo. Su importancia radica en la posición, como depredador tope, en la cadena alimenticia. Este grupo influye en la estructura y funcionamiento de algunas comunidades acuáticas debido a su abundancia y tamaño corporal. Son elementos vulnerables del ecosistema debido a sus bajas tasas de reproducción y por el incremento en la extracción pesquera dirigida a especies que hacen parte de su dieta. Las especies observadas en el Caribe colombiano son: *Balaenoptera edeni*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* y *Globicephala macrorhynchus* [81].

En la literatura se encuentra el reporte de algunos sitios con presencia de mamíferos acuáticos, sin embargo, no se disponen de coordenadas geográficas que permitan representar gráficamente esta información fácilmente [82, 83]. En este caso se contó con la ayuda de los expertos en el tema principalmente investigadores vinculados con Fundación Omacha y Yubarta quienes ayudaron a localizar puntos de congregación de mamíferos.

Este objeto se espacializó teniendo en cuenta los sitios mencionados en los reportes y por los expertos y luego se utilizó un buffer de 500 m que comprendiera principalmente el espejo de agua. También, se tuvieron en cuenta las áreas que podrían estar asociadas con sitios de alimentación.

Áreas de congregación de aves marinas y playeras

Las aves marinas se encuentran principalmente asociadas a playas rocosas, acantilados y cayos localizados a lo largo del Caribe colombiano. Otros hábitats importantes son ecosistemas de manglar, lagunas costeras y humedales de agua dulce, caracterizados por la alta diversidad de especies. Sin embargo, se encuentran bajo presión continua por diferentes núcleos de

desarrollo económico producto de la explotación pesquera y maderera [84, 85]. La deforestación de manglares y la reducción de humedales como las madrevejas representan una amenaza para las aves a escala nacional y regional, ya que ocasiona la pérdida de sitios de reproducción y de grandes concentraciones de aves en época de migración [85-88]. Existen pocos estudios e inventarios taxonómicos de aves en el Caribe colombiano y la información existente generalmente no está georeferenciada; en este caso la representación espacial de áreas de congregación de aves marinas se realizó teniendo en cuenta los sitios reportados en los trabajos realizados para el Caribe, el reporte de AICAS [89] e informes de la Fundación Calidris así como sitios señalados por los expertos. Se seleccionaron áreas de manglar cercanas a espejos de agua de ciénagas y acantilados rocosos de los sitios reportados. Para delimitar las áreas se trazaron polígonos que incluyeron las áreas de manglar más cercanas al espejo de agua. En el caso de las playas y acantilados se trazaron áreas con un buffer de 3 a 5 m.

Helechales

Este OdC se encuentra en el sistema costero de Darién (DAR) específicamente en la ensenada de Rionegro, entre el ecosistema de manglar y los ecosistemas terrestres adyacentes. Esta asociación cumple una función de protección y recepción de aguas. Esta conformada por una asociación de helechos, principalmente helecho de manglar (*Acrostichum aureum*), entre otros no clasificados, además de la esporádica presencia de arracachos (*Montrichardia arborescens*), algunos pastos y vegetación flotante que cubre depresiones que se encuentran en su interior [90].

Los helechales también se encuentran en áreas aledañas a los manglares y arracachales en las bocas del Atrato, en cuya zona se asocian especialmente con la enea y vegetación halófila flotante conformando generalmente un estrato previo al arracachal. Cuando se realizan aprovechamientos o aclareos que dejan descubierto el dosel del manglar el helecho prolifera rápidamente conformando un nuevo ecosistema difícil de erradicar [90].

Arracachal

Corresponde a una asociación vegetal donde predomina la especie *Montrichardia arborescens* de la familia aráceae. Forma rodales monoespecíficos y se encuentra localizada en áreas adyacentes al manglar. Es de especial interés ya que solo se identificó para la zona costera del Darién [90].

Pangana

Esta asociación ocupa una gran extensión en la zona delta-estuarina del río Atrato. Corresponde a una palma, familia Arecaceae, cuya especie es *Raphia taedigera* conocida como palma pangana [90].

Corchal

Asociación vegetal dominada por la especie *Pterocarpus officinalis*. Asociada a sitios cercanos

a ecosistemas de manglar, la cual forma rodales. Actualmente, solo se encuentran algunos parches dominados por esta especie principalmente en la desembocadura del río San Salvador y en el Santuario de Flora y Fauna Mono Hernández (Giovanni Ulloa, com. Pers., 2006).

Riqueza de objetos de conservación

De manera general al construir un mapa de riqueza de objetos de conservación para el Caribe continental colombiano (Figura 12), podemos observar que existen algunas áreas específicas donde se presenta mayor concentración de objetos (≥ 4), como bahía Tukakas, bahía Hondita y bahía Portete en La Guajira, frente al PNN Tayrona, Isla Arena, Sector de Tierra Bomba Isla Barú, Archipiélago Corales del Rosario y San Bernardo, bahía Cispatá, Isla Fuerte, bajo Bushnell, desembocadura del río Atrato, Capurgana y Sapzurro.

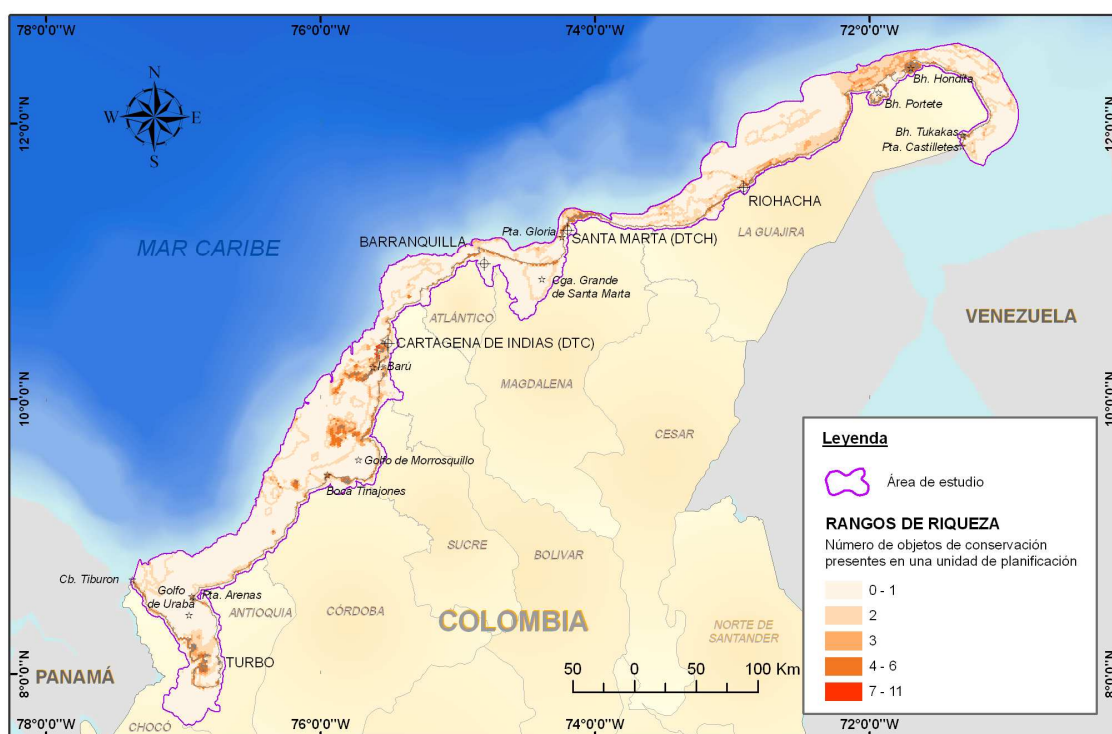


Figura 12. Distribución de riqueza de objetos de conservación en el Caribe continental colombiano

Amenazas a la biodiversidad

Los ecosistemas marinos y costeros del Caribe colombiano, están sometidos y expuestos a diversas actividades productivas y de manera indirecta son afectados por actividades que se desarrollan en el interior del país, entre estos, contaminantes y sedimentos aportados por distintas vías (ríos, escorrentías, etc.) provenientes de diferentes sectores de las cuencas hidrográficas que drenan a la zona costera. Los efectos ambientales asociados con las descargas de los ríos, suelen ser locales, pero en determinadas zonas geográficas tienen consecuencias trans-fronterizas [12,100]. El aumento de nutrientes en la zona marina y costera, puede conducir a la eutrofización fenómeno que puede incrementar la productividad

biológica hasta cierto nivel, y luego la concentración de oxígeno se ve disminuida hasta llegar a límites que ponen en riesgo la salud de los ecosistemas. Como resultado de la eutrofización se producen cambios en la diversidad y ocurre un excesivo crecimiento de algas y mortandad de peces.

En la Tabla 4, se encuentra el listado de las amenazas a la biodiversidad que afectan los objetos de conservación para el Caribe continental colombiano identificadas en los talleres nacionales con los diferentes expertos. Cabe anotar que no todas estas amenazas fueron abordadas desde el punto de vista espacial por no tener información disponible para tal fin, sin embargo si hicieron parte del análisis de viabilidad.

Tabla 4. Principales amenazas naturales y antrópicas que afectan los objetos de conservación de Caribe continental colombiano.

AMENAZAS NATURALES	
Cambio Climático	- Ascenso en el Nivel del Mar - Aumento de temperatura - Erosión, intrusión salina e inundación
Eventos Extremos	- Huracanes - Tsunamis - Mar de Leva - Efecto de ENSO
AMENAZAS ANTRÓPICAS	
Contaminación	- Procesos de eutrofización - Aporte de sedimentos de cuencas - Descarga de contaminantes de actividades urbanas, industriales y agrícolas - Aumento de la DBO y la DQO - Descarga de aguas de sentina - Contaminación por hidrocarburos y por carbón
Sobre-explotación de recursos naturales	- Acuicultura - Captura ilegal (cacería), pesca chinchorro, mallas y sobrepesca, saqueo de nidadas y comercio ilegal - Extracción de invertebrados - Extracción de madera - Pesca (artesanal, industrial, de arrastre, etc.) - Extracción de arena
Desarrollo Poblacional	- Desarrollo turístico (infraestructura, buceo, turismo de playa) - Desarrollo urbano y rural, expansión de la frontera agrícola
Muelles y Desarrollo Portuario	- Dragado y depósito de material de dragado, erosión - Navegación y Tráfico de embarcaciones artesanales e industriales - Ruido, descarga de desechos sólidos, turbulencia de propelas, daño del fondo por anclas - Anclaje de embarcaciones - Operación de muelles e infraestructura portuaria - Barcos de apoyo, tanqueros y metaneros
Explotación de Hidrocarburos	- Exploración sísmica, perforación exploratoria, construcción de bases en tierra, operación base en tierra - Desarrollo. Perforación, líneas de flujo, operaciones costa afuera - Explotación, transporte, construcción de muelles, tendido de tuberías, transporte aéreo - Mejoramiento, perforación y rehabilitación de pozos - Almacenamiento, patio de tanques en tierra, almacenamiento costa afuera - Desmantelamiento, explosión, abandono de estructuras, desinstalación

Las principales actividades económicas desarrolladas en las aguas marinas del Caribe colombiano son navegación, turismo, pesca y más recientemente la explotación de yacimientos de gas. Estas aguas reciben descargas provenientes del área continental, resultado de actividades económicas como agricultura, industria y minería, entre otras [46]. En las descargas de aguas residuales, se encuentran diferentes contaminantes entre los cuales predominan la materia orgánica, sólidos en suspensión (SST), hidrocarburos y grasas, nutrientes inorgánicos y sustancias tóxicas (plaguicidas, metales pesados, entre otros).

El fuerte desarrollo poblacional y turístico en las zonas costeras del país, ha provocado un deterioro de ecosistemas como playas y litorales rocosos por construcción de infraestructuras, producción de basuras, residuos sólidos y líquidos, que afectan directamente la calidad paisajística de estos ecosistemas, disminuyen sus bienes y servicios ambientales, que termina por afectar la calidad de vida de las comunidades locales, sus ingresos económicos y de la nación.

De todas las posibles amenazas que pueden afectar la conservación de la biodiversidad existen algunas más inminentes de las cuales el país tiene información actualizada y por lo tanto es posible su representación espacial, por lo cual fueron seleccionadas en este trabajo.

Dentro de las amenazas que producen afectación actual se encuentran, la pesca industrial (por arrastre de camarón), las actividades portuarias, contaminación microbiológica (coliformes fecales), contaminación por organoclorados y metales pesados (Cr, Pb, Cd), contaminación por hidrocarburos y sólidos suspendidos totales -SST. Se hizo la representación gráfica de las amenazas de los centros urbanos (densidad poblacional), extracción productiva, camaroneras, salinas e impacto del turismo.

Como eventual amenaza natural sobre los ecosistemas marinos y costeros se escogió el ascenso del nivel del mar a causa del cambio climático global.

A cada amenaza se le asignó un valor entre 1 y 3 indicando así el grado de intensidad de la amenaza. Entre mayor es el grado de intensidad (p.e. concentración de un contaminante) mayor es el valor asignado. También se dio un valor de acuerdo con el grado de magnitud del impacto generado por la amenaza, donde 3 corresponde a un impacto alto, 2 impacto medio y 1 impacto bajo (p.e. A mayor concentración del contaminante, mayor será su magnitud de afectación sobre ecosistemas y fauna) (Tabla 5).

Tabla 5. Calificación de las amenazas de acuerdo con el grado de intensidad e impacto.

Grado de intensidad Amenaza (GA)	Valor (GA)	Impacto Amenaza (IA)	Valor (IA)	Peso Total (GA*IA)
Alto	3	Alto	3	9
Alto	3	Medio	2	6
Alto	3	Bajo	1	3
Medio	2	Medio	2	4
Medio	2	Bajo	1	2
Bajo	1	Bajo	1	1

Para fines de la obtención del portafolio de sitios prioritarios de conservación con la ayuda del software MARXAN, se asume que las amenazas representan un costo que condiciona la selección de dichos sitios. El concepto de costo y su aplicación son descritas en detalle en el capítulo 3. Entonces, para obtener un valor de costo por amenaza se multiplicó el grado de intensidad de amenaza por el impacto y por el área afectada por la amenaza. La clasificación de amenazas de acuerdo con su intensidad e impacto permiten valorar como se vería afectados los atributos ecológicos clave de los objetos de conservación.

A continuación se describen las amenazas consideradas de Caribe continental colombiano para su representación espacial.

Amenazas naturales

Ascenso en el nivel del mar

Los mayores efectos generados por el cambio climático global se presentarán en las zonas costeras e insulares. La magnitud del impacto dependerá de la vulnerabilidad de los ecosistemas

y de los sistemas productivos presentes. La zona costera estaría en su totalidad afectada por el ascenso en el nivel del mar -ANM, y su impacto dependerá de las características de los ecosistemas y especies que se encuentren en el área, de su resiliencia y capacidad de colonizar nuevas áreas viables. De acuerdo con los lineamientos de la Primera Comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático [91] de los manglares, arrecifes coralinos, playas y playones estos son considerados de vulnerabilidad crítica. Las fanerógamas marinas y los litorales rocosos de vulnerabilidad media y los bosques secos tropicales, los bosques húmedos tropicales, los fondos de plataforma continental de vulnerabilidad baja [92].

Para representar espacialmente esta amenaza se utilizó la información digital existente sobre un escenario de inundación en 100 años, generada por el INVEMAR (2003) a nivel nacional, en la cual se incluyen los principales efectos por inundación, intrusión marina y erosión costera [93]. Se delimitaron segmentos sobre la línea de costa correspondientes a sitios donde el ANM puede representar una amenaza dado el tipo de ecosistema o geoforma, entre estos se encuentran valles aluviales, lagunas costeras, llanuras costeras, manglares, panganales, helechales, corchales, los cuales se verían afectados por dicho ascenso [92].

La amenaza por ANM fue clasificada en todos los casos como grado 3 (alto) e impacto 3 (alto).

Amenazas antrópicas

Pesca industrial: arrastre de camarón en el Caribe.

La pesquería de arrastre deteriora el fondo marino, remueve el bentos y afecta la comunidad demersal debido a la extracción de camarón y a la captura de fauna acompañante [63]. A nivel mundial, la pesca con redes de arrastre de camarón es la que más fauna acompañante captura, afectando la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas [94, 95]. Un estudio retrospectivo de la estructura comunitaria y abundancia del camarón y de la fauna acompañante diagnosticó tendencias de

disminución general en la biomasa de los recursos demersales impactados por la pesquería de arrastre en el norte del Mar Caribe de Colombia [63].

La pesca de arrastre de camarón afecta las comunidades demersales debido a la remoción selectiva de individuos de un determinado rango de tallas, tanto de las especies objetivo como de las que sin ser objetivo son capturadas como fauna acompañante, y la modificación del hábitat [95].

En el Caribe colombiano existen siete zonas de pesca (acuerdo 000012 del INPA, 1995):

- Zona 1: Cabo Tiburón-punta Arboletes
- Zona 2: Punta Arboletes-punta Rincón
- Zona 3: Punta Rincón-punta Galeras
- Zona 4: Punta Galeras-desembocadura de la CGSM
- Zona 5: Desembocadura de la CGSM-cabo San Agustín
- Zona 6: Cabo San Agustín-punta Carrizal
- Zona 7: Punta Carrizal - Límite terrestre entre Colombia y Venezuela

Sin embargo, la información estadística se viene consolidando en dos sectores, sector norte entre Cartagena y punta Espada en la Guajira y el sector sur entre Cartagena y cabo Tiburón-Darién.

Para el año 2004, se reportó un número de 53 flotas con patente para operar, de las cuales 56.6% eran colombianas y 43.4% extranjeras. El 87% de las embarcaciones con cuatro equipos en operación y dos redes por banda, excepto siete embarcaciones localizadas en Tolú (sistema costero Morrosquillo). Estas últimas, con solo una red por banda y con faenas de pesca concentradas en el golfo de Morrosquillo [96].

Para representar espacialmente la amenaza por pesca de arrastre se utilizó la información disponible para el norte de Caribe colombiano, resultado de la evaluación de las capturas de los desembarcos, el esfuerzo y los índices de captura por unidad de esfuerzo de la flota de arrastre camaronera que faenó en este sector entre enero de 2000 y junio de 2001 [97]. En los resultados de la investigación se encuentran categorías por

esfuerzo pesquero clasificadas en: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo.

Para el sur la representación espacial se hizo a partir de la información suministrada por el trabajo de Duarte *et al.* (2006) donde se monitorearon arrastres en el Caribe colombiano entre julio y septiembre del 2004, muestreando un total de 67 lances de pesca, 32 al sur y 35 al norte del Caribe. Se definió un buffer con radio de 17 m a las líneas de arrastre definidas por las coordenadas del punto inicial y final del arrastre [98]. La pesca industrial fue clasificada en alta y baja teniendo en cuenta el número de arrastres por zona de pesca, de acuerdo con la clasificación realizada por Viaña *et al.* (2004) [97].

Para obtener una clasificación de la pesca de arrastre en el sur se compararon los valores obtenidos para dicha área con la clasificación realizada para el norte del Caribe, clasificando así todas las áreas de pesca industrial de camarón identificadas para el sur, como grado de amenaza baja. La información disponible, especialmente para la zona sur, es limitada, y se sabe por comunicación personal de los expertos que acompañaron el proyecto que un gran número de embarcaciones pescan en esta zona, sin embargo, debido a la falta de información georeferenciada disponible es posible que este subestimada la extracción pesquera para esta área.

Puertos y muelles

La actividad portuaria en Colombia se concentra principalmente en la costa Caribe. Los principales puertos se encuentran en las ciudades de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta. Existen otros puertos de menor movimiento como el de Turbo, golfo de Morrosquillo y otros en La Guajira. La zona circundante a Santa Marta cuenta con los terminales de Ecopetrol-Pozos Colorados (muelles petrolero), Prodeco y Drummond (muelles carboneros). Estudios recientes indican que el 80% del comercio mundial y 85% del colombiano se realiza por vía Marítima. Durante el 2006 [98] el Instituto Nacional de Concesiones (INCO) recibió 18 peticiones de concesión para construir o ampliar terminales portuarios en Colombia, de los cuales seis estarán ubicados en Cartagena y dos en el corredor Santa Marta-Ciénaga [99].

Los puertos y muelles en Colombia son utilizados para el transporte de hidrocarburos, granel líquido y sólido, carbón, productos químicos, pesca, siderurgia, cementos, entre otros. Dependiendo de esta clasificación representan un grado mayor o menor de amenaza para la conservación de la biodiversidad. En la Tabla 6, se observa una lista de los principales puertos localizados en el Caribe continental colombiano, el tipo de carga que se moviliza e ellos y el tamaño de embarcaciones que predomina.

Tabla 6. Principales puertos marítimos localizados en el Caribe continental colombiano clasificados por tipo de carga y tipo de embarcaciones.

Puerto	Tipo de carga que moviliza	Tipo de embarcaciones
Ecopetrol-Pozos colorados	Granel líquido, petróleo	Grande
C.I. PRODECO	Granel sólido, carbón	Grande
American Port Company (Drummond)	Granel sólido, carbón	Grande
Sociedad portuaria Regional de Cartagena	Muelles de carga general	Grande
Zona Portuaria Golfo de Morrosquillo	Combustibles	Grandes, medianas
Zona Portuaria Guajira	Carbón	Grandes, medianas
Zona Portuaria Cartagena	Combustibles, granel sólido y líquido, productos químicos, pesca, astilleros	Grandes, medianas
Zona Portuaria Santa Marta-Ciénaga	Granel sólido y líquido, carbón	Grandes, medianas
Zona Portuaria Barranquilla	Granel sólido y líquido, siderúrgica, pesca, cementos, combustibles	Grandes, medianas
Zona Portuaria Turbo		Mediana

Los puertos representan una amenaza por ser áreas donde se mueven constantemente cargas como el petróleo y sus derivados, con un alto riesgo de generar derrames que podrían causar un deterioro severo a los ecosistemas marinos y costeros, al igual que las trazas de lubricantes y combustibles, resultado del manejo y mantenimiento inadecuado de las embarcaciones. Las aguas de sentina son la causa en muchos casos de la introducción de especies invasoras que alteran la dinámica natural de los ecosistemas afectando la diversidad y abundancia de las especies nativas. El material particulado que se deposita lentamente en las aguas puede también ser fuente de contaminación. El ruido, la descarga de desechos sólidos, la turbulencia generada por las propelas, el daño de fondos por anclaje de embarcaciones son otras causas de deterioro y amenaza a los ecosistemas marinos y costeros, relacionadas con los puertos y muelles [23].

El grado de amenaza por operación de puertos y muelles se clasificó en alta, media y baja de acuerdo con el tamaño de las embarcaciones, el tipo de carga movilizada y el tráfico y movimiento de carga. La Tabla 7 muestra los detalles de dicha clasificación.

Tabla 7. Clasificación del grado de amenaza de los puertos y muelles del Caribe continental colombiano de acuerdo con el tipo de embarcaciones, carga que moviliza y tráfico.

Grado de amenaza	Tipo de embarcación	Tipo de carga que moviliza	Tráfico y movimiento de carga
Alto = 3	Grandes y medianas	Carga seca, mixta, pesca, industrial, carbón, petroquímico.	Alta
Medio = 2	Grandes, medianas y pequeñas	Carga seca, deportivo, transporte personal, carbón, pesca industrial, pesca artesanal, remolcadores, turismo	Media
Bajo = 1	Medianas y pequeñas	Carga seca, deportivo, pesca industrial, pesca artesanal, transporte de personal, turismo	Bajo

Para la representación espacial del impacto por la operación de puertos y muelles se construyeron zonas concéntricas alrededor de estos, con radios variables de acuerdo con la clasificación de la amenaza, como se muestra en la Tabla 8.

Grado de amenaza por puertos y muelles	Radios de influencia (km)		
	impacto alto	impacto medio	impacto bajo
Bajo = 1	3	2	1
Medio = 2	6	4	2
Alto = 3	9	6	3

Tabla 8. Radio de influencia de la amenaza por puertos y muelles de acuerdo con el tipo de impacto.

Las rutas de navegación marina pueden representar también una amenaza potencial por descarga de aguas de sentina, trazas de contaminantes, ruido, turbulencia, colisión con especies marinas, entre otros. Sin embargo, para este ejercicio de planificación no se tuvieron en cuenta, primero, por la falta de información más precisa y segundo, debido a que la escala de trabajo, no permitía generar un escenario de “costos” que realmente influyera sobre la decisión de seleccionar uno u otro sitio.

Contaminación

Las principales fuentes de contaminación en el Caribe colombiano se resumen en: Contaminación por materia orgánica y nutrientes, contaminación microbiana, elementos químicos, como metales pesados, en concentraciones superiores a los niveles permitidos, componentes orgánicos sintéticos en los sedimentos, residuos oleosos provenientes de derrames de petróleo y residuos sólidos [46].

Los ríos y corrientes de aguas continentales son la principal fuente de materia orgánica en las zonas costeras del Caribe colombiano. También se presenta una sobrecarga de materia orgánica por aguas residuales de poblaciones costeras y residuos oleosos por la falta de sistemas de tratamiento adecuados. Existen derrames localizados de hidrocarburos en zonas cercanas a los puertos [46].

La información de contaminación para el área de estudio se tomó de la base de datos de la Red de vigilancia de la calidad ambiental marina de Colombia (REDCAM), coordinada por el INVEMAR¹ promediando los valores desde el

¹ (www.invemar.org.co/psubcategorias.jsp?idsub=252&idcat=105)

2001 al 2005, sin discriminar por época climática y teniendo en cuenta solo muestras superficiales.

La REDCAM tiene en total 336 estaciones, de las cuales 226 se encuentran a lo largo de la costa del Caribe colombiano (playas, muelles, emisarios, entre otros) y recoge muestras en los principales ríos del área de estudio, tanto al interior de la desembocadura de estos, como frente a ella en el mar.

Las variables de contaminación incluidas en el análisis fueron contaminación microbiológica por Coliformes Fecales -CFS, contaminación física por Sólidos Suspendidos Totales -SST, contaminación química por Organoclorados Totales, Hidrocarburos Disueltos y Dispersos y Metales pesados (principalmente Cadmio, Cromo y Plomo).

Se escogieron las estaciones de muestreo localizadas dentro de los ríos como fuente directa de contaminación ya que la información obtenida en las desembocaduras puede estar afectada por las características físicas de la mezcla y turbulencia. Con la ayuda de expertos vinculados al sistema de monitoreo y análisis de la REDCAM se definieron los radios de dispersión e impacto de los contaminantes teniendo en cuenta la naturaleza del contaminante y su comportamiento en aguas marinas. Para clasificar el grado de contaminación se utilizó la escala de Marín *et al.*, (2001) [101] donde aparecen los rangos de concentración clasificados en alto, medio, bajo y no contaminante. A continuación aparecen los contaminantes espacializados clasificados por grado de contaminación. Cada grado de contaminación aparece a su vez clasificado en tres niveles dependiendo del impacto (alto, medio, bajo). Asociado al impacto hay un valor o peso y un radio (km) a partir del cual se graficaron las áreas de influencia del contaminante como áreas concéntricas.

Coliformes Fecales -CFS

La contaminación por coliformes fecales está asociada principalmente a las aguas residuales que son vertidas directamente al océano sin ningún tratamiento previo. Las descargas de los ríos Magdalena y Sinú representan la mayor contribución de Coliformes fecales en el Caribe

colombiano. Esto está relacionado directamente con las ciudades con mayor densidad poblacional que aportan un alto porcentaje de desechos de aguas residuales domésticas. Las ciudades que mayor aporte de aguas domésticas presentan en orden de mayor a menor son: Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Turbo [46].

- Contaminación Alta (CA): > 50.000 NMP/100 ml. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 3 km y un peso de 3, el segundo anillo tiene un radio de 7 km y un peso de 2 y el anillo externo de 14 km y peso de 1.

- Contaminación Media (CM): 2.400 – 50.000 NMP/100 ml. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno es de 2 km con un peso de 3, el segundo anillo es de 5 km con un peso de 2 y el anillo externo es de 10 km con peso de 1.

- Contaminación Baja (CB): 200 – 2400 NMP/100 ml. El buffer es de tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 1 km y un peso de 3, el segundo un radio de 3 km y un peso de 2, y el anillo externo un radio de 6 km y peso de 1.

Sólidos suspendidos totales -SST

Los sólidos suspendidos totales están principalmente asociados con la descarga de los ríos y con la escorrentía. Para complementar la información obtenida a través de los puntos de muestreo de REDCAM, se realizó una interpretación visual de las plumas de los principales ríos afluentes en el Caribe colombiano. Las imágenes utilizadas corresponden al banco de imágenes Landsat TM de diferentes años y épocas del laboratorio de Sistemas de Información (LabSIS) de INVEMAR. Esta interpretación incluye la representación espacial de la descarga de los ríos Magdalena, canal del Dique, río Sinú y Atrato. Para delimitar el área de influencia de estos ríos se utilizó la pluma de sedimentos observada en las imágenes analizadas (Figura 13).

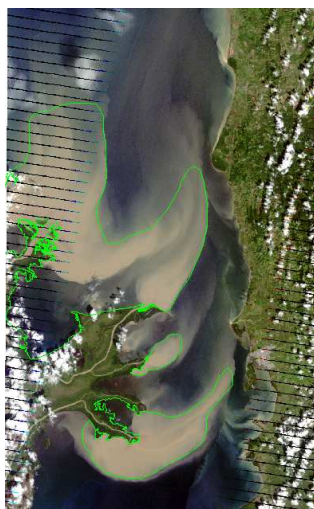


Figura 13. Delimitación de sólidos suspendidos totales (SST) en la desembocadura del río Atrato (imagen Landsat TM 2003)

A continuación aparece la clasificación de SST por grado de amenaza, el peso asignado y el radio utilizado para su representación espacial:

- Contaminación Alta (CA): > 100 mg/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 1 km y un peso de 3, el radio del segundo anillo es de 3 km, con peso de 2 y el anillo externo tienen radio de 6 km con peso de 1.
- Contaminación Media (CM): 41 – 100 mg/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno con un radio de 500 m y un peso de 3. El segundo anillo con radio de 1.5 km y peso de 2 y el anillo externo con un radio de 3 km y peso de 1.
- Contaminación Baja (CB): 0 – 40 mg/l. El buffer tiene tres anillos. El radio del anillo interno es de 200 m y peso 3, el del segundo anillo es de 500 m y un peso 2 y el anillo externo un radio de 2 km y peso 1.

Metales pesados

Para determinar los rangos de contaminación alto, medio y bajo que representan los metales pesados se utilizaron los valores indicativos del grado de contaminación de Marín *et al.* (2001) [101] (Tabla 9). De acuerdo con las sugerencias de los expertos se utilizaron los metales pesados Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) por ser los de mayores implicaciones para la salud de los ecosistemas y las especies asociadas.

Tabla 9. Definición de rangos de contaminación de metales pesados (Cadmio, Cromo y Plomo) en el Caribe continental colombiano

Metal pesado	Rango de contaminación		
	Alto (mg/L)	Medio (mg/L)	Bajo (mg/L)
Cd	> 0.04	0.02-0.04	0.002-0.004
Cr	> 0.05	0.025-0.05	0.025-0.005
Pb	> 0.5	0.05-0.5	0.001-0.05

Para expresar la contaminación por metales pesados como un valor único se utilizó el sistema de indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia de Marín *et al.* (2003) [102]. Este índice permite calcular un valor integrado de los tres metales más importantes para contaminación Cd, Cr y Pb. Los radios utilizados para construir los buffers aparecen a continuación:

- Contaminación Alta (CA): El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 0.5 km y un peso de 3, el radio del segundo anillo es de 1 km, con un peso de 2 y el anillo externo es de 2 km con peso de 1.
- Contaminación Media (CM): El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 1 km y pesa 3, el radio del segundo anillo es de 0.5 km con peso de 2 y el anillo externo tiene un radio de 0.25 km con un peso de 1.
- Contaminación Baja (CB): El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 2 km y peso 3, el radio del segundo anillo es de 1 km, con peso de 2 y del anillo externo es de 0.5 km con peso de 1.

Organoclorados totales

Los organoclorados se clasificaron en contaminación alta, media y baja de acuerdo con su concentración mínima aceptable para consumo de agua potable (Tabla 10) [101].

Tabla 10. Definición de rangos de contaminación de organoclorados totales en el Caribe continental colombiano

Contaminante	Concentración	Rango de Contaminación
Organoclorados totales	> 30 µg	Alto
	10-30 µg	Medio
	3-10 µg	Bajo

Se utilizaron dos tipos diferentes de radios para construir los buffer, uno para la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), dado que la movilidad de los organoclorados es menor en esta área y el segundo para el resto de sitios donde la dispersión de este compuesto es mayor por las características del flujo hídrico.

Para la CGSM se definió la representación espacial de contaminación por organoclorados totales así:

- Contaminación Alta (CA): > 30 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno con un radio de 0.5 m y un peso de 3, el radio del segundo anillo de 1 km con un peso de 2 y el anillo externo con un radio de 2 km con un peso de 1.
- Contaminación Media (CM): 10 – 30 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno con un radio de 0.25 km y un peso de 3. El segundo anillo con radio de 0.5 km y un peso de 2 y el anillo externo con radio de 1 km y peso de 1.
- Contaminación Baja (CB): 3 – 10 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno con un radio de 0.125 km y un peso 3, el segundo anillo con un radio de 0.25 km y un peso de 2 y el anillo externo con un radio de 0.5 km y peso 1.

Para los demás sitios del Caribe donde los organoclorados son más móviles los radios utilizados fueron los siguientes:

- Contaminación Alta (CA): > 30 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 1 km y un peso de 3, el radio del segundo anillo es de 2 km, con peso de 2 y del anillo externo es de 4 km de radio y peso de 1.
- Contaminación Media (CM): 10 – 30 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El anillo interno con un radio de 0.5 km y un peso de 3. El segundo anillo con radio de 1 km y peso de 2 y el anillo externo con radio de 2 km y peso de 1.
- Contaminación Baja (CB): 3 – 10 ug/l. El buffer tiene tres anillos. El radio del anillo interno es de 0.25 km y peso 3, el del segundo anillo es de 0.5 km y peso 2 y el del anillo externo de 1 km y peso 1.

Hidrocarburos

La contaminación por hidrocarburos se debe considerar de carácter puntual en la mayoría de los casos ya que corresponde a problemas locales por derrames crónicos en los puertos, las refinerías de petróleo y por los buques de cabotaje o accidentales por lo buques de tráfico internacional. Las aguas servidas municipales pueden contener cantidades considerables de aromáticos polinucleares [103], que provienen del mal manejo de los desechos oleosos en las ciudades costeras [104, 105]. Durante el año 2005, se presentaron varios incidentes con derrames de hidrocarburos en diferentes zonas costeras del Caribe colombiano, como Cartagena y Santa Marta [105].

La representación espacial se realizó de la siguiente forma:

- Contaminación Alta (CA): El buffer tiene tres anillos. El anillo interno tiene un radio de 1 km y un peso de 3, el segundo anillo tiene un radio de 2 km y un peso de 2 y el anillo externo de 4 km y peso de 1.
- Contaminación Media (CM): El buffer tiene tres anillos. El anillo interno es de 0.5 km con un peso de 3, el segundo anillo es de 1 km con peso de 2 y el anillo externo es de 2 km con peso de 1.
- Contaminación Baja (CB): El buffer es de tres anillos. El anillo externo tiene un radio de 0.25 km y peso de 3, el segundo de 0.5 km y peso de 2, y el radio del anillo externo es de 1 km y tiene un peso de 1.

Ocupación humana

Las poblaciones costeras se clasificaron en tres tipos (alta, media y baja) de acuerdo a la densidad poblacional (número de habitantes/ha). La información utilizada para determinar la densidad de población corresponde a los datos registrados por el Censo poblacional del 2005 [106]. Con esto se puede inferir de manera indirecta el grado de impacto potencial de las comunidades costeras sobre los ecosistemas marinos y costeros, y por sus demandas directas sobre los recursos naturales (Tabla 11).

Tabla 11. Definición de grado de amenaza por ocupación humana en el Caribe continental colombiano.

Concentración de la población (No. hab./ha)	Tipo de población	Grado de amenaza
< 60	Baja	Bajo
60 – 100	Media	Medio
> 100	Alta	Alto

Para la representación espacial de esta amenaza se construyó un buffer a partir del borde externo del centro poblado, cuyo radio varió dependiendo de la densidad poblacional; para poblaciones de impacto alto el borde externo fue de 1km y poblaciones de impacto medio y bajo fue de 500m.

El valor asignado al grado de amenaza es igual al utilizado para las amenazas descritas anteriormente; una amenaza alta equivale a un valor de 3, una amenaza media un valor de 2 y una amenaza baja un valor de 1.

Extracción productiva

Dentro de esta categoría de amenaza se encuentran la camaronicultura y las salinas. Este tipo de actividades extractivas conllevan deforestación, cambio de régimen de corrientes, erosión y aporte de sedimentos.

Salinas

La mayor explotación de sal en Colombia se encuentra en Manaure en La Guajira. Su capacidad es de un millón de toneladas anuales correspondiente al 70% de la capacidad total del país. Además de Manaure, las salinas marítimas de Galerazamba, El Torno, Tasajera y Pozos Colorados en el sistema costero Magdalena (MAG), también son considerados como importantes sitios de extracción, sin embargo, actualmente la extracción de sal es limitada [107]. Su representación espacial se llevo a cabo a través de imágenes de satélites Landsat TM.

Cultivo de camarón

Las áreas de cultivo de camarón se encuentran localizadas principalmente en los alrededores del

departamento de Bolívar y en el área de Cispatá (Sistema Costero Morrosquillo). Esta actividad comenzó en Colombia a partir de 1983. La producción obtenida está destinada principalmente para exportación [108].

A través de imágenes de satélite se ubicaron las áreas de cultivo de camarón y las áreas de explotación de sal en la zona costera. Se delimitaron las áreas y se clasificaron en ambos casos como amenaza de grado alto con un valor de 3, e impacto alto con igualmente un valor de 3. Multiplicando estos valores por el área ocupada por este uso extractivo se obtuvo el costo, valor incluido en el sistema soporte de decisiones como criterio para la selección de sitios prioritarios de conservación (Ver Capítulo 3).

Turismo

El Caribe colombiano es la región turística más importante del país, sin embargo esta actividad no ha alcanzado un desarrollo comparable con el logrado por otros países. Cartagena, Santa Marta y San Andrés, Providencia y Santa Catalina, son considerados los principales destinos turísticos del país tanto para el mercado nacional como internacional. El desarrollo del turismo de la región se encuentra favorecido por su localización geográfica, su oferta ambiental y su riqueza natural. En los últimos años el volumen de visitantes internacionales ha aumentado, sin embargo, se mantiene por debajo de los niveles alcanzados por otros destinos turísticos del Caribe [109].

Para representar espacialmente la actividad turística se identificaron estadísticas referentes al turismo de procedencia extranjera indicando que Cartagena, San Andrés, Barranquilla y Santa Marta son las ciudades más turísticas de la región. Ya que se encontraron pocas referencias con respecto a otros sitios de actividad turística interna, se realizó una clasificación de las playas en turismo alto y bajo por criterio de experto. Para las playas con turismo alto se utilizó un radio de 500 m con el fin de representar espacialmente el área de influencia y para playas con turismo bajo un radio de 250 m.

Metas de conservación

Teniendo en cuenta los criterios de calificación descritos en el capítulo 3, se definieron las metas de conservación para el Caribe continental colombiano. En el marco de los talleres con los expertos nacionales fue desarrollada la metodología asignando una calificación de acuerdo si el OdC es un ecosistema o no, su

rareza local o nacional, estado actual y vulnerabilidad.

Las metas establecidas para cada uno de los 36 OdC presentes en cada uno de los sistemas costeros de Caribe continental colombiano se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Metas de conservación definidas para cada objeto por sistema costero de Caribe: Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR).

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	METAS DE CONSERVACIÓN (%)						
	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
Sistemas ecológicos intermareales							
Playas de alta energía	30	30	30	30			30
Playas de baja energía	30		30	30		30	30
Playones fluviomarineros						100	30
Playas rocosas	100						100
Acantilados de roca dura	100		30	100	30		100
Acantilados de roca blanda	30	100		30	30	100	30
Manglares de aguas mixohalinas	100	100		60	100	100	60
Manglares de aguas marinas					100	100	60
Playones salinos	60	100		100	60		
Estuarios				100		100	60
Lagunas costeras	60	60	100	100	100	100	100
Arracachal (<i>Montrichardia arborescens</i>)						100	60
Corchal (<i>Pterocarpus officinalis</i>)						100	
Helechales ensenada de Rionegro							100
Panganales Desembocadura Río Atrato							100
Sistemas Ecológicos Submareales							
Formaciones coralinas (arrecifes, llanuras, tapetes) infralitoral	100		100	100	100		100
Fondos duros de algas calcáreas / rodolitos			100		60		60
Fondos vegetados por fanerógamas	60	60	100	100	60	100	100
Fondos vegetados por algas carnosas				60	60		60
Diapiros submarinos				60	60	60	
Formaciones coralinas profundas		60	100		60		
Áreas de surgencia productivas (agregación de pelágicos)	10		10				
Fondos móviles no carbonatados de grano grueso sublitoral	30	30	30	60	60	60	30
Fondos móviles no carbonatados de grano fino sublitoral	60	60	60	60	30	60	30
Fondos móviles carbonatados de grano grueso sublitoral	30	30	30	30	30	60	30
Fondos móviles carbonatados de grano fino sublitoral	30				30		
Comunidades biológicas relevantes							
Áreas de desove y nodriza de peces	60	60		100			60
Áreas de desove y nodriza de langostas	30	100			100	100	100
Áreas de desove y nodriza de <i>Strombus gigas</i>					60		

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	METAS DE CONSERVACIÓN (%)						
	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
Sistemas ecológicos intermareales							
Bancos de ostras perliíferas (<i>Pinctada</i> y <i>Pteria</i>)	100						
Áreas de anidación de tortugas marinas	60	100	60	100	100	100	60
Áreas de forrajeo de tortugas marinas	60	60		100	100		100
Áreas de concentración de <i>Crocodylus acutus</i>	100	100		60		100	100
Áreas de congregación, alimentación, reproducción de mamíferos acuáticos (cetáceos, manatíes, nutrias)	100	100	60	100	60	60	100
Áreas de congregación de aves marinas	100	100	60	100	100	100	60
Áreas de congregación de aves playeras	60	60	100	100		100	100

Portafolio de sitios prioritarios de conservación

Una vez listos los requerimientos de información para realizar el análisis con le herramienta soporte de decisiones MARXAN: (1) Distribución espacial de los OdC, (2) Metas de conservación (3) Valores de costo por unidad de planificación y (4) límites geográficos de las unidades de análisis (sistemas costeros); se procedió a definir los parámetros para correr el programa y posteriormente evaluar los resultados.

Definición de parámetros para MARXAN

Para este ejercicio de planificación se probaron valores de BLM entre 0,05 y 0,5 encontrando que al usar un valor de 0,1 se obtiene la solución con el menor número de UP seleccionadas (Figura 14).

Este BLM fue seleccionado de acuerdo al criterio de eficiencia del portafolio generado, cuya definición se aborda en el capítulo 3, teniendo en cuenta que entre más se aproxime a 1, mayor será la eficiencia.

Al utilizar el BLM de 0,1 la eficiencia obtenida fue de 0,826 (Figura 15). El número de corridas seleccionado fue 300 y 1 millón de iteraciones.

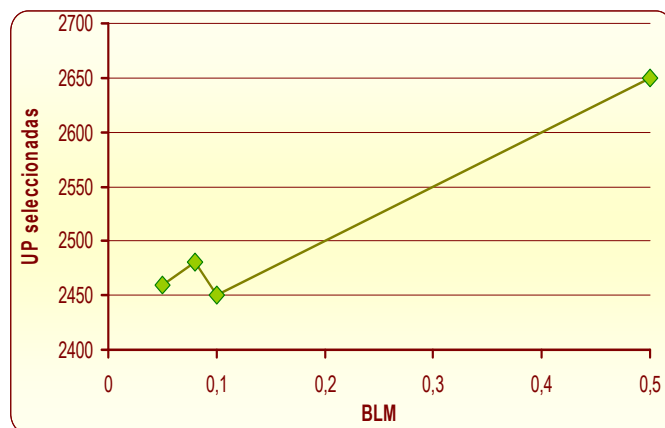


Figura 14. Unidades de planificación seleccionadas para cada BLM entre 0,05 y 0,5.

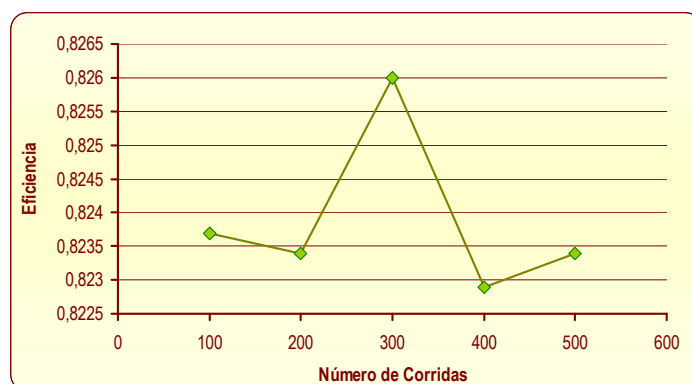


Figura 15. Eficiencia medida para diferente número de corridas (entre 100 y 500 veces).

Para el presente ejercicio los costos se incorporaron dentro de la capa de las amenazas que afectan los OdC. Para esto las amenazas fueron espacializadas (ver amenazas a la biodiversidad, en el presente capítulo) y clasificadas de acuerdo con el grado e impacto de la amenaza, asignando valores que permitieran obtener un cálculo relativo del costo. De tal modo, que cada amenaza dependiendo de su intensidad y magnitud implica un costo diferente para cada unidad de planificación.

Para este ejercicio, el costo total de una UP equivale a un costo base, que se refiere al costo que tiene cada hexágono por entrar en el modelo (equivalente a su área en ha, 260ha), más el costo calculado por la intersección de las diferentes amenazas (naturales o antrópicas) identificadas para el área de estudio.

En la Figura 16 se puede observar en general los rangos de costos para el área de estudio.

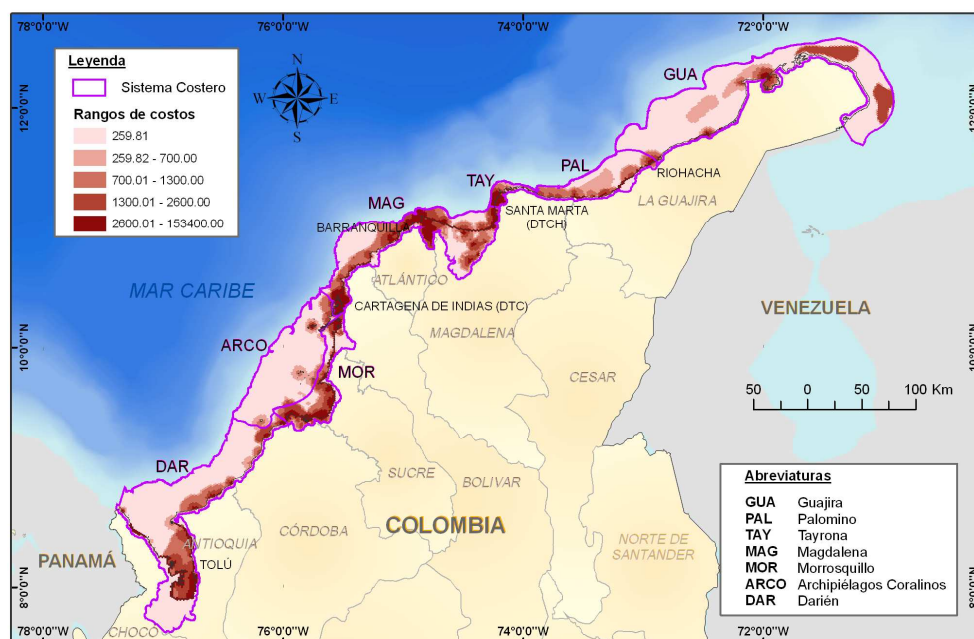


Figura 16. Rangos de valores costos definidos a partir de las amenazas espacializadas para el Caribe continental colombiano.

A partir de la especialización de la presencia y distribución de los OdC, se realizó la intersección con los hexágonos, calculando la abundancia de cada OdC por unidad de planificación (UP). Dependiendo de la geometría de representación la abundancia se define así:

- Puntos: Número de puntos por UP del OdC
- Línea: longitud en metros
- Polígono: Área que ocupa de la UP

La metodología para definir las metas de conservación se describe en el Capítulo 3. En las primeras corridas del Programa se pudo observar que OdC de amplia distribución en el área de estudio, como playas de alta y baja energía,

acantilados de roca dura y blanda y fondos sedimentarios, al presentar metas de conservación altas (60 y 100%) presentaban una selección de sitios distribuida en la toda la línea de costa, desde el sistema costero de la Guajira - GUA hasta Darién -DAR. Por este motivo, los expertos sugirieron que la meta para playas (alta y baja energía) y acantilados (roca dura y blanda) de todos los sistemas costeros deberían ser como máximo del 30%.

Una situación similar se presenta con los fondos sedimentarios, los cuales se encuentran distribuidos en todo el Caribe y abarcan una cobertura superior al 60% de los OdC de cada sistema costero; en este caso, los expertos

definieron con base en la experiencia de otro ejercicio de planificación para el norte del Caribe colombiano [110] dejar las metas de conservación de estos objetos en cero, comprobando una vez obtenida la solución que los fondos quedaran representados por lo menos en un 10%. Esto ocurre ya que existen OdC que colindan o se superponen con UP que tienen Fondos Móviles y al ser seleccionadas para cumplir la meta de esos OdC cubren a su vez un porcentaje de los fondos.

Escenarios de planificación

Para Caribe continental, fueron evaluados los 6 escenarios propuestos inicialmente, incluyendo la definición de áreas de exclusión, áreas protegidas de diferente orden y teniendo o no en cuenta los costos por amenazas.

Las **áreas de exclusión**, definidas en el capítulo 3, fueron seleccionadas y excluidas del análisis. Estas corresponden a sitios como salinas,

camaroneras, plataformas para la extracción de gas, aeropuertos, puertos y centros poblados.

En cuanto a **áreas protegidas**, las pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia -SPNN, los cuales en su mayoría son de tipo costero se listan en la Tabla 13 (Figura 17)

Tabla 13 Áreas marinas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales en el Caribe continental colombiano.

Área protegida	Tipo	Área(ha)
Parque Nacional Natural Tayrona	Marino costera	15.000
Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	Costera	383.000
Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo	Marina	120.000
Vía Parque Isla de Salamanca	Costera	56.200
Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos	Costera	7.682
Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta	Costera	26.810
Santuario de Fauna y Flora Mono Hernández	Costera	4.144

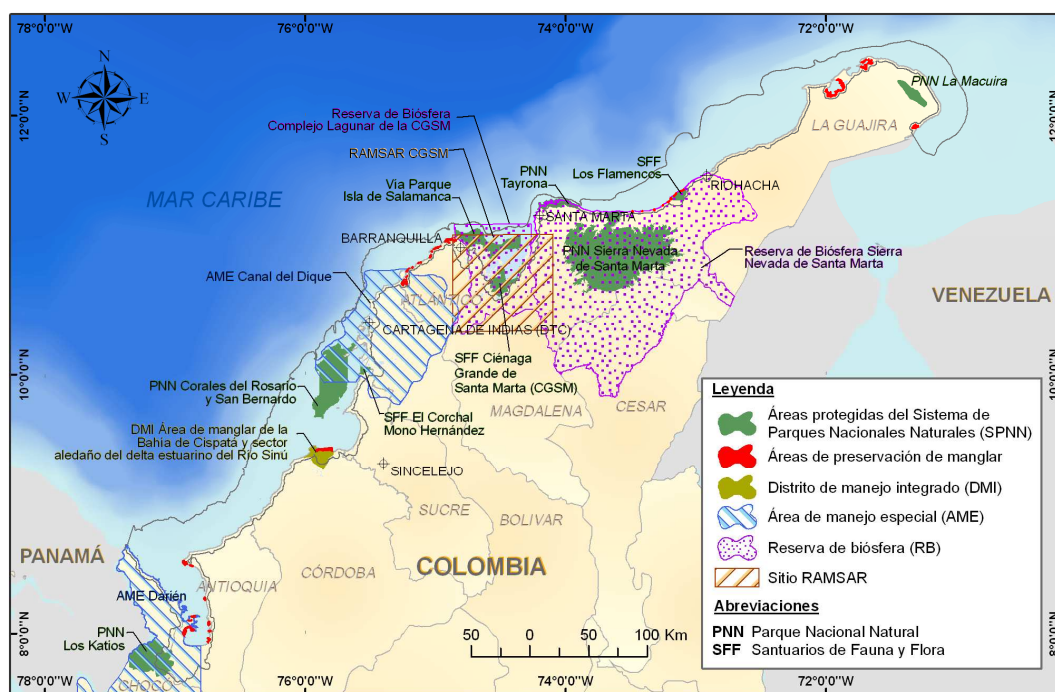


Figura 17. Localización de las diferentes figuras de protección nacionales e internacionales existentes en el Caribe continental colombiano

Además de las áreas protegidas incluidas dentro del SPNN existen otras figuras de protección de orden nacional como el Área Marina Protegida - AMP de los Archipiélagos Coralinos de Rosario y San Bernardo e Isla Fuerte con 558.610 ha, declarada en el 2004 (Resolución 679 de 2004 del MAVDT), el cual contiene el PNN Corales del Rosario y San Bernardo y el SFF El Corchal Mono Hernández.

Otras figuras de conservación son las Áreas de Manejo Especial -AME de las cuales en el Caribe continental colombiano existen tres, el Distrito de Manejo Integrado -DMI del delta estuarino del río Sinú en el sistema costero de Morrosquillo -MOR, el AME del canal del Dique en el sistema costero de Archipiélagos Coralinos -ARCO y el AME Darién (Figura 17) Los dos últimos, no tienen asignada una categoría de manejo específica (Tabla 14).

Tabla 14. Figuras de protección de carácter internacional y regional para el Caribe continental colombiano.

Figura de protección		Tipo	Área (ha)
Reserva de Biosfera Ciénaga Grande de Santa Marta	Internacional	Marino costera	453562
Sitio Ramsar Sistema del delta estuarino del Río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta	Internacional	Marino costera	691222
AME-Canal del Dique	Regional	Marino costera	846885
AME-Darién	Regional	Costera	911978
DMI-Delta Estuarino del Río Sinú	Regional	Costera	27435, 6
AMP Corales del Rosario San Bernardo e Isla Fuerte	Nacional	Marino costera	558610

La categoría DMI es considerada como área protegida de uso múltiple, equivalente a la categoría VI del sistema propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -UICN-, denominada “Área Protegida con Recursos Manejados” que busca manejar esos recursos dentro del concepto de uso sostenible y admite uso directo.

Las dos figuras de protección de carácter internacional presentes en el área de estudio, son Reserva de Biósfera y sitio RAMSAR en la

Ciénaga Grande de Santa Marta (Figura 17)(Tabla 14).

A nivel regional existen zonas de preservación de manglar identificadas a lo largo del Caribe, resultado del diagnóstico y zonificación de manglares llevado a cabo por Sánchez-Paéz *et al.* 1997 [111], las cuales vienen siendo definidas sistemáticamente a partir de ejercicios más locales de zonificación con las Autoridades Ambientales (Corporaciones Autónomas Regionales) como es el caso de CORPOÚRABA, CVS, CARSUCRE y CRA, de las cuales se espera, se lleven a cabo actos administrativos para su declaración, en la cual se prohíben usos diferentes a su conservación estricta. Estas áreas también han sido consideradas de protección para los diferentes escenarios (Figura 17) [111].

Los escenarios planteados inicialmente, listados en el capítulo 3, fueron desarrollados para el Caribe, como se describe a continuación.

El **primer escenario** corresponde a los objetos de conservación con sus respectivas metas, más las áreas de exclusión (Figura 18). Seleccionar previamente las UP que corresponden a áreas de exclusión mejora la eficiencia del portafolio. En este caso el SSD no escogerá en ningún caso una unidad de planificación que esté dentro o colindando con un área de exclusión. En la Figura 19 se presenta el portafolio para este escenario.

En el **segundo escenario** se incluyen además de las áreas de exclusión la capa de costos por amenaza (Figura 20). En este caso el programa seleccionará UP que sumen el menor costo posible. En la Figura 21 se presenta el portafolio para este escenario.

El **tercer escenario** contiene áreas de exclusión, costos por amenaza y áreas de protección. Este escenario a su vez, se divide en tres sub-escenarios de acuerdo a las figuras de protección.

El *escenario 3a* (Figura 22) incluye áreas de protección del SPNN. El *escenario 3b* (Figura 24) además de las áreas del SPNN incluye también las áreas de preservación de manglar de acuerdo con la zonificación más reciente llevada a cabo por las CAR o en su defecto las definidas por

Sánchez-Paéz *et al.* (1997) [111]. El escenario 3c (Figura 26), incluye además de las figuras de protección de los escenarios 3a y 3b las áreas de protección regionales (AME canal del Dique, AME-Darién y DMI). Finalmente, el escenario 3d (Figura 28) incluye en adición a las anteriores figuras, las de protección internacional (sitios RAMSAR y Reservas de Biosfera).

Las figuras de protección se fijan en el sistema de información geográfico seleccionando las UP que se encuentran dentro de alguna área de protección. Así se clasifican de acuerdo a la categoría (nacional, regional o internacional). Al fijar estas UP como áreas protegidas el programa requiere seleccionar un número menor de UP para la solución, ya que un porcentaje de las metas de conservación establecidas, ya se está cumpliendo en las áreas de protección.

En la Tabla 15 se puede observar como disminuye el número de unidades de planificación seleccionadas (área) en la solución final de cada uno de los portafolios de los escenarios contemplados.

Tabla 15. Unidades de planificación (UP) conservadas y seleccionadas en cada uno de los portafolios de escenarios (E) contemplados para el Caribe continental colombiano

Escenario	UP	
	conservadas	seleccionadas
Escenario 1 = OdC + áreas excluidas	0	7739
Escenario 2 = E1 + costos por amenazas	0	2603
Escenario 3a = E2 + áreas protegidas del SPNN	1251	1864
Escenario 3b = E3a + áreas de preservación de manglar.	1443	1697
Escenario 3c = E3b + áreas de protección especial (AME y DMI)	2858	1061
Escenario 3d = E3c + áreas con figuras internacionales de conservación (RAMSAR Y Reservas de Biosfera)	3634	690

En las figuras 23, 25, 27 y 29, se presentan los portafolios respectivos para los escenarios 3a, 3b, 3c y 3d, respectivamente.

Durante el taller con los expertos se discutieron los diferentes escenarios y los portafolios obtenidos para cada uno de ellos. Después de una amplia discusión, se acordó escoger el portafolio resultado del escenario 3b. Se decidió en consenso no incluir las áreas de protección regionales e internacionales en el análisis ya que dichas áreas actualmente no tienen una clara responsabilidad administrativa por parte de entidades gubernamentales y por lo tanto los objetos de conservación presentes en estas áreas no cuentan con una verdadera estrategia de manejo y conservación al interior de las mismas que contribuya actualmente a su viabilidad en el futuro.

Para el escenario 3b seleccionado, presenta 100 sitios prioritarios de conservación obtenidos en la “mejor solución” (Anexo 1). La “solución sumada” (Anexo2) corrobora parte de estos resultados, ya que nos indica que UP son seleccionadas en un rango mayor de 224 corridas.

El portafolio tiene en cuenta OdC presentes a macroescala (áreas de surgencia), es representativo porque las metas de conservación se establecieron para cada sistema costero, de tal modo que se tiene en cuenta, la presencia de cada objeto a lo largo de todo el Caribe colombiano evitando que los esfuerzos de conservación se concentren en un solo sitio. El portafolio es eficiente ya que los OdC representan sistemas ecológicos que albergan un amplio número de geoformas, comunidades, especies y representan sitios de agregación y alimentación. Finalmente, el portafolio cumple con el criterio de totalidad, lo cual implica que todos los OdC están representados en el portafolio y cumplen en una alta proporción con sus metas de conservación.



Figura 18. Escenario 1 de planificación indicando las áreas de exclusión en el Caribe continental colombiano.

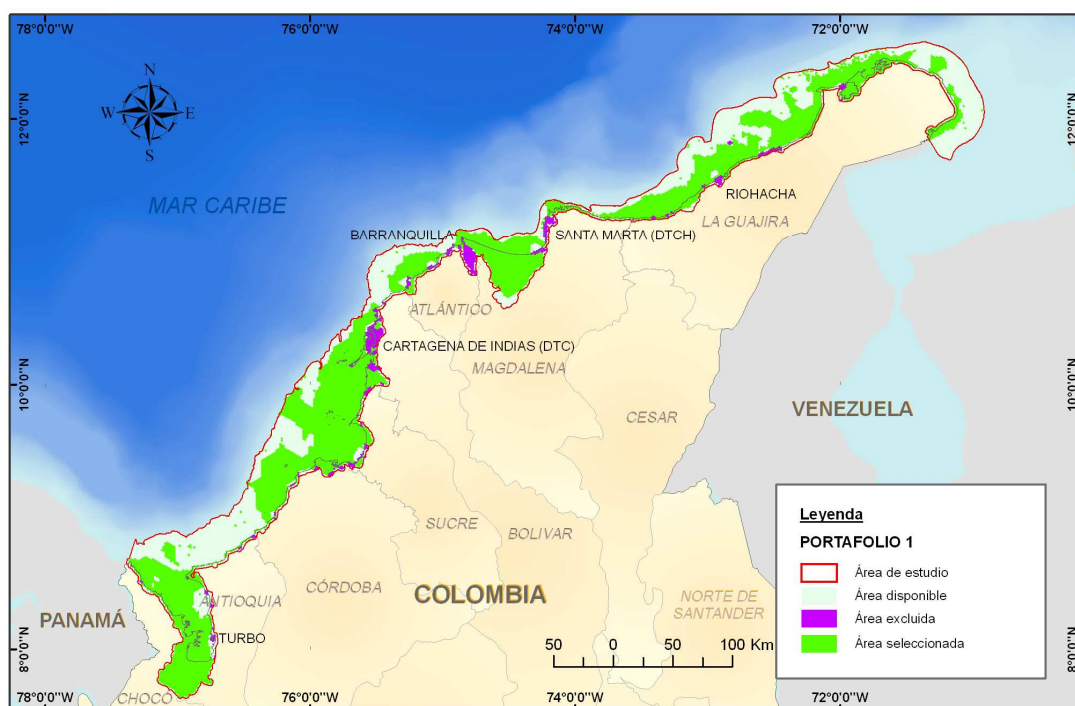


Figura 19. Resultado del portafolio para el escenario 1 de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.



Figura 20. Escenario 2 de planificación indicando el Escenario 1 más costos por amenazas en el Caribe continental colombiano.

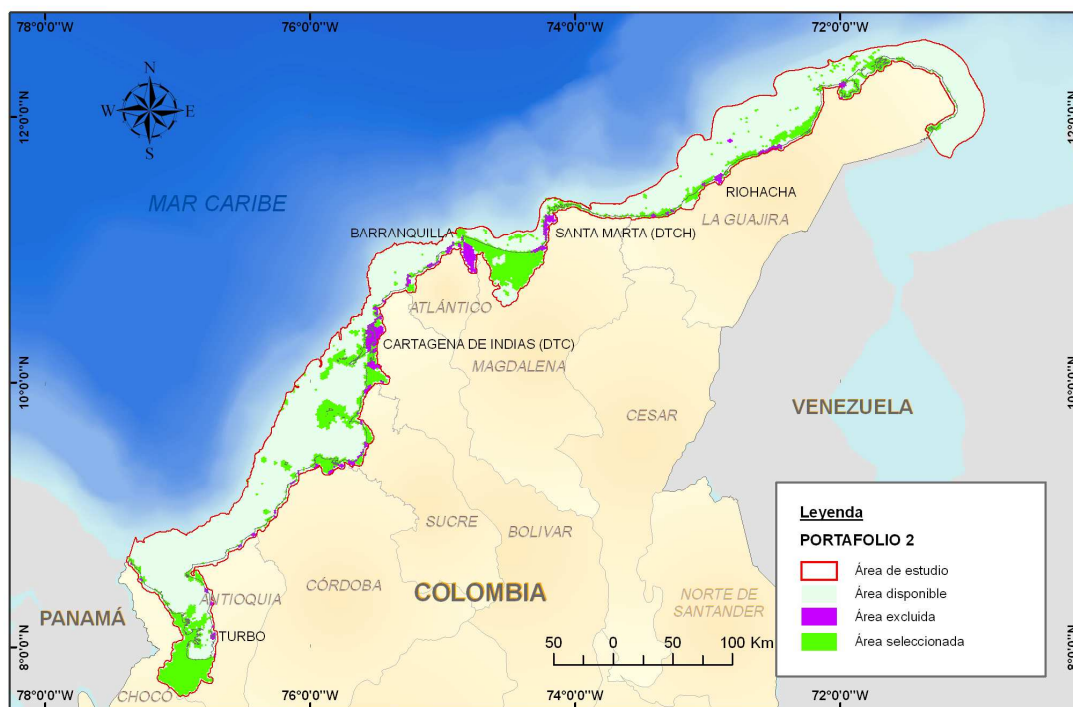
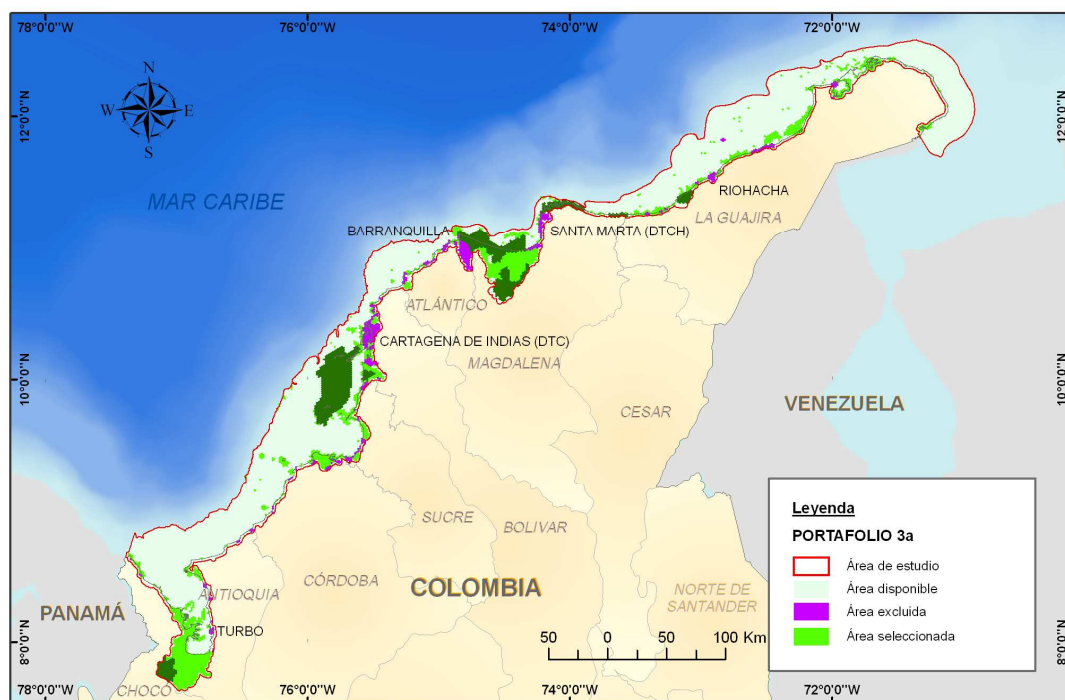
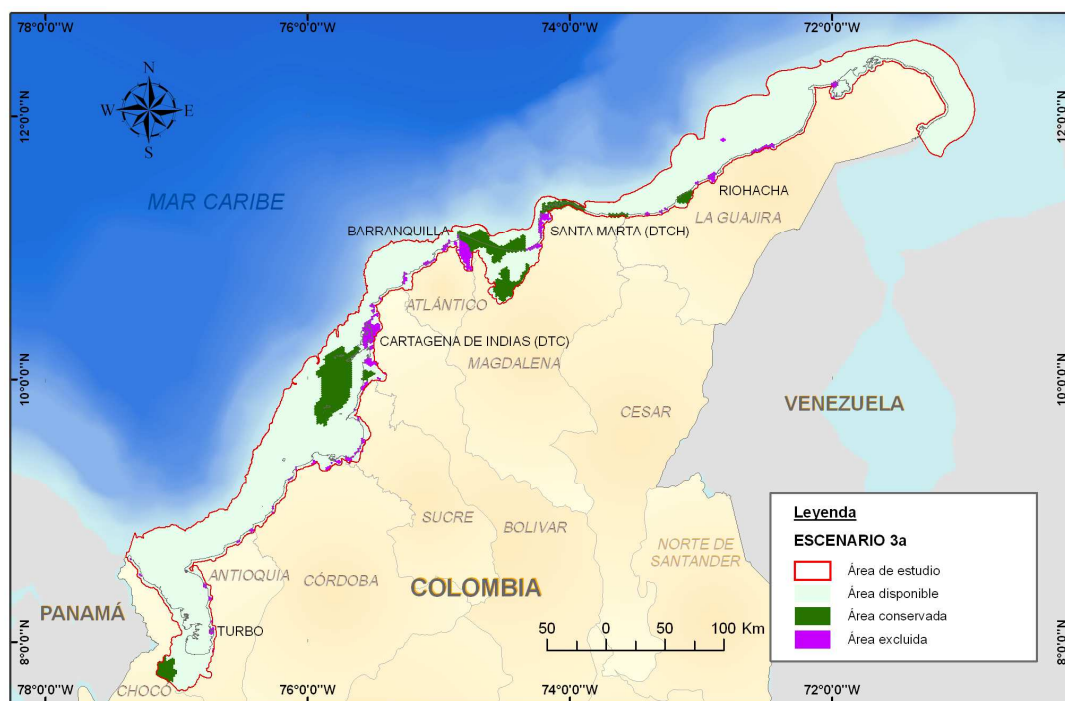


Figura 21. Resultado del portafolio para el escenario 2 de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.



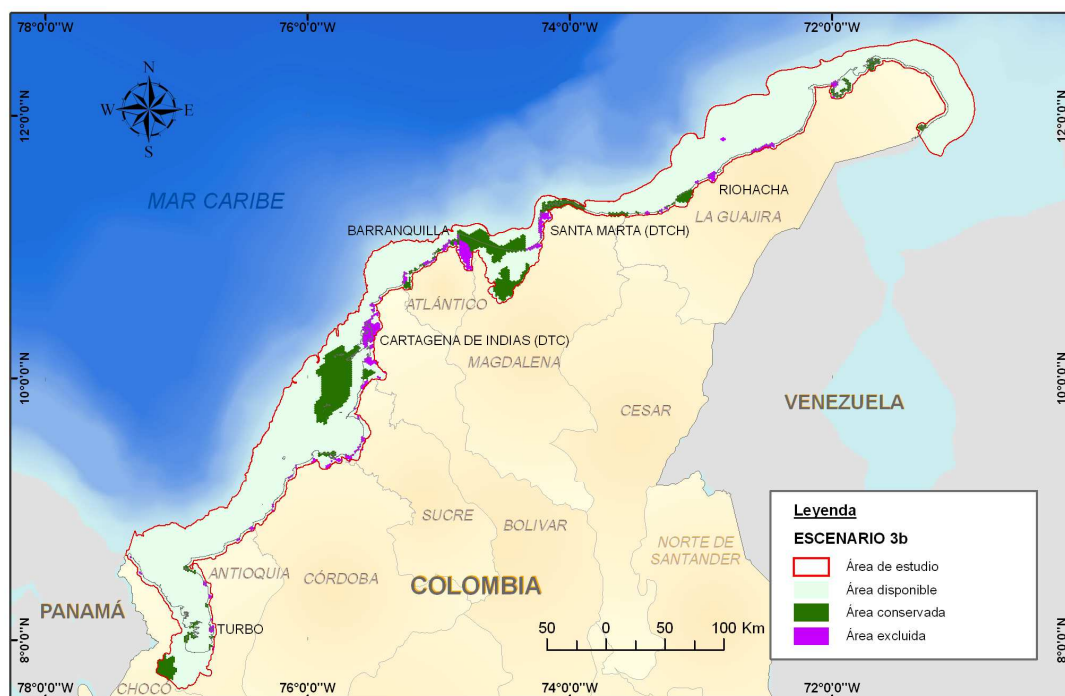


Figura 24. Escenario 3b de planificación indicando el Escenario 3a más áreas de preservación de manglar en el Caribe continental colombiano.

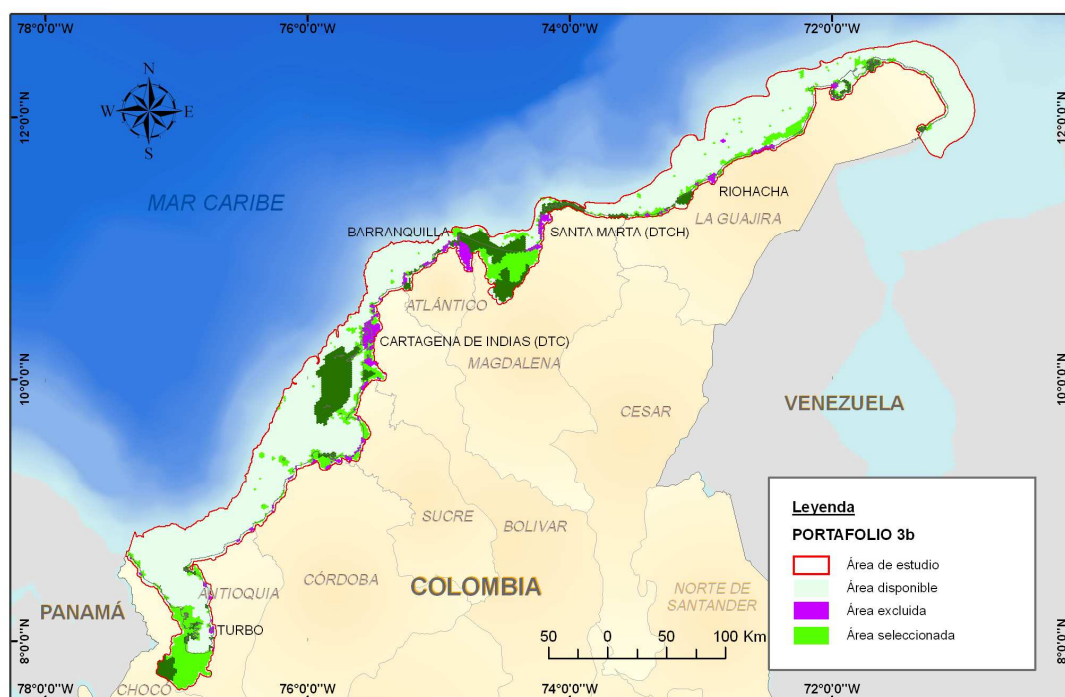


Figura 25. Resultado del portafolio para el escenario 3b de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.

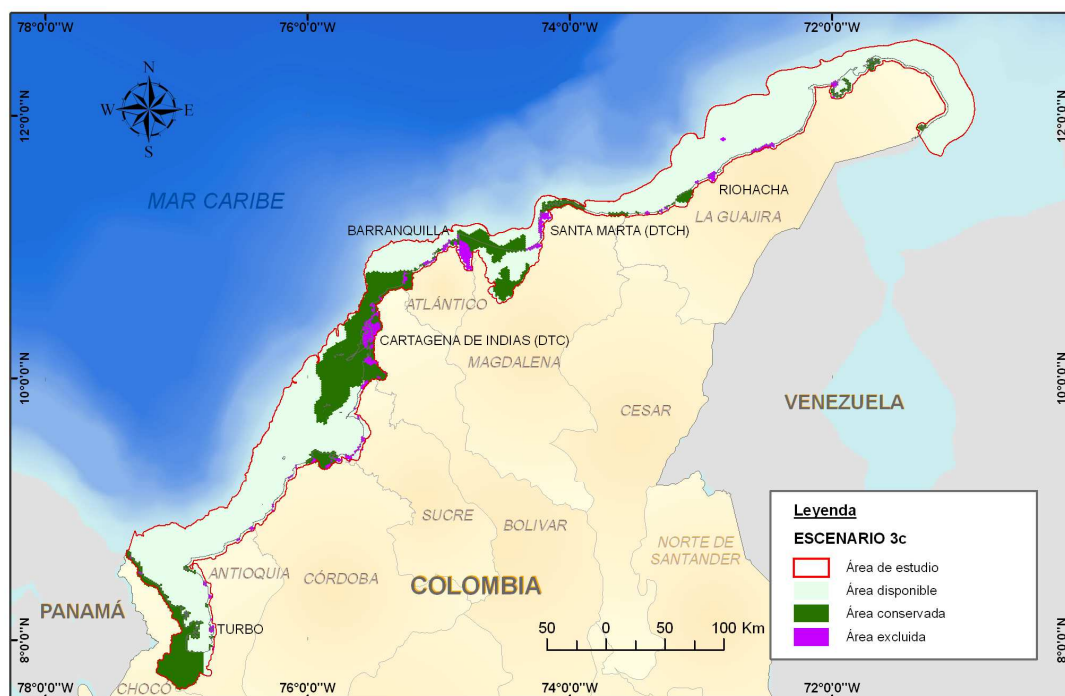


Figura 26. Escenario 3c de planificación indicando el Escenario 3b más áreas especiales de protección (AME y DMI) en el Caribe continental colombiano.

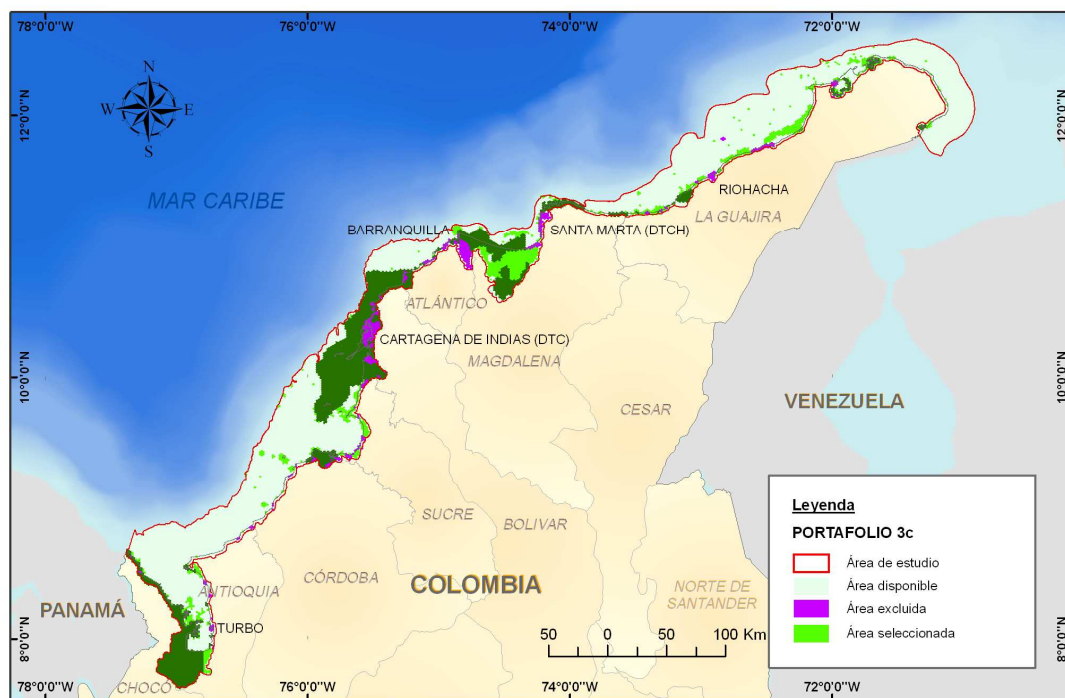


Figura 27. Resultado del portafolio para el escenario 3c de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.

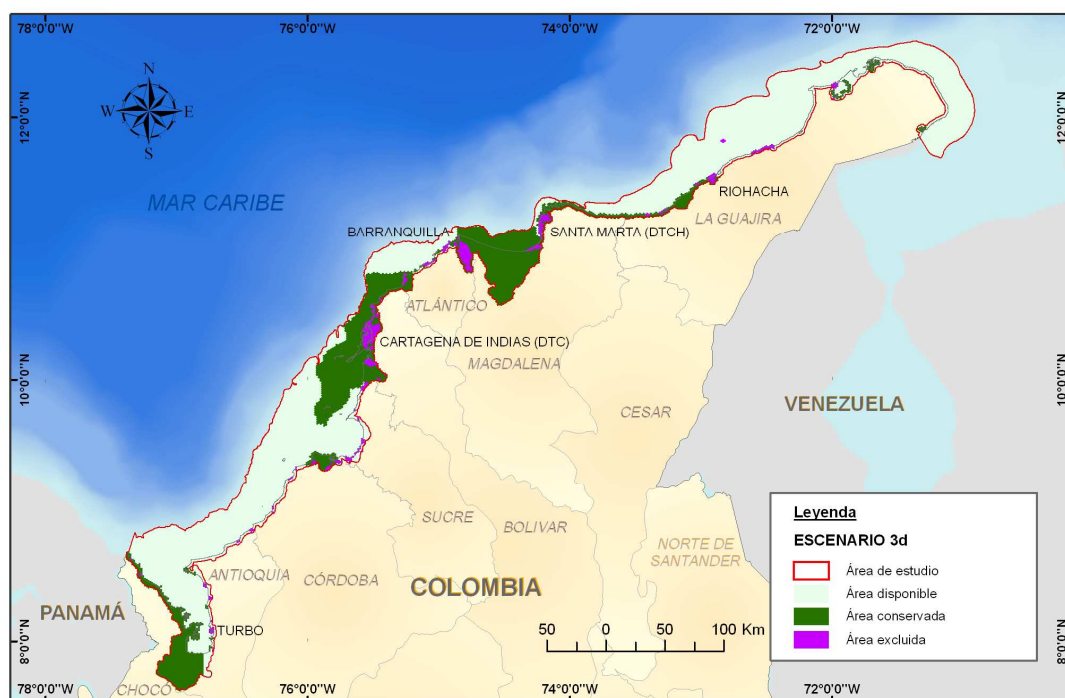


Figura 28. Escenario 3d de planificación indicando el Escenario 3c más áreas con figuras internacionales de protección (Reserva de Biósfera y sitio Ramsar) en el Caribe continental colombiano.

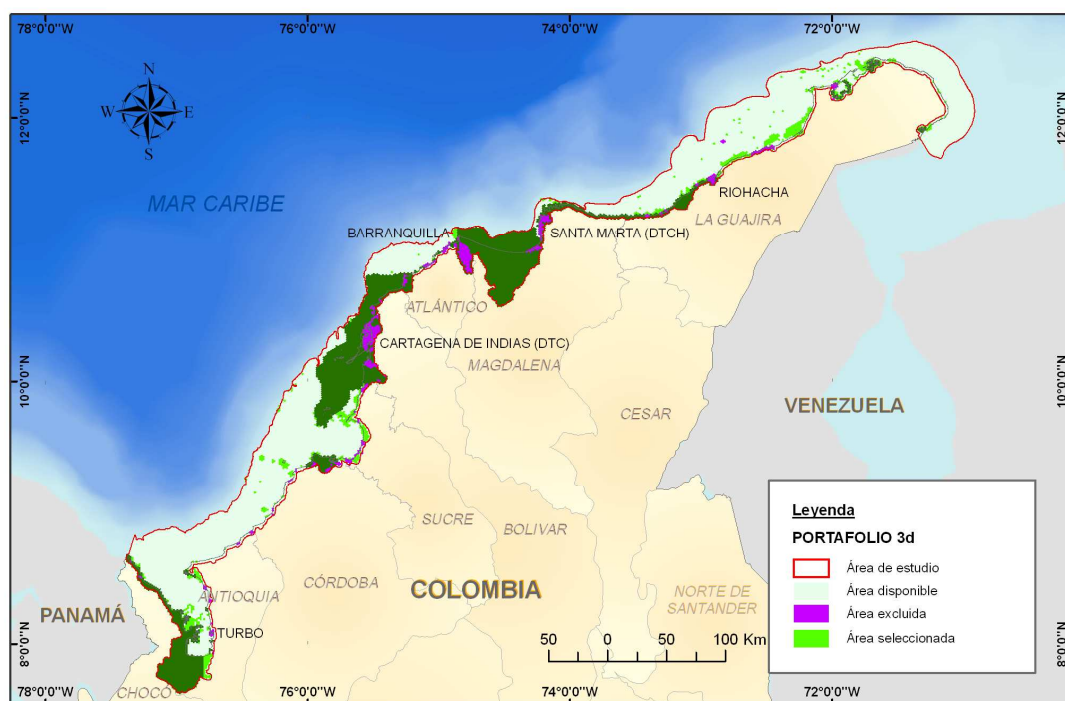


Figura 29. Resultado del portafolio para el escenario 3d de planificación en el Caribe continental colombiano. Parámetros de BLM 0.1 y 300 corridas.

Análisis del portafolio

Después de obtener la mejor solución y la solución sumada del escenario 3b se realizó un análisis detallado de las unidades de planificación seleccionadas. De este modo se comenzó la numeración de sitios y se asignó un nombre relacionado con la toponimia del lugar para facilitar su ubicación. Se identificaron 100 sitios prioritarios de conservación, de los cuales 25 son colindantes al SPNN y a áreas de preservación de manglar, que podrían convertirse en áreas protegidas a través de mecanismos de realinderramiento o ampliación de las ya existentes; los restantes 75 sitios son nuevas áreas, los cuales de acuerdo con las sugerencias de los expertos, se podrían asignar a diversas

categorías de conservación después de un proceso de planificación más detallado.

El área que cubren los sitios prioritarios de conservación identificados en este ejercicio es de 446354 ha y representa el 12.2% del Caribe continental colombiano. El área total representada por los sitios del portafolio sumados a las áreas protegidas del SPNN y las áreas de preservación de manglar es de 821260 ha, lo que equivale al 22.4% del área de estudio.

En general el 80% de los OdC de los sistemas costeros DAR, MOR, ARCO, TAY y GUA alcanzaron las metas de conservación establecidas, en la Figura 30, se muestra la proporción relativa entre metas alcanzadas y no alcanzadas para cada sistema costero.

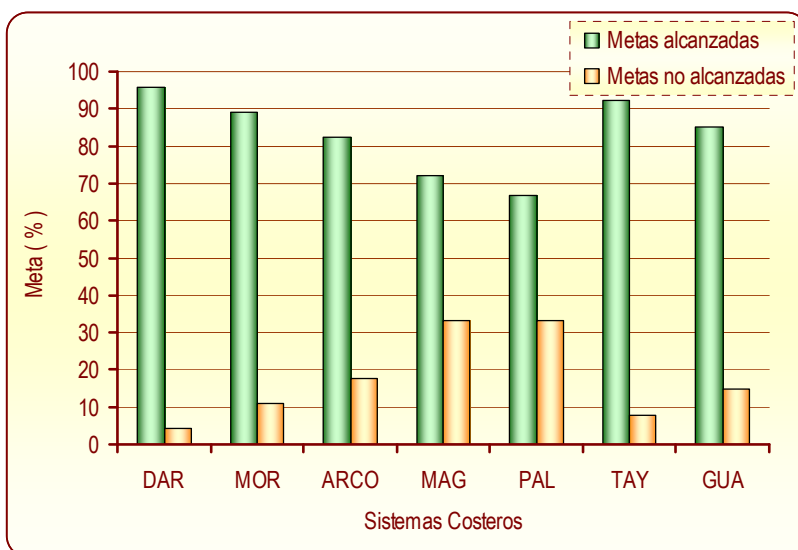


Figura 30. Comparación proporción relativa entre metas alcanzadas y no alcanzadas por sistema costero. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR)

Los porcentajes de metas alcanzados por los objetos presentes en cada sistema costero se describen a continuación:

En el sistema costero Darién (DAR) se alcanzaron todas las metas propuestas con excepción del objeto alimentación de tortugas el cual alcanzó una meta del 75% siendo realmente la meta del 100% (Ver Tabla 12). Para este sistema costero los fondos móviles (sin meta previamente establecida) quedaron representados por encima del 10% (Figura 31).

En el sistema costero Morrosquillo (MOR) se alcanzaron las metas de todos los objetos con excepción de acantilados de roca blanda y manglares mixohalinos los cuales alcanzaron el 52% y 88%, respectivamente. Los Fondos móviles en este sistema costero quedaron representados por encima del 16% (Figura 31).

En el sistema costero ARCO se cumplieron casi todas las metas y aquellas que alcanzaron el 100% quedaron por encima del 74% en todos los casos. Esto con excepción del objeto zonas de

cría de juveniles de langosta, el cual quedó representado solo en un 20%. En este caso los fondos quedaron representados con porcentajes por encima del 26% (Figura 31).

En el sistema costero Magdalena -MAG los OdC que no alcanzaron la meta por completo quedaron representados por encima del 76% con excepción de los objetos áreas de congregación de Mamíferos acuáticos con meta del 67%. Los fondos móviles carbonatados y no carbonatados de grano grueso alcanzaron metas del 8% y los fondos móviles no carbonatados de grano fino del 24% (Figura 31).

En el sistema costero Tayrona -TAY se cumplieron las metas para la mayoría de los OdC, aquellos que no lo hicieron obtuvieron porcentajes superiores al 87%. Los fondos

móviles no carbonatados de grano fino alcanzaron una meta del 55% y los fondos móviles carbonatados de grano grueso del 7% (Figura 31).

En el sistema costero Palomino - PAL nueve OdC de los 15 existentes para el sistema, cumplieron la meta. Cuatro objetos alcanzaron porcentajes por encima del 80%, mientras áreas de congregación de *Crocodylus acutus* alcanzó una meta del 71% y manglares mixohalinos del 68%. Los fondos alcanzaron metas por encima del 17% (Figura 31).

En el sistema costero La Guajira -GUA todos los OdC alcanzaron la meta de conservación establecida, con excepción de los objetos: áreas de congregación de mamíferos acuáticos que alcanzó el 75% y áreas de congregación de peces que alcanzó 67% (Figura 31).

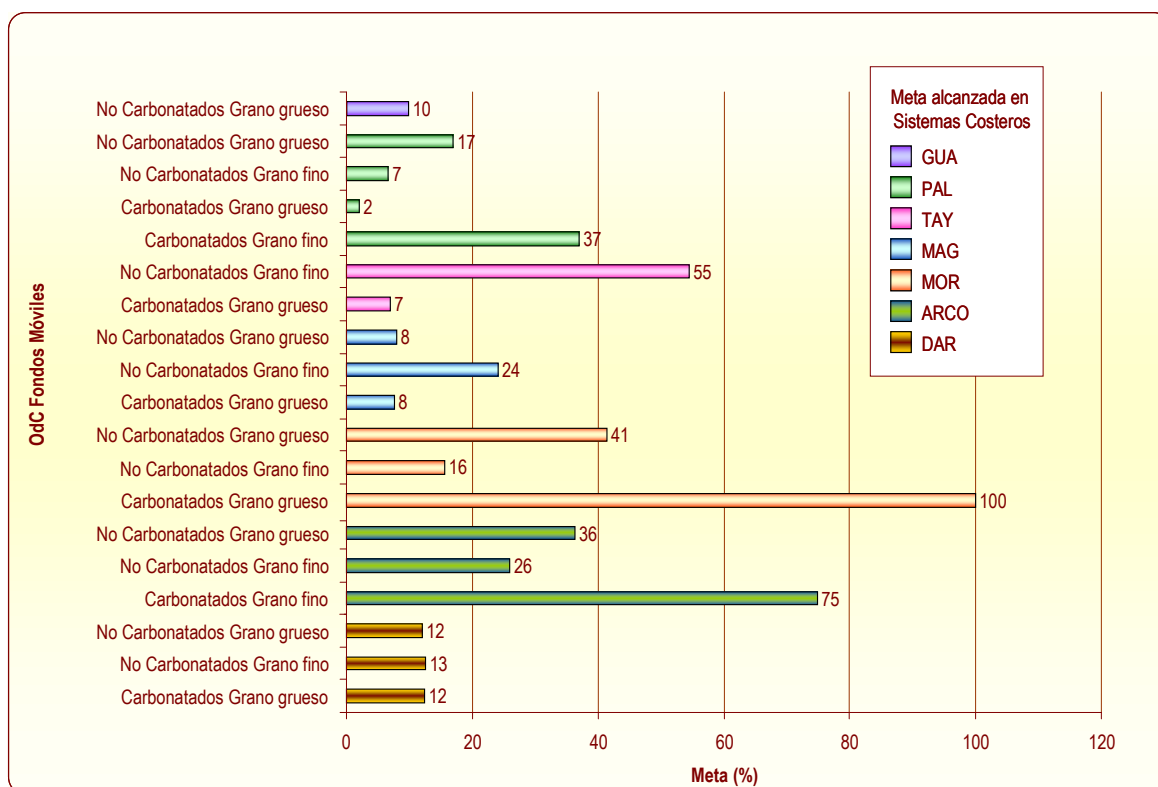


Figura 31. Porcentaje (%) de metas de conservación de cobertura de fondos móviles en el portafolio de sitios prioritarios de conservación para el Caribe continental colombiano. Guajira (GUA), Palomino (PAL), Tayrona (TAY), Magdalena (MAG), Archipiélagos coralinos (ARCO), Morrosquillo (MOR) y Darién (DAR)

En general las metas de conservación se cumplieron para la mayoría de los objetos de conservación. En los casos donde no se alcanzaron los porcentajes establecidos se

observa que hay colindancia con áreas de exclusión (ciudades, puertos, aeropuertos, camaroneras) por lo cual MARXAN no puede seleccionar unidades completas dentro del

portafolio o los costos de las UP que contienen los OdC son muy altos y por lo tanto la penalización es tan extrema que el programa deja de seleccionar estas unidades.

La mayoría de objetos que no alcanzaron la meta asignada tenían la meta de conservación más alta (100%) y a pesar de no haber alcanzado dicho porcentaje, en la mayoría de los casos obtuvieron valores altos.

El portafolio final fue comparado con un estudio reciente realizado por [112], en el cual se identificaron sitios representativos de biodiversidad macrobentónica utilizando MARXAN como sistema de soporte de decisiones (Figura 32). Para esto utilizó como supuestos de biodiversidad asociaciones de especies macrobentónicas, hábitats béticos y sistemas costeros. Posteriormente, por medio de un modelamiento obtuvo la distribución de las asociaciones de especies macrobentónicas y estableció unas metas de conservación del 30%

para los hábitats y asociaciones y del 10% para cada uno de los sistemas costeros.

Los sitios representativos de biodiversidad obtenidos por este autor fueron utilizados para validar y complementar algunos sitios prioritarios de conservación seleccionados en la solución del portafolio obtenido para el Caribe continental colombiano. Estos sitios corresponden principalmente a OdC de los cuales se tiene poca información, tales como: corales de profundidad y agregaciones de peces. Adicionalmente, estos sitios se encuentran localizados en los límites de la isóbata de los 200 metros y están conformados por pocas unidades de planificación (entre 1 y 3 UP). Por lo tanto la información de Vides (2005) podría ser utilizada para justificar la ampliación de estos sitios.

La descripción general de cada sitio del portafolio final se presenta en la Anexo 3, siguiendo esta numeración puede ser consultada su localización en el Anexo 1.

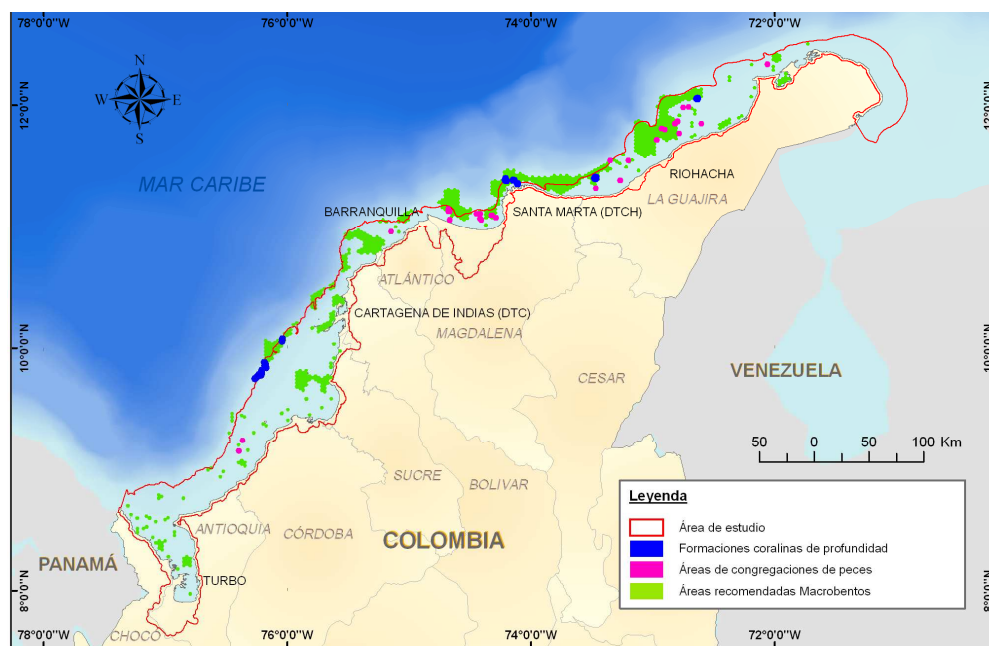


Figura 32. Distribución de formaciones coralinas de profundidad y sitios de congregación de peces versus áreas recomendadas como representativas de biodiversidad macrobentónica para el Caribe continental colombiano.

CAPÍTULO V

Sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano

En éste capítulo se presentan los resultados del proceso de planificación ecorregional para Pacífico continental colombiano, teniendo como principal resultado los sitios prioritarios de conservación identificados. Se describen los principales insumos del análisis, presentados

desde el punto de vista metodológico en el capítulo 3: objetos de conservación, amenazas a la biodiversidad, metas de conservación y finalmente definición y análisis del portafolio de sitios.

Objetos de Conservación

La selección de objetos de conservación para el Pacífico continental colombiano fue realizada a nivel nacional con la ayuda de los expertos nacionales, esta selección se hizo paralelamente a la selección de OdC para el Caribe colombiano. Posteriormente, durante los talleres realizados en Panamá y Costa Rica dentro del marco del proyecto de *Evaluación Ecorregional para la Conservación Marina del Pacífico Oriental Tropical –PTO* [114], se realizaron algunos ajustes que generan algunas diferencias en cuanto a la selección de los OdC seleccionados a nivel regional y a nivel nacional.

La diferencia en el número de OdC seleccionados, entre los dos ejercicios (33 en PTO y 23 Pacífico continental nacional), radica principalmente en la manera de abordar la información. Es el caso de anidamiento de tortugas, en el que en PTO asume un objeto por cada especie, fue contada como un solo OdC para Pacífico continental nacional, incluyendo igualmente las cuatro especies de tortugas más comunes en el área. Además, la selección de objetos para el sistema costero de Malpelo –MAL que no hace parte del área de estudio para Pacífico Nacional pues éste es para el área continental. Estos objetos adicionales son sitios de anidación de *Sula granti*, sitios de

concentración de tiburón martillo, áreas de concentración de tiburón ballena, áreas de concentración de *Odontaspis ferox* y sitios de ocurrencia de *Peltodoris lancei*. Cabe anotar que sistema costero MAL, no hace parte del presente análisis pues además de ser un área insular oceánica, se encuentra contenido en el *Santuario de Fauna y Flora Malpelo*, que cuenta con un análisis de prioridades de conservación como parte del SPNN.

Se realizó un análisis completo de las diferencias de los dos ejercicios, consolidando todos los aspectos, con el fin de tener una visión nacional para la identificación de sitios prioritarios de conservación para el Pacífico continental colombiano, consecuente con el proceso de Planificación desarrollado para el país con expertos nacionales, sin perder de vista la visión regional para el Pacífico Tropical Oriental.

La representación espacial de los objetos de conservación estuvo a cargo del proyecto de planificación PTO [114], a partir de la información existente en el Sistema de Información Ambiental Marino de Colombia (SIAM) que se encuentra bajo la coordinación del INVEMAR. Sin embargo, algunos fueron detallados pues en la escala

regional perdían su relevancia nacional, tales como manglares de aguas mixohalinas y bosque mixto de guandal.

Se seleccionaron 23 objetos de conservación que responden en su totalidad a la clasificación de filtro grueso, dadas las limitaciones de información

sobre la distribución de especies, clasificados como *sistemas ecológicos intermareales* y *submareales*. De éstos, 10 se tuvieron en cuenta por ser sitios “cuello de botella” de *comunidades ecológicas relevantes* (especies con alguna categoría de amenaza) (Tabla 16).

Tabla 16. Identificación y abundancia de los objetos de conservación para el Pacífico continental colombiano por sistema costero. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ) y Tumaco (TUM).

Objetos de Conservación (unidades)	PAN	BAU	BUE	NAY	GOR	SAQ	TUM	TOTAL
Sistemas Ecológicos Intermareales								
Playas Alta Energía (m)	106571			404	2366		18734	128076
Playas Baja Energía (m)	11869	90902	46522	68202		40492	6356	264343
Playones Intermareales Lodo (ha)	701	8037	12526	15887		17906	10139	65195
Playas rocosas(m)	287216	16785	671	5008	18192			327871
Acantilado Roca Dura (m)			197829			5644	16653	220125
Acantilado Roca Blanda(m)	20442	1283			2284			24010
Manglar Aguas Mixohalinas (ha)	4594	35069	23787	42271		85843	26827	218389
Estuarios(ha)	156	2861	6982	10696	0	24371	25912	70978
Sistemas Ecológicos Submareales								
Fondos móviles no carbonatados de grano grueso en el sublitoral (ha)	59026	99234	160793	235197	1941	137587	78045	771824
Fondos móviles no carbonatados de grano fino en el sublitoral(ha)	123089	107542	12972	343784	2269	128530	66220	784405
Fondos móviles de grano grueso carbonatados en el sublitoral(ha)	14292	507	7393	10855	7719	31658		72424
Formaciones Coralinas (presencia)	12			26	47			85
Montañas Submarinas (ha)	117							117
Comunidades biológicas relevantes								
Bancos Piangua (ha)	102	734	1043	2416		6145	1295	11735
Anidación Tortugas (m)	76363	7478	14948		4348	24598	31635	159370
Áreas congregación <i>Megáptera</i> (ha)	48530		97518	104428	11930	4570	44244	311219
Áreas de concentración de <i>Stenella</i> (ha)				101268	11930	4575		117773
Áreas de congregación <i>Rhincodon</i> (ha)				1006	2360			3366
Áreas de congregación <i>Sphyrna</i> (ha)				958	2286			3244
Áreas de congregación Pargos y Meros(ha)	10245	26						10271
Sitios de reproducción de aves (presencia)	3		1	12	3	11	1	31
Áreas de alimentación de aves (ha)	1561	161	11760	2487	2	346	736	17054
Bosque mixto guandal (ha)		286	35914	15377		20720	2188	74485

* Presencia indica número de ocurrencias.

Aunque los expertos sugirieron durante los talleres incluir dentro del análisis áreas de surgencia y natal, esto no fue posible debido a la limitación de la información espacial. Estos objetos son de gran relevancia para la zona y por lo tanto es

importante que se realicen esfuerzos futuros para lograr su inclusión en el análisis.

De los 23 OdC quince (15) son comunes con los seleccionados y definidos para Caribe, entre

sistemas ecológicos intermareales, sistemas ecológicos submareales y comunidades ecológicas relevantes; a continuación se presenta la definición aportada por el proyecto PTO [114], si embargo se recomienda revisar igualmente la descripción dada anteriormente en este documento en el Capítulo 4.

Sistemas ecológicos intermareales

De los OdC clasificados como sistemas ecológicos intermareales hay siete (7) en común con Caribe continental, éstos son: *Playas Alta Energía*, *Playas Baja Energía*, *Playas rocosas*, *Acantilado Roca Dura*, *Acantilado Roca Blanda*, *Manglar Aguas Mixohalinas* y *Estuarios*.

Playas de alta energía

Formaciones litorales de arena, parcialmente emergidas, con sedimentos predominantemente gruesos y en zonas expuestas al oleaje o de alta energía. Por lo general tienen una pendiente moderada a fuerte, con oleaje reflectivo, por lo que suelen ser poco estables. Son lugares con poca diversidad de la infauna bentónica pero suelen ser sitios importantes para alimentación de algunas aves playeras y marinas y para la anidación de tortugas.

Playas de baja energía

Formaciones litorales de arena, parcialmente emergidas, con sedimentos predominantemente finos y en zonas de poca a moderada energía o exposición al oleaje. Su pendiente es más suave que en las playas de arenas de grano grueso, por lo que suelen ser más anchas y estables. La diversidad de organismos infaunales es apreciable, dominada por bivalvos, pequeños crustáceos y poliquetos que sirven de alimento a aves playeras.

Planos intermareales de lodo

Formaciones litorales de sedimentos finos que quedan emergidas durante la bajamar. Se localizan generalmente en zonas de poca a moderada energía o exposición al oleaje, generalmente en zonas estuarinas, donde se depositan sedimentos provenientes de los ríos, por lo que están sujetos a cambios constantes por la dinámica de deposición-erosión de sedimentos y régimen de corrientes. Su

pendiente es muy suave. Son áreas de descanso y alimentación para aves migratorias y playeras.

Playas rocosas

Formaciones litorales, parcialmente emergidas, compuestas por fragmentos líticos de dimensiones y origen variable, que van desde cantos rodados y gravas gruesas hasta bloques. El grado de energía o exposición al oleaje y la pendiente es también variable. La diversidad de organismos intersticiales es alta, especialmente en lugares intermareales donde el tamaño de los fragmentos es grande (peces, moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos, algas).

Acantilados de roca dura

Formaciones litorales, parcialmente emergidas, formadas por rocas masivas de consistencia dura (basaltos, granito, etc.), de pendiente fuerte a escarpada, con una comunidad de organismos sésiles epibentónicos estructurada en zonas verticales más o menos definidas y pozos de marea con comunidades particulares de equinodermos, algas, crustáceos y moluscos.

Acantilados de roca blanda

Formaciones meso y supralitorales formadas por rocas no consolidadas de consistencia blanda (arcillas, limolitas), de pendiente fuerte a escarpada, con una comunidad de organismos sésiles endobentónicos (bivalvos, equinodermos y poliquetos perforadores) particular que contribuyen a la erosión del material.

Manglar Aguas Mixohalinas

Zona boscosa meso y supralitoral que marca la transición entre los ámbitos marino y terrestre formando una franja más o menos amplia en zonas costeras caracterizadas principalmente por planos aluviales influenciados por descargas de aguas dulces y sedimentos. Este sistema controla la erosión costera por su efecto de amortiguación del oleaje y estabilización de sedimentos. Son sistemas de alta producción primaria que brindan hábitat a muchas especies y sirven de refugio a larvas y juveniles de muchos organismos marinos. Son lugares de anidación, alimentación y descanso para aves marinas y migratorias.

Estuarios

Cuerpos de agua semicerrados donde ocurre la mezcla de aguas marinas y dulces. Columna de agua generalmente estratificada (cuña salina). En estas áreas confluyen elementos bióticos propios de aguas dulces, de aguas marinas y de aguas salobres y suelen ser áreas de desove de muchas especies marinas y de refugio para sus larvas y juveniles.

Sistemas ecológicos submareales

Cuatro (4) de los sistemas ecológicos submareales de los objetos identificados para Pacífico continental se encuentran también en Caribe, estos son: *Formaciones Coralinas* y *Fondos móviles del sublitoral (carbonatados, no carbonatados, de grano grueso y fino)*.

Formaciones coralinas

Lecho marino permanentemente sumergido constituido en gran parte por colonias de corales hermatípicos ramificadas o masivas que determinan la existencia de una biota particular muy diversa.

Montañas Submarinas

Elevación o grupo de elevaciones anchas aisladas, mayores de 1.000 m en relieve por encima del fondo marino, característicamente de forma cónica [117].

Fondos móviles

De acuerdo a la clasificación planteada por su composición para el OdC (Tabla 3, Capítulo 4) a partir de las facies sedimentarias y perfiles batimétricos a escala 1:300.000 [55], se encuentran para Pacífico tres tipos de *fondos móviles*:

- *Fondos móviles no carbonatados de grano grueso en el sublitoral*
- *Fondos móviles no carbonatados de grano fino en el sublitoral*
- *Fondos móviles de grano grueso carbonatados en el sublitoral*

Su descripción y definición, se puede consultar en capítulo 4.

Comunidades biológicas relevantes

De los OdC clasificados como comunidades biológicas relevantes, cuatro (4) son comunes con Caribe continental: *Anidación Tortugas*, *Áreas de congregación de Pargos y Meros*, *Sitios de reproducción de aves* y *Áreas de alimentación de aves*.

Bancos de pianqua

Zonas de fondos lodosos intermareales asociadas a manglares en áreas estuarinas donde la abundancia de especies de bivalvos comerciales del género *Anadara* es notable.

Anidación de tortugas

Las especies de tortugas presentes en el Pacífico colombiano se encuentran en categorías de amenaza de acuerdo a la UICN, así: *Eretmochelys imbricata* (CR²), *Chelonia mydas agassizi* (EN³), *Lepidochelys olivacea* (EN), *Caretta caretta* (EN) y *Dermochelys coriacea* (CR). El OdC se refiere a las playas donde la actividad de anidamiento individual o grupal de la tortuga es significativa y donde la incubación y eclosión de los nidos tiene lugar.

Áreas de congregación de *Megaptera novangliae*

Áreas pelágicas donde suelen concentrarse individuos de ballena jorobada para procrearse y/o dar a luz a sus ballenatos tras su migración desde las áreas de distribución durante el verano boreal o austral.

Áreas de congregación de *Stenella attenuata*

Áreas pelágicas donde suelen concentrarse individuos de delfín moteado o manchado.

Áreas de congregación de *Rhincodon typus*

Áreas pelágicas donde suelen concentrarse individuos de tiburón ballena.

² (CR) En Peligro crítico

³ (EN) En Peligro.

Áreas de congregación de *Sphyrna* spp.

Áreas pelágicas donde suelen concentrarse individuos de tiburones martillo (*Sphyrna lewini*, *S. mokarran*, *S. zygaena*, *S. media*).

Áreas de congregación de pargos y meros

Áreas demersales donde suelen concentrarse individuos de pargos (*Lutjanus* spp.) y meros (*Epinephelus* spp.), posiblemente zonas de desove.

Áreas de reproducción de aves marinas

Lugares donde se ha documentado la presencia de colonias de una o más especies aves marinas anidantes.

Áreas de congregación de aves marinas y playeras

Áreas del litoral continental o insular donde suelen concentrarse comunidades mono o multiespecíficas de aves playeras o marinas, residentes o migratorias, para descansar o alimentarse.

Bosque mixto guandal

El guandal, es un OdC importante ya que corresponde a una asociación vegetal con influencia edafohídrica que posee una gran riqueza por las especies que allí se encuentran, dominado principalmente por las especies *Otoba gracilipes* conocida como Cuangare y por la especie *Camnosperma panamensis* conocida como Sajo (Pinto, 1993) [116]. Generalmente se localizan detrás de la franja de manglares. De acuerdo con la definición de zona costera esta asociación vegetal queda dentro de dicho límite. Este OdC se localiza especialmente en el sur del Pacífico Colombiano cerca de las bocas de Satinga asociada a la intrincada red de drenaje que allí se conforma. Se han identificado otros sectores con una extensión menor. La información utilizada para representar espacialmente este OdC proviene de los trabajos adelantados en el marco del proyecto de la Unidad ambiental costera de la Llanura Aluvial del Sur-UACLLAS y del proyecto BioPacífico.

Riqueza de objetos de conservación

En la Figura 33 se puede observar en términos de riqueza, la distribución de los objetos de conservación en el área de estudio, teniendo como mayor número de OdC presentes por unidad de planificación un valor de 10. Se evidencia la existencia de algunas áreas específicas donde se presenta mayor concentración en el Pacífico colombiano; con valores entre 5 y 7 resaltan sitios como cabo Corrientes, ensenada de Docampadó, delta del río San Juan, Yurumanguí, Timbiquí, Punta Cascajal, San Jacinto, parte de las bahías de Tumaco y Málaga, entre otros; y con riqueza mayor de 8, la ensenada de Tribugá y los parques nacionales de Gorgona y Sanquianga.



Figura 33. Distribución de riqueza de objetos de conservación en el Pacífico continental colombiano

Amenazas a la biodiversidad

Aunque con menor densidad poblacional, el Pacífico se encuentra expuesto a diferentes actividades económicas concentradas en la costa y en la parte marina tales como pesca, actividad portuaria, navegación y contaminación, así como a actividades que tienen origen en el interior del continente pero que sin duda afectan los ecosistemas marinos y costeros por la descarga de sedimentos y contaminantes que son transportados por los ríos y por escorrentía.

Las principales actividades industriales de la región se llevan a cabo en la ciudad de Buenaventura (madereras, químicas y procesamiento de alimentos). En Tumaco los vertimientos industriales se derivan de camaroneras, pesquerías, procesadoras de alimentos hidrobiológicos, madereras y minería.

En la Tabla 17 se puede observar las 10 amenazas principales, clasificadas de manera general que afectan los objetos de conservación para el Pacífico continental colombiano.

Tabla 17. Principales amenazas naturales y antrópicas que afectan los objetos de conservación del Pacífico continental colombiano.

AMENAZAS NATURALES	
Cambio Climático	- Ascenso nivel del mar
AMENAZAS ANTRÓPICAS	
Pesca	- Artesanal media
	- Artesanal
	- Arrastre
	- Palangre
Infraestructura	- Obras de infraestructura
	- Puertos y muelles
	- Rutas de navegación
	- Caminos terrestres
Contaminación	- Contaminantes

Con respecto a como se abordó la metodología para las amenazas a la biodiversidad de Caribe, Pacífico tienen varias diferencias, tanto desde el punto de vista técnico como temático. Desde el

punto de vista técnico Caribe contó con una especialización de acuerdo a los impactos y grado de la amenaza representado espacialmente en archivos vectoriales con geometría de polígonos, para Pacífico fueron representadas a través de formato grid. Desde el punto de vista temático, fueron establecidas diferentes escalas de valores para medir la presión ejercida por las amenazas sobre los OdC. siendo la aplicada por el proceso de Pacífico Tropical Oriental –PTO.

Para el portafolio de Pacífico nacional se asumieron las amenazas a la biodiversidad identificadas por el proceso PTO y por ende la metodología para medir su impacto sobre los OdC. Por esta razón el presente documento, se permite presentar la metodología descrita en (Díaz *et al.* 2007) [114], como parte de la consolidación del proceso Pacífico nacional y regional.

Amenazas naturales

Ascenso en el nivel del mar

Como se mencionó anteriormente para este ejercicio se incluyó amenaza por ascenso del nivel medio del mar -ANM, incorporada también en el ejercicio nacional para Caribe (capítulo 4), lo cual es un aspecto novedoso en relación a otros ejercicios de planificación.

La importancia de incluir esta amenaza en el proceso de selección de sitios prioritarios de conservación radica en que los mayores efectos generados por el cambio climático global se presentarán en las zonas costeras e insulares y la magnitud del impacto dependerá de la vulnerabilidad de los ecosistemas. La zona costera estará en su totalidad afectada por el ANM y su condición de amenaza dependerá de las características de los ecosistemas y especies que se encuentren en el área, de su resiliencia y capacidad de colonizar nuevas áreas, además de condiciones ambientales propicias para lograrlo [115].

Para espacializar esta amenaza se utilizó la información digital existente sobre un escenario de inundación en 100 años, generada por el INVEMAR (2003) [92] a nivel nacional a escala 1:300.000, en la cual se incluyen los principales efectos por inundación, intrusión marina y erosión [92]. Se delimitaron segmentos sobre la línea de costa correspondientes a sitios donde el ANM puede representar una amenaza dado el tipo de ecosistema o geoforma, entre estos se encuentran valles aluviales, manglares, guandales, los cuales se verían afectados por dicho ascenso [93].

Una vez identificados como vectores y de acuerdo a los parámetros de los grid de las amenazas provenientes del ejercicio regional, se generó un grid en el que los valores de costo por ANM se considera como alto, asignando un valor de 800 a las celdas correspondientes.

Amenazas antrópicas

Con excepción de amenaza por ascenso en el nivel medio del mar, la ponderación de las amenazas consideradas en el ejercicio regional, fue adoptada para el ejercicio nacional del Pacífico colombiano, que incluyó con el fin de evaluar la magnitud de la presión la evaluación de cuatro componentes [114]:

- 1) Probabilidad de ocurrencia (PO) en los próximos 10 años: existente (4), baja (1), media (2), alta (3), muy alta (4).

- 2) Cobertura (alcance o extensión), (C): local, está presente en menos del 10% de los estratos del área de planificación (1); dispersa, abarca entre 10 y 30% de los estratos (2); amplia, abarca entre 30 y 75% de los estratos (3); extendido, abarca más del 75% de los estratos (4).
- 3) Severidad (intensidad) (S): Baja, no se evidencian cambios en los sistemas, comunidades y especies marinas (1); media, altera parcialmente la composición y estructura de sistemas y comunidades marinas pero no las elimina (2); alta, altera considerablemente la composición y estructura de las comunidades, elimina poblaciones (3); muy alta, modifica severamente la estructura y composición de sistemas y comunidades, elimina especies (4).
- 4) Permanencia (irreversibilidad) (P): impacto reversible en menos de 5 años (1); impacto reversible entre 5 y 15 años (2); impacto reversible entre 15 y 100 años (3); transformación o impacto es prácticamente irreversible antes de 100 años.

Así, la valoración ponderada de la amenaza resulta de la suma de los valores asignados a cada componente (Tabla 18):

$$\text{Valor ponderado de la amenaza} = PO + C + S + P$$

Tabla 18. Valoración de los componentes de las amenazas

Amenaza:							
Probabilidad de ocurrencia (PO)		Cobertura (C)		Severidad (S)		Reversibilidad (P)	
Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
4	Muy alta						
3	Alta	4	Extendida	4	Muy alta	4	> 100 años
2	Media	3	Amplia	3	Alta	3	16-100 años
1	Baja	2	Dispersa	2	Media	2	5-15 años
4	Existente	1	Local	1	Baja	1	< 5 años

El valor ponderado de cada amenaza oscila entre 4 y 16, por lo que resulta pertinente manejar tres intervalos de valores que califiquen el grado de presión al que está sometida el área de planificación, así: a) leve (4-7), b) tolerable (8-11) y crítico (12-16). La valoración se efectúa para

cada tipo de amenaza con el fin de obtener una matriz con la valoración de los impactos y un cuadro sinóptico para las áreas de planificación. La Tabla 18 muestra los resultados de la valoración preliminar de las amenazas.

Tabla 19. Ponderación de los valores de acuerdo al grado de presión de la amenaza

Grado de presión	Valor ponderado de la amenaza
Leve	4 - 7
Tolerable	8 -12
Crítico	12 - 16

Después de un amplio análisis donde se consideraron todas las posibles amenazas se identificaron aquellas calificadas como **críticas** pero que al mismo tiempo podrían ser tolerables si se realizan actividades de manejo adecuadas. Entre estas se encuentran:

- **Contaminación**
 - a. Contaminación de origen doméstico.
 - b. Contaminación industrial
- **Infraestructura costera**
 - a. Infraestructura costera
 - b. Carreteras y líneas férreas
- **Navegación**
 - a. Rutas de navegación
 - b. Operación portuaria y dragados
- **Extracción de recursos**
 - a. Pesca artesanal
 - b. Pesca de recursos demersales (arrastre de fondos)
 - c. Pesca industrial de recursos pelágicos

La magnitud relativa o peso de cada amenaza se establece como un factor de los correspondientes componentes de severidad y reversibilidad y oscila entre valores de 100 y 1000 que se asignan según el resultado de multiplicar ambos factores (modificado de Ervin, 2003, en L. Corrales, 2006). Así, por ejemplo, una amenaza que tiene una severidad alta (3) y es reversible en un plazo de 5 a 15 años (2) tiene una magnitud de 6 (3 X 2), que en la escala propuesta corresponde a un valor de 500. Cada amenaza puede alcanzar un valor entre 1 y 16. La escala de conversión de magnitud a peso es la siguiente:

1= 100	8= 600
2= 200	9= 700
3= 300	12= 800
4= 400	16= 1.000
6= 500	

Contaminación

a. Contaminación de origen doméstico

Los desechos domésticos residuales de las poblaciones asentadas en la costa y en las cuencas que la drenan son descargados directamente a las aguas marinas y fluviales afectando la biodiversidad, incrementando la eutrofización de los sistemas y aumentando la demanda biológica de oxígeno (DBO) y las poblaciones de bacterias patógenicas.

En el caso de los asentamientos costeros (localizados entre la línea de costa y 2 km tierra adentro), mediante una estimación de la población costera se puede inferir sobre el impacto de la contaminación sobre los objetos de conservación marino-costeros. La información requerida para ello se obtendrá estimando la densidad poblacional a lo largo de toda la costa a partir de la localización de poblaciones de primero, segundo y tercer orden, caseríos y complejos turísticos. El empleo de imágenes satelitales nocturnas compiladas, que muestran la distribución de la iluminación artificial, puede emplearse como subrogado de la densidad poblacional haciendo la respectiva calibración con la información demográfica disponible para algunas áreas. Se considerarán tramos de línea de costa en cuatro categorías de densidad poblacional: muy alta (más de 10.000 habitantes por km²), alta (2.000 a 10.000), media (200 a 2.000) y baja (menos de 200 habitantes por km²). La correspondencia de esta categorización con la situación real de los niveles de contaminación de este tipo puede ser verificada con la magnitud de los valores de contaminantes o sus indicadores (concentración de bacterias coliformes fecales, oxígeno disuelto, DBO, nutrientes) en el caso de existir una red representativa de monitoreo de calidad de aguas costeras (P.e. REDCAM, ver Invemar, 2005 [105]).

Teniendo en cuenta las tendencias actuales de crecimiento poblacional en las zonas costeras de las áreas de planificación, la mayor densidad de población y sus efectos en la contaminación de las aguas costeras deben preverse para obtener unos resultados más realistas con las situaciones en el mediano plazo. Por lo tanto, se subdividirá la zona costera de toda el área de planificación en

tramos de dos categorías de probabilidad de incremento poblacional significativo (alto: más del 20% en los próximos 10 años; y bajo: menos del 20% en los próximos 10 años), y la categoría de densidad poblacional actual elevarla a la siguiente categoría en el caso que se considere que el tramo correspondiente tenga una alta probabilidad de crecimiento poblacional significativo. De esta manera se estaría analizando la amenaza más ajustada a su tendencia futura.

En el caso de las poblaciones localizadas tierra adentro en las cuencas que drenan al mar, en donde la estimación de contaminantes acumulados en las desembocaduras de los ríos no ha sido generada a través de la REDCAM [105], se realizó un estimativo de la población humana asentada en las cuencas de los principales ríos que drenan a la costa pacífica, estableciendo cuatro categorías: *muy alta* a las cuencas donde la población total exceda los cien mil habitantes, *alta* entre 50.000 y 100.000 habitantes, *media* entre 10.000 y 50.000 habitantes y *baja* menos de 10.000 habitantes. La información para ello se obtuvo con los datos del último censo poblacional de municipios (DANE, 2006), cuyos datos deberán ser transformados teniendo en cuenta la superposición de los papas políticos (límites de municipios) y de drenaje. Adicionalmente, la categoría resultante de la estimación de la carga de contaminantes en la desembocadura del río principal será verificada con los valores de coliformes fecales en los sitios pertinentes de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia⁴, con base en la siguiente escala de referencia:

Muy alta: > 40.000 NMPCf/100 ml;

Alta: 10.000–50.000 NMPCf/100 ml;

Media: 200–10.000 NMPCf/100 ml;

Baja: > 200 NMPCf/100 ml

Para la representación cartográfica (ArcView®), a la categoría muy alta se le asignará un peso de 600 ($4 \times 2 = 8 \rightarrow 600$) y una franja de amortiguación de 20 km desde el origen (línea de

costa o desembocadura del río principal) en dirección costa afuera, en cuyo límite el peso de la amenaza es cero. El gradiente de dilución de los contaminantes se simulará con un buffer de valores gradual-moderadamente decrecientes desde la fuente hasta el límite mediante la función combinada de peso y distancia para representar el gradiente de dispersión de los contaminantes desde la fuente hacia mar abierto.

$$f(x) = \text{Peso} / \text{Log}10 (\text{Distancia} + 12).$$

A la categoría **alta** se le asignará un peso de 500 y una franja de amortiguación de 10 km, al de categoría **media** un peso de 400 y una franja de 2 km y al de categoría **baja** un peso de 200 y una franja de 500 m empleando la misma función de dispersión anterior. En caso que el patrón de circulación de las aguas costeras superficiales mostrara una clara tendencia direccional en algún sentido a lo largo de la costa, el buffer semicircular desde la zona de descarga (efluente o desembocadura de río) fue modificado en un buffer semi-elíptico en la dirección correspondiente.

b. Contaminación marina de origen industrial

Aunque el desarrollo industrial en lo que se refiere a su influencia sobre las zonas costeras y cuencas que drenan a las áreas de planificación no es muy significativa, como sí es el caso en el Caribe colombiano, y la valoración de esta amenaza para la biodiversidad marina se considera tolerable, los valores de concentración de sustancias derivadas del petróleo (P.e.. hidrocarburos disueltos y dispersos, aromáticos), metales pesados deben preverse eventuales cambios futuros de la situación que pueden ocasionar impactos por contaminación de las aguas costeras de cierta magnitud.

Para el análisis de esta amenaza se sugiere hacer un estimativo de la carga de contaminantes de procedencia industrial (PCBs, metales pesados, residuos de hidrocarburos) vertida directa o indirectamente a las aguas costeras en las áreas de planificación con base en los registros de niveles de contaminantes en aguas y sedimentos y una estimación de los volúmenes de contaminantes de origen industrial descargados

⁴www.invermar.org.co/redcostera1/invermar/docs/redcam_manual

directamente (en el caso de ciudades costeras industrializadas y portuarias) y a través de los ríos que drenan las principales cuencas. En términos generales debe existir una correlación lógica entre los valores de concentraciones de contaminantes (metales pesados, PCBs e hidrocarburos disueltos principalmente) medidos en aguas y sedimentos costeros, donde existen estaciones de monitoreo, con el grado de industrialización de las cuencas de drenaje.

Con base en lo anterior, es permisible elaborar una línea de calibración para niveles de contaminación de origen industrial construida a partir de los valores existentes de contaminantes medidos en las zonas de desembocadura de los principales ríos con un estimativo del grado de industrialización de las cuencas a partir de inventarios o directorios industriales existentes que contengan establecimientos considerados relevantes como generadores de contaminación acuática. Por lo general, en tales directorios las

industrias están registradas por ciudad y catalogadas de acuerdo con el tipo de producto según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU).

Este análisis fue realizado para algunas cuencas seleccionadas de acuerdo con la información disponible sobre industrias y mediciones de contaminantes de origen industrial en la zona costera: ríos Baudó, Dagua y Patía y San Juan. De esta manera fue posible establecer para cada río principal que desemboca a lo largo de las costas de las áreas de planificación una categoría de acuerdo con la magnitud del impacto que causa su carga de contaminantes de origen industrial. Una escala de referencia para el establecimiento de las categorías en relación con los valores de contaminantes existentes se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Intervalos de valores de algunos indicadores de contaminación de origen industrial como escala de referencia para establecer categorías.

Contaminantes	Alta	Media	Baja	Inexistente
Plomo	> 90 µg/ml	50-90 µg/ml	10-50 µg/ml	< 10 µg/ml
Cadmio	> 2.5 µg/ml	1.5-2.5 µg/ml	1.0-1.5 µg/ml	< 1.0 µg/ml
Hidrocarburos				
Aromáticos disueltos	> 15 ug/l	10-15 ug/l	2-9 ug/l	< 2 ug/l
PCBs totales	> 100 pg/g	50-100 pg/g	20-50 pg/g	< 20 pg/g

Para la representación cartográfica, a la categoría **alta** se le asignará un peso de 700 ($3 \times 3 = 9 \rightarrow 700$) y una franja de amortiguación de 20 km desde el origen (línea de costa o desembocadura del río principal) en dirección costa afuera, en cuyo límite el peso de la amenaza es cero. El gradiente de dilución de los contaminantes se simulará con un buffer de valores gradual-moderadamente decrecientes desde la fuente hasta el límite mediante la función combinada de peso y distancia ($f(x) = \text{Peso} / \log_{10}(\text{Distancia} + 12)$). La forma del buffer (semicircular o semi-elíptica) se determinará dependiendo del patrón de corrientes en cada área.

A la categoría **media** se le asignará un peso de 400 y una franja de amortiguación de 10 km, al de categoría baja un peso de 200 y una franja de

500m y al de categoría **inexistente** un peso de cero, sin franja empleando la función de dispersión.

Infraestructura costera

a. Infraestructura costera

El aumento exacerbado de la población, del turismo y el comercio en gran parte de las zonas costeras de las áreas de planificación se refleja en la expansión de las áreas urbanas y puertos y la construcción de complejos turísticos que, de una u otra forma, alteran y transforman los hábitats litorales, impactando de manera generalizada a comunidades biológicas muy sensibles, especialmente las que dependen en alguna etapa

de su ciclo de vida de las playas, litorales rocosos, manglares y humedales costeros.

El análisis de esta amenaza consistió en identificar y especializar las áreas de vivienda y de infraestructura comercial (centros recreacionales y complejos turísticos), incluyendo edificaciones, vías internas, campos deportivos, bodegas, salinas, estanques para acuicultura, etc., localizadas entre la línea de costa y 500 m tierra adentro, más una zona de amortiguación (buffer) de 500 m en la zona emergida a su alrededor. La información para ello se obtuvo de imágenes de satélite (Landsat), mapas turísticos locales y cartografía social disponible.

Esta amenaza tiene un peso de 800 ($3 \times 4 = 12 \rightarrow 800$) en el área identificada, y su influencia en la franja de amortiguación se simulará mediante una función gradual: $f(x) = (\text{peso})(\text{peso}/\text{distancia})$.

b. Carreteras y líneas férreas

Las vías de comunicación y otras líneas de conducción trazadas en inmediaciones de la línea de costa pueden ocasionar un impacto local pero apreciable a los hábitats y comunidades biológicas marino-costeras debido a la remoción y adecuación de tierras durante su construcción y la interrupción de la conectividad o fragmentación y generación de perturbaciones permanentes durante su operación (ruido, tránsito de vehículos y personas).

El análisis de esta amenaza se hará identificando las áreas donde existe actualmente un trazado de vías de comunicación para vehículos terrestres motorizados y de conducción de hidrocarburos en inmediaciones de la línea de costa (entre ésta y 500 m tierra adentro). Se tuvieron en cuenta también los viaductos cuyos proyectos de construcción están en ejecución o tienen alta probabilidad de iniciarse en el corto plazo.

La espacialización se realizó en forma de líneas con una franja de amortiguación de 250 m a cada lado. La información requerida se obtiene del mapa vial. Esta amenaza tiene un peso de 600 en su localización lineal, y la influencia en la franja de amortiguación se simulará mediante una función gradual decreciente $f(x) = (\text{peso})(\text{peso}/\text{distancia})$.

Navegación

a. Rutas de navegación

Por la presencia del canal de Panamá en cercanías al área de estudio hace que el tráfico de embarcaciones mercantes a lo largo de las rutas de acceso al canal, provenientes de Asia, Norteamérica, Europa y Suramérica sea denso en algunas zonas. La amenaza asociada con las rutas de navegación se relaciona principalmente con la perturbación física y por ruido, además de eventuales colisiones con cetáceos, especialmente al interferir con sus rutas de migración.

Las rutas oceánicas principales y secundarias de navegación mercante y los canales de acceso a los principales puertos fueron especializadas con base en la información oficial, como derroteros y cartas de navegación, así como de estadísticas de movimiento portuario en los diferentes como Buenaventura. No fueron consideradas las rutas de cabotaje realizadas por embarcaciones de poco tonelaje entre puertos locales.

Las rutas serán representadas mediante una línea o banda de 5 km de ancho con una franja adicional de amortiguación cuya amplitud se irá incrementando a razón de 1 km por cada 25 km de distancia desde el puerto con que está comunicada en el área de planificación. Las rutas serán clasificadas en dos categorías, **principales** y **secundarias**, pudiendo quedar superpuestas dos o más rutas a medida que se aproximan a los puertos. Las rutas principales tienen un peso de 200 ($2 \times 1 = 2 \rightarrow 200$) y las secundarias de 100. La influencia en la franja de amortiguación fue simulada mediante una función decreciente gradual: $f(x) = (\text{peso})(\text{peso}/\text{distancia})$.

b. Operación portuaria y dragados

Los puertos marítimos y canales de navegación generalmente requieren durante su construcción y mantenimiento de intervenciones importantes en la línea de costa y en los fondos submarinos para permitir el acceso de embarcaciones con un cierto calado. Tales intervenciones causan perturbaciones y transformaciones en las comunidades litorales y bentónicas, la mayoría de difícil recuperación, debido a que alteran

sustancialmente las condiciones topográficas y la naturaleza de los sustratos. Adicionalmente, las maniobras de las embarcaciones en las zonas portuarias generan turbulencia en las aguas ocasionando ruido y resuspensión de sedimentos del fondo.

Esta amenaza, aunque es de cobertura local, se considera severa y sus impactos son en muchos

casos irreversibles. Para el análisis de esta amenaza se identificaron, espacializaron y categorizaron las zonas portuarias según el tamaño de las embarcaciones que pueden atender (tanto mercantes como militares, pesqueras, turísticas y de recreación) y la intensidad o frecuencia de movimiento de las mismas (Tabla 25).

Tabla 21. Escala de categorías para las zonas portuarias según el tamaño y movimiento de embarcaciones.

Desplazamiento bruto (tons) /Frecuencia	> 15 embarcaciones /día	8-15 embarcaciones /día	4-8 embarcaciones /día	< 4 embarcaciones /día
> 10.000	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto
1.000 – 10.000	Alto	Alto	Alto	Medio
100 -1.000	Medio	Medio	Medio	Bajo
< 100	Medio	Bajo	Bajo	

Cada zona portuaria fue indicada con un punto en su centro. La categoría **muy alta** tiene un peso de 800 ($3 \times 4 = 12 \rightarrow 800$), la **alta** uno de 600, la **media** uno de 400 y la **baja** uno de 200. El buffer de amortiguamiento abarcó una distancia de 4 km costa afuera en la categoría **muy alta**, 3 km en la categoría **alta**, 2 km en la **media** y 1 km en la **baja**. El grado de impacto en la zona de amortiguamiento fue simulado con una función decreciente gradual: $f(x) = (\text{peso})/(\text{peso}/\text{distancia})$.

Extracción de recursos

La extracción de recursos biológicos de manera no sostenible es la amenaza identificada como las más importante, incluso a nivel artesanal. La creciente demanda de recursos pesqueros ha causado la reducción de las poblaciones y el colapso de varias pesquerías. Las poblaciones afectadas no son solamente aquellas a las cuales va dirigida primordialmente la actividad (camarones, peces comerciales demersales y pelágicos) sino también las capturas de especies acompañantes (by-catch), de escaso o ningún valor comercial, y como en el caso de la pesca de arrastre, se afecta la estructura de la comunidad bentónica al remover elementos clave de la biota que dan sustento a otras especies y son esenciales en la configuración de los hábitats (esponjas y los octocorales).

Los tipos de pesca más practicados y que mayor amenaza representan en las áreas de

planificación son los que se enfocan a la captura de peces pelágicos (principalmente atún, barrilete, dorado, pez espada, pez vela y tiburones), bien sea con redes de cerco o palangres, la dirigida a la captura de camarones y peces demersales mediante redes de arrastre y la que es practicada con métodos artesanales de mediana y pequeña escala, que utilizan redes bolicheras, trasmallos, atarrayas, palangres recolección manual de moluscos y buceo. Cada tipo tiene sus características distintivas y su nivel de impacto, por lo que es pertinente su discriminación en el análisis de amenazas.

La heterogeneidad e inexistencia de información existente sobre población dedicada a la pesca, cantidad de embarcaciones, estadísticas de desembarco, especies objeto de captura, esfuerzo pesquero y áreas de pesca, obliga a que el análisis de este tipo de amenaza deba realizarse en parte a partir de estimativos aproximados y de información con distintos niveles de resolución. La información base más importante para llevar a cabo el análisis de la manera más objetiva es la siguiente:

- 1) Grado de impacto relativo de cada tipo de actividad pesquera
- 2) Áreas donde se practica con mayor énfasis cada tipo de actividad pesquera.
- 3) Magnitud estimada del esfuerzo pesquero total en cada área

Como primer punto fue realizada una **Estimación del grado de impacto de las artes de pesca**, a partir de la evaluación de la selectividad, que indica el grado de influencia interespecífica sobre el ambiente. Al respecto se han realizado diversas evaluaciones comparativas para una amplia gama de artes de pesca, como la realizada por Chenpagdee *et al.* (2003), en el que se evalúan 10. De estas ocho (8) han sido identificadas como de mayor empleo en el Pacífico continental colombiano Tabla 22

Tabla 22. Artes de pesca identificadas para el Pacífico continental colombiano

Tipo	Artes de pesca
Pesca Industrial	-Redes de cerco (purse seines) pelágicos -Palangres (longlines) pelágicos -Redes de arrastre de fondo (bottom trawls)
Pesca artesanal de mediana escala	-Boliches y trasmallos (mid-water and bottom gillnets)
Pesca artesanal de pequeña escala.	-Líneas de anzuelos (hooks and lines) -Trasmallos o boliches de fondo (bottom gillnets) -Boliches (mid-water gillnets) Nasas (traps)

Adicionalmente, en las áreas de planificación es usual el empleo de atarrayas, el buceo a pulmón y la recolección manual de moluscos litorales.

Siguiendo a Chenpagdee *et al.* (2003), el impacto colateral de las artes de pesca mencionadas se muestra en la Tabla 23, en la que se han adicionado evaluaciones propias para las atarrayas, el buceo a pulmón y la colecta manual de moluscos. Se establecieron tres intervalos de acuerdo a los valores totales del puntaje para cada arte, clasificando el impacto colateral, así:

- **Bajo** (11 a 14): líneas de anzuelos, redes de cerco, atarrayas, buceo a pulmón y colecta manual
- **Medio** (15-19): palangres de fondo y pelágicos, y nasas.
- **Alto** (19-24): Redes agalleras pasivas (boliches y trasmallos de fondo y media agua) y redes de arrastre de fondos.

Tabla 23 Evaluación del impacto colateral de diferentes artes de pesca sobre los hábitats y organismos (tomado en parte de Chenpagdee *et al.*, 2003). Escala: 1: muy bajo; 2: bajo; 3: medio; 4: alto; 5: muy alto.

Tipo de arte	Hábitat		Captura acompañante					Total
	Físico	Biológico	Crustáceos y Moluscos	Peces de escama	Tiburones	Cetáceos	Aves y Tortugas	
Boliches/trasmallos de fondo	3	2	1	4	3	4	3	20 Alto
Boliches/trasmallos de media agua	1	1	1	4	4	5	5	21 Alto
Líneas de anzuelos	1	1	1	2	3	1	2	11 Bajo
Palangres de fondo	2	2	1	4	3	1	2	15 Medio
Palangres pelágicos	1	1	1	3	4	3	5	18 Medio
Nasas/trampas	3	2	4	2	1	3	1	16 Medio
Redes de cerco	1	1	1	2	2	3	2	12 Bajo
Redes de arrastre de fondos	5	5	3	5	2	2	2	24 Alto
Atarrayas*	2	2	2	4	1	1	1	13 Bajo
Buceo a pulmón*	2	2	3	3	1	1	1	13 Bajo
Colecta manual de moluscos*	1	1	4	1	1	1	1	10 Bajo

Como segundo punto fue desarrollado un análisis en cuanto a las **Áreas de faena de las artes de pesca**, a partir de estimativos pues de manera general no se encuentra para el país información suficientemente detallada y teniendo como base algunas estadísticas de la FAO⁵ y estadísticas y publicaciones de La Comisión Interamericana del

Atún Tropical⁶. Se delimitaron en lo posible las principales zonas de pesca industrial y artesanal de mediana escala, en algunos casos discriminadas también según las artes de pesca.

Para la pesca artesanal de pequeña escala, que involucra el uso de líneas de anzuelos, trasmallos o boliches de fondo y media agua, nasas y buceo a pulmón, la información es muy fragmentaria. Sin

⁵ www.fao.org/fi/fcp/es/COL

⁶ www.iattc.org/PDFFiles/IATTC-boletines.pdf

embargo, debido a las limitaciones de las embarcaciones y aparejos empleados por los pescadores artesanales, su accionar por lo general no se extiende más allá de las 3 millas (5,5 km) de distancia desde la costa [122]. Por otra parte, puesto que en la región gran parte de la pesca artesanal de pequeña escala es de subsistencia y es practicada por los pobladores de la zona costera (Beltrán, 2001), puede establecerse una franja de 5 km de ancho a lo largo de toda la línea de costa como el área de faena de la pesca artesanal de pequeña escala.

La colecta manual de moluscos, aunque hace parte de la pesca artesanal, merece un tratamiento diferente, pues se lleva a cabo en el Pacífico en áreas de manglar (piangua), litorales rocosos (*Nerita spp.*) y playas (almejas)

Para **estimar el esfuerzo pesquero total en cada área** identificada, se definió un peso relativo de acuerdo a la discriminación por los tipos de tipos de artes y a la estimación del grado de intensidad o esfuerzo con que se emplean en cada área. De esta manera, el peso de la amenaza resulta de la conjugación del impacto colateral y de la intensidad que ejercen los distintos artes en una determinada zona.

La pesca industrial de peces pelágicos se orienta principalmente al atún, el barrilete, el dorado, los peces espada y vela y los tiburones con redes de cerco y palangres pelágicos operados desde embarcaciones de altura debidamente registradas en los respectivos países y rinden cuentas de los volúmenes de captura en los puertos de desembarco. Tales estadísticas están disponibles en el sistema de información de la FAO por países (www.fao.org). La flota industrial opera en las respectivas zonas económicas exclusivas -ZEE, principalmente donde ocurren afloramientos o surgencias que disparan la productividad biológica (Brenes, 2001), al igual que los palangreros que prefieren operar en inmediaciones de las islas oceánicas.

Las estadísticas sobre volúmenes de captura de las flotas son fragmentarias y en algunos casos poco confiables o inexistentes. Un subrogado más apropiado para estimar la intensidad o el esfuerzo pesquero en una determinada zona sería la

cantidad de embarcaciones registradas en cada país bajo el supuesto de que la gran mayoría de las faenas se realizan en la respectiva ZEE. La relación entre la cantidad de embarcaciones registradas para cada tipo de flota y la extensión de la zona potencial de pesca indicaría en líneas generales la intensidad o el esfuerzo pesquero a que está sometida. Sin embargo, es bien sabido que muchas embarcaciones de este tipo transgreden los límites de las ZEE respectivas y frecuentemente faenan en aguas por fuera de las mismas, lo que le resta validez al análisis. Además, también es conocido que embarcaciones palangeras de otros países (Ecuador y Nicaragua principalmente), que no figuran en los registros ni están licenciadas, faenan en las ZEE de otros países. No obstante, según la opinión de los expertos pesqueros⁷, los volúmenes de captura de la mayoría de los recursos pelágicos en el Pacífico están cerca, si no por encima, de los valores estimados de máximo aprovechamiento sostenible. Por lo tanto, lo más pertinente es otorgar la categoría de “alta” a la **intensidad de pesca de pelágicos** con redes de cerco y palangres. Aún más crítica es la situación de las pesquerías de **camarones** con redes de arrastre de fondos, que ya han colapsado en muchas zonas y están próximas a colapsar en las demás, por lo que en este caso la categoría de intensidad de pesca debe ser “muy alta” en todas las zonas donde se práctica.

Para la **pesca artesanal de mediana escala**, orientada principalmente a la captura de pequeños pelágicos con destino a la elaboración de harinas y conservas (www.fao.org) dentro de la franja de las 12 millas, mediante redes galleras de media agua o boliches, existe información fragmentaria para Colombia, pero por la cual se puede estimar la intensidad de pesca en relación con la extensión de las zonas.

Para la **pesca artesanal de pequeña escala**, dado que no existe información homogénea sobre los volúmenes de captura y aún menos discriminada por artes de pesca, se utilizó la capa de información sobre densidad de población humana asentada en la zona costera, generada para el análisis de la contaminación de origen

⁷ www.iattc.org/PDFFiles/IATTC-boletines.pdf

doméstico y se aplicó a la franja de actividad pesquera artesanal de 5 km. En este caso, la extensión de la franja de 5 km situada en frente del tramo de costa se categoriza en intensidad de pesca según la densidad poblacional correspondiente al tramo.

El costo determinado para la amenaza por extracción del recurso, que de acuerdo a los valores de severidad y reversibilidad a la extracción de recursos le corresponde un peso de 600 ($4 \times 2 = 8 \rightarrow 600$) (ver tabla 2, sección 2.1). Sin embargo, dicho valor es el resultado de una estimación general que refleja la evaluación de la actividad extractiva en su conjunto. Con base en los criterios y razonamientos expuestos más arriba, el impacto que causa la extracción de recursos no es igual para todas las artes o modalidades de extracción, como tampoco para todas las zonas de las áreas de planificación, puesto que depende de la intensidad o esfuerzo pesquero que tiene lugar en cada una de ellas. Por lo tanto, el peso de amenaza debe discriminarse por zonas de acuerdo al tipo de pesca que se practica y a la intensidad de las faenas.

El valor de peso 600 puede asumirse como un promedio ponderado que oscila entre 400 (para artes menos nocivas) y 800 (para las artes más nocivas) suponiendo una intensidad o esfuerzo pesquero de nivel medio. Estos valores de peso o costo son susceptibles de reducirse o incrementarse si la intensidad de pesca se categoriza como baja o alta respectivamente. En consecuencia, el procedimiento propuesto para establecer el costo de la actividad extractiva por zonas identificadas fue el siguiente:

1) Estimación de la categoría de impacto general de los siguientes tipos de actividad extractiva de recursos biológicos:

- Pesca artesanal con aparejos (líneas de anzuelos, boliches y trasmallos de fondo y media agua, atarrayas, buceo a pulmón, nasas)
- Colecta artesanal manual
- Pesca artesanal de mediana escala con redes agalleras y palangres
- Pesca industrial de pelágicos con redes de cerco
- Pesca industrial de pelágicos con palangre

- Pesca industrial de demersales (redes de arrastre de fondos)

2) Identificación de las zonas de faena de cada categoría de extracción y determinación de su extensión.

3) Estimación de la categoría de intensidad o esfuerzo pesquero de cada categoría de extracción en cada zona.

4) Corrección de la categoría de impacto del tipo de actividad extractiva según la intensidad de pesca y la extensión de la zona.

a. Pesca artesanal

Como ya se mencionó, en las áreas de planificación de este estudio la pesca artesanal es llevada a cabo fundamentalmente por pobladores asentados en la zona costera empleando embarcaciones menores, en parte motorizadas, que suelen limitar las faenas a una franja de mar de unos 5 km desde la costa [122]. Las artes más empleadas en esta franja son la línea de anzuelos, los trasmallos y boliches de fondo y media agua, las atarrayas, los palangres de fondo, las nasas y el buceo a pulmón. La colecta manual de moluscos se practica en zonas de manglar y litoral rocoso.

Para su calificación se aplicó, como lo muestra la Tabla 24, un valor entre 3 (alto) y 1 (bajo), de acuerdo a la categoría promedio de las artes empleadas en la franja de 5 km.

Tabla 24. Calificación de la amenaza de pesca artesanal de acuerdo a el impacto de las artes aplicadas

Arte de pesca	Categoría	Calificación
Redes agalleras de fondo	Alto	3
Redes agalleras de media agua	Alto	3
Líneas de anzuelos	Bajo	1
Palangre de fondo	Medio	2
Nasas	Medio	2
Atarrayas	Bajo	1
Promedio	Medio	2,00

La intensidad estimada de pesca es media, que corresponde a un peso de 600. En caso que la densidad poblacional del tramo de costa correspondiente sea alto, el peso se incrementa a 800 y si es muy alto a 1.000. Por el contrario, si la densidad poblacional es baja, se rebaja a 400.

Por otra parte, La colecta manual de moluscos tiene un impacto colateral bajo, que corresponde a un peso de 400. Dicho peso se incrementaría a 600 en zonas de litoral rocoso y manglar en el Pacífico y de litoral rocoso en el Caribe con categoría alta de densidad poblacional, a 800 si son de densidad muy alta y se reduciría a 200 en zonas de densidad baja.

b. Pesca de recursos demersales (arrastre de fondos)

También denominada como pesca artesanal de mediana escala, este tipo de pesca se orienta a la captura de peces demersales y pelágicos mediante palangres en algunos caladeros.

El impacto colateral de las redes agalleras es alto, que corresponde a un peso de 800. En el caso que la intensidad de pesca en las zonas donde se hacen las faenas sea alto, dicho valor se incrementa a 1.000 y en las que sea bajo se rebaja a 600. Para Colombia, donde estas artes no son muy empleadas, el impacto colateral de los palangres es medio, que corresponde a un peso de 600. Del mismo modo, si se establece que la zona es de alta intensidad pesquera, se eleva ese valor a 800, si es baja se reduce a 400 y si es media se mantiene.

c. Pesca industrial de recursos pelágicos

Incluye pesca Industrial con redes de cerco y pesca Industrial con palangres pelágicos. La primera se realiza con con redes de cerco se practica con embarcaciones de altura que faenan en las ZEE de los respectivos países y su objetivo principal son los atunes. Este arte de pesca tiene un impacto colateral bajo, que corresponde a un peso de 400. Sin embargo, como ya se mencionó, las capturas de esta flota se consideran muy cerca del límite de la cosecha sostenible, por lo que se le asignará un peso de 800 a las ZEE del país.

Por su parte la pesca Industrial con palangres pelágicos, se orienta a la pesca de pelágicos mayores (tiburones, atunes, barrilete, pez espada, dorado, etc.) mediante palangres, que en algunos casos constan de líneas de varias millas de longitud, tiene un impacto colateral medio, que corresponde a un peso de 600. Sin embargo, es conocido que la intensidad de las faenas es alta, además por las faenas ilegales alrededor de las isla de Malpelo y otras zonas. Por lo tanto, el peso de esta amenaza en las zonas donde se concentran las actividades de la flota palangera será el máximo 1.000, en tanto que al resto de la extensión de las ZEE, donde también opera la flota pero con menos intensidad, se le asignará un peso de 600.

Metas de conservación

Las metas de conservación fueron establecidas de forma diferente para los ejercicios nacionales Caribe y Pacífico colombiano con respecto a PTO. Como se describe ampliamente en el capítulo 3, para su definición en el ejercicio nacional se tuvieron en cuenta cuatro parámetros diferentes: (1) si el OdC correspondía a un ecosistema o no, (2) la rareza del OdC con respecto a los demás sistemas costeros, (3) la condición actual determinada a partir de la calificación de los atributos ecológicos más importantes definidos para cada OdC con la ayuda de los expertos y (4) la vulnerabilidad del OdC obtenida también a través de la calificación de las amenazas que pueden afectar los atributos ecológicos de cada

OdC. Todo esto se obtuvo a través de una matriz de datos que permitió utilizar el conocimiento y la experiencia en campo de los expertos, por medio de la cual fue posible definir los atributos ecológicos de cada OdC. Lo más interesante de esta metodología es que la información recopilada para poder definir las metas de conservación, representa un insumo adicional para estudios posteriores, donde a través del monitoreo de los atributos ecológicos ya establecidos, será posible determinar la condición de los OdC en el tiempo y se podrá establecer el efecto de las amenazas que ponen en riesgo su viabilidad. A través de esta información es posible realizar análisis de mejores prácticas de uso y manejo de los recursos

como lo requieren actividades específicas como lo es la exploración y explotación de hidrocarburos.

Para obtener las metas finales de cada objeto de conservación por sistema costero, se sumaron los valores totales correspondientes a cada uno de los cuatro criterios evaluados anteriormente, cuyo total estaba entre un rango de valores de mínimo 4 y máximo 12.

Las metas utilizadas para obtener el portafolio de sitios del Pacífico colombiano corresponden a las determinadas con ayuda de los expertos nacionales (valores de 30, 60 y 100%). En aquellos casos donde no se tenía un valor de meta definido por expertos para Pacífico colombiano específicamente se utilizó la meta propuesta por el ejercicio PTO, pero para

equiparar su valor con los nacionales el valor de PTO se aproximó al valor más cercano entre 30, 60 y 100%. Después de correr el programa MARXAN se observó que era necesario disminuir el valor de meta en algunos OdC, ya que estos por su amplia distribución y extensión hacían que la solución seleccionara una gran cantidad de unidades de planificación equivalente a prácticamente toda la línea de costa. Esto ocurrió con los OdC: fondos blandos, playas y playones intermareales de lodo.

Las metas establecidas para cada uno de los 23 OdC presentes en cada uno de los sistemas costeros de Pacífico continental colombiano se presenta en la Tabla 25, las cuales fueron utilizadas para las corridas de MARXAN y obtención del portafolio de sitios prioritarios

Tabla 25. Metas de conservación definidas para cada objeto por sistema costero de Pacífico por sistema costero. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ) y Tumaco (TUM).

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	METAS DE CONSERVACIÓN (%)									
	PAN	BAU	BUE	GOR	MAL	NAY	PAO	SAQ	TUM	
Sistemas ecológicos intermareales										
Playas de alta energía	30	30	30	30		30		30	30	
Playas de baja energía	30	30	30			30		30	30	
Playones intermareales de lodo	30	30	30			30		30	30	
Playas rocosas	30	60		100						
Acantilado de roca dura	30	30	30	60	60					
Acantilado de roca blanda			30					100	60	
Manglares de aguas mixohalinas	60	60	60	30		60		60	60	
Bosque mixto de guandal			60			60		60	60	
Estuarios	30	30	30			30		30	30	
Sistemas ecológicos submareales										
Formaciones coralinas	30			100	100					
Fondos móviles no carbonatados de grano grueso	30	30	30	60		30		60	30	
Fondos móviles no carbonatados de grano fino	30	30	30		30	30		30	30	
Fondos móviles carbonatados de grano grueso	100			60				100		
Montañas submarinas	100									
Comunidades biológicas relevantes										
Área de congregación de pargos y meros	100	100					100			
Bancos de piangua	30	30	30			30		100	100	
Áreas de anidación de tortugas marinas	60	100	60	60				60	60	
Área de congregación de Megaptera	30	30	60	60	30	30	30	60	60	
Área de congregación de Rhincodon				100	100		100			
Área de congregación de Sphyma spp.				100	100					
Área de congregación de Stenella				60		30	30	60		
Ocurrencia Creagrus furcatus					100					
Áreas de reproducción de aves	100	100	60	100	100	100		100	100	
Áreas de alimentación de aves	100	100	60	100	100	100		100	100	
Áreas de alimentación de aves	100	100	60	100	100	100		100	100	

Portafolio de sitios prioritarios de conservación

Una vez listos los requerimientos de información para realizar el análisis con la herramienta soporte de decisiones MARXAN: (1) Distribución espacial de los OdC, (2) Metas de conservación (3) Valores de costo por unidad de planificación y (4) límites geográficos de las unidades de análisis (sistemas costeros); se procedió a definir los parámetros para correr el programa y posteriormente evaluar los resultados.

Definición de parámetros para MARXAN

El tamaño de la *unidad de planificación* –UP es el mismo utilizado para Caribe, de acuerdo al detalle y escala de la información de los objetos. Corresponde entonces a UP de forma hexagonal con un lado de 1 km de longitud, equivalente a un área de 260 ha cada una. El número total de UP obtenidas fue de 10.281, lo cual representa un área total de 2'673.060 ha.

De acuerdo a la función objetiva utilizada por MARXAN (capítulo 3) fue necesario definir un valor BLM⁸, que corresponde al factor de modificación de la longitud del perímetro, relativo al costo de las UP seleccionadas, en donde a mayor BLM menor fragmentación.

Para este ejercicio de planificación se probaron valores de BLM entre 0.03, 0.04, 0.05 hasta 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 hasta 1 encontrando que al usar un valor de 0.04 se obtiene la solución con el menor número de UP seleccionadas (Figura 34).

El valor de *eficiencia* entendido como: $1 - (\text{Número de UP seleccionadas} / \text{Número total de UP})$, utilizando el BLM de 0.04 fue de 0.79. El número de corridas seleccionado fue 300 y 1 millón de iteraciones.

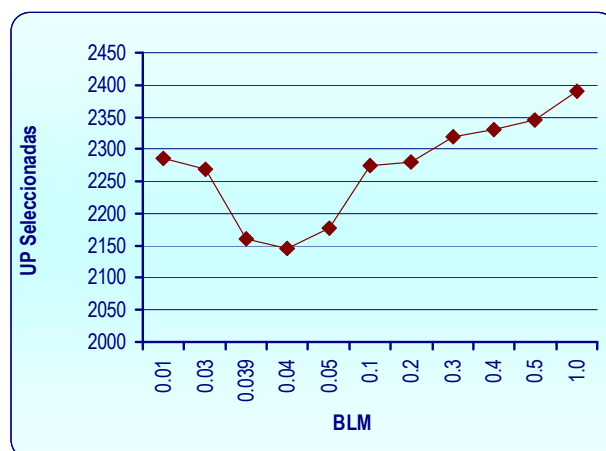


Figura 34. Unidades de planificación seleccionadas para cada BLM entre 0.05 y 0.5.

En cuanto al Costo, para el presente ejercicio fueron incorporados dentro de las capas de las amenazas que afectan los OdC. Para esto las amenazas fueron espacializadas y clasificadas de acuerdo con el grado e impacto de la amenaza, asignando valores que permitieran obtener un cálculo relativo del costo. De tal modo, que cada amenaza dependiendo de su intensidad y magnitud implica un costo diferente para cada unidad de planificación.

Para este ejercicio, el costo total de una UP equivale a un costo base, que se refiere al costo que tiene cada hexágono por entrar en el modelo (equivalente a su área en ha), más el costo calculado por la intersección de las diferentes amenazas (naturales o antrópicas) identificadas para el área de estudio:

En la Figura 35 se puede observar en general los rangos de costos para el área de estudio.

⁸ Boundary Length Modifier

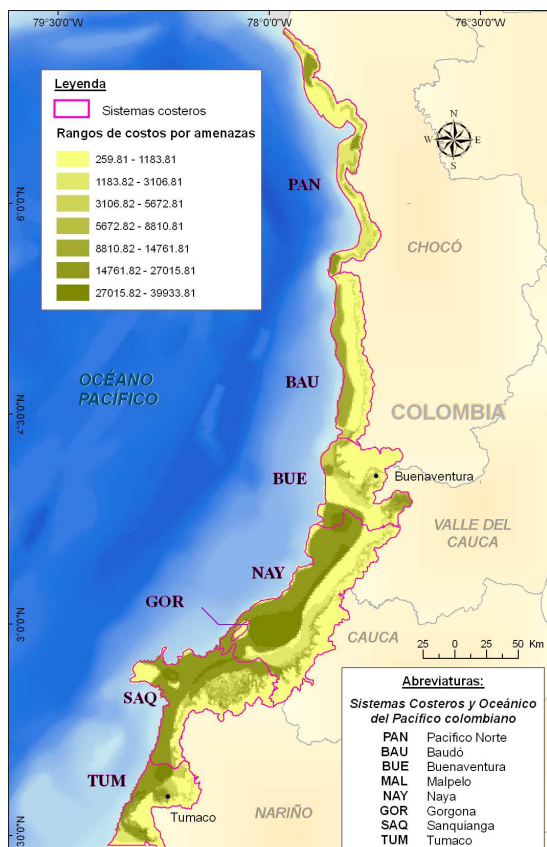


Figura 35. Rangos de valores costos definidos a partir de las amenazas espacializadas para el Pacífico continental colombiano.

De acuerdo a los requisitos necesarios para hacer uso de MARXAN, el primer paso fue la especialización de la presencia y distribución de los OdC, a partir de la cual se realizó la intersección con los hexágonos, calculando la abundancia de cada OdC por unidad de planificación (UP). Dependiendo de la geometría de representación la abundancia se define así:

- Puntos: Número de puntos por UP del OdC
- Línea: longitud en metros
- Polígono: Área que ocupa de la UP

El segundo corresponde al establecimiento de metas, definida su metodología en los apartes correspondientes de este documento. En las primeras corridas de MARXAN se observó que OdC de amplia distribución en el área de estudio, como playas de alta y baja energía, playones intermareales de lodo y estuarios, al presentar metas de conservación altas (60 y 100%) generaban una selección de sitios que abarcada

una gran extensión de la línea de costa, por este motivo y tras consultarlo con los expertos se optó por utilizar una meta del 30% para estos OdC en todo los sistemas costeros.

Una situación similar se presentó con los fondos sedimentarios, los cuales se encuentran distribuidos en todo el Pacífico y abarcan una cobertura superior al 60% de los OdC en la mayoría de los sistemas costeros; en este caso, los expertos definieron con base en la experiencia de otro ejercicio de planificación para el norte del Caribe colombiano [35] dejar las metas de conservación de estos objetos en cero, comprobando una vez obtenida la solución que los fondos quedaran representados por lo menos en un 10%. Esto ocurre ya que existen OdC que colindan o se superponen con fondos móviles y siendo seleccionadas las UP donde se encuentran se aportará a la representatividad del objeto.

En cuanto a los valores de costos de cada UP, fueron generar a partir de la superposición de la grilla de las unidades de análisis con los grid de las amenazas que contienen la calificación por grado de impacto de las mismas. Obteniendo finalmente un valor de costo mínimo de 260 correspondiente al área de la UP y el máximo, de acuerdo a las amenazas presentes en esa área.

Escenarios de planificación

Los escenarios de planificación consideran las diferentes condiciones que presenta el Pacífico colombiano en términos de conservación y sirve como base para construir el portafolio de sitios prioritarios de conservación. Fueron evaluados 3 de los escenarios propuestos inicialmente, incluyendo la definición de áreas de exclusión, áreas protegidas de orden nacional y teniendo o no en cuenta los costos por amenazas.

Las **áreas de exclusión**, definidas en el capítulo 3, fueron seleccionadas y excluidas del análisis. Estas corresponden a sitios donde existe algún tipo de explotación económica, desarrollo de infraestructura (aeropuertos, puertos) o centros poblados.

En cuanto a **áreas protegidas**, fueron incluidas solo las pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia -SPNN, las cuales son de tipo costero y marino-costero, se listan en la Tabla 26 y se puede observar su distribución en la Figura 36).

Tabla 26. Áreas marinas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales en el Pacífico continental colombiano.

Área protegida	Tipo	Área (ha)
PNN Utría	Marino costero	54.000
PNN Gorgona	Marino costero	61.887
PNN Sanquianga	Costero	80.000



Figura 36. Localización de las diferentes figuras nacionales de protección existentes en el Pacífico continental colombiano.

Además existe un sitio RAMSAR correspondiente al Delta del Río Baudó, ubicado en el sistema costero BAU. Este sitio es de tipo costero y comprende un área de 8919 ha, pero no fue incluido en el análisis como área protegida por considerarse en consenso con los expertos que es un figura que actualmente no cuenta con los instrumentos para su implementación.

Los escenarios de planificación desarrollados en Pacífico continental corresponden entonces a:

Escenario 1: OdC + Áreas excluidas.

Escenario 2: Esc. 1 + Costos por Amenazas.

Escenario 3: Esc. 2 + Áreas protegidas del SPNN.

El **primer escenario** (Figura 37a), corresponde a los objetos de conservación con sus respectivas metas, más las áreas de exclusión. Seleccionar previamente las UP que corresponden a áreas de exclusión mejora la eficiencia del portafolio. En este caso el SSD no escogerá en ningún caso una unidad de planificación que este dentro de un área de exclusión. En la Figura 37b se presenta un portafolio correspondiente a este escenario.

En el **segundo escenario** (Figura 38a) se incluyen además de las áreas de exclusión la capa de costos por amenaza. En este caso el programa seleccionará UP que sumen el menor costo posible. En la Figura 38b se presenta el portafolio generado para este escenario.

El tercer escenario contiene áreas de exclusión, costos por amenaza y áreas protegidas del SPNN. En las Figuras 39 a y b, se observa el escenario de ingreso y el portafolio generado.

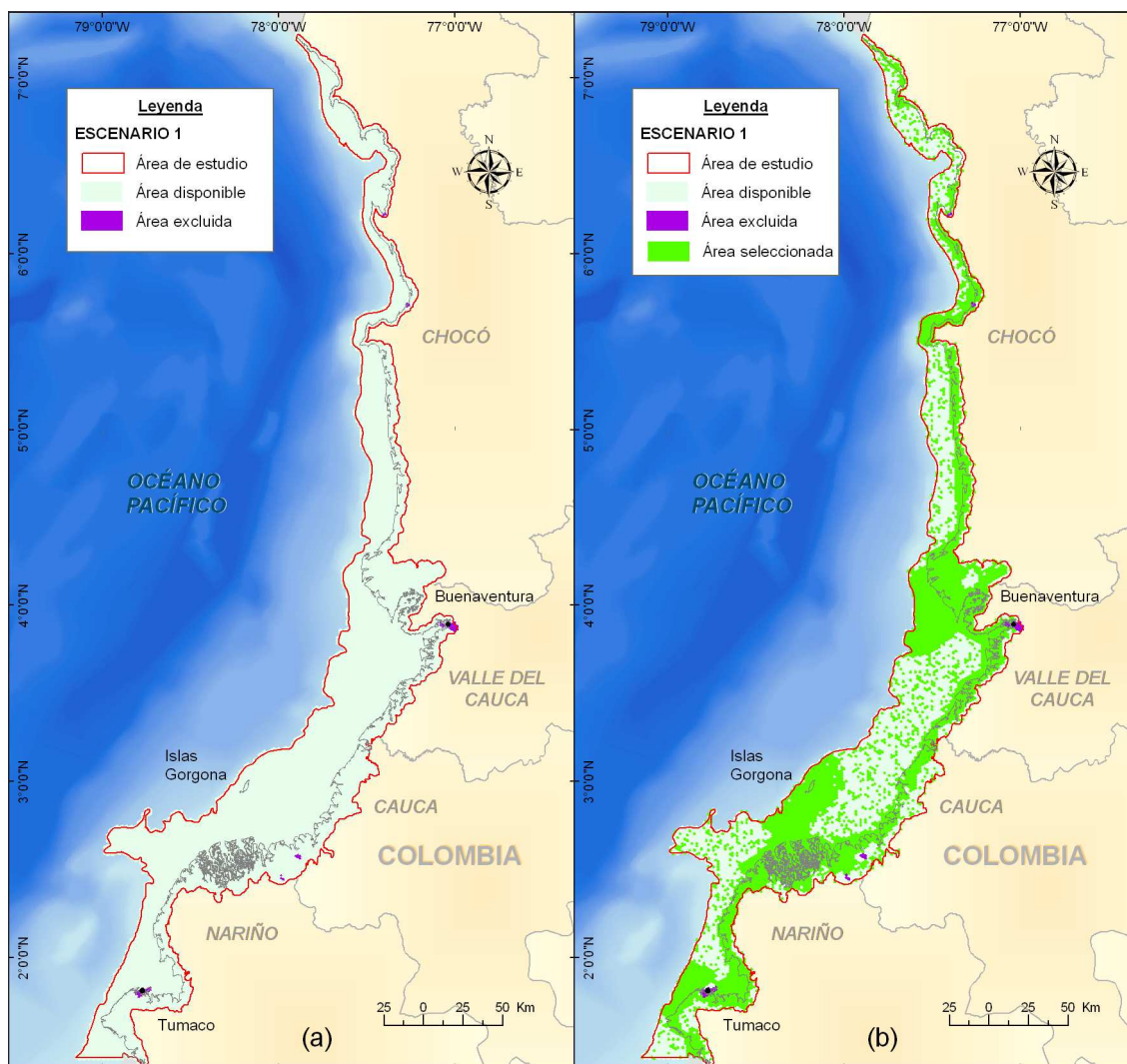


Figura 37. Escenario 1 de planificación en el Pacífico continental colombiano (a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión y áreas disponibles para selección (b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión y áreas seleccionadas.

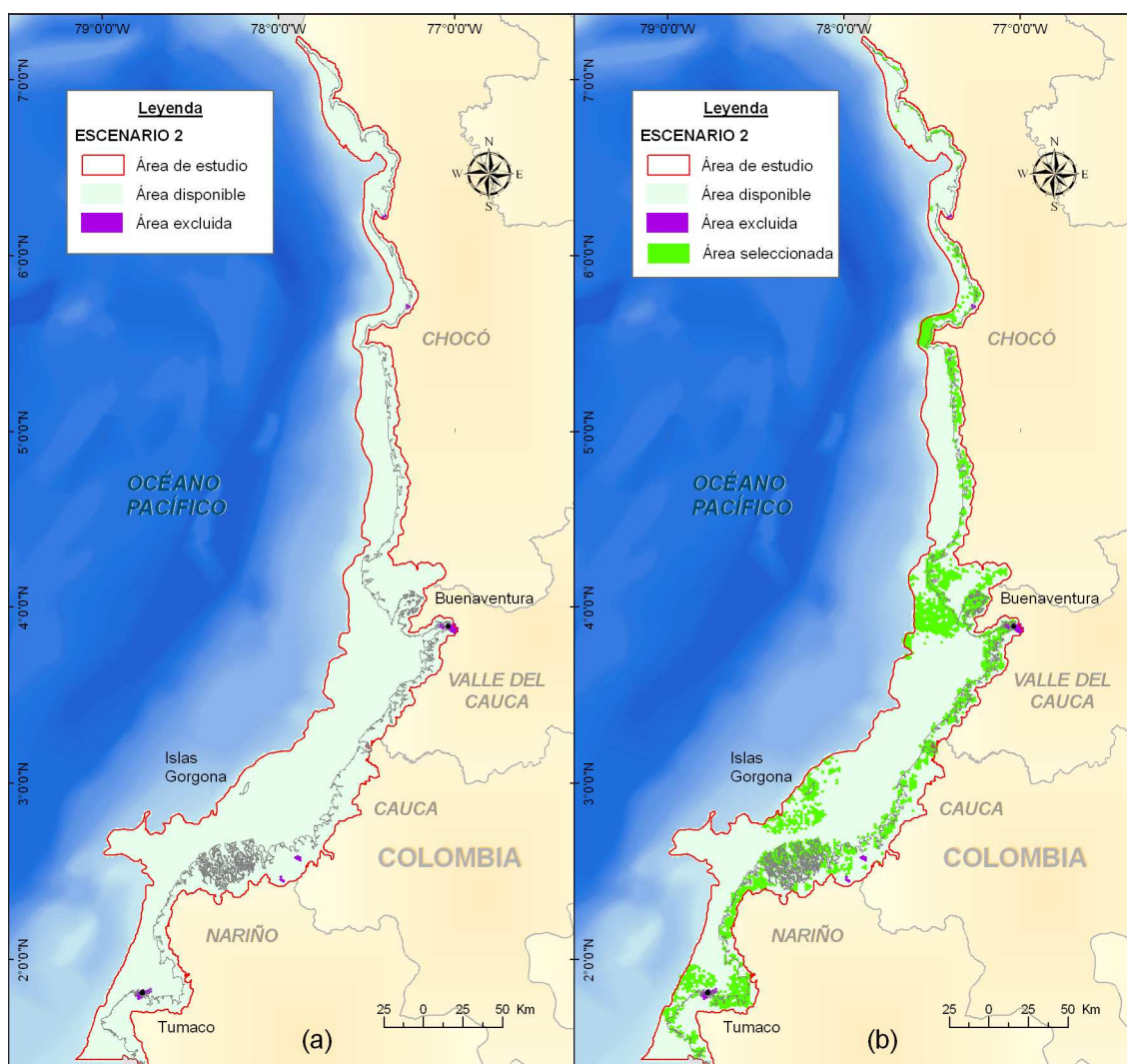


Figura 38. Escenario 2 de planificación en el Pacífico continental colombiano más costos por amenazas (a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión y áreas disponibles para selección (b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión y áreas seleccionadas.

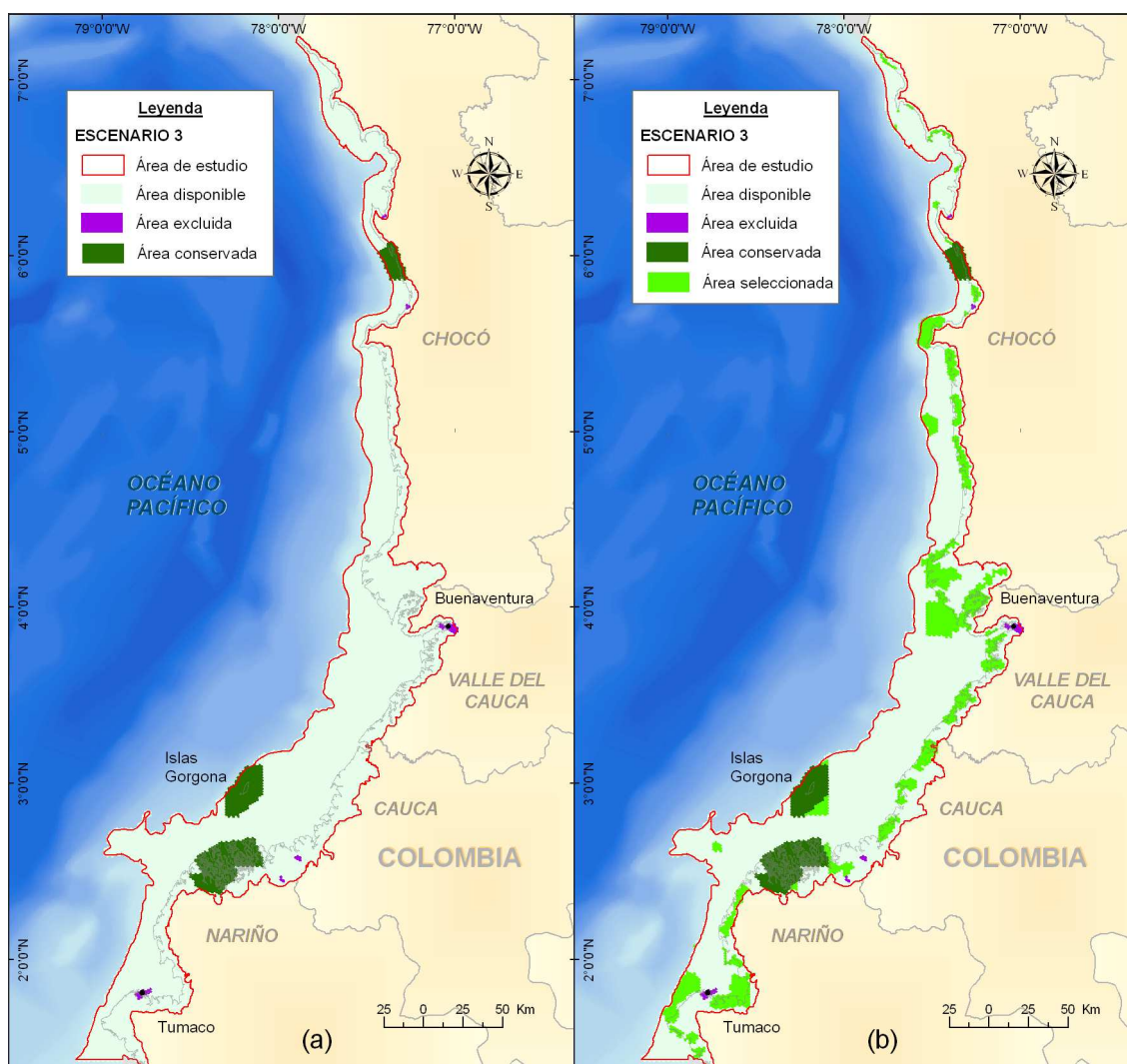


Figura 39. Escenario 3 de planificación en el Pacífico continental colombiano más costos por amenazas y áreas conservadas
(a) Escenario de ingreso para el análisis indicando las áreas de exclusión, áreas conservadas y áreas disponibles para selección
(b) Resultado del portafolio generado indicando áreas de exclusión, áreas de conservación y áreas seleccionadas.

A pesar de la existencia de un sitio Ramsar en el área de estudio este no fue considerado como área protegida debido a que esta nominación no corresponde a una categoría de protección propiamente dicha, que además dependa directamente del SPNN.

Las figuras de protección se fijan en el sistema de información geográfico seleccionando las UP que se encuentran dentro de alguna área de protección. Al fijar estas UP como áreas protegidas el programa requiere seleccionar un número menor de UP para generar una solución, ya que un porcentaje de las metas de conservación establecidas, ya se está cumpliendo en las áreas de protección.

En la Tabla 27 se puede observar como disminuye el número de unidades de planificación seleccionadas (área) en la solución final de cada uno de los portafolios de los escenarios contemplados.

Tabla 27. Unidades de planificación (UP) conservadas y seleccionadas en cada uno de los portafolios de escenarios (E) contemplados para el Pacífico continental colombiano.

Escenario	UP conservadas	UP seleccionadas
Escenario 1 = OdC + áreas excluidas	0	5543
Escenario 2 = E1 + costos por amenazas	0	2181
Escenario 3 = E2 + áreas protegidas del SPNN	682	1665

Durante el taller de expertos se discutieron los diferentes escenarios y los portafolios obtenidos para cada uno de ellos. Después de una amplia discusión, se acordó escoger el portafolio resultado del escenario 3 y a partir de este realizar los ajustes necesarios.

Para la selección del portafolio final fueron utilizadas las dos salidas gráficas que genera MARXAN, una denominada “mejor solución” (Best), que muestra en general las áreas seleccionadas como sitios prioritarios de conservación y la segunda llamada “solución sumada” que muestra el número de veces que cada UP es seleccionada durante el número total de corridas establecidas, señalando cuales de

esas UP deben ser parte de la solución, siempre seleccionadas.

El escenario 3 seleccionado muestra un total de 35 sitios prioritarios de conservación distribuidos a lo largo del todo el Pacífico (Anexo 4) y la solución sumada correspondiente en el Anexo 5.

Análisis del portafolio

Una vez seleccionada la mejor solución, correspondiente al escenario 3, se revisaron en detalle las unidades de planificación seleccionadas y se inició la numeración de los sitios, los cuales fueron nombrados de acuerdo con la toponimia de la región para facilitar su ubicación y referencia. En total se identificaron 35 sitios prioritarios de conservación distribuidos a lo largo de todo el Pacífico colombiano. Seis de los sitios identificados se encuentran en áreas colindantes a sitios del SPNN las cuales podrían posteriormente ser incorporadas al SPNN por realindramiento de las áreas.

El área cubierta por el portafolio es de 432.583 ha y representa el 16.2% del Pacífico continental colombiano. El área total representada por los sitios de conservación más las áreas protegidas del SPNN es de 609.774 ha, lo que equivale al 22.82% del área de estudio.

El 93% de las metas de conservación de los OdC se alcanzan con el portafolio seleccionado. Al analizar el cumplimiento de metas por sistema costero se observa que las metas se cumplen en la mayoría de ellos (), excepto para BUE y TUM donde se dejan de cumplir las metas de 2 y 3 OdC, respectivamente. En BUE los acantilados de roca blanda alcanzan el 70% de una meta establecida en el 100% y los fondos móviles de grano fino carbonatados solo alcanzan el 0.3% de representación en este sistema costero. En Tumaco la situación es más crítica pues aunque se alcanza alrededor del 60% de una meta del 100% establecida para acantilados de roca blanca, los sitios de alimentación y reproducción de aves, con metas del 100%, quedan sin ninguna representación. Esto se debe a que el sitio donde se encuentran estos OdC coincide con áreas de exclusión por la existencia del puerto y del área poblada por lo cual MARXAN no puede

seleccionar unidades completas dentro del portafolio o los costos de las UP que contienen los OdC son muy altos y por lo tanto la penalización es tan extrema que el programa deja de seleccionar estas unidades. En estos casos deben diseñarse estrategias de conservación a nivel municipal que consideren la protección de estos OdC.

Otras metas no alcanzadas son las del OdC montañas submarinas debido a que de acuerdo con los aportes de los expertos que revisaron el portafolio final, la ubicación de este OdC corresponde a la existencia de riscales en el norte

del Pacífico Colombiano, los cuales son formaciones rocosas que aparecen como prolongaciones continentales, por lo tanto el sitio señalado inicialmente en el portafolio, seleccionado para cumplir la meta de este OdC fue eliminado después del análisis con los expertos. En el sistema costero SAQ también aparece otra meta de conservación sin cumplir, en este caso corresponde al OdC áreas de congregación de *Stenella*, meta establecida en el 60% y representada en el portafolio por el 12%. Los porcentajes de metas alcanzados por los objetos presentes en cada sistema costero se presentan a continuación (Figura 40):

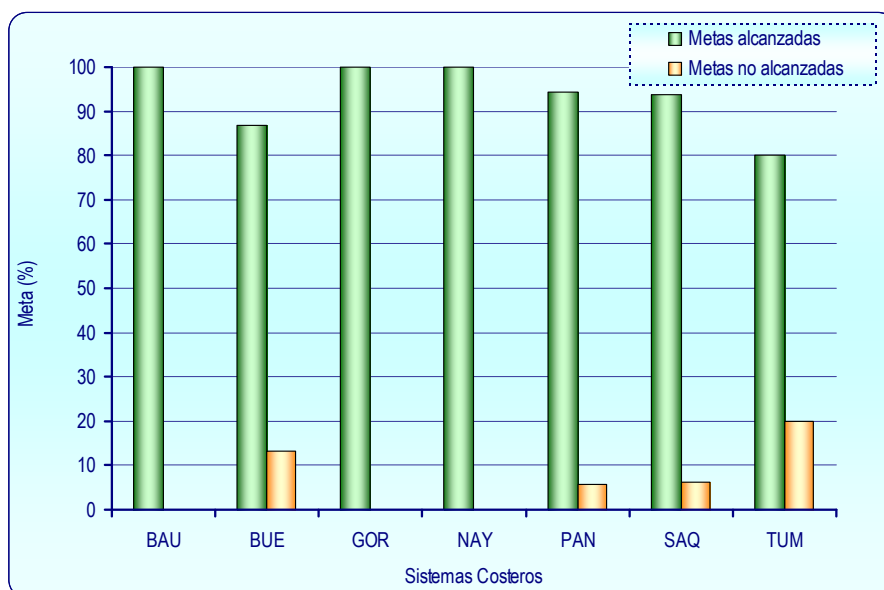


Figura 40. Comparación proporción relativa entre metas alcanzadas y no alcanzadas para cada sistema costero del Pacífico colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM).

Como se mencionó anteriormente debido a la gran extensión que ocupan los fondos móviles se optó al igual que para la obtención del portafolio del Caribe colombiano, por correr el programa sin fijar ninguna meta para estos OdC. La justificación para esto es que en la mayoría de los casos los fondos coinciden con otros OdC cuyas metas serán alcanzadas en su gran mayoría por el portafolio. Cuando el portafolio cumple las metas de estos OdC al mismo tiempo esta seleccionando áreas correspondientes a fondos móviles, lo que hará que estos queden representados de todas maneras. En el caso de que una meta fuera asignada a estos fondos el programa escogería

una gran cantidad de unidades de planificación que limitan la viabilidad del portafolio.

En la Figura 41 se observa el porcentaje que queda representado para cada uno de los fondos por sistema costero dentro del portafolio de sitios seleccionado. Como se mencionó previamente, los fondos móviles de grano fino carbonatado del sistema costero BUE quedan subrepresentados, alcanzando solo un porcentaje del 0.3%. En general se observa que la mayoría de los fondos quedan representados con porcentajes superiores al 10%.

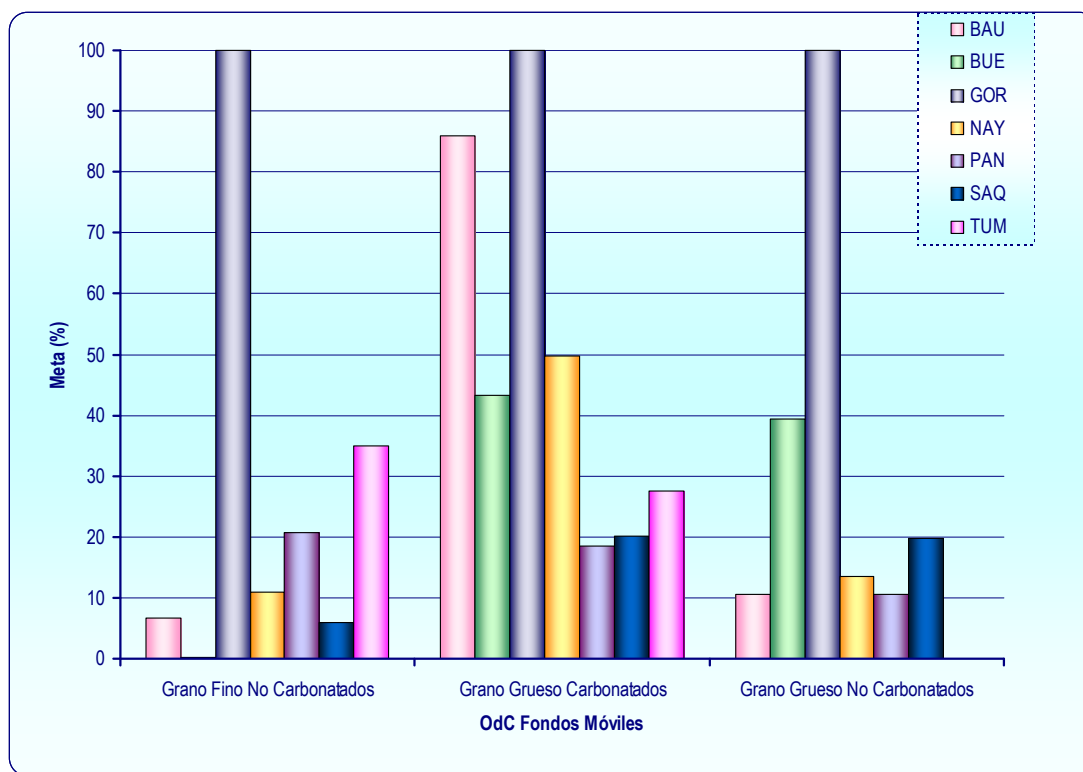


Figura 41. Porcentaje (%) de metas de conservación de cobertura de fondos móviles en el portafolio de sitios prioritarios de conservación para el Pacífico continental colombiano. Pacífico Norte (PAN), Baudó (BAU), Buenaventura (BUE), Naya (NAY), Gorgona (GOR), Sanquianga (SAQ), Tumaco (TUM).

La mayoría de objetos que no alcanzaron la meta asignada tenían la meta de conservación más alta (100%) y a pesar de no haber alcanzado dicho porcentaje, en la mayoría de los casos obtuvieron valores altos.

La descripción general de cada sitio del portafolio final se presenta en el Anexo 6, para ubicar las áreas descritas en la tabla consultar la Anexo 4.

CAPÍTULO VI

Conclusiones y recomendaciones

El presente ejercicio de planificación es un importante avance al compromiso adquirido por el país ante el Convenio de Diversidad Biológica, referente al diseño e implementación de un sistema de áreas marinas protegidas completo y representativo al año 2012. Aunque se trabajó con la mejor información ecológica y biológica con que cuenta actualmente el país, se sabe que es necesario complementar los resultados obtenidos por el portafolio de sitios prioritarios de conservación, con un análisis basado en información soci-económica de los mismos, que promueva la viabilidad de ser elegidos como nuevas áreas protegidas, evitando ir en contra de intereses sociales y económicos.

Este trabajo, al igual que otros hechos en otros países, eligió trabajar con objetos de conservación a escala gruesa (ecosistemas, hábitats) y de sitios especiales o “cuello de botella” para especies; sin embargo, también se identificaron vacíos de información en la distribución de objetos de conservación a nivel de filtro fino. Colombia tiene vacíos en este tipo de información, especialmente para especies marinas, por lo que se hace necesario desarrollar a corto plazo investigaciones en el tema, que permitan afinar y complementar la selección de los sitios de conservación y poder proponer diversas estrategias de conservación y garantizar de manera más efectiva la conservación de los objetos seleccionados.

A pesar que la metodología utilizada en el ejercicio nacional, para definir las metas de conservación, utiliza la calificación cualitativa de atributos ecológicos y vulnerabilidad de los objetos de conservación, representa un método donde se recoge el conocimiento y experiencia de los expertos nacionales que han trabajado en las áreas analizadas. Por este motivo las metas nacionales reflejan las necesidades de conservación requeridas para garantizar que la

biodiversidad marina y costera sea viable en el tiempo, permitiendo contar con una visión de país. En este sentido resulta importante utilizar dichas metas para obtener el portafolio de sitios prioritarios de conservación para el Pacífico colombiano, el cual junto con el de Caribe representan los insumos básicos para la construcción de la propuesta del sistema representativo de áreas marinas protegidas-SRAMP para Colombia.

El análisis de vacíos de representatividad de las áreas protegidas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales –SPNN y de prioridades de investigación para el país por parte de expertos nacionales; deben dar las directrices acerca de la necesidad de aumentar el número de sitios de protección y conservación en la zona marina y costera del país y priorizar temas de investigación, analizar la efectividad de las áreas protegidas existentes y desarrollar estrategias de recuperación.

Es pertinente realizar investigaciones y modelos sobre la dinámica de corrientes especialmente en zonas cercanas a la costa, para obtener información más detallada del grado de influencia y afectación de las amenazas sobre los diferentes OdC, desarrollar medidas de manejo y mitigación específicas para cada caso.

Igualmente, se recomienda que a partir de los atributos ecológicos (tamaño, condición y contexto paisajístico) identificados por los expertos nacionales para cada uno de los objetos por sistema costero, sean tenidos en cuenta dentro de los sistemas de monitoreo que actualmente están trabajando sobre algunos objetos y los que a futuro debe contemplar el país con el fin de contar con una base de datos sobre la “salud” de la biodiversidad marina y costera y su posterior toma

de decisiones en cuanto a estrategias de manejo se refiere.

Por último, se espera en un futuro inmediato poder bajar de escala y resolución de este portafolio de sitios a través de procesos de planificación más locales, incorporando siempre nueva información para su retroalimentación y análisis. Así mismo, se espera en los próximos años poder avanzar en un

portafolio de sitios prioritarios para el área comprendida fuera de la plataforma continental “offshore” donde hasta la fecha se han identificado sitios prioritarios de investigación o áreas significativas a la biodiversidad con el fin de poder avanzar en la distribución de comunidades ecológicas a través de recolección de información en campo *in situ* y procesos de modelamiento.

CAPÍTULO VII

Bibliografía

1. Ministerio del Medio Ambiente, Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia, ed. M.d.M.A.D.G.d. ecosistemas. 2001, Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. 95
2. Vides, M.P. and P.C. Sierra-Correa, eds. Atlas de Paisajes Costeros de Colombia. Serie Documentos Generales de INVEMAR, ed. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR- y Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Vol. 16. 2003: Santa Marta, Colombia. 132.
3. Sullivan-Sealy, K. and G. Bustamante, Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. 1999, Arlington, Virginia. 125.
4. INGEOMINAS, Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe y Pacífico colombiano. Publicación especial No. 21 1998. 114p.
5. Steer, R., *et al.*, Documento Base para la Elaboración de la "Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras Colombianas". Serie de Publicaciones Especiales, ed. INVEMAR. Vol. 6. 1997. 390.
6. CCCP. 1998. Proyecto Caracterización y evaluación zona costera del Pacífico colombiano. Fase III – Departamento del Cauca. Anexo 4 – Cambios en la línea de costa de Tumaco. Jefe del proyecto C.C. Eduardo Montagut Cifuentes.
7. INVEMAR. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Editado por Juan Manuel Díaz y Diana Isabel Gómez López. Santa Marta: INVEMAR, FONADE, MMA, 2000.
8. Groves, C.B., *et al.*, Diseño de una geografía de la esperanza: Manual para la planificación de la conservación ecorregional. 2da ed. TNC. Vol. I. 2000.
9. Allee, R.J., *et al.*, Marine and Estuarine Ecosystem and Habitat Classification. , NOAA, Editor. 2000, Washington D.C. p. 43.
10. Davies, C.E., D. Moss, and M.O. Hill, EUNIS habitat classification. Project C00389, , , C.f.E.a. Hydrology, Editor. 2004, Huntington, U.K. p. 307.
11. Naranjo, L.G., G.I. Andrade, and E.P.d. León, Humedales Interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1999: p. 79.
12. GIWA, (Global International Water Assessment). The GIWA final report. International Waters Regional Assessments in a Global Perspective. UNEP/GEF/KALMAR/MINISTRY FOR FOREIGN AFFAIRS FINLAND. Documento en línea, disponible desde Internet en: <http://www.giwa.net/> con acceso febrero 13 de 2006. 2006.
13. Schmidt, K.F., No-take areas spark fisheries debate. Science of The Total Environment, 1997(277): p. 489-491.

14. Beck, M. and M. Odaya, Ecoregional planning in marine environments: identifying priority sites for conservation in the northern Gulf of Mexico. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2001(11): p. 245-242.101. Soulé, M.E. and M. Sanjayan, Conservation targets: do they help? . *Science* 1998(279): p. 2060-2061.
15. Alonso, D., Modelo de Planificación de un Sistema Representativo de Áreas Marinas Protegidas para el Caribe Continental Colombiano, in *Biología Marina*. 2005, Universidad de las Palmas de La Gran Canaria: Santa Marta. p. 135.
16. Bryceson, I., "A review of some problems of tropical marine conservation with particular reference to the Tanzanian coast". *Biological Conservation*, 1981. 20: p. 163-171.
17. Kripke, A. and F. Fujita, Marine Reserve Design Considerations. . Oakland, California. (EE.UU). 1998, Environmental Defense Fund Report: Oakland, California.
18. Ray, G.C. and M. McCormick-Ray, Marine and Estuarine Protected Areas: A Strategy for a National Representative System within Australian Coastal and Marine Environments". , Canberra. (Australia). 1992, Australian National Parks and Wildlife Service: Camberra
19. Zacharias, M. and D. Howes, An analysis of marine protected areas in British Columbia, Canada, using a marine ecological classification. *Natural Areas Journal*, 1998(18): p. 4-13.
20. Zacharias, M., D. Howes, and J. Harper, The development of an ecosystem classification, using an ecosystem-based approach. . *Fisheries and Aquatic Sciences*, 1998(2247): p. 96-104.
21. Baker, J.L., Guide to Marine Protected Areas. Ed. G.S.A. Department for Environment and Heritage. 2000, Adelaide (Australia).
22. Allison, G.A., *et al.*, Ensuring persistence of marine reserves: catastrophes require adopting an insurance factor. *Ecological Applications*, 2003(13): p. 8-24.
23. INTECMAR-PDVSA-TNC, Prioridades de PDVSA en la conservación de la biodiversidad para la región Caribe de Venezuela, in *Primer informe técnico*. 2006, INTECMAR: Caracas. p. 45.
24. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical advice on the establishment and Management of a national system of marine and coastal protected areas, in *CBD Technical Series, SCBD*, Editor. 2004: Montreal. p. 40.
25. Botsford, L.W., F. Micheli, and A. Hastings, Principles for the design of marine reserves. *Ecological Applications* 2003(13): p. 25-31.
26. Gerber, L.R., *et al.*, Population models for marine reserves design: a retrospective and prospective synthesis. *Ecological Applications* 2003(13): p. 47-64.
27. Hastings, A. and L.W. Botsford, Comparing designs of marine reserves for fisheries and for biodiversity. *Ecological Applications*, 2003(13): p. 65-70.
28. Roberts, C.M., G.F. R., and J.P. Hawkins, Protecting nationally important marine areas in the Irish Sea Pilot Project region E. department, Editor. 2004, University of York: York (Reino Unido). p. 132.
29. Roberts, C., *et al.*, Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications*, 2003. 13(1): p. 199-214.
30. Possingham, H., I. Ball, and S. Andelman, Mathematical Methods for Identifying Representative Reserve Networks, in *Quantitative methods for conservation biology.*, S. Ferson and M.D. Burgman, Editors. 2000, Springer-Verlag: New York. p. 291-305.

31. Stewart, R.R. and H.P. Possingham. A framework for systematic marine reserve design in south Australia: a case study. in Presented at the Inaugural World Congress on Aquatic Protected Areas – Cairns August 2002. 2002. Cairns: World Congress on Aquatic Protected Areas.
32. Sala, S., *et al.*, A general model for designing networks of marine reserves. *Science*, 2002(298): p. 1991-1993.
33. Areces, J.A., *et al.*, Validación del sistema de áreas marinas protegidas (SAMP) cubano mediante el análisis de brechas en su representatividad, in Resumen informe técnico final, I.-C.-E. Defense-WWF, Editor. 2003, CNAP: La Habana. p. 25.
34. Leslie, H., *et al.*, Using Siting Algorithms in the Design of Marine Reserve Networks. *Ecological Applications*, 2003. 13(1): p. 185-198.
35. Alonso, D., C. Segura-Quintero, and Castillo, Portafolio final del "Diseño de una red de áreas marinas protegidas para el norte del Caribe continental colombiano, ed. I.-C.-U.-C.-C.-E. DEFENSE-TNC. 2007a, Santa Marta. 12.
36. Geselbracht, L., *et al.*, Marine/Estuarine Site Assessment for Florida: A Framework for Site Prioritization., in Final Report for Florida's Wildlife Legacy Initiative, a program of the Florida Fish and Wildlife Conservation Commission., T.-D.o.W.E.a. Conservation, Editor. 2005, University of California Santa Cruz Center for Ocean Health,: California. p. 25.
37. Miller, B., *et al.*, 2003. Southern Rockies Wildlands Network VISION: A Science-Based Approach to Rewilding the Southern Rockies in Southern Rockies Ecosystem Project., 2003. p. 253.
38. Ball, I. and H. Possingham, Marxan (v1.8.2). Marine Reserve Design using Spatially Explicit Annealing. 2000: Queensland, Australia. p. 70.
39. Airamé, S., *et al.*, Applying ecological criteria to marine reserve design: a case study from the California Channel Islands. *Ecological Applications*, 2003(13): p. 170-184.
40. Oetting, J. and A. Knight, F-TRAC: Florida Forever Tool for Efficient Resource Acquisition and Conservation, in Model Documentation and Project Evaluation. 2003, Florida Natural Areas Inventory, Florida.: Florida.
41. Amber, S., Exploration of MARXAN for utility in Marine Protected Area Zoning, in Geography. 2006, University of Victoria: Victoria. p. 211.
42. McDonnell, M.D., *et al.*, Mathematical Methods for Spatially Cohesive Reserve Design. *Environmental Modeling and Assessment*, 2002(7): p. 107-114.
43. Stewart, R.R., T. Noyce, and H.P. Possingham, Opportunity cost of ad hoc marine reserve design decisions: an example from South Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 2003. 253: p. 25-38.
44. Molina, L., *et al.*, Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe Colombiano. *Publicación Geológica Especial de INGEOMINAS*. 1998.(21): p. 1-73.
45. Estela, F. and M. López-Victoria, Aves de la parte baja del Río Sinú, Caribe colombiano; inventario y ampliaciones de distribución. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 2005. 32: p. 7-42.
46. INVEMAR, Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia Año 2004, S.d.p. periódicas, Editor. 2005, INVEMAR. p. 360.
47. INGEOMINAS, Atlas geológico digital de Colombia. Escala 1:500.000. 2002.
48. Tomlinson, P.B., The Botany of Mangrove. Cambridge University Press. 1986.: p. 413.

49. Field, C.D., Journey amongst Mangroves. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan. 1995.
50. Cintrón, G., Coastal freshwater swamp forests: Puerto Rico's most endangered ecosystem? Pages 249-282, in Los bosques de Puerto Rico. U.S. Forest Service, Rio Piedras, and Puerto Rico Department of Natural Resources, Puerta de Tierra., A.E. Lugo, Editor. 1983. p. 321.
51. Lacerda, L., J. Conde, and P. Bacon, Ecosistemas de manglar de America Latina y el Caribe: Sinopsis. Pages 1-38, in Conservación y aprovechamiento sostenible de bosques de manglar en las regiones de América Latina y Africa. International Tropical Timber Organization and International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan., L.D. Lacerda and J. Polanía, Editors. 1993.
52. Alvarez León, R. and J. Polanía, Los manglares del Caribe colombiano: síntesis de su conocimiento. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 1996. 20 (78): p. 447-464.
53. INVEMAR, Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia ed. S.d.p. periódicas. Vol. 8. 2003: INVEMAR. 292.
54. INVEMAR, Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2002. Medellín: Servigráficas. (Serie de Publicaciones Periódicas; no. 8). 2003: p. 178.
55. CIOH, Mapa de facies sedimentológicas. Escala 1:300.000. 1990.
56. Díaz, J.M., L.M. Barrios, and D.I. Gomez, eds. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Serie Publicaciones Especiales, ed. INVEMAR. 2003: Santa Marta, Colombia.
57. Díaz, J.M., *et al.*, Áreas Coralinas de Colombia. Serie Publicaciones Especiales, ed. INVEMAR. Vol. 5. 2000, Santa Marta. 176.
58. Wilson, J.B., Lophelia 1700 to 2000 and beyond. pp. 1-5, in Proceedings of the First International Symposium on Deep-sea Corals, Ecology Action Centre nova Scotia Museum, J.H. Martin-Willison, Editor. 2001: Halifax, Nova Scotia.
59. Freiwald, A.R., *et al.*, Cold-water Coral Reefs. UNEP-WCMC. 2004, Cambridge, UK. 84.
60. Vernet, G., La plate-forme continentale Caraïbe de Colombie (du débouché du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme argileux sur la morphologie et la sédimentation. 1985, Université Bordeaux: Bordeaux, France. p. 378.
61. Ciales- Hernández, M.I., Flujos de energía en el sistema de surgencia Tropical en la Península de La Guajira, Caribe colombiano, in Biología. 2004, Universidad Nacional de Colombia: Santa Marta. p. 89.
62. Andrade, C., Circulation and variability of the Colombian Basin in the Caribbean Sea., 2000, University of Wales: Menai Bridge, U.K. p. 223.
63. Duarte, L.O., *et al.*, Bottom trawl bycatch of the shrimp fishery in the upwelling area off Colombia, Caribbean Sea. Current status and historical insights., in Dinámica espacio-temporal del ecosistema de afloramiento del área Bocas de Ceniza-Punta Espada (Caribe colombiano) y sus implicaciones para un régimen de pesca responsable. Informe Técnico. UNIMAG, COLCIENCIAS, INCODER, INPA, UNAL. Santa Marta., L. Manjarrés, Editor. 2004. p. 24.
64. Manjarrés, L., *et al.*, Crucero de evaluación de recursos demersales en el Caribe Colombiano 1995, INPA-VECEP/UE/INVEMAR/DEMER/9501 Santa Marta. p. 32.
65. Arteaga-Sogamos, E., *et al.*, Dinámica Reproductiva de los Stocks de Pargo Palmero *Lutjanus analis* del área Norte del Caribe colombiano., in Pesquerías demersales del

- área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo, G.d.I.E.y.E.P. Manjarrés Martínez and Editors. 2004, INPA-COLCIENCIAS: Santa Marta. p. 217-228.
66. Arteaga-Sogamos, E., *et al.*, Dinámica Reproductiva de los Stocks de Pargo Rayado *Lutjanus synagris* en el área Norte del Caribe colombiano. 203-215 p., in *Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo*, G.d.I.E.y.E.P. Manjarrés Martínez, Editor. 2004, INPA-COLCIENCIAS: Santa Marta. p. 203-215.
 67. Merchan, C.A., *et al.*, Las langostas (Decapoda: pleocyemata) del Mar Caribe colombiano, colectadas en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA II. Contribuciones en Ciencias del Mar en Colombia : Investigación y desarrollo de territorios promisorios. Santa Fe de Bogotá: UNAL., 2004: p. 171-186.
 68. Cruz-Castaño, N., Caracterización de los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300 - 500 de profundidad) en la parte sur del mar Caribe colombiano. Tesis (Biólogo Marino). 2001, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. p. 348.
 69. Navas-Suarez, G.R. and N.H. Campos-Campos, Las langostas chinas (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae) del Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 1998. 27(1): p. 51-66.
 70. Mora, O., Análisis de la pesquería del caracol pala (*Strombus gigas*) en Colombia. 137-144, in *Biología pesquería y cultivo del caracol Strombus gigas*. Fundación científica Los Roques. Caracas, Venezuela. , R. Appeldoorn and B. Rodríguez, Editors. 1994. p. 376.
 71. Aldana, D., (Ed) El caracol *Strombus gigas*: Conocimiento integral para su manejo sustentable en el Caribe. CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. México. 2003: p. 165.
 72. Rueda, M.E., *et al.*, Evaluación de la disponibilidad y calidad de hábitats para juveniles y adultos del Caracol Pala *Strombus gigas* en el PNNCR y SB con miras a su repoblamiento y conservación. Informe técnico final. INVEMAR-COLCIENCIAS. Código: 2105-09-13528, 2005: p. 22+.
 73. Borrero, F.J., J.M. Díaz, and A. Seczon, Las Ostras Perlíferas (Bivalva: Pteriidae) En el Caribe Colombiano. Historia de su Explotación, Ecología y Perspectivas para su Aprovechamiento. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" INVEMAR. 1996.
 74. Abbot, R.T., *American Seashells*. 2nd. ed. D. van Nostrand Reinhold Co. 1974, New York. 1 - 663.
 75. Lodeiros, C., B. Marín, and A. Prieto, Catálogo de Moluscos del Nororiente de Venezuela: Clase Bivalvia., ed. APUDONS. 1999, Cumaná, Venezuela, 9 placas. 1-109.
 76. Ceballos-Fonseca, C., Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* , 2004. 33: p. 79-99.
 77. Rodríguez-M, M.A., Estado y distribución de los Crocodylia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 2000.
 78. Rodríguez-M, M.A., *Crocodylus acutus*. pp. 41, in *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, O.V. Castaño-Mora, Editor. 2002: Bogotá, Colombia.
 79. MAVDT and F. OMACHA, Programa Nacional de manejo y Conservación de manatíes en Colombia. 2005.

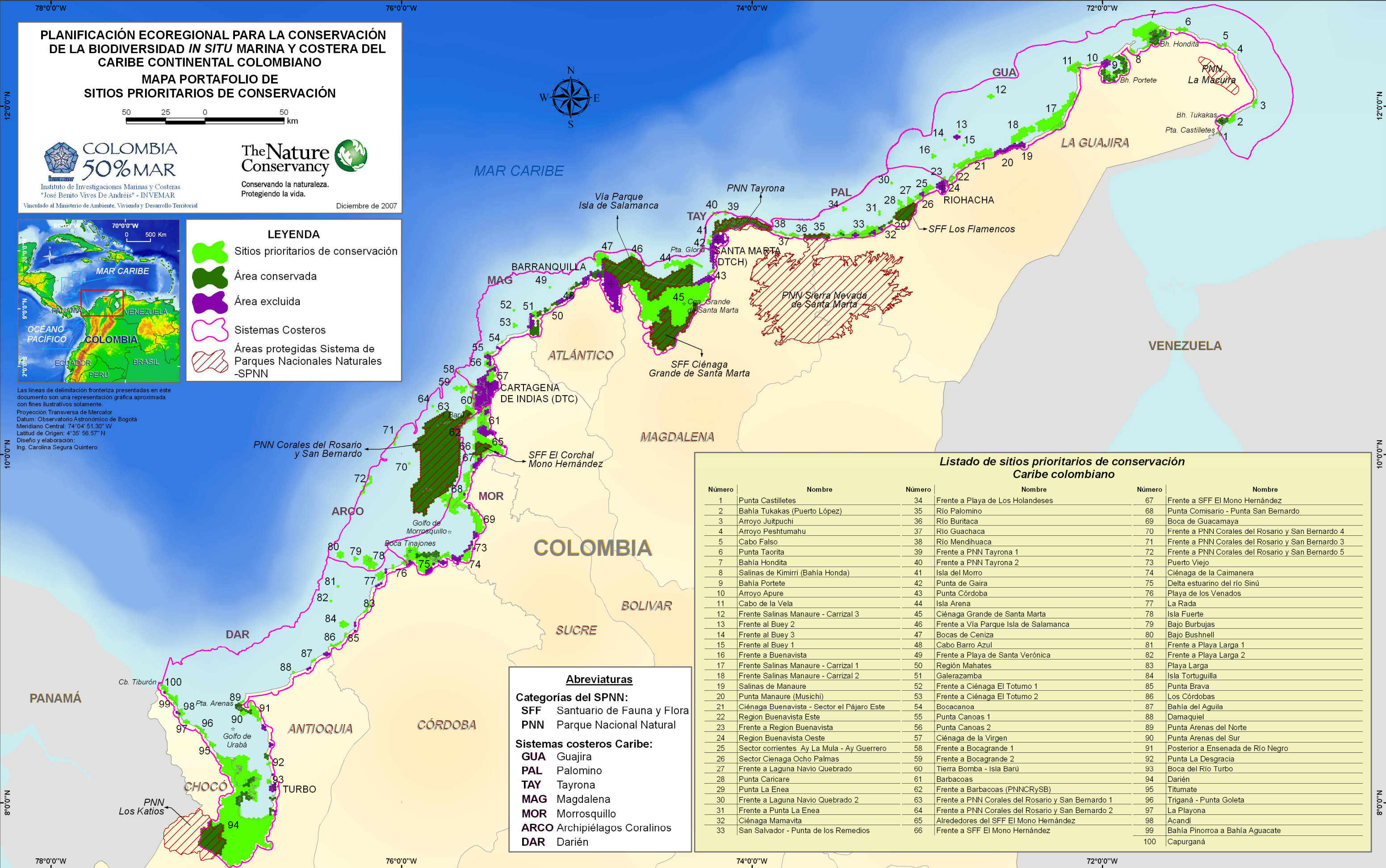
80. Moreno-Bejarano, L.M. and R. Álvarez-León, Fauna asociada a los manglares y otros humedales en el Delta-Estuario del río Magdalena, Colombia. ISSN 0370-3908. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 2003. 27(105): p. 517-534.
81. Pardo, M.A., Presencia y Distribución de Cetáceos (Orden: Cetacea) en la Región de Santa Marta, Caribe colombiano. Trabajo de grado para optar al título de biólogo marino., in Facultad de Biología Marina. 2005, Universidad Jorge Tadeo Lozano.: Santa Marta. p. 114.
82. Vidal, O., Lista de los mamíferos acuáticos de Colombia. Informe del Museo del Mar, 1990. 37: p. 1 - 18.
83. Flórez-González, L. and J. Capella, Mamíferos acuáticos de Colombia. Una revisión y nuevas observaciones sobre su presencia, estado del conocimiento y conservación. Informe del Museo del Mar, 1995. 39: p. 29.
84. Naranjo, L.G., Diversidad Ecosistémica: Humedales. pp. 140-163., in Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia. Tomo 1. Diversidad Biológica, M.E. Chaves and N. Arango, Editors. 1998, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente: Santa Fe de Bogotá, Colombia. p. 535.
85. McNeil, R.H., H. Ouellet, and J.R. Rodríguez, Urgencia de un programa de conservación de los ambientes costeros (lagunas, planicies fangosas, laderas costeras y manglares) del norte de América del Sur. Bol. Soc. Ven. de Cien. Nat., 1985. 40(143): p. 449-474.
86. Lefebvre, G., B. Poulin, and R. McNeil, Abundance, feeding behavior, and body condition of nearctic warblers wintering in Venezuelan mangroves. Wilson Bulletin, 1992. 104(3): p. 400-412.
87. Lefebvre, G., B. Poulin, and R. McNeil, Temporal dynamics of mangrove bird communities in Venezuela with special reference to migrant warblers. The Auk, 1994. 111(2): p. 405-415.
88. Naranjo, L.G., Anote on the birds of the Colombia Pacific mangroves. pp. 64-70, in Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa. , B. Kjerfve, L.D.d. Lacerda, and E.H. Salif-Diop, Editors. 1997, The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. UNESCO: Paris. p. 246.
89. Franco-Maya, A.M. and G.A. Bravo, Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia. , in Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales; sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, K. Boyle and A. Estrada, Editors. 2005, BirdLife Internacional y Conservación Internacional.: Quito. p. 117-281.
90. INVEMAR-CORPOURABÁ, Diagnóstico, Zonificación y Definición de la Estructura Administrativa de Manejo de la Unidad Ambiental Costera del Darién, Caribe Colombiano. Fase I. Caracterización y Diagnóstico. Informe Técnico Preliminar, 2003: p. 470+.
91. MAVDT, IDEAM, and PNUD, Primera comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 2001: Colombia.
92. INVEMAR. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andreis", Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación., en Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera - GEZ, M.P. Vides, Editor. 2003, INVEMAR: Santa Marta, Colombia. p. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD Atlas digital.

93. INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andreis", Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Informe Técnico No. 2: Inventario y caracterización, en Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación., M.P. Vides, Editor. 2003, INVEMAR: Santa Marta. p. 530.
94. Alverson, D.L., *et al.*, A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fish. Tech. Pap., 1994. 339: p. 1 - 223.
95. Hall, S.J., The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Black-Well Science. Oxford, 1999: p. 274.
96. Zúñiga-Clavijo, H., J. Altamar, and L. Manjares, Caracterización tecnológica de la flota de arrastre camaronero del mar caribe de Colombia. Proyecto Innovación Tecnológica de la Flota Industrial Camaronera del Mar Caribe de Colombia. Grupo de investigación Evaluación y Ecología Pesquera – GIEEP (UNIMAG-UNAL). FAO. 2006.
97. Viaña, J.A., Medina, M. Barros, L. Manjarres, J. Altamar y M. Solano, Evaluación de la ictiofauna demersal extraída por la pesquería industrial de arrastre en el área norte del Caribe colombiano. (enero 2000-junio/2001). , in Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. 2004, INPA: Santa Marta. p. 115-151.
98. Duarte, L.O., *et al.*, Variabilidad circadiana de la tasa de captura y la estructura de tallas en camarones e ictiofauna acompañante en la pesquería de arrastre del Mar Caribe de Colombia. Invest. Mar., Valparaíso, 2006. 34(1): p. 23-42.
99. Viloria, J., Documentos de trabajo sobre economía regional. Ciudades Portuarias del Caribe Colombiano: Propuestas para competir en una economía globalizada ed. B.d.I.R. (CEER). Vol. 80. 2006, Cartagena.
100. GIWA, (Global International Water Assessment). Metodología. Evaluación Detallada. Análisis de Cadena Causal. Análisis de Opciones. UNEP/GEF/KALMAR. . Documento en línea, disponible desde Internet en: <http://www.giwa.net/> con acceso febrero 2 de 2006, 2002. INCLUIR
101. Marín, B., *et al.*, Establecimiento de valores indicativos del grado de contaminación de tóxicos químicos y microorganismos de origen fecal, como base para la expedición de normativas de la calidad de las aguas marinas de Colombia. INVEMAR. Informe Técnico Final de Proyecto. 2001.
102. Marín, B., *et al.*, Sistema de Indicadores de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia, ed. P.C.A.M.-C.-. INVEMAR. 2003, Santa Marta. 183.
103. Harrison, J. and B. Perry, Human effects from oil discharges. La contaminación marina en el Pacífico Colombiano bajo un enfoque social y económico. Bol. Cient. CCCP. No. 5, 1975.
104. Tejada, C., *et al.*, Panorama de la contaminación marina del Pacífico colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. Serie Publicaciones Especiales, ed. DIMAR. Vol. 3. 2003, San Andrés de Tumaco. 120.
105. Marín, B., *et al.*, Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Santa Marta. Informe final. INVEMAR. 2005: p. 304.
106. DANE, Censo poblacional de Colombia. 2007, www.dane.gov.co/censo/.
107. Aguilera-Díaz, M., Salinas de Manaure: Tradición wayuú y modernización. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Centro de Estudios Económicos

- Regionales. Banco de la República. N. 35, 2003.
108. Aguilera-Díaz, M., Los cultivos de camarones en al costa Caribe de Colombia, in Documentos de trabajo sobre economía regional. 1998, Centro de estudios económicos regionales. Banco de la República.
109. Aguilera-Díaz, M., C. Bernal-Mattos, and P. Quintero-Puentes, Turismo y Desarrollo en el Caribe colombiano Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Centro de Estudios Económicos Regionales. Banco de la República. ISSN 1692-3715. No. 79, 2006.
110. INVEMAR, Diseño de una red de áreas marinas protegidas para el norte del Caribe continental colombiano, in Informe técnico final., I.-C.-U.-C.-C.-E.D.-. TNC, Editor. 2007: Santa Marta. p. 16.
111. Sánchez-Páez, H., *et al.*, Diagnostico y Zonificación Preliminar de los Manglares del Caribe Colombiano. Proyecto Conservación y Manejo para el uso múltiple y el Desarrollo de los manglares de Colombia. Dirección de Proyectos de repoblación y ordenación forestal, ed. M.d.M. Ambiente. 1997, Santafe de Bogotá: Organización Internacional de Maderas Tropicales -OIMT. 511.
112. Vides, M.P., Colombian Caribbean marine biodiversity mapping for conservation planning. In partial fulfilment of the degree of Master of Science, in Natural Resources Management, Specialisation: Planning and coordination. 2005, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands. p. 59.
113. Airamé, S., *et al.*, Applying ecological criteria to marine reserve design: a case study from the California Channel Islands. Ecological Applications, 2003(13): p. 170-184.
114. Díaz, J.M; Secaira, F; Corrales, L., y Walschburger, T. 2007. Evaluación Ecorregional para la Conservación Marina del Pacífico Oriental Tropical -PTO. Ecorregiones Panamá Bight, Nicoya y Cocos. TNC. En preparación.
115. Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura- Quintero, C. y P. Castillo-Torres. 2007b. Planificación Ecorregional para la conservación de la biodiversidad *in situ* marino costera del Caribe continental colombiano. Informe técnico final. INVEMAR-TNC. Santa Marta-Colombia, 90 p.+ anexos.
116. Pinto-Escobar, P. 1993. José Cuatrecasas y la flora y la vegetación. En: Colombia Pacífico. Tomo I. Pablo Leyva (Ed). Fondo FEN, Santafé de Bogotá. 396 Pp.
117. Organización Hidrográfica Internacional y Comisión Oceanográfica Intergubernamental. 2001. Normalización de los nombres de las formas del relieve submarino: directrices, formulario de propuesta y terminología. Versión Inglesa/Española 3a Edición, Abril del 2001. Publicación Batimétrica No. 6. Publicada por el BUREAU HYDROGRAPHIQUE INTERNACIONAL. Monaco. 42p.
118. Ervin, J. 2003. WWF: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPAM) Methodology WWF. Gland, Switzerland. 50 pp.
119. Corrales, L. 2006. Marco conceptual evaluación de presiones sobre elementos de Conservación. Documento de Trabajo, The Nature Conservancy, San José, Costa Rica, 16 p.
120. DANE. 2006.
<http://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones>.
121. Chuenpagdee, R., L.E. Morgan, S.M. Maxwell, E.A. Norse y D. Pauly. 2003. Shifting gears: assessing collateral impacts of fishing methods in U.S. waters. Frontiers in Ecology and Environment, 1 (10): 517-524.
122. Beltrán, C.S. 2001. Promoción de la ordenación de la pesca costera. 2. Aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. FAO Circular de Pesca No. 957/2, Roma, 79 p.

Anexos

Anexo 1. Mapa de Portafolio de sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano



PLANIFICACIÓN ECOREGIONAL PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA BIODIVERSIDAD *IN SITU* MARINA Y COSTERA DEL
CARIBE CONTINENTAL COLOMBIANO
MAPA PORTAFOLIO DE
SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN

50 25 0 50 km



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

Diciembre de 2007

LEYENDA

- Sitios prioritarios de conservación
- Área conservada
- Área excluida
- Sistemas Costeros
- Áreas protegidas Sistema de Parques Nacionales Naturales -SPNN

Las líneas de delimitación fronteriza presentadas en este documento son una representación gráfica aproximada con fines ilustrativos solamente.
Proyección Transversa de Mercator
Datum: Observatorio Astronómico de Bogotá
Meridiano Central: 74° 04' 51.30" W
Latitud de Origen: 4° 35' 56.57" N
Diseño y elaboración:
Ing. Carolina Segura Quintero

Abreviaturas

Categorías del SPNN:
SFF Santuario de Fauna y Flora
PNN Parque Nacional Natural

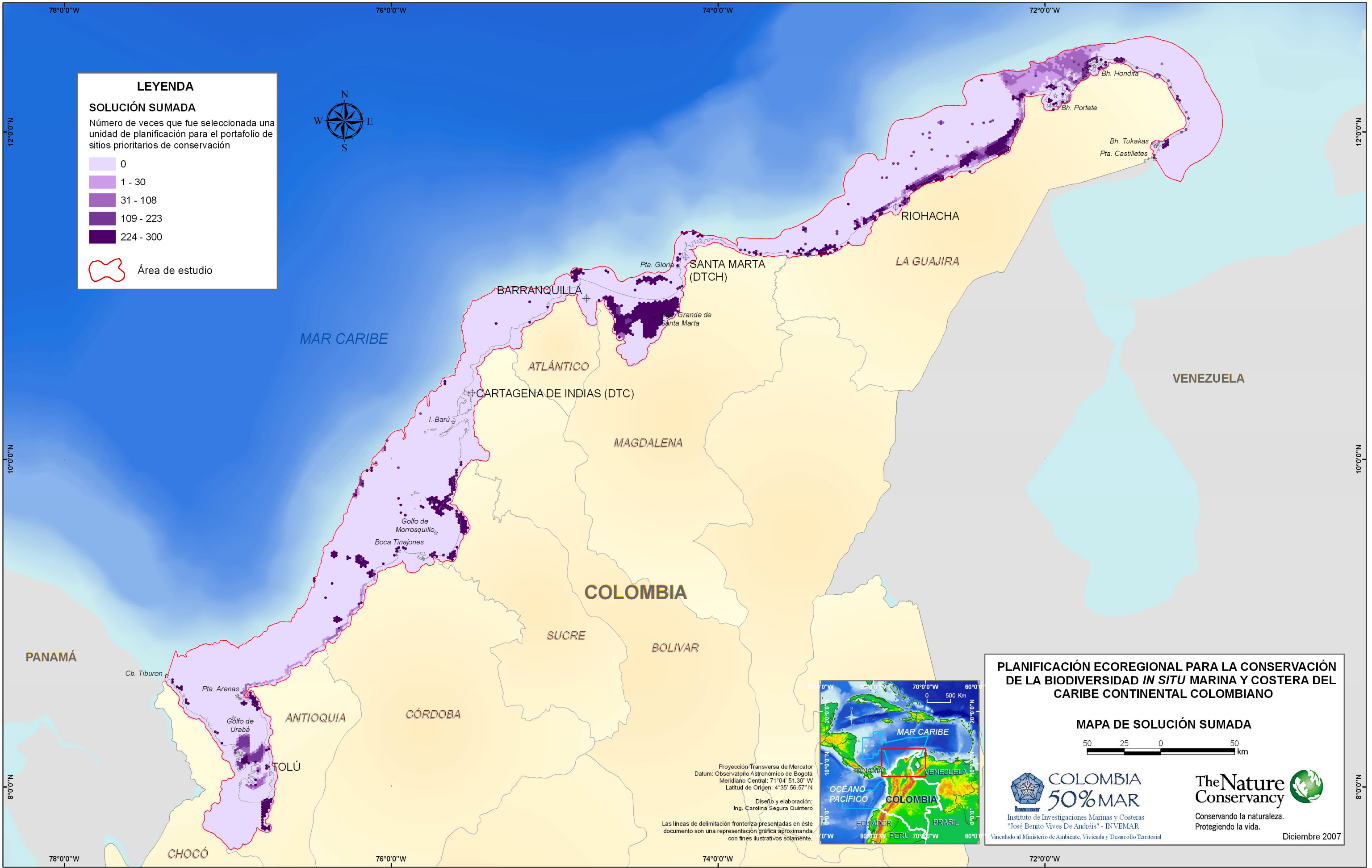
Sistemas costeros Caribe:

GUA Guajira
PAL Palomino
TAY Tayrona
MAG Magdalena
MOR Morrosquillo
ARCO Archipiélagos Coralinos
DAR Darién

Listado de sitios prioritarios de conservación
Caribe colombiano

Número	Nombre	Número	Nombre	Número	Nombre
1	Punta Castilletes	34	Frente a Playa de Los Holandeses	67	Frente a SFF El Mono Hernández
2	Bahía Tukakas (Puerto López)	35	Río Palomino	68	Punta Comisario - Punta San Bernardo
3	Arroyo Juitpuchi	36	Río Buritaca	69	Boca de Guacamaya
4	Arroyo Peshumahu	37	Río Guachaca	70	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 4
5	Cabo Falso	38	Río Mendihuaca	71	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 3
6	Punta Taorita	39	Frente a PNN Tayrona 1	72	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 5
7	Bahía Hondita	40	Frente a PNN Tayrona 2	73	Puerto Viejo
8	Salinas de Kimirri (Bahía Honda)	41	Isla del Morro	74	Ciénaga de la Caimanera
9	Bahía Portete	42	Punta de Gaira	75	Delta estuarino del río Sinú
10	Arroyo Apure	43	Punta Córdoba	76	Playa de los Venados
11	Cabo de la Vela	44	Isla Arena	77	La Rada
12	Frente Salinas Manaure - Carrizal 3	45	Ciénaga Grande de Santa Marta	78	Isla Fuerte
13	Frente al Buey 2	46	Frente a Vía Parque Isla de Salamanca	79	Bajo Burbujas
14	Frente al Buey 3	47	Bocas de Ceniza	80	Bajo Bushnell
15	Frente al Buey 1	48	Cabo Barro Azul	81	Frente a Playa Larga 1
16	Frente a Buenavista	49	Frente a Playa de Santa Verónica	82	Frente a Playa Larga 2
17	Frente Salinas Manaure - Carrizal 1	50	Región Mahates	83	Playa Larga
18	Frente Salinas Manaure - Carrizal 2	51	Galerazamba	84	Isla Tortuguilla
19	Salinas de Manaure	52	Frente a Ciénaga El Totumo 1	85	Punta Brava
20	Punta Manaure (Musichi)	53	Frente a Ciénaga El Totumo 2	86	Los Córdoba
21	Ciénaga Buenavista - Sector el Pájaro Este	54	Bocacanoa	87	Bahía del Aguila
22	Region Buenavista Este	55	Punta Canoas 1	88	Damaquiel
23	Frente a Region Buenavista	56	Punta Canoas 2	89	Punta Arenas del Norte
24	Region Buenavista Oeste	57	Ciénaga de la Virgen	90	Punta Arenas del Sur
25	Sector corrientes Ay La Mula - Ay Guerrero	58	Frente a Bocagrande 1	91	Posterior a Ensenada de Río Negro
26	Sector Cienaga Ocho Palmas	59	Frente a Bocagrande 2	92	Punta La Desgracia
27	Frente a Laguna Navio Quebrado	60	Tierra Bomba - Isla Barú	93	Boca del Río Turbo
28	Punta Caricare	61	Barbacoas	94	Darién
29	Punta La Enea	62	Frente a Barbacoas (PNNCRySB)	95	Titumate
30	Frente a Laguna Navio Quebrado 2	63	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 1	96	Triganá - Punta Goleta
31	Frente a Punta La Enea	64	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 2	97	La Playona
32	Ciénaga Mamavita	65	Alrededores del SFF El Mono Hernández	98	Acandí
33	San Salvador - Punta de los Remedios	66	Frente a SFF El Mono Hernández	99	Bahía Pinorroa a Bahía Aguacate
				100	Capurganá

Anexo 2. Mapa de solución sumada del portafolio de sitios prioritarios de conservación Caribe continental colombiano



Anexo 3. Descripción general de los Sitios Prioritarios de Conservación seleccionados para Caribe continental colombiano

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
1	Punta Castilletes Área seleccionada (ha): 259,81	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Manglar mixohalino	
2	Bahía Tukakas (Puerto López) Área seleccionada (ha): 2078,48	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso Praderas de fanerógamas Formaciones coralinas	
3	Arroyo Juitpuchi Área seleccionada (ha): 1299,05	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas	
4	Arroyo Peshtumahu Área seleccionada (ha): 259,81	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas	
5	Cabo Falso Área seleccionada (ha): 1299,05	Playas alta energía Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas	
6	Punta Taorita Área seleccionada (ha): 1818,67	Playas alta energía Acantilado roca dura F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Playones salinos Áreas congregación aves playeras Áreas congregación de C. acutus	Pesca arrastre camarón
7	Bahía Hondita Área seleccionada (ha): 14809,17	Playas alta energía Playas baja energía Acantilado roca dura F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Playones salinos Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Áreas congregación aves marinas Áreas de surgencia	Pesca arrastre camarón
8	Salinas de Kimirri (Bahía Honda) Área seleccionada (ha): 1299,05	Playas baja energía Áreas de anidamiento de tortugas Playones salinos	
9	Bahía Portete Área seleccionada (ha): 4936,39	Playas baja energía Acantilado roca blanda F. carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Áreas forrajeo de tortugas marinas Playones salinos	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS Pesca arrastre camarón Muelles y Puertos
10	Arroyo Apure Área seleccionada (ha): 519,62	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Áreas de surgencia	Coliformes fecales

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
11	Cabo de la Vela Área seleccionada (ha): 4416,77	Playas alta energía Acantilado roca blanda F. carbonatados grano grueso	Turismo Sólidos Suspendidos_SST Hidrocarburos D.D. Pesca arrastre camarón Metales pesados
12	Frente Salinas Manaure - Carrizal 3 Área seleccionada (ha): 1039,24	F. carbonatados grano grueso Formaciones coralinas profundidad	
13	Frente al Buey 2 Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano grueso Arracachales	
14	Frente al Buey 3 Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
15	Frente al Buey 1 Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
16	Frente a Buenavista Área seleccionada (ha): 779,43	F. carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
17	Frente Salinas Manaure - Carrizal 1 Área seleccionada (ha): 20784,8	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso Áreas forrajeo de tortugas marinas Playones salinos Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Bancos de ostras períferas Praderas de fanerógamas	
18	Frente Salinas Manaure - Carrizal 2 Área seleccionada (ha): 8313,92	F. carbonatados grano grueso Áreas forrajeo de tortugas marinas Bancos de ostras períferas Praderas de fanerógamas Formaciones coralinas	Sólidos Suspendidos_SST Muelles y Puertos Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
19	Salinas de Manaure Área seleccionada (ha): 259,81	Playones salinos Áreas congregación aves playeras	Muelles y Puertos
20	Punta Manaure (Musichi) Área seleccionada (ha): 259,81	Playones salinos Áreas congregación aves playeras	
21	Ciénaga Buenavista - Sector el Pájaro Este Área seleccionada (ha): 11951,26	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de langosta Áreas forrajeo de tortugas marinas Playones salinos Áreas congregación aves playeras Áreas congregación aves marinas Bancos de ostras períferas Manglar mixohalino Praderas de fanerógamas	Extracción productiva
22	Región Buenavista Este Área seleccionada (ha): 1558,86	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Playones salinos Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Manglar mixohalino Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
23	Frente a Región Buenavista Área seleccionada (ha): 519,62	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso Praderas de fanerógamas	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
24	Región Buenavista Oeste Área seleccionada (ha): 259,81	Áreas congregación aves playeras Manglar mixohalino	Ocupación humana
25	Sector corrientes Ay. La Mula - Ay. Guerrero Área seleccionada (ha): 2598,1	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de langosta Áreas forrajeo de tortugas marinas Playones salinos Áreas congregación aves playeras Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
26	Sector Ciénaga Ocho Palmas Área seleccionada (ha): 1299,05	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Playones salinos Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Manglar mixohalino Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Coliformes fecales_CFS
27	Frente a Laguna Navio Quebrado Área seleccionada (ha): 1558,86	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Áreas forrajeo de tortugas marinas Áreas congregación de mamíferos Praderas de fanerógamas	Sólidos Suspendidos_SST Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
28	Punta Caricare Área seleccionada (ha): 1818,67	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso Áreas forrajeo de tortugas marinas Playones salinos Áreas congregación aves playeras Áreas congregación de mamíferos Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Coliformes fecales_CFS
29	Punta La Enea Área seleccionada (ha): 259,81	Áreas congregación aves marinas	
30	Frente a Laguna Navio Quebrado 2 Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
31	Frente a Punta La Enea Área seleccionada (ha): 519,62	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	Pesca arrastre camarón
32	Ciénaga Mamavita Área seleccionada (ha): 259,81	Playones salinos Áreas congregación aves playeras	
33	San Salvador - Punta de los Remedios Área seleccionada (ha): 9872,78	Playas alta energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso F. carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas congregación aves marinas Áreas congregación aves playeras Áreas congregación de C. acutus Áreas congregación de mamíferos	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Pesca arrastre camarón Coliformes fecales_CFS
34	Frente a Playa de Los Holandeses Área seleccionada (ha): 779,43	F. no carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas profundidad	
35	Río Palomino Área seleccionada (ha): 259,81	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Áreas congregación aves playeras Áreas congregación de C. acutus	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Pesca arrastre camarón Coliformes fecales_CFS Hidrocarburos D.D.

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
36	Río Buritaca Área seleccionada (ha): 1299,05	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas congregación de <i>C. acutus</i>	Sólidos Suspendidos_SST Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
37	Río Guachaca Área seleccionada (ha): 779,43	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas	Sólidos Suspendidos_SST Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
38	Río Mendihuaca Área seleccionada (ha): 259,81	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
39	Frente a PNN Tayrona 1 Área seleccionada (ha): 779,43	F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas profundidad Áreas de surgencia	Coliformes fecales_CFS
40	Frente a PNN Tayrona 2 Área seleccionada (ha): 779,43	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas profundidad Áreas de surgencia	Coliformes fecales_CFS
41	Isla del Morro Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas	Sólidos Suspendidos_SST Ocupación humana Muelles y Puertos Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS Metales pesados
42	Punta de Gaira Área seleccionada (ha): 779,43	Acantilado roca dura Playas baja energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas	Sólidos Suspendidos_SST Ocupación humana Muelles y Puertos Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
43	Punta Córdoba Área seleccionada (ha): 779,43	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas forrajeo de tortugas marinas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Organoclorados_OCT Ocupación humana Muelles y Puertos Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
44	Isla Arena Área seleccionada (ha): 7534,49	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Áreas forrajeo de tortugas marinas Formaciones coralinas Áreas desove y nodriza de peces	Muelles y Puertos Coliformes fecales_CFS
45	Ciénaga Grande de Santa Marta Área seleccionada (ha): 73266,41	Lagunas costeras Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas congregación de <i>C. acutus</i> Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST Organoclorados_OCT Hidrocarburos D.D. Ocupación humana Muelles y Puertos Metales pesados Coliformes fecales_CFS
46	Frente a Vía Parque Isla de Salamanca Área seleccionada (ha): 519,62	F. no carbonatados grano fino Áreas desove y nodriza de peces	Sólidos Suspendidos_SST
47	Bocas de Ceniza Área seleccionada (ha): 4416,77	F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Estuarios Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST Organoclorados_OCT Ocupación humana Muelles y Puertos Metales pesados Coliformes fecales_CFS
48	Cabo Barro Azul Área seleccionada (ha): 259,81	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino	Sólidos Suspendidos_SST Muelles y Puertos Coliformes fecales_CFS

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
49	Frente a Playa de Santa Verónica Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	Sólidos Suspendidos_SST
50	Región Mahates Área seleccionada (ha): 259,81	Playas baja energía Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
51	Galerazamba Área seleccionada (ha): 1039,24	F. no carbonatados grano fino Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST
52	Frente a Ciénaga El Totumo 1 Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Diapiros submarinos	
53	Frente a Ciénaga El Totumo 2 Área seleccionada (ha): 779,43	F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas F. vegetados algas carnosas Praderas de fanerógamas	Sólidos Suspendidos_SST
54	Bocacanoa Área seleccionada (ha): 259,81	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas forrajeo de tortugas marinas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados
55	Punta Canoas 1 Área seleccionada (ha): 1039,24	Playas alta energía Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Áreas forrajeo de tortugas marinas Áreas congregación aves marinas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados Extracción productiva
56	Punta Canoas 2 Área seleccionada (ha): 1558,86	Playas alta energía Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas congregación de mamíferos	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Ocupación humana Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
57	Ciénaga de la Virgen Área seleccionada (ha): 2857,91	Lagunas costeras Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino	Sólidos Suspendidos_SST Ocupación humana Muelles y Puertos Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS Metales pesados
58	Frente a Bocagrande 1 Área seleccionada (ha): 259,81	Diapiros submarinos	
59	Frente a Bocagrande 2 Área seleccionada (ha): 2598,1	F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas	Coliformes fecales_CFS
60	Tierra Bomba - Isla Barú Área seleccionada (ha): 7014,87	Acantilado roca blanda Acantilado roca dura Playas baja energía F. no carbonatados grano fino F. carbonatados grano grueso F. carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Lagunas costeras Manglar mixohalino Manglar marino Áreas congregación de mamíferos Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Muelles y Puertos Metales pesados Hidrocarburos D.D. Extracción productiva Coliformes fecales_CFS

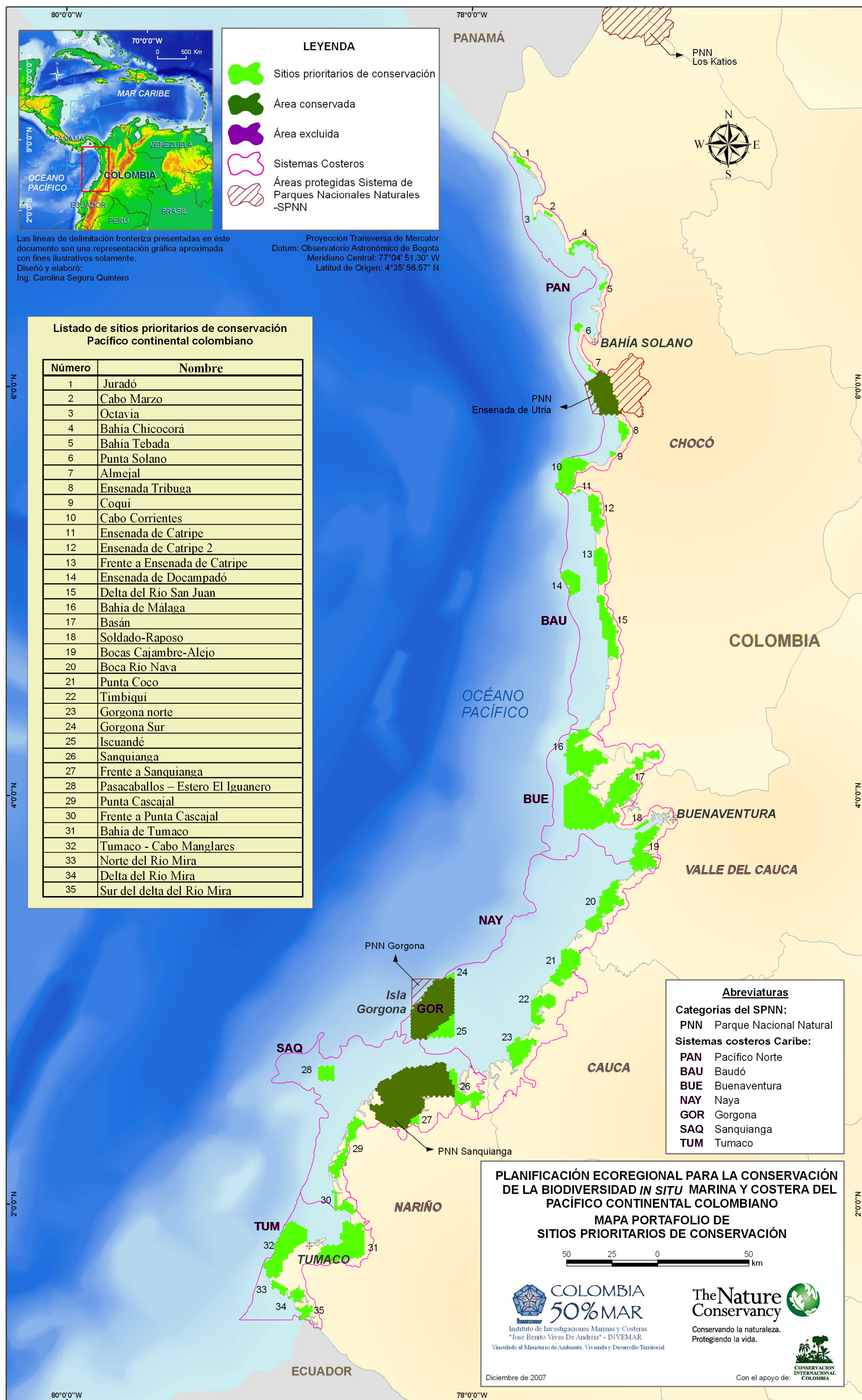
No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
61	Barbacoas Área seleccionada (ha): 6755,06	Playas baja energía F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Playones fluviomarineros Lagunas costeras Estuarios Manglar mixohalino Áreas congregación de mamíferos	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Extracción productiva Coliformes fecales_CFS Hidrocarburos D.D. Muelles y Puertos Metales pesados
62	Frente a Barbacoas (PNNCRySB) Área seleccionada (ha): 259,81	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Praderas de fanerógamas	Hidrocarburos D.D. Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados
63	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 1 Área seleccionada (ha): 259,81	F. carbonatados grano fino Áreas desove y nodriza de langosta	
64	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 2 Área seleccionada (ha): 259,81	Diapiros submarinos	
65	Alrededores del SFF El Mono Hernández Área seleccionada (ha): 11431,64	F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Lagunas costeras Estuarios Corchales Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas desove y nodriza de langosta Áreas congregación de mamíferos	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS Extracción productiva
66	Frente a SFF El Mono Hernández 1 Área seleccionada (ha): 519,62	F. no carbonatados grano grueso Estuarios Diapiros submarinos	
67	Frente a SFF El Mono Hernández 2 Área seleccionada (ha): 1039,24	F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Corchales Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados Hidrocarburos D.D.
68	Punta Comisario - Punta San Bernardo Área seleccionada (ha): 18446,51	Playas baja energía F. no carbonatados grano grueso F. carbonatados grano grueso F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Lagunas costeras Manglar marino Manglar mixohalino Áreas congregación de mamíferos Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Pesca arrastre camarón Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
69	Boca de Guacamaya Área seleccionada (ha): 7274,68	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas desove y nodriza de langosta Áreas congregación de mamíferos	Turismo Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS
70	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 4 Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano fino Diapiros submarinos	
71	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 3 Área seleccionada (ha): 1299,05	Formaciones coralinas profundidad Diapiros submarinos	

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
72	Frente a PNN Corales del Rosario y San Bernardo 5 Área seleccionada (ha): 2857,91	F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas profundidad Diapiros submarinos	
73	Puerto ViejoÁrea seleccionada (ha): 259,81	Manglar mixohalino	
74	Ciénaga de la Caimanera Área seleccionada (ha): 2857,91	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Lagunas costeras Áreas congregación aves playeras Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas desove y nodriza de langosta	Turismo Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS Muelles y Puertos Metales pesados Hidrocarburos D.D.
75	Delta estuarino del Río Sinú Área seleccionada (ha): 18706,32	Playas baja energía Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Playones salinos Playones fluviomarinicos Estuarios Áreas congregación aves playeras Manglar mixohalino Arracachales Áreas desove y nodriza de langosta Áreas congregación de C. acutus Áreas congregación de mamíferos Praderas de fanerógamas	Turismo Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados Hidrocarburos D.D. Muelles y Puertos Extracción productiva Coliformes fecales_CFS
76	Playa de los Venados Área seleccionada (ha): 519,62	F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
77	La Rada Área seleccionada (ha): 2338,29	Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino F. carbonatados grano grueso Manglar mixohalino Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
78	Isla Fuerte Área seleccionada (ha): 5196,2	F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas forrajeo de tortugas marinas Áreas congregación aves marinas Manglar marino Áreas congregación de mamíferos Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas F. vegetados algas carnosas F. duros algas calcáreas	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
79	Bajo Burbujas Área seleccionada (ha): 779,43	F. no carbonatados grano fino Formaciones coralinas	
80	Bajo Bushnell Área seleccionada (ha): 1818,67	F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Formaciones coralinas	
81	Frente a Playa Larga 1 Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
82	Frente a Playa Larga 2 Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Áreas desove y nodriza de peces	
83	Playa Larga Área seleccionada (ha): 1299,05	Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino Áreas congregación aves playeras Manglar mixohalino	Sólidos Suspendidos_SST Hidrocarburos D.D.

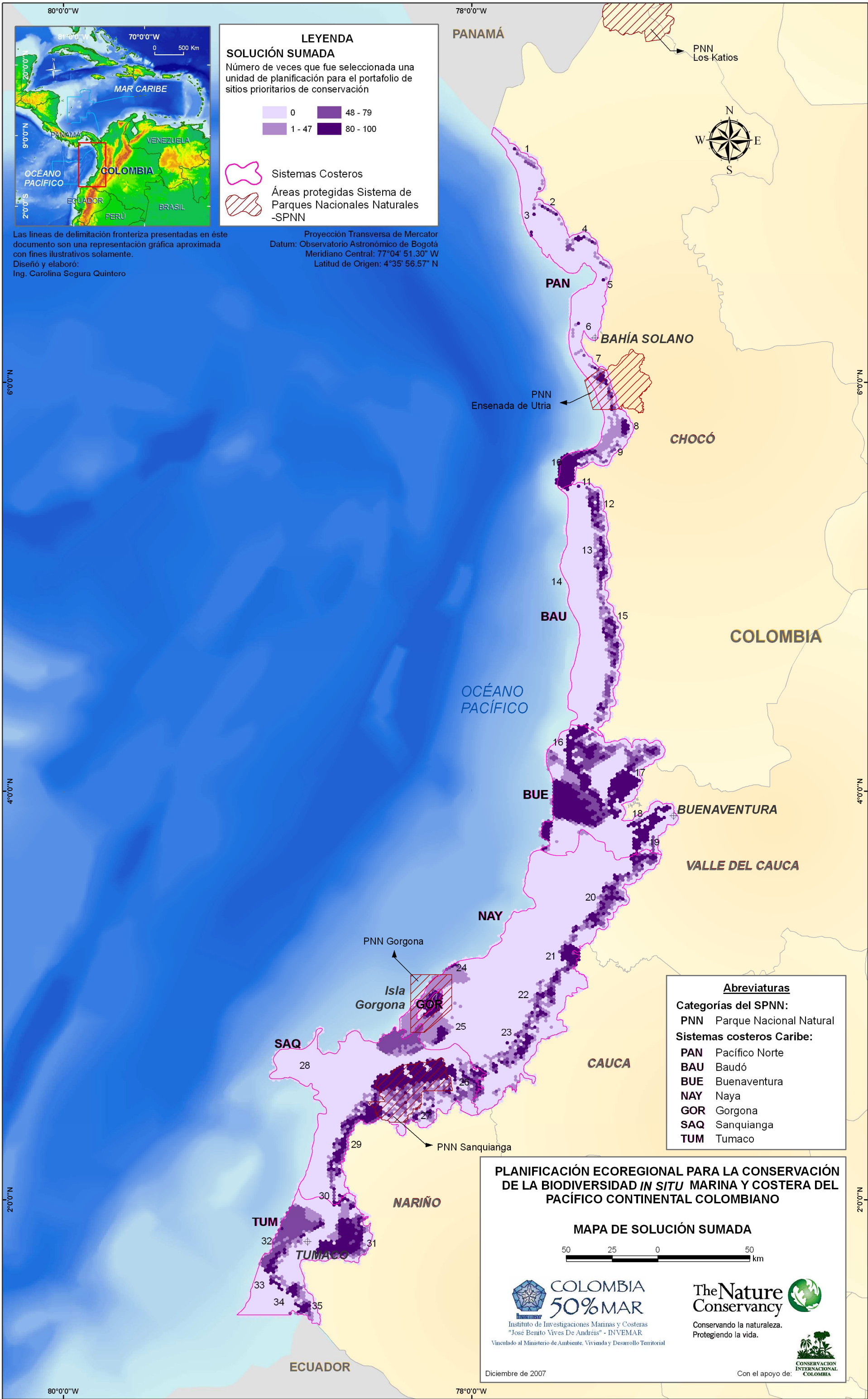
No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
84	Isla Tortuguilla Área seleccionada (ha): 2078,48	F. no carbonatados grano fino F. carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Áreas forrajeo de tortugas marinas Manglar marino Áreas congregación de mamíferos Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas F. duros algas calcáreas	Coliformes fecales_CFS
85	Punta Brava Área seleccionada (ha): 519,62	Acantilado roca blanda Playas alta energía	Sólidos Suspendidos_SST
86	Los Córdoba Área seleccionada (ha): 1299,05	Acantilado roca blanda Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Manglar mixohalino	Coliformes fecales_CFS
87	Bahía del Aguila Área seleccionada (ha): 519,62	Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino Manglar mixohalino	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
88	Damaquiel Área seleccionada (ha): 259,81	Acantilado roca blanda F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso	Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
89	Punta Arenas del Norte Área seleccionada (ha): 519,62	Playas alta energía F. no carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas	Coliformes fecales_CFS
90	Punta Arenas del Sur Área seleccionada (ha): 1039,24	F. no carbonatados grano fino Áreas congregación de mamíferos	Coliformes fecales_CFS
91	Posterior a Ensenada de Río Negro Área seleccionada (ha): 4156,96	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Helechales Áreas congregación de mamíferos	Turismo Coliformes fecales_CFS Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados
92	Punta La Desgracia Área seleccionada (ha): 519,62	Acantilado roca blanda Acantilado roca dura F. no carbonatados grano fino	Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Coliformes fecales_CFS
93	Boca del Río Turbo Área seleccionada (ha): 779,43	Playas alta energía F. no carbonatados grano fino Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Áreas congregación de mamíferos	Sólidos Suspendidos_SST Muelles y Puertos Metales pesados Coliformes fecales_CFS
94	Darién Área seleccionada (ha): 130164,81	Acantilado roca blanda Acantilado roca dura Playas baja energía F. no carbonatados grano fino F. no carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Playones fluviomarinos Panganales Estuarios Helechales Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino Arracachales Áreas congregación de <i>C. acutus</i> Áreas congregación de mamíferos	Turismo Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados Hidrocarburos D.D. Coliformes fecales_CFS

No. Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
95	Titumate Área seleccionada (ha): 1299,05	Acantilado roca blanda Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas forrajeo de tortugas marinas Praderas de fanerógamas	Turismo
96	Triganá - Punta Goleta Área seleccionada (ha): 2078,48	Acantilado roca blanda Playas rocosas Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Praderas de fanerógamas	Turismo Ascenso nivel del mar Sólidos Suspendidos_SST
97	La Playona Área seleccionada (ha): 1039,24	Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas congregación aves marinas Manglar mixohalino	Turismo Ascenso nivel del mar
98	Acandí Área seleccionada (ha): 1558,86	Acantilado roca blanda Playas baja energía F. no carbonatados grano fino Áreas de anidamiento de tortugas Áreas congregación de mamíferos	Turismo Ascenso nivel del mar
99	Bahía Pinorroa a Bahía Aguacate Área seleccionada (ha): 3117,72	Acantilado roca blanda Playas rocosas Playas baja energía F. no carbonatados grano fino F. carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Áreas forrajeo de tortugas marinas Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas	Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados
100	Capurganá Área seleccionada (ha): 1558,86	Acantilado roca blanda Playas baja energía F. carbonatados grano grueso Áreas de anidamiento de tortugas Formaciones coralinas Praderas de fanerógamas F. vegetados algas carnosas	Turismo Sólidos Suspendidos_SST Metales pesados

Anexo 4. Mapa de portafolio de sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano



Anexo 5. Mapa de solución sumada del portafolio de sitios prioritarios de conservación Pacífico continental colombiano



Anexo 6. Descripción general de los Sitios Prioritarios de Conservación seleccionados para Pacífico continental colombiano

Número Sitio	Nombre del sitio	OdC presentes	Amenazas
1	Juradó Área seleccionada (ha): 2598,1	Playas alta energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Acantilado roca dura	Pesca artesanal media
		Manglar mixohalino	Pesca artesanal
		F. no carbonatados grano fino	
2	Cabo Marzo Área seleccionada (ha): 779,43	Playas alta energía	Contaminantes
		Áreas anidamiento de tortugas	Pesca artesanal
		Acantilado roca dura	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. no carbonatados grano fino	
3	Octavia Área seleccionada (ha): 259,81	Sitios de reproducción de aves	Contaminantes
		Acantilado roca dura	Pesca artesanal media
		F. no carbonatados grano fino	
4	Bahía Cupica Área seleccionada (ha): 4156,96	Playas rocosas	Contaminantes
		Playas alta energía	Pesca artesanal
		Áreas anidamiento de tortugas	
		Acantilado roca dura	
		Manglar mixohalino	
		Áreas alimentación de aves	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. no carbonatados grano fino	
5	Punta Tebada Área seleccionada (ha): 1299,05	Acantilado roca dura	Contaminantes
		Formaciones coralinas	Pesca artesanal media
		F. no carbonatados grano fino	Pesca artesanal
6	Punta Solano Área seleccionada (ha): 1558,86	Sitios de reproducción de aves	Contaminantes
		Acantilado roca dura	Pesca artesanal
		F. no carbonatados grano grueso	Puertos
		F. no carbonatados grano fino	
		Áreas congregación de megaptera	
7	Almejal Área seleccionada (ha): 1039,24	Playas alta energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		F. no carbonatados grano grueso	Pesca artesanal
		F. no carbonatados grano fino	
		Áreas congregación de megaptera	

8	Ensenada Tribuga Área seleccionada (ha): 4416,77	Playas alta energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Caminos
		Acantilado roca dura	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		Áreas alimentació de aves	
		F. no carbonatados grano grueso	
		Áreas congregación de megaptera	
9	Coquí Área seleccionada (ha): 779,43	Playas alta energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Acantilado roca dura	Pesca artesanal
		Playon intermareal de lodo	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. no carbonatados grano fino	
		Áreas congregación de megaptera	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playas alta energía	Contaminantes
		Áreas anidamiento de tortugas	Pesca artesanal media
		Acantilado roca dura	Pesca artesanal
		Áreas alimentació de aves	
		Áreas congregación de Pargos-Meros	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. no carbonatados grano fino	
10	Cabo Corrientes Área seleccionada (ha): 20524,99	Áreas congregación de megaptera	
		Playas rocosas	Contaminantes
		Acantilado roca dura	
		F. no carbonatados grano fino	
11	Bahía Cueva Área seleccionada (ha): 259,81	F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano fino	
12	Ensenada de Catrpe Norte Área seleccionada (ha): 11691,45	F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
13	Ensenada de Catrpe Sur Área seleccionada (ha): 12470,88	F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. carbonatados grano grueso	Contaminantes
14	Frente a Ensenada de Catrpe Sur Área seleccionada (ha): 9612,97	F. no carbonatados grano fino	Pesca de arrastre
		F. no carbonatados grano grueso	

15	Ensenada de Decampadó Área seleccionada (ha): 19225,94	Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano fino	
16	Delta Río San Juan Área seleccionada (ha): 33255,68	F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	
		Bosque mixto de guandal	
		Manglar mixohalino	
17	Bahía de Málaga Área seleccionada (ha): 84438,25	Áreas alimentació de aves	
		F. no carbonatados grano fino	
		F. no carbonatados grano grueso	
		Áreas congregación de megaptera	
		Sitios de reproducción de aves	Ascenso nivel del mar
		Playas baja energía	Caminos
18	Basan Área seleccionada (ha): 1299,05	Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Acantilado roca dura	Infraestructura
		Acantilado roca blanda	Pesca de arrastre
		Playon intermareal de lodo	Puertos
		Bosque mixto de guandal	
		Manglar mixohalino	
19	Punta de Soldado - Bocana de Raposo Área seleccionada (ha): 21564,23	Áreas alimentació de aves	
		F. carbonatados grano grueso	
		F. no carbonatados grano grueso	
		Áreas congregación de megaptera	
		Acantilado roca blanda	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	Infraestructura
20	Cajambre - YurumanguY Área seleccionada (ha): 21304,42	Estuarios	Puertos
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	Rutas
		F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	Infraestructura
		Manglar mixohalino	Puertos
		Bancos de piangua	Rutas
		F. no carbonatados grano grueso	
		Sitios de reproducción de aves	Ascenso nivel del mar
		Playas baja energía	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		Áreas alimentació de aves	
		F. no carbonatados grano fino	
		F. no carbonatados grano grueso	

21	Boca Naya	Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
22	Punta Coco Área seleccionada (ha): 12990,5	Estuarios	
		Bosque mixto de guandal	
23	Timbiquí Área seleccionada (ha): 15588,6	Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
24	Gorgona Norte Área seleccionada (ha): 1039,24	Áreas alimentació de aves	
		F. no carbonatados grano fino	
25	Gorgona Sur Área seleccionada (ha): 9872,78	F. no carbonatados grano grueso	
		Áreas congregación de megaptera	
26	Iscuandé Área seleccionada (ha): 13250,31	Áreas de congregación de Stenella	
		F. no carbonatados grano fino	
27	Sanquianga Área seleccionada (ha): 1818,67	Playon intermareal de lodo	Ascenso nivel del mar
		Estuarios	Contaminantes
28	Frente a Sanquianga Área seleccionada (ha): 7014,87	Bosque mixto de guandal	Pesca artesanal media
		Manglar mixohalino	
29	Pasacaballos - Estero El Iguanero Área seleccionada (ha): 15328,79	Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano fino	
		Bosque mixto de guandal	
		Manglar mixohalino	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Bosque mixto de guandal	Pesca de arrastre
		Manglar mixohalino	
		F. no carbonatados grano grueso	
		F. carbonatados grano grueso	

30	Punta Cascajal Área seleccionada (ha): 5975,63	Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Acantilado roca blanda	
		Playon intermareal de lodo	
		Estuarios	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano grueso	
31	Bahía de Tumaco Área seleccionada (ha): 33775,3	F. no carbonatados grano fino	
		Acantilado roca blanda	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	Infraestructura
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		Áreas alimentació de aves	
		F. no carbonatados grano fino	
32	Tumaco-Cabo Manglares Área seleccionada (ha): 32736,06	F. no carbonatados grano grueso	
		Áreas congregación de megaptera	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	Infraestructura
		Bosque mixto de guandal	Pesca artesanal media
		Manglar mixohalino	Pesca de arrastre
		F. no carbonatados grano fino	Pesca artesanal
33	San Jacinto Área seleccionada (ha): 3637,34	F. no carbonatados grano grueso	
		Playas baja energía	Ascenso nivel del mar
		Áreas anidamiento de tortugas	Contaminantes
		Playon intermareal de lodo	Pesca artesanal media
		Bosque mixto de guandal	
		Manglar mixohalino	
		F. no carbonatados grano grueso	
34	Santo Domingo Norte Área seleccionada (ha): 4416,77	F. no carbonatados grano fino	
		Playas alta energía	Ascenso nivel del mar
		Playon intermareal de lodo	Contaminantes
		Estuarios	Pesca artesanal media
		Bosque mixto de guandal	
		Manglar mixohalino	
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano grueso	
35	Santo Domingo Sur Área seleccionada (ha): 4156,96	F. no carbonatados grano fino	
		Playon intermareal de lodo	Ascenso nivel del mar
		Estuarios	Contaminantes
		Manglar mixohalino	Pesca artesanal media
		Bancos de piangua	
		F. no carbonatados grano grueso	

Serie de documentos generales de INVEMAR

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM, 2000
2. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta I y II, 1996
3. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia, 2001.
4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural, 2001.
5. Libro rojo de peces marinos de Colombia, 2002.
6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia, 2002.
7. Las aguas de mi Ciénaga Grande, 2002.
8. Informe del Estado de los Recursos Marinos y Costeros en Colombia, 2001.
9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos; madreperla, ostra alada, concha de nacar y ostiones, 2003.
10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia, 2003.
11. Plan Nacional de Bioprospección, 2003.
12. Conceptos y guía metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico, 2003.
13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos, 2003.
14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano, 2003.
15. Amenazas naturales y antrópicas, 2003.
16. Atlas de Paisajes Costeros de Colombia, 2003.
17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia, 2004.
18. Manual del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR, 2005.
19. Cartilla bacterias marina nativas, 2006.
20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros PNOEC, 2007.
21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y su fauna asociada. 2007.
22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién. 2008.
23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera - UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano, 2008.
24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano, 2008.
25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano, 2009.
26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación, y Control de la Erosión Costera en Colombia – PNIEC, 2009
27. Modelo de uso Ecoturístico de la bahía de Neguanje Parque Nacional Natural Tayrona, 2009
28. Cartilla Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe Colombiano
29. Libro Pectínidos en el Caribe Colombiano, 2009
30. Ordenamiento Ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano , 2009
31. Ordenamiento Ambiental de los manglares en La Guajira, 2009
32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano), 2009
33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del Municipio de Guapi, Cauca, 2009
34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del Municipio de López de Micay, Cauca, 2009.
35. Avances en el manejo Integrado de Zonas Costeras en el departamento del Cauca, 2009
36. Ordenamiento Ambiental de los Manglares de la Alta, Media y Baja Guajira, 2009
37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca, 2009
38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park, 2009
39. Plan integral de manejo del DMI bahía Cispatá - La Balsa - Tinajones y sectores aledaños del delta estuarino del río Sinú, 2009
40. Viabilidad de una Red de Áreas marinas Protegidas en el Caribe colombiano, 2009.

