



Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo de la Unidad Ambiental Costera (Pomiuac) río Magdalena, complejo Canal del Dique-sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, sector zona costera del departamento de Bolívar





**Lineamientos del plan de
ordenamiento y manejo de la Unidad
Ambiental Costera (Pomiuac) río
Magdalena, complejo Canal del
Dique-sistema lagunar Ciénaga
Grande de Santa Marta, sector zona
costera del departamento de Bolívar**



DIRECTIVOS

INVEMAR

FRANCISCO A. ARIAS ISAZA

Director General

JESUS ANTONIO GARAY TINOCO

Subdirector de Coordinación Científica - SCI

SANDRA RINCÓN CABAL

Subdirectora Administrativa - SRA

PAULA CRISTINA SIERRA CORREA

Coordinadora de Investigación e Información para
Gestión Marina y Costera - GEZ

DAVID ALONSO CARVAJAL

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas
Marinos - BEM

CONSTANZA RICAURTE VILLOTA

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y
Costeras - GEO

MARIO ENRIQUE RUEDA HERNANDEZ

Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento
de Recursos - VAR

LUISA FERNANDA ESPINOSA DÍAZ

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina - CAM

JULIAN BETANCOURT

Coordinador de Servicios Científicos - CSC

CARDIQUE

OLAFF PUELLO CASTILLO

Director General

CLAUDIA CAMACHO CUESTA

Secretaria General

SAIDE ESCUDERO JALLER

Subdirectora Administrativo y financiero

ANA OYAGA ARIAS

Subdirectora de Planeación

ANGELO BACHI

Subdirector de Gestión Ambiental

MADY CAROLINA GARCIA VERGARA

Jefe Oficina De Laboratorio De Calidad Ambiental

Citar como: Invemar y Cardique. 2014. Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo de la Unidad Ambiental Costera (Pomiuac) río Magdalena, completo Canal del Dique-sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, sector zona costera del departamento de Bolívar. Libro. Editores: Rodríguez, H. y A. López. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 74, Santa Marta. 100 p.

Palabras claves: Ordenamiento territorial, lineamientos de manejo integrado, zonificación, zona costera, departamento de Bolívar, Caribe colombiano.

Créditos fotográficos: Christian Michael Díaz Sánchez, Leonardo Javier Ospino Sepulveda, Hilayalit Rodríguez Cruz, Diana Carolina Romero D'Achiardi, Janwar Moreno Cortés.

ISBN impresos: 978-958-8448-85-5

ISBN digital: 978-958-8448-86-2

Diseño y Diagramación: Laura Guerrero y Franklin Restrepo Marin.

Impresión: Marquillas S.A.

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

Nota aclaratoria de límites

Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación grafica aproximada, con fines ilustrativos y no representan una posición de carácter oficial. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) no asume ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográfica que surjan a partir de éstas.

Revisión de estilo: Ángela López R e Hilayalit Rodríguez C

Se imprimen 500 ejemplares.

Diciembre de 2014

COORDINACIÓN

Paula Cristina Sierra Correa, MSc., Candidata PhD.

Coordinadora de Investigación e Información
para Gestión Marina y Costera- GEZ

Ángela Cecilia López Rodríguez, MSc.

Jefe Análisis de Información para Planificación- TIP

Hilayalit Rodríguez Cruz, Esp.

Investigadora GEZ

EQUIPO TÉCNICO INVEMAR

Ángela Cecilia López Rodríguez

Bióloga Marina MSc.

Hilayalit Rodríguez Cruz

Bióloga Marina Esp.

Leonardo Javier Ospino Sepulveda

Administrador y Gestor Ambiental

Janwar Moreno Cortés

Economista MSc.

Julian Pizarro Pertuz

Ingeniero Sistemas Esp.

Jiner Bolaños

Ingeniero Topográfico, Esp.

Diana Carolina Romero D'Achiardi

Ingeniera Topográfica

Christian Michael Díaz Sánchez

Biólogo Marino

Constanza Ricaurte Villota

Bióloga PhD. Oceanografía Costera

Martha Lucero Bastidas Salamanca

Ingeniera Física, MSc.

Deisy Alejandra Romero Rodríguez

Ingeniera Biológica, MSc.

Iber Miguel Banda Guerra

Geógrafo

EQUIPO TÉCNICO CARDIQUE

Olaff Puello Castillo

Arquitecto Esp.

Ana de Jesús Oyaga

Administradora de Empresas. Esp.

Benjamín Di Filippo V

Ingeniero Químico. MSc.

Ingrid Ibáñez Salgado

Abogada Esp.

Jaime Romero Ortega

Ingeniero Geólogo. MSc.

Orieta González Romero

Ingeniera Química. MSc

Olga Lucia Ramírez Ocampo

Medica Veterinaria MSc

Luis Eduardo Pérez Barrios

Abogado Esp.

Ildelfonso Castro Angulo

Químico Farmacéutico Esp.

Rober Romero Redondo

Economista Esp.

Apolinar Redondo Pérez

Ingeniero Agrónomo. Esp.

Julio César Gómez Salgado

Lic. en Biología y Química. Esp.

Claudia Camacho Cuesta

Abogada. Esp.

María Benavidez Nieves

Tecnóloga.

Angélica Ricardo Núñez

Desarrollo Comunitario Esp.

Efren Escaffi Theran

Ingeniero Químico. Candidato a MSc.

Yesid Correa Romero

Economista Esp.

Yaser Cudriz Abisambra

Arquitecto Esp.



TABLA DE CONTENIDO

Prologo	6
Agradecimientos	7
Introducción	8
2. Marco geográfico	10
3. Fases para la ordenación y manejo integrado de las Unidades Ambientales Costeras	13
3.1 Preparación o aprestamiento.	14
3.2 Caracterización y diagnóstico	14
3.2.1 Fase de campo.	14
3.3 Prospectiva y zonificación	21
3.3.1 Criterios bióticos	24
3.3.2 Criterios socioeconómicos	24
3.3.3 Criterios de producción	25
3.4 Formulación y adopción	26
3.5 Herramientas transversales	26
3.5.1 Talleres institucionales	26
3.5.2 Talleres con actores locales	26
3.5.3 Estructuración del sistema de información geográfica (SIG).	30
4. Caracterización y diagnostico	31
4.1 Aspectos físicos	31
4.2 Aspectos bióticos	45
4.2.1 Ecosistemas estratégicos y objetos de conservación	46
4.3 Aspectos socioeconómicos	58
4.4 Servicios ecosistémicos	67
4.4.1 Zona norte	68
4.4.2 Zona sur	69
5. Priorización de la problemática	71
6. Zonificación ambiental	74
6.1 Criterios de zonificación	74
6.1.1 Zonas de protección	74
6.1.2 Zonas de preservación	75
6.1.3 Zonas de recuperación	75
6.1.4 Zonas de asentamientos humanos	76
6.1.5 Zonas de actividades industriales - portuarias	77
6.1.6 Zonas de aprovechamiento sostenible.	78
6.1.7 Zonas de producción sostenible	79
7. Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo	82
Objetivo Plan de manejo	82
Visión	82
7.1 Articulación y escenario de ejecución	82
7.2 Línea de acción 1. Conservación de ecosistemas.	84
7.3 Línea de acción 2. Comunidad y desarrollo local	84
7.4 Línea de acción 3. Desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local	85
7.5 Instrumento de manejo 1. Gestión del conocimiento e investigación	85
7.6 Instrumento de manejo 2. Fortalecimiento institucional y comunicación participativa.	85
7.7 Instrumento de manejo 3. Planificación y gestión del riesgo	85
8. Planificación financiera	86
8.1 Inversión del plan	86
9. Referencias	94
Serie de Publicaciones Generales del Invemar	101

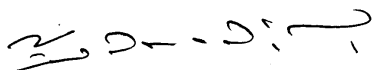
Prologo

Las diferentes problemáticas que afectan los espacios marino costeros a nivel mundial se reflejan para Colombia de manera clara en los crecientes niveles de degradación costera y bajos niveles de conservación debido al aumento en la presión de uso sobre las costas, así como a los riesgos ambientales implícitos en el esquema actual de aprovechamiento de recursos marino costeros y agentes externos como el Cambio Climático.

El ordenamiento de las zonas costeras de Colombia se ha desarrollado en la última década con más determinación debido a los desarrollos de política y normatividad nacional que en los últimos años le dan soporte necesario para avanzar en los procesos institucionales de ordenamiento y de zonificación del área costera con visión “marina”.

La presente publicación desarrolla este tema para la zona marino costera del departamento de Bolívar, la cual hace parte de la Unidad Ambiental Costera – UAC, Río Magdalena, Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta (en adelante UAC Río Magdalena – Bolívar), el cual tiene por objeto “Elaborar los lineamientos del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Unidad Ambiental Costera Río Magdalena – POMIUAC - jurisdicción Bolívar Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique)” que se desarrolló mediante un convenio de asociación entre Cardique e Invemar.

Este proceso es el primer paso para enfrentar el desafío que representa manejar el territorio marino y costero, de cara a los rápidos cambios que por acciones económicas y sociales realizamos sobre la naturaleza, requiriendo ser más incluyentes y estar mejor preparados para este reto. Se espera que la publicación se convierta en una herramienta guía para el manejo de esta zona marino costera, aportando insumos básicos para el desarrollo del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Unidad Ambiental Costera Río Magdalena, Complejo Canal del Dique - Sistema Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta.



Francisco A. Arias Isaza
Director General – INVEMAR



Olaff Puello Castillo
Director General - CARDIQUE

Agradecimientos

Para desarrollar los lineamientos del plan de ordenamiento y manejo – POMIUAC de la Unidad Ambiental Costera Río Magdalena, complejo Canal del Dique -Sistema Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, sector zona costera del departamento de Bolívar, el presente documento se generó gracias a un trabajo conjunto entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar y la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – Cardique.

Agradecemos el invaluable apoyo recibido por las instituciones, entidades y comunidades relacionadas con la zona marino costera que colaboraron con información, respaldo y participaron en los talleres durante el desarrollo del mismo.

Se destaca la participación de las áreas protegidas nacionales PNN Corales del Rosario y San Bernardo y el SFF El Corchal - Mono Hernández, a través del trabajo y apoyo recibido por parte de los funcionarios. Así mismo, por la participación de los profesionales de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano – Seccional Caribe, la Alcaldía de Cartagena y la Gobernación de Bolívar, entidades que contribuyeron en el desarrollo del mismo.

Resaltamos un especial reconocimiento a las comunidades afrodescendientes que se encuentran en la zona marino, con sus respectivos representantes, que participaron con información y aportes en los diferentes talleres realizados para la construcción de los lineamientos del plan de ordenamiento y manejo de la UAC, generando insumos muy valiosos para la elaboración de este instrumento de manejo. En especial a las siguientes comunidades Galerazamba, Barú, Santa Ana, Ararca, Rocha y Puerto Badel.

Introducción

Las zonas marinas y costeras contienen riqueza en recursos para generar múltiples servicios ecosistémicos representados en bienes y servicios, además de albergar a la mayor parte de las actividades comerciales e industriales. En la mayoría de las costas casi la mitad de la población actual vive a menos de 50 km del mar y los recursos de las zonas costeras producen gran parte de sus riquezas económicas. Tanto la pesca como el transporte marítimo, el desarrollo urbanístico y el turismo, entre otros, compiten por el espacio vital de la costa, y en general, las zonas costeras contienen algunos de los más valiosos y frágiles hábitats naturales. (Worfenon, 1992; Ehler y Douvere, 2013).

En esta zona existe una variedad de ambientes que las convierten en soporte de biodiversidad y, por tanto, de servicios que sustentan las actividades realizadas por el hombre. En las dos últimas décadas, estas actividades en las zonas costeras se han incrementado considerablemente; los usos tradicionales generalmente se han realizado con una visión de manejo independiente y no llevando un ordenamiento y manejo de manera integrada; por su parte los sectores productivos a gran escala, trabajan e impulsan sus objetivos sin articular su accionar con los otros, ni con las metas de conservación (Ehler y Douvere, 2013).

Las zonas marinas y costeras son receptoras de los impactos generados por las formas de uso del suelo por parte de la población asentada en sus cuencas hidrográficas. Contienen además los ecosistemas de mayor productividad y diversidad, que producen la mayor cantidad de pesca y sostienen una significativa parte de la actividad turística. (Gil *et al.*, 2009). También enfrentan problemas graves como el crecimiento poblacional alto, desarrollos turísticos a gran escala, infraestructura portuaria y contaminación por diferentes causas, ocasionado disminución en la biodiversidad y afectaciones sobre los recursos marinos. Esta situación se evidencia también en las zonas marino costeras de Colombia y ha

sido la causa directa de la degradación y del bajo nivel de conservación de los ecosistemas presentes en las mismas.

A pesar de ser ampliamente aceptado que el conocimiento de los mares es mínimo en relación con su extensa cobertura global y que las actuales afectaciones causadas por los humanos están poniendo en riesgo la existencia y el funcionamiento de los sistemas naturales marinos, subsisten creencias generalizadas acerca de lo “inagotable” de sus recursos. A raíz de lo planteado, desde la década de los 90 y en diferentes escenarios de expertos se ha hecho evidente la necesidad de realizar un adecuado uso y manejo de los espacios marinos, de tal manera que se pueda dar un aprovechamiento racional y a largo plazo de estos recursos (Worfenon, 1992).

Este criterio de limitación de recursos que están en proceso de deterioro pone de presente la necesidad de repensar el uso y las actividades que los afecten, si se quiere garantizar su existencia para generaciones futuras. Es esto lo que se entiende como desarrollo sostenible. De acuerdo con los objetivos del Milenio “El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.” De forma específica se recoge la necesidad de plantear el aspecto social del desarrollo económico y, a su vez, hacerlo compatible con los objetivos medioambientales de conservación. Es decir, tal y como establece Worfenon (1992) las políticas de desarrollo tendrán que estar orientadas a proteger nuestros bosques, nuestros mares y nuestra fauna, así como a mejorar su productividad si queremos que los pobres puedan cerrar la brecha de desigualdad abierta en los últimos cincuenta años.

En Colombia con la definición de la “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia” (en adelante PNAOCI), en el año 2001, se plantean los intereses nacionales para estos territorios,

bajo una visión ecosistémica e integradora, orientada al desarrollo sostenible. La PNAOCI define la zona costera como “un recurso natural único, frágil y limitado del país, que contiene ecosistemas muy ricos, diversos y productivos dotados de gran capacidad de proveer bienes y servicios para actividades humanas”. Debido a estas características exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades asentadas tradicionalmente allí (MMA, 2001).

Como enfoque de planificación, esta Política hace referencia a la definición de unidades de planificación homogéneas denominadas Unidades Ambientales Costeras – UAC's. Específicamente la zona costera del departamento de Bolívar hace parte de una de las UAC del Caribe colombiano: la UAC Río Magdalena, Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta (en adelante UAC Río Magdalena – Bolívar).

En el año 2011, la Ley 1450 (Plan de Desarrollo Nacional), le da un marco legal adicional y un desarrollo a las políticas definidas, ya que el art 207 parágrafo 3 establece que se deben formular, por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR's), los planes de manejo de las Unidades Ambientales Costeras (UAC), con el apoyo técnico de los institutos de investigación; adicionalmente, en el art. 208, se indica que las CAR's de los departamentos costeros, deben ejercer sus funciones de autoridad ambiental en la zonas marinas. Para dar cumplimiento a lo establecido en esta Ley, el Decreto 1120 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) dispone la elaboración de los Planes de Ordenación y Manejo de las Unidades Ambientales Costeras. Por último la Resolución 1092 de 2014, establece las líneas de límite perpendicular de que trata el parágrafo 2 del artículo 208 de la Ley 1450 de 2011, como jurisdicción para las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible con competencia en las zonas marinas.

El departamento de Bolívar y en particular su zona marino costera, es considerada una de las principales fuentes de la industria y por tanto del progreso en la costa Caribe de Colombia, al

contar con una zona portuaria donde se mueve alrededor del 60% del comercio marítimo, con más de 2.500 industrias que aportan el 6% del PIB nacional y con crecientes inversiones en turismo que la consolidan como una de las ciudades de mayor proyección internacional del país (Alcaldía de Cartagena de Indias *et al.*, 2014).

Las situaciones señaladas, dieron marco a la necesidad institucional de avanzar en el ordenamiento de esta importante zona costera. Para este caso particular, el proceso para desarrollar el plan de ordenamiento y manejo integrado de la UAC Río Magdalena-Bolívar, consideró las siguientes acciones: i) actualización de la caracterización, análisis y diagnóstico desde una perspectiva física, biológica y socioeconómica, generando información actualizada (con cartografía actualizada); ii) definición de criterios para el proceso de zonificación ambiental, con la respectiva articulación con los instrumentos de planificación nacional, regional y local; y iii) elaboración de lineamientos y estrategias para el POMIUC.

El ordenamiento de la zona costera del departamento de Bolívar en el marco de la UAC Río Magdalena, se constituirá en herramienta e insumo esencial para apoyar la gestión ambiental, así como para hacer frente a las amenazas que implica el cambio climático y la erosión costera. Además, este proceso se articulará a los diferentes instrumentos de planificación que existan en el área, tales como el Plan de Acción Cuatrienal (PAC) y el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) de la Corporación, el ordenamiento de los manglares, Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), la revisión y ajustes de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), y con el Plan de Adaptación al cambio climático para la ciudad de Cartagena y las islas (Plan 4C), cuyos lineamientos y resultados aportaron información valiosa para el POMIUC.

El resultado final esperado del “Plan de Ordenamiento y Manejo de la Unidad Ambiental Costera”, es un aporte significativo a los procesos de planificación en el orden regional y local, al generar pautas ambientales que se deben tener en cuenta en el manejo de un área tan dinámica y compleja como la zona costera de la jurisdicción de Cardique.

2. Marco geográfico

El Caribe colombiano está localizado en el sector más septentrional de Suramérica, en su extremo noroccidental. Debido a la ubicación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y los cayos e islotes asociados, Colombia tiene fronteras internacionales con Jamaica, Haití y República Dominicana al norte, con Costa Rica y Nicaragua al noroccidente, hacia el oriente limita con Venezuela, en donde la frontera cruza la línea de costa en el sector de Castilletes (N 11°50', W 71°20') y al occidente comparte frontera con Panamá, cruzando la zona costera en Cabo Tiburón (N 08°41'7,3" W 77°21'50,9"). Tiene una longitud de línea de costa de 1.932 km, una zona costera emergida de 7.673 km² y una superficie de aguas jurisdiccionales de 532.154 km² (Invemar, 2013).

De acuerdo a las características fisiográficas, la mayor parte de la costa Caribe colombiana está conformada por la llanura Caribe, la cual se extiende hacia el norte de las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central. Para la plataforma continental, basándose en sus propiedades sedimentarias, se pueden distinguir tres sectores (Ingeominas, 1998):

- 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.
- 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.

Considerando 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, el Caribe colombiano se puede dividir en siete unidades fisiográficas o sectores, denominados ecorregiones (Invemar *et al.*, 2009). 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 (PNAOCI, 2001).

El Caribe colombiano posee tierras aptas para la agricultura debido a su topografía plana y a la fertilidad de sus suelos y por eso fue asiento de las prestigiosas culturas precolombinas Tayrona y Sinú, y la puerta de entrada de los europeos al territorio Colombiano hace más de 500 años, cuando se inició el mestizaje y la transformación del ambiente natural, que ha dado origen a la Colombia actual. Esa ocupación continua ha hecho que gran parte de los hábitats naturales fueran transformados en terrenos agrícolas y ganaderos, con especial énfasis en el último siglo (PNNCRSB, 2011).

En esta región se encuentra la mina de carbón a cielo abierto más grande del hemisferio occidental (Cerrejón) y tres grandes puertos sobre el mar Caribe, Barranquilla, Santa Marta y Cartagena, que permiten el intercambio comercial entre Colombia y buena parte del mundo a través del Océano Atlántico. En los puertos de estas ciudades caribeñas se moviliza un importante porcentaje del comercio exterior colombiano, son el eje del sector más intervenido en el norte del país y en donde se concentra el 50% de la población de la región. El 50% restante se distribuye entre otras ciudades capitales y numerosos pueblos de pescadores y agricultores de pequeña escala (PNNCRSB, 2011).

El departamento de Bolívar hace parte del Caribe colombiano; es uno de los departamentos más grandes de Colombia, con una extensión de 25.978 Km², que representa el 20 % del territorio del Caribe colombiano y el 2,3 % del total nacional. Geográficamente se localiza entre los 07°00'03" y los 10° 48' 37" de latitud, y los 73° 45' 15" y los 75° 42' 18" de longitud al oeste de Greenwich. Su territorio alargado, va desde el mar Caribe hasta las selvas del Carare; colinda con los departamentos de Antioquia, Atlántico, Cesar, Córdoba, Sucre, Magdalena y Santander. Su capital es Cartagena de Indias, Distrito Turístico y Cultural de la Humanidad, donde se ubica la sede de gobierno departamental, la mayoría de las agencias del orden nacional,

del cuerpo diplomático, alterna de la Cancillería, el aparato financiero territorial, la fuerza pública y autoridades eclesiásticas, entre otras (Alcaldía de Cartagena *et al.*, 2014).

De acuerdo con la PNAOCI, la zona costera de Bolívar hace parte de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Río Magdalena, complejo Canal del Dique - Sistema lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. De esta UAC hacen parte los sistemas costeros de Magdalena y el de los archipiélagos coralinos de Rosario y San Bernardo. Territorialmente hacen parte los municipios de Santa Catalina, Cartagena de Indias, Turbaco, Turbaná, Arjona y María la Baja (Figura 2.1).

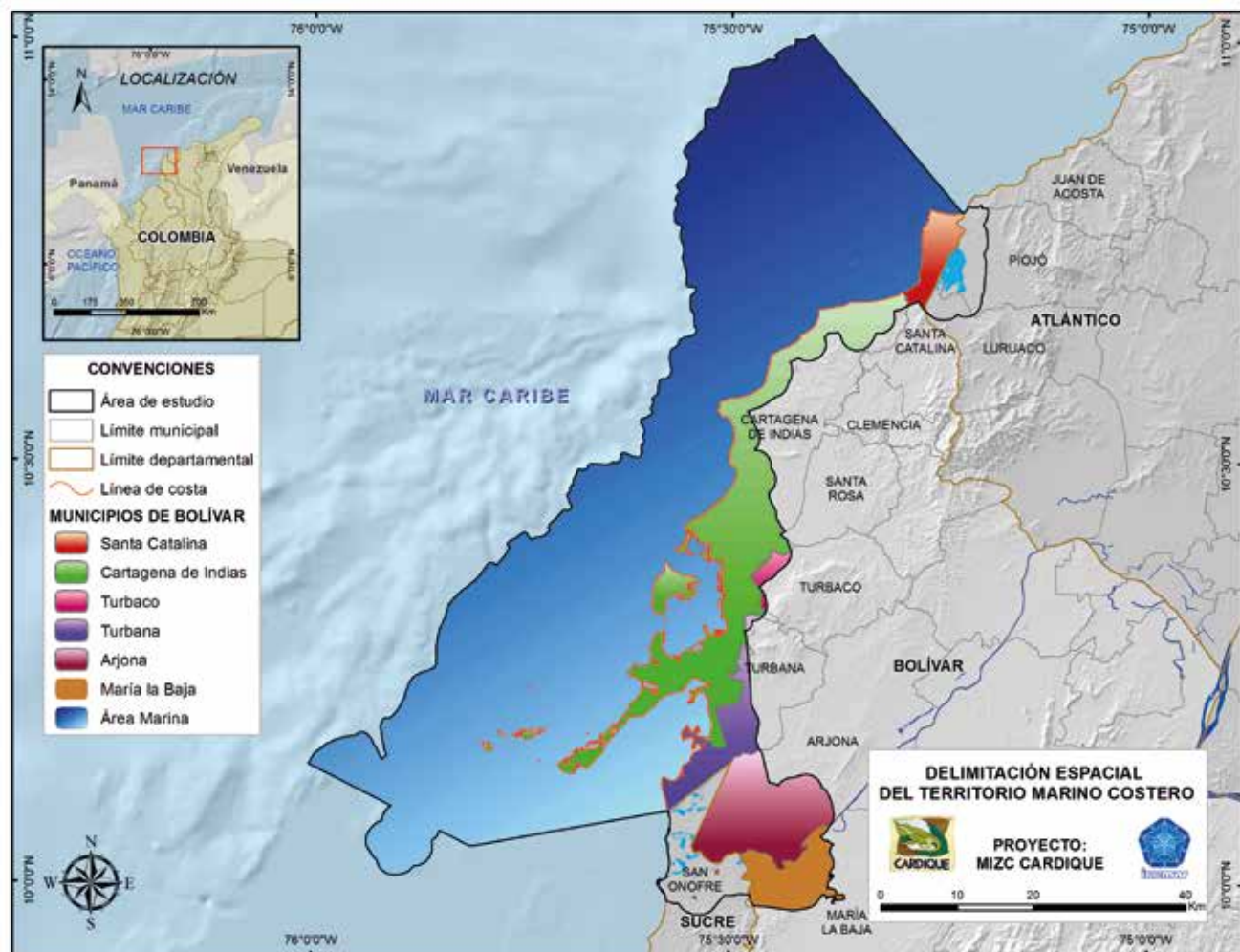


Figura 2.1. Delimitación espacial del territorio marino costero del departamento de Bolívar, incluyendo los municipios que hacen parte de la UAC. Fuente LabSIS 2014.

En la zona costera del departamento de Bolívar, se encuentran representadas áreas protegidas como son: el Área Marina Protegida de los Archipiélagos de Rosario y San Bernardo (AMP – ARSB), el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNN-CRSB), y el Santuario de Flora y Fauna El Corchal “El Mono Hernández” (SFF-CMH).

La UAC fue delimitada teniendo en cuenta los criterios propuestos en la PNAOCI y reglamentados por el Decreto 1120 del 31 de Mayo del 2013 (Figura 2.1):

- Subzona marino-costera o franja de mar adentro: comprende el territorio sumergido entre la Línea de Marea Baja Promedio (LMBP) y el margen externo de la plataforma continental, correspondiente este margen al borde continental donde la pendiente se acentúa hacia el talud y el fondo oceánico abisal. Para el área de estudio se determinó trazarlo entre la línea de costa del departamento de Bolívar y el borde de la isóbata de 200 metros de profundidad.
- Subzona terrestre-costera o franja de tierra adentro: Es la franja comprendida desde la Línea de Marea Alta Promedio (LMAP) hasta una línea paralela localizada a 2 kilómetros de distancia tierra adentro. Para su delimitación se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en el taller con el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, por

lo que su límite externo se sitúa 2 kilómetros tierra adentro, a partir de los ecosistemas de manglar y de las lagunas costeras, incluyendo las áreas de protección del parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, el Santuario de Fauna y Flora El Corchal el Mono Hernández y el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo; así mismo, incluyendo la capital del departamento Cartagena de Indias, los corregimientos de Pueblo Nuevo, Galerazamba, Barú, Manzanillo del Mar. Arroyo Grande, Arroyo de Piedra, La Boquilla, Punta Canoa, Loma de Arena, Pasacaballos, Puerto Badel, Santa Ana, Correa, Rocha, Flamenco, Ñanguma y los caseríos El Olivo, Tierra Baja, Puerto Rey y Ararca.

- Subzona de bajamar o franja de transición: Es la franja comprendida entre la Línea de Marea Baja Promedio (LMBP) y la Línea de Marea Alta Promedio (LMAP). El ancho de esta subzona está básicamente condicionada por el rango de amplitud mareal y la pendiente de la costa o la topografía de los terrenos emergidos adyacentes a la línea de costa.

El detalle de área y longitud litoral por municipio del departamento de Bolívar se detalla en la Tabla 2.1, considerando la distribución de la subzona terrestre costera por municipios y el total del área marina.

Tabla 2.3. Descripción del territorio marino costero del departamento de Bolívar.

Área	Municipio	Área (ha)	Longitud litoral municipio (km)
Continental	Turbaco	1280,97.	NA
	Arjona	17154,59.	NA
	María la Baja	8193,17.	NA
	Cartagena de Indias (Islas)	41079,57.	351,82
	Turbaná	8196,04.	42,29
	Santa Catalina	4420,139.	17,55
Marina	Área marina	276356,98.	NA
Total		356681,5.	411,66

3. Fases para la ordenación y manejo integrado de las Unidades Ambientales Costeras

El marco metodológico general empleado para la caracterización y diagnóstico de la UAC-río Magdalena se basó en la metodología “COLMIZC” (Alonso *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2010), la cual consta de una fase de preparación y cuatro etapas subsecuentes, tal como se muestra en la Figura 3.1. Estas fases son consecuentes con las planteadas en el Decreto 1120 del 31 de Mayo del 2013.

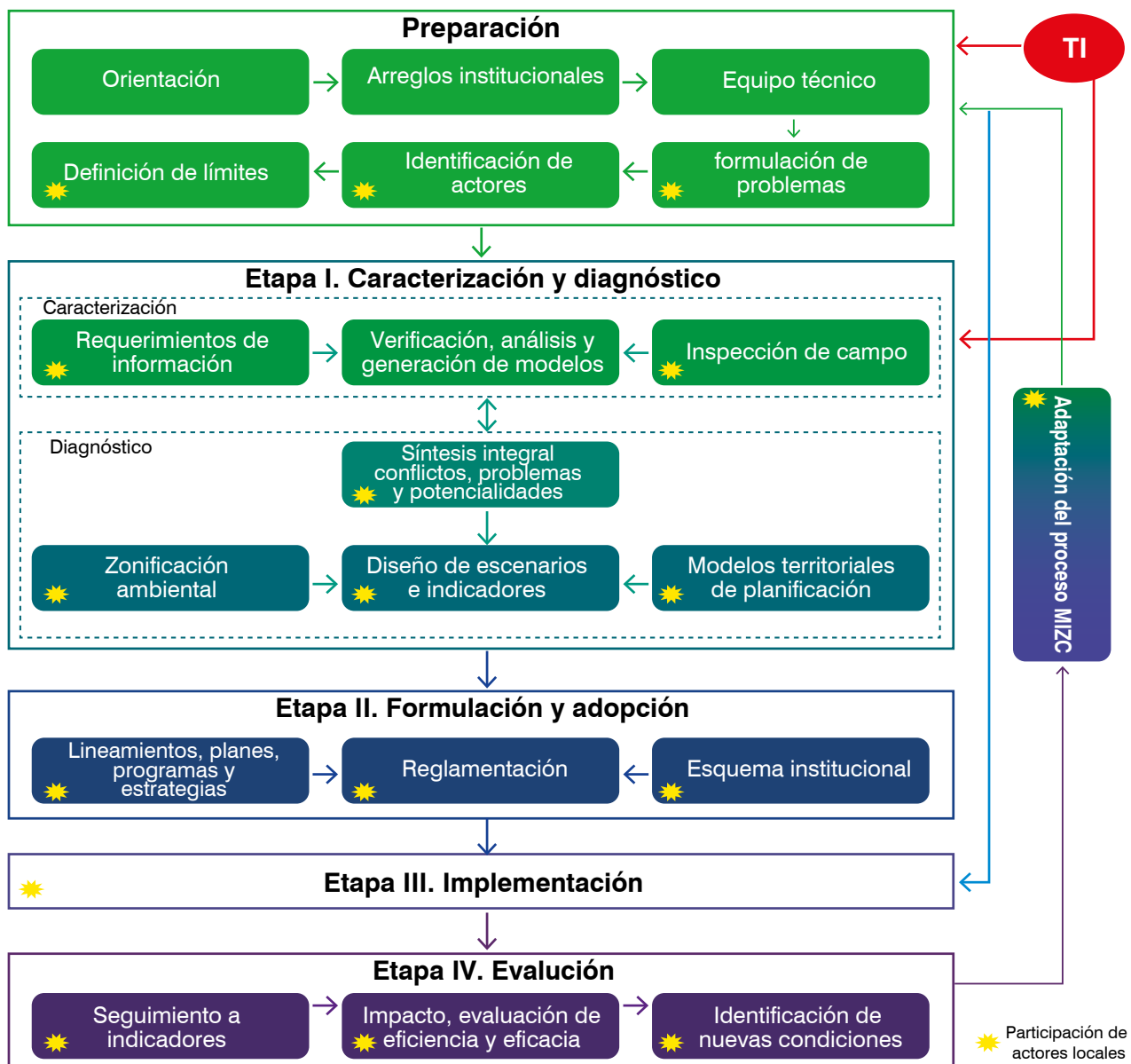


Figura 3.1. Fases metodológicas para elaborar el Plan de Ordenamiento y Manejo de la UAC. Fuente: Tomado de Rojas *et al.*, 2010.

3.1 Preparación o aprestamiento

En la fase de preparación y aprestamiento se delimitó el área y se identificaron los actores socioeconómicos, institucionales y culturales que hacen parte de la zona marino costera del departamento de Bolívar.

3.2 Caracterización y diagnóstico

Durante esta etapa se recopiló y clasificó la información secundaria y primaria requerida, y se describieron las características propias de la UAC, con relación a los componentes biofísico, socioeconómico y cultural de acuerdo a los sectores identificados en la zona costera (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Sectores de Zona Costera de Bolívar.

Sector	Municipio	Lugares
Zona Norte	Santa Catalina – Cartagena de Indias	Zona marino costera de Santa Catalina y de Cartagena hasta Manzanillo
Zona Cartagena Urbano	Cartagena de Indias	La ciudad de Cartagena, con sus ciénagas internas (manglares) y caños. Tierra bomba, Bahía Cartagena
Zona Cartagena Rural	Cartagena de Indias	Isla, Santa Ana, Ararca y Barú. Bahía Barbacoas
Zona Sur	Arjona, Turbaco, Turbaná y María la Baja	Canal del Dique y complejo de Ciénagas de Dolores. Rocha y Puerto Badel

Se estableció la problemática por componente y por medio de un análisis integral se identificaron y priorizaron los problemas sobre los cuales se deben dar acciones concretas de manejo.

3.2.1 Fase de campo

Tomando como base las indicaciones técnicas que se enumeran en el Decreto 1120 de 2013, durante los recorridos se identificaron los siguientes aspectos:

- Recursos Naturales Renovables (ecosistemas estratégicos)
- Infraestructura

- Centros poblados
- Actividades económicas o de servicios
- Amenazas y vulnerabilidades (información disponible, entidades científicas competentes)
- Conflictos de uso de los ecosistemas y recursos naturales renovables y potencialidades de la UAC
- Instrumentos de planificación ambiental, territorial, sectorial y cultural de la UAC.

El detalle de la información recopilada durante las actividades de campo se relaciona en la Tabla 3.1 y la Tabla 3.2. En la Figura 3.2, Figura 3.3 y Figura 3.4, se presentan los mapas con el detalle de los recorridos realizados.

Tabla 3.2. Itinerario de la evaluación por la zona marino costera del departamento de Bolívar (recorrido terrestre).

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Se recorrieron aproximadamente 800 km (terrestre). Sector Norte En el municipio de Santa Catalina y zona rural de Cartagena de Indias, pasando por los corregimientos de Galerazamba, Arroyo-Grande, Arroyo de Piedra, Punta Canoa, Manzanillo del Mar y la Ciénaga del Totumo.		Ciénaga La Redonda
		Salinas en Galerazamba
		Playa cerca al Batallón Nariño
		Palmarito (construcción)

Continuación de Tabla 3.2.

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Continuación de fotos de recorrido en el Sector Norte.		Ciénaga del Totumo
		Toma de agua municipio de Galerazamba
		Arroyo Grande
		Manzanillo del Mar

Continuación de Tabla 3.2.

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Continuación de fotos de recorrido en el Sector Norte.		Punta Canoas
		Zona norte rural de Cartagena
Sector Urbano de Cartagena Recorrido por la Ciénaga de la virgen, Ciénaga de las Quintas y demás caños.		Puente Canal del Dique (construcción)
		Lagunas de Cabrero

Continuación de Tabla 3.2.

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Continuación de fotos Sector Urbano de Cartagena		Bahía de las Ánimas
		Puente la Boquilla
Sector rural de Cartagena de Indias		Isla Tierrabomba
		Santa Ana

Continuación de Tabla 3.2.

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Sector rural de Cartagena de Indias		Barú –Playetas
Sector sur iniciando por el municipio de Cartagena de Indias (sector sur e industrial), y continuando por los municipios de Turbana, Turbaco, Arjona y María la Baja, tomando información de los siguientes corregimientos de Pasacaballos, Ararca, Santa Ana, Puerto Badel, Rocha, adicionalmente se llevó a cabo una evaluación de la Ciénaga Juan Gómez.		Canal del Dique
		Ciénaga de Juan Gómez
		Sectores con cobertura vegetal quemada al sur de Cartagena

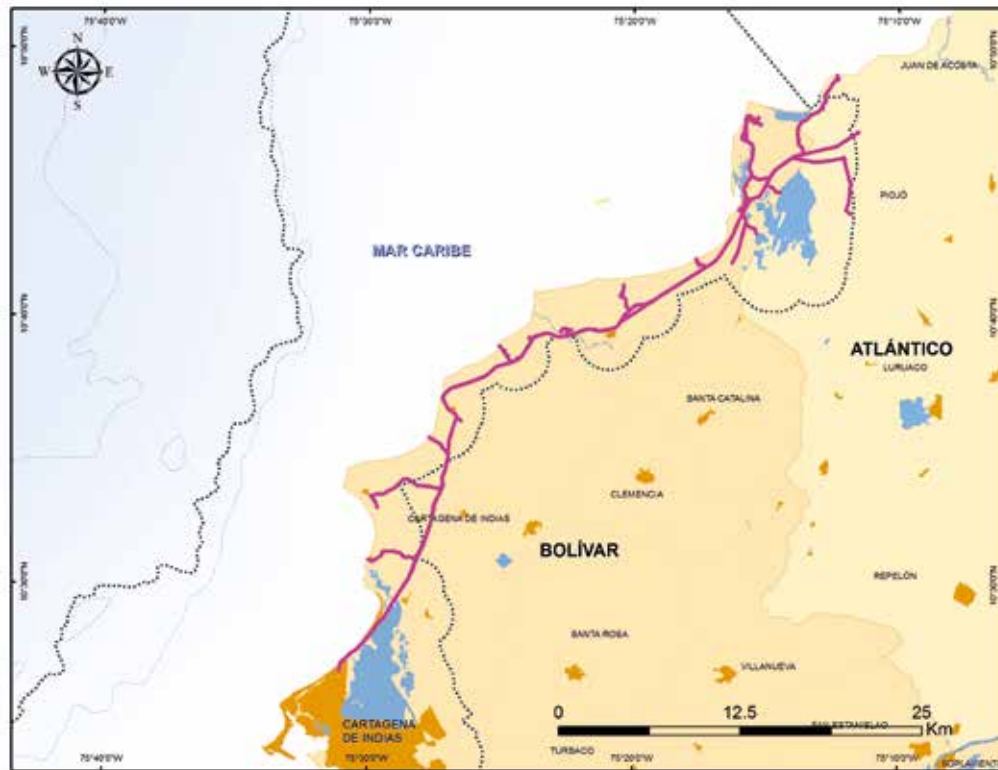


Figura 3.2. Recorrido terrestre zona norte de Bolívar.

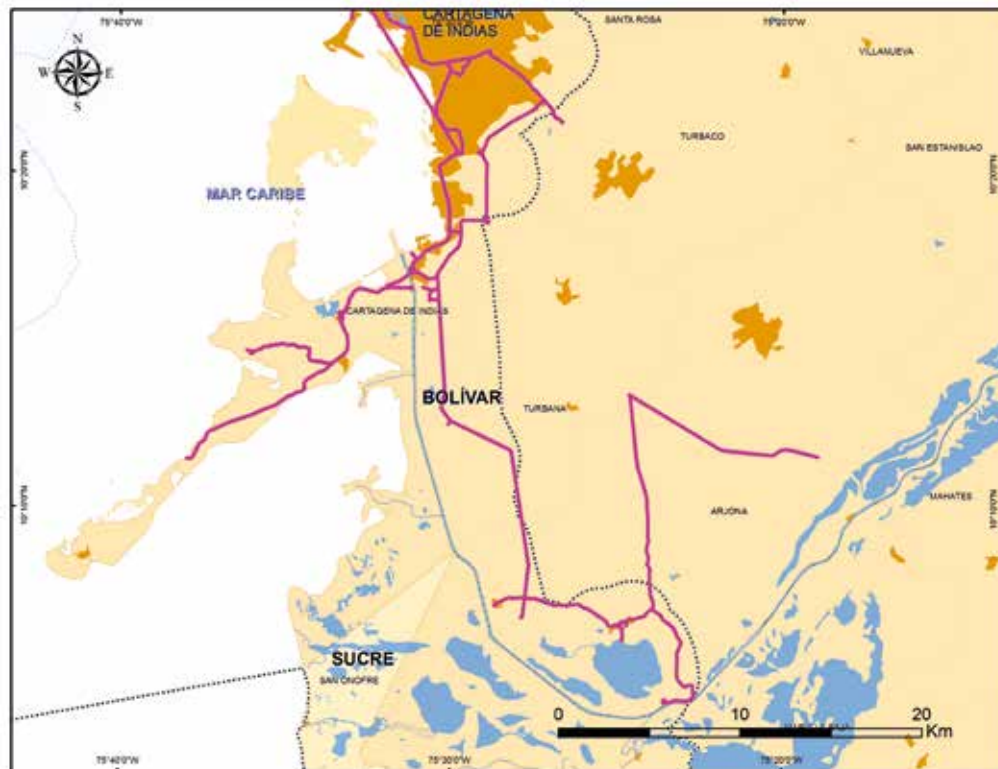


Figura 3.3. Recorrido terrestre zona centro y sur de Bolívar.

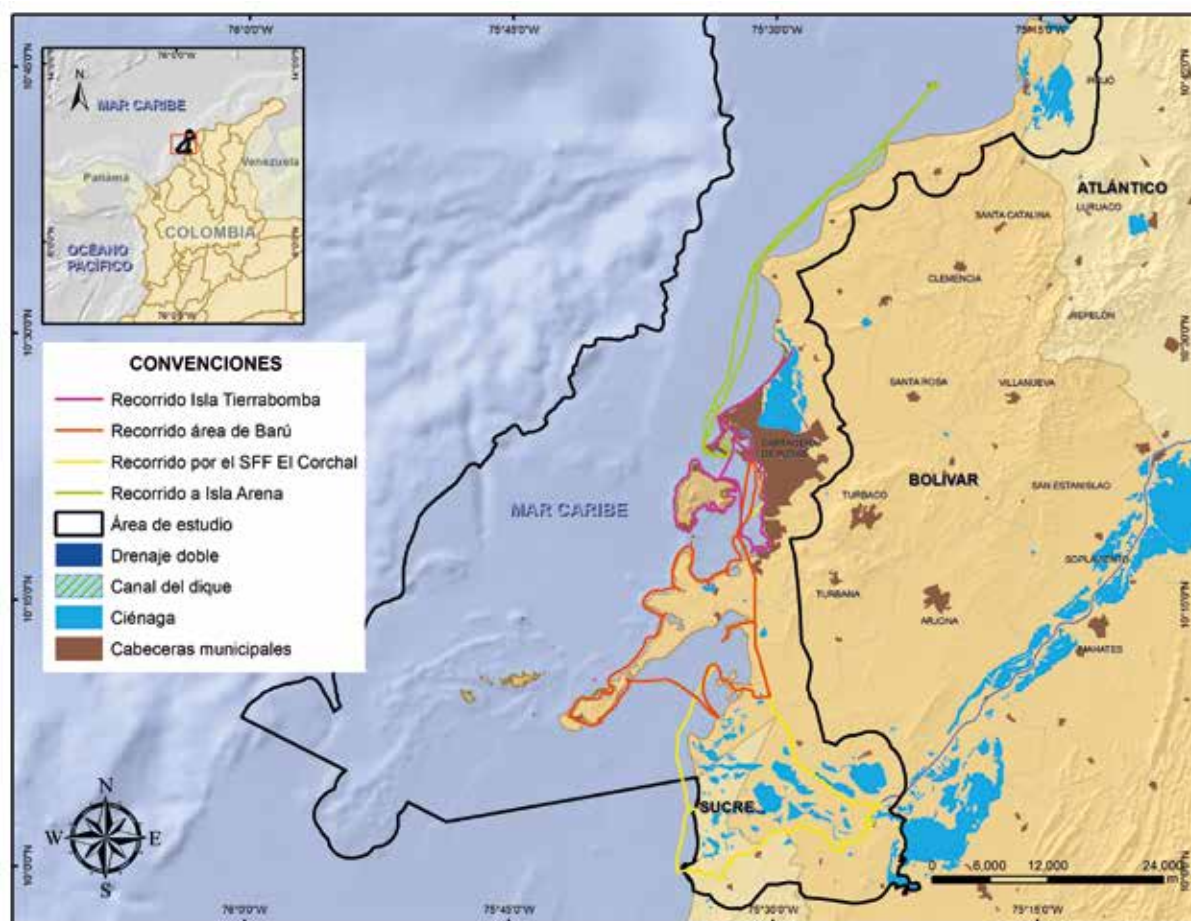


Figura 3.4. Recorridos acuáticos para caracterización de la subzona marino-costera de Bolívar.

3.3 Prospectiva y zonificación

Para el desarrollo de la fase de prospectiva y de zonificación se revisaron los diferentes procesos de planificación, ordenamiento y zonificación que se identificaron en el área de estudio (planes de Ordenamiento Territorial -POT, Planes de Manejo, Estudios de Impacto Ambiental -EIA, entre otros), los cuales contenían propuestas de zonificación.

La definición que se tomó como referencia para la zonificación corresponde al “procedimiento donde se definen categorías de uso y de manejo (actividades) a desarrollar en áreas semejantes”, con base en las cuales se permitió agrupar sectores con características similares y que son analizadas teniendo como referencia sus fortalezas y condiciones.

Esta fase de zonificación se considera un instrumento técnico que soporta la planificación que ayuda a la identificación de medidas de manejo y el tipo de actividades más apropiadas para la zona costera de estudio (Rojas *et al.*, 2010).

Para llevar a cabo la zonificación, se seleccionaron criterios de acuerdo a los componentes físico, biótico, socioeconómico y cultural. Estos criterios son las “condiciones que se deben cumplir en una unidad cartográfica para poder asignar una categoría de manejo determinada, considerando para esto, aspectos como la estructura y función de los ecosistemas presentes”. Se evaluaron considerando situaciones (cualitativas, cuantitativas o descriptivas), teniendo en cuenta sus características específicas.

Tabla 3.3. Itinerario por la zona marina de Bolívar (recorrido acuático).

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Sector Sur		Canal del Dique
		Caño del Oro
Sector Rural de Cartagena		Barú
		Punta Arena

Continuacion de Tabla 3.3.

Sector	Registro Fotográfico	Sitio
Sector Rural de Cartagena		Ciénaga Cholón.
		Manglares Barú
Sector Sur		Santuario de Flora y Fauna El Corchal "El Mono Hernández".
Sector Norte		Bahía Amanzaguapo

3.3.1 Criterios bióticos

Áreas protegidas

Áreas que se encuentran declaradas en alguna de la categoría de manejo (Decreto 2372 de 2010) o en proceso de homologación. Se definió este criterio como la presencia o ausencia de áreas protegidas declaradas, como parte de los esquemas de desarrollo sostenible en la zona costera de Bolívar, las cuales requieren ser incluidos en su totalidad en el ejercicio de zonificación, ya que representan buena parte de la protección de la base natural. Se incluyen en este criterio áreas nacionales, regionales y locales (Reservas de la sociedad civil).

Sitios prioritarios para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental

De los resultados obtenidos en la planificación ecorregional, donde se identificaron objetos de conservación o elementos de biodiversidad biológica que son el centro de los esfuerzos ambientales del país, se cuenta con el portafolio de sitios prioritarios de conservación para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe (Invemar *et al.*, 2009). Se definió este criterio como la presencia o ausencia de estos sitios prioritarios de conservación en la zona costera del departamento de Bolívar, los cuales requieren ser incluidos en su totalidad en la zonificación, ya que representan áreas donde la preservación es importante por el valor de sus objetos de conservación. (Preservación)

3.3.2 Criterios socioeconómicos

El criterio primordial de este componente es la definición de espacios que actualmente presentan unas características de uso o actividad, infraestructura, actividades económicas, elementos sociales, organizativos y normativos, (información obtenida a través de política general de

ordenamiento del territorio POT e información primaria recopilada y geo-referenciada).

Asentamientos humanos

Presencia de poblaciones humanas asentadas en un sector específico con infraestructuras de alojamiento y de prestación de servicios, teniendo en cuenta la información del DANE. Los asentamientos humanos se refieren a la aglomeración alrededor de un espacio de una comunidad humana, que puede ser una ciudad, pueblo o aldea, que consta de elementos sociales, materiales, organizativos, culturales que la sustentan (Virtual Statistical System, 2008). Estos asentamientos pueden ser urbanos o rurales dependiendo de las actividades económicas que se desarrollen, las cuales quedan definidas en los POT de las entidades municipales, y se clasifican según el uso del suelo en suelo urbano, expansión urbana, suelo suburbano, suelo de protección y suelo rural, según el artículo 31 y 34 de la Ley 388 de 1997.

Industrial y Portuario

En este criterio se reconocieron las locomotoras de crecimiento económico identificadas por el gobierno del presidente de Colombia, Juan Manuel Santos e incluidas en su Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (Más empleo, menos pobreza y más seguridad) y que se llevan a cabo en el área de estudio. Estas locomotoras están referidas al sector minero-energético y el de infraestructura (portuaria). Se identificaron áreas de actividades mineras, industriales y portuarias definidas en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios costeros de Bolívar, verificado en el trabajo de campo; las áreas de exploración y explotación de hidrocarburos Off Shore en bloques asignados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Se incluyeron áreas donde actualmente hay instalaciones productivas de importancia para el desarrollo económico local, regional y nacional;

así como aquellos sectores donde se tiene planeado establecer megaproyectos del orden nacional y regional.

3.3.3 Criterios de producción

De enfoque socioeconómico, este criterio se definió teniendo como base las características de las actividades económicas realizadas por la comunidad o por la industria (mediana y pequeña). Se refiere a la forma en que las poblaciones humanas realizan actividades de producción y como se realiza el abastecimiento de bienes y servicios de consumo. En este criterio se evaluó la oferta y demanda de bienes y servicios.

Aprovechamiento sostenible

Áreas con actividades productivas ejecutadas de forma manual con baja inversión de capital, y donde se realiza la mayor parte del consumo o uso por parte de las poblaciones locales.

Producción sostenible

Actividades productivas con alguna tecnificación, con media y alta inversión de capital, y donde se realiza la mayor parte del consumo en un mercado externo a la localidad. (Figura 3.5.).



Figura 3.5. Criterios de Zonificación y categorías de manejo.

3.4 Formulación y adopción

Esta fase se sustenta en los resultados de la caracterización, diagnóstico y la zonificación ambiental. A partir de esto, se definió el objetivo de manejo y se especificaron las líneas de acción con sus respectivos programas, proyectos, costos y responsables (Figura 3.6).

Para la identificación de los diferentes proyectos se plantearon las líneas de acción que se presentan en la Figura 3.6, con sus respectivos instrumentos de manejo. Estas líneas de acción e instrumentos sirven de base principal para la adecuada administración y gestión de la zona marino costera de Bolívar.

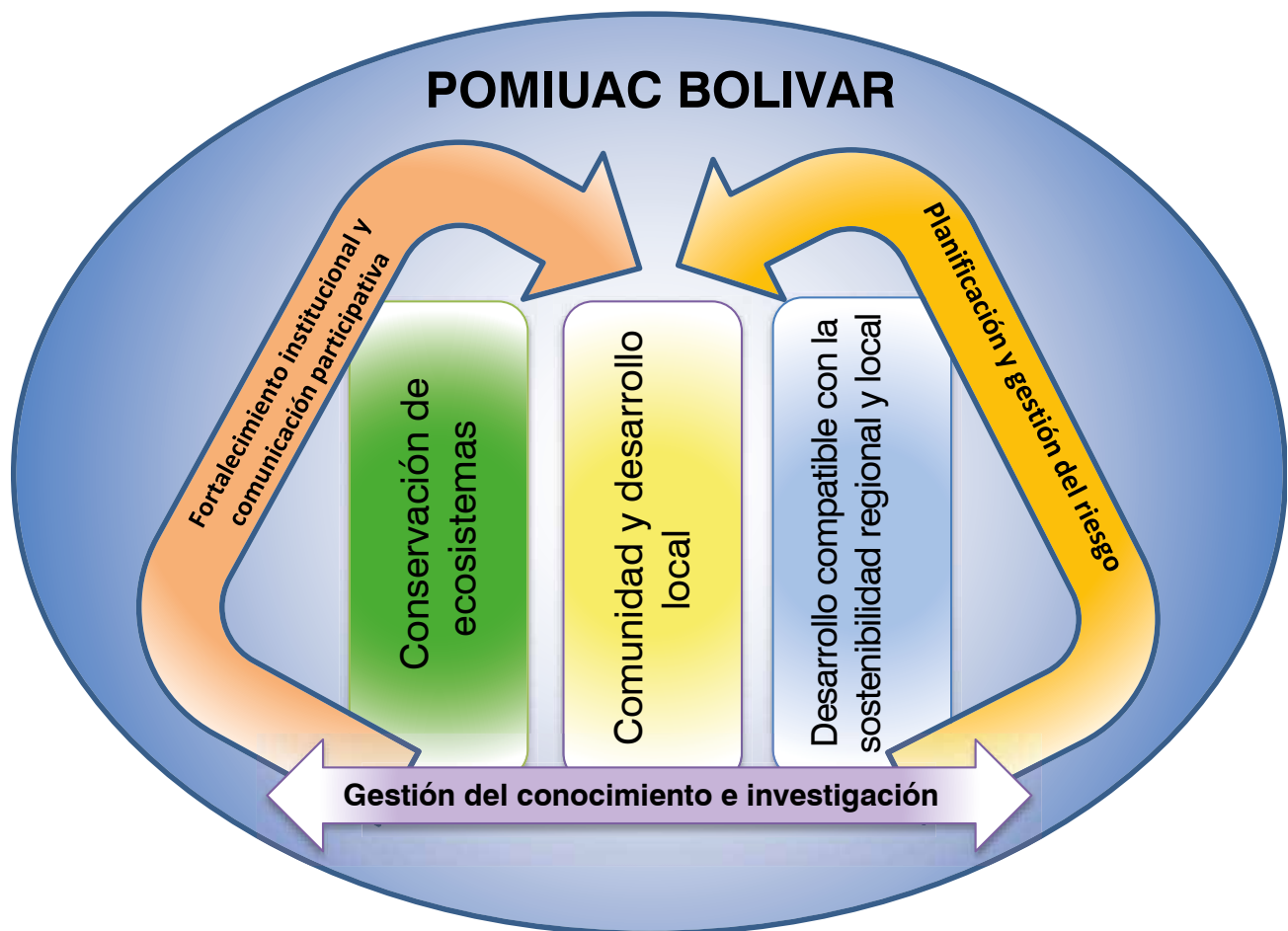


Figura 3.6. Esquema de las líneas e instrumentos de manejo en la UAC.

3.5 Herramientas transversales

en la zona marino-costera del departamento de Bolívar (Tabla 3.4).

3.5.1 Talleres institucionales

Por medio de estos talleres se llevó a cabo el proceso de presentación y trabajo articulado con las diferentes instituciones que tienen injerencia

3.5.2 Talleres con actores locales

Se realizaron tres ciclos de talleres con las comunidades e instituciones que hacen parte

de la zona marino costera del departamento de Bolívar (Tabla 3.5).

Metodológicamente se utilizaron diferentes elementos para abordar los temas de cada taller, de tal manera que se generaran productos enlazados, siempre con una visión integradora y sobre la base de la participación

social de los diferentes sectores que tienen presencia en la UAC.

En el ciclo de talleres de diagnóstico, se aplicó la metodología de “mapas parlantes”, donde los diferentes actores (comunidad e instituciones), identificaron los ecosistemas y los problemas relacionados con ellos (Figura 3.7 a la Figura 3.13).

Tabla 3.4. Talleres realizado durante el proceso con las comunidades e instituciones que se encuentran en la UAC río Magdalena (Bolívar).

Actividad	Tema	Entidades
Reunión	Presentación grupo de trabajo	Cardique Invemar
Taller	Delimitación UAC río Magdalena (Bolívar)	Cardique Invemar
Reunión	Presentación Proyecto	PNN CR y SB SFF El Corchal
Reunión	Presentación Proyecto	Capitanía de Puerto de Cartagena
Reunión	Presentación Proyecto	Oficina de Turismo
Reunión	Presentación Proyecto	CIOH
Reunión	Presentación Proyecto	Universidad Jorge Tadeo Lozano
Reunión	Presentación Proyecto	EPA
Reunión	Presentación Proyecto	Proyecto Restauración Canal del Dique
Reunión	Articulación de acción e información	Proyecto Restauración Canal del Dique
Taller	Sig	CRA, Corpamag, Carsucre, Cardique, CVS, Invemar, MADS
Taller	Metodología Actores sociales	CRA, Corpamag, Carsucre, Cardique, CVS, Invemar, MADS
Taller	Ajustes Caracterización	Cardique Invemar

Tabla 3.5. Talleres realizado durante el proceso con las comunidades e instituciones que se encuentran en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

Taller	Sector	Sitio	Fecha	Participantes (Tipo)
Diagnóstico	Cartagena – Urbano	Cardique	22 marzo 2014	25 (Entidades)
	Cartagena – Rural	Santa Ana	23 marzo 2014	34 (comunidad)
	Sur	Rocha	24 marzo 2014	27 (comunidad)
	Norte	Galerazamba	25 marzo 2014	40 (comunidad)
Zonificación	Cartagena – Urbano	Cardique	11 y 12 agosto 2014	16 Cardique
	Cartagena – Rural	Santa Ana	13 agosto 2014	23 (comunidad)
	Cartagena – Rural	Barú	13 agosto 2014	20 (comunidad)
	Sur	Rocha y Puerto Badel	14 agosto 2014	27 (comunidad)
	Norte	Galerazamba	15 agosto 2014	35 (comunidad)
Lineamientos	Cartagena – Urbano	Cardique	28 octubre 2014	20 (Entidades)
	Sur	Rocha y Puerto Badel	29 octubre 2014	25 (comunidad)
	Cartagena – Rural	Santa Ana	30 octubre 2014	17 (comunidad)
	Cartagena – Rural	Barú	30 octubre 2014	18 (comunidad)
	Norte	Galerazamba	31 octubre 2014	28 (comunidad)



Figura 3.7. Taller Diagnostico en la localidad de Santa Ana



Figura 3.10. Elaboración del diagnóstico con los pescadores (Rocha y Puerto Badel).



Figura 3.8. Elaboración de los mapas parlantes Santa Ana



Figura 3.11. Mapa Taller Diagnostico Galerazamba, donde se contó con la participación del alcalde del municipio de Santa Catalina



Figura 3.9. Mapa parlante de Ararca



Figura 3.12. Elaboración de los mapas parlantes, Galerazamba

En los talleres de zonificación, se empleó la metodología participativa, denominada “juego de roles”, donde los diferentes grupos de la comunidad interpretaron diferentes roles (industria, pescadores y otros sectores de

la economía local), ubicando en los mapas, como se llevarían a cabo sus actividades de cada rol propuesto. Las Figura 3.14 a Figura 3.17, evidencian las actividades de talleres de zonificación realizados.



Figura 3.13. Elaboración de los mapas parlantes Galerazamba



Figura 3.16. Presentación de los resultados del “juego de roles” con la comunidad de Galerazamba



Figura 3.14. Presentación de los resultados del “juego de roles” con la comunidad de Santa Ana.



Figura 3.17. Explicación de los resultados del juego de roles, con la comunidad de Galerazamba



Figura 3.15. Presentación de los resultados finales.

Estos talleres posibilitaron una presentación de la visión de los participantes que asumen los roles de otros actores sociales en un espacio determinado, generando discusión y retroalimentación entre todos los participantes en torno a los diferentes intereses que se pueden presentar en un proceso de ordenamiento del territorio, evidenciando la complejidad del proceso y las dificultades propias de visiones, que en muchos casos, resultan contradictorias.

Con base en la información recopilada en los diferentes talleres se actualizaron los mapas existentes y se elabora una nueva salida gráfica,

delimitando y caracterizando las unidades de paisaje – ecosistemas, así como los requerimientos de información de cada componente (físico, Biótico, socioeconómico). Para garantizar una adecuada información básica, la salida grafica (mapa), mínimo deberá contener cobertura vegetal, geomorfología, hidrología, usos del suelo y estados de intervención (Villareal, *et al.*, 2004.)

Con la información recopilada en los diferentes talleres se actualizaron los mapas y se elabora una salida gráfica, delimitando y caracterizando las unidades de paisaje – ecosistemas, requerimientos de información de cada componente (físico, Biótico, socioeconómico). La salida grafica (mapa), mínimo deberá contener cobertura vegetal, geomorfología, hidrología, usos del suelo y estados de intervención (Villareal *et al.*, 2004.).

3.5.3 Estructuración del sistema de información geográfica (SIG)

El esquema metodológico aplicado consideró la adquisición y preparación de la información, el análisis y la interpretación de las coberturas, la verificación de campo, el control de calidad, la generación de la capa temática de cobertura de la tierra a escala 1:25.000. La estructuración y organización del sistema de información geográfica, además de la información de cobertura incorporó la información de usos, geomorfología, calidad ambiental y aspectos bióticos asociados a los ecosistemas, que permitió realizar un análisis completo del territorio estudiado.

En la Figura 3.18 se presenta el esquema de estructuración de la base de datos.

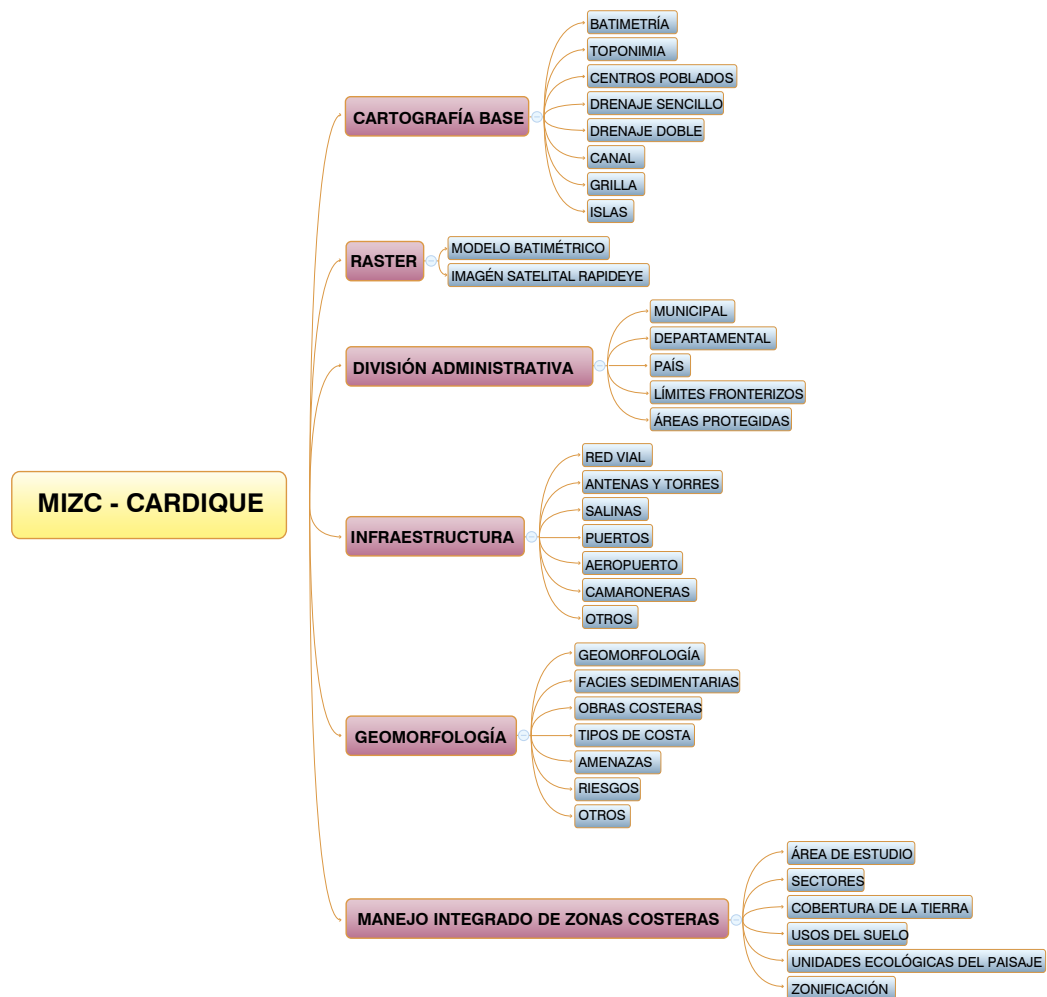


Figura 3.18. Estructura de la base de datos.

4. Caracterización y diagnóstico

4.1 Aspectos físicos

Geomorfología y geología regional

El departamento de Bolívar es un área geológicamente compleja ubicada dentro de un ambiente tectónico compresional, con componentes direccionales producto

de la interacción entre la placa continental Suramericana y las placas oceánicas Caribe y Nazca (Taboada *et al.*, 2000; Audemard y Audemard, 2002; Trenkamp *et al.*, 2002; Cortés y Angelier, 2005 (Figura 4.1).

Uno de los elementos básicos para el diagnóstico de la UAC río Magdalena, sector Bolívar está relacionado con geoformas de la zona costera tan dinámica. En la Tabla 4.1 se presentan las principales características de la geomorfología de la zona costera de Bolívar.

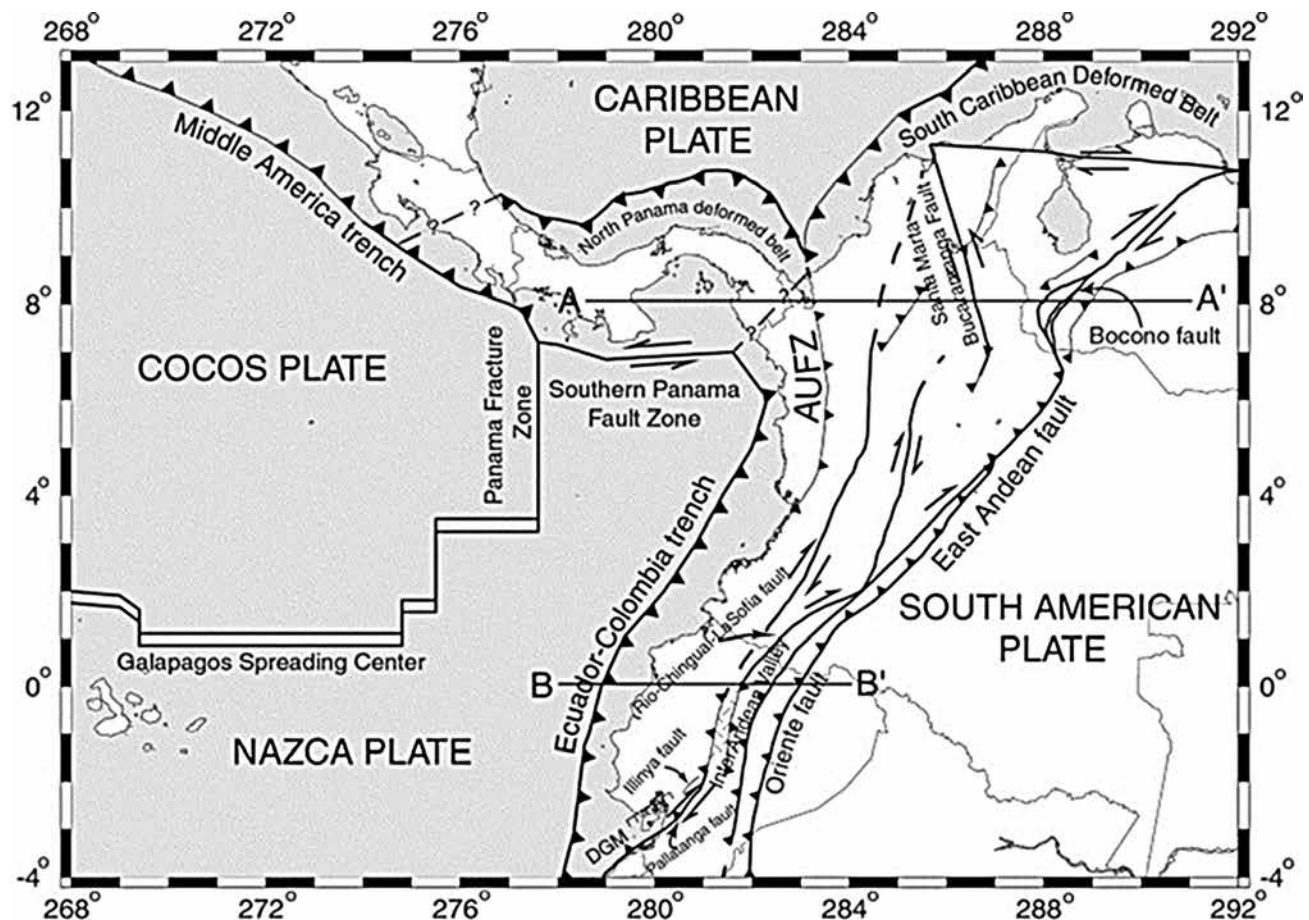


Figura 4.1. Configuración tectónica; zona de interacción de las placas Nazca, Caribe y Suramericana. Esquina noroccidental de Suramérica (Tomado de Trenkamp *et al.*, 2002).

Tabla 4.1. Resumen de la geomorfología en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

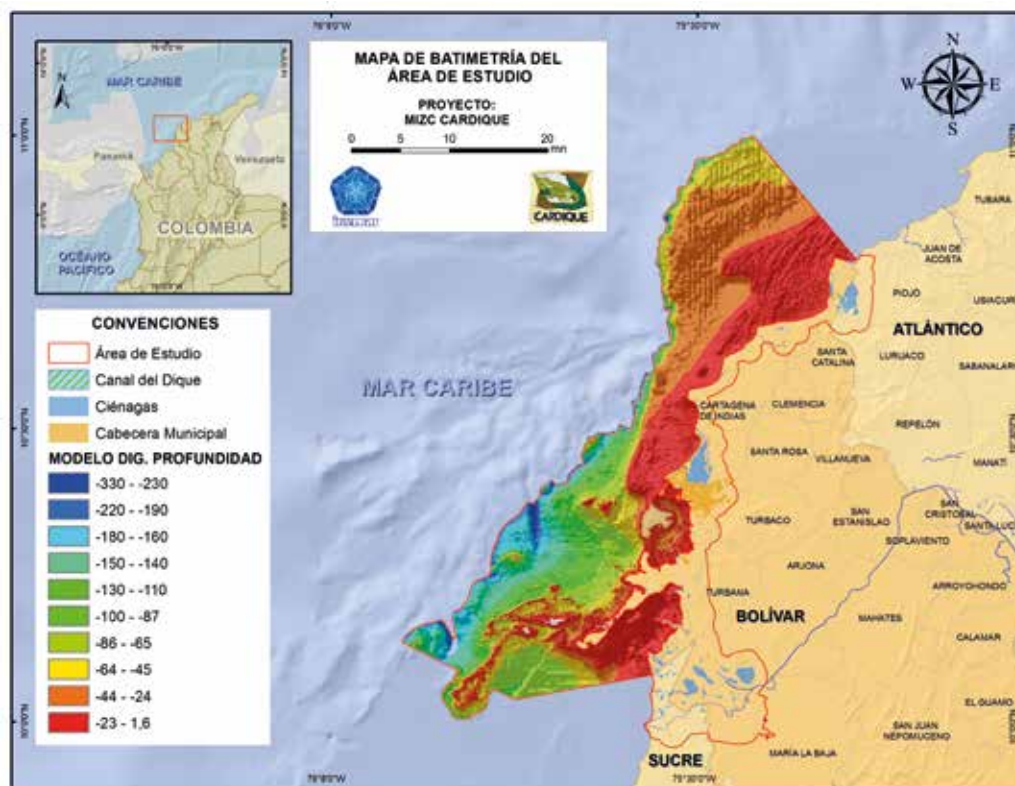
Estratigrafía - Ubicación	Descripción
Formación San Cayetano	Compuesta principalmente por lodolitas grises, amarillas alterada, en capas delgadas y medias; laminación interna plana, discontinua con intercalaciones de areniscas de grano grueso, conglomeráticas sublíticas, mal seleccionadas y chert rojo en capas delgadas, planas paralelas. Duque-Caro (1997)
Secuencia arenosa que aflora en María La Baja (Bolívar) y parte de San Onofre (Sucre)	
Formación Arjona	Compuesta por arcillolitas y limolitas interestratificadas con arenitas granodecrecientes en capas gruesas a medias, concreciones métricas calcáreas y clastos arcillosos. La edad de esta formación está determinada para el Oligoceno superior (Bürgl, 1961).
Borde costero del corregimiento de Galerazamba (zona de Salinas en la parte norte del corregimiento), también aflora hacia la Ensenada Prieto y en Punta Canoas	
Formación Bayunca	Compuesta principalmente por lodolitas gris oscuras, claras y negras, intercaladas con areniscas de cuarzo de grano muy fino e interestratificadas con limolitas grises.
Localidad de Pasacaballos y el caserío de Albornoz. distribuida en las inmediaciones del delta del Canal del Dique, estando la mayor concentración en la margen derecha, la cual se extiende hasta la refinería de ECOPETROL	
Gravas de Rotinet	Conformada por gravas de cuarzo, chert negro, rocas volcánicas, neises y limolitas, en capas muy gruesas.
Al norte de la población de Piedras, en la Punta Barú después del Canal del Dique y hacia el costado SWW en el municipio de Turbaná	
Formación Arroyo Grande	Depósitos Coluviales
Localidad de Arroyo Grande hacia el norte	
Formación La Popa	Constituida por arcillas micáceas, arenosas, areniscas y calizas coralinas
Cerro La Popa, en Cartagena; poblaciones de Ballesta, Turbaná, Turbaco; las islas Barú y Tierra Bomba, al sur de Albornoz y Cartagena, también presenta un afloramiento hacia el poblado Arroyo Grande	
Depósitos de playa	Constituidos de arenas de grano fino a grueso, ocasionalmente con gravas, la mayoría se presentan de color amarillo ocre a gris y en algunos sectores blancas como en la zona de Barú (Reyes et al., 2001).
A lo largo de la línea de costa	
Depósitos Eólicos	Constituidos por arenas cuarzosas de grano fino a medio (Barrera, 2001).
Adyacentes a la margen occidental del río Magdalena y las dunas recientes adyacentes a la línea de costa, zona norte de Galerazamba.	
Depósitos llanura aluvial	Compuestos por gravas y bloques (Reyes et al., 2001).
Influencia del Canal del Dique	
Depósitos llanura costera	Son de dos tipos: i) manglares y ii) depósitos asociados con el crecimiento de corales (Reyes et al, 2001). Como depósitos clásticos están considerados los formados por arenas depositadas y retrabajadas en la zona intermareal.
Desde la desembocadura del Canal del Dique hasta Punta Canoas en el municipio de Cartagena. (Guzmán et al., 1998; Barrera, 1998 y Reyes et al., 1998)	
Depósitos fluviolacustres	Compuestos principalmente por materiales finos tipo arcilla o limo, producto de las fluctuaciones invierno - verano que aportan material a dicha zona de inundación (Barrera, 2001).
Llanura de inundación del Canal del Dique.	
Depósitos Coluvio – Aluviales	constituidos por cantos, bloques, arenas y arcillas, mezclados a gradados, y están cubriendo a las unidades rocosas
Norte, sur y centro, Loma de Arena y la ciénaga el Totumo, en el centro en la ciudad de Cartagena, y al sur afloran en el costado NW del municipio María La Baja (Reyes et al., 2001).	
Depósitos de Manglar	Constituidos por arenas finas, limos y lodos
Desde el poblado de Boca Cerrada hasta Punta Comisario en el municipio de San Onofre, Sucre (Reyes et al., 2001).	
Falla Pasacaballos	30 km desde la localidad de Pasacaballos hasta el caserío de Algarrobo, inversa y un buzamiento alrededor de 50°
Pasacaballos	

Continuacion de Tabla 4.1.

Estratigrafía - Ubicación	Descripción
Falla Mamonal	60 km, presenta un rumbo N50°E y buza alrededor de 50° a 60° al este; al suroccidente se interna en la bahía de Cartagena y probablemente pasa entre las islas de Barú y Tierra Bomba.
Área de Mamonal y Arroz Barato (Cartagena)	
Falla Henequén	4 Km y terminando en La Falla Mamonal, presenta un rumbo N75°E y un buzamiento de 25° al sureste y es inversa de cabalgamiento
Región de Albornoz (Cartagena)	
Falla del Dique	40Km. Presenta un rumbo N60°W
Localidades de Villanueva y Punta Canoas	
Lineamientos de Bayunca	Orientación que varía de N45°W a E-W y sus trazos se pueden observar con mayor facilidad en imágenes satelitales y fotografías aéreas (Reyes et al., 2001).
Sector noroccidental de Cartagena	
Plegamiento de Barú	Compone de un anticlinal y un sinclinal con rumbo N50°E su inclinación no sobrepasa los 15° y sus flancos son simétricos (Reyes et al., 2001).
Isla de Barú	
Plegamiento Turbaco	Constituido por dos estructuras anticlinales y dos sinclinales muy estrechos con longitud máxima de 7 Km. Los planos axiales son verticales y los flancos simétricos.
Turbaco	
Plegamiento El Coco	Corresponde a una serie de anticlinales y sinclinales que se disponen Radialmente o en forma errática.

En relación con la parte sumergida, la batimetría del área presenta dos sectores con características contrastantes: 1) Sector

Cartagena - Galerazamba (norte - centro); 2) Sector Tierrabomba – Barú (sur) (Figura 4.2).



Los fondos marinos han sido influenciados por la sedimentación terrígena al norte, asociada a el desarrollo del delta del río Magdalena y de la sedimentación biogénica al sur asociada a la los procesos de origen calcáreo prevalecientes en el PNNCRSB (Figura 4.3).

La línea de costa en el Departamento es de 366 km con orientación principal NE – SW, sobre la cual se evidencia la amenaza de erosión en diferentes sectores (Figura 4.4.).

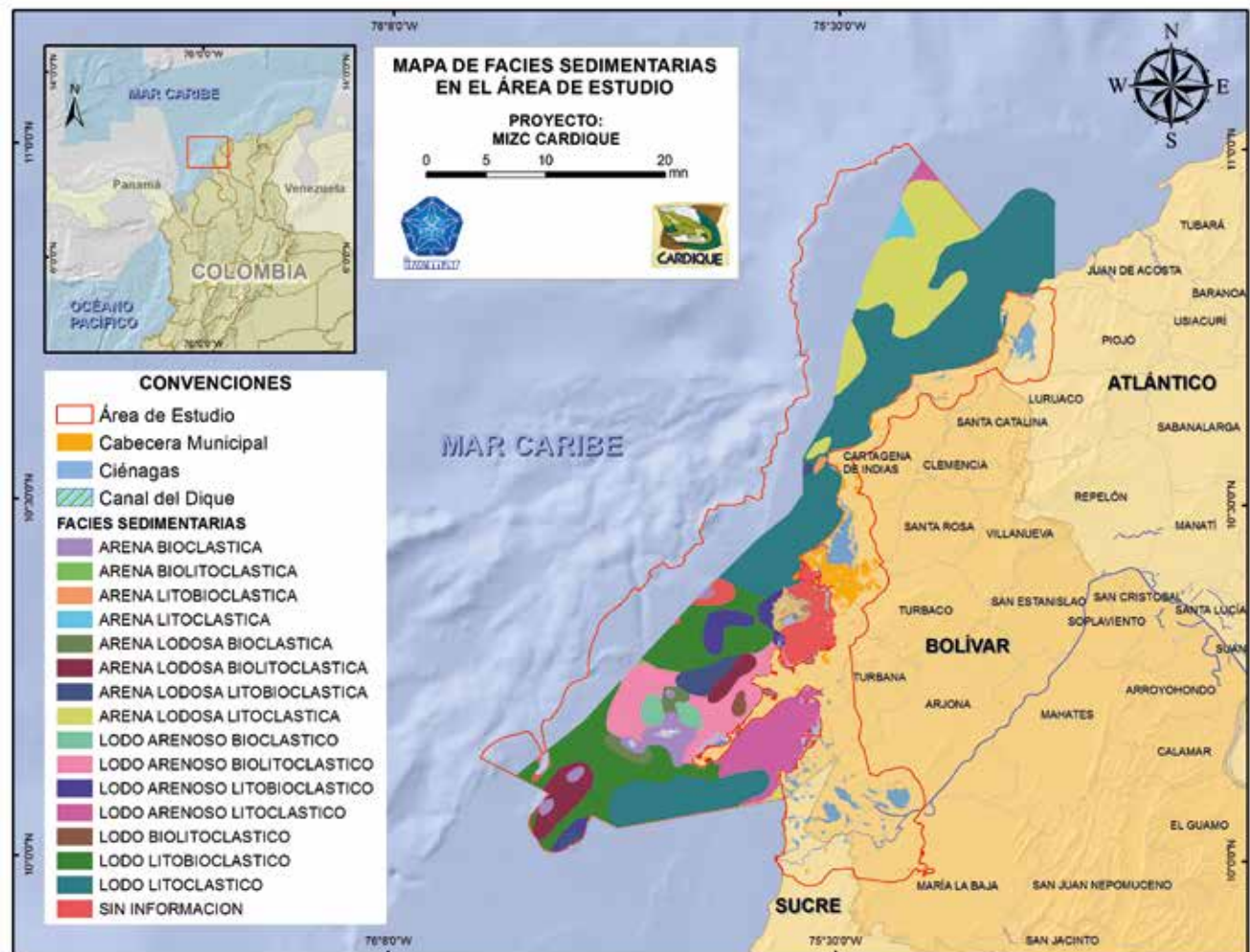


Figura 4.3. Mapa de facies sedimentarias, zona marino-costera departamento de Bolívar.

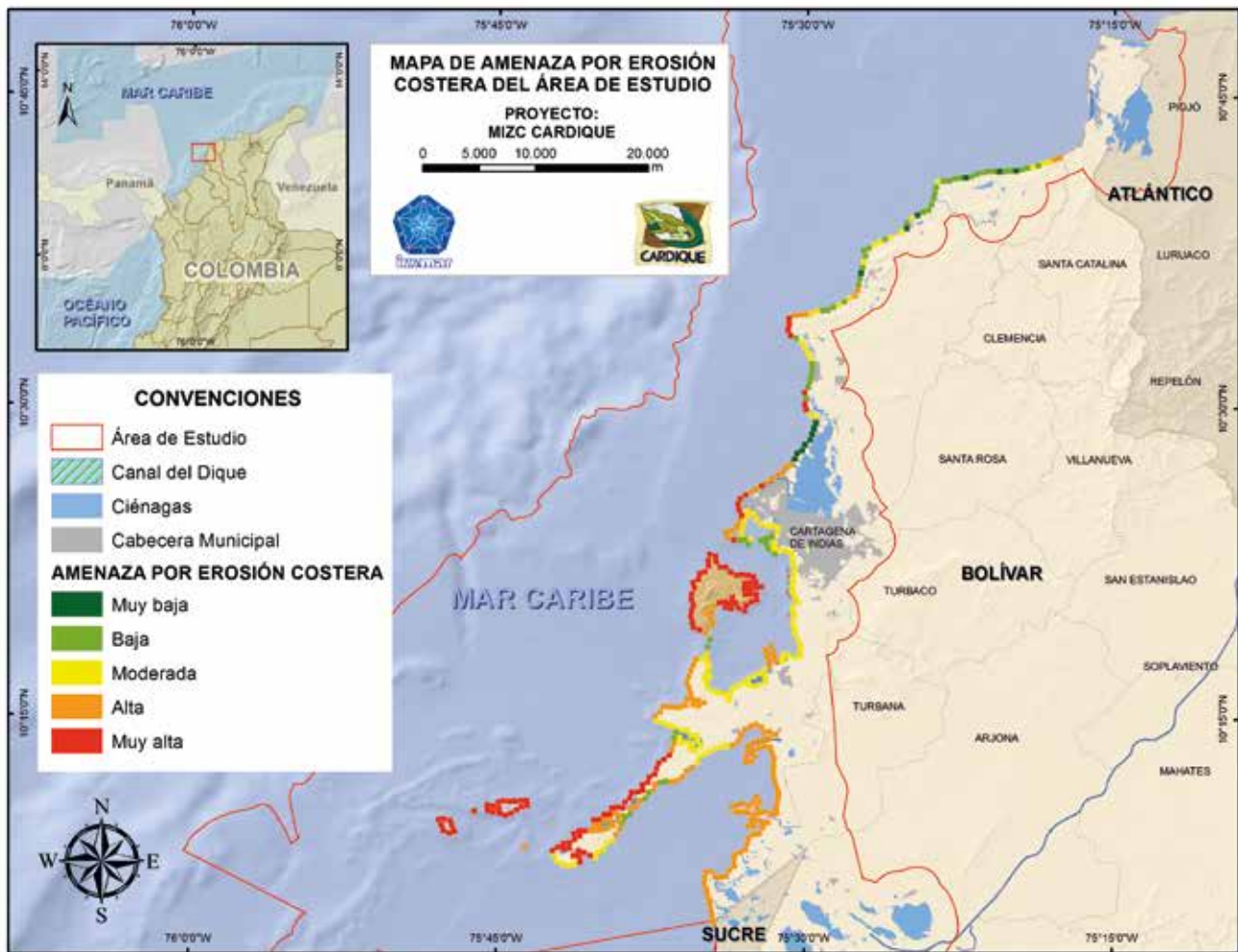


Figura 4.4. Amenazas por erosión zona marino-costera de Bolívar.

Clima

A nivel general la temperatura ambiente es alta en los meses intermedios del año y disminuye durante los primeros y últimos meses. La precipitación presenta un marcado ciclo anual en el cual los valores más altos se

dan en el segundo semestre del año, siendo octubre el mes más lluvioso; mientras que en el primero, las precipitaciones son escasas o nulas (Figura 4.5). A nivel espacial se identifica que en el sector sur se alcanzan las mayores temperaturas y precipitaciones, seguido del sector centro (Figura 4.5 y Tabla 4.2).

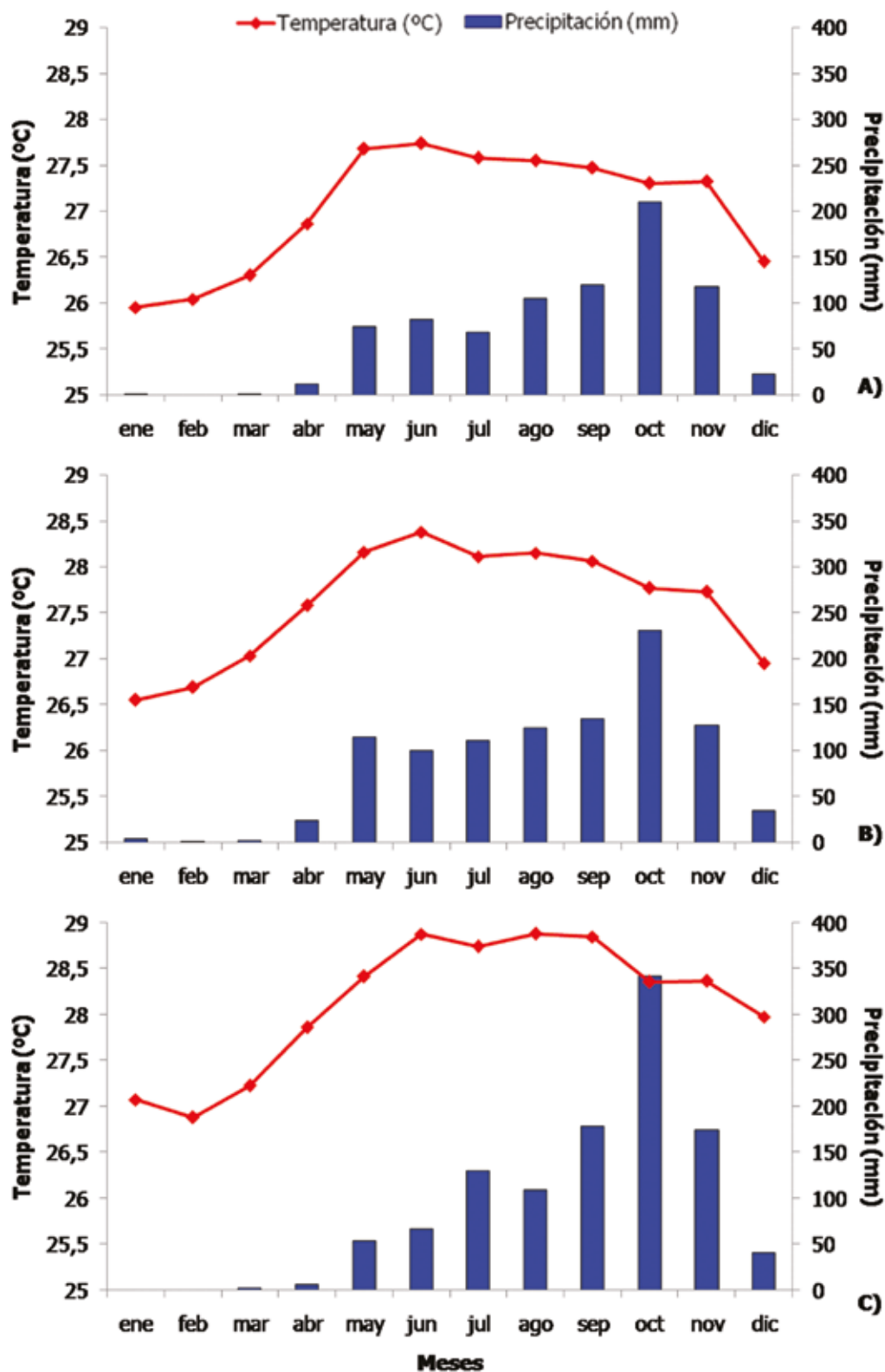


Figura 4.5. Ciclo anual de la temperatura y la precipitación en A) Sector Norte (Fuente: IDEAM), B) Sector Centro (Fuente: IDEAM), C) Sector sur. Fuente: INAP.

Tabla 4.2. Estadística descriptiva de las variables climáticas.

Variable	Sector	Media	Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo
Vientos (m.s ⁻¹)	Sur Reanálisis	3,46	1,856	3,44	0,456	8,976
	INAP	3,44	1,96	3,85	1,27	11
Ta (°C)	Norte (IDEAM)	27,02	0,67	0,44	25,95	27,74
	Centro (IDEAM)	27,59	0,63	0,40	26,55	28,38
	Sur (INAP)	28,12	0,72	0,52	26,88	28,88
Precipitación (mm)	Norte (IDEAM)	67,52	64,8	4144,524	0,18	209,2
	Centro (IDEAM)	84,04	71,04	5047,97	0,52	230,4
	Sur (INAP)	91,81	102,58	10522,94	0	342,15
P. atm (mb) Reanálisis	Sur	1018,23	0,39	0,15	1017,41	1018,86

Oceanografía

En el área se identifica que la temperatura superficial del mar (TSM) tiene un marcado ciclo anual en los tres sectores, durante los primeros meses del año la TSM es baja (27.65 °C), lo que es propio de la época seca (diciembre, enero, febrero y marzo); se incrementa (29.26 °C) hacia mitad del año (abril, mayo, junio), con una disminución entre los meses de julio y agosto, comportamiento característico de la época de transición. En los últimos meses del año (agosto, septiembre, octubre, noviembre) la TSM se incrementa (29.91 °C), con picos máximos entre los meses de septiembre y

octubre, característico de la época húmeda. (Figura 4.6).

La variabilidad espacio temporal de la TSM concuerda con la climatología de la región descrita en Andrade y Barton (2005), Bernal *et al.*, (2006) y Ruiz-Ochoa (2011). Las menores TSM en el sector norte, son reflejo de la mayor incidencia de los vientos Alisios del NE a principios de año. Por su parte en el borde costero del centro y el sector sur, las temperaturas fueron más altas de septiembre a noviembre, lo cual puede ser explicado por las descargas de ríos que se incrementan en la segunda época del año (Ruiz-Ochoa, 2011) (Figura 4.7).

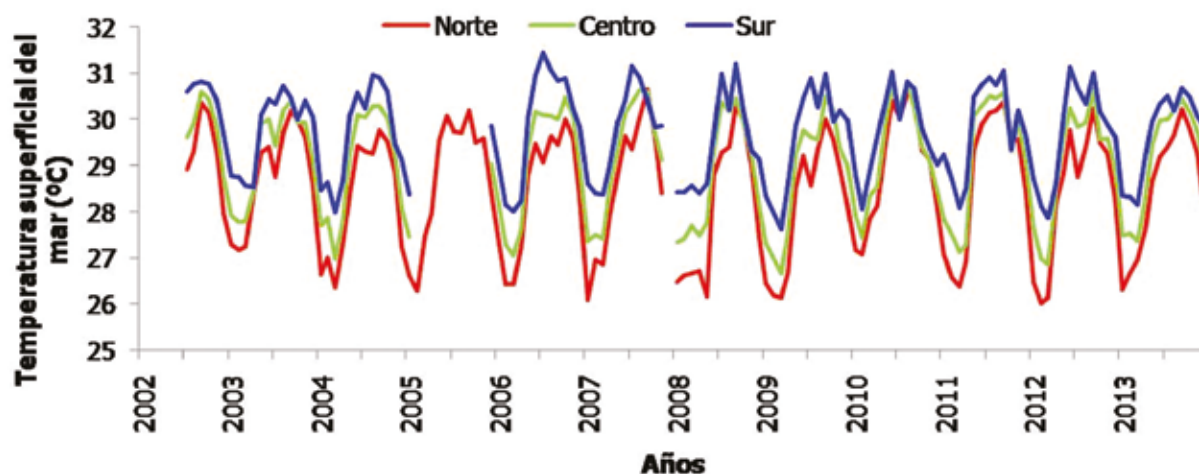


Figura 4.6. TSM en tres sectores del área de estudio. Fuente de datos: sensor MODIS.

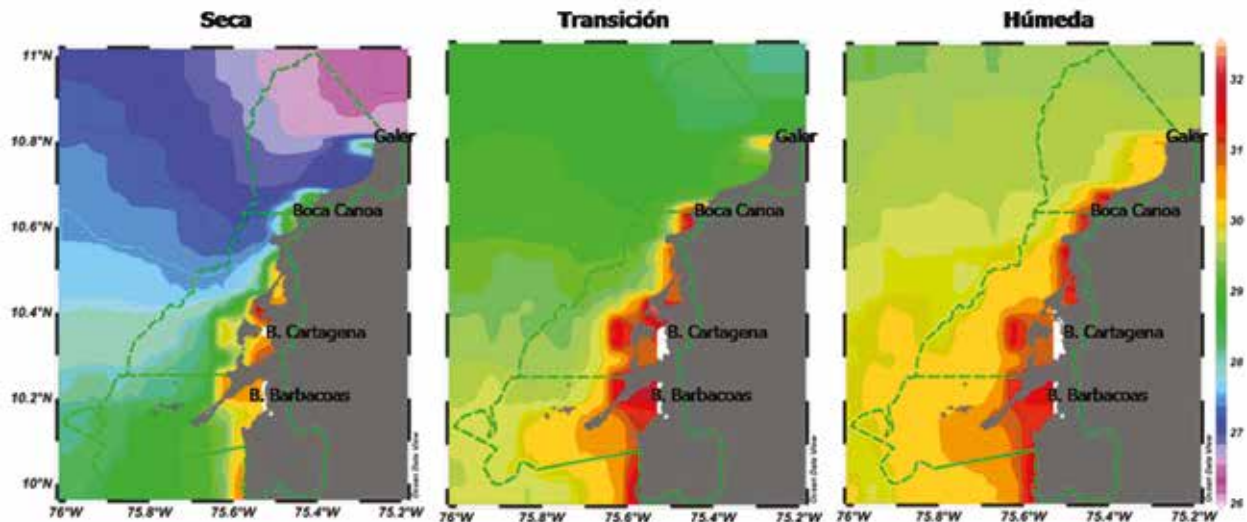


Figura 4.7. Variabilidad espacio-temporal de la TSM en el área de estudio. Fuente de datos: sensor MODIS.

En cuanto a la salinidad superficial y a partir de los datos adquiridos por la REDCAM, se diferenciaron los tres sectores del área de estudio en las épocas climáticas seca y húmeda (Figura 4.8), en la figura cada sector se representa con un color. Se identificó que durante la época seca la salinidad (30) fue

mayor que durante la época húmeda (25). En cuanto a la variabilidad espacial, el sector norte se caracterizó por presentar la mayor salinidad durante las dos épocas, lo cual puede ser atribuido a incidencia mayor de los vientos y menores descargas continentales, seguido del sector centro y por último el sector sur.

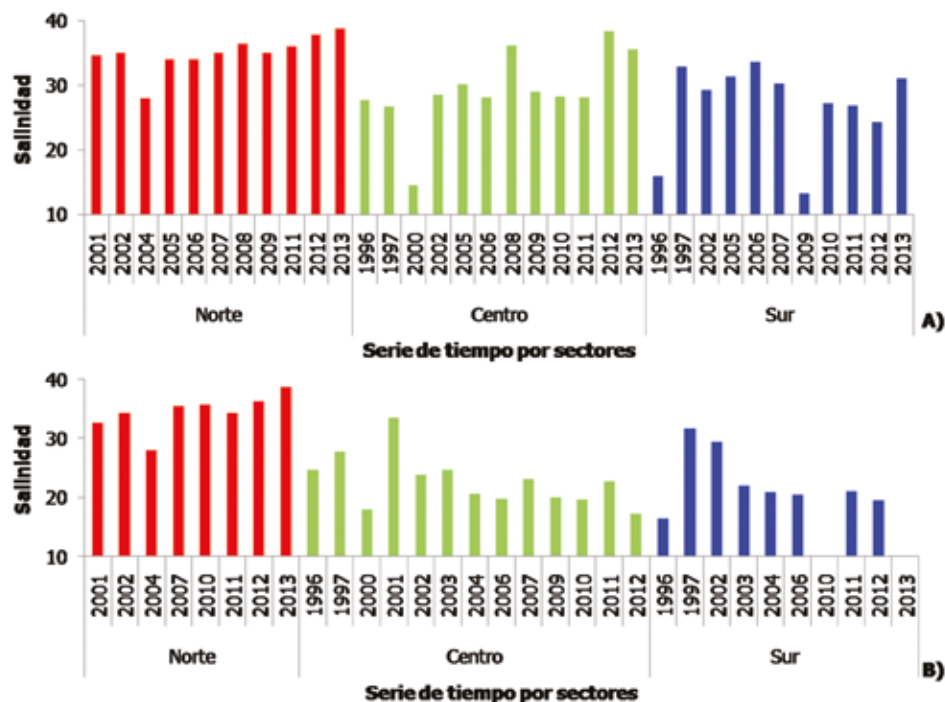


Figura 4.8. Salinidad. A) Época seca B) Época húmeda. La gráfica está segmentada por sectores de estudio. Fuente de datos: REDCAM.

Los sólidos suspendidos totales (SST) durante la época seca y húmeda se muestran en la Figura 4.9, respectivamente, en las figuras cada sector se presenta con un color. En esta variable no se identificó un sector con mayor o menor

concentración todo el tiempo, sino que variaron dependiendo de la época, es decir, en la época seca la mayor concentración de SST se identificó en el sector sur, mientras que en la época húmeda la mayor concentración fue en el sector norte.

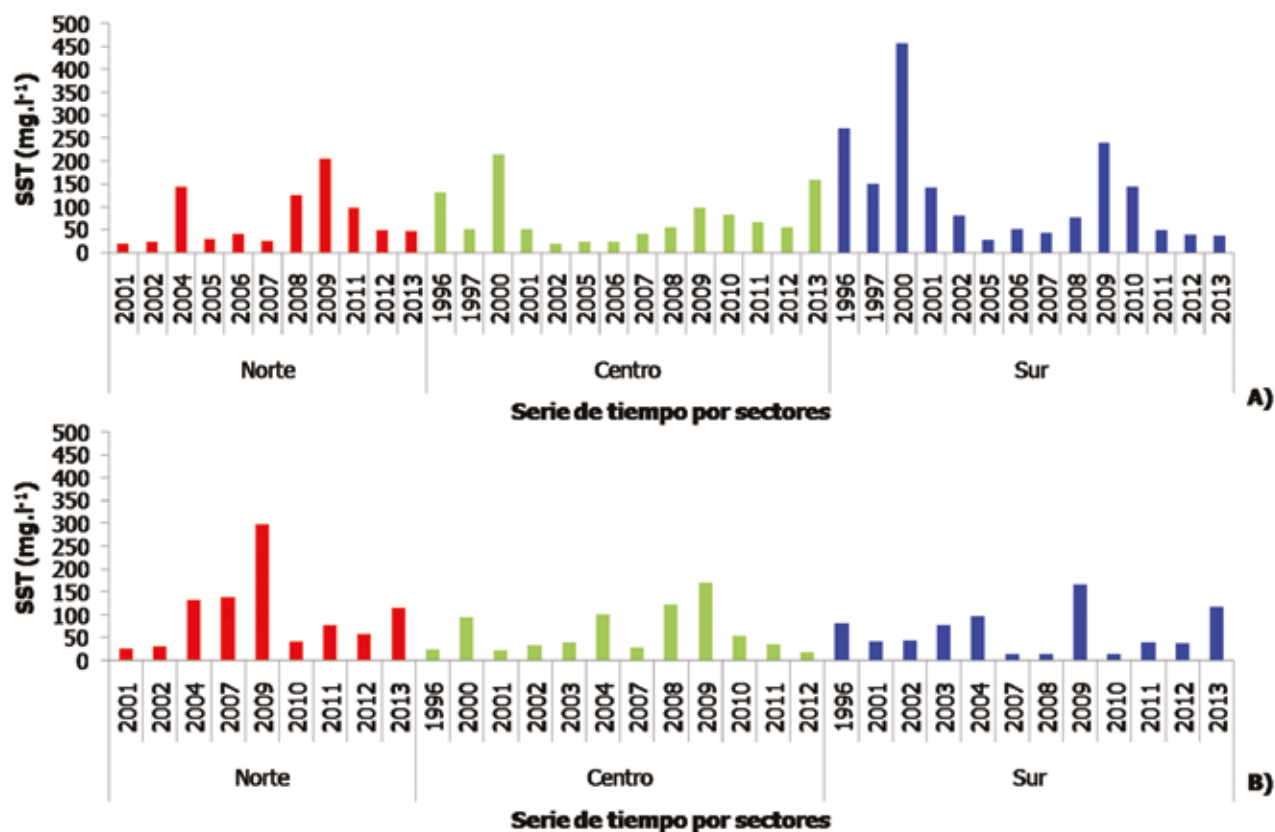


Figura 4.9. SST. A) Época seca B) Época húmeda. La gráfica está segmentada por sectores de estudio. Fuente de datos: REDCAM.

Hidro dinámica

Los vientos Alisios generan la corriente del Caribe (CC) tras la unión de la corriente Norecuatorial y la corriente de Guyana, esta corriente fluye de este a oeste y decrece con la profundidad (Molinari *et al.*, 1981). Durante la época seca, los vientos Alisios generan un oleaje continuo que rompe en forma oblicua hacia la costa y que fluye a todo lo largo del sector entre Galerazamba y Cartagena en sentido norte-sur (Molina *et al.*, 1996). Al chocar

la CC con la plataforma de Nicaragua dobla en dirección sur bordeando la costa de Panamá y activando el giro Panamá-Colombia (GPC) en la plataforma colombiana (Andrade, 2000), el GPC varía su intensidad de manera estacional.

El oleaje presenta una variación cíclica mensual, en sus valores de altura de ola promedio y máxima (Figura 4.10). Los valores más bajos de toda la serie de datos se registran en los meses de septiembre-noviembre (Hs avg = 1m; Hs max = 2,1m), alcanzándose el valor mínimo en septiembre (Hs avg = 1m; Hs max = 2 m).

Durante los meses siguientes a este periodo, desde diciembre a marzo, la altura significativa del oleaje se incrementa de forma significativa,

en este periodo se llegan a alcanzar valores promedios de oleaje de 2 m durante febrero, y un valor máximo de 3,5 m en marzo.

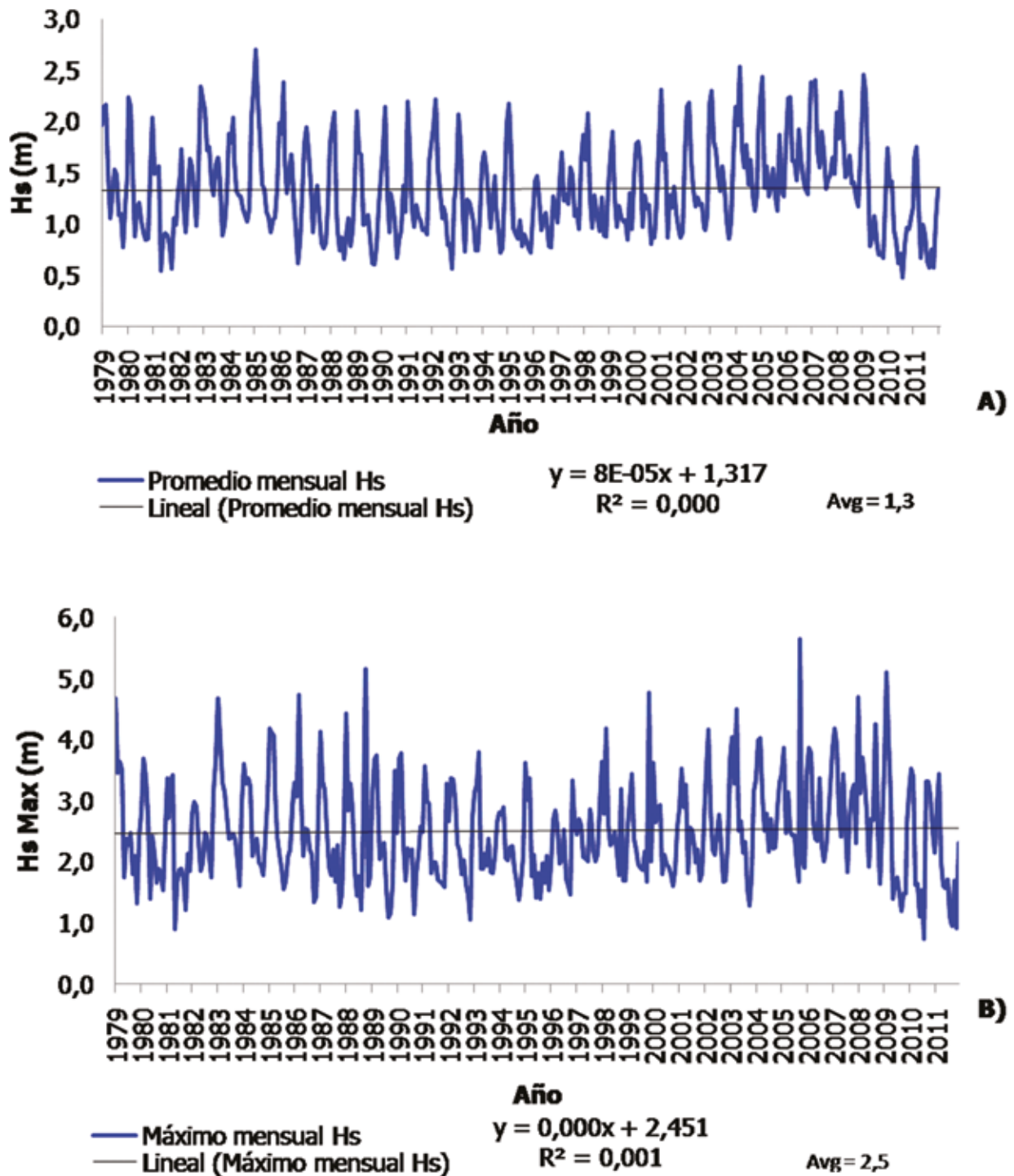


Figura 4.10. A) Variación del promedio mensual de Hs, B) Variación del máximo de Hs mensual.

Calidad ambiental

La calidad del agua marina se ve influenciada por diversos factores que pueden afectarla. El desarrollo industrial y urbano, la expansión de la frontera agrícola, la instalación de puertos en la zona costera, entre otros impactos antrópicos, son algunos de los principales problemas a los cuales se ve enfrentada la calidad del agua del mar de la zona costera del departamento de Bolívar.

En ese mismo sentido, tenemos las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación. Las fuentes puntuales de contaminación terrestres representan aquellas actividades cuyos desechos son vertidos directamente a los cuerpos de agua receptoras y el sitio de vertimiento es fácilmente distinguible. Las fuentes no puntuales de contaminación terrestre son conocidas como “fuentes difusas”, se generan por una amplia lista de actividades humanas en la que los contaminantes producidos por ellas, y contenidos en sus descargas, no tienen un punto obvio de entrada a los cuerpos de agua receptoras (CEPAL-2002).

En Colombia, las principales fuentes terrestres de contaminación al mar que se

han identificado son los residuos domésticos, municipales, industriales, portuarios y las aguas de escorrentía agrícola provenientes de las cuencas hidrográficas (Vivas-Aguas *et al.*, 2014), las cuales concentran y conectan las zonas costeras con el interior del país a través de un flujo constante de materiales, recursos vivos, nutrientes y contaminantes que tienen un manejo y disposición inadecuado.

El departamento de Bolívar está influenciado por un creciente aumento de las poblaciones que habitan las zonas costeras y un alto grado de desarrollo turístico, industrial y portuario (Tabla 4.3), lo cual genera un incremento de las actividades socioeconómicas, jugando un papel importante en el deterioro de los recursos naturales, como por ejemplo la contaminación marina (Vivas-Aguas *et al.*, 2011).

Para el departamento de Bolívar, especialmente en su zona costera, las principales fuentes de contaminación que se han identificado se presentan en la Tabla 4.3 donde se evidencian las estaciones de monitoreo de la Red de Monitoreo de la Calidad Ambiental Marina (REDCAM). La ubicación espacial de las estaciones se relaciona en la Figura 4.11.

Tabla 4.3. Variables Factores de presión antrópica que afectan la calidad del agua en el departamento de Bolívar.

Fuentes, actividades humanas y tributarios	Residuos y contaminantes
Asentamientos humanos costeros, canteras, plantas de tratamiento de ARD, emisario submarino, relleno sanitario, sector industrial de Mamonal y zona comercial de El Bosque, actividad marítima y portuaria, refinería, manejo de hidrocarburos, aportes de Canal del Dique.	Residuos sólidos, aguas residuales municipales e industriales, materia orgánica, arrastre de sedimentos, hidrocarburos, residuos oleosos, aceites y grasas, metales pesados, microorganismos, desechos industriales.

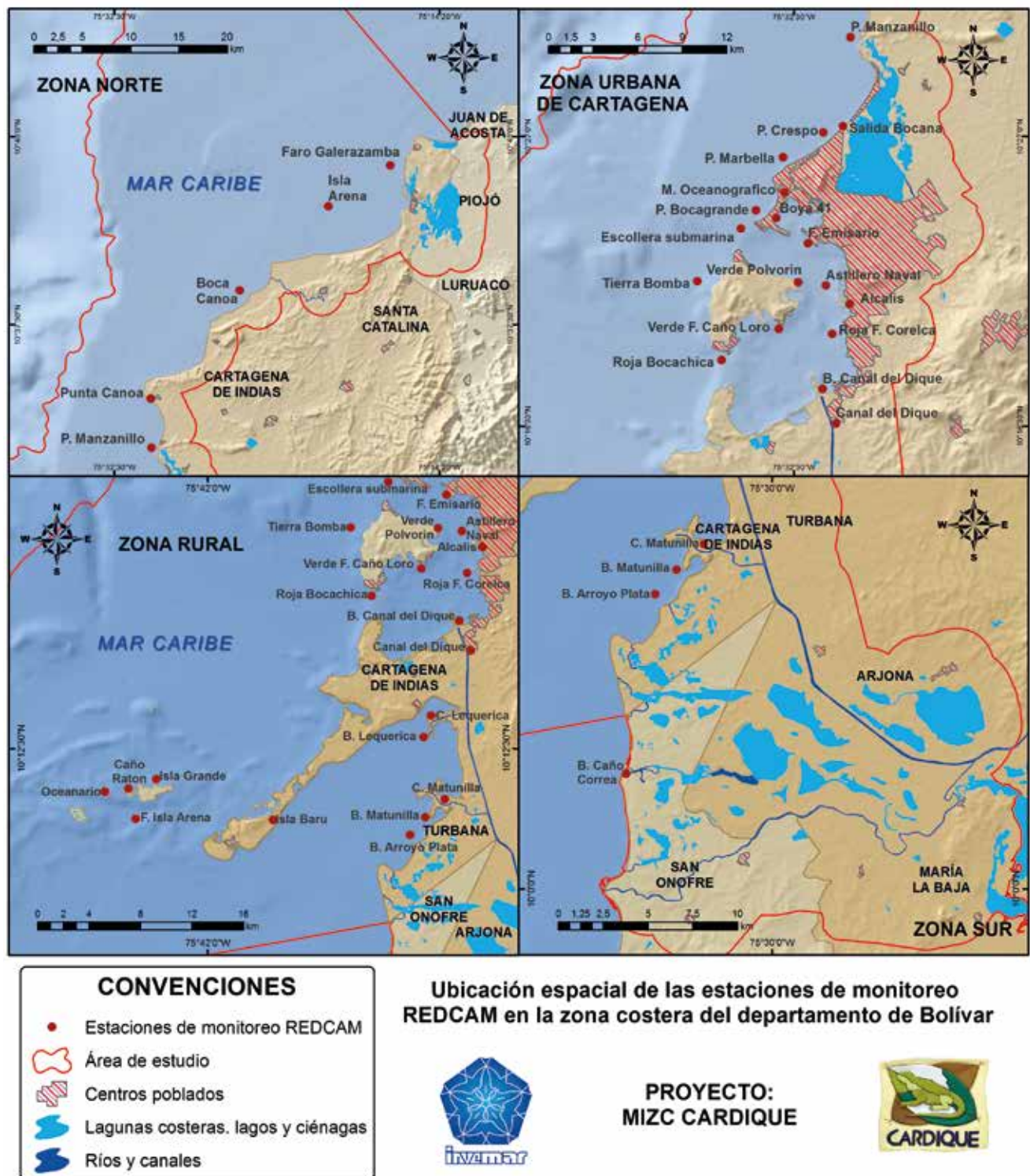


Figura 4.11. Ubicación de las estaciones de monitoreo REDCAM en la zona marino-costera del departamento de Bolívar.

La determinación de la calidad ambiental marina y costera se establece mediante el seguimiento de diferentes variables, como se presenta en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Análisis del comportamiento histórico de las variables fisicoquímicas y microbiológicas monitoreadas en la zona costera del departamento de Bolívar. Fuente: Vivas-Aguas *et al.*, 2014; INVEMAR, 2014.

Variable	Resultado del análisis histórico
Temperatura	En general, los datos reportados por las estaciones muestran que la temperatura de las aguas superficiales del departamento de Bolívar estuvo entre 29 °C a 30 °C, tanto en época seca como en lluviosa). Por la importancia de los ecosistemas coralinos, cabe destacar que de acuerdo a las estaciones ubicadas en el sector de Rosario, los datos históricos revelan que la temperatura media ha sido $29,8 \pm 0,03$ °C en época lluviosa y $29,0 \pm 0,4$ °C en época seca; lo cual da evidencia que en algunas épocas del año los valores están muy cercanos a 30 °C, temperatura en la cual puede asociarse a efectos de degradación de corales por blanqueamiento (Kleypas y Hoegh-Guldberg, 2008; Graham <i>et al.</i>, 2008).
Salinidad	Históricamente, los valores de salinidad en toda la zona costera del departamento fluctuaron entre 0,42 y 34,5 para la época lluviosa y entre 0,1 y 38,1 para la época seca. Como es de esperarse, las estaciones de carácter estuarino donde el proceso de mezcla disminuye la salinidad especialmente en época lluviosa se presentaron las variaciones más notables; de forma sustancial aquellas ubicadas en las zonas Bahía Interna y Barbacoas donde se presenta un aporte importante de aguas continentales producto de la desembocadura del Canal del Dique, vertimientos de aguas negras, alcantarillados sanitarios y descargas industriales. Para las estaciones ubicadas en esas zonas, la salinidad estuvo muy por debajo del promedio histórico (21,7 época lluviosa y 26,3 época seca) y del valor de referencia (Entre 32 a 40 ‰) para la existencia natural de los corales (Hoegh-Guldberg, 1999) y de los pastos marinos (Koch <i>et al.</i>, 2007)
pH	El promedio histórico muestra que los valores de pH se ubican dentro de los criterios de calidad permisibles de 6,5 a 8,5 y 4,5 a 9,0 para aguas marinas y fluviales respectivamente, para preservación de fauna y flora (Minsalud, 1984).
Oxígeno Disuelto (OD)	El comportamiento histórico de esta variable revela que todas los valores de OD en todas las estaciones estuvieron por encima de 4,0 mg/L, considerado el valor mínimo de calidad para la preservación de flora y fauna según la legislación colombiana (Minsalud, 1984).
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Los promedios históricos muestran que la mayoría de las estaciones se encuentran en el intervalo temporal, excepto las estaciones del Canal del Dique, además de las de Bocas de Lequerica y Matunilla, las cuales fueron abiertas con el fin de disminuir la carga de sedimentos que llegaba en un principio a la bahía de Cartagena (Gómez <i>et al.</i>, 2009); sin embargo, los resultados obtenidos en las estaciones también muestran que en la mayoría de los casos los valores registrados han estado por encima del valor de referencia estimado para la reproducción de corales, 50,0 mg/L (Fabricius, 2005). En la zona de Rosario las concentraciones de SST han sido mínimas indicando condiciones adecuadas para la salud de los ecosistemas del área; no obstante, se han presentado casos en los cuales el sector de Rosario se ha visto afectada por las descargas de sedimentos que trae consigo el agua proveniente Canal del Dique (CEINER, 2011).
Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID)	Con respecto a esta variable que corresponde a la suma de las tres formas de nitrógeno NO_3^-, NO_2^- y NH_4^+ el promedio histórico muestra que el NID ha estado por arriba del valor de referencia de 14µg/L propuesto por Lapointe (1997) para indicar estados de florecimientos permanentes de macroalgas frondosas en ecosistemas coralinos o potenciales impactos sobre la fisiología de los corales.
Fósforo Reactivo Soluble (FRS)	Al igual que pasa con la salinidad, el FRS muestra las mayores variaciones en las estaciones de carácter estuarino, de forma especial aquellas ubicadas en las zonas de Bahía Interna y Barbacoas, como las estaciones del Canal del Dique, Lequerica y Matunilla, además de la estación Salida de la Bocana atribuido a las aguas residuales domésticas de la ciudad de Cartagena descargadas en la Ciénaga la Virgen. El promedio histórico de estas estaciones revela concentraciones de FRS por encima del valor de referencia de 3,1 µg/L para ecosistemas coralinos, sugerido como el nivel que indica estados de florecimiento permanente de macroalgas frondosas (Lapointe, 1997) y con el valor de referencia para impactos potenciales a la fisiología de corales (62 µg/L; Fabricius, 2005).

Continuación de la Tabla 4.4.

Variable	Resultado del análisis histórico
Fósforo Reactivo Soluble (FRS)	Para la zona de la isla del Rosario donde se ubican los ecosistemas coralinos más importantes del departamento, las concentraciones registradas en el estudio histórico no sobrepasan los niveles de referencias para impactos potenciales en la fisiología de corales, pero si para el florecimiento de macroalgas.
Contaminación Microbiológica Coliformes Totales (CTT)	De acuerdo al análisis histórico, las concentraciones de CTT han estado dentro del límite establecido para actividades recreativas de contacto primario (1.000 NMP.100 mL-1; MinSalud, 1984) y de contacto secundario (5.000 NMP.100 mL-1; MinSalud, 1984), con excepción de los valores registrados en las estaciones ubicadas en las zonas de Bahía Interna y Barbacoas, principalmente las estaciones del Canal del Dique, Lequerica y Matunilla. Es importante resaltar que durante la época lluviosa 2012, se presentaron altas concentraciones con valores hasta de 340.000 NMP.100 mL-1 en la estación Salida Bocana, producto de los vertimientos de aguas residuales de la ciudad de Cartagena sin previo tratamiento, lo mismo sucedió en la época seca 2013, donde se presentaron altas concentraciones con valores hasta de 2.400.000 NMP.100 mL-1 encontrado en la estación Boca Canal del Dique, debido a la influencia de las descargas domésticas y el río Magdalena (Vivas-Aguas et al., 2012).
Contaminación Microbiológica Coliformes Termotolerantes (CTE)	Al igual que los CTT, las concentraciones de CTE han estado dentro del límite establecido para actividades recreativas de contacto primario (200 NMP.100 mL-1; MinSalud, 1984), con excepción de los valores registrados en las estaciones ubicadas en las zonas de Bahía Interna y Barbacoas, principalmente las estaciones del Canal del Dique, Lequerica y Matunilla. Por la importancia ecoturística que tiene el sector de las islas del Rosario, es importante resaltar que las concentraciones de CTE registradas en la estación Oceanario durante los últimos tres años han sobrepasado el límite el permisible para el desarrollo de actividades recreativas como la natación y el buceo.
Hidrocarburos Disueltos y Dispersos (HDD)	Acorde con el registro histórico, las concentraciones de HDD han estado dentro del límite permisible para aguas no contaminadas y el desarrollo de especies hidrobiológicas (10 µg/L; UNESCO, 1984), exceptuando las estaciones de Roja F. Corelca y Boca Canal del Dique.
Plaguicidas	El monitoreo de los plaguicidas para este departamento no ha sido constante, sin embargo es importante mencionar que la contaminación por plaguicidas en el departamento se centraliza principalmente en el sector de la bahía de Cartagena y la Ciénaga de la Virgen debido a las actividades agrícolas en sus alrededores (Garay, 1993; Vivas-Aguas et al., 2010); al aporte de aguas del río Magdalena por el Canal del Dique y la presencia de industrias productoras de agroquímicos en el sector industrial de Cartagena muy cerca de la bahía. Por esta razón, desde que se inició el monitoreo de plaguicidas de uso actual (en el 2008), se detectaron clorpirifos y metilparation en la Ciénaga de la Virgen y la Bahía de Cartagena. No obstante, es difícil establecer su procedencia ya que son insecticidas de amplio uso.
Metales Pesados Plomo (Pb) Cromo (Cr) Cadmio (Cd)	Históricamente se observan valores más altos de Pb en las zonas Costa Norte, Bahía Interna y Bahía Externa. El valor promedio más alto se alcanza en la estación Tierra Bomba (506,9±423,8 µg/L) durante la época seca, sin embargo, en la época lluviosa se registra un valor promedio para esta estación de 98,7 µg/L, el cual se encuentra por debajo de los niveles de referencia de riesgo de contaminación de acuerdo a guías internacionales (Pb: 210 µg/L; Buchman, 2008). En general, para el Pb y Cr, las zonas Barbacoas e Islas del Rosario han presentado valores promedios por debajo del valor de referencia de guías internacionales indicando que no hay problemas por contaminación aguda de metales pesados (valor de referencia Cr: 50 µg/L; Conama, 1986). En cuanto al Cd, la zona Bahía Interna reporta los valores promedios por debajo del valor de referencia de la NOAA (Cd: 40 µg/L; Buchman, 2008), salvo algunas ocasiones que se ha superado este valor, de manera general se infiere que no existe problemas de contaminación aguda por Cd en aguas superficiales marinas. Para Cd los valores más altos se han determinado en la Costa Norte y Bahía Externa siendo la estación Punta Canoa la del mayor valor promedio (82,0±14,1 µg/L), reportado en época seca, mientras que en época lluviosa la estación Roja Bocachica con 34,1±40,5 µg/L presenta el valor promedio más alto de la época.

Síntesis de la problemática ambiental

A partir de la información revisada y el análisis de los aspectos físicos más relevantes en la

zona costera de Bolívar se identifican las principales problemáticas, los cuales se relacionan en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Problemas identificados dentro del componente físico en la UAC río Magdalena (Bolívar).

Estado Actual	Fuente de presión	Impacto
Retroceso acelerado de la línea de costa	- Crecimiento acelerado de los asentamientos costeros. - Construcción de infraestructuras para el desarrollo de actividades económicas (infraestructura hotelera y vivienda, diques, canales, puertos) - Construcción inadecuada de obras de protección costera. - Extracción de materiales de la zona infralitoral para construcción. - Deforestación por ampliación de la frontera agrícola y ganadera. aterramiento	- Vulnerabilidad ante la amenaza por erosión costera.
Inundaciones asociadas al Canal del Dique	- Variabilidad climática. - Invasión de zonas inundables.	- Pérdidas humanas, materiales y económicas.
Desbalance de la carga de sedimentos.	- Contaminación por exceso de sólidos en suspensión provenientes del Canal del Dique. - Contaminación de fuentes de agua, incluyendo las corrientes subterráneas.	- Pérdida de la calidad del agua para el consumo humano y contacto primario (pesca) y secundario (recreación). - Deterioro de ecosistemas marino-costeros. - Pérdida de la biodiversidad.
Aumento acelerado del Nivel del Mar	- Calentamiento global	- Inundación de las costas bajas y afectación de la infraestructura costera. - Incremento de la erosión costera. - Aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteo-marinos.
Deslizamiento en algunos sectores	- Inestabilidad natural del terreno.	- Vulnerabilidad ante la amenaza de remoción en masa.
Sitios vulnerables ante las amenazas meteo-marinas	- Invasión de zonas inundables. - Crecimiento acelerado de los asentamientos costeros.	- Destrucción de ecosistemas y de la infraestructura urbana y de servicios.
Contaminación en playas, humedales costeros, aguas marinas, así como en cuencas hidrográficas y acuíferos	- Disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos. - Carencia y baja cobertura de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. - Contaminación industrial por incumplimiento de legislación ambiental.	- Pérdida de la calidad del agua para el consumo humano y contacto primario (pesca) y secundario (recreación). - Deterioro de ecosistemas marino-costeros. - Pérdida de la biodiversidad.

4.2 Aspectos bióticos

En la zona marino costera de Bolívar, el desarrollo sostenible está sustentado por mosaicos heterogéneos entre sistemas productivos y ecosistemas naturales, donde la biodiversidad cobra alta importancia, siendo el principal elemento estructurador

en los procesos de ordenamiento territorial (MADS, 2012), condición que se expresa particularmente en el Departamento de Bolívar. El ordenamiento es materializado a partir de la estructuración socio-ecológica del territorio, en donde el componente biótico recolecta, clasifica y analiza la información existente sobre la base natural y sus unidades de cobertura en la zona marino costera (Alonso *et al.*, 2003).

4.2.1 Ecosistemas estratégicos y objetos de conservación

En cuanto a los ecosistemas estratégicos de la zona marino costera, es claro que están relacionados directamente con los bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible, de acuerdo con el convenio sobre la biodiversidad biológica de 1992 (MMA, 2001).

En Colombia, y en particular en la zona marino costera del Caribe se elaboró un documento (planificación ecorregional), en el

cual se identificaron los objetos de conservación (ecosistemas y especies), que son el centro de los esfuerzos ambientales. Como resultado se visualizan los sitios prioritarios de conservación para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe.

La zona costera del departamento de Bolívar se encuentra enmarcada entre las ecorregiones ARCO-Archipiélago Coralinos y MOR-Morrosquillo, en lo concerniente a la UAC río Magdalena, en la Tabla 4.6, se observa las metas de conservación definidas para cada objeto de conservación según INVEMAR-TNC-CI-UAESPNN (2009) Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Objetos y porcentajes de metas de conservación definidas para los sistemas costeros ARCO-Archipiélago coralinos. En verde metas bajas, amarillo metas medias y en rojo metas altas según INVEMAR-TNC-CI-UAESPNN (2009).

Objetos de conservación	Meta de conservación (%)
Sistemas ecológicos intermareales	
ARCO	
Playas de baja energía	
Playones fluviomarineros	
Acantilados de roca dura	30
Acantilados de roca blanda	30
Manglares de aguas mixohalinas	100
Manglares de aguas marinas	100
Playones salinos	60
Estuarios	
Lagunas Costeras	100
Arracachal (<i>Monntrichardia arborescens</i>)	
Corchal (<i>Pterocarpus officinalis</i>)	
Sistemas ecológicos submareales	
Formaciones coralinas (arrecifes, llanuras, tapetes, infralitoral)	100
Fondos duros de algas calcáreas/rodolitos	60
Fondos vegetados por fanerógamas	60
Fondos vegetados por algas carnosas	60
Diapiros submarinos	60
Formaciones coralinas profundas	60
Fondos móviles no carbonatados de grano grueso sublitoral	60
Fondos móviles no carbonatados de grano fino sublitoral	30
Fondos móviles carbonatados de grano grueso sublitoral	30
Fondos móviles carbonatados de grano fino sublitoral	30
Comunidades biológicas relevantes	
Áreas de desove y nodriza de peces	
Áreas de desove y nodriza de langostas	100
Áreas de desove y nodriza de caracol pala <i>Eustrombus gigas</i>	60
Áreas de anidación de tortugas marinas	100
Áreas de forrajeo de tortugas marinas	100
Áreas de concentración de <i>Crocodylus acutus</i>	
Áreas de congregación, alimentación, reproducción de mamíferos acuáticos (cetáceos, manatíes, nutrias)	60
Áreas de congregación de aves marinas	100
Áreas de congregación de aves playeras	

En el departamento de Bolívar, teniendo en cuenta los objetos de conservación y sus metas a nivel ecosistémico, se presentan

los siguientes sitios prioritarios para la conservación. (INVEMAR-TNC-CI-UAESPNN, 2009). (Figura 4.12).

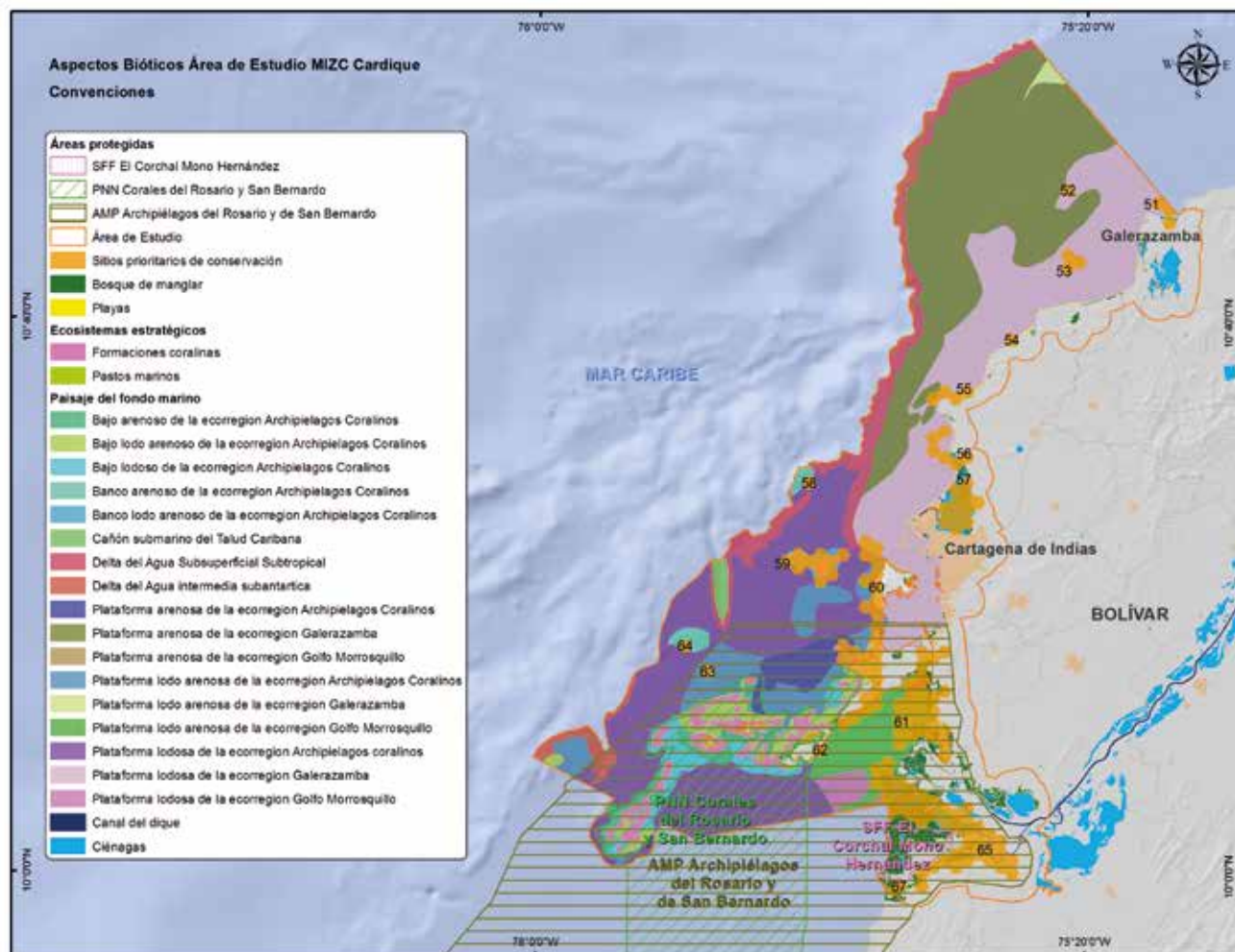


Figura 4.12. Sitios prioritarios de conservación de acuerdo a la planificación ecorregional Caribe, en la zona marino costera de Bolívar (INVEMAR-TNC-CI-UAESPNN, 2009).

Ecosistemas de la subzona marítimo-costera

En esta subzona se ubican los ecosistemas de fondos blandos sedimentarios, las comunidades de corales someros y profundidad, así como las praderas de fanerógamas o pastos marinos. Es de resaltar que en esta subzona también se consideran las islas y áreas emergidas marinas las cuales

pueden presentar ecosistemas como manglares, bosques, lagunas y áreas transformadas.

En lo relacionado con las áreas coralinas de aguas someras y ecosistemas de coral mesofóticos continentales y bancos de coral de profundidad, se determinaron formación coralina en aguas someras de isla Arena, en la zona marino-costera del departamento de Bolívar, sector Norte (Figura 4.13).

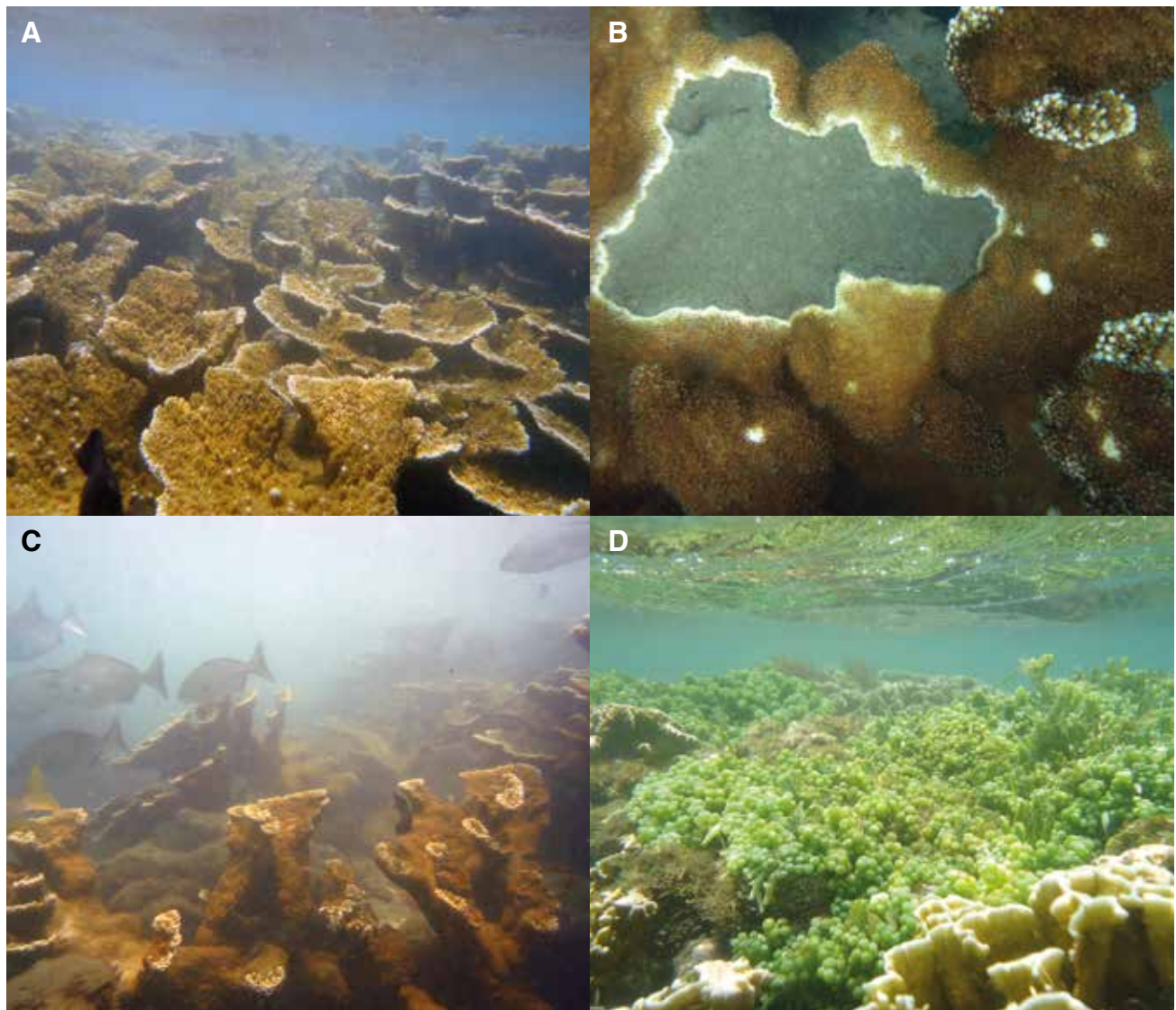


Figura 4.13. Formación coralina en isla Arena, sector Norte. **A.** *Acropora palmata*, **B.** Afectación de tejido en un seto de *Acropora palmata* **C.** Peces *Kiphusus* sp asociados a corales, la flecha indica áreas muertas de los setos y actualmente cubiertas por algas y sedimento. **D.** *Macroalgas Caulerpa racemosa* y coral fuego *Millepora alcicornis*

En lo relativo a los pastos marinos, aunque no se cuenta con estudios específicos, su conectividad ecológica con los ecosistemas de fondos blandos y arrecifes de coral en la región se considera importante, ya que conforman hábitats para diferentes especies las cuales en donde desarrollan etapas de su ciclo de vida (INVEMAR-MADS, 2012). Dentro de las especies más relevantes se encuentran las tortugas marinas (*Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata* y *Dermochelys coriácea*. (Figura 4.14).

Ecosistemas de bajamar o franja de transición

En esta subzona se encuentran los ecosistemas de playas arenosas-rocosas y litorales rocosas. La conservación de playas es fundamental por la biodiversidad que albergan, especialmente en cuanto a la congregación de avifauna y las potenciales áreas de anidación para tortugas marinas que son importantes objetos de conservación (INVEMAR-TNC-CI-UAESPNN. 2009). (Figura 4.15). Adicionalmente

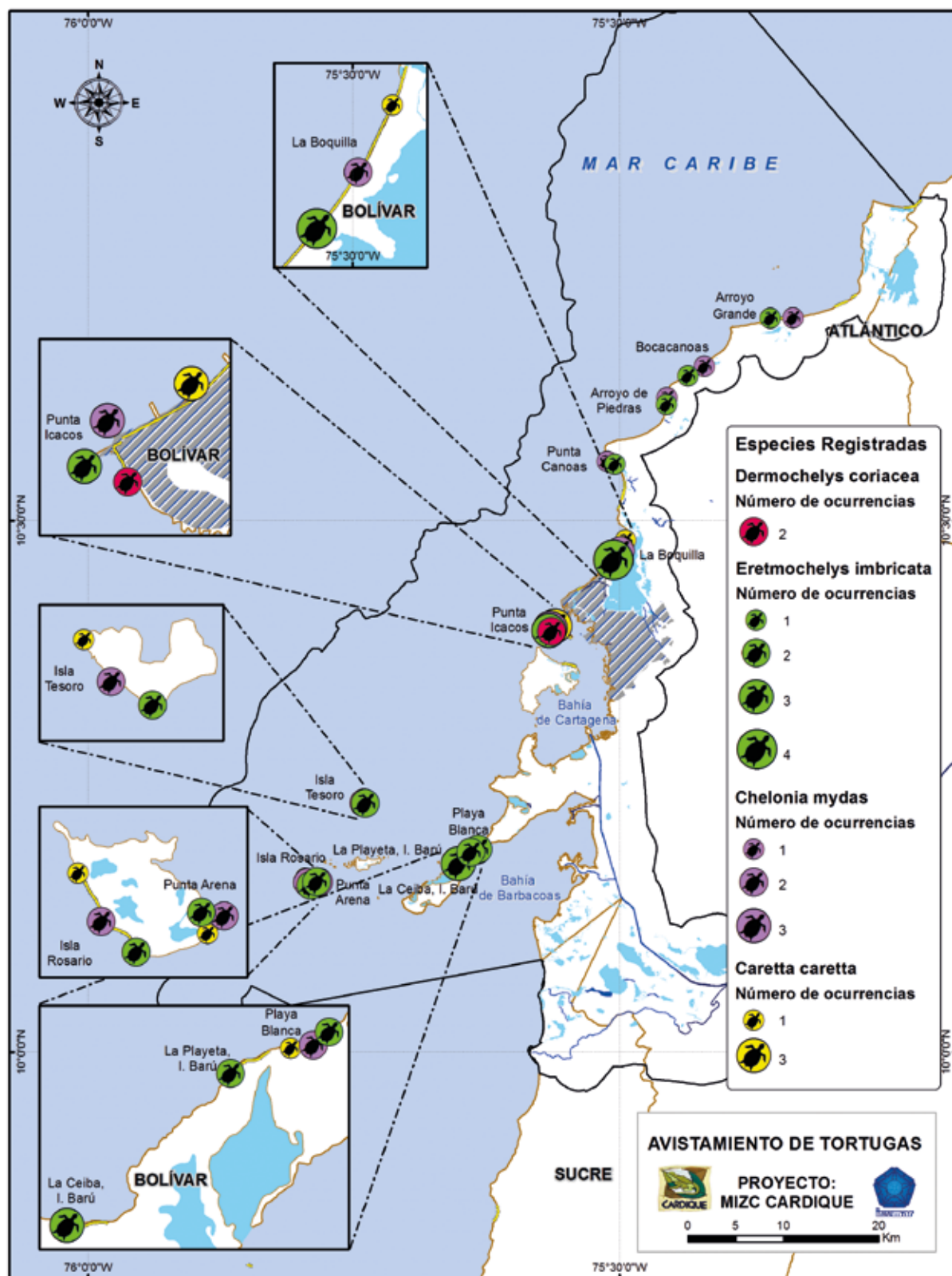


Figura 4.14. Avistamientos de tortugas marinas en algunas playas de la zona costera de Bolívar hasta el año 2002, tomado de INVEMAR (2002).

otros grupos de fauna menores como los invertebrados marinos y terrestres que habitan entre los sedimentos de las playas, aunque en la mayoría de áreas son desconocidos para el departamento de Bolívar debido los escasos estudios, se consideran importantes indicadores de la calidad ambiental del ecosistema.

Con relación a las playas del departamento de Bolívar, el 40% corresponden a las rocas cohesivas y no cohesivas, el 18% las costas pantanosas y lagunas, el 16% lo conforman playas y otros depósitos arenosos, el 15% corresponde a costas urbanizadas o artificiales, mientras que el 11% corresponde a sistemas deltaicos o estuarinos (Posada y Henao, 2008; Díaz-Sánchez y Batista-Morales, 2011).

El estado de las playas y costas rocosas de Bolívar, se presenta relacionado con el actual escenario de cambio climático

global y los procesos de adaptación para la zona costera de Bolívar (INVEMAR, 2012b). Estas deben articularse de manera integral considerando impactos como las inundaciones, erosión costera y destrucción de ecosistemas asociados (manglares y bosques), que inciden en la pérdida de playas y afectaciones a la dinámica humana cotidiana en la zona costera (Figura 4.16).

Los ecosistemas de playas arenosas-rocosas y litorales rocosos tienen la capacidad de generar servicios ecosistémicos de provisión y culturales en términos de la disponibilidad de alimento para las poblaciones costeras de Bolívar y la apreciación estética para turistas y el público en general. En cuanto a servicios de regulación, el control de la erosión costera, el reciclaje de nutrientes, y el mejoramiento de la calidad del agua son otros beneficios que generan.



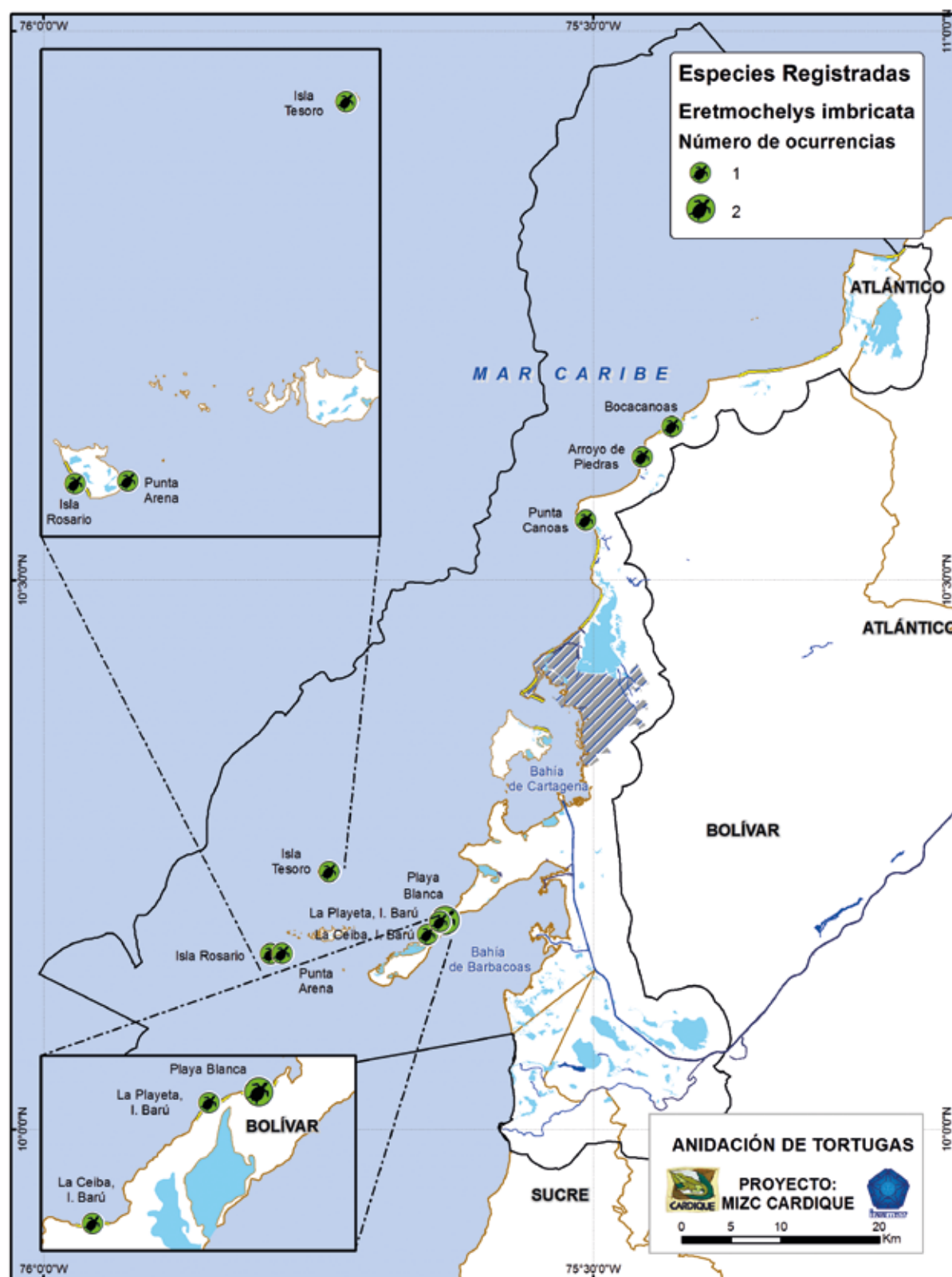


Figura 4.15. Anidación de tortugas marinas en algunas playas de la zona costera de Bolívar hasta el año 2002, tomado de INVEMAR (2002).

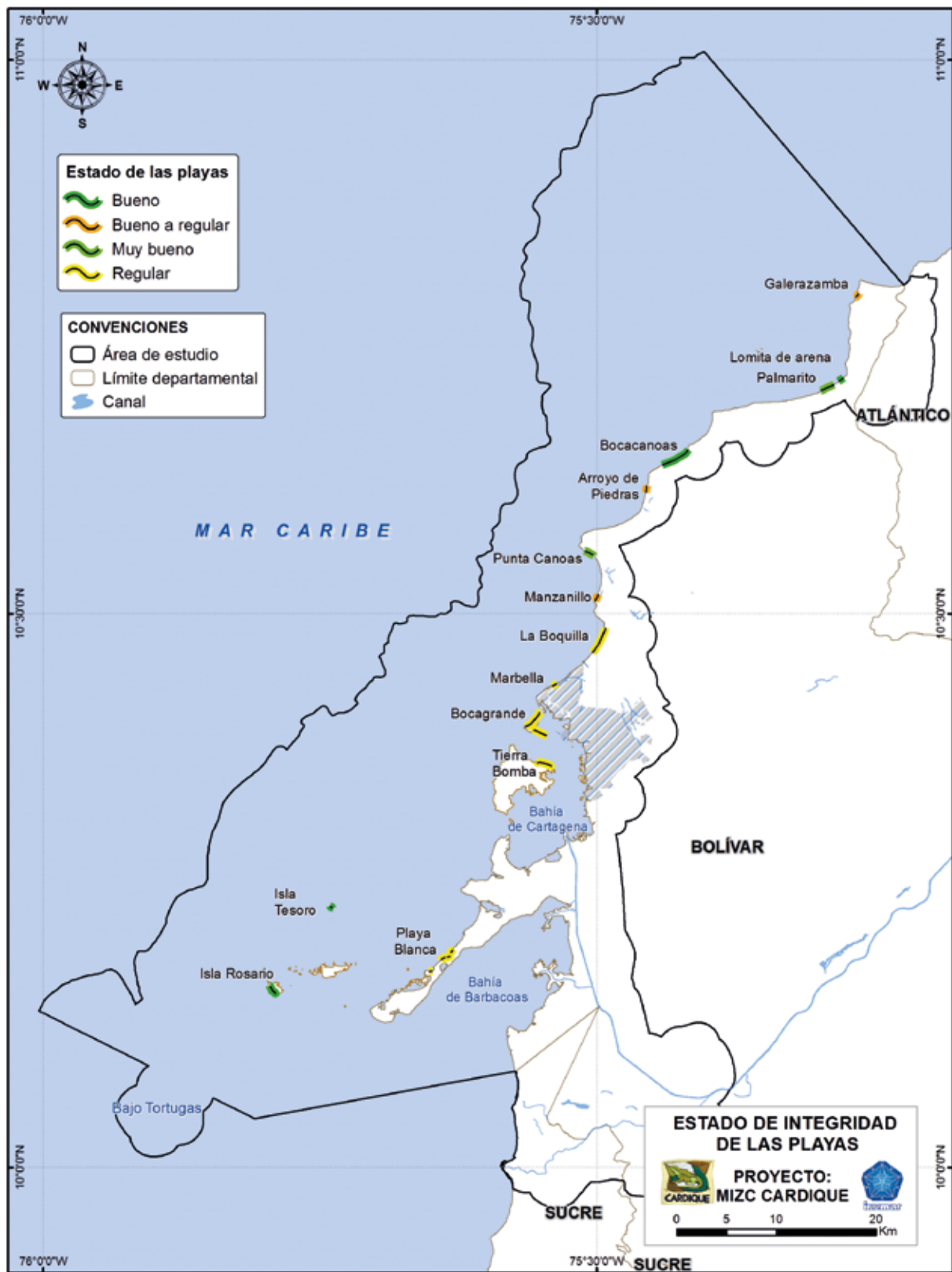


Figura 4.16. Estado de integridad de las playas en diferentes sectores de la zona costera de Bolívar.

Ecosistemas de la subzona terrestre-costera

Los ecosistemas que se encuentran en la subzona son los siguientes: manglares, vegetación silvestre, sistemas de humedales, lagunas y estuarios costeros, así como los ecosistemas transformados terrestres.

Los bosques de manglares son fundamentales en cuanto a los servicios ecosistémicos reconocidos reguladores ambientales, amortiguan los balances hídricos y de gases invernadero al tiempo que protegen de impactos como la erosión y la desertificación. Son trascendentales en la provisión de alimentos y funcionan como sitios de alimentación, anidación y refugio para numerosas especies de fauna silvestre y comercial. Contribuyen al control de plagas y vectores de enfermedades propias de las zonas agropecuarias en las que los bosques están inmersos, debido a la cantidad de insectos reguladores de las redes tróficas locales. Además, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva e inclusive aquellas áreas con poca vegetación también brindan servicios ecosistémicos de regulación y provisión (Rodríguez *et al.*, 2012).

En cuanto al bosque seco es conocido que en Colombia alcanzaba unos 80.000 km², de los cuáles solo quedan cerca del 1,5%. De las tres zonas del país que presentan bosque seco: llanura del Caribe, valle del río Magdalena y valle del río Cauca, esta última es la de menor extensión y mayor vulnerabilidad (Arcila *et al.*, 2012). Se desconoce la distribución original del bosque seco y para las zonas costeras también se cuenta con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia que se encuentra en actualización al año 2014 (IDEAM *et al.*, 2007).

A lo largo de la zona costera de Bolívar se puede encontrar bosque seco con diferentes

estructuras ecológicas, dominadas principalmente por especies de Leguminosae, Bignoniaceae, Malvaceae, Apocynaceae y Capparaceae (Rodríguez *et al.*, 2012). No obstante, en la zona son más frecuentes los arbustos y matorrales abiertos, así como pastizales arbolados dispersos (POMCA-DIQUE, 2007). En general, los aspectos bióticos observados en las comunidades vegetales de la zona costera visitada por la comisión del INVEMAR-CARDIQUE en Marzo del 2014, presentaron diferentes niveles de conservación e integridad. En la parte alta de las laderas, colinas y cerros de las áreas con menor desarrollo urbano y excluyendo la ciudad de Cartagena, pueden encontrarse bosques secos, arbustales y herbazales con mejor integridad. Sin embargo, en muchos casos es difícil distinguir con facilidad una sábana natural o climática de aquellas que han resultado de la intervención humana (DIMAR-CIOH, 2009).

Los ecosistemas como humedales, ciénagas, lagunas y estuarios costeros, son masas de aguas poco profundas, que se separan del mar por barras conformadas por diferentes asociaciones geológicas y vegetales, las cuales impiden la acción directa del oleaje pudiendo o no unirse con él, a través de canales, recibiendo agua dulce y sedimentos de los ríos, al mismo tiempo como pueden verse regidos por la influencia del mar (Tabla 4.7)

Inventario de la ecosistemas de la subzona terrestre costera en el departamento de Bolívar, indica que de los 366 km lineales de costa el 18% lo conforman costas pantanosas y lagunas y el 11% sistemas deltaicos o estuarinos (Posada y Henao, 2008). Sin embargo, no existen áreas de humedal de importancia internacional que hayan sido declaradas como sitios RAMSAR (Figura 4.17).

Tabla 4.7. Inventario de lagunas por sectores en la zona costera de Bolívar, valores aproximados calculados con la proyección Lambert Azimutal Colombia a escala 1:25.000 año 2014

Sector	Localización	Número de Lagunas	Hectáreas
Cartagena Insular	PNNCRSB, Tierrabomba, Península de Barú	33	862
Cartagena	Cartegena de Indias	3	53
Norte	Cartagena de Indias	26	2430
Norte	Santa Catalina	6	319
Sur	Arjona	23	2705
Sur	Cartagena de Indias	4	58
Sur	Turbana	17	442



En la zona marino costera existen ciénagas y lagunas que fueron o están siendo ocupadas por industrias, microempresas y asentamientos humanos, los cuales vierten residuos sólidos y líquidos que generan eutrofización de los cuerpos de agua, modificando los cursos y alterando el flujo hídrico natural de los sistemas deltaicos interiores (Franco y Bravo 2005).

Estas modificaciones son especialmente preocupantes para los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias a pesar de ser una de las áreas más estudiadas y con mayor diagnóstico, la información no se encuentra articulada y por lo tanto no garantiza una adecuada toma de decisiones

(Tirado *et al.*, 2011); tal y como lo demuestran las acciones populares interpuestas para garantizar condiciones de salubridad e higiene en el sector de laguna las Quintas y Bazurto (Figura 4.18.)

Como resultado del presente estudio se identificaron 47 clases de coberturas, con una extensión total de 374734,95 ha, en las que el 71% del área está cubierta por fondos sedimentarios y aguas marinas en el sector marino, seguida por un 3,53 % para pastos limpios, un 3,45% para bosque de manglar y un 3,44% para bosque alto de tierra firme. La relación de coberturas de la tierra con sus respectivos porcentajes por sectores se presenta en la Tabla 4.8.



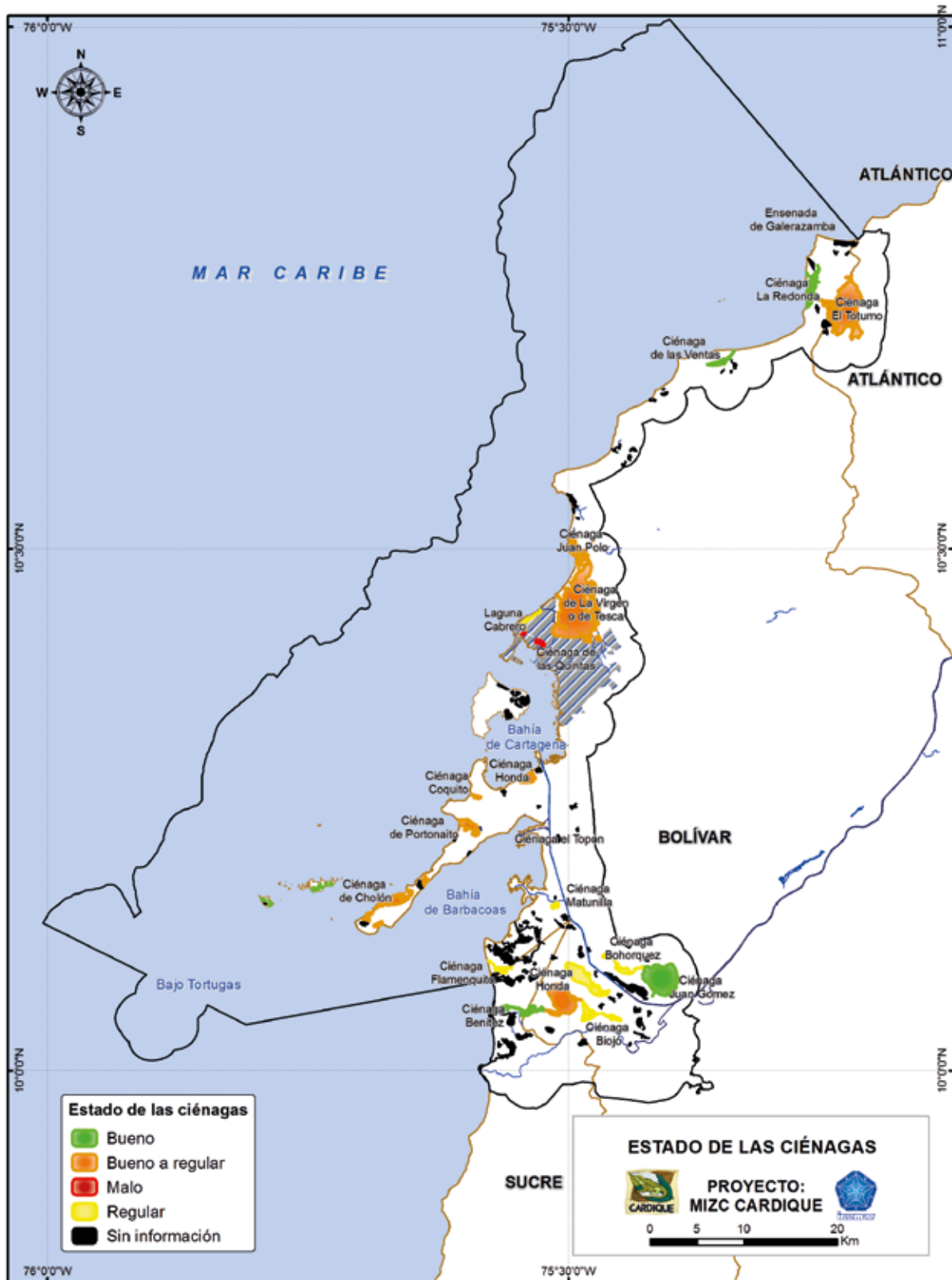


Figura 4.18. Estado del entorno paisajístico de las ciénagas en diferentes sectores de la zona costera de Bolívar.

Tabla 4.8. Cálculo de las extensiones de la cobertura de la tierra en hectáreas. (Valores aproximados calculados con la proyección Lambert Azimutal Colombia a escala 1:25.000 año 2014)

Cobertura de la tierra	Sectores					
	Cartagena	Cartagena insular	Marino	Norte	Sur	Total general
Aeropuertos	69,29	°	°	°	°	69,29
Afloramientos rocosos	°	8,91	°	5,08	°	13,99
Algas y escombros coralinos someros	°	°	2.719,08	°	°	2.719,08
Arbustal abierto esclerófilo	°	°	°	257,15	223,11	480,26
Arbustal denso de tierra firme	8,70	33,38	°	505,37	469,68	1.017,13
Arbustal denso inundable	°	°	°	129,51	1.362,87	1.492,38
Áreas culturales	12,64	°	°	°	°	12,64
Áreas deportivas	27,46	°	°	86,55	°	114,01
Áreas turísticas	°	287,15	°	4,68	°	291,83
Bosque abierto alto de tierra firme	78,97	3.777,94	°	6.094,41	2.940,34	12.891,66
Bosque de galerías y ripario	16,00	°	°	1.005,49	1.252,19	2.273,68
Canales	20,66	8,08	°	12,95	510,88	552,58
Corchal	°	°	°	°	1.142,12	1.142,12
Cuerpos de agua	6,41	71,16	3,43	156,66	195,33	432,98
Cuerpos de agua artificiales	°	°	°	11,26	32,72	43,98
Cultivos agroforestales	°	36,67	°	65,17	128,42	230,26
Estanques para acuicultura continental	°	175,48	°	283,52	2.214,30	2.673,30
Explotación de sal	°	°	°	111,63	°	111,63
Fondos coralinos someros	°	°	4.884,31	°	°	4.884,31
Fondos sedimentarios y aguas marinas	°	°	266.026,22	°	°	266.026,22
Fondos someros de arena y cascajos	°	°	849,24	°	°	849,24
Herbazal abierto arenoso	°	°	°	476,99	°	476,99
Herbazal denso de tierra firme	°	°	°	158,41	°	158,41
Herbazal denso inundable	°	115,41	°	48,48	3.007,45	3.171,34
Lagunas costeras	66,71	133,93	728,02	4.111,92	3.775,28	8.815,86
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	°	°	°	59,40	341,86	401,26
Manglar	186,75	1.387,37	°	1.168,69	10.177,55	12.920,36
Mosaico de cultivos	118,98	43,03	°	1.667,03	1.925,52	3.754,55
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	15,39	490,04	°	178,62	287,78	971,82
Mosaico de pastos con espacios naturales	°	84,19	°	°	57,24	141,43
Otras zonas verdes urbanas	331,95	°	°	°	°	331,95
Pantanos costeros	°	6,34	°	200,75	602,26	809,36
Pastos arbolados	°	141,05	°	716,20	1.717,58	2.574,83
Pastos enmalezados	101,52	186,93	°	1.171,79	1.747,82	3.208,06
Pastos limpios	°	1.162,17	°	4.999,78	7080,74	13.242,69
Playas	78,01	49,38	°	491,44	11,90	630,73
Praderas de pastos marinos someras	°	°	1.148,73	°	°	1.148,73
Red vial y territorios asociados	93,69	87,23	°	235,96	166,87	583,75
Ríos	°	°	°	33,13	3,21	36,34
Tejido urbano continuo	4.501,83	142,35	°	218,59	373,08	5.235,85
Tejido urbano discontinuo	17,83	118,27	°	595,22	206,15	937,47
Tierras desnudas y degradadas	110,30	285,76	°	572,20	599,19	1.567,46
Vegetación secundaria o en transición	212,83	883,36	°	1.595,22	1.858,92	4.550,32
Zonas arenosas naturales	°	°	°	50,69	13,02	63,71
Zonas industriales	967,97	°	°	°	177,62	1.145,58
Zonas pantanosas	159,92	78,39	°	1.903,51	6.538,76	8.680,58
Zonas portuarias marítimas	818,99	°	°	°	°	818,99
Total general	8.022,78	9.793,97	276.359,03	29.383,45	51.141,76	374.700,98

(Valores aproximados calculados en hectáreas con la proyección Lambert Azimutal Colombia a escala 1:25.000 año 2014)

Síntesis de la problemática ambiental

Para los diferentes sectores analizados y como conclusión de los aspectos bióticos

en la zona marino costera de bolívar se determinó la siguiente problemática relacionada en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9. Problemas identificados dentro del componente biótico en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

Estado Actual	Fuente de presión	Impacto
Pérdida de cobertura vegetal	- Expansión de la frontera agrícola y ganadera, aterramiento. - Crecimiento de asentamientos humanos. - Modificación de afluentes hídricos - Exploración y explotación minero energética. - Producción de carbón vegetal. - Deforestación. - construcciones hoteleras y viviendas de recreo (sector norte, Islas)	- Deterioro de ecosistemas marino costeros por diversas fuentes.
Deficiente manejo de las áreas marinas, de los ecosistemas estratégicos marino-costeros, así como playas y sistemas naturales asociados	- Desarticulación de autoridades y actores administrativos con jurisdicción en la zona costera marina y terrestre. - Falta de conocimiento actualizado sobre la estructura ecológica de las formaciones coralinas someras y aquellas formaciones de especial importancia ambiental en aguas profundas; así como de pastos marinos. - Debilitamiento en la vigilancia y seguimiento ambiental antes, durante y después a las actividades industriales del sector hidrocarburos en aguas marinas y costeras.	- Pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos marinos. - Acelerada exploración y explotación de los recursos mineros, energéticos e hidrocarbúricos, terrestres y marinos.
Interrupción del flujo hídrico las ciénagas y humedales costeros	- Alta demanda del recurso hídrico, dificultades en el acceso a las fuentes de agua y deficiente gestión administrativa para la equitativa distribución y conservación de los sistemas hídricos. - Contaminación de fuentes de agua, incluyendo las corrientes subterráneas.	- Ineficiente nivel de acceso al agua. - Deterioro de sistemas hídricos y la biodiversidad que contienen.
*Sobrepesca de las especies hidrobiológicas por actividades industriales y artesanales	- Utilización de métodos y técnicas inapropiadas de pesca. - Aumento del esfuerzo pesquero en ciertas zonas. - Introducción de especies exóticas (pez León) depredadores de fauna nativa. - Subestimación del impacto causado por las actividades industriales en áreas marinas.	- Pérdida de recursos pesqueros e hidrobiológicos. - Precariedad en las condiciones de vida de la población.

4.3 Aspectos socioeconómicos

Las principales características sociales y económicas de la población en los municipios de la zona marino-costera de Bolívar, están referidos a la parte sur de la UAC río Magdalena, sector departamento de Bolívar: el distrito de Cartagena de Indias, Arjona, Santa Catalina, Turbana y María la Baja.

El territorio presenta contraste en las características socioeconómicas,

geográficas, con representación de sectores urbanos con una importante dinámica económica como es la ciudad de Cartagena, en donde se desarrolla la concentración de actividades industriales, portuarias, comerciales y de turismo y áreas protegidas. Adicionalmente, cuenta con un sector rural con bajo y alto aprovechamiento agropecuario o ganadero, lo que permite evidenciar la relación entre los sistemas sociales (Tabla 4.10).

Tabla 4.10. Población según área, extensión territorial y densidad de población de los municipios de influencia MICZ-CARDIQUE (2014)

Municipio	Población 2014		Extensión territorial (km²)	Densidad de población (hab/km²)
	Total	% Pob. cabecera		
Cartagena	990.179	96	559	1.771
Arjona	71.180	79	566	126
Santa Catalina	13.041	36	139	94
Turbaná	14.733	92	148	100
María la Baja	47.749	44	517	92

Fuente: Proyecciones de población del DANE y Ficha Municipal DNP.

En cuanto a las condiciones en las que vive la población en los municipios de la zona marino costera, teniendo como insumo los indicadores de pobreza y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). En pobreza, se evidencia que los valores son críticos, ya que

existe un alto porcentaje en los municipios (incluyendo al municipio de Cartagena con 43%), que presentan más del 70% de la población en condición de pobreza, lo que evidencia las condiciones precarias de la población (Figura 4.19).

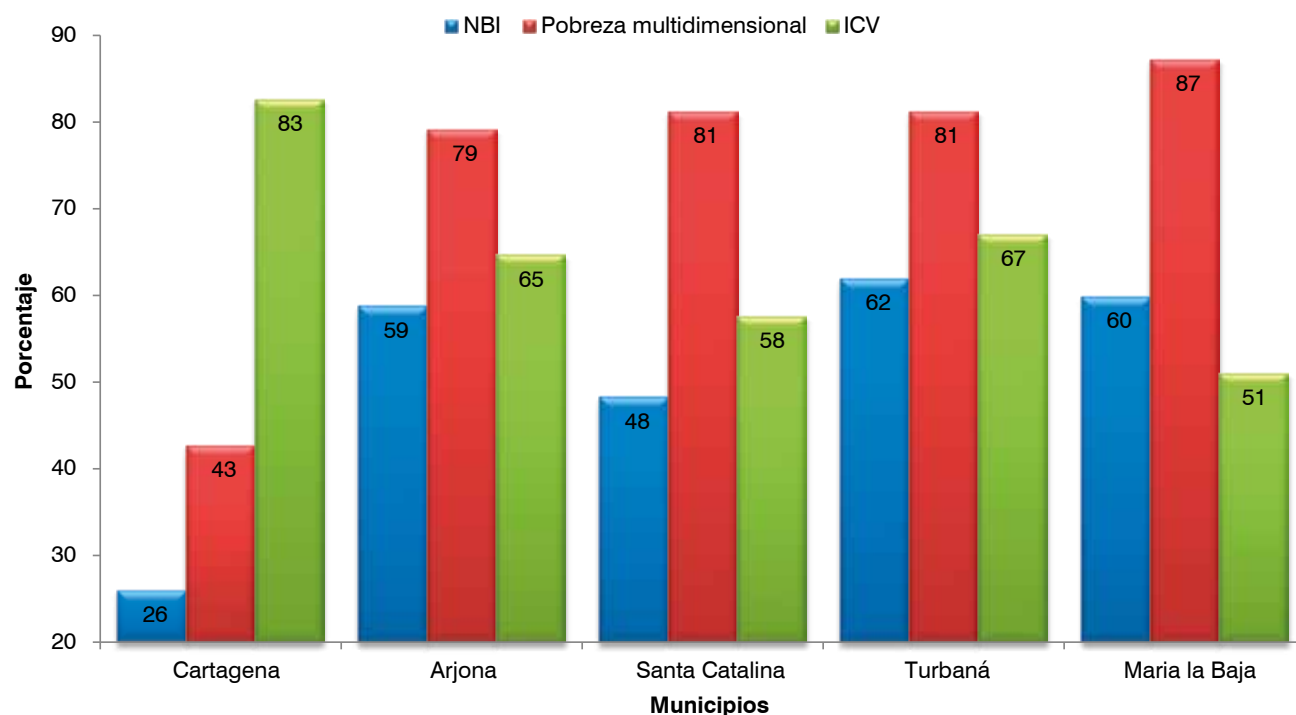


Figura 4.19. Indicadores de pobreza y calidad de vida en los municipios MIZC-CARDIQUE (2005)

Fuente: Proyecciones de población del DANE y Ficha Municipal DNP.

En lo relacionado a los grupos étnicos representativos de la zona marino costera, no se encuentran resguardos indígenas. Sin embargo, es importante el stock poblacional de personas negras, mulatas

y afrocolombianas, que es el grupo que presenta más población.

La Tabla 4.11 relaciona la población por etnia para cada uno de los municipios de la UAC río Magdalena (Bolívar).

Tabla 4.11. Población por etnia en los municipios MIZC-CARDIQUE (2005)

Etnia	Indígena	Negro, mulata y afrocolombiana	ROM	Raizal	Palenquera o Basilio
Cartagena	1.469	315.995	911	1.166	2.212
Arjona	92	1.085	0	2	1
Santa Catalina	3	1.615	0	0	2
Turbaná	1	12	0	1	1
María la Baja	92	43.949	0	12	0

Las principales actividades económicas, de la zona marino costera del departamento de Bolívar, se describen teniendo presente que el distrito de Cartagena la actividad económica que genera mayores aportes es la industria manufacturera que representa el 20% del PIB, seguido por las actividades de servicios sociales, comunales y personales, la actividad de los establecimientos financieros y seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas, que representan el 12%. Las actividades del sector de la construcción

aportaron el 10% al PIB y el comercio, la reparación, restaurantes y hoteles el 9% (Figura 4.20).

Los demás municipios del departamento tienen como base de sus actividades económicas el sector agropecuario, minero y de actividades artesanales, que se encuentran menos desarrolladas y tienen un bajo peso en la economía de la región (Acosta, 2012).

En el distrito de Cartagena se concentran las actividades turísticas e industriales estas últimas se localizan en la zona industrial de

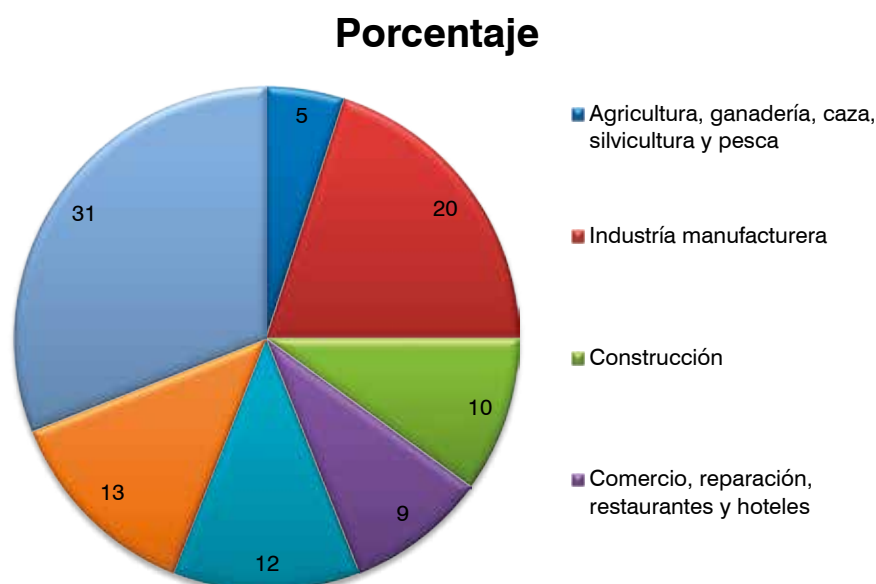


Figura 4.20. Participación de las actividades económicas en el PIB departamental en el año 2012 (%) Fuente: DANE, Cuentas departamentales

Mamonal, (industria y sector portuario), con la producción de: petróleo y sus derivados, plástico, materias primas industriales, productos químicos y, en menor proporción las bebidas y alimentos, estos productos le otorgan una vocación exportadora importante (Acosta, 2012).

Según Acosta (2012) la actividad de la industria petroquímica-plástica abarca una buena parte de la producción industrial de la región y se ha constituido como un clúster característico de la ciudad de Cartagena, que tiene gran importancia y se consolida con un crecimiento continuo. Las principales actividades de mayor concentración en la ciudad son:

- La explotación de gas y la refinación de crudo.
- Producción de algunos insumos intermedios tales como el polietileno, cloruro de polivinilo, poliestireno y otros.
- Producción de materias primas petroquímicas básicas como olefinas y aromáticos.
- Producción de bienes transformados y finales de plástico.

En Cartagena se encuentran tres zonas francas (INVEMAR, 2012), estas son:

- Zona Franca de la Candelaria: se encuentra localizada en el interior del Parque Industrial de Mamonal.
- Zona Franca Industrial de Bienes y Servicios Cartagena-Zofranca S.A.: está ubicada al final del sector industrial de Mamonal y tiene dársena con muelle privado.
- Zona Franca Comercial: se encuentra ubicada a solo 300 m. del puerto principal de la ciudad, en el barrio Manga. La Zona Franca Comercial de Zofranca cuenta con nueve bodegas cubiertas de 1.486 m² y 8.130 m² de patios para almacenamiento.

La actividad pesquera, presenta baja representación en el PIB departamental (menos del 5%). Sin embargo es una de las actividades

más importantes por el gran número de personas dedicadas a esta, principalmente pescadores artesanales, convirtiéndose esta actividad en una de las de mayor importancia en términos de seguridad alimentaria para las poblaciones locales. De igual forma, se consolida la pesca industrial en el Distrito de Cartagena como la más importante en la región Caribe (Figura 4.21).

Es importante mencionar que la pesca industrial, debido a la variedad de recursos desembarcados en los puertos de Cartagena, principalmente el camarón rosado, atún aleta amarilla y atún ojo gordo, para el año 2009, ratificó a la ciudad como el principal puerto de desembarco industrial del Caribe colombiano, alcanzando el desembarco de 1.047,72 t, en ese año (MADR, 2009).

En los municipios pertenecientes a la UAC son muy importantes las actividades agropecuarias y de ganadería en las economías locales, con excepción del área urbana de Cartagena enfocada hacia el sector industrial y hotelero.

El producto más importante en términos de área cultivada es la yuca, que se cosecha en todos los municipios; incluso para el distrito de Cartagena. En el año 2012, se reportaron otros cultivos de importancia como: el coco, mango, plátano, entre otros. A continuación se presentan los principales cultivos por municipio (Figura 4.22).

La ganadería es practicada de manera extensiva, principalmente en los municipios de Arjona, María la Baja y Cartagena, como se observa en la (Figura 4.23).

En lo referente al tema de riesgo de desastres, es en el municipio de Cartagena en donde se concentra la mayor información. Para el año 2011 se reportaron 19 emergencias, que causaron la destrucción de 986 viviendas, afectando a 25.647 personas y ocasionaron 4 muertes (Figura 4.24).

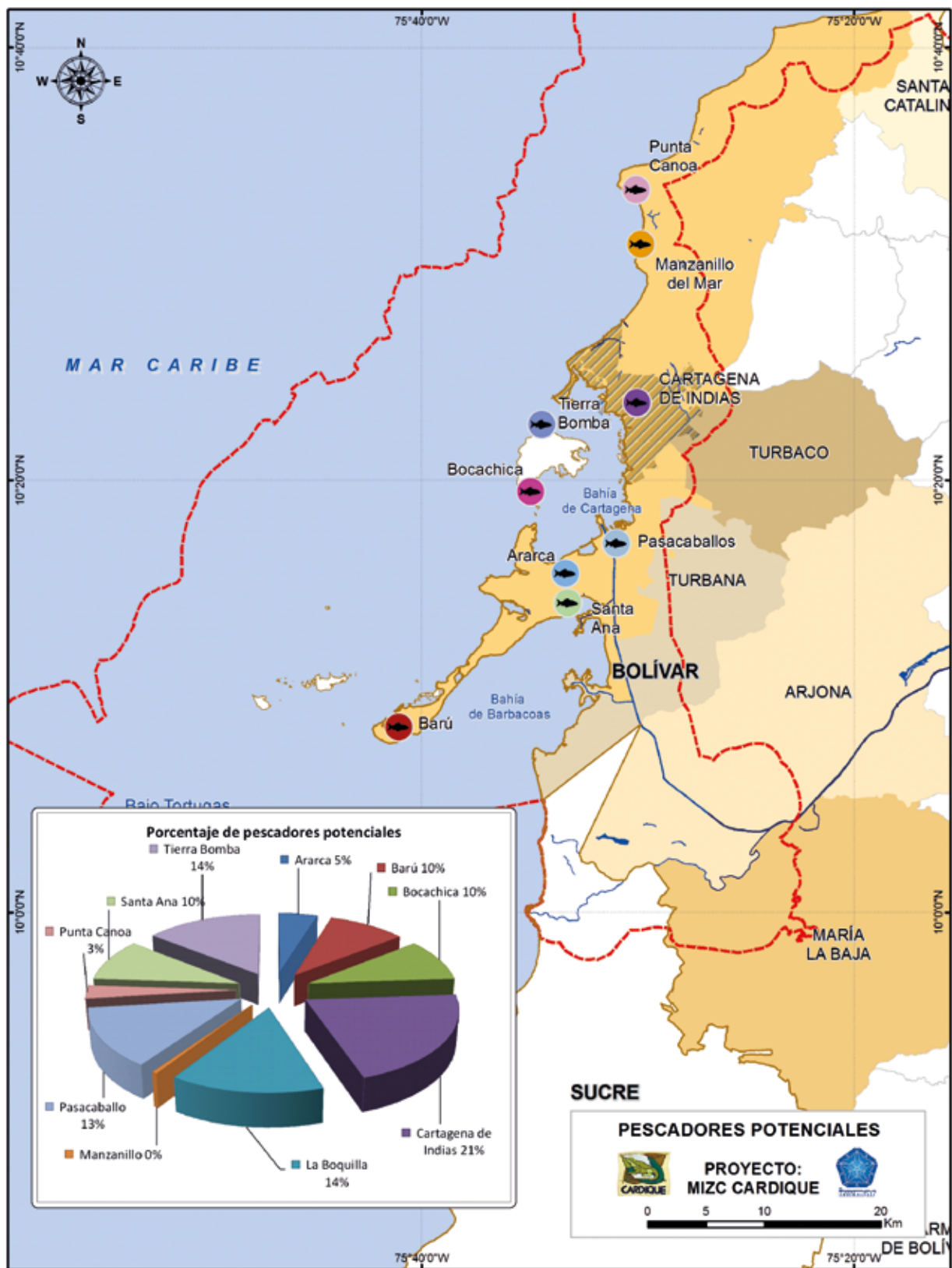


Figura 4.21. Pescadores potenciales (varios censos) en la zona marino costera de Bolívar.

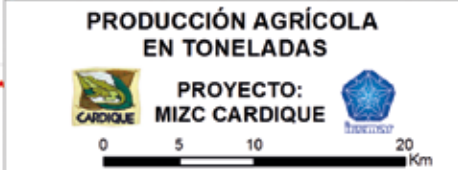


Figura 4.22. Producción agrícola en la zona marino costera de Bolívar.

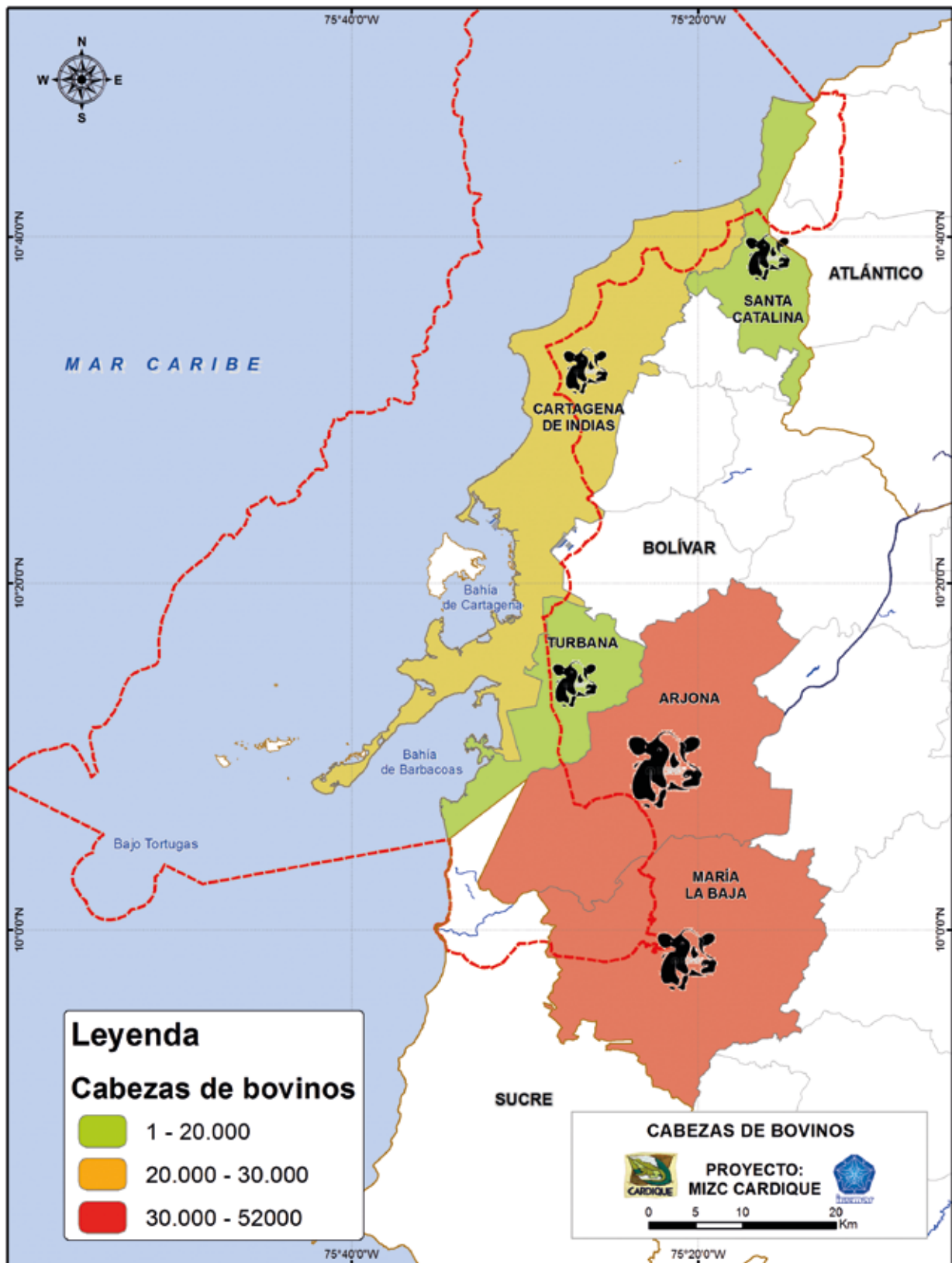


Figura 4.23. Producción ganadera en la zona marino costera de Bolívar.

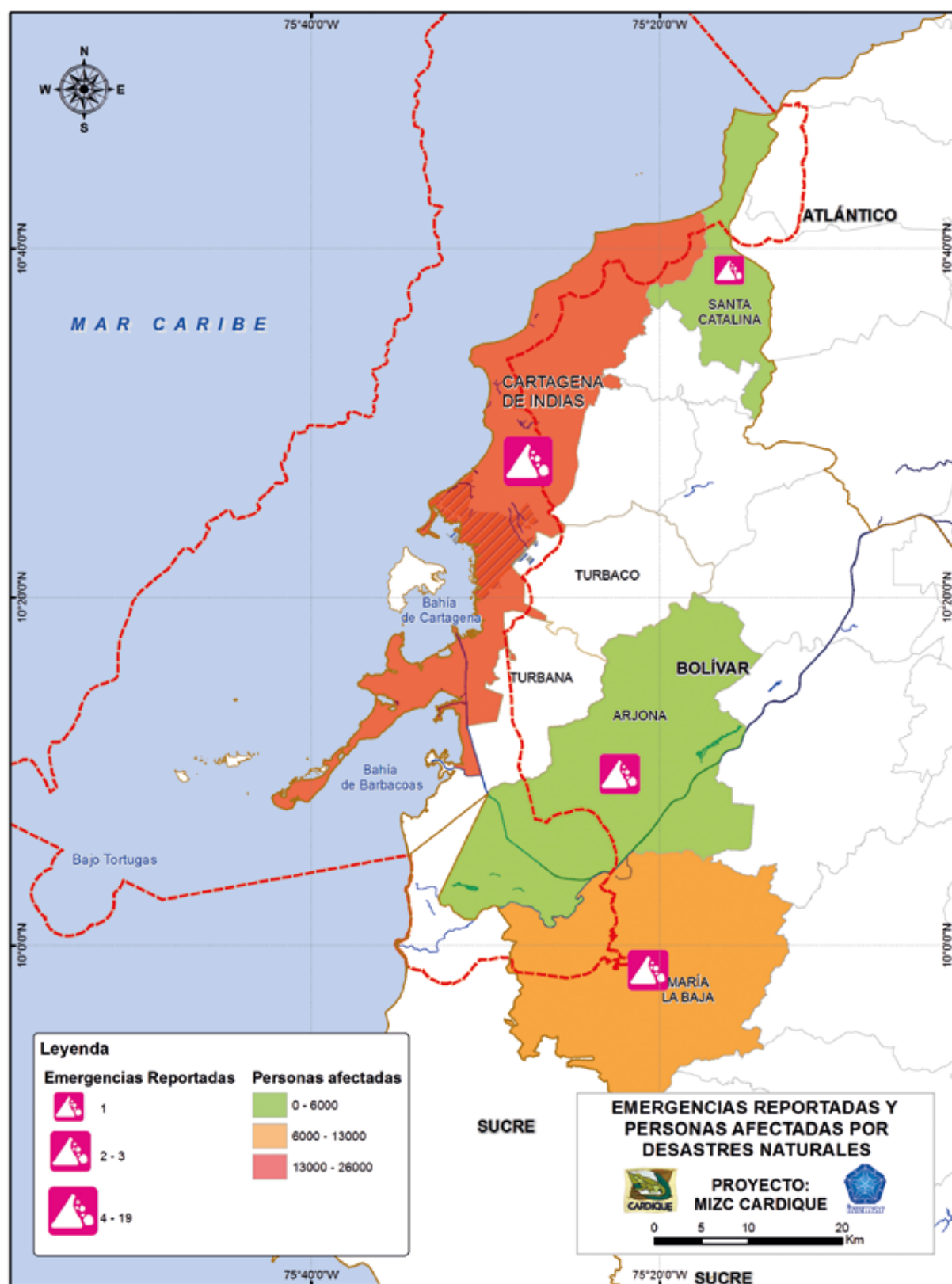


Figura 4.24. Emergencias reportadas (inundaciones) y personas afectadas en la zona marino costera de Bolívar.

Usos del suelo

La categorización del uso del suelo, del territorio emergido y el territorio marino, se expresa en la siguiente Tabla 4.12. En cuanto al territorio emergido el uso que representa la mayor proporción es la ganadería, en donde se alcanzan 22.659 has. (23%) del territorio total; el uso no aparente (no se realizan actividades económicas) representa el segundo lugar 20,7%.

Los usos relacionados con el aprovechamiento forestal extractivo, agroforestal y forestal de subsistencia y forestal de subsistencia y recreación representan el 20%, indicando la importancia en términos de áreas para las actividades relacionadas por las comunidades. La “pesca artesanal”, “la pesca artesanal y recreación” suman más del 8,4%.

El territorio asociado a la conservación, alcanza más del 4,7% Está compuesto por áreas con elementos de importancia para la conservación (ecosistemas estratégicos, especies).

Es importante mencionar el uso industrial que se concentra principalmente en el Distrito de Cartagena. Este alcanza el 1,7% del territorio; el uso portuario representa solo el 0,8%, pero es muy importante para la economía de Cartagena y del departamento. El sector turístico (recreación), solo abarca un 1,7% del territorio, pero en términos económicos es muy importante para el Distrito de Cartagena y para los municipios de la zona norte de la UAC río Magdalena, sector Bolívar (Tabla 4.12)

Tabla 4.12. Usos del territorio de la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

Uso	Área	%	Uso	Área	%
Acuicola	2.674	2,7	Pesca artesanal	6.511	6,6
Agrícola	4.670	4,7	Pesca artesanal y recreación	1.762	1,8
Agroforestal	7918	8,1	Portuario	819	0,8
Captación de agua	210	0,2	Recreación	392,0	0,4
Conservación	1.238	1,3	Residencial	5.702	5,8
Conservación y otros usos	3.485	3,5	Sin uso aparente	20347	20,7
Forestal de subsistencia	5.180	5,3	Transporte aéreo	69	0,1
Forestal de subsistencia y recreación	119	0,1	Transporte fluvial	468	0,5
Forestal extractivo	9.882	10,0	Transporte terrestre	632	0,6
Ganadería	22.659	23,0	Turismo	1.293	1,3
Industrial	1.630	1,7	Institucional	91	0,1
Minería	590	0,6	Total general	983.42	100,0

Fuente: Información componente SIG INVEMAR.

Síntesis de la problemática

Con base en este análisis se evidencio, para el componente socioeconómico, la problemática que se resumen en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13. Problemáticas asociadas al componente socioeconómico.

Estado Actual	Fuente de presión	Impacto
Bajos ingresos económicos de la población	- Concentración en la propiedad de la tierra	- Precariedad en las condiciones de vida de la población.
Limitaciones en la seguridad alimentaria de la población	- Bajos ingresos económicos de la población dificultan el acceso a la alimentación. - Sobreexplotación de los recursos pesqueros. - Condiciones ambientales desfavorables que limitan el desarrollo de prácticas agropecuarias.	Precariedad en las condiciones de vida de la población.
Limitaciones en la accesibilidad del recurso hídrico	- Condiciones ambientales desfavorables generan escasez de agua - Carencia de infraestructura para el abastecimiento de agua	- Precariedad en las condiciones de vida de la población. - Limitaciones para el desarrollo de actividades productivas.
Baja cobertura y deficiente infraestructura del servicio de acueducto y alcantarillado	- Deficiencia institucional para atender la demanda de acueducto y alcantarillado. - Alto crecimiento poblacional.	- Precariedad en las condiciones de vida de la población. - Afectación a la salud pública. - Contaminación de fuentes hídricas y el mar.
Deficiente proceso de urbanización	- Alto crecimiento poblacional en la zona costera. - Incumplimiento de la normatividad para ocupación y uso del territorio.	- Asentamientos humanos e infraestructura costera en zonas de alto riesgo. - Zonas de expansión urbana hacia ecosistemas estratégicos marinos y costeros.

4.4 Servicios ecosistémicos

Los bienes y servicios ambientales corresponden a la capacidad que presentan los recursos naturales de satisfacer las necesidades de la población, y está íntimamente relacionado con la forma como la población hace uso de los ecosistemas que se encuentran en su entorno, los servicios ambientales pueden ser: aprovisionamiento, regulación, culturales y recreativos y de apoyo (TEEB, 2008).

Inicialmente se encuentran los servicios de aprovisionamiento, que en el área de corresponden al alimento. Las áreas marinas y lagunas presentan el mayor suministro de comida, los ecosistemas proporcionan el agua

dulce para el consumo humano, así como también para regar los cultivos (Tabla 4.14).

Los ecosistemas sirven como barrera de protección frente a las amenazas naturales y antrópicas como la contaminación, los ecosistemas en el área de estudio cumplen la función de regular la calidad del aire y regulación biológica entre otras (Tabla 4.15).

En lo referente a servicios relacionados con el disfrute estético, recreativo y educativo de los recursos naturales, es claro que en este territorio es uno de los servicios que representa mayor importancia para la zona marino costera, teniendo en cuenta la importancia que representa el turismo para la sociedad (Tabla 4.16).

Tabla 4.14. Servicios de aprovisionamiento.

Servicios de aprovisionamiento
Alimento: producción de pescado, algas e invertebrados
Agua dulce: almacenamiento y retención de agua, provisión de agua para regar y beber
Fibras, combustibles y otras materias primas: producción de madera, leña, turba, forraje, conglomerados
Especies ornamentales (p. ej. peces de acuario)

Tabla 4.15. Servicios de regulación.

Servicios de regulación
Regulación de la calidad del aire (p. ej. Captura de partículas de polvo)
Regulación del clima: regulación de gases con efecto invernadero, temperatura, precipitación y otros procesos climáticos
Regímenes hidrológicos: carga/descarga de aguas subterráneas, almacenamiento de agua para agricultura o industria
Control de la contaminación y eliminación de la toxicidad: retención y eliminación de nutrientes excesivos y contaminantes
Protección contra la erosión: retención de suelos y prevención de cambio estructural (p. ej. Erosión de la costa, corrimiento de riberas, etc.)
Mitigación de riesgos naturales: control de inundaciones, protección contra tormentas
Regulación biológica: p. ej. Control de plagas y polinización

Tabla 4.16. Servicios culturales y deportivos.

Servicios culturales y recreativos
Patrimonio e identidades culturales (sentido de ubicación y pertenencia)
Inspiración espiritual y artística: sentimientos personales y bienestar, importancia religiosa
Recreativos: oportunidades para el turismo y las actividades recreativas
Estéticos: apreciación de las características naturales
Educativos: oportunidades para la educación y capacitación formales e informales

Este territorio es muy importante por los ecosistemas que sirven para que las aves migratorias aniden, y otras especies marinas para las que dentro del área se encuentran corredores de desplazamiento y lugares de anidación como las tortugas.

Los ecosistemas permiten la retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica, que permiten que los nutrientes de la tierra cumplan su ciclo y con ello permita la alimentación y reproducción de especies (Tabla 4.17).

Tabla 4.17. Servicios de apoyo.

Servicios de apoyo
Biodiversidad y lugares de cría: hábitat para especies residentes o migratorias
Formación de suelos: retención de sedimentos, y acumulación de materia orgánica
Ciclado de nutrientes: almacenamiento, reciclado, procesamiento y adquisición de nutrientes

4.4.1 Zona norte

Alimento

En la zona norte uno de los ecosistemas más productivos son los sistemas de Ciénagas. Estos ecosistemas suministran una gran cantidad de servicios de aprovisionamiento, entre estos se encuentra el complejo de ciénagas de Galerazamba, siendo la principal fuente de alimento de las poblaciones locales, además de ingresos para estos grupos poblacionales.

Fibras, combustibles y otras materias primas

Las áreas cenagosas generan algunos recursos que son utilizados por las poblaciones locales para la elaboración de artesanías. De igual forma, de estas zonas se extraen pastos de los playones para la alimentación del ganado (CARDIQUE, 2000).

El bosque y el manglar suministran madera que es utilizada como leña o carbón para la construcción de viviendas en las zonas rurales, para el consumo local y para el mercado de Barranquilla y Cartagena (Municipio de Piojó, 2012).

En el municipio de Santa Catalina se encuentra una salina, en el sector conocido como Galerazamba, lugar en el que se realiza un proceso de extracción de sal (Municipio de Santa Catalina, 2002), sal que es comercializada generalmente en Cartagena o Barranquilla. Esta salina fue muy importante para el sector, pero se ha presentado la disminución de la producción y con ello la disminución de los empleos que se generaban por esta actividad.

Agua dulce: almacenamiento y retención de agua, provisión de agua

Otros de los servicios de vital importancia de los complejos Cenagosos es el suministro de agua, las poblaciones locales que se encuentran cerca de las ciénagas toman el agua de estas para su ingesta y para los quehaceres del hogar, en el caso de la Ciénaga del Totumo este es el principal suministro de las poblaciones aledañas.

Las Ciénagas suministran el servicio de control de flujo de agua, de este modo, las Ciénagas permiten el intercambio de nutrientes, y permiten disminuir los niveles de contaminación o de nutrientes excesivos, así como se transforman en ecosistemas que mitigan los riesgos naturales, como las inundaciones o las sequías.

En Galerazamba y alrededor de las Ciénagas la redonda existen pequeñas líneas de mangle que sirven para mitigar los procesos de erosión y como protección contra los fuertes vientos, suministrando estos el servicio de protección contra la erosión a estas poblaciones; sin embargo, aún el proceso erosivo es uno de los principales problemas de esta zona (CARDIQUE, 2000).

En la zona norte la Ciénaga del Totumo es uno de los ecosistemas de mayor importancia, en cuanto al servicio recreativo este lugar tiene grandes valores paisajísticos, además de la flora y fauna concentrada allí (Municipio de Luruaco, 2000); en esta Ciénaga se realizan actividades de turismo, teniendo como principal atractivo el volcán de lodo del Totumo. De igual forma en Galerazamba (Santa Catalina); adicionalmente se encuentra la salina que además del servicio de aprovisionamiento

de la sal, se ha convertido en un atractivo turístico para la región (Municipio de Santa Catalina, 2002), con un recorrido por el bosque seco, manglares y salina que ofrecen la oportunidad del desarrollo de actividades ecoturísticas.

4.4.2 Zona sur

Alimento

La pesca es una de las actividades de mayor importancia asociadas a la riqueza hídrica del área, las actividades son realizadas de manera artesanal en el Canal del Dique y en el Complejo de Ciénagas de Dolores (Juan Gómez).

Fibras, combustibles y otras materias primas

El Canal del Dique es utilizado para el suministro de insumos y materias primas para la construcción, como la extracción de arena, esta se hace de manera artesanal a pico y pala en las riberas del canal y los principales arroyos de la zona. También se realiza una extracción con mayor tecnificación en las canteras, que realizan operaciones con bulldózer, retroexcavadoras, bandas transportadoras.

Agua dulce: almacenamiento y retención de agua, provisión de agua

En la zona sur del análisis de la UAC, el canal del Dique representa uno de los sistemas de mayor importancia en términos de los servicios ecosistémicos suministrados a la comunidad, la importancia del recurso hídrico tiene un efecto importante sobre las condiciones de vida de la población, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.

En el municipio de María La Baja los recursos hídricos representan un alto potencial en el desarrollo económico del municipio y de su zona de influencia, por la escorrentía, los embalses, las aguas subterráneas, las áreas cenagosas y pantanosas asociadas al complejo cenagoso del Canal del Dique. De este modo, uno de los servicios ecosistémicos de mayor importancia suministrados a la comunidad es el suministro de agua potable, los centros poblados de Namguma, Correa y Flamenco

reciben el suministro de agua de las fuentes cercanas, para Flamenco existe un acueducto rural con una cobertura del 90%, Namguma y Correa carecen del servicio de acueducto, el primero toma el agua de pozo y el segundo de otra fuente hídrica (Pot de Maria La Baja, 2013).

En la zona sur en el municipio de Arjona se encuentra el principal suministro de agua del

acueducto del Distrito de Cartagena, el cual se abastece principalmente de sistema Lagunar de Dolores al cual pertenece la ciénaga de Juan Gómez, de donde el agua es captada y conducida a Cartagena, beneficiando a casi un millón de personas que se encuentran asentadas en esta urbe (Aguas de Cartagena, 2012) (Figura 4.25).



Figura 4.25. Servicios Ecosistémicos UAC río Magdalena, sector Bolívar.

5. Priorización de la problemática

Al relacionar el conjunto de problemáticas en la UAC río Magdalena, sector Bolívar, se realizó una jerarquizaron de acuerdo a su orden de importancia y prioridad, de acuerdo con los siguientes criterios:

Los criterios que se analizaron fueron

- Habitantes afectados (sin servicios)
- Incidencia en la calidad de vida
- Riqueza del recursos afectado (disminución)
- Cobertura de los ecosistemas (disminución)

- Grado de afectación del recurso y del ecosistema (sostenibilidad, integridad ecológica)

En la Tabla 5.1 se jerarquizaron los metaproblemas de acuerdo con el puntaje asignado a cada uno de ellos en cada componente y, utilizando la media aritmética, se establecieron los metaproblemas principales que se evidenciaron en la zona marino costera de Bolívar.

Con los resultados se procedió a dividir en cuatro rangos a partir de los cuartiles, como se muestra en la Tabla 5.2.

De acuerdo con los datos de la media y a los rangos definidos, los metaproblemas muy importantes e importantes en la UAC río Magdalena (Bolívar) se relacionan en la Figura 5.2 y la Figura 5.3.

Tabla 5.1. Metaproblemas UAC río Magdalena, sector Bolívar.

Metaproblema	B	F	SE-C	CAM	Media
Vulnerabilidad de la zona costera ante amenazas naturales	11	11	10	9	10,3
Contaminación de las aguas marino-costeras	9	10	10	10	9,8
Destrucción, degradación y pérdida de ecosistemas marino-costeros	10	10	10	9	9,8
Pérdida de la biodiversidad (disminución de poblaciones de especies de fauna y flora)	10	10	10	9	9,8
Sobreexplotación de recursos hidrobiológicos y de flora y fauna silvestre	10	12	11	8	10,3
Deficiente infraestructura y cobertura de los servicios asociados a la calidad de vida de la población	10	12	10	8	10,0
Precariedad en las condiciones de vida de la población	9	12	10	10	10,3
Deficiencia en el intercambio (trade off) de bienes y servicios ecosistémicos	12	11	10	10	10,8
Inadecuada planificación del desarrollo y expansión sectorial y del ordenamiento de los usos del suelo.	12	11	9	7	9,8
Deficiente capacidad de autogestión de las comunidades	6	9	6	8	7,3
Falta de coordinación de acciones a nivel institucional	9	10	10	10	9,8
Debilidad en la capacidad de gestión de las instituciones	7	12	11	12	10,5
Deficiencia en la aplicación de la normatividad relacionada con los problemas ambientales de la zona.	8	11	11	11	10,3
Baja presencia de los actores institucionales en las zonas costeras	9	12	10	10	10,3

Tabla 5.2. Resultados de valoración.

Ítem	Rango	Color
Muy importante	Mayor de 10,30	Rojo
Importante	De 10,16 a 10,30	Naranja
Moderada	Entre 9,8 a 10,15	Amarillo
Bajo	Menor de 9,8	Verde

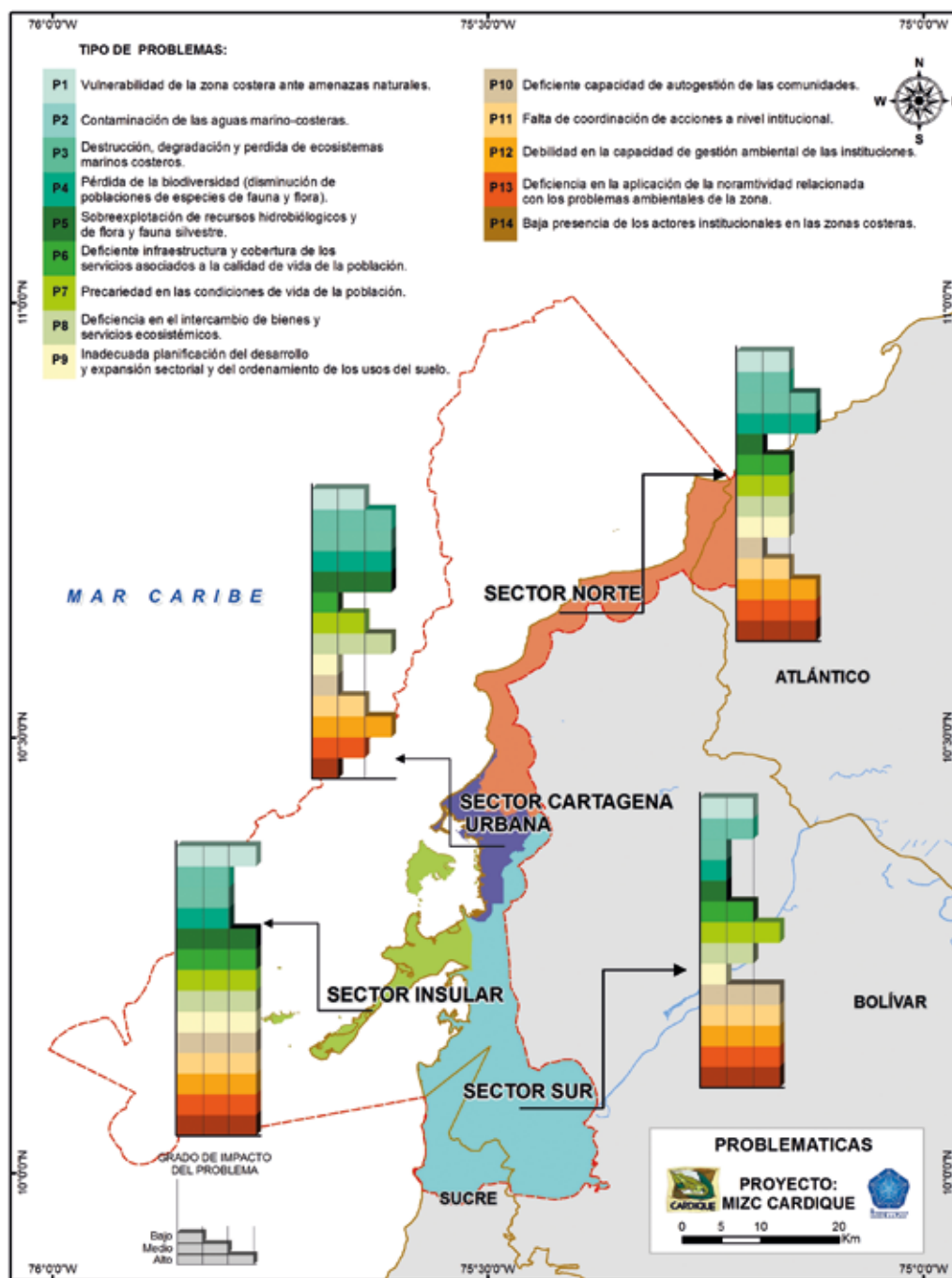


Figura 5.1. Espacialización de los problemas en la UAC de río Magdalena, sector Bolívar por los sectores.



Figura 5.2. Esquema de metaproblemas. UAC rio Magdalena, sector Bolívar.

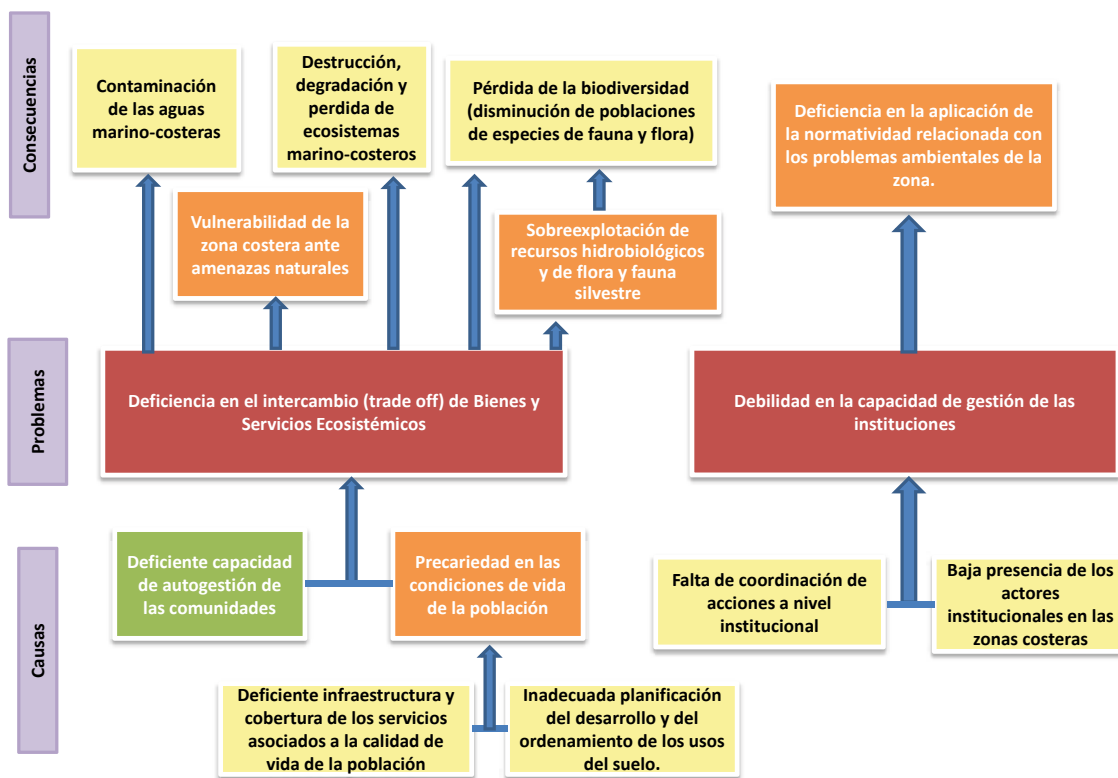


Figura 5.3. Árbol de Problemas, UAC rio Magdalena, sector Bolívar.

6. Zonificación ambiental

La zonificación ambiental es el principal factor en el ordenamiento para realizar la planificación espacial de la zona marino costera, de una forma holística entre quienes los habitan y la producción de los recursos que se encuentran, por lo tanto sus decisiones, buscando armonizar hombre y naturaleza, garantizando un bienestar para generaciones futuras en términos culturales, socioeconómicos y ambientales.

6.1 Criterios de zonificación

A partir del diagnóstico integral que permitió la definición del estado actual de la zona costera

del departamento de Bolívar se definieron los criterios bajo los cuales se realizó la zonificación. Estos criterios procuraron abarcar todas las particularidades nacionales, regionales y locales, en cada uno de los componentes analizados.

Los criterios definidos se establecieron a partir del análisis integral de los elementos bióticos, físicos y socioeconómicos que pueden constituirse en determinantes para llevar a cabo la zonificación.

Dada la complejidad del área para su ordenamiento, manejo y uso sostenible, se definieron tres criterios de zonificación, a partir de los cuales surgen siete categorías de manejo.

6.1.1 Zonas de protección

Las áreas protegidas establecidas en el Decreto 2372 del 2010 y las que están en proceso de homologación (Figura 6.1).

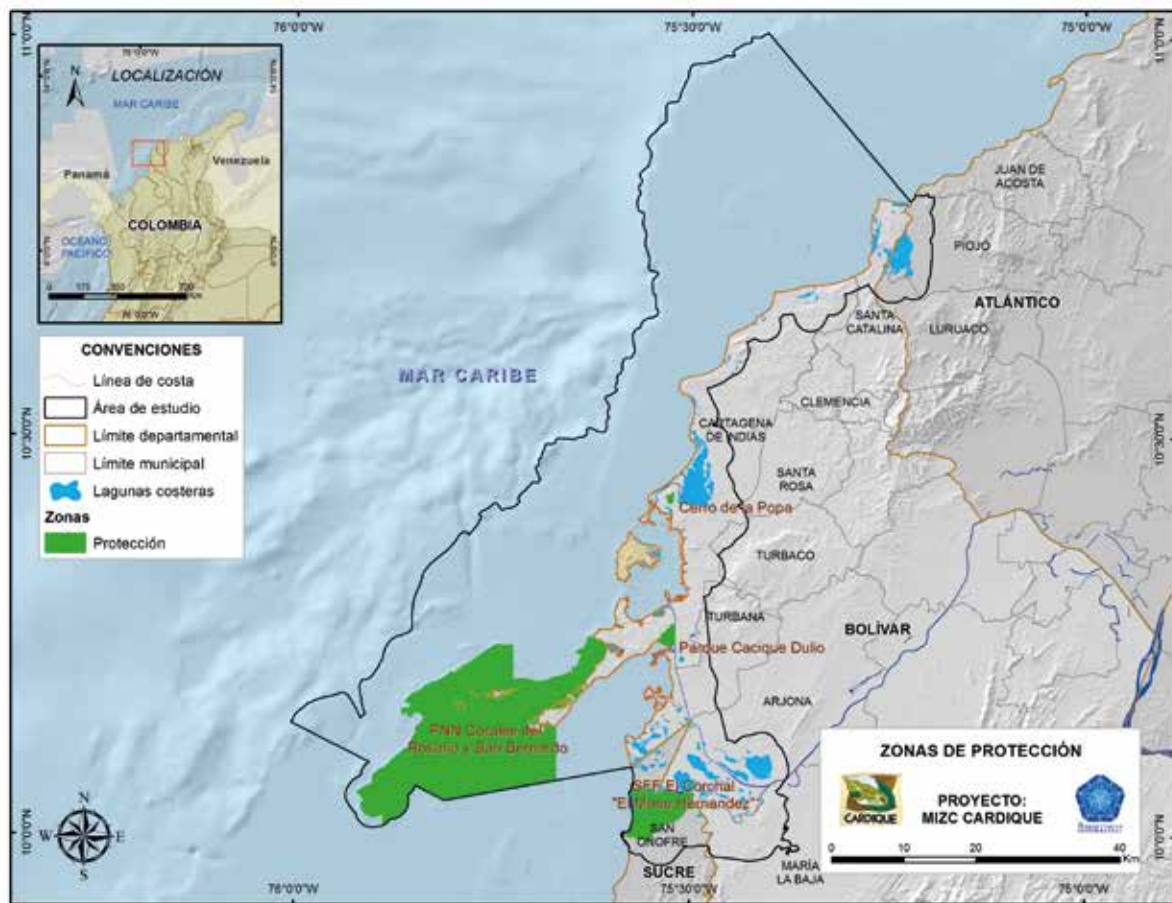


Figura 6.1. Zonas de protección en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.2 Zonas de preservación

En esta categoría se reconoce la importancia que poseen los recursos naturales

para la subsistencia de las comunidades locales, así como los beneficios que se derivan de la utilización de prácticas tradicionales de aprovechamiento. Figura 6.2.

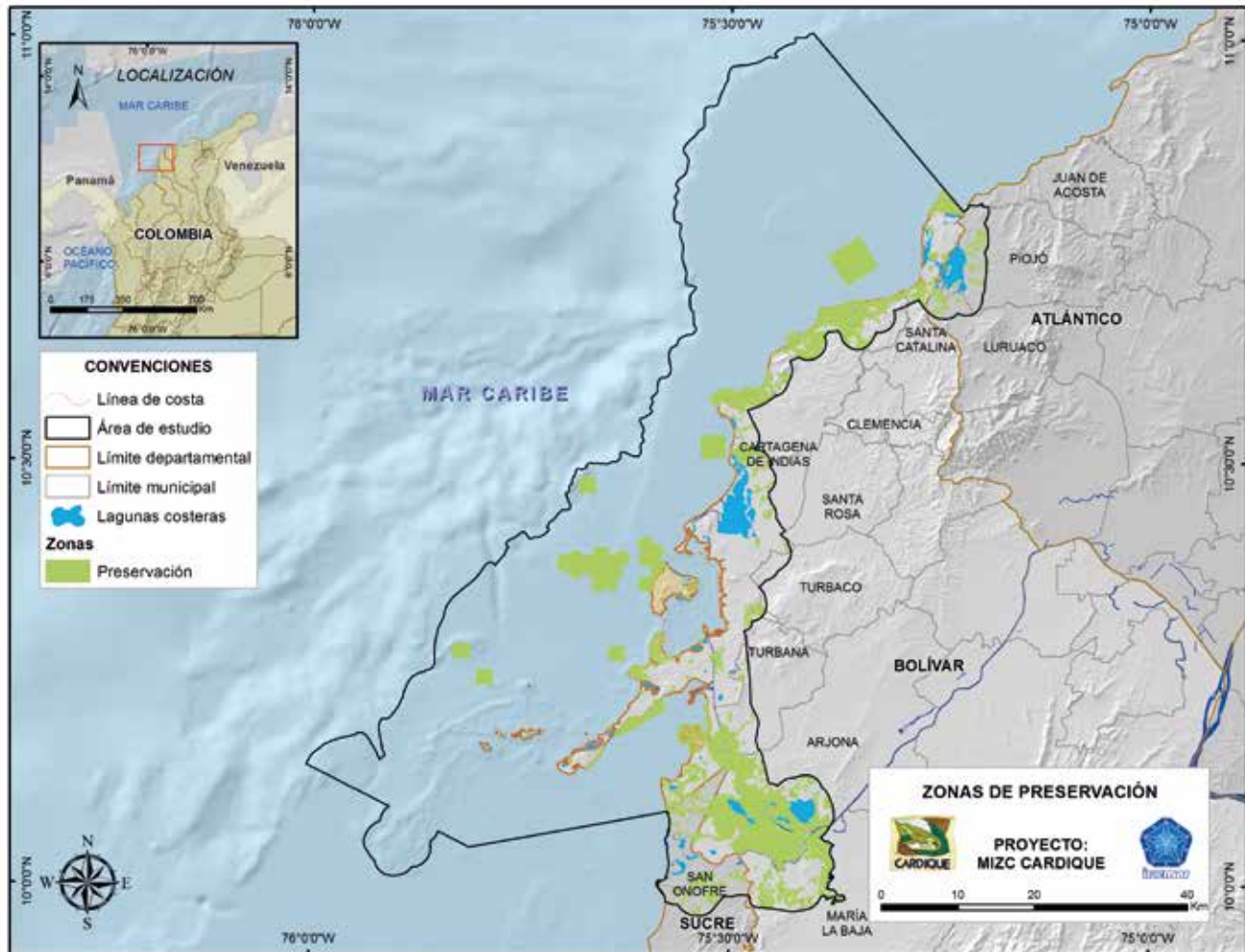


Figura 6.2. Zonas de Preservación en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.3 Zonas de recuperación

En esta categoría se encuentran las áreas de importancia biológica, no incluidas en el SINAP, ecosistemas estratégicos como los manglares, playas, lagunas costeras, bosques naturales, lagunas costeras. Los cuales están siendo afectados por la baja calidad ambiental o degradada por uso y la capacidad de regulación se puede establecer.

Se proponen sean recuperados con el fin de rescatarlas como espacios que a largo plazo puedan desempeñar una función de manejo y conservación o de albergue de actividades y usos sostenibles (Figura 6.3).

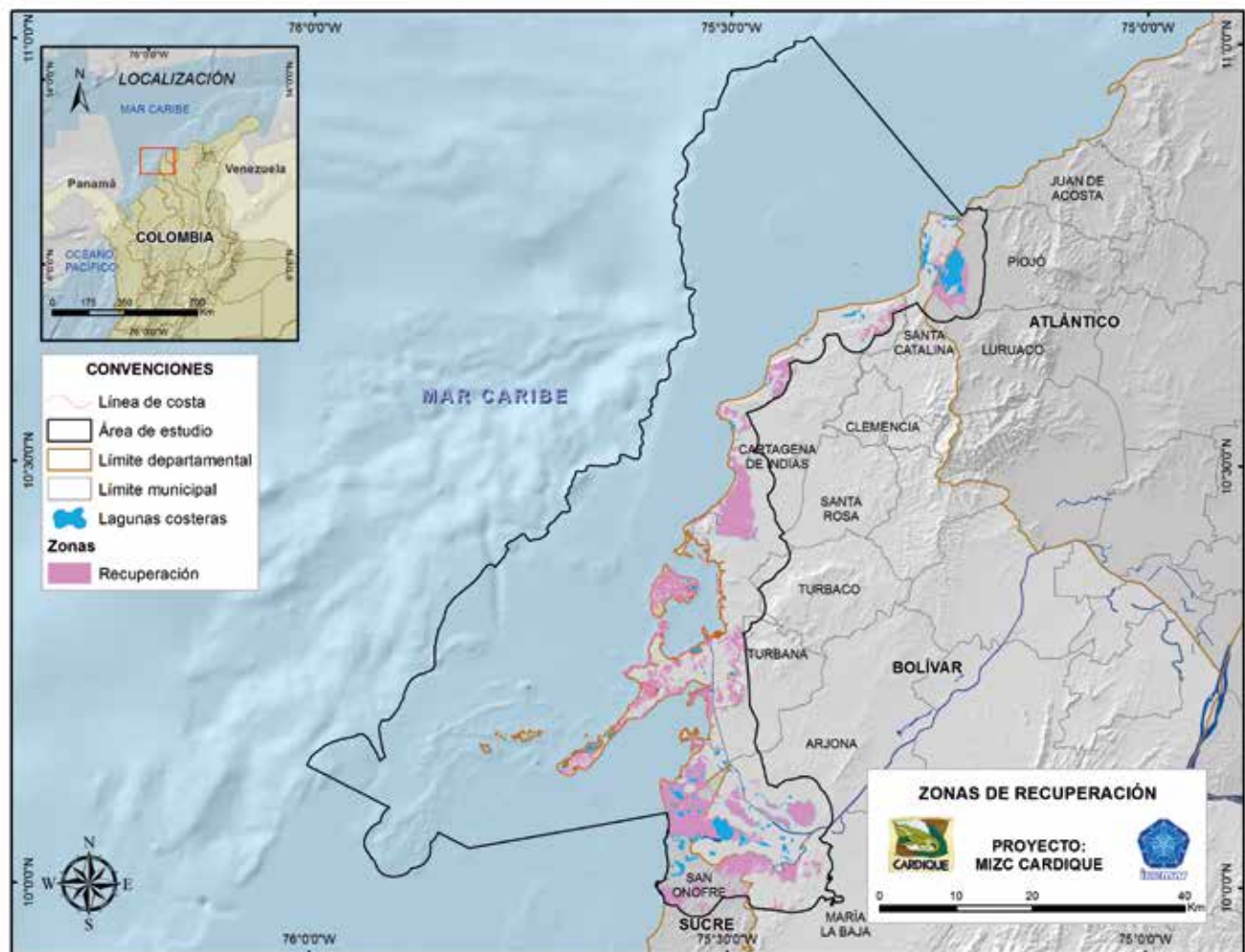


Figura 6.3. Zonas de Recuperación en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.4 Zonas de asentamientos humanos

Asentamientos costeros urbanos y rurales del municipio, incluyendo las cabeceras de los corregimientos (DANE). Áreas que tienen infraestructura y logística que permiten

el desarrollo de actividades comerciales, empresariales y de servicios (económicos y sociales) (Figura 6.4).

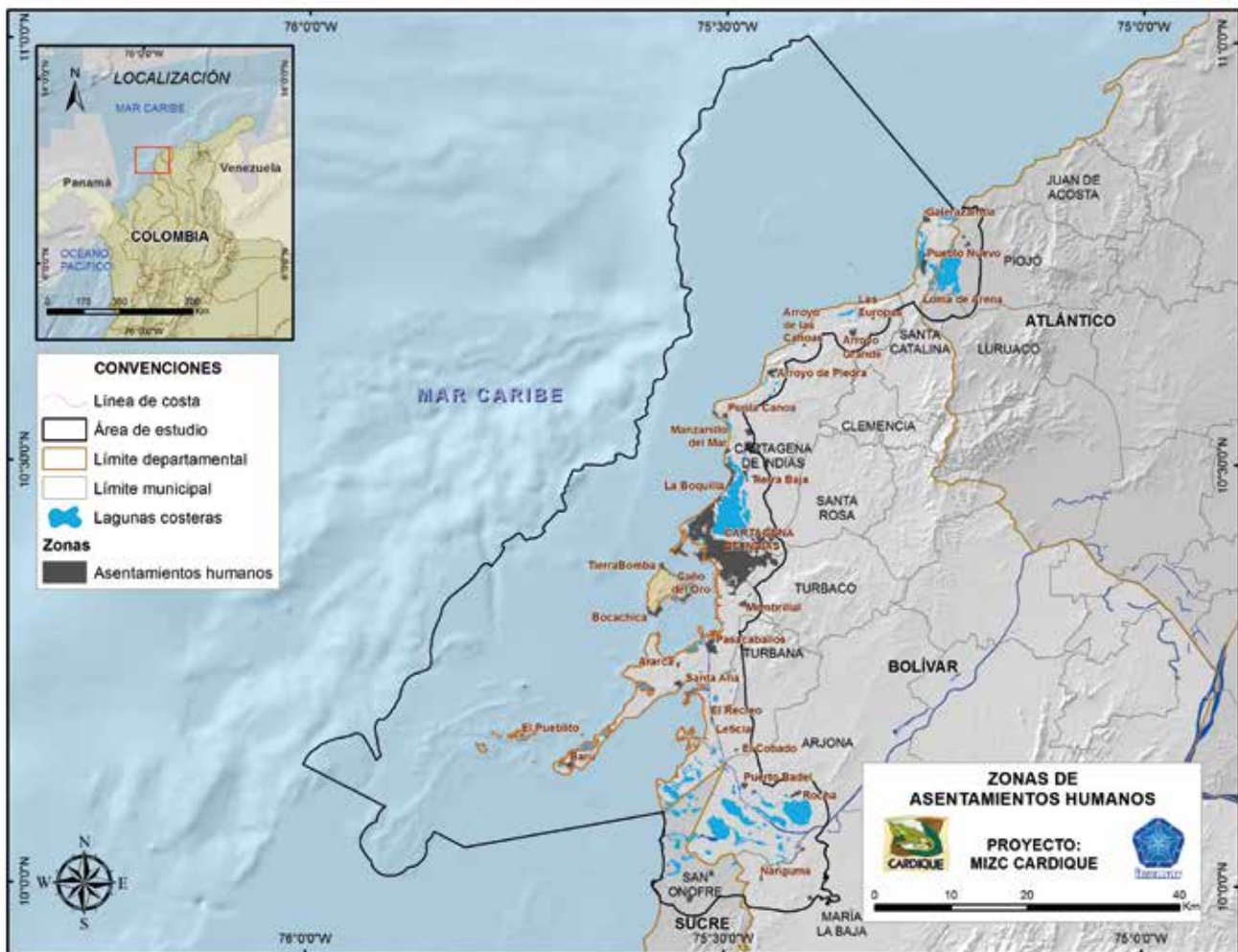


Figura 6.4. Zonas de Asentamientos Humanos en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.5 Zonas de actividades industriales - portuarias

El desarrollo industrial cumple un rol muy importante en la innovación tecnológica, en la investigación y en el desarrollo de las actividades, que son el eje central para el desarrollo económico y social de cualquier región y país (ONUDI, 2000). Es este sentido, es importante para el desarrollo industrial, la difusión y la transferencia de las tecnologías limpias y el control de éstas, que son un elemento clave para el desarrollo sostenible.

Las zonas de manejo portuario son porciones de la zona costera definidas por

varios factores, entre ellos, la densidad del uso. Bajo este contexto, las zonas de desarrollo portuario corresponden a las áreas debidamente delimitadas.

La infraestructura física corresponde a muelles, terminales y espacios cuya función, establecimientos, equipos y servicios, atienden embarcaciones dedicadas al transporte de carga y personas, así como los embarcaderos, marinas, astilleros, entre otros.

Para las áreas cuyos fines son dirigidos al aprovechamiento sostenible, producción sostenible y desarrollo industrial y portuario, tuvieron mayor peso los criterios socioeconómicos y algunos físicos (Figura 6.5).

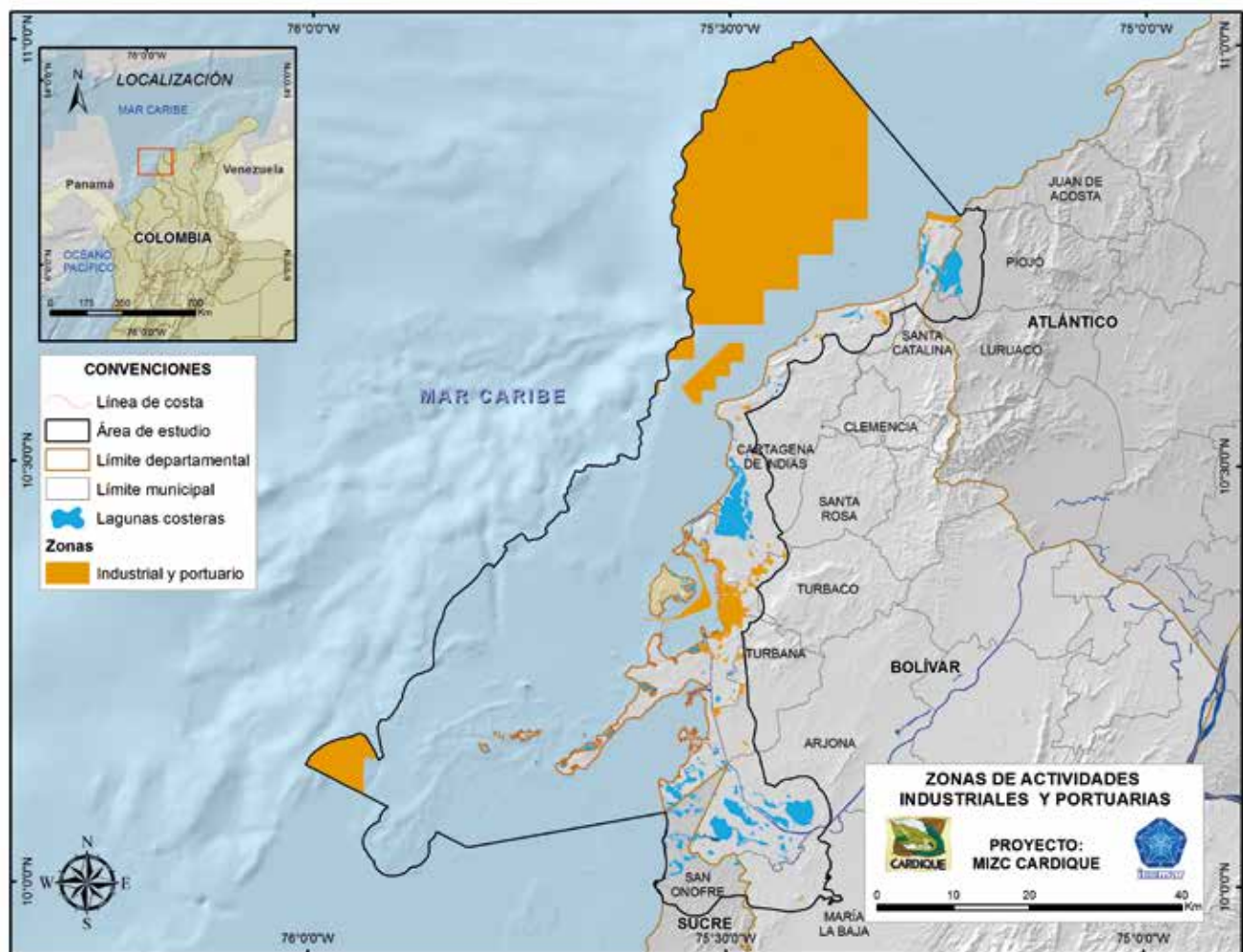


Figura 6.5. Zonas de Actividades Industriales y Portuarias en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.6 Zonas de aprovechamiento sostenible

Esta categoría incluye áreas con una alta oferta de recursos naturales que permiten sean aprovechados sosteniblemente mediante la utilización de técnicas tradicionales que permitan satisfacer las necesidades humanas y culturales (Comunidades). Que garanticen la conservación de la diversidad biológica, la estabilidad del hábitat natural, la seguridad alimentaria y la continuidad de las comunidades. En esta categoría están incluidas las áreas de pesca comercial artesanal o áreas con recursos hidrobiológicos cuyo objetivo es conservar los recursos pero garantizar la productividad

y aprovechamiento artesanal sostenido de pesca (Decreto 2256 de 1991 del Ministerio de Agricultura, reglamentación de la Ley 13 de 1990, art. 120). En estas zonas el aprovechamiento debe ser ordenado y/o regulado, según lo establece el Art 275 CNRN.

Adicionalmente áreas con potencialidad para desarrollar la agricultura, tradicional y orgánica, la extracción forestal sostenible, la acuicultura artesanal, el aprovechamiento sostenible de la fauna, el turismo y el comercio a mercados verdes (biocomercio), sin ir en detrimento de la conservación del ecosistema, la vida silvestre, las comunidades y los hábitat en general (Sánchez-Paéz *et al.*, 2004) (Figura 6.6).

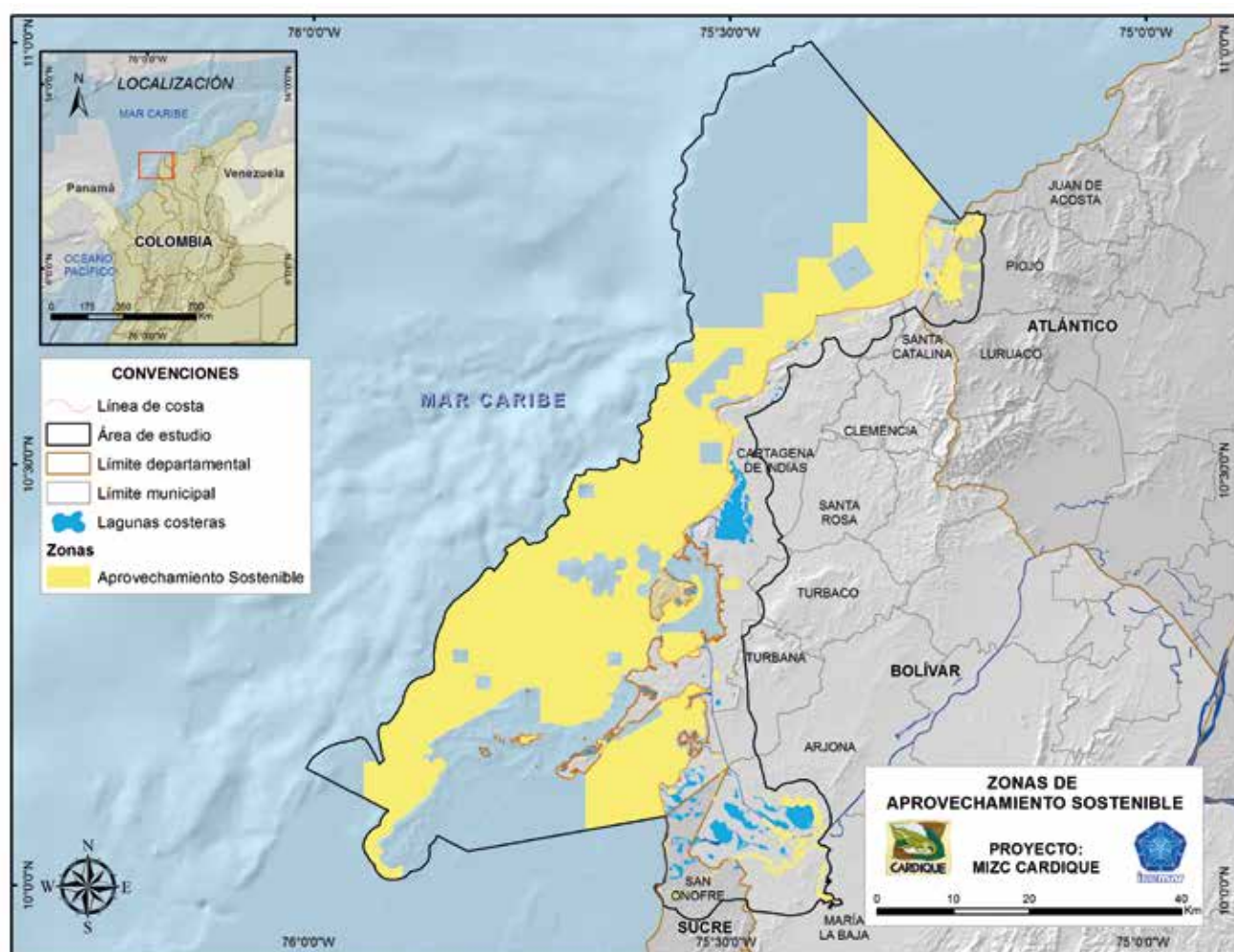


Figura 6.6. Zonas de Aprovechamiento Sostenible en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

6.1.7 Zonas de producción sostenible

Son áreas que de acuerdo con sus características, son aptas para el desarrollo de actividades de producción mediante la implementación de tecnologías acordes con el medio natural (producción limpia), de tal forma, que se generen beneficios económicos que permitan aumentar el nivel de vida de la población. Se diferencia de las áreas de uso sostenible en que prevé un mayor grado de intervención sobre el medio natural.

Se incluyen en esta categoría, sectores donde actualmente hay emplazamientos productivos de importancia para el desarrollo

económico local, regional y nacional (e.g. zona industrial, hidrocarburos). Se determinan para estas áreas los usos de producción agropecuaria, producción forestal y agroforestal, transporte, turismo y acuicultura (Figura 6.7).

De acuerdo con las categorías de zonificación definidas para UAC río Magdalena (Bolívar), en la Figura 6.8, se relaciona el área correspondiente a cada una de ellas.

Como puede verse en la Figura 6.9, el porcentaje de área más significativo de esta zonificación corresponde a las áreas de aprovechamiento sostenible, industrial y portuario. Es de resaltar que el tercer lugar lo ocupa la zona de protección.

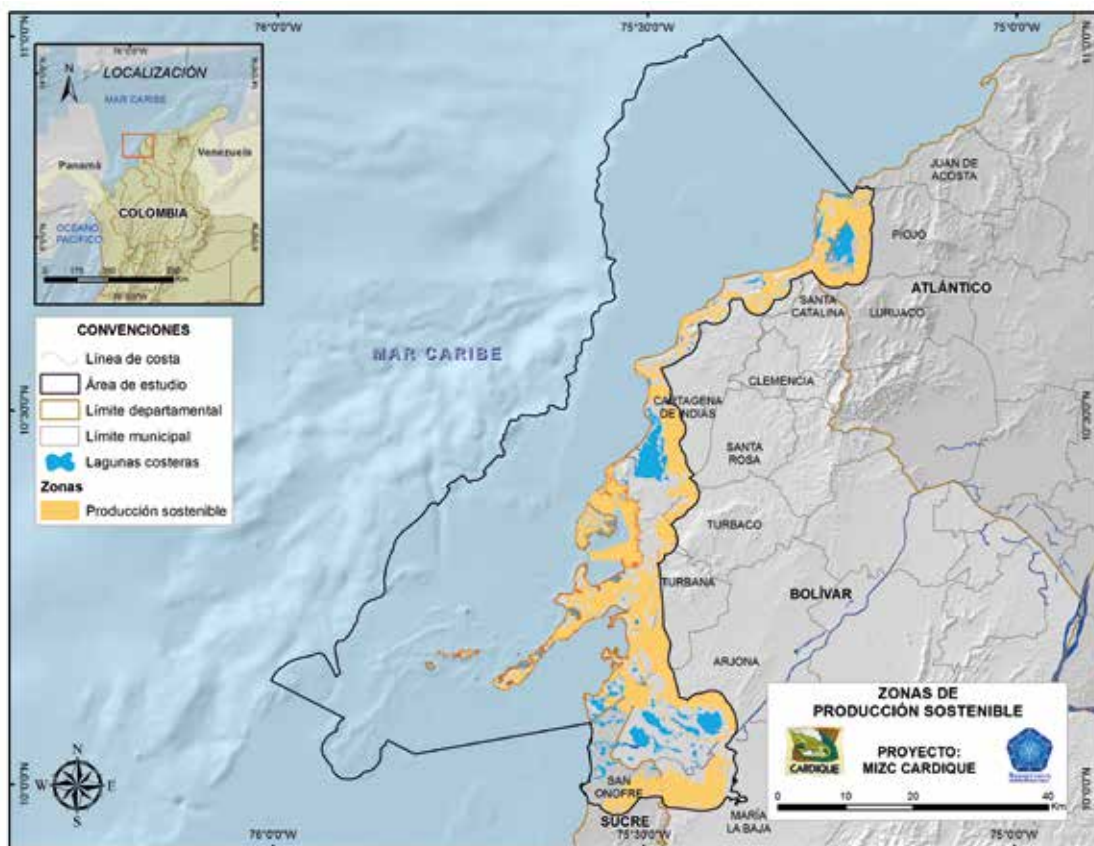


Figura 6.7. Zonas de Producción Sostenible en la UAC río Magdalena, sector Bolívar.

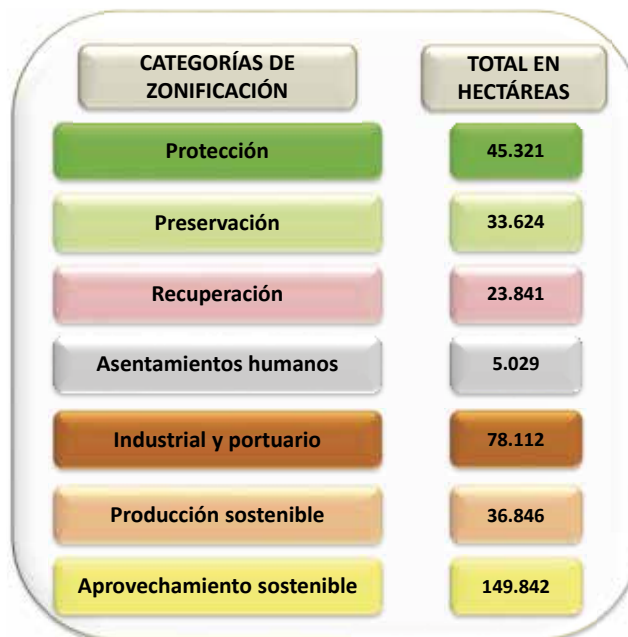


Figura 6.8. Total en hectáreas según categoría de zonificación, UAC río Magdalena, sector Bolívar.

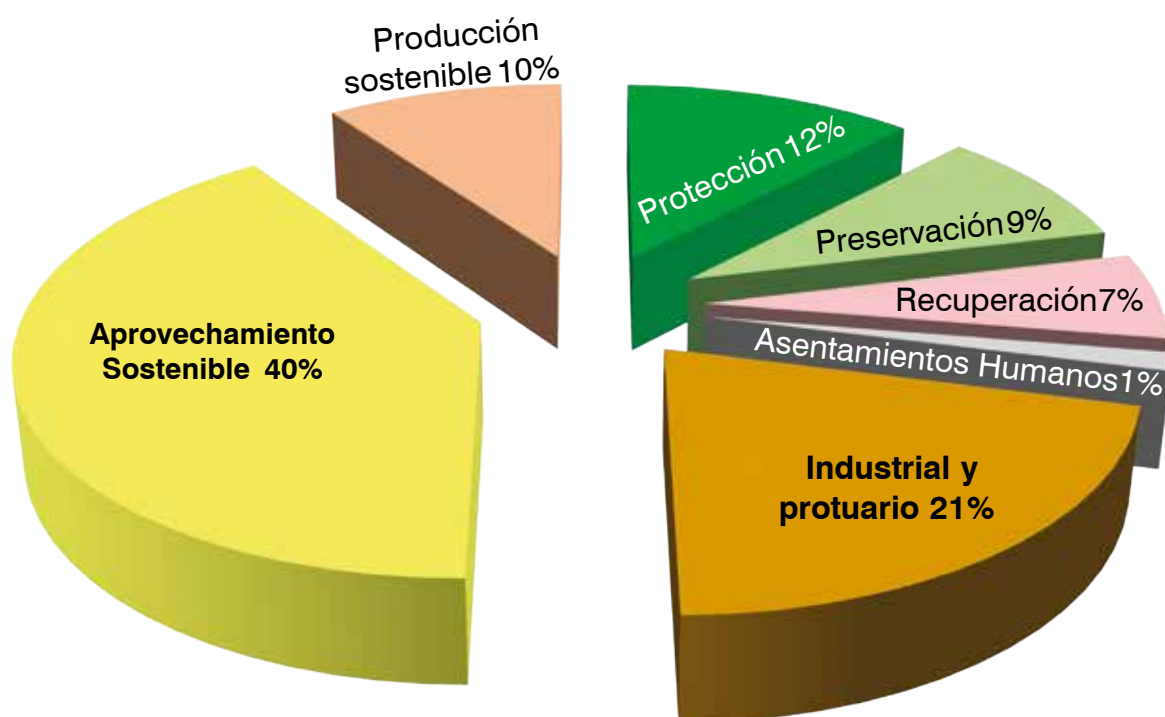


Figura 6.9. Total Porcentaje de área según categoría de zonificación, UAC río Magdalena, Bolívar.



7. Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo

Objetivo Plan de Manejo

Planificación a corto, mediano y largo plazo de la zona marino costera del departamento de Bolívar promoviendo un desarrollo sostenible en toda la UAC Río Magdalena, complejo Canal del Dique -Sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, basado en los resultados de caracterización, diagnóstico y zonificación ambiental, siendo el soporte principal para la construcción de las líneas de acción las cuales direccionaran el desarrollo socioeconómico de la zona sin ir en detrimento del medio ambiente.

Visión

En el año 2036 será reconocida como un espacio marino-costero, en la cual se realizan actividades orientadas hacia un desarrollo sostenible, protegiendo y conservando los ecosistemas estratégicos, manteniendo la base natural para la prestación de bienes y servicios, y asegurando beneficios socioeconómicos a todas las comunidades que se encuentran en UAC.

7.1 Articulación y escenario de ejecución

Para la correcta ordenación del territorio se hace necesaria la articulación del presente

plan de manejo con los distintos mecanismos de planificación que han sido formulados para el área en otros escenarios, teniendo en cuenta las acciones, estrategias, programas o proyectos propuestos en ellos (Figura 7.1).

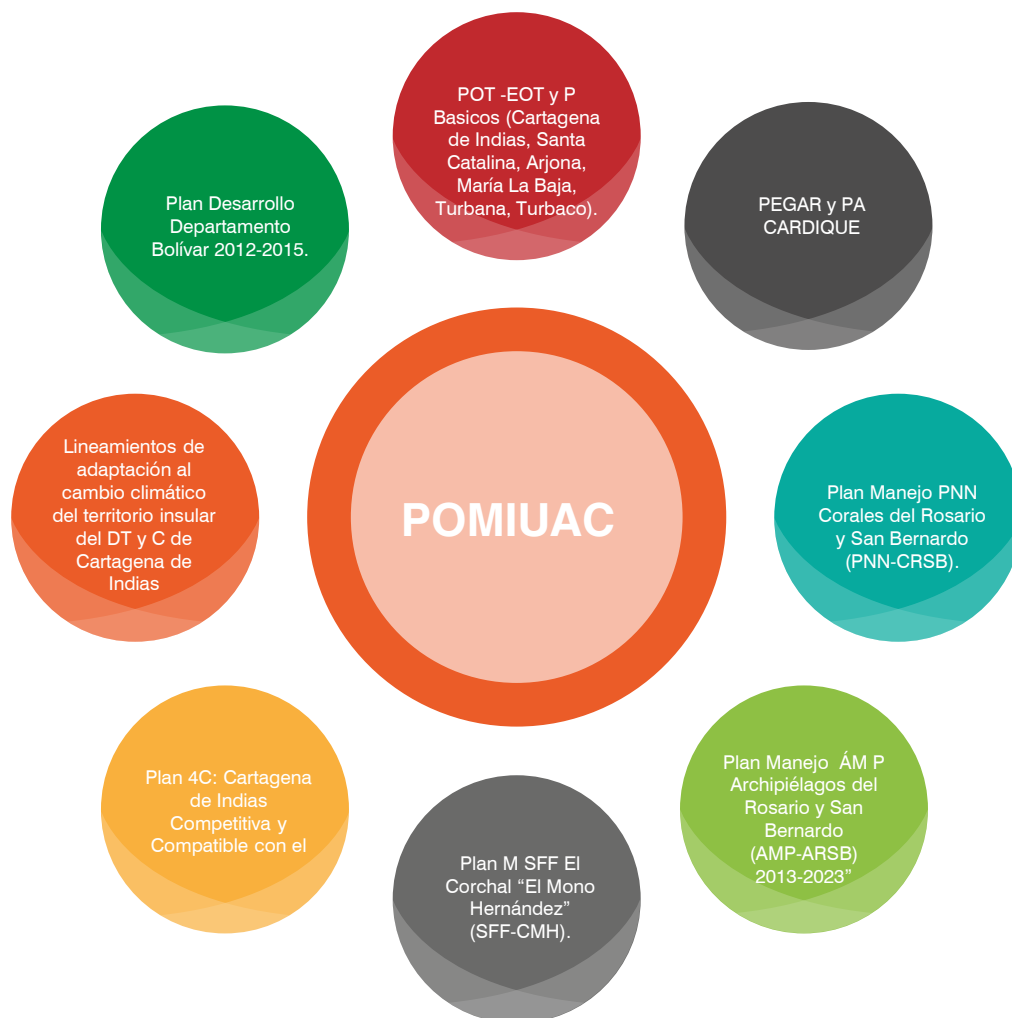


Figura 7.1. Diagrama articulación de los instrumentos de planificación en la zona marino costera

Con base en lo anterior y de acuerdo a lo establecido en el numeral 3, artículo 7 del Decreto 1120 de 2013, en donde se define un modelo de ordenación de la zona costera con un horizonte no

menor a veinte (20) años, los proyectos planteados corresponden a esa temporalidad. Bajo ese contexto se proponen los siguientes escenarios de ejecución en función del tiempo (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Escenarios de ejecución de las líneas de acción.

ESCENARIO DE EJECUCIÓN	PERIODO (AÑOS)
Corto plazo	Entre año 1 – 4 años
Mediano plazo	Entre año 5 – año 14
Largo plazo	Entre año 15 – año 21

Para la UAC río Magdalena (Bolívar), se definieron tres líneas de acción relacionadas con la conservación de ecosistemas, comunidad y desarrollo local y desarrollo compatible con

la sostenibilidad regional y local. Para cada uno de esta se determinaron proyectos que las desarrollan, como instrumentos para la ejecución del plan, tal y como se observa en la Figura 7.2.

* (en el CD anexo se incluyen las fichas de los proyectos)



Figura 7.2. Líneas e instrumentos de acción.

7.2 Línea de acción 1. Conservación de ecosistemas

En la zona marino costera del departamento de Bolívar se encuentran representados diferentes ecosistemas estratégicos marino-costeros (arrecifes de coral, manglares, praderas de pastos marinos, litoral rocoso, lagunas costeras, playas y fondos sedimentarios), los cuales son considerados unidades básicas del ordenamiento ambiental y desarrollo sostenible. Los ecosistemas presentan distintos grados de amenaza (biodiversidad), y los esfuerzos para su protección han sido fragmentados en los diferentes procesos de planificación.

Las acciones propuestas en esta línea se orientaron hacia el manejo integrado, considerando elementos de conservación, contribuyendo al mantenimiento de los servicios ecosistémicos, para asegurar el bienestar social, económico, natural y cultural, sin comprometer la disponibilidad de los mismos para las generaciones futuras.

En el marco de la PNAOCI las acciones propuestas en esta línea responden al objetivo de “Adoptar medidas de conservación, rehabilitación y/o restauración de los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos, para preservar la diversidad biológica y

garantizar la sostenibilidad de la oferta de bienes y prestación de servicios ambientales”. Así mismo, teniendo en cuenta las metas de Aichi 2020 esta línea de acción se enmarca principalmente de acuerdo con la política PNGIBSE en el eje temático biodiversidad, protección y cuidado de la naturaleza.

7.3 Línea de acción 2. Comunidad y desarrollo local

Esta línea se determinó identificando las necesidades y potencialidades que tienen las comunidades, y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que realizan. En este sentido, se incluyeron los factores económicos y no económicos, como por ejemplo: los recursos sociales, culturales, históricos, institucionales, paisajísticos, etc., los cuales son muy importantes en el proceso de desarrollo local.

Propone un desarrollo comunitario encaminado a superar los problemas y retos existentes, buscando mejorar las condiciones de vida de las comunidades, pero enfocado dentro del modelo de desarrollo sostenible, para poder asegurar el sostenimiento ambiental a largo plazo, al tiempo que la población local obtenga beneficios económicos y sociales.

7.4 Línea de acción 3. Desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local

El desarrollo de los principales sectores productivos que se encuentran en la zona marino costera del departamento de Bolívar debe estar orientados bajo el enfoque del desarrollo sostenible, ya que estos sectores demandan gran cantidad de recursos naturales, al tiempo que también impactan el medio ambiente que los rodea.

En este contexto, el desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local tiene como finalidad promover un marco de actividades sostenibles, con énfasis en la innovación productiva, el mejoramiento de las cadenas productivas y el equilibrio ambiental regional.

7.5 Instrumento de manejo 1. Gestión del conocimiento e investigación

En el escenario de la planificación, los instrumentos son herramientas que contribuye a la implementación de las acciones definidas en el marco de las líneas estratégicas; el desarrollo de dichos instrumentos está sujeto a las características y estructura política, normativa y administrativa de la zona costera de estudio (Barragán, 2003).

Teniendo claridad que “la gestión del conocimiento e investigación” es la herramienta que articula la capacidad científica con el conocimiento tradicional y la productividad económica, se ubicaron aquí los proyectos puntuales o generales que fortalecen a la zona costera de Bolívar en temas como biodiversidad y servicios ecosistémicos dentro de las agenda regional e incluso nacional de CT&I (investigación científica, promoción del conocimiento tradicional, publicación e innovación -patentes nacionales-).

Siendo este conocimiento e información el insumo constante y suficiente para apoyar la toma de decisiones referente a la gestión

integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en la zona marino costera, a continuación se relacionan los proyectos definidos.

7.6 Instrumento de manejo 2. Fortalecimiento institucional y comunicación participativa

La diversidad de actores (públicos y privados) que interactúan en el proceso de ordenación de la zona marino costera y en la toma de decisiones que pueden afectar de manera positiva o negativa, crea la necesidad de fortalecer y mejorar los mecanismos de comunicación y articulación de las instituciones y comunidades locales, para ser actores activos en los diferentes procesos (gestión, administración).

Este instrumento tiene como objetivo fundamental lograr la coherencia entre todos los actores institucionales, mejorando su capacidad de gestión técnica y administrativa, y, de esta forma, poder planificar y direccionar la ordenación de la zona costera del departamento de Bolívar.

Los proyectos definidos para este instrumento se relacionan a continuación.

7.7 Instrumento de manejo 3. Planificación y gestión del riesgo

La zona marino costera del departamento de Bolívar está enfrentada a una serie de impactos ambientales de la mayor complejidad, debido al desarrollo industrial y portuario, y al aumento de eventos naturales extremos que ponen en riesgo la salud humana y la preservación de los ecosistemas marinos y costeros.

Este instrumento responde a identificar, controlar y minimizar las fuentes de riesgo que afecten o puedan afectar las poblaciones locales y los recursos naturales que se encuentran en la zona marino-costera. En este sentido se presentan los proyectos que fueron definidos para este instrumento.

8. Planificación financiera

8.1 Inversión del plan

El ordenamiento costero de la UAC Río Magdalena, complejo Canal del Dique -Sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, sector zona costera del departamento de Bolívar se consolida como una herramienta para realizar un uso sostenible del territorio. Para este efecto resulta necesaria la puesta en marcha de los programas y proyectos que permitirán realizar un manejo sostenible, para la financiación de estos proyectos es necesario su implementación en el corto (1 a 4 años), mediano (5 a 14 años) y largo plazo (15 a 21 años), teniendo en cuenta que las urgencias de las problemáticas encontradas en el área llevan a que los proyectos deban iniciar en el menor tiempo posible (corto plazo), sin embargo, algunos proyectos necesitan una vida de ejecución que va hasta el largo plazo, teniendo en cuenta que merecen continuidad a través del tiempo.

Es importante resaltar que la deficiencia observada en lo relacionado con el Saneamiento Básico en los municipios, corregimientos y demás asentamientos ubicados en la zona marino costera de Bolívar, conllevo a la elaboración de un análisis financiero de este ítem.

Teniendo como referente que el saneamiento básico incluye los servicios públicos domiciliarios de agua potable, alcantarillado, que adicionalmente contempla a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos líquidos, en lo relacionado con el aseo, la recolección, el transporte, el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos.

El saneamiento básico es importante, porque contribuye a mejorar las condiciones de salud, desarrollo social y económico y del medio ambiente en la zona marino costera.

Ya que existe una alta relación entre las condiciones de vida de un territorio y los niveles de salubridad, estas últimas impactan sobre la expectativa de vida de la población y las situaciones de insalubridad afecta a la población en especial a los grupos más vulnerables (niños y adultos mayores), comprometiendo el desarrollo de la zona marino costera del departamento de Bolívar.

A través de la implementación del saneamiento básico se obtiene el mejoramiento de la calidad ambiental (conservación de la biodiversidad, ecosistemas estratégicos y especies). Se mantiene el flujo necesario de bienes y servicios que brindan los ecosistemas.

Sin embargo, se evidencio en el escenario la escasez de recursos para cubrir el suministro de agua potable a la población localizada en la zona marino costera. Es bien conocido que las inversiones en tratamiento de aguas residuales resultan costosas. Por lo consiguiente se proponen a nivel nacional esquemas en cada uno de los servicios públicos, de la siguiente manera:

Acueducto y alcantarillado

- Promover esquemas regionales de prestación de los servicios que permitan aumentar las coberturas y mejorar la calidad del servicio.
- Optimizar las fuentes de financiación mediante la creación de bolsas departamentales.
- Mayor transparencia y seguimiento en la asignación de recursos públicos.
- Disminuir la contaminación de las cuencas crítica

Aseo

- Culminar con los procesos de cierre de botaderos a cielo abierto, enterramiento y disposición en cuerpos de agua.
- Fomentar la regionalización del servicio de aseo con énfasis en disposición final.
- Articular los recursos invertidos en el sector provenientes de diferentes fuentes.
- Fortalecimiento del sector de aseo a nivel empresarial

Adicionalmente la Ley 715 de Diciembre 21 de 2001, indica que los municipios están

obligados, con una participación de propósito general que incluye los recursos para agua potable y saneamiento básico (artículo 3).

En el artículo 78 “Destino de los recursos de la participación de propósito general. Los municipios clasificados en las categorías 4ª, 5ª y 6ª, podrán destinar libremente, para inversión u otros gastos inherentes al funcionamiento de la administración municipal, hasta un veintiocho por ciento (28%) de los recursos que perciban por la Participación de Propósito General. El total de los recursos de la participación de propósito general asignado a los municipios de categorías Especial, 1ª, 2ª y 3ª; el 72% restante de los recursos de la participación de propósito general para los municipios de categoría 4ª, 5ª o 6ª.

Del total de dichos recursos, las entidades territoriales destinarán el 41% para el desarrollo y ejecución de las competencias asignadas en agua potable y saneamiento básico. Los recursos para el sector agua potable

y saneamiento básico se destinarán a la financiación de inversiones en infraestructura, así como a cubrir los subsidios que se otorguen a los estratos subsidiables de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994.

El cambio de destinación de estos recursos estará condicionado a la certificación que expida la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, de acuerdo con la reglamentación que expida el Gobierno Nacional, en el sentido que el municipio o distrito tienen: a) Coberturas reales superiores a noventa por ciento (90%) en acueducto y ochenta y cinco por ciento (85%) en alcantarillado; b) Equilibrio financiero entre las contribuciones y los subsidios otorgados a los estratos subsidiables, de acuerdo con la Ley 142 de 1994 o aquellas que la modifiquen o adiciones; c) Que existan por realizar obras de infraestructura en agua potable y saneamiento básico en el territorio del municipio o distrito, adicionales a las tarifas cobradas a los usuarios (Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Proyectos saneamiento básico zona marino costera

No.	Proyecto	Costo (Millones aproximado)
1	Implementación de la cobertura de alcantarillado y sistemas para el tratamiento de aguas residuales domésticas.	250.000
2	Fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos en los centros poblados.	20.000
3	Ampliación de la cobertura de agua potable en los centros poblados.	18.000
	Total	288.000

Proyecto Saneamiento básico

En lo concerniente al plan de inversión del POMIAUC río Magdalena, sector Bolívar, la mayor inversión se realizara a mediano plazo (\$ 32.900 millones de pesos), para iniciar la implementación a corto plazo el monto es de \$ 31.000 millones de pesos y a largo plazo se espera que disminuya y por lo tanto el costo es de \$ 27.650 millones de pesos. (Figura 8.1).

Teniendo en cuenta la inversión realizada

por líneas de acción se puede observar que el mayor monto es invertido en la línea de “Conservación de Ecosistemas” con un porcentaje del 23 %, en esta línea se agrupan los programas de monitoreo, control y vigilancia y la protección a la biodiversidad (Figura 8.2). En orden de inversión se encuentra el instrumento de gestión del conocimiento e investigación (en donde se priorizaron los proyectos relacionados con conocimiento a la biodiversidad y monitoreo comunitarios).

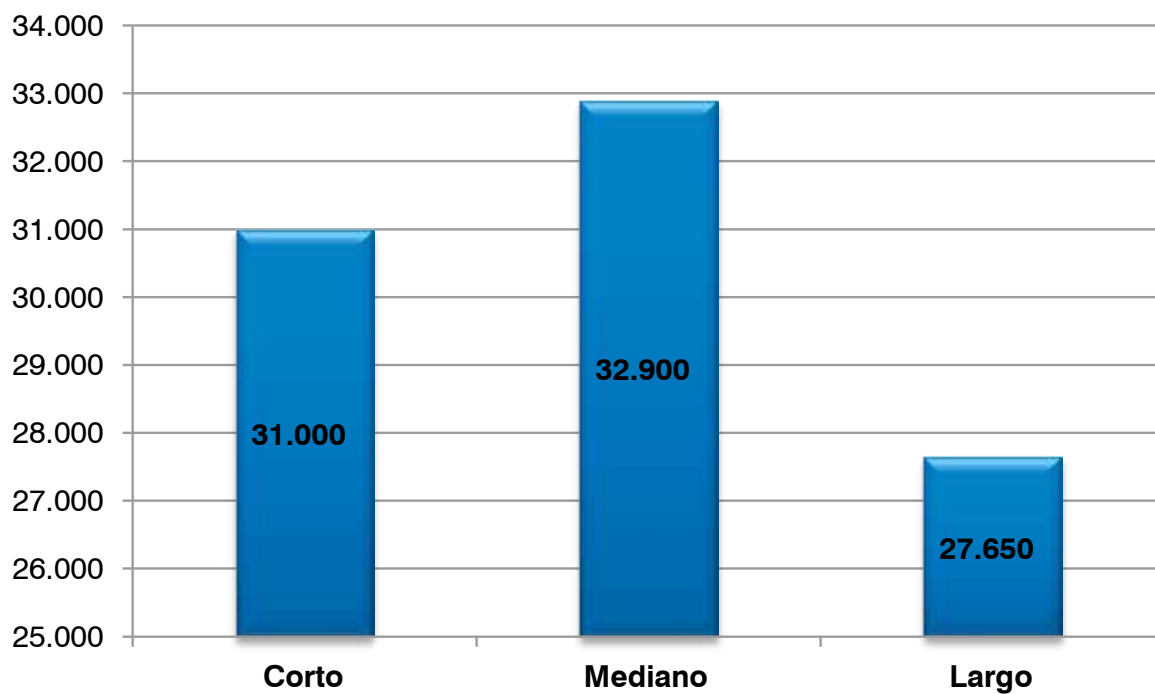


Figura 8.1. Monto de inversión estimados por plazos de ejecución.

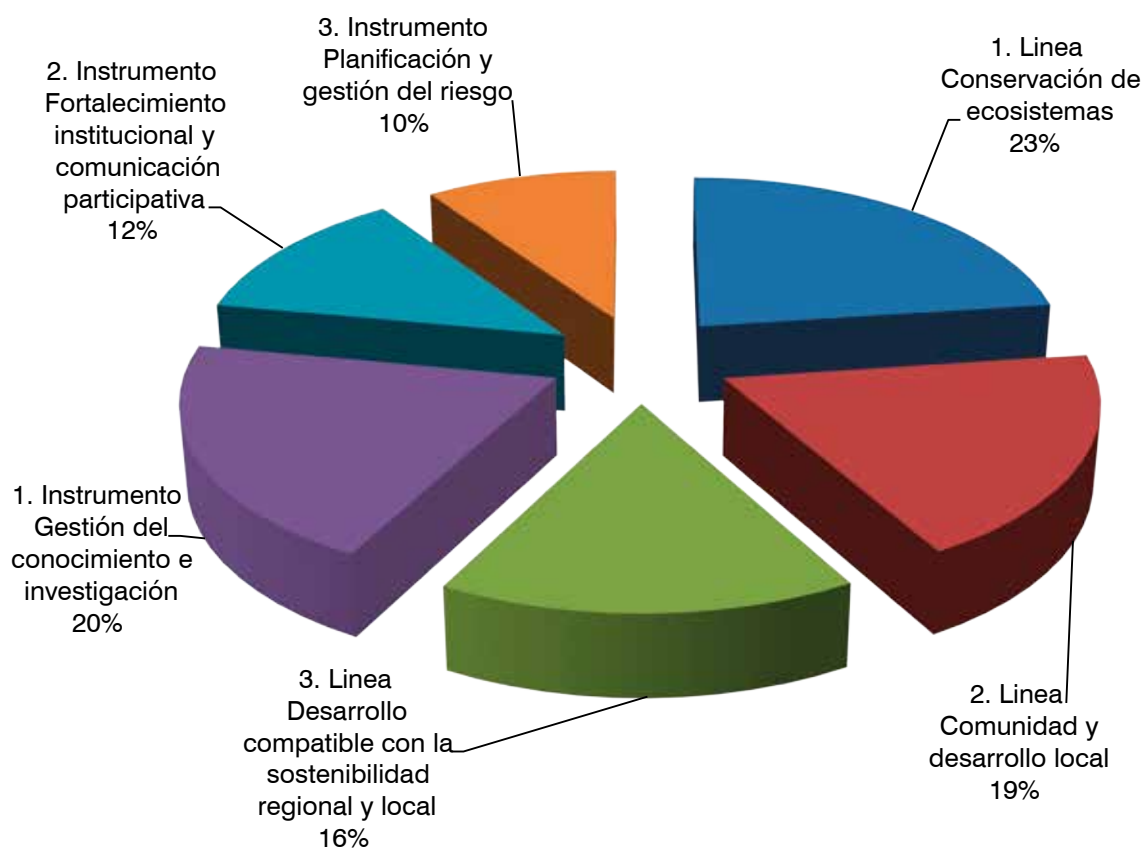


Figura 8.2. Porcentaje de monto de inversión según línea de acción e instrumento de manejo

Tabla 8.2. Montos de inversión por líneas de acción e instrumentos de planificación.

Líneas de Acción	Total (millones de pesos)
1. Conservación de ecosistemas	22300
2. Comunidad y desarrollo local	18450
3. Desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local	15550
Total Líneas	56300
Instrumentos	
1. Gestión del conocimiento e investigación	19700
2. Fortalecimiento institucional y comunicación participativa	12150
3. Planificación y gestión del riesgo	9350
Total Instrumentos	41200
Total	97.500

Dado a que plan de manejo debe estar articulado con otros mecanismos de planificación y ordenación de la zona marino costera del departamento de Bolívar, se han identificado en ellos algunas acciones, estrategias, programas u otros proyectos, que

ya cuentan con un valor aproximado para su implementación y que al momento de ejecutarse ayudarían a la financiación de proyectos del presente plan que tienen los mismos objetivos y por consiguiente están enlazados (Tabla 8.3); entre esos se encuentran:

Tabla 8.3. Línea de acción Conservación y ecosistemas

Línea	Programa	Número	Proyecto	Corto	Mediano	Largo	Total
1. Conservación de ecosistemas	1. Calidad ambiental marina y costera	1	Fortalecimiento de la Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad ambiental marina – REDCAM.	600	500	500	1600
		2	Control y vigilancia de las fuentes de contaminación que afectan los recursos naturales de la zona costera.	300	400	500	1200
		3	Análisis de riesgos ambientales por contaminación en la zona marino-costera.	200	300	400	900
	2. Sostenibilidad de la biodiversidad, protección y cuidado de la naturaleza	4	Conservación de los ecosistemas marino costeros.	800	1000	1200	3000
		5	Análisis de nuevas áreas de interés ambiental: caso isla Arena y complejo ciénaga Dolores.	900	900	2700	4500
		6	Restauración y protección de áreas de manglar.	400	1600	1600	3600
		7	Restauración y protección de áreas de bosque seco.	500	1000	1500	3000
		8	Implementación de planes de manejo y control de especies invasoras y lucha contra el tráfico ilegal de especies.	200	900	900	2000
		9	Evaluación de la resiliencia socio-ecosistémica en áreas silvestres y paisajes transformados frente al aprovechamiento y producción sostenible.	500	1000	1000	2500

A continuación se relaciona el Pomiuac, con costos estimados los diferentes proyectos y planes de manejo, con los cuales se debe articular el POMIUAC, es importante resaltar que el costo y

el porcentaje más elevado, están relacionado con desarrollo y la implementación de los proyectos de saneamiento básico (Figura 8.3)

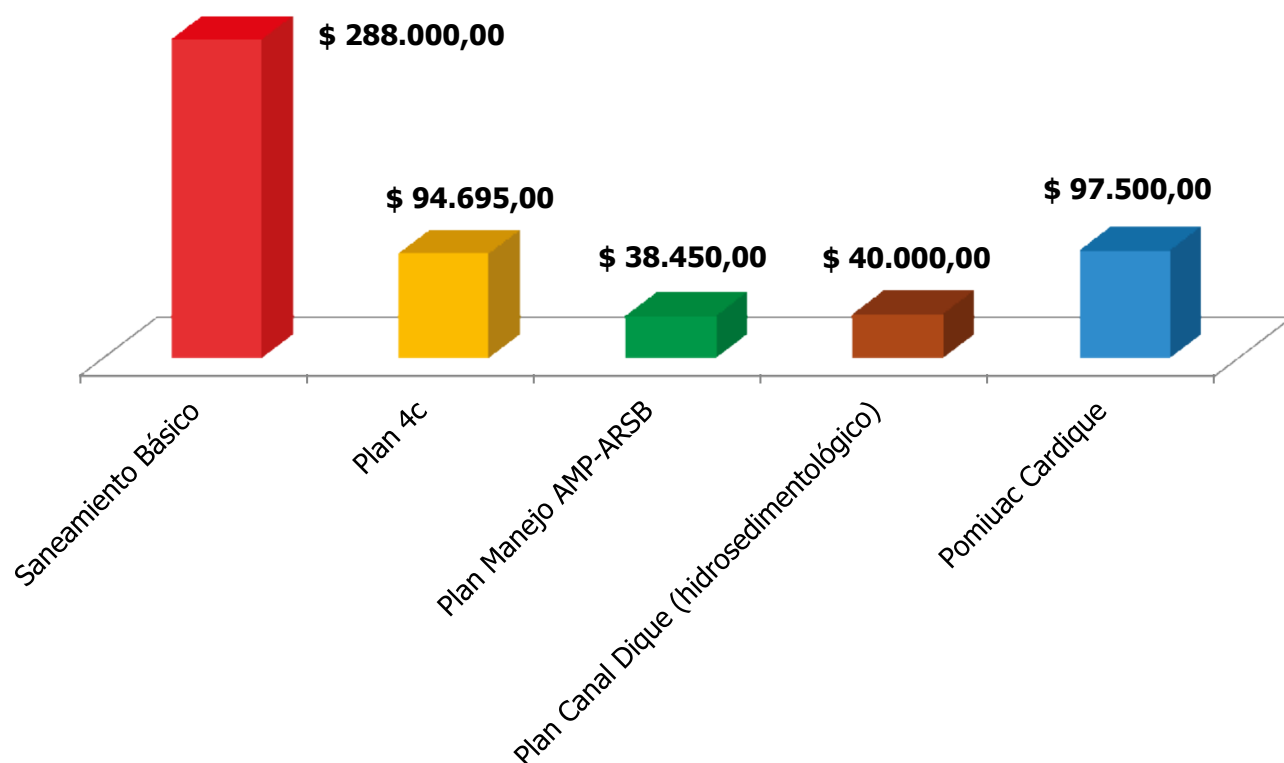


Figura 8.3. Monto de inversión, de los diferentes proyectos y planes.

A continuación se especifica la inversión por líneas de acción, programas, proyectos

del presente plan de manejo (Tabla 8.4 a la Tabla 8.9).

Tabla 8.4. Línea de acción Comunidad y desarrollo

Línea	Programa	Número	Proyecto	Corto	Mediano	Largo	Total
2. Comunidad y desarrollo local	3. Sustentabilidad de la pesca	10	Repoblamiento de especies marinas y dulceacuícolas en áreas que han sido impactadas por la contaminación y el deterioro natural.	500	500	600	1600
		11	Establecimiento de cuotas y vedas de pesca.	500	500	250	1250
		12	Creación de centros de acopio de pesca artesanal comunitarios.	500	100	100	700

Continuación Tabla 8.4.

Línea	Programa	Número	Proyecto	Corto	Mediano	Largo	Total
	4. Alternativas de medios de vida	13	Mantenimiento y limpieza de caños y ciénagas.	1.500	1000	600	3100
		14	Impulso y diversificación de la acuicultura comunitaria.	250	250	200	700
		15	Aprovechamiento de la energía solar como fuente de energía limpia y sustentable.	1.000	1.000	500	2500
		16	Silvicultura eco-amigable.	500	250	250	1000
		17	Huertas caseras.	600	300	150	1050
		18	Fortalecimiento del ecoturismo y artesanías comunitarias.	600	300	250	1150
		19	Empleo incluyente para el desarrollo local.	600	600		1200
		20	Alternativas para el manejo de desechos sólidos.	1.000	800	400	2200
		21	Modelo de granja integral autosuficiente eco-amigable.	1.000	500	500	2000

Tabla 8.5. Línea de acción Desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local

Línea	Programa	Número	Proyecto	Corto	Mediano	Largo	Total
3. Desarrollo compatible con la sostenibilidad regional y local	5. Desarrollo rural sostenible	22	Fortalecimiento en buenas prácticas ganaderas y agropecuarias para la sostenibilidad.	600	600	200	1.400
		23	Modelo de finca con sistemas silvopastoriles de producción ganadera	500	500	300	1.300
	6. Turismo empresarial sostenible	24	Implementación de prácticas de Producción Más Limpia (PML) para el sector hotelero.	1250	600	300	2.150
		25	Promoción de la certificación y el etiquetado de productos y servicios turísticos que tengan un impacto mínimo en los ecosistemas.	1000	500	400	1.900
	7. Sector industrial de la mano con el medio ambiente	26	Fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales industriales.	400	400	400	1.200
		27	Implementación de prácticas de Producción Más Limpia (PML) para el sector industrial.	1000	1000	500	2.500
		28	Minería bajo parámetros sostenibles.	200	200		400
	8. Desarrollo marino	29	Regulación de cultivos marinos y pesca industrial.	300	600	1200	2.100
	9. Sistemas urbanos sostenibles	30	Gestión ambiental urbana para la recuperación de las áreas naturales.	1000	500	500	2.000
		31	Establecimiento de medidas para direccionar el desarrollo turístico de condominios privados y casas recreacionales.	200	200	200	600

Tabla 8.6. Instrumentos de manejo - Gestión del conocimiento e investigación

	Programas	Número	Proyectos	Corto	Mediano	Largo	Total
1. Gestión del conocimiento e investigación	10. Biodiversidad, gestión del conocimiento, tecnología e información	32	Evaluación de la dinámica espacio-temporal de los ecosistemas playas y lagunas costeras en sectores priorizados de la zona costera de Bolívar.	500	500	500	1500
		33	Caracterización biofísica de áreas marinas, costeras y terrestres de interés para el sector minero-energético.	1500	1500	1000	4000
		34	Innovación, investigación y conocimiento tradicional para el desarrollo de la zona costera y sus habitantes.	500	600	600	1700
		35	Estudios sobre la dinámica oceanográfica y meteorológica del departamento de Bolívar y su área de influencia.	1000	700	500	2200
		36	Análisis de la problemática que ocasionan los sedimentos aportados por el Canal del Dique en los ecosistemas marino-costeros.	600	600	600	1800
		37	Estudios de evaluación y seguimiento al proceso de erosión costera.	500	600	400	1500
		38	Estudios de ecosistemas para el establecimiento de PSA.	2500	2500		5000
	11. Monitoreo comunitario	39	Monitoreo comunitario para la preservación.	1000	500	500	2000

Tabla 8.7. Instrumentos de manejo - Fortalecimiento institucional y comunicación participativa

Instrumento	Programa	Número	Proyectos	Corto	Mediano	Largo	Total
2. Fortalecimiento institucional y comunicación participativa	12. Educación para el fortalecimiento institucional	40	Educación ambiental como parte del desarrollo comunitario a través de los proyectos PRAE y PEI.	1500	1000	1000	3500
		41	Encuentros interinstitucionales para fortalecer la gestión del ordenamiento de la zona costera del departamento de Bolívar.	600	400	300	1300
		42	Programas de formación continua interinstitucionales para el manejo sostenible de la zona costera.	1800	600	400	2800

Continuación Tabla 8.7.

Instrumento	Programa	Número	Proyectos	Corto	Mediano	Largo	Total
	13. Gestión para la protección ambiental	43	Estudios de capacidad de carga turística sobre los ecosistemas estratégicos.	1000	500	500	2000
		44	Creación de símbolos emblemáticos para la protección de especies amenazadas de importancia para la región.	300	200	100	600
		45	Diseñar la estrategia financiera para las instituciones de la zona costera para manejo sostenible.	250	100	100	450
		46	Autogestión comunitaria para un desarrollo inclusivo.	500	600	400	1500

Tabla 8.8. Instrumentos de manejo - Planificación y gestión del riesgo

Instrumentos	Programa	Número	Proyectos	Corto	Mediano	Largo	Total
3. Planificación y gestión del riesgo	14. Prevención y respuesta ante impactos ambientales de origen antrópico	47	Creación y divulgación de un protocolo para prevenir los impactos ambientales de las obras de dragado, interrupción de canales y modificación de cauces de ríos.	400	200	150	750
		48	Mejoramiento de los mecanismos de control y vigilancia a los principales generadores de cargas contaminantes.	600	400	200	1200
		49	Inspección periódica y constante de puertos, buques y embarcaciones que transportan sustancias peligrosas o altamente contaminantes al medio marino.	500	600	800	1900
	15. Promoción de la gestión del riesgo	50	Reducción del riesgo de desastre ante eventos naturales extremos.	1000	1000	500	2500
		51	Priorización y ejecución de soluciones planteadas en estudios anteriores para prevenir, mitigar y controlar la erosión costera.	1000	1000	1000	3000

9. Referencias

- Acosta, Karina. 2012. Cartagena, entre el progreso industrial y el rezago social. Cartagena: Banco de la República, 2012.
- Afanador, F. y A. Carvajal. 2009. LIDAR, ortofotografía digital y SIG en análisis geomorfológicos del litoral, Caribe colombiano. Bol. Científico CIOH, 27: 112-134.
- Afanador, F., J. Gómez, F. Orozco y A. Carvajal. 2008. Ortofotografía digital y datos LIDAR para el control y administración del litoral en la isla de Tierra Bomba, Caribe colombiano. Bol. Científico CIOH, 26: 86-103.
- Afanador, F., Torres, R., Gómez, J. y Gutiérrez, J. 2006. LIDAR y fotografía aérea digital en la determinación del impacto del aumento en el nivel medio del mar en el sector de "La Boquilla", Cartagena de Indias, Caribe Colombiano. Boletín Científico CIOH;(24):94-106.
- Alvarado, E.M, F. Duque, L. Flórez, R. Ramírez. 1986. Evaluación cualitativa de los arrecifes coralinos de Islas del Rosario (Cartagena-Colombia). Boletín Ecotrópica: Ecosistemas Tropicales. 15: 1-30 p.
- Alonso, D.A., P.C. Sierra-Correa, F.A. Arias-Isaza y M.L. Fontalvo - Herazo. 2003. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico. Santa Marta, Colombia. Serie de documentos generales de INVEMAR N°. 12. 94p.
- Álvarez-León, R., L. Mendoza-Mazzeo y V. Georges. 2003. Factores de formación de las lagunas costeras del suroeste del Caribe colombiano. Acta Científica Venezolana, 54: 180-188.
- Andrade C., y Barton E. 2005. The Guajira upwelling system. Continental Shelf Research 25: 1003-1022.
- Andrade, C. 2000. Circulation and variability of the Colombian Basin in the Caribbean Sea. Ph.D. Thesis. University of Wales. 223 p.
- Andrade, C., Arias F., y Thomas, Y. 1988. Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Colombia). Boletín Científico CIOH, No. 8, Cartagena, pp. 71-81.
- Andrade, C., E. Barton and C. Mooers. 2003. Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean coast. J. Geophys. Res., 108(C6): 3185, doi:10.1029/2002jc001549.
- Andrade, C., Thomas, Y., Lonin, S., Parra, C., Menanteau, L. Cesaraccio, M., Kunesch, S., Andreau, A., Velasco, S. y Piñeres, C. 2004. Aspectos morfo dinámicos de la bahía de Cartagena de Indias Boletín Científico CIOH No. 22, ISSN 0120-0542. pp. 90-104.
- Andrade, C.A.; Thomas, Y.F.; Nicolae Lerma, A.; Durand, P., and Anselme, B., 2013. Coastal flooding hazard related to swell events in Cartagena de Indias, Colombia. Journal of Coastal Research, 29(5), 1126–1136.
- Andrade. 2002. Análisis del nivel del mar en la zona costera colombiana. En: INVEMAR (Ed). Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, Insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. Santa Marta, Colombia, Informe técnico N 4.
- Alcaldía de Cartagena de Indias, MADS, INVEMAR, CDKN y Cámara de Comercio de Cartagena. 2014. Plan 4C: Cartagena de Indias Competitiva y Compatible con el Clima. Editores: Zamora Bornachera, Anny Paola; López Rodríguez, Angela; Trujillo Gedeón, Verónica; Martínez Zuleta, Claudia; Llinás, Guillermo y Lacoste, Mathieu. Cartagena. Serie de Publicaciones Generales del INVEMAR No. 63. Santa Marta, 130 páginas.
- Arzuza, D.E., Moreno, M.I., & Salaman, P. 2008. Conservación de las aves acuáticas en Colombia. Conservación Colombiana 6:1-72. Junio 200
- Audemard, F. and F. Audemard. 2002. Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South America-Caribbean geodynamic interaction. Tectonophysics, 345: 299-327.
- Barón, A., T. Fernández y A. Pion. 1984. Evaluación del impacto producido por el canal del Dique como principal fuente de contaminación de la bahía de Barbacoas y las islas del Rosario. Informe de Avance INDERENA-CIP, Cartagena. 17 p.
- Barragán Muñoz, J. M.: "Coastal zone management in Spain (1975-2000)". Journal of Coastal Research, 19, 2, 2003, 314-325.
- Barrera, R. 1998. Geología de la plancha 016-017 Galerazamba-Barranquilla, escala 1:100000. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS.
- Barrera, R. 2001 geología de las planchas 016-017 Galerazamba-Barranquilla, escala 1:100000. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS.
- Bernal G., Poveda, G., Roldán, P. y Andrade, C. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (115): 195-208.
- Bordyue, B. 1974. Neogene biostratigraphy and paleoenvironments of lower Magdalena basin. Ph.D. Thesis, Louisiana State University. 265 p.
- Botero, C., G. Anfuso, N. Rangel-Buitrago y I. Correa. 2013. Coastal erosion monitoring in Colombia: overview and study cases on Caribbean and Pacific coasts. (Pág. 199 - 213). En: Cipriani, Luigi ed. Coastal erosion monitoring – A network of regional observatories. Direzione generale politiche ambientali, energia e cambiamenti climatic. Regione Toscana. 242 p.
- Brito, J.N. y L.C. Coelho. 2002. Fotogrametría Digital. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 215 p.
- Buchman, M.F. 2008. Screening Quick Reference Tables (SQURTs). NOAA OR&R report 08-1 Seattle WA, office of response and restoration division, national oceanic and atmospheric administration, 34 p.
- Bürgl, H. 1961. Historia Geológica de Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat., 1 (43), Bogotá.
- Cámara de Comercio de Cartagena. 2012. PLAN ESTRATÉGICO DEL DISTRITO TECNOLÓGICO DE CARTAGENA Y BOLÍVAR. Cartagena: s.n., 2012.
- Cañón M, Gavilán M, Morris L, Vanegas T. 2004. Informe: Presencia de organismos exógenos y patógenos en aguas de lastre buques tráfico internacional fase III. Centro de Investigaciones e Hidrográficas CIOH, Armada Nacional de Colombia.
- Caro, P., A. Huguett, L. Plazas y L. Vásquez. 1985. Geología del departamento del Atlántico, Informe No. 1940, INGEOMINAS, Bogotá.
- Carvajal Y., Jiménez, H., Materon, H. 1999. Efectos ecológicos del fenómeno ENOS en Colombia. En El Niño 1997-1998 y su impacto sobre los ecosistemas Marino y Terrestre. J Tarazona y E. Castillo (Eds.). Rev. Perú. biolo- volumen extraordinario. 152-159
- Carvajal, A. y J. Jurado. 2009. Caracterización físico - biótica del litoral del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. 39-56. En: DIMAR-CIOH (Eds.). Caracterización físico - biótica del litoral Caribe colombiano. Tomo II. Dirección Marítima-Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH, 2: 100, Cartagena de Indias.
- Cendales, M., S. Zea, y J.M. Díaz. Geomorfología y unidades ecológicas del complejo de arrecifes de las islas de rosario e isla barú (Mar Caribe colombiano). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 26 (101): 497-510.
- Centro de Investigación, Educación y Recreación (Oceanario Islas del Rosario). CEINER - 2011. Impacto de los sedimentos del Río Magdalena sobre los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario (Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo). 2011.

- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 2001. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano N° 2 de febrero de 2001. Disponible en Internet: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/ResumenClimatologico.php>
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 2003. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano N° 2 de octubre de 2003. Disponible en Internet: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/ResumenClimatologico.php>
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 2009. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano N° 2 de abril de 2009. Disponible en Internet: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/ResumenClimatologico.php>
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 2013. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano N° 2 de abril de 2013. Disponible en Internet: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/ResumenClimatologico.php>
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 1999. Carta de repartición de facies sedimentarias. Escala 1:300000. Cartagena.
- Centurioni, L.R. y Niiler, P.P. 2003. On the surface currents of the Caribbean Sea. *Geophysical Research Letter*, 30(6): 1279. Doi: 10.1029/2002GL016231
- CEPAL. 2002. Serie Recursos naturales e infraestructura No. 50. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Santiago de Chile, 68 p.
- Chávez Jr., P.S., 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sens. Environ.* 24: 459–479.
- Chuvieco, E. 2008. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio - 3ª Edición. Editorial Arieal. Barcelona. ISBN: 8434480778-9788434480773
- Cimab, 2010. Análisis de línea base sobre el manejo de las aguas residuales domesticas en la región del Gran Caribe. Informe Final, 46 p.
- Congalton, R. G., & Mead, R. A. 1983. A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49: 69–74.
- Congalton, R.G., Oderwald, R.G. and Mead, R.A. 1983. Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogramm. Eng. Remote Sensing*. 49: 1671
- Congalton, R.G. 1988. A comparison of sampling schemes used in generating error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(5):593-600.
- Congalton, R. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37:35-46.
- Congalton, R. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37:35-46.
- CONAMA - Consejo Nacional del Medio Ambiente de Brasil. 1986. Resolución CONAMA N° 20, de 18 de junio de 1986. 18 p.
- Cogua, P., N. H. Campos-Campos, y G. Duque. 2012. Concentración de mercurio total y metilmercurio en sedimentos y seston de la bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost* 41(2):287-285.
- COI (COMISIÓN OCEANOGRÁFICA INTERGUBERNAMENTAL). 2001. Normalización de los nombres de las formas del relieve submarino. Bureau Hidrográfico Internacional, Mónaco. 35 p.
- Cooper JAG, Anfuso G, Del R'io L (2009) Bad beach management: European perspectives, AU3 466 vol 460, *Geol Soc Am, Special Paper*. Geological Society of America, Boulder, pp 167–179.
- Cooper, J.A.G. y S. McLaughlin. 1998. Contemporary multidisciplinary approaches to coastal classification and environmental risk analysis. *J. Coastal Res*, 14 (2): 512-524.
- Correa, I. y G. Vernet. 2004. Introducción al problema de la erosión litoral en Uraba (sector Arboletes – Turbo) costa Caribe colombiana. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 33:7-28.
- Correa, I.D. 1990. Inventario de erosión y acreción litoral (1793-1990) entre Los Morros y Galerazamba, Departamento de Bolívar, Colombia. En: Hermelin, M. (Ed.) *Environmental Geology and Natural hazards of the Andean Region*, AGID Report 13, 129-142.
- Cortés, M. and J. Angelier. 2005. Current states of stress in the northern Andes as indicated by focal mechanisms of earthquakes. *Tectonophysics*, 403: 59–75.
- Cuarteto, A. y A.M. Felicísimo. 2003. Rectificación y ortorectificación de imágenes de satélite: análisis comparativo y discusión. *GeoFocus*.3: 45-57.
- Cubillos, C. y Duarte, J. 2007. Estudio e investigaciones de las obras de restauración ambiental y de navegación del canal del Dique. Pág.1-106.
- Cracknell, A. P. 1998. Synergy in remote sensing—What's in a pixel? *International Journal of Remote Sensing*, 19: 2025–2047.
- DANE. 2012. Departamento Nacional de Estadística. [En línea] 2012. [Citado el: 12 de Marzo de 2014.] http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4.
- Dicks, S. and Lo, T. 1990. Evaluation of thematic map accuracy in a land-use and land-cover mapping program. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56(9): 1247-1252.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F.A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas Corallinas de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 5. Santa Marta, Colombia. 176 p.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, y D.I. Gómez-López (eds.). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie publicaciones especiales No. 10. Santa Marta, 160p.
- DNP. 2012. Departamento Nacional de Planeación. [En línea] 2012. [Citado el: 12 de Febrero de 2014.] <https://www.dnp.gov.co/>.
- Duque-Caro H. 1984. Estilo estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del terreno Sinú–San Jacinto en el noroccidente de Colombia. *Boletín geológico de Ingeominas*, 27 (2). Santafé de Bogotá. Colombia. 29 p.
- Duque-Caro, H. 1967. Informe Bioestratigráfico preliminar de los cuadrángulos D-8 y E-8. *Serv. Geol. Nal.*, Informe 1522, Bogotá.
- Duque - Caro, H. 1979. Major structural elements and evolution of northwestern Colombia. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 29: 329-351.
- Duque - Caro, H. 1994. Structural style, diapirism, and accretionary episodes of the Sinú–San Jacinto terrane, southwestern Caribbean

- borderland. 303-316. En: Bonini W.E. and R.B. Hargraves (Eds.). The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics. Geological Society of America Memoir, 162.
- Duque-Caro, H., O. Guzmán y R. Hernández. 1991. Estratigrafía de la plancha 38, Carmen de Bolívar. INGEOMINAS, (inédito), Bogotá.
- Ercilla, G., B. Alonso, F. Estrada, F. Ghiocci, J. Baraza and M. Farran. 2002. The Magdalena turbidite system (Caribbean Sea): present-day morphology and architecture model. *Marine Geology*, 185: 303-318.
- FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 236 p.
- Fabricius, K.E. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50: 125–146 p.
- Fisher, P. 1997. The pixel: A snare and a delusion. *International Journal of Remote Sensing*, 18: 679–685.
- Foody, G. 1992. On the compensation of chance agreement in image classification accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58(10): 1459-1460.
- Foody, G. M. 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80: 185–201.
- Franco, A., J. Restrepo., N. Sanabria., J. Gutiérrez. 2013. Caracterización y distribución de facies sedimentarias en la bahía de Cartagena, Colombia. *Bol. Geol. Vol.35 no.1*. INVEMAR-MADS. Plan de Manejo del Área Marina Protegida de los Archipiélagos de Rosario y San Bernardo AMPARSB (2013-2023). Editado por: Ximena Rojas, Leonardo Ospino, Ángela López, Anny Paola Zamora, Venus Rocha, David Andrade. Santa Marta, Diciembre de 2012. 155 p.
- Flinch, J. F. 2003. Structural evolution of the Sinú-Lower Magdalena area (Northern Colombia). 776-796. En: Bartolini, C., R. T. Buffler and J. Blickweide (Eds.). The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: AAPG Memoir, 79.
- Fundación Neotrópicos, 1999. Estudio de Impacto Ambiental Emisario Submarino de Cartagena. Cartagena. 168 p.
- Garay, J. 1993. Informe final del proyecto regional FP/5101-90-02-6912 UCR/CAR/COI/CIOH. Evaluación del impacto sobre ecosistemas marinos costeros generados por el uso de plaguicidas en zonas agrícolas (arroceras) adyacentes a la ciénaga de La Virgen, municipio de Cartagena, Colombia. CIOH, Cartagena.
- Gil-Agudelo, D.L., J. Garzón-Ferreira, A. Rodríguez-Ramírez, M.C. Reyes-Nivia, R. Navas- Camacho, D.E. Venera-Pontón, G. Díaz-Pulido y J.A. Sánchez. 2006. Blanqueamiento coralino en Colombia durante el año 2005: 83-87. En INVEMAR Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros de Colombia: año 2005. Serie de publicaciones periódicas del INVEMAR No. 8, Santa Marta. 360 p.
- Giannini, A.; Kushnir, y. and M.A. Cane. 2000. Interannual variability of Caribbean rainfall, ENSO and the Atlantic Ocean. *Journal of Climate*, 13: 297–311.
- Gillespie, R., Butler, M., Anderson, N., Lucera, H. and LeBlanc, C. 2000. MGDI: An Information Infrastructure to Support Integrated Coastal Management in Canada. *GeoCoast*. 1:15-24.
- Gracia, A., N. Rangel-Buitrago. y J. Sellanes. 2012. Methane seep molluscs from the Sinú–San Jacinto fold belt in the Caribbean Sea of Colombia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Vol. 92/Issue 06, pp 1367-1377.
- Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales
- Goda Y. 1988. On the methodology of selecting design wave height. In Proceedings of the twenty-first coastal engineering conference. Malaga, Spain
- Gómez Giraldo, E. A., Osorio Arias, A. F., Toro Botero, F. M., Osorio Cano, J. D., Álvarez Silva, O. A., & Arrieta, A. 2009. Patrón de circulación en bahía Barbacoas y su influencia sobre el transporte de sedimentos hacia las islas del Rosario. *Avances en Recursos Hidráulicos*, (20), 21-39.
- Gómez, A., Osorio, A.F., Toro, F.M., Osorio, J.D., Álvarez, O.A. 2009. Efecto del cambio de los caudales del Canal del Dique sobre el patrón de circulación horizontal en la bahía de Barbacoas. *Boletín Científico CIOH No. 27*, ISSN 0120-0542, 90-111 p.
- Gómez, J., J. Carvajal y J. Otero. 2012. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano. Convenio Especial de Cooperación Colciencias – Gobernación del Magdalena – Invemar. Serie de Publicaciones Especiales No. 54. 110 p.
- Gordon, A. 1967. Circulation of the Caribbean Sea. *J. Geophys. Res.*, 72(24): 6207-6223.
- Gornitz, V. M., R. C. Daniels, T.W. White y K.R. Birdwell, K. 1994. The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the U.S. Southeast. En: Fink, C.W. (Ed) Coastal hazards: Perception, susceptibility and mitigation. *J. Coastal Res*, SI 12: 327-338.
- Gopal, S., & Woodcock, C. 1994. Theory and methods for accuracy assessment of thematic maps using fuzzy sets. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60: 181–188.
- Graham N.A.J, McClanahan T.R, MacNeil M.A, Wilson S.K, Polunin N.V.C. 2008. Climate Warming, Marine Protected Areas and the Ocean-Scale Integrity of Coral Reef Ecosystems.
- Green, E., Mumby, P., Edwards, A. y Clark, C., 2000. Remote sensing handbook for tropical coastal management. Coastal Management Sourcebooks, 3. UNESCO Publishing, Paris, France, 316
- Gil-Torres W., Fonseca, G., J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez, M., Sierra-Correa, P.C., Hernández-Ortiz, M., A. López. y C. Segura-Quintero. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira. 283 páginas + 2 anexos.
- Gumbel E. J. 2004. Statistics of Extremes. Courier Dover Publications. ISBN: 978-0486436043. Consultado el 28 de febrero de 2014 en: <http://books.google.com.co/>
- Gutiérrez F.P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 118 p.
- Gutiérrez-Moreno, C., Marrugo, M., Lozano-Rivera, P., Cristina-Sierra, P. y Andrade, C. 2011. Capítulo 3 Clima marino del libro: El entorno ambiental del parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Pág. 416.
- Guzmán, G., G. Reyes y D. Ibáñez. 1998. Geología de la plancha 23 Cartagena, escala 1:100000, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine Freshwater Research*. 50: 839-66 p.
- Hubbard, D. K. 1986. Sedimentation as a control of reef development: St. Croix, USVI. *Coral Reefs*, 5(3), 117-125.
- IDEAM– Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá D.C. 409 p.

- INGEOMINAS, Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe y Pacífico colombiano. Publicación especial No. 21 1998. 114p.
- INGEOMINAS, 2003. Geología de los Cinturones Sinú-San Jacinto. Planchas 50 Puerto Escondido, 51 Lórica, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61, Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta. Escala 1:100.000. Memoria explicativa por Geotec Ltda. 225 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2010. Biodiversidad del Margen Continental del Caribe colombiano. Serie de publicaciones especiales, Invemar. No 20. 485 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2011. Diseño e implementación de un programa de adaptación al cambio climático en las áreas insulares del Caribe continental colombiano. Análisis de las condiciones ambientales históricas del Área Marina Protegida Corales del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte y sus implicaciones en el mantenimiento de los arrecifes coralinos. Proyecto INAP. Informe Técnico Final. Santa Marta. 47 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2011. Informe del estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2010. Serie de publicaciones periódicas no.8. Santa Marta, 322 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2012. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 203 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2012. Caracterización geológica, geomorfológica y oceanográfica del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB), Caribe colombiano, con énfasis en los procesos de erosión y sedimentación. INFORME TÉCNICO FINAL. Programa de Geociencias Marinas. INVEMAR. 137 p.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2012. Formulación de los lineamientos de adaptación en Cartagena de Indias. Cartagena: s.n., 2012.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2013. Elementos técnicos y generación de capacidad para el ordenamiento y manejo de los espacios y recursos marinos, costeros e insulares de Colombia. Código: ACT-VAR-001-013. Informe técnico final. Convenio MADS-INVEMAR No. 57. Santa Marta.
- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". 2014. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM.
- INVEMAR - CARDIQUE. 2003. Elaboración de un modelo de desarrollo sostenible para los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo, Santa Marta. 276 p.
- INVEMAR y MADS - Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" – INVEMAR y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. 2011. Desarrollo de Fundamentos para el Fortalecimiento de los Parámetros y los Límites Permisibles de los Vertimientos Puntuales a las Aguas Marinas en Colombia. Informe Final. Santa Marta. 189 p.
- INVEMAR – MADS. 2012. Estudios para la prevención y mitigación de la erosión costera. Convenio MADS – INVEMAR. Informe técnico final para Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Santa Marta. 650 p.
- INVEMAR-Parques Nacionales. 2012. Elaboración de documento síntesis como insumo principal para la declaratoria de áreas marinas protegidas con presencia de bancos de corales de profundidad en el Caribe colombiano. Documento técnico de consultoría. 97 p.
- INVEMAR - Parques Nacionales. 2012. Elaboración de documento síntesis como insumo principal para la declaratoria de áreas marinas protegidas con presencia de bancos de corales de profundidad en el Caribe colombiano. Documento técnico de consultoría. 97 p.
- 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. Serie de Documentos Generales de INVEMAR 41. Santa Marta. 106 p.
- Javelaud, O. 1987. La sedimentation du plateau continental de la Colombie Caraibe au cours du Quaternaire terminal. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux. Bordeaux. 382 p.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., and Joseph, D. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. Bulletin of the American meteorological Society, 77(3), 437-471.
- Kahng1, JM Copus and D Wagner. Recent advances in the ecology of mesophotic coral ecosystems (MCEs) SE 2014. Current Opinion in Environmental Sustainability 2014, 7:72–81
- Kleypas, JA, y Hoegh-Guldberg, O. 2008. Coral reefs and global climate change, Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005, C Wilkinson, Ed., Global Coral Reef Monitoring Network. Bulletin of Marine Science, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science of the University of Miami 2(3) 19-29 p.
- Koch, M.S., Schopmeyer, S., Kyhn-Hansen, C., Madden, C.J. 2007. Synergistic effects of high temperature and sulfide on tropical seagrass. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 341: 91-101 p.
- Kolla, V. y R. Buffler. 1985. Morphologic, acoustic, and sedimentologic characteristics of the Magdalena fan. Geo- Marine Letters, 3: 85-91.
- Kolla, V., R. Buffler and J. Ladd. 1984. Seismic stratigraphy and sedimentation of Magdalena fan, Southern Colombian basin, Caribbean Sea. AAPG Bulletin, 68: 316-332.
- Kraemer A. R, Choudhury K. y E. Kampa, 2001. Protecting Water Resources: Pollution Prevention, Thematic Background Paper – International Conference on Freshwater Bonn 2001, Secretariat of the International Conference on Freshwater Bonn 2001 (Ed) Bonn, 2001, Disponible en: <http://www.water-2001.de>. 31/03/2014.
- Landis, JR y Koch, GG 1977 "La medición de la concordancia de los observadores para los datos categóricos" en Biometría. .
- Lapointe, B.E. 1997. Nutrient Thresholds for Bottom-Up Control of Macroalgal Blooms on Coral Reefs in Jamaica and Southeast Florida. Limnology and Oceanography, Vol. 42, No. 5, Part 2: The Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms. (Jul., 1997). 1119-1131 p.
- Leyva, P., I Pabón, J., González, H., León, G., Zea, J., Hidalgo, F., Martínez, M. y Rivera, L. 1999. Los Ciclones Tropicales en el Caribe Colombiano y Medidas de Prevención. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. ISBN: 958-8067-01-4.
- Lillesand, T. and Kiefer, R. 1994. Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Lonin, S. 1998. Cálculo de la transparencia del agua en la bahía de Cartagena Boletín Científico CIOH No. 18, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 85–92.
- Lonin, S. y Giraldo, L. 1995. Circulación de las aguas y transporte de contaminantes en la bahía Interna de Cartagena Boletín Científico CIOH No. 16, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 25-56.
- Lonin, S., Parra, C., Andrade, C. y Thomas, Y-F. 2004. Patrones de la pluma turbia del canal del Dique en la bahía de Cartagena. Boletín Científico CIOH No. 22, ISSN 0120-0542, Cartagena De Indias, Colombia, Pp. 77-89.

- Lozano-Rivera, P., 2007. Técnicas de percepción remota y sistemas de información geográfica para la delimitación de bosques de manglar. Documento interno. Reporte final, orden de servicio No. 107-07, INVEMAR, Santa Marta.
- Min Agricultura. 2014. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [En línea] 2014. [Citado el: 3 de Abril de 2014.] <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/inicio.aspx>.
- MMA - Ministerio del Medio Ambiente. 2001. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras de Colombia. Dirección de Ecosistemas –MMA. Bogotá, D.C., Colombia. 95 p.
- 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
- MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. Comité técnico del Consejo Ambiental Regional de la Sierra Nevada de Santa Marta – CARSNSM. AGENDA 21/Septiembre de 2007. Presentación institucional. Versión digital.
- MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento: Departamento de Bolívar / Viceministerio de Agua y Saneamiento (Ed.). Bogotá. 25 p.
- MADS-WWF - Ministerio del Ambiente y Desarrollo sostenible y World Wildlife Foundation. 2009. Plan nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. 214 p.
- Min Salud - Ministerio de Salud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 61 p.
- Mather, p. M. 2004. Computer processing of remotely sensed images: an introduction. Third edition. Wiley Ed. Chapter 4. 325p.
- Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds.). 2002. Libro Rojo de Peces Marinos de Colombia. INVEMAR. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. La Serie Libro Rojo de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 173 p.
- Mesa, O.; Poveda, G. y Carvajal, L. 1997. Introducción al clima de Colombia. Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Facultad de Minas.
- Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Imprenta Universidad Nacional. Santafé de Bogotá, D.C. 390 pág.
- Molina, A., Pelgrain, A., Suzunaga, J. y Giraldo, L. 1996. Comportamiento de la dinámica marina en el sector costero entre Galerazamba y Cartagena. Boletín Científico CIOH No. 17, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 73–78.
- Molinari, R. L., M. Spillane, I. Brooks, D. Atwood and C. Duckett. 1981. Surface currents in the Caribbean Sea as deduced from lagrangian observations. J. Geophys. Res. 86:6537-6542 p
- Molinari, R., Atwood, D., Duckett, C., Spillane, M. and Brooks, I. 1980. Surface currents in the Caribbean Sea as deduced from satellite tracked drifting buoys. In Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Vol. 31, pp. 106-115.
- NCEA, 2013. Revisión del informe EIA para el dragado del canal de acceso Varadero a la Bahía de Cartagena, Colombia. Revisión asesorada por un grupo de trabajo de la Comisión Holandesa de Evaluación Ambiental y presentada ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia. Borrador final. 26 p + 6 anexos.
- Nguyen Dinh Duong, Le Kim Thoa, Nguyen Thanh Hoan. 2000. Some Advanced Techniques for spot 4 XI Data Handling. 21st Asian Conference on Remote Sensing. Institute of Geography, Hoang Quoc Viet Rd., Cau Giay, Hanoi, Vietnam. <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts9/imgp0007pf.htm>
- Nicolae, A., François, Y., Durand, P., Torres, R., y Andrade, C. 2008. Variabilidad del nivel del mar desde 1950 hasta el 2000 y riesgos asociados a episodios de mar de leva en las penínsulas de Bocagrande y Castillogrande. Boletín Científico CIOH No. 26, ISSN 0120-0542, pp. 72-85.
- Nivia, A. 1987. Geochemistry and origin of the Amaime and Volcanic Sequences, Southwestern Colombia: Unpublished Master of Philosophy thesis. University of Leicester, Leicester, UK. 163 p.
- Núñez, S., López, N., García, C y Navas, G. 1999. Caracterización y comportamiento bimensual de la comunidad sésil asociada con el litoral rocoso de Bocachica, isla de tierra bomba, Caribe colombiano. Ciencias marinas, 25(4):629-646.
- Orozco, F., López, R. y Cañón M. 2008. Determinación de la variación en la composición y estructura de la comunidad zooplanctónica en relación con las condiciones fisicoquímicas, en la bahía de Cartagena (departamento de Bolívar) 2006. Boletín Científico CIOH No. 26, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 117-142.
- Ortiz-Royero, J. C., L. J. Otero, J. C. Restrepo, J. Ruiz y M. Cadena. 2013. Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 2797–2804.
- Osorno, A., D.L Gil-Agudelo, y L.A. Gómez-Lemos. 2009. Plan de investigación para la Conservación de *Cittarium pica*. INVEMAR. Serie de publicaciones especiales. No 16. Santa Marta. 72 p.
- Page, W. 1986. Geología sísmica y sismicidad del Noroeste de Colombia. ISA-INTEGRAL-WOODWARD - C LYDE CONSULTANTS. Versión española por Rodrigo Álvarez, Ingeniería e Hidrosistemas IEH Ltda.156p.
- Pagliardini J. L., Gómez M. A., Gutiérrez T., Zapata D. S., Jurado R. A., Garay J. A., Venette G. 1998. Síntesis del Proyecto bahía de Cartagena. Boletín Científico CIOH. No. 4. Cartagena, pp. 49-110.
- Pineda, I.J., L.A. Martínez, D.M. Bedoya, P. Caparrosa, J.A. Rojas. 2006. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. UAESPNN. Territorial Costa Caribe, Cartagena. 379 p.
- Pinzón J., H., Perdomo, y J.M Díaz. 1998. Isla arena, una formación coralina saludable en el área de influencia de la pluma del río Magdalena, plataforma continental del Caribe colombiano. Bol. Invemar, 27(1): 21-37.
- Pinzón, C. 2002. Proyecto Tortugas marinas del Caribe colombiano, Sector Dibulla - Cartagena de Indias D.T.C.H. Informe final. Santa Marta.
- PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2000. América Latina y el Caribe, en: Perspectivas del Medio Ambiente GEO-ALC. Costa Rica, 144 p.
- PNN - Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2007. Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. Sánchez, G.; Hernández, M.; Mayor, G.; Gómez, C.; Corredor, I.; Puentes, M.; Blanco, W.; Muñoz, M.; Pinzón, J.; Franke, R.; Operarios del parque. (2006). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Caribe. Cartagena.
- Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. 2001. Decreto del Plan de Ordenamiento Territorial - POT de Cartagena: 232 pág.
- PNNCRSB, 2011. EL entorno ambiental del parque
- Posada, B.O y W. Henao, 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR. Serie Publicaciones

- Especiales No 13. Santa Marta, 124 p.
- Posada, B.O. y W. Henao. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta. 124 p.
- Posada, B.O., D. Morales-G y W. Henao P. 2011. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del territorio insular colombiano, INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 24, Santa Marta. 122 p.
- Proyecto Cartagena Cómo Vamos. 2011. Informe: Evaluación de la calidad de vida en Cartagena. Cartagena. 10 p.
- Pujos, M. y O. Javelaud. 1991. Depositional facies of a mud shelf between the Sinú River and the Darien Gulf (Caribbean coast of Colombia): Environmental factors that control its sedimentation and origin of deposits. *Continental Shelf Research*, 11(7): 601-623.
- Powell, R.L., N. Matzke, C. de Souza Jr, M. Clark, I. Numata, L.L. Hess and D.A. Roberts. 2004. Sources of error in accuracy assessment of thematic land-cover maps in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment* 90: 221-234.
- Rangel N. 2013. Determinación de la vulnerabilidad y riesgo costero por medio del uso de herramientas SIG y métodos multicriterio en la línea de costa del departamento de Bolívar. Informe técnico final. Invemar. 45 p
- Ramírez, L.F., Alonso, D., Segura-Quintero, C., Moreno, R., Mendoza, S., Maldonado, J., Castro, A.P., Calero, L.A., Zamora, A., Bohórquez, E. y Franke, R. 2009. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas, Caribe colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe-SIRAP Caribe, Corporación Autónoma Regional de Sucre-CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional de la Guajira-CORPOGUAJIRA y Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UAESPNN. Santa Marta, Colombia, 24 p.
- Reading, H.G. and M. Richards. 1994. Turbidity systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 78: 792-822.
- Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Restrepo, J.D., P. Zapata, J.M. Díaz, J. Garzón-Ferreira, C. García y J.C. Restrepo. 2005. Aportes fluviales al mar caribe y evaluación preliminar del impacto sobre los ecosistemas costeros. In: J.D. Restrepo (ed.). *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*. Fondo Editorial Universidad EAFIT, pp. 187-215.
- Restrepo, J.D., P. Zapata, J. Díaz, J. Garzón-Ferreira y C. García. 2006. Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia. *Global and Planetary Change* 50, 33-49 p.
- Restrepo, J.D. y S. López. 2008. Morphodynamics of the Pacific and Caribbean deltas of Colombia, South American. *Journal of South American Earth Sciences* 25: 1-21.
- Restrepo L.J.C., Franco A.D.A., Escobar, J., Correa, I.D., Otero, L., y Gutiérrez B.J. 2013. Bahía de Cartagena (Colombia): Ambientes Sedimentarios y distribución de los sedimentos superficiales. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 99-112
- Reyes, G. y J. Clavijo. 1996. Geología estructural de los Cinturones de San Jacinto y Sinú norte. 7 Congr. Col. Geol.
- Reyes, G., A., G. Guzmán, G. Barbosa, G. Zapata. 1998. Geología de la plancha 29-30 Arjona, escala 1:100000. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS.
- Reyes, G., A., G. Guzmán, G. Barbosa, G. Zapata. 2001. Geología de las Planchas 23 Cartagena y 29-30 Arjona, escala 1:100.000. Instituto Colombiano de Geología y Minerías, INGEOMINAS. 69 p.
- Reyes J.O., N. Santodomingo., A. Gracia., G.H. Borrero-Pérez., G.R. Navas., L.M. Mejía-Ladino., A. Bermúdez, y M. Benavides. 2005. Southern Caribbean azooxanthellate coral communities off Colombia, 309-330. En: Freiwald A. y J.M. Roberts, *Cold-water Corals and Ecosystems*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1267 p.L
- Richardson, P. 2005. Caribbean Current and eddies as observed by surface drifters. *Deep-Sea Res. Pt. II*, 52: 429-463.
- Robertson, K. 1989. Evolución reciente del delta del Río Sinú, Colombia. *Cours International d'Océanographie Côtière en Région Caraïbe*, Bulletin IGBA Bordeaux, 45: 305-312.
- Romero, Rodríguez, D. A. 2013. Variables ambientales durante eventos de blanqueamiento coralino en el Caribe colombiano. Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia.
- Rosenfield, G. and Fitzpatrick-Lins, K. 1986. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52(2): 223-227.
- Royo y Gómez, J. 1950. Geología de la Isla de Tierra Bomba, Cartagena, y estudios de abastecimientos de Caño de loro mediante aguas subterráneas. Ingeominas, CEGOC, 8. Bogotá.
- Rueda, M., D. Marmol, E. Viloria, O. Doncel, F. Rico-Mejía, I. García y A. Girón. 2010. Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia. INVEMAR, INCODER, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS-ANH. Santa Marta. 128 p.
- Ruiz-Ochoa, M. A. 2011. Variabilidad de la Cuenca Colombia (mar Caribe) asociada con El Niño-Oscilación del Sur, vientos Alisios y procesos locales. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia - Medellín.
- Sánchez – Páez H., Ulloa-Delgado G.A., & Tavera-Escobar H.A. 2004. Manejo Integral de los Manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 REV 1 (F) "Manejo Sostenible y Restauración de los Manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia" MAVDT, Dirección de Ecosistemas. CONIF. OIMT. Bogotá 335p
- Sáenz, H.F., L.M. García, D. Vega, J.M. Beltrán, M.P. Martínez, C. Uribe, M.P. Bolaño, T. Posada Y F.A. Herrera. 2013. Comunidades marinas, calidad de aguas y sedimentos en la zona próxima a los pozos exploratorios Mapalé-1 y Mapalé-2 (RC5), Caribe colombiano. Coordinación de Servicios Científicos. INVEMAR. Informe Técnico Final (ITF) para la empresa Equion Energía Ltd. Santa Marta, D.T.C.H. 348 p. + anexos
- Salisbury, J., Campbell, J., Meeker, L., and Vörösmarty, C. 2001. Ocean color and river data reveal fluvial influence in coastal waters. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 82 (20), 221-227.
- Shepard F., 1973. Sea Floor off Magdalena Delta and Santa Marta Area, Colombia. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 1955-1972.
- SIGOT. 2005. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA PLANEACIÓN Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL. [En línea] 2005. [Citado el: 25 de Marzo de 2014.] <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>.
- SINCHI-IDEAM-HUMBOLDT-UAESPNN-IGAC. 2009. Leyenda para la elaboración del mapa nacional de coberturas de la tierra según metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000. Convenio especial de cooperación 018 de 2008. Bogotá.
- Sistema de información en biodiversidad marina de Colombia – SIBM. INVEMAR. Consultado en el mes de Junio del 2012.

- Sole de Porta, N. 1960. Observaciones palinológicas sobre el Plioceno de Cartagena (Colombia). UIS, Bol. Geol., (4). Bucaramanga.
- Stehman, S. 1997. Estimating standard errors of accuracy assessment statistics under cluster sampling. *Remote Sensing of Environment*, 60: 258-269.
- Sunamura, T. 1992. *Geomorphology of rocky coast*. John Wiley and sons. 302 p.
- Sullivan-Sealy, K. and G. Bustamante, Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. 1999, Arlington, Virginia. 125.
- Taboada, A., L. A. Rivera, A. Fuenzalida, A. Cisternas, H. Philip, H. Bijwaard, J. Olaya, y C. Rivera. 2000. Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia): *Tectonics* 19 (5): 787-813.
- TEEB. 2008. *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad*. Belgium: Publications.europa.eu, 2008.
- Thieler, E.R., y W. Danforth. 1994. Historical shoreline mapping: improving techniques and reducing positioning errors. *Journal of Coastal Research*, 10 (3): 549-563
- Toto, E. y J. Kellogg. 1992. Structure of the Sinu-San Jacinto fold belt. An active accretionary prism in northern Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 5 (1): 211-222.
- Trenkamp, R., J. Kellogg, J. Freymueller y H. Mora. 2002. Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2): 157-171.
- Tuchkovenko, Y. Lonin, S. y Calero, L. 2002 Modelo de eutrofización de la bahía de Cartagena y su aplicación práctica *Boletín Científico CIOH* No. 20, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 28-44.
- UN (Universidad del Norte) – CIOH – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 1999. Plan de restauración ambiental de los ecosistemas degradados por el área de influencia del canal del Dique. Diseño preliminar del modelo numérico 2D-3D de calidad para el canal del Dique y sus sistemas lagunares. Cartagena. Informe ejecutivo. 24 p.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1984. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. Manuales y guías No. 13 de la COI. 87 p.
- Ulloa, G. 2001. Zonificación para el Manejo de los Manglares de Bolívar. V1 y V2. Corporación Autónoma Regional del canal del Dique. Bolívar. Colombia. 71p, 186p.
- USGS. 1990 The spatial data transfer standard. United States Geological Survey, Draft, January 1990.
- Urbano, J., Y-F., Thomas, Parra, C., y Genet, P-Y. 1992. Dinámica de la pluma de turbidez del canal del Dique en la bahía de Cartagena *Boletín Científico CIOH*, No. 11, ISSN 0120-0542, Cartagena de Indias, Colombia, pp. 3-14.
- Vivas-Aguas, L., M. Tosic, J. Sánchez, S. Narváez, B. Cadavid, P. Bautista, J. Betancourt, J. Parra, L. Echeverri y L. Espinosa. 2010. 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 – REDCAM. Informe Técnico 2010. INVEMAR. Santa Marta, 208 p.
- Vivas-Aguas, L.J., M. Tosic, J. Sánchez, S. Narváez, B. Cadavid, P. Bautista, J. Betancourt, J. Parra, M. Carvajalino y L. Espinosa. 2012. 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. REDCAM. Informe técnico 2011. INVEMAR. Santa Marta. 229 p.
- Vivas-Aguas, L.J., L. Espinosa, J. Sánchez, B. Cadavid, P. Bautista, M. Quintero, J. Betancourt, J. P. Parra, L. G. Parra, I. Cuadrado, K. Ibarra. 2012. 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 – REDCAM. Informe técnico 2012. INVEMAR. Santa Marta, 310 p.
- Vivas-Aguas, L.J., J. Sánchez, J. Betancourt, M. Quintero, Y. Moreno, C. Santana, I. Cuadrado, K. Ibarra, M. Ríos, P. Obando y D. Sánchez. 2014. Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacífico colombiano. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 4 (2014). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe técnico 2013. INVEMAR. Santa Marta, 314 p.
- Vernette, G., A. Mauffret, C. Bobier, L. Briceno y J. Gayet. 1992. Mud diapirism, fan sedimentation and strike-slip faulting, Caribbean Colombian Margin. *Tectonophysics*, 202: 335-349.
- Vernette, G. 1985. La plateforme continentale caraibe de Colombie (du débouché du Magdalena au Golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme argileux sur la morphologie et la sédimentation. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux. Bordeaux. 387 p.
- Vernette, G. y A. Klingebiel. 1988. Geometry and sedimentary facies of interdiapiric basins along the Caribbean Colombian margin. En: Barker, L. (Ed.). *Transaction of the Eleventh Caribbean Geological Conference*. Energy and Natural Resource Division, Barbados, Dover Beach, Barbados.
- Vivas-Aguas, L.J., J. Sánchez, J. Betancourt, M. Quintero, Y. Moreno, C. Santana, I. Cuadrado, K. Ibarra, M. Ríos, P. Obando y D. Sánchez. 2014. Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacífico colombianos. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 4 (2014). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe técnico 2013. INVEMAR. Santa Marta, 314 p.
- Von Prah, H., J. Cantera y R. Contreras. 1990. Pacífico Colombiano. Fondo para la Protección del Medio Ambiente, FEN, Bogotá.
- Werdning, B. y H. Sánchez. 1979. Informe faunístico y florístico de las Islas del Rosario en la costa norte de Colombia. Situación general y estructuras arrecifales. *An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín* 11: 7-20 p.
- Wetzel, A. 1993. The transfer of river load to deep-sea fans: A quantitative approach. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, 77: 1679-1692.
- Xulin Guo and Yuhong He. 2008. Mismatch of band sequences between an image and header file: a potential error in SPOT L1A products. *Canadian Journal of Remote Sensing*. Volume 34, ISSN 1712-7971. Canadian Aeronautics and Space Institute, 4: 3-4.
- Zapata P.A 2005. Análisis histórico de los impactos naturales y antrópicos sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Tesis. Presentado como requisito para adquirir el título de Bióloga Marina. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Zarza-González, E., y PNN de Colombia. 2011. El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. 417 pág.

Serie de Publicaciones Generales del Invemar

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen I.

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen II.

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marinas y Costera (PNIBM)
2. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia
3. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000
4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural
5. Libro rojo de peces marinos de Colombia
6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia
7. Las aguas de mi Ciénaga Grande. Descripciones de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta
8. No asignado
9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones
10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia
11. Plan nacional en bioprospección continental y marina
12. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico
13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos
14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano: adaptaciones tecnológicas
15. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas
16. Atlas de paisajes costeros de Colombia
17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia
18. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invemar: una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero
19. Bacterias marinas nativas: degradadoras de compuestos orgánicos persistentes en Colombia
20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC)
21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica (piangua y cangrejo azul)
22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién
23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano
24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano
- Sin número.** Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano
25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano
26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (PNIEC)
27. Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neguanje Parque Nacional Natural Tayrona
28. Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano
29. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas en el Caribe colombiano
30. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano
31. Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira
32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano)
33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca
34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca
35. Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca
36. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira
37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca
38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park
39. Aves del estuario del río Sinú
40. Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano
41. Informe técnico. Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano
42. Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe
43. Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó)
44. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y II
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (CD)
46. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (cartilla)
47. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales
48. Contribución a la biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales
49. Estrategia para el fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Proyecto Spincam Colombia)
50. Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
51. Guía municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial municipios de San Antero y San Bernardo del Viento
52. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera
53. Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño
54. Lineamientos de manejo para la UAC Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
55. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano

54. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica: un reino, dos soberanos
55. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias
56. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012
57. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe
58. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas al Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano
59. Bases de la investigación pesquera participativa para la construcción de acuerdos de pesca responsable con mallas en el Distrito de Manejo Integrado Bahía de Cispatá
60. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) al plan de acción del Sirap Pacífico
61. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza
62. Integración a la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y gestión sectorial de Cartagena de Indias
63. Plan 4C: Cartagena de Indias Competitiva y Competitiva con el Clima.
64. Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias
65. Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación
66. Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICTAC)
67. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICTBM)
68. Protocolo Indicador Condición Tendencia Pradera de Pastos Marinos (ICTPM)
69. Protocolo Indicador Calidad Ambiental de Agua (ICAMPFF)
70. Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)
71. Protocolo Indicador Riqueza de aves acuáticas
72. Protocolo Indicador Uso de recursos hidrobiológicos
73. Protocolo Indicador Variación línea de costa: Perfiles de playa



