

**LINEAMIENTOS PARA LA RESTAURACIÓN DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR DEL
RÍO TORIBIO, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA
PRY-CAM-002-17-ITF**

ANEXO 1

**DOCUMENTO TÉCNICO “CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECOLÓGICA DEL
ECOSISTEMA DE MANGLAR”**



**CONVENIO DE COOPERACIÓN No. 002-17
SOCIEDAD PORTUARIA PUERTO NUEVO -INVEMAR**

Santa Marta, abril de 2018

Informe Final

CUERPO DIRECTIVO

Director

Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector

Coordinación Científica (SCI)

Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)

Sandra Rincón Cabal

Coordinador

Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

David Alonso Carvajal

Coordinador

Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros (VAR)

Mario Rueda Hernández

Coordinadora

Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

Coordinadora

Coordinación de Investigación e Información para la Gestión Marina y Costera (GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas y Costeras (GEO)

Constanza Ricaurte Villota

Coordinador

Coordinación de Servicios Científicos (CSC)

Julián Mauricio Betancourt Portela

Preparado por:

Programa de Calidad Ambiental Marina- CAM

Lucía V. Licero Villanueva

Juan Camilo Rodríguez

Yeimy Vargas-Castillo

Jenny Alexandra Rodríguez-Rodríguez

Coordinación GEZ- Laboratorio de Sistemas de Información (LabSIS)

Diana Romero

Julian Pizarro

Apoyo técnico en campo:

Adriana Tinoco

Felipe Valencia

Josimar Barranco

Revisión Técnica

Luisa Fernanda Espinosa

Coordinadora programa CAM

Abril de 2018 – Santa Marta, Colombia

Foto de la portada: Collage imágenes muestreo biofísico en Río Toribio –
Autor: Lucía Licero – Línea RAE programa CAM

El INVEMAR, realiza investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de éstas, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo racional de la capacidad científica del instituto y su articulación con otras entidades públicas y privadas.

Calle 25 No. 2 -55 Playa Salguero – Rodadero, Santa Marta, Colombia. PBX: (57) (5) 4328600

Fax: (57) (5) 4380801, [http:// www.invemar.org.co](http://www.invemar.org.co)

Cítese como: Licero-Villanueva, L.V., J.C. Rodríguez, Y. Vargas-Castillo y A. Rodríguez-Rodríguez. 2018. Lineamientos para la restauración del ecosistema de manglar del río Toribio, departamento del Magdalena. Anexo 1: Caracterización socio-ecológica del ecosistema de manglar del río Toribio. Convenio 002-17 INVEMAR-PNSA. Santa Marta D.T.C.H., Colombia. 52Pg + Anexos.

CLÁUSULA DERECHOS DE AUTOR

“De acuerdo con la Decisión Andina 351 de 1993, Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993 y demás normas modificatorias, complementarias y concordantes la presente propuesta de carácter científico goza de protección legal, siendo el INVEMAR el único titular de los derechos patrimoniales de autor, por lo que tiene el control sobre cualquier forma de utilización y ostenta la facultad exclusiva para autorizar o prohibir cualquier explotación que sobre la obra se realice, incluyendo la reproducción, comunicación, distribución pública, traducción, adaptación, arreglo o cualquiera otra forma de la obra. Por todo lo anterior para su utilización se requerirá autorización previa y expresa, no requerirá autorización para el ejercicio del derecho de cita en las reproducciones parciales para lo cual se deberá indicar expresamente la fuente y la autoría de la obra.”

CONTENIDO

1	Introducción	1
2	Metodología	2
2.1	Área de estudio	2
2.2	Caracterización del estado socio-ecológico actual	3
2.2.1	Componente Cartográfico	5
2.2.2	Componente estado ecológico.....	7
2.2.3	Componente de Causas de transformación, deterioro y pérdida.....	11
2.2.4	Componente social y servicios ecosistémicos.....	12
2.3	Análisis de la información	13
2.3.1	Análisis de integridad ecológica del manglar	17
3	Resultados	18
3.1	Componente Cartográfico	18
3.2	Componente estado ecológico.....	21
3.2.1	Variables fisicoquímicas	21
3.2.2	Vegetación.....	26
3.2.1	Componente de Causas de transformación, deterioro y pérdida.....	35
3.2.2	Integridad ecológica del manglar	37
3.3	Componente social y servicios ecosistémicos.....	38
3.3.1	Caracterización de actores locales	40
3.3.2	Generalidades de las comunidades locales.....	42
4	Discusión	44
5	Conclusiones y recomendaciones	47
6	Bibliografía	48
7	Apéndices	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fechas de ejecución de salidas de campo, visitas y talleres por componente.....	3
Tabla 2.	Detalle de las imágenes satelitales históricas del área de estudio.	5
Tabla 3.	Coordenadas de los transectos de caracterización y parcelas permanentes de monitoreo	7

Tabla 4. Intervalos para definición de categorías diamétricas propuestas por Rangel y Velázquez (1997).	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Métodos analíticos usados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos	10
Tabla 6. Descripción de los transectos evaluados para validar potencial de restauración	11
Tabla 7. Combinaciones de bandas utilizadas para la interpretación de las coberturas	13
Tabla 8. Leyenda de coberturas del proyecto río Toribio	14
Tabla 9. Descripción de las unidades de cobertura de la tierra del proyecto.....	14
Tabla 10. Variables de interés para definir la composición florística y estructural de los bosques de manglar (Scheaffer-Novelli y Cintrón-Morelo, 1986).....	16
Tabla 11. Escala establecida para la calificación de los atributos estructurales y ambientales evaluados en los manglares del Magdalena. Tomado de Gómez-Cubillos <i>et al.</i> (2014)	18
Tabla 12. Resumen mediciones <i>in situ</i> y nutrientes en la cuenca baja del río Toribio. T: Temperatura superficial; pH: Potencial de hidrogeniones; OD: Oxígeno disuelto; N-NO ₂ : Nitritos; N-NO ₃ : Nitratos; N-NH ₄ ⁺ : Amonio; SST: Sólidos suspendidos totales; QT: Caudal	22
Tabla 13. Resultados promedio de los análisis de parámetros fisicoquímicos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM)	23
Tabla 14. Resultados promedio, máximo y mínimos de los análisis de parámetros físicos químicos dentro del manglar del área de estudio. pH: Potencial hidrogeniones; OD: Oxígeno disuelto;.....	24
Tabla 15. Características generales de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes. P= Fósforo Total	25
Tabla 16. Composición florística del área de estudio.	26
Tabla 17. Características estructurales en los transectos. DAP= diámetro a la altura del pecho; H= altura.	27
Tabla 18. Descripción de los transectos de vegetación evaluados mediante PCQM en la desembocadura del río Toribio	28
Tabla 19. Promedio de DAP, Área basal (AB) y densidad de individuos (0,1 ha) de las especies encontradas en los transectos.	31
Tabla 20. Parámetros estructurales por c/u de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM). AG= <i>A. germinans</i> ; LR= <i>L. racemosa</i> ; RM= <i>R. mangle</i>	32
Tabla 21. Parámetros estructurales de las especies presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM). AB= área basal; DAP =Diámetro a la Altura del Pecho; IVI= Índice de Valor de Importancia.	32
Tabla 22. Descripción y gráfica de perfiles microtopográficos	34
Tabla 23. Causas de transformación, deterioro y pérdida de paisaje en la desembocadura del río Toribio. La calificación fue obtenida a través de la percepción de las comunidades locales.	36

Tabla 24. Evaluación de integridad ecológica para los sectores de manglar en el departamento del Magdalena. *Sector de manglar de interés para efectos de este proyecto	37
Tabla 25. Calificación de los servicios ecosistémicos por la comunidad de río Toribio. *Servicios de alta relevancia para la comunidad	39
Tabla 26. Descripción actores que inciden en el ecosistema de manglar del río Toribio	40
Tabla 27. Fuentes de agua para la comunidad de la desembocadura del río Toribio	43
Tabla 28. Fuentes de alimento comunidad río Toribio. Se resalta las fuentes de alimentación derivadas principalmente de la agricultura.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Elaborado por LABSIS.	2
Figura 2. Toma de información componente cartográfico. A) Recorridos de campo realizados para la identificación de las coberturas de la tierra, B) Captura de información utilizando el GPS diferencial Trimble Geo 7x	6
Figura 3. Estación del Servicio Geológico denominada INVE.	7
Figura 4. Estaciones de monitoreo de vegetación y agua en la zona de estudio.	8
Figura 5. Ilustración de la metodología de cuadrantes centrados en un punto (PCQM).....	9
Figura 6. Diseño de muestreo utilizando en las Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM)	9
Figura 7. Levantamiento de perfiles de microtopografía.....	11
Figura 8. Identificación de bienes y servicios provistos por el ecosistema de manglar con la comunidad de río Toribio	12
Figura 9. Mapa de coberturas del área de estudio	19
Figura 10. Coberturas vegetales identificadas en el área de estudio	20
Figura 11. Mapa de drenajes del área de estudio.....	21
Figura 12. Registros históricos de parámetros fisicoquímicos durante los meses de diciembre-abril en la desembocadura del río Toribio: a) Oxígeno disuelto, b) pH c) Temperatura y d) Sólidos Suspendidos Totales (SST). Fuente: (INVEMAR, 2017)	22
Figura 13. Histograma de registros históricos de Nutrientes durante los meses de diciembre-abril en la desembocadura del río Toribio: a) Nitritos (N-NO_2), b) Nitratos (N-NO_3) y c) Amonio (N-NH_4^+). Fuente: (INVEMAR, 2017)	23
Figura 14. Niveles de inundación en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) durante época de lluvias.....	24

Figura 15. Composición granulométrica general de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).	25
Figura 16. Composición granulométrica detallada de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).	26
Figura 17. Perfiles de vegetación realizados a partir de la implementación de transectos con la metodología PCQM	30
Figura 18. Índice de valor de importancia (IVI) calculado para las especies encontradas en los transectos.	31
Figura 19. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).	33
Figura 20. Número de individuos por categorías diamétricas (Rangel y Velázquez, 1997) presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).	33
Figura 21. Densidad de plántulas y propágulos dentro de las PPMs. AG= <i>A. germinans</i> ; LR= <i>L. racemosa</i> .	34
Figura 22. Registros fotográficos de 1954 (A) y 1973 (B) del paisaje de la desembocadura del río Toribio. Tomada y modificada de IGAC (1954) y von Erffa (1973), respectivamente.	36
Figura 23. Identificación y valoración de las causas de transformación, deterioro y pérdida del ecosistema de manglar en la desembocadura del río Toribio: a) tala selectiva, b) pastoreo de ganado bovino.	36
Figura 24. Evidencia fotográfica de la ejecución del ejercicio de evaluación de Servicios Ecosistémicos con la comunidad local del río Toribio.	39
Figura 25. a) Percepción de protección del manglar frente a eventos climáticos. b) Percepción de beneficios aportados por el manglar a la comunidad.	39
Figura 26. Mapa de actores locales. Comunidades: Playitas, Costa Verde y ASOPESEPA (CM), Hacienda Papare (HP), CORPAMAG (CP), INVEMAR (IN), Puerto Nuevo S.A. (PN), Policía Metropolitana (PM), Dueños de predios(DP), Gobernación del Magdalena (GM), Alcaldía de Ciénaga (AC), ANLA (AN), AUNAP (AU), CIPAV (CV), Fundación Bachaqueros (FB), Conservación Internacional Colombia (CI), Natural SIG (NS), ALPEC (AL)	42
Figura 27. a) Grupo de Edades y b) Proveniencia de los encuestados en la comunidad local del sector de río Toribio	42
Figura 28. Labores y oficios de la comunidad local del sector de río Toribio	43

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Encuesta aplicada a las comunidades locales para recolectar información demográfica y de carácter socio-ecológico	53
---	----

1 Introducción

La estructura, composición y función de los ecosistemas constituyen aspectos fundamentales para el desarrollo de la ecología de la restauración y la restauración ecológica. El entendimiento de estos tres aspectos a escalas multitemporales y geográficas, así como sus dinámicas e interacciones, determinan en muchos casos el éxito o fracaso de la restauración del paisaje ([Ospina et al., 2015](#); [McDonald et al., 2016](#)). Por lo tanto, la caracterización de los sistemas a intervenir se contempla como la primera y más importante fase para el diagnóstico del sistema objeto de restauración, como punto de partida para orientar las acciones de restauración y monitoreo ([Bourgeron et al., 2001](#)). Debido a la alta variabilidad que pueden presentar los componentes que constituyen el paisaje, la identificación, evaluación y descripción de éstos a escala espaciales y temporal, es sin duda, un objetivo importante en la fase de caracterización ecológica ([Ospina et al., 2015](#); [McDonald et al., 2016](#)). Es por esto que la mejor aproximación a la comprensión de la dinámicas biofísicas y sociales de los ecosistemas, deben realizarse a partir de la conjugación de variables ambientales y sociales, a través de caracterización y evaluación de atributos que determinan la integridad ecológica y sostenibilidad ambiental regional y local ([Endter-Wada et al., 1998](#)).

En Colombia, las experiencias de restauración de manglares datan de los años 90, mediante la ejecución del proyecto “Manglares de Colombia”, bajo el cual además de generar un diagnóstico de línea base del estado de algunos de los manglares del país, se desarrollaron algunas experiencias pilotos de restauración activa ([Sánchez-Páez et al., 1997](#); [Sánchez-Páez et al., 1997a](#); [Sánchez-Páez et al., 2000](#)). Si bien gran parte del conocimiento de estado de los manglares de Colombia que se tienen data de la década de los noventa, estudios actualizados sobre las características bióticas y físicas de los sistemas boscosos, base para la toma de decisiones y el diseño de medidas de conservación, aún es incipiente o desactualizada. Particularmente para el departamento del Magdalena, se reportan 18 sectores de manglar que suman una cobertura cercana a las 37.800 ha; destacándose por sus características y extensión: Isla de Salamanca y Ciénaga Grande de Santa Marta. Sectores de manglar asociados a las bahías del Parque Nacional Tayrona, los manglares urbanos de la ciudad de Santa Marta y los parches de manglar de las desembocaduras de los ríos Toribio y Córdoba, destacan por la serie de vacíos de información y desactualización de la poca información disponible referente al estado actual en términos del contexto paisajístico, condición y tamaño ([Gómez-Cubillos et al., 2014](#); [Gómez-Cubillos et al., 2015](#)). Particularmente para los ríos Toribio y Córdoba, si bien se cuentan con algunos estudios de línea base, la información ecosistémica se encuentra principalmente detallada para la zona alta y media de la cuenca ([AREMCA, 2013](#)), limitando el entendimiento de sistemas biológicos en la zona costera.

Teniendo en cuenta la necesidad de generar un diagnóstico ecológico y social actualizado del ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio, como insumo principal para la definición del alcance del Plan Básico de Restauración y Monitoreo (PBRM), este documento presenta la actualización cartográfica de las coberturas de la tierra asociadas a la desembocadura, la caracterización biofísica del bosque, un análisis de sus causas de transformación, deterioro y pérdida, sus servicios ecosistémicos y finalmente, presenta algunos aspectos sociales de las comunidades asentadas en la zona de estudio. El análisis se presenta como parte de las

actividades realizadas en el marco del proyecto “Lineamientos para la restauración de los manglares de la desembocadura del río Toribio, departamento del Magdalena” ejecutado mediante el Convenio No. 002-17 suscrito entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) y Sociedad Portuaria Puerto Nuevo (PNSA).

2 Metodología

2.1 Área de estudio

El ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio, se ubica en la Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la zona costera del departamento del Magdalena, sobre la cuenca baja del río Toribio (oeste a este desde los 74° 13'49,87" W hasta los 74° 13'29,26" W, entre norte y sur desde los 11° 03'25,92" N hasta los 11° 02' 56,51" N), en del área de influencia portuaria para el cargue de carbón de Sociedad Portuaria Puerto Nuevo (PNSA) (Figura 1). La región se caracteriza por tener un clima tropical árido, con un comportamiento de precipitaciones tipo monomodal, en el que se presenta un periodo de lluvias marcado durante los meses de abril y noviembre, mientras que durante los meses de diciembre a marzo usualmente se presenta un periodo de sequía o una disminución en la pluviosidad ([IDEAM, 2016](#)).



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Elaborado por LABSIS.

La cuenca del río Toribio posee una extensión de 100.001 hectáreas y se localiza en el costado noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) (Cuchilla de San Lorenzo), en las jurisdicciones del Distrito de Santa Marta y el municipio de Ciénaga. Siete (7) unidades climáticas se identifican para toda la cuenca, las cuales van desde el “Frio Muy Húmedo” en la cuenca alta (2.000 – 3.000 m.s.n.m.) con una precipitación que oscila entre 2500 - 2620 mm/año, hasta el “Cálido muy seco” (0 - 100 m.s.n.m.) en la desembocadura, con una precipitación de entre 660 – 970 mm/año ([AREMCA, 2013](#)). De acuerdo a [AREMCA \(2013\)](#), la cuenca del río cuenta con diez (10) quebradas con flujo permanente de agua sumado al cause principal con un Orden 3 de acuerdo a la clasificación de [Strahler \(1957\)](#). Se destaca la presencia de flora y vegetación de cuatro (4) ecosistemas boscosos que asociados a la cuenca alta y media: bosque seco, selva pluvial, selva subandina, andina ([AREMCA, 2013](#)) y bosque de manglar en la cuenca baja. Cabe destacar que el ecosistema con mayor cobertura a lo largo de la cuenca es el bosque seco tropical (BsT), el cual se caracteriza por estar compuesto por vegetación caducifolia y semicaducifolia y presentar condiciones medioambientales extremas y condiciones típicas de déficit hídrico, con una media de precipitación inferior a 200 mm/mes ([Espinosa et al., 2012](#)).

Adicionalmente, para esta cuenca se han identificado cerca de 10 especies vegetales endémicas pertenecientes a las familias Melastomataceae, Asteraceae, Sapotaceae, Thymelaeaceae, Lamiaceae y Onagraceae ubicadas a partir de los 1.400 hasta los 3.031 m.s.n.m., específicamente en los ecosistemas de selva húmeda media, selva andina y subandina, y selva húmeda subandina ([AREMCA, 2013](#)).

2.2 Caracterización del estado socio-ecológico actual

Con el propósito de actualizar la línea base de conocimiento del área de interés del proyecto, desde la perspectiva de la integridad ecológica¹ ([Equihua-Zamora et al., 2014](#)) y así identificar lineamientos viables para su manejo, restauración y monitoreo; se realizó la actualización cartográfica de las coberturas de la tierra de la desembocadura del río Toribio y se evaluaron tres (3) componentes clave: estado ecológico, causas de transformación, deterioro y pérdida, y aspectos sociales, donde se incluyó la evaluación de la percepción de la demanda de servicios eco sistémicos.

Para coleccionar la información primaria en cada uno de estos componentes, se realizaron una serie de salidas de campo, talleres y visitas a las comunidades locales que se listan en la Tabla 1. La metodología implementada para cada componente se describe a continuación:

Tabla 1. Fechas de ejecución de salidas de campo, visitas y talleres por componente

Componente	Fecha	Objetivo	Observaciones
Cartográfico	20/04/2017	Reconocimiento del área de estudio	-
	05/05/2017	Levantamiento información delimitación del manglar	Uso del GPS Trimble Geo7X
	27/11/2017	Levantamiento información de los cuerpos de agua	Uso del GPS Trimble Geo7X

¹ Integridad Ecológica: Capacidad del sistema natural de soportar y mantener sus procesos biofísicos y comunidades de especies subyacentes, en términos de su estructura espacio-temporal, composición biótica y función.



Componente	Fecha	Objetivo	Observaciones
Estado Ecológico Actual y Causas de transformación y deterioro	03/05/2017	Caracterización de vegetación. Establecimiento de transectos y parcelas permanentes.	-
	13/06/2017	Establecimiento de parcelas permanentes. Caracterización de vegetación. Análisis de nutrientes en agua y sedimentos. Medición de caudal en río Toribio.	-
	02/10/2017	Medición de variables fisicoquímicas. Instalación y medición de estructura en parcela demostrativa. Visita manglares Costa Verde.	-
	27/11/2018	Medición de microtopografía del área de estudio	-
Social y servicios ecosistémicos	08/08/2017	Visita exploratoria	2 asistentes
	17/08/2017	Taller para la evaluación y valoración de los servicios ecosistémicos prestados por el ecosistema de manglar asociado a la desembocadura del río Toribio	26 asistentes
	20/10/2017	Taller para la evaluación y valoración de los servicios ecosistémicos prestados por el ecosistema de manglar asociado a la desembocadura del río Toribio	19 asistentes
	30/11/2017	Reunión socialización del proyecto Hacienda Papare	5 asistentes
	07/12/2017	Visita Hacienda Papare	2 asistentes
	05/02/2018	Taller con instituciones proyecto: restauración ecológica del ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio	12 asistentes
	08/02/2018	Taller de experiencias proyecto: restauración ecológica del ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio	12 asistentes
	09/02/2018	Retroalimentación resultados preliminares del proyecto, tema: prácticas agricultura sostenible (alternativas productivas amigables con la naturaleza)	3 asistentes
	22/02/2018	Retroalimentación resultados preliminares del proyecto con la comunidad	20 asistentes
	26/02/2018	Retroalimentación resultados preliminares del proyecto con Hacienda Papare	4 asistentes
	28/02/2018	Retroalimentación resultados preliminares del proyecto con CORPAMAG, tema: Educación Ambiental	4 asistentes

2.2.1 Componente Cartográfico

2.2.1.1 Imágenes utilizadas

Para actualizar la información de coberturas de la tierra asociadas al área de estudio, se utilizó la imagen satelital World View 3 tomada el 23 de marzo de 2016 disponible en el catálogo online de ArcGis y que cuenta solamente con las bandas del espectro visible. Para facilitar la interpretación, se hizo necesario usar como apoyo la escena satelital World View 2 tomada el 13 de diciembre de 2009 que cuenta con la banda del infrarrojo cercano para identificar características como vegetación, suelos y cuerpos de agua. Las especificaciones técnicas de las imágenes utilizadas se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Detalle de las imágenes satelitales históricas del área de estudio.

Nombre	Fecha	No. de bandas	Resolución	Imágenes
World View 3	23/03/2016	3	0,31 m	
World View 2	13/12/2009	4	2 m	

2.2.1.2 Generación de la capa de cobertura de la tierra

Para la generación de la cartografía se realizó levantamiento de información primaria en campo con el uso del geoposicionador satelital de doble frecuencia (marca TRIMBLE GEO 7X), el cual permitió delimitar los parches de manglar localizados en el área de estudio tomando a su vez información puntual de verificación de otras coberturas presentes (Figura 2). La información de posición se procesó en oficina usando los datos rinex de la estación INVE (Figura 3), que se encuentra localizada en la sede del INVEMAR y que hace parte de la Red Nacional de Estaciones Geodésicas del Servicio Geológico Colombiano. El análisis de la información tomada en campo fue complementado con la interpretación visual de las imágenes satelitales World View disponible en el catálogo en línea de ArcGis 10.5.1 Para actualizar la información de coberturas de la tierra asociadas al área de estudio, se utilizó la imagen satelital World View 3 tomada el 23 de marzo de 2016 disponible en el catálogo online de ArcGis y que cuenta solamente con las bandas del espectro visible. Para facilitar la interpretación, se hizo necesario usar como apoyo la escena satelital World View 2 tomada el 13 de diciembre de 2009 que cuenta con la banda del infrarrojo cercano para identificar características como vegetación, suelos y cuerpos de agua. Las especificaciones técnicas de las imágenes utilizadas se relacionan en la Tabla 2.

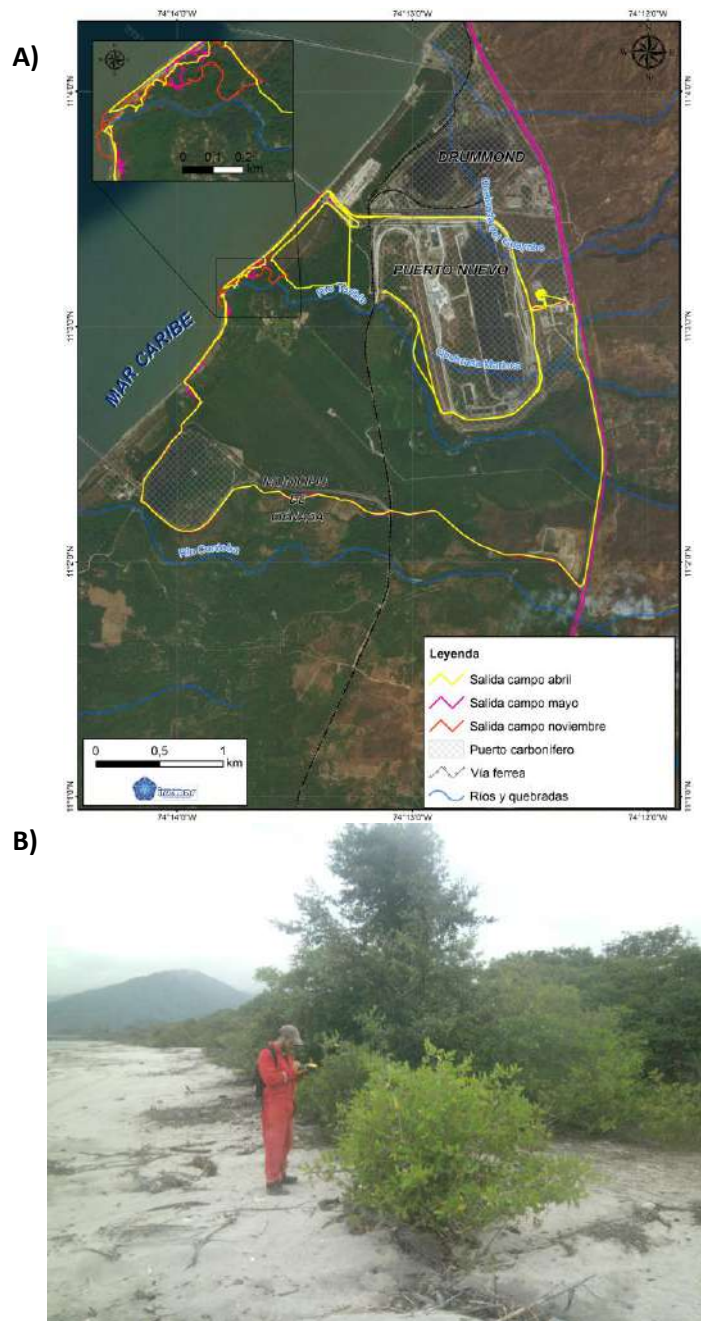


Figura 2. Toma de información componente cartográfico. A) Recorridos de campo realizados para la identificación de las coberturas de la tierra, B) Captura de información utilizando el GPS diferencial Trimble Geo 7x



Figura 3. Estación del Servicio Geológico denominada INVE.

Se realizó una segunda salida de campo en noviembre de 2017 para generar información sobre los cuerpos de agua, posibles conexiones, madre viejas y puntos de desembocadura con el mar (Figura 2). La información fue procesada y corregida con el uso de los datos rinex de la estación denominada VPO ubicada en el Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz de Barranquilla ya que la estación usada en la salida anterior no se encontraba en operación al momento de la interpretación.

Con los insumos anteriormente descritos se generó la capa de cobertura de la tierra acorde con leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia y relacionada con el proyecto.

2.2.2 Componente estado ecológico

Para conocer la estructura de la vegetación asociada a la desembocadura del río Toribio, se establecieron diez (10) transectos de 100 m de longitud perpendiculares a la línea de costa (Tabla 3). Siguiendo la metodología de cuadrantes centrados en un punto (PCQM) ([Cintrón y Schaffer-Novelli, 1984](#)), se ubicaron 10 cuadrantes distanciados cada 10 m a lo largo de un transecto y en cada uno mediante cita diamétrica, se midió el arbolado con $DAP \geq 2,5\text{cm}$ más cercano al punto central y se estimó su altura total visualmente (Figura 5). En cada transecto se realizó un perfil de vegetación para visualizar la distribución espacial de los individuos presentes.

Tabla 3. Coordenadas de los transectos de caracterización y parcelas permanentes de monitoreo

Tipo	Identificador en campo	Longitud	Latitud
Transecto	Transecto 1	74° 13' 45,026" W	11° 3' 11,592" N
	Transecto 2	74° 13' 41,646" W	11° 3' 14,526" N
	Transecto 3	74° 13' 37,589" W	11° 3' 17,572" N
	Transecto 4	74° 13' 33,805" W	11° 3' 21,251" N
	Transecto 5	74° 13' 30,475" W	11° 3' 24,700" N
	Transecto 6	74° 13' 27,300" W	11° 3' 28,789" N
	Transecto 7	74° 13' 24,002" W	11° 3' 32,288" N
	Transecto 8	74° 13' 46,924" W	11° 3' 3,416" N
	Transecto 9	74° 13' 48,493" W	11° 2' 58,729" N

Tipo	Identificador en campo	Longitud	Latitud
Parcela Permanente de Monitoreo (PPM)	Transecto 10	74° 13' 51,265" W	11° 2' 54,690" N
	PPM1	74° 13' 37,517" W	11° 3' 16,218" N
	PPM2	74° 13' 37,988" W	11° 3' 15,548" N
	PPM3	74° 13' 40,940" W	11° 3' 12,611" N
	PPM4	74° 13' 39,918" W	11° 3' 13,590" N
	PPM5	74° 13' 38,334" W	11° 3' 13,997" N

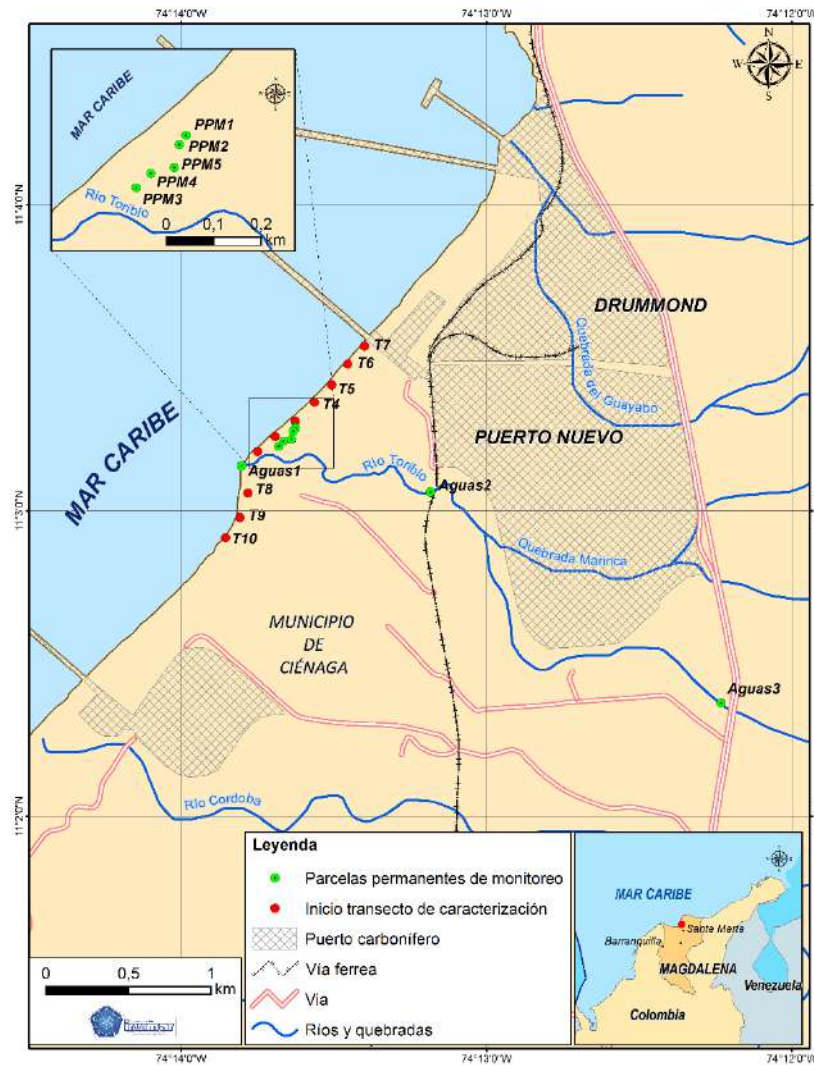


Figura 4. Estaciones de monitoreo de vegetación y agua en la zona de estudio.

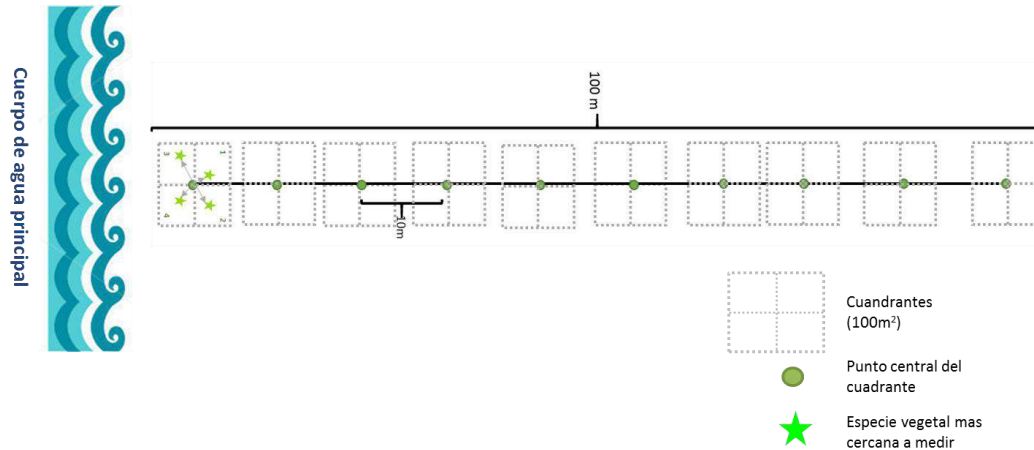


Figura 5. Ilustración de la metodología de cuadrantes centrados en un punto (PCQM)

Adicionalmente, se instalaron cinco parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en el bosque de manglar con un área de 0,01 ha cada una (Figura 6). La ubicación de las parcelas se seleccionó por medio de imágenes satelitales, procurando abarcar un gradiente de disturbio de los manglares del área de estudio. Dentro de cada parcela se marcaron todos los individuos de mangle con $DAP \geq 2,5\text{cm}$ registrando su altura, DAP, especie, estado fitosanitario (INVEMAR, 2017) y categorías diamétricas definidas de acuerdo a Rangel y Velázquez (1997) (Tabla 4). Adicionalmente, se evaluó la regeneración natural mediante la localización de tres (3) subparcelas (1m^2 c/u), en donde se contabilizó el número de plántulas y propágulos. Así mismo, en los extremos de cada PPM se tomaron mediciones de variables fisicoquímicas *in situ* (salinidad, nivel de inundación, temperatura superficial e intersticial, dependiendo de la disponibilidad de agua, permeabilidad y dureza del sustrato); y se colectaron muestras de sedimento para realizar análisis de granulometría, materia orgánica oxidable y fósforo total (Tabla 3; Tabla 5).

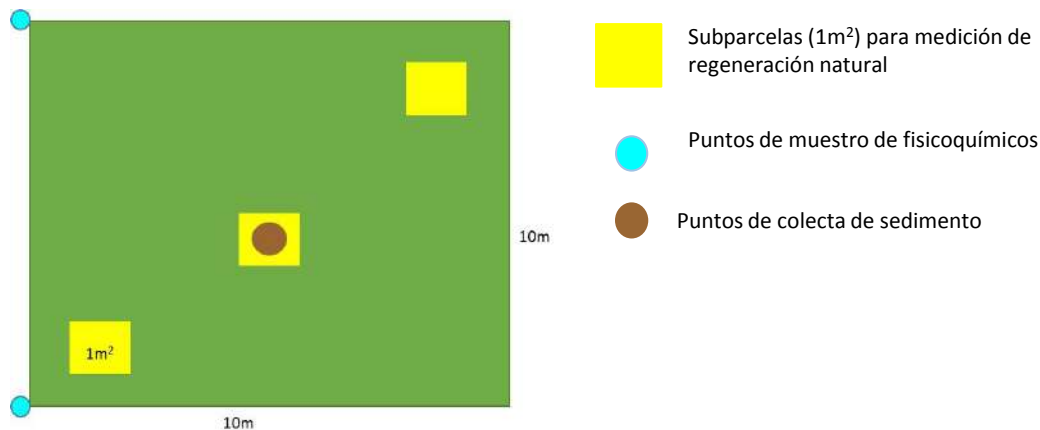


Figura 6. Diseño de muestreo utilizando en las Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM)

Tabla 4. Intervalos para definición de categorías diamétricas propuestas por [Rangel y Velázquez \(1997\)](#).

Intervalo (cm)	Categoría DAP
0-6	1
6-12	2
12-18	3
18-24	4
24-30	5
30-36	6
36-42	7

Por otro lado, en tres sectores de la desembocadura del río Toribio (ubicados desde el puente sobre la vía Ciénaga-Barranquilla hasta la desembocadura en el mar Caribe) (Figura 4) se realizaron mediciones *in situ* a nivel superficial de temperatura, conductividad, salinidad, pH y oxígeno disuelto. En cada punto se tomaron muestras de agua para análisis de nitritos (N-NO_2), nitratos (N-NO_3), amonio (N-NH_4^+) y sólidos suspendidos totales (SST) teniendo en cuenta los métodos analíticos presentados en la Tabla 5. Se realizaron mediciones de velocidad de caudal, profundidad y nivel utilizando un correntómetro (USGS Pygmy, modelo 1205) de acuerdo a los métodos propuestos por [Buchnan y Somers \(1969\)](#).

Tabla 5. Métodos analíticos usados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos

Matriz	Parámetros	Técnicas analíticas y métodos de referencia
Aguas	Temperatura <i>in situ</i>	Medición electrométrica con termocupla acoplada a sonda portátil (Standard Methods N° 2550-B, APHA et al., 2012).
	Salinidad <i>in situ</i>	Medición electrométrica de la conductividad con electrodo acoplado a sonda (Standard Methods 2520-B, APHA et al., 2012).
	pH <i>in situ</i>	Medición potenciométrica con sonda portátil (Standard Methods N° 4500-H B, APHA et al., 2012).
	Oxígeno Disuelto <i>in situ</i>	Medición en campo con electrodo de membrana (Standard Methods N° 4500-O G, APHA et al., 2012). Método óptico por luminiscencia (ISO 17289:2014)
	Sólidos Suspendidos Totales - SST	Filtración en membrana de fibra de vidrio / Evaporación a 103-105°C / Gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA et al., 2012).
	Amonio (NH_4^+)	Método colorimétrico del azul de indofenol (Strickland y Parsons, 1972).
	Nitritos (NO_2^-)	Método colorimétrico de la sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972).
Sedimentos	Nitratos (NO_3^-)	Reducción con cadmio y método colorimétrico de la sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972).
	Granulometría	Cribación en equipo Prufsieb ISO 3310-1. Método gravimétrico (dispersión en hexametáfosfato de sodio y cribado en diferentes tamices) (Dewis y Freitas, 1984).
	Materia Orgánica Oxidable	Digestión en frío con dicromato de potasio, método de Walkley y Black (IGAC, 1990)
	Fósforo total	Extracción ácida y determinación de ortofosfatos por espectrofotometría con el método del ácido ascórbico (Strickland y Parsons, 1972)

Finalmente, se levantaron perfiles de microtopografía en cuatro puntos adyacentes a los cuerpos de agua existentes (Tabla 6). La selección de los puntos estuvo sujeta a observaciones en el cambio de pendiente del terreno y en la presencia de regeneración natural. La longitud de cada perfil fue variable, tomando como punto de inicio el límite de la cobertura vegetal y el punto final, el borde del cuerpo de agua. En cada perfil se realizó una descripción general y se tomaron medidas de salinidad, temperatura intersticial y nivel freático

Tabla 6. Descripción de los transectos evaluados para validar potencial de restauración

Nombre	Descripción	Azimut	Coordenadas
Tra_1_TO	Transecto 1, Influencia cuerpo de agua río Toribio.	370	11° 3'9.87" N 74°13'46.82 W
Tra_2_TO	Transecto 2, Influencia cuerpo de agua río Toribio.	372	11° 3'12.05 N 74°13'44.53 W
Tra_3_MV	Transecto 3, Influencia cuerpo de agua Madre Vieja.	290	11° 3'16.09 N 74°13'37.66 W
Tra_4_MV	Transecto 4, Influencia cuerpo de agua Madre Vieja.	335	11° 3'15.78 N 74°13'38.34 W

Utilizando un nivel y dos varas metradas (Figura 7), se tomaron medidas del cambio de nivel del terreno en intervalos de 2m a lo largo de cada transecto. Para determinar el nivel freático, se realizaron perforaciones con un barreno metálico hasta observar la lámina de agua. La salinidad y temperatura se midieron con un conductímetro YSI-30.



Figura 7. Levantamiento de perfiles de microtopografía.

2.2.3 Componente de Causas de transformación, deterioro y pérdida

La historia del disturbio para el área de estudio, fue analizada a partir de la observación de imágenes satelitales en Google Earth y fotografías áreas históricas.

A partir de recorridos realizados en campo, se identificaron visualmente fuentes de transformación, deterioro y pérdida actual del ecosistema (Figura 23 a y b). Esta información se socializó y validó durante los talleres realizados con la comunidad local: habitantes de los sectores Playitas y Costa Verde, pescadores (asociación ASOPESEPA) y terratenientes de la zona; quienes de forma colectiva analizaron los factores de deterioro detectados en campo y establecieron una lista consensuada para el ecosistema de manglar de río Toribio. Sobre esta lista se realizó una

calificación del impacto de las causas de transformación, deterioro y pérdida del ecosistema de manglar, en términos de la importancia y/o relevancia que estos tenían para la comunidad local en una escala ascendente de 1 a 3, siendo 1 poco importante, 2 no afecta y 3 muy importante. Durante el segundo taller se hizo una revalidación de la lista de factores de deterioro con los asistentes, y sobre ésta versión consenso se hizo una nueva calificación anotando el grado de intervención del factor sobre el ecosistema: de 1 a 3, siendo 1 poco severo, 2 severo y 3 muy severo.

2.2.4 Componente social y servicios ecosistémicos

La caracterización del componente social fue abordada mediante la aplicación de encuestas a integrantes de la comunidad que participaron en las capacitaciones (Apéndice 1). Dichas encuestas se orientaron a la captura de información de percepción del entorno ecológico, disponibilidad de los servicios de agua y de alimentos, así como percepciones frente al ecosistema de manglar y sus servicios ecosistémicos.

Para complementar la información capturada y reconocer los servicios ecosistémicos del manglar de la desembocadura del río Toribio más relevante para las comunidades locales, se realizaron dos (2) sesiones de trabajo, en el marco de las capacitaciones diseñadas para el presente proyecto. La primera se orientó a identificar y valorar los servicios ecosistémicos que brinda el manglar; para ello, se conformaron grupos de cinco (5) personas, y para cada uno se eligió un vocero o líder. La actividad consistió en ubicar imágenes alusivas a “bienes y servicios”, “factores de deterioro” y “ecología del manglar”; dentro del paisaje del ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio. Posterior a la construcción del paisaje, el vocero de cada grupo expuso sus resultados.



Figura 8. Identificación de bienes y servicios provistos por el ecosistema de manglar con la comunidad de río Toribio

Con el propósito de reconocer los servicios ecosistémicos del bosque de manglar del área de estudio, se presentó la siguiente lista teórica de servicios ecosistémicos para manglares (tomada y modificada de [Gomez-Cubillos et al., \(2014\)](#)):

- Abastecimiento de Agua
- Abastecimiento de alimento
- Abastecimiento de materias primas
- Hábitat de especies

- Protección costera
- Mantenimiento de clima favorable para humanos
- Belleza paisajística y estética
- Herencia y tradición

Para los servicios ecosistémicos también se aplicó el ejercicio de calificación ascendente de 1 a 3, siendo 1 poco importante, 2 medianamente importante y 3 muy importante. De esta manera se resaltaron los beneficios que estos servicios brindan a la comunidad.



Adicionalmente, para caracterizar los actores sociales relevantes al área de estudio se realizó una matriz de análisis considerando los entes que podrían estar vinculados a posibles procesos de manejo y restauración de la zona, describiendo sus roles, intereses y expectativas, y la contribución o gestión que podrían realizar frente a las futuras acciones que se establezcan. Sobre esta matriz el grupo técnico de INVEMAR realizó una calificación bajo su conocimiento y percepción, tanto del nivel de influencia como de su interés siendo 1 la calificación más baja y 10 la más alta.


2.3 Análisis de la información

Para el componente cartográfico, la interpretación y digitalización de las unidades de cobertura de la tierra se utilizó el software ArcGis 10.5.1. Para ello se editaron y delinearon las diferentes unidades y se completó la delimitación de las coberturas anexas a la de manglar que se levantó directamente en campo.

Se realizó interpretación visual con el apoyo de la composición de bandas y aplicación de realces a las imágenes satelitales, además de los puntos de verificación tomados en campo y el conocimiento previo del área de estudio. En la Tabla 7, se muestran las combinaciones de bandas utilizadas para la interpretación de las coberturas.

Tabla 7. Combinaciones de bandas utilizadas para la interpretación de las coberturas

Composición a color	Descripción de realce	Visualización
World View 321	Esta composición es comúnmente utilizada para estudios de zonas marinas es conocida también como color verdadero porque realza los colores como los capta el ojo humano (INVEMAR-Cardique, 2014).	
World View Banda 4	Esta banda en particular permite diferenciar los cuerpos de agua en los tonos más oscuros.	

Composición a color	Descripción de realce	Visualización
World View 341	Esta composición de bandas permite diferenciar la vegetación de los suelos desnudos, infraestructura y cuerpos de agua.	

Para la generación de leyenda del producto cartográfico, se utilizó Corine Land Cover, haciendo uso del nivel más específico como se indica en [IDEAM \(2010\)](#). Las coberturas definidas para el proyecto se observan en la Tabla 8 y su respectiva homologación y definición en la Tabla 9.

Tabla 8. Leyenda de coberturas del proyecto río Toribio

LEYENDA DE COBERTURAS PROYECTO RÍO TORIBIO	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.2.2.1. Parches de manglar dispersos
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	3.1.3.2. Bosque fragmentado con pastos y cultivos
1.2.2.2 Red ferroviaria y terrenos asociados	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.2.2.1 Arbustal abierto esclerófilo
2.2.1.3 Plátano y banano	3.3.1.1. Playas
2.2.3.1 Otros cultivos permanentes arbóreos	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.3.3. Pastos enmalezados	4. ÁREAS HÚMEDAS
2.4.1. Mosaico de cultivos	4.2.1. Pantanos costeros
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5. SUPERFICIES DE AGUA
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	5.1.1. Ríos (20m)
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
3.1.1.2.2.1. Bosque de manglar	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

Tabla 9. Descripción de las unidades de cobertura de la tierra del proyecto.

Cobertura de la tierra	Descripción
Tejido urbano discontinuo	Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación (IDEAM, 2010).
Red vial y territorios asociados	Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como:

Cobertura de la tierra	Descripción
	estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes (IDEAM, 2010).
Red ferroviaria y terrenos asociados	Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexa y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes (IDEAM, 2010).
Plátano y banano	Cobertura predominantemente compuesta por cultivo de banano (<i>Musa sapientum</i> L.) y/o plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), planta herbácea perenne gigante de la familia Musaceae, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, de forma cónica y con altura que varía entre 3,5 y 7,5 m de altura, que termina en una corona de hojas. Las hojas son muy grandes y dispuestas en forma de espiral (IDEAM, 2010).
Otros cultivos permanentes arbóreos.	Cobertura permanente de cultivos arbóreos de especies que no se encuentran Especificadas (IDEAM, 2010).
Pastos enmalezados	Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono (IDEAM, 2010).
Mosaico de cultivos	Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (IDEAM, 2010).
Mosaico de cultivos, y espacios naturales	Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (IDEAM, 2010).
Parches de manglar dispersos	Esta categoría está constituida por parches poco densos de manglar, con altura menor a 3m y, en ocasiones, mezclado con macrófitas acuáticas enraizadas como <i>Typha dominguensis</i> (INVEMAR, 2016).
Bosque denso bajo de tierra firme	Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel entre 5 y 15 metros (INVEMAR, 2016).
Bosque de manglar	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad (IDEAM, 2010). Las especies de manglar presentes pueden ser <i>Rhizophora mangle</i> (mangle colorado o rojo), <i>Avicennia germinans</i> (mangle salado o mangle prieto o mangle negro) y <i>Laguncularia racemosa</i> (mangle amarillo, mangle blanco o mangle bobo) (INVEMAR, 2016).
Herbazal abierto arenoso	Corresponde a las áreas dominadas por vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura entre 30% y 70% del área total de la unidad. En ningún caso se pueden presentar elementos arbóreos. Se desarrollan sobre áreas de suelos arenosos que no retienen humedad (IDEAM, 2010).
Arbustal abierto esclerófilo	Este tipo de arbustal abierto está caracterizado por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, caracterizados por tener hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y succulenta, por ejemplo, los cactus y/o plantas espinosas. Comprende numerosas especies adaptadas a los climas áridos tales como el Trupillo (<i>Prosopis juliflora</i> DC.) y el Dividivi (<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.), entre otros (IDEAM, 2010).
Playas	Se refiere a la cobertura de la franja de material no consolidado, como arenosa grava, que está presente en la interface mar-continente. Estos depósitos están compuestos por arenas de grano fino a medio, cuya composición y color varían según el origen de los sedimentos. (Molina et al., 1998; Restrepo-Villegas, 2001)
Tierras desnudas y degradadas	Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas (IDEAM, 2010).
Pantanos costeros	Son áreas costeras bajas cubiertas por vegetación herbácea y arbustiva rala, adaptada a los ambientes salobres, las cuales están bajo la influencia de la marea. Se localizan en zonas asociadas con deltas, estuarios, lagunas costeras y planicies marinas de inundación, generalmente ocupando espacios cóncavos detrás de la barra de playa. Son susceptibles a la inundación durante períodos de nivel alto del mar, tormentas y oleaje fuerte. Se encuentran colonizadas por plantas halófilas diferentes al mangle (IDEAM, 2010).
Ríos (20m)	Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiable aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 20 metros (IDEAM, 2010).

Cobertura de la tierra	Descripción
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río (IDEAM, 2010).
Cuerpos de agua artificiales	Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos (IDEAM, 2010).

Para facilitar su procesamiento y análisis, toda la información del componente ecológico colectada en campo fue digitalizada en hojas de cálculo de Excel®. Se realizaron análisis descriptivos de las variables y cálculos dasométricos tales como Área Basal (AB), Densidad Absoluta (d), el Índice de Valor de Importancia (IVI) de acuerdo a lo estipulado por [Scheaffer-Novelli y Cintrón-Morelo \(1986\)](#) y [Cintrón y Scheaffer-Novelli \(1984\)](#) para parcelas y transectos, respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10. Variables de interés para definir la composición florística y estructural de los bosques de manglar ([Scheaffer-Novelli y Cintrón-Morelo, 1986](#)).

Variable	Descripción	Fórmula
Densidad absoluta – d	Corresponde al número de árboles (total o por especies) extrapolado a una superficie de una hectárea	$d = \frac{\text{No. de individuos}}{\text{Área muestreada}} \times 10000$
Área basal - AB	Es el área de la sección en m ² ocupada por los troncos de los árboles (total o por especies) presentes en una unidad de muestreo, extrapolada a una superficie de una hectárea	$AB_{ind} = DAP^2 \times 0,00007854$ Dónde: $0,00007854 = \text{factor de conversión} = (\pi / 4) \times 10000$ $AB_t = \left(\frac{\sum AB_{sp1} + sp2}{\text{Área}_{muestreada}} \right) \times 10000$
Abundancia relativa – Ar*	Representa la relación porcentual entre el número de árboles de una especie respecto al número total de árboles en la unidad de muestreo	$A_r = \left(\frac{ni}{N} \right) \times 100$ Dónde: n_i = Número total de árboles de una especie. N = Número total de individuos por parcela
Dominancia relativa – Dr*	Es la relación porcentual entre la suma de las áreas basales de los árboles de una especie, respecto al área basal de todos árboles en un área de muestreo	$D_r = \left(\frac{AB_{sp1}}{AB_t} \right) \times 100$ Dónde: AB_{sp1} = Área basal de una especie. AB_t = Área basal total por unidad de muestreo

Variable	Descripción	Fórmula
Frecuencia relativa – Fr*	Es la relación porcentual de la presencia de una especie respecto a la presencia de todas las especies en un área de muestreo	$F_a = \left(\frac{No.parcelas_Sp1}{N_Parcelas} \right) \times 100$ <p>Dónde: No. parcelas_Sp1 = Total de parcelas donde aparece la especie N_parcelas = Total de parcelas monitoreas</p> $F_r = \left(\frac{Fa_Sp1}{Fa_total} \right) \times 100$ <p>Dónde: Fa_sp1 = Frecuencia absoluta de una especie Fa_total = Frecuencia absoluta de todas las especies en un área de muestreo</p>
Índice de valor de importancia - IVI	Define cuál de las especies resulta más importante en la unidad de muestreo. Se calcula a partir de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa por especie. Con este índice es posible comparar en una línea de tiempo el peso ecológico de cada especie en el ecosistema	$I.V.I = A_r + F_r + D_r$ <p>Dónde: A_r = Abundancia relativa de una especie F_r = Frecuencia relativa de una especie D_r = Dominancia relativa de una especie</p>

*Variables insumo para el cálculo del IVI.

Los resultados asociados a la calidad de aguas fueron tabulados en matrices y comparados con los valores históricos reportados para la desembocadura del río Toribio por la Red de Monitoreo de la Calidad de aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Los resultados de granulometría se analizaron con el programa GRADISTAD v.8. La información levantada en los perfiles de microtopografía se procesó en hojas de cálculo de Excel© donde se realizaron gráficas de cada uno de los transectos.

Finalmente, la información referente al componente de servicios ecosistémicos y social, fue sistematizada y analizada mediante matrices de Excel© y tablas dinámicas, realizándose promedios y conteos. La información consignada en la matriz de actores relacionada con interés e influencia del actor, se graficó en un plano cartesiano para facilitar su interpretación y análisis.

2.3.1 Análisis de integridad ecológica del manglar

Con el fin de dar un diagnóstico referente a la integridad ecológica de los manglares del río Toribio, la información biofísica colectada en las categorías: contexto paisajístico, condición y tamaño, fue contrarrestada con los rangos de evaluación propuestos por [Gómez-Cubillos et al. \(2014\)](#) para los manglares del departamento del Magdalena (Tabla 11), siguiendo la metodología del “Análisis de viabilidad de objetos de conservación” propuesta por The Nature Conservancy - TNC en la planificación para la conservación de áreas ([TNC, 2010](#)). De acuerdo a lo anterior el estado de integridad ecológica del sistema se clasificó entre pobre, regular, bueno y muy bueno.

Tabla 11. Escala establecida para la calificación de los atributos estructurales y ambientales evaluados en los manglares del Magdalena. Tomado de [Gómez-Cubillos et al. \(2014\)](#)

Departamento	Categoría	Atributo	Calificación/Rango			
			Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno
Magdalena	Contexto paisajístico	Composición florística (# especies)	≤1	2-3	4 -5	>5
		Alteraciones al régimen hídrico	Flujos hídricos totalmente alterados o pérdida total de los mismos	Flujos hídricos fuertemente alterados o déficit natural	Flujos hídricos moderadamente alterados	Flujos hídricos sin alteraciones
	Condición	AB (m ² /ha)	≤17,8	17,9-19,6	19,7 – 26,9	>27,0
		Densidad (Ind/ha)	<1637	1638-2006	2007-3020	>3621
		Salinidad	>60	45-60; <3	35-45	<35; >3
	Tamaño	Cobertura de la tierra	Pérdida y/o deterioro mayor al 50%	Pérdida y/o deterioro entre el 50% y el 20%	Pérdida y/o deterioro entre el 20% y el 5%	Pérdida y/o deterioro menor al 5%

3 Resultados

3.1 Componente Cartográfico

Se generó una capa de cobertura de la tierra a escala 1: 5.000 con 21 clases de cobertura y una extensión total aproximada de 176 hectáreas. El polígono de análisis generado se extiende de norte a sur desde los 11° 03' 33,5" N a los 11° 02' 26,5" N y de oeste a este desde los 74° 13' 53,8"W a los 74° 13' 6,9"W (Figura 9, Figura 10).

Las unidades de cobertura relacionadas con los territorios agrícolas presentaron un marcado dominio en el territorio, ocupando aproximadamente 104 ha (59%) del área cartografiada. Por otro lado, los bosques y áreas seminaturales ocuparon el 31% del área, seguido de los territorios artificializados con un 7% (13 ha). Finalmente, las áreas con ecosistema de bosque de manglar ocuparon una extensión de 2,1 hectáreas (1% del área) distribuidos así: 1,82 ha de manglar denso y 0,28 ha para parches de manglar dispersos.

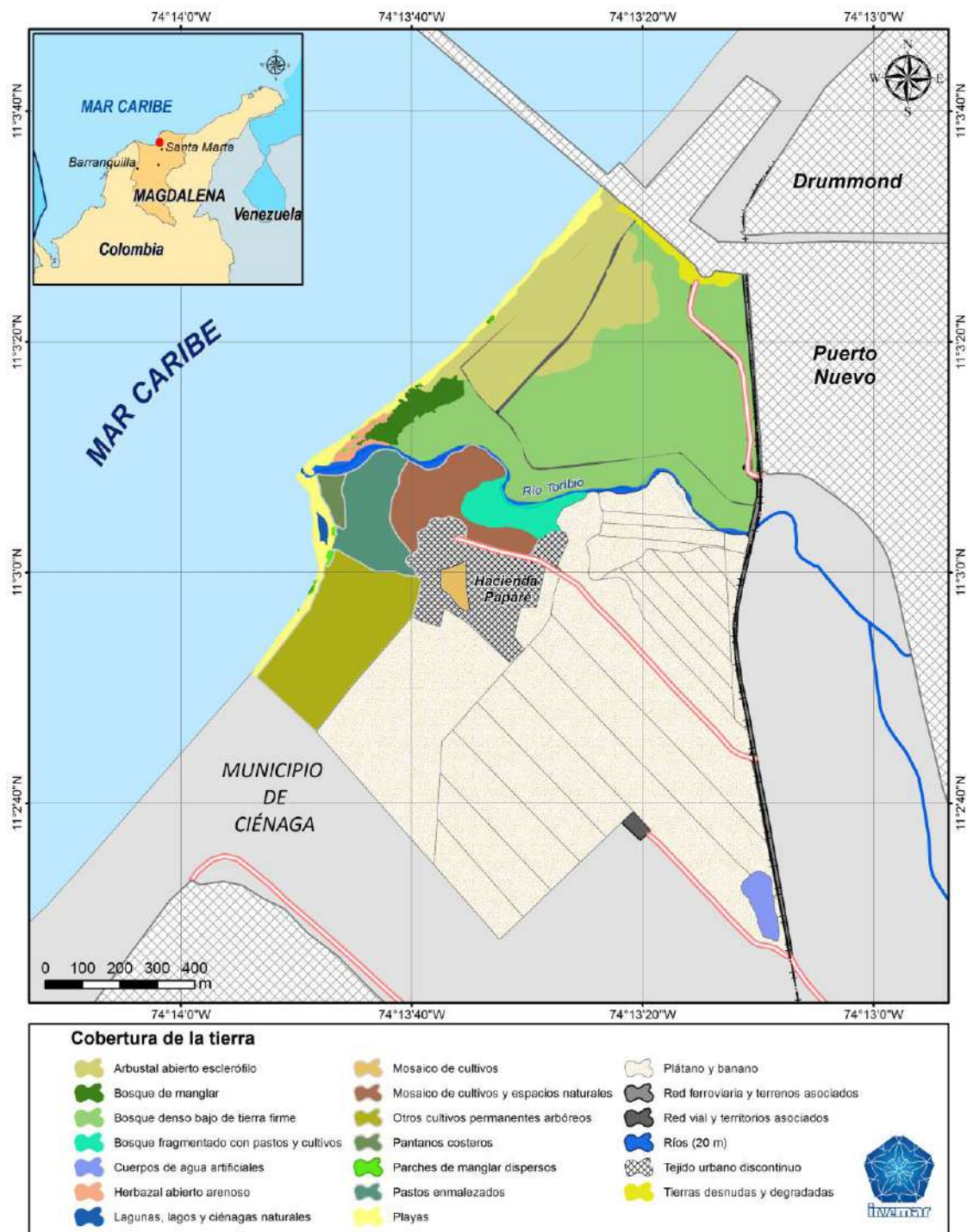


Figura 9. Mapa de coberturas del área de estudio

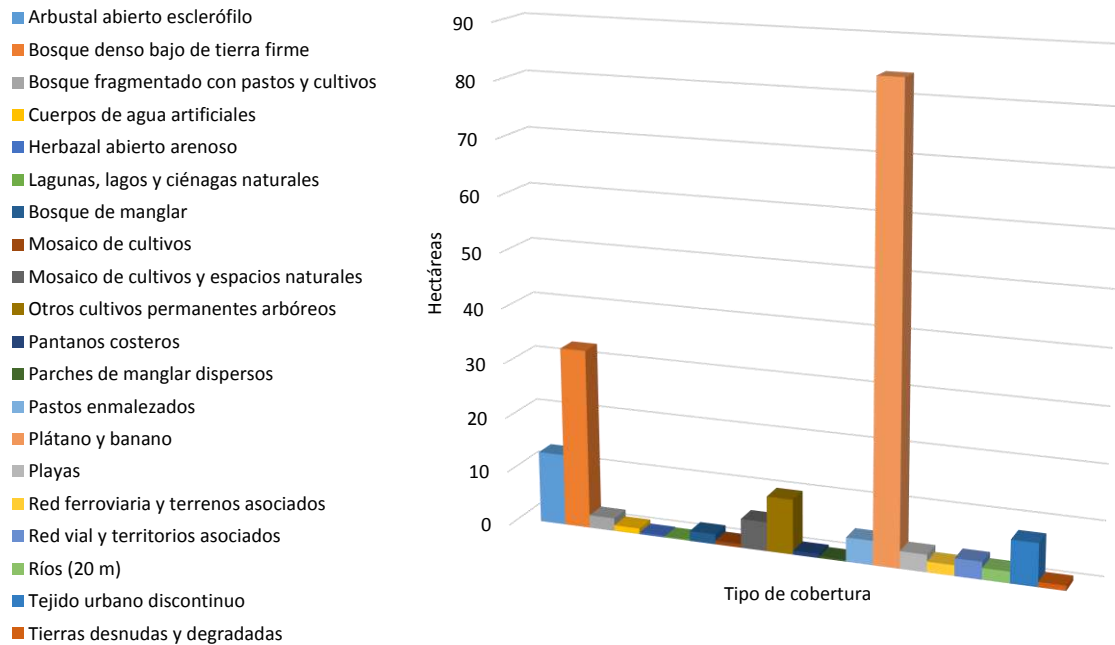


Figura 10. Coberturas vegetales identificadas en el área de estudio

Adicionalmente, se elaboró un mapa con los cuerpos de agua internos del bosque de manglar. Los cuerpos de agua comprendieron en su mayoría madrevejas, algunos conectados entre sí por drenajes intermitentes que pueden ser relictos de un antiguo brazo del río Toribio y que aparentemente para la fecha de la salida de campo no tenían un flujo continuo, además se identificaron los puntos de desembocadura hacia el mar y un punto que conecta con el río solo para épocas de fuertes lluvias y crecientes, como se observa en la Figura 11.

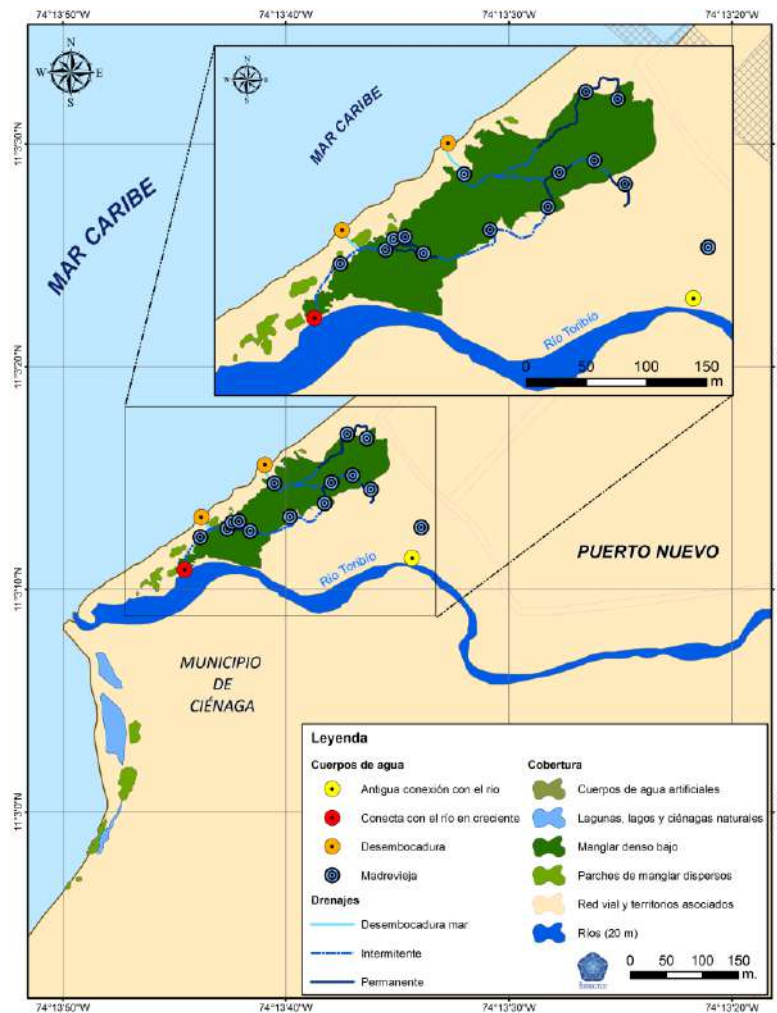


Figura 11. Mapa de drenajes del área de estudio

3.2 Componente estado ecológico

3.2.1 Variables fisicoquímicas

3.2.1.1 Aguas

Río Toribio

El río se caracterizó por presentar valores altos de temperatura, con un máximo de 28,8 °C en la zona media y un mínimo de 27,2°C en la desembocadura. El pH fue ligeramente alcalino, con valores entre 7,7 y 8,0. La salinidad fue nula (0 unidades) en las zonas altas, mientras que en la desembocadura registró un valor bajo (0,7 unidades). Los valores de oxígeno disuelto oscilaron entre 7,2 y 6,7 mg/L, con el registro más bajo en la desembocadura. Los sólidos suspendidos totales (SST) estuvieron en un rango entre 7,9 y 20 mg/L y los nitratos, en un rango de 127 – 154 mg/L (Tabla 12). La temperatura y el pH se mostraron constantes, con ligeras variaciones en sus valores a lo largo del cauce, mientras que las concentraciones de nutrientes y sólidos suspendidos aumentaron desde la parte alta hacia la desembocadura.

Tabla 12. Resumen mediciones *in situ* y nutrientes en la cuenca baja del río Toribio. T: Temperatura superficial; pH: Potencial de hidrogeniones; OD: Oxígeno disuelto; N-NO₂: Nitritos; N-NO₃: Nitratos; N-NH₄⁺: Amonio; SST: Sólidos suspendidos totales; QT: Caudal

Pto. de muestreo	T °C	Salinidad	pH	OD (mg/L)	N-NO ₂ (µg/L)	N-NO ₃ (µg/L)	N-NH ₄ ⁺ (µg/L)	SST (mg/L)	QT (m ³ /s)
Aguas 1	27,2	0,7	7,7	6,7	1,46	154	7,4	20	1,0
Aguas 2	28,8	0	7,7	7,2	1,18	143	5,3	10,8	0,7
Aguas 3	27,4	0	8,0	7,2	1,23	127	4,5	7,19	1,2

Los valores históricos (2001-2016) de parámetros fisicoquímicos reportados por la Red de Monitoreo de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras de Colombia (REDCAM) en la desembocadura del río Toribio durante los meses de diciembre-abril (Figura 12 a-d), mostraron concentraciones de oxígeno disuelto (OD) que oscilaron entre 4,3 y 10,1 mg/L para los años 2002 y 2016, respectivamente. El pH evidenció condiciones generales de neutralidad (6,7±8,7) a lo largo de los años de muestreo; así mismo, la temperatura superficial del agua en la desembocadura del río se mantuvo constante alrededor de los 27°C. No obstante, los valores históricos de sólidos suspendidos totales (SST) evidenciaron fluctuaciones, mostrando valores máximos durante el 2002 (128,6 mg/L) y 2013 (122,5 mg/L). Contrastando los datos históricos con los resultados obtenidos durante el 2017 en el punto de muestreo asociado a la desembocadura (Aguas 1). Se denota una disminución significativa para el 2017 de las variables OD, pH y temperatura; mientras que los SST en el 2017 (20 mg/L; Tabla 12) mostraron un aumento significativo respecto a lo reportado para el 2016 (1 mg/L).

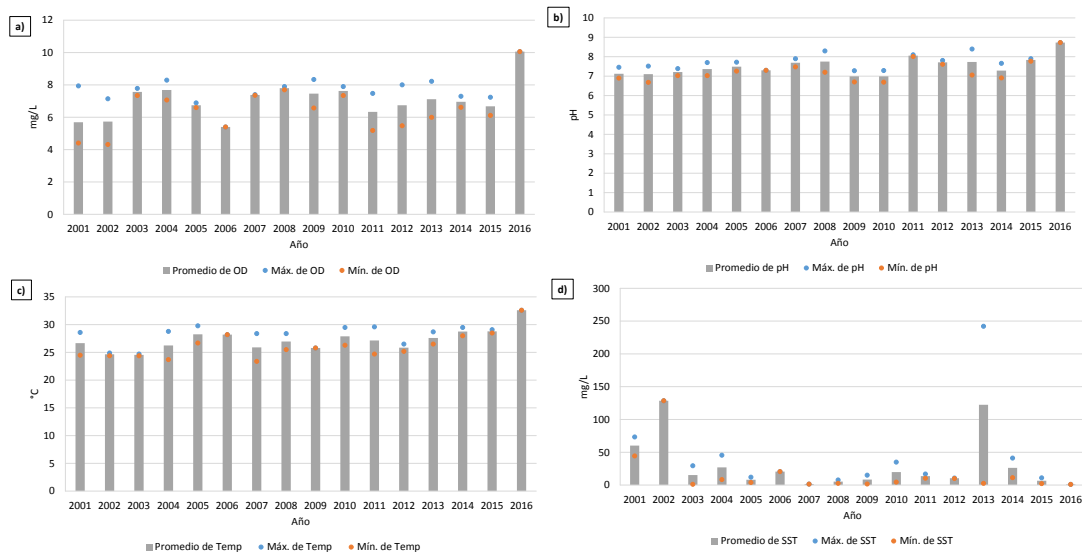


Figura 12. Registros históricos de parámetros fisicoquímicos durante los meses de diciembre-abril en la desembocadura del río Toribio: a) Oxígeno disuelto, b) pH c) Temperatura y d) Sólidos Suspendidos Totales (SST). Fuente: [\(INVEMAR, 2017\)](#)

Los datos históricos (2001-2016) de nutrientes tomados por la REDCAM en la desembocadura del río Toribio, muestran una marcada dominancia en la concentración de nitratos y amonio (Figura 13 b y c). Sin embargo, respecto a 2016 los resultados obtenidos para ambas variables en el

presente proyecto evidencian un aumento significativo ($154 \mu\text{g/L N-NO}_3$; $7,4 \mu\text{g/L N-NH}_4^+$) para el punto de muestreo asociado a la desembocadura (Aguas 1).

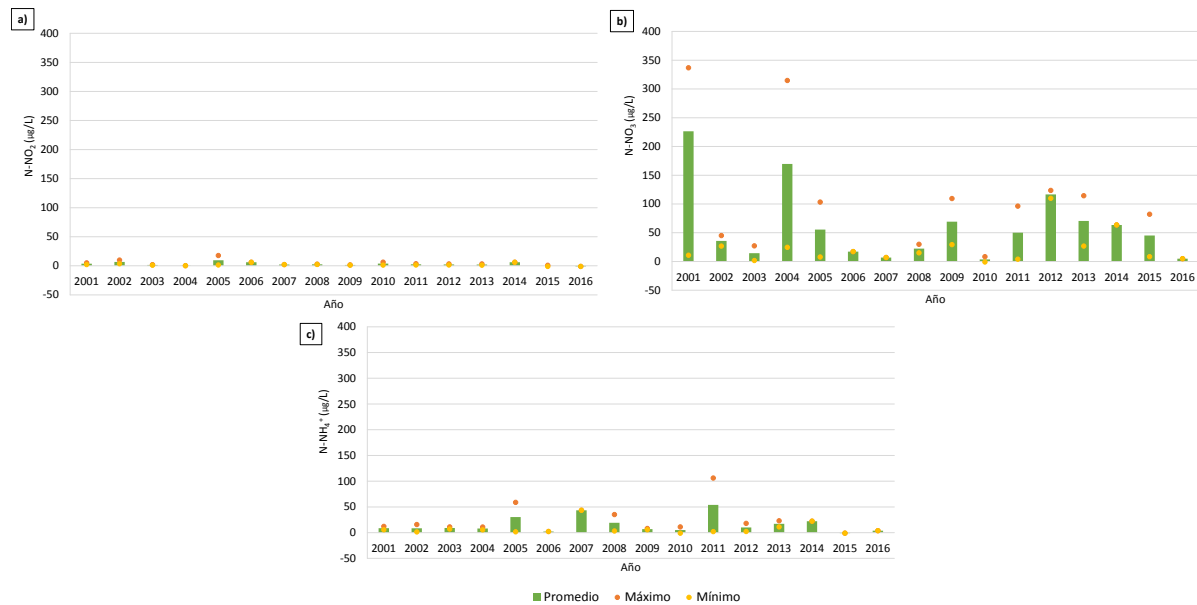


Figura 13. Histograma de registros históricos de Nutrientes durante los meses de diciembre-abril en la desembocadura del río Toribio: a) Nitritos (N-NO_2), b) Nitratos (N-NO_3) y c) Amonio (N-NH_4^+). Fuente: (INVEMAR, 2017)

Agua intersticial del Manglar

El agua intersticial registró temperaturas que oscilaron entre $28,0 \pm 30,9^\circ\text{C}$ y salinidades intersticiales que fluctuaron entre $13,1 \pm 31,9$ unidades (Tabla 13). Por otro lado, se evidenció un pH ligeramente alcalino con un valor promedio de 7,8 y valores de oxígeno disuelto oscilando entre 0 y 4,3 mg/L. Respecto a los nutrientes, los valores de nitritos estuvieron por debajo del límite de detección del método ($<0,7 \text{ mg/L}$) mientras que las concentraciones de nitratos estuvieron entre 2,1 y 13,7 mg/L.

Tabla 13. Resultados promedio de los análisis de parámetros fisicoquímicos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

Estación	T ($^\circ\text{C}$)	Salinidad (0,5m)
PPM1	30,9	28,8
PPM2	30,6	25,9
PPM3	28,0	13,1
PPM4	28,3	31,9
PPM5	28,4	18,7

Tabla 14. Resultados promedio, máximo y mínimos de los análisis de parámetros físicos químicos dentro del manglar del área de estudio. pH: Potencial hidrogeniones; OD: Oxígeno disuelto;

Estadístico	pH	OD (mg /L)	Saturación de O ₂ %	Nitritos N-NO ₂ µg /L	Nitratos N-NO ₃ µg /L
Promedio	7,8	2,3	38,5	<0,7	8,9
Máximo	7,8	4,3	70,4	0,7	13,7
Mínimo	7,8	0,0	0,0	0,0	2,1

En la Figura 14, se muestran los niveles de inundación registrados en cada una de las parcelas permanentes de monitoreo de manglar durante la época de lluvias (octubre/017). Se destaca la PPM3, en donde a 22cm por debajo del sustrato se encontraba disponible el recurso hídrico.

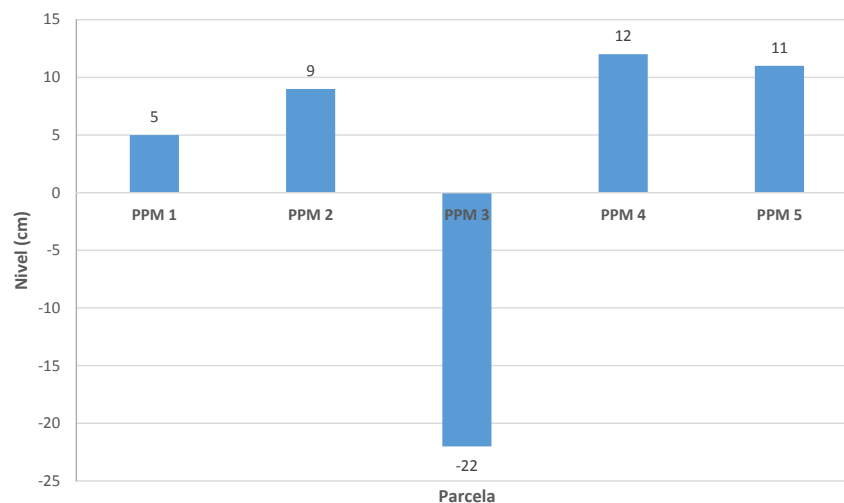


Figura 14. Niveles de inundación en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) durante época de lluvias.

3.2.1.2 Sedimentos

El análisis granulométrico determinó que los sedimentos en las PPM instaladas se componen principalmente de arenas, con un tamaño de grano fino a muy fino selección pobre a moderada y una textura levemente gravosa (Tabla 15). Las proporciones de arena en las muestras fueron superiores al 95%, exceptuando en la PPM 4, donde fue de 84%. Los porcentajes de lodos y gravas fueron mínimos en todas las muestras con excepción de PPM 4 donde los lodos alcanzaron un porcentaje de 14% (Figura 15). Con respecto a la composición de arenas, las parcelas 1, 3 y 4 se caracterizaron por tener un mayor porcentaje de arenas muy finas, con valores de 33,5; 34,8 y 49,1%, respectivamente, mientras que la parcela 2 el mayor porcentaje fue de arena media, con un valor de 35,3%. En la parcela 5 predominó la arena fina, con un porcentaje de 47%, seguida por la arena muy fina, con un 38,1% (Figura 16).

Las parcelas 1,2 y 3 presentaron valores de fósforo total superiores a 700 mg/kg, siendo la parcela 2 la que registró el valor más alto (774,4 mg/kg). El valor más bajo se registró en la parcela 5 (623,4 mg/kg). El contenido de materia orgánica oxidable oscilo entre los 20,8 – 48,6 mg/g. Los

valores más altos se encontraron en las parcelas 4 y 5, con 48,6 y 24 mg/g. En las demás parcelas el valor estuvo por los 21 mg/g, aprox.

Tabla 15. Características generales de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes. P= Fósforo Total

Parcela	Textura	Media	Selección	P Total (P mg/Kg)	Materia Orgánica Oxidable (mg/g)
PPM 1	Arena levemente gravosa	Arena muy fina	Pobre	763,0	20,9
PPM 2	Arena levemente gravosa	Arena media	Pobre	774,2	20,8
PPM 3	Arena levemente gravosa	Arena muy fina	Pobre	741,4	21,0
PPM 4	Arena lodosa levemente gravosa	Arena muy fina	Pobre	657,9	48,6
PPM 5	Arena levemente gravosa	Arena fina	Moderada	623,4	24,0

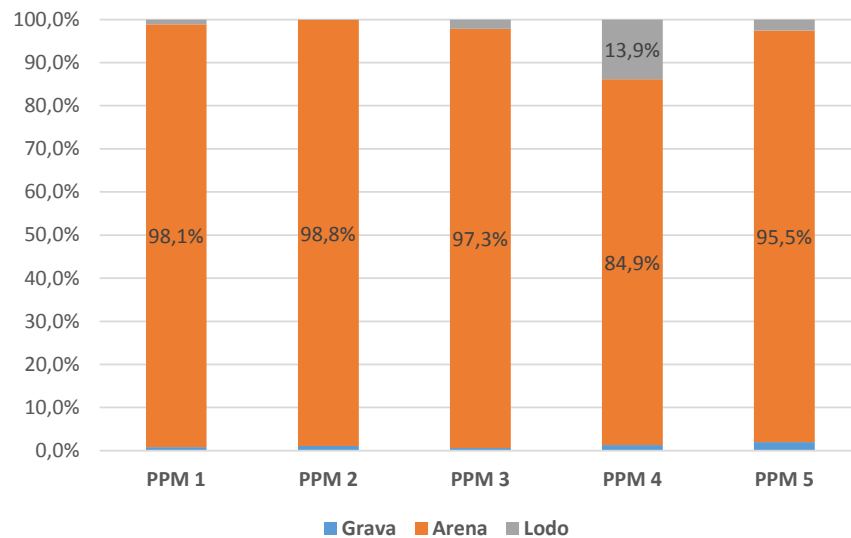


Figura 15. Composición granulométrica general de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).

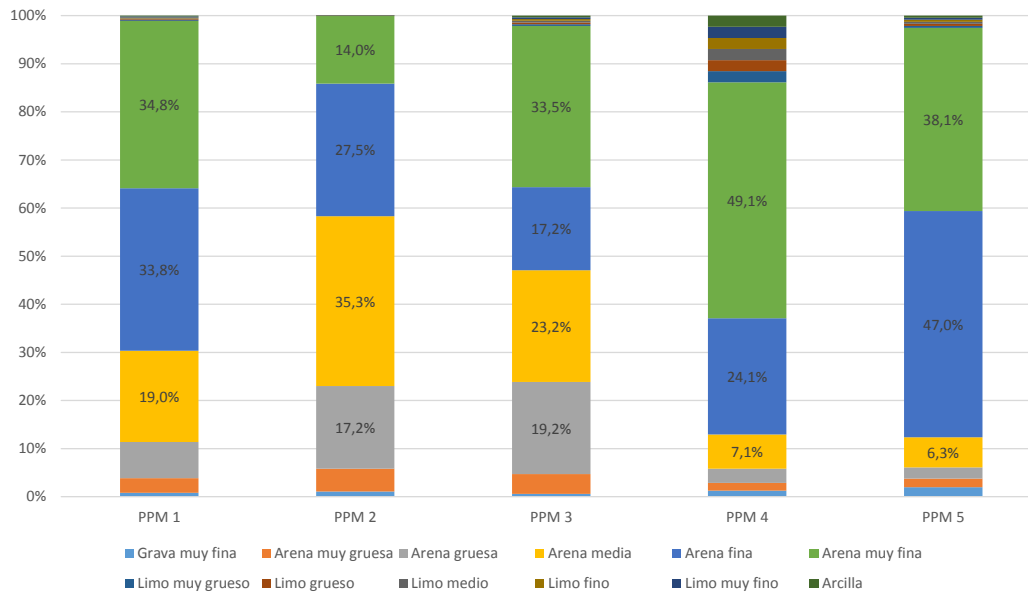


Figura 16. Composición granulométrica detallada de las muestras de sedimentos en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).

3.2.2 Vegetación

En los transectos y parcelas instaladas se identificaron 20 especies botánicas pertenecientes a 14 familias y 11 ordenes (Tabla 16). La familia con mayor representatividad de especies fue Fabaceae, con un total de seis (6) especies, seguida por Combretaceae la cual registró dos (2) especies. La mayoría de especies encontradas son de hábito de crecimiento arbóreo y arbustivo, con algunos elementos de tipo liana, trepador y palma. De las especies encontradas, siete se encuentran en categoría de amenaza “Preocupación menor” (LC). De las especies de manglar, se identificaron cuatro de las cinco reportadas para el caribe colombiano (Álvarez y Polanía, 1996).

Tabla 16. Composición florística del área de estudio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Arecales	Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palma africana	Árbol, Palma solitaria
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Uvito, uvita, uvilla	Arbolito, Árbol
		<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo	Árbol
Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	-	Arbusto, Árbol
		<i>Senegalia polyphylla</i> DC.	Tachuelo	Arbusto
		<i>Senna</i> sp.	-	Arbusto
		<i>Acacia macracantha</i> Willd	Aromo	Arbusto, Arbolito
		<i>Acacia tortuosa</i> (L.) Willd.	Aromo	Arbusto, Arbolito

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle negro	Arbusto, Arbolito, Árbol
	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Totumo	Arbolito, Árbol
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo, guásimo colorado	Árbol
Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle zaragoso	Arbusto, Arbolito, Árbol
		<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	Mangle amarillo, mangle bobo	Arbusto, Árbol
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> B(L.) R. Br.	-	Herbácea
Brassicales	Capparaceae	<i>Cynophalla hastata</i> (Jacq.) J.Presl		Arbusto, Arbolito
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle rojo	Árbol
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.		Arbusto, Arbolito
	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Arbusto
Poales	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	Pasto salitre	Herbácea
Gentianales	Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Dryand.	Algodón de seda	Arbusto, arbolito

En total se evaluaron 80 individuos, los cuales registraron un DAP promedio de 9,4 cm, con un valor máximo de 30 cm en el transecto 3 y un mínimo de 2,6 en el transecto 8. La altura promedio fue de 4,7 m, con individuos de hasta 9 m. Los transectos 2 y 3 registraron la mayor cantidad de individuos con 19 y 17, respectivamente (Tabla 17). En el transecto 10 no se registraron individuos con $DAP \geq 2,5$ cm.

Tabla 17. Características estructurales en los transectos. DAP= diámetro a la altura del pecho; H= altura.

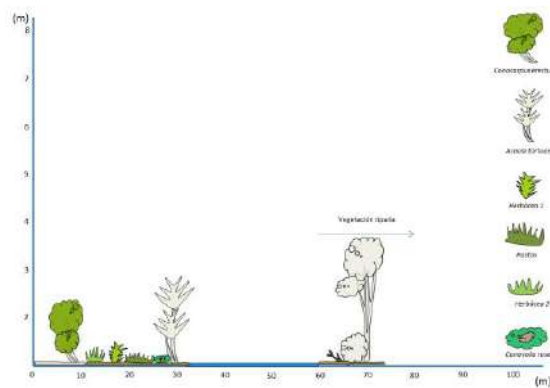
Transecto	Individuos	DAP	Máx. DAP	Mín. DAP	H(m)	Máx. H(m)	Mín. H(m)
1	1	5,8	5,8	5,8	3,2	3,2	3,2
2	19	10,2	21,7	4,4	4,5	8,0	1,5
3	17	14,9	30,0	2,6	5,1	8,5	1,8
4	6	8,1	15,2	4,0	5,2	7,0	4,0
5	10	8,2	20,9	3,5	5,0	9,0	2,5
6	9	6,3	13,8	3,0	4,4	6,0	2,5
7	12	6,5	12,5	2,8	4,7	7,5	2,5
8	5	5,3	10,2	2,6	3,7	4,5	2,5
9	1	10,1	10,1	10,1	4,5	4,5	4,5

Transecto	Individuos	DAP	Máx. DAP	Mín. DAP	H(m)	Máx. H(m)	Mín. H(m)
10	7	-	-	-	-	-	-
Total general	87	9,4	30,0	2,6	4,7	9,0	1,5

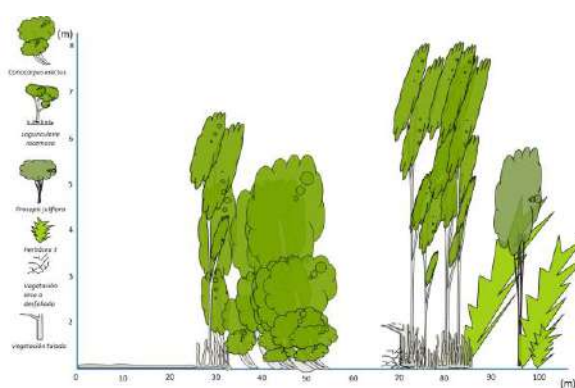
A continuación en la Tabla 18 y Figura 17 se describen cada uno de los transectos de vegetación evaluados y sus perfiles correspondientes, respectivamente.

Tabla 18. Descripción de los transectos de vegetación evaluados mediante PCQM en la desembocadura del río Toribio

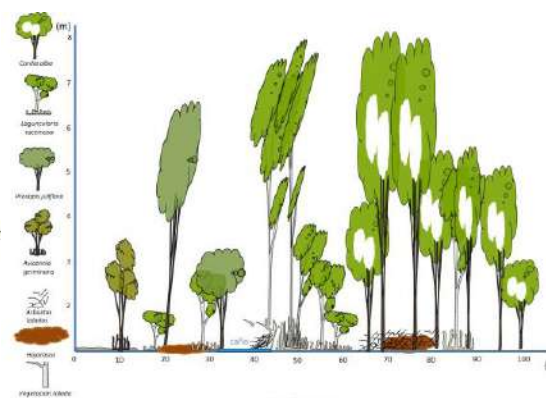
N°	Descripción
1	Se caracterizó por tener una franja de vegetación principalmente herbácea en los primeros 30 m de playa. En el estrato arbustivo se destacaron individuos de mangle Zaragoso (<i>C. erectus</i>), ubicado hacia la línea de costa. Este transecto es tangencial al río Toribio. Hacia el borde externo del río, hay vegetación riparia arbustiva intervenida, con algunos individuos de <i>V. tortuosa</i> , <i>Senna</i> sp, <i>Cecropia</i> sp. y <i>C. alba</i>
2	Se caracterizó por tener una franja inicial de litoral arenoso desprovisto de vegetación. En el estrato arbustivo y arbóreo se destaca la presencia de <i>C. erectus</i> , mangle amarillo (<i>L. racemosa</i>) y especies características de bosque seco, como el trupillo (<i>P. juliflora</i>). Se observó vegetación talada hacia el final del transecto
3	Se caracterizó por tener una franja inicial de litoral arenoso con vegetación playera riparia y arbustiva. A lo largo del transecto se identificaron individuos de <i>L. racemosa</i> y <i>A. germinans</i> , así como de <i>P. juliflora</i> y <i>C. alba</i> en estratos arbustivos y arbóreos de forma heterogénea. El sustrato se caracterizó por presentar una capa de materia orgánica compuesta principalmente por hojarasca y algunos fragmentos de troncos y ramas
4	Se caracterizó por presentar vegetación de playa en los 20 primeros metros, seguido de vegetación subxerofítica con predominio de elementos florísticos secos de las familias Fabaceae, Euforbiace y Capparaceae. En el estrato rasante, aparece una vegetación herbácea escasa y restos de ramas secas. A mitad del transecto está la malla de PNSA donde se pierde la continuidad de la vegetación costera. El resto de la vegetación al otro lado de la vía perimetral de PNSA, está mayormente defoliada y seca
5	La vegetación de playa se caracterizó por ser herbácea y continúa con vegetación seca predominantemente espinosa, como las fabáceas de los géneros <i>Senegalia</i> , <i>Vachellia</i> y <i>Prosopis</i> , los cuales dominan el estrato arbustivo y arbóreo. Adicionalmente, se destaca la presencia de enredaderas herbáceas, volubles sobre estos estratos. No se encontró vegetación de manglar. A menos de 60 metros del transecto está la malla de PNSA donde se pierde la continuidad de la vegetación costera. El resto de la vegetación al otro lado de la barrera, está mayormente defoliada y seca
6	Al igual que el transecto anterior, este transecto se caracterizó por la ausencia de manglar. La vegetación encontrada corresponde a elementos florísticos típicos de bosques secos y rastrojos como <i>S. polyphylla</i> , <i>C. hastata</i> , guácimos (<i>Guazuma ulmifolia</i>) y trupillos (<i>P. juliflora</i>). En el estrato rasante predominó el material vegetal seco (ramas, troncos y hojarasca) y trepadoras volubles
7	Se reportaron matorrales altos de vegetación seca y espinosa, con algunos individuos de <i>C. erectus</i> . En los claros del transecto las herbáceas conforman parches malos. La mayoría de los arbustos o del estrato subarbóreo, son trupillos (<i>P. juliflora</i>) con una altura promedio de 4,7 m, lo que sugiere una sucesión reciente de especies secas
8	Se caracterizó por presentar regeneración de <i>C. erectus</i> y <i>L. racemosa</i> en la zona más próxima a la línea costera. Después de los 30 m, se observó abundancia de pasturas para ganadería con elementos propios de cultivo como la palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i>)
9	Se caracterizó por tener una línea de playa angosta con vegetación arbustiva a subarbórea que está conformada por <i>A. germinans</i> y <i>C. erectus</i> en estado de regeneración reciente. La franja continúa con un cuerpo de agua léntico que alberga vegetación acuática flotante como <i>Pistia stratiotes</i> y <i>Lemna</i> sp. Del otro lado del cuerpo de agua se observó ocupación antrópica
10	El transecto presentó playa con vegetación escasa, con una franja de pastos tuberculosos (<i>Sporobolus virginicus</i>) perennes y otros elementos florísticos de playa como <i>Ipomoea pes-caprae</i> . Se observó una quema reciente en el área y se registraron especies exóticas de comportamiento invasor como la higuera (<i>Ricinus communis</i>) y <i>Calotropis procera</i> . A partir de los 40 m se encontró una cerca que delimita los predios de una finca.



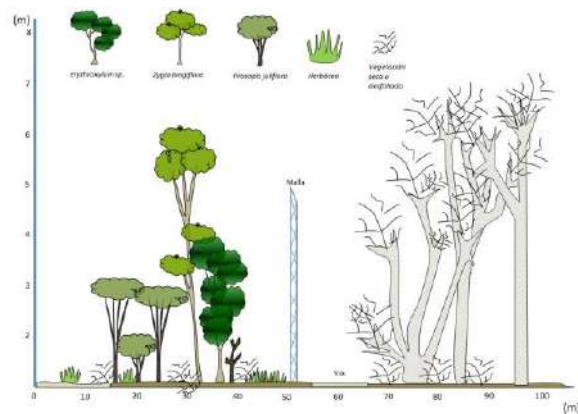
T1- Río Toribio



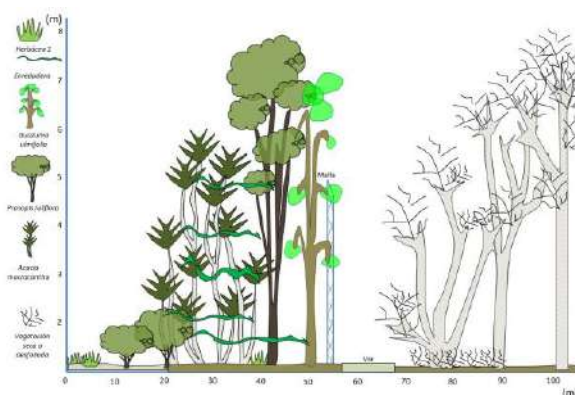
T2- Río Toribio



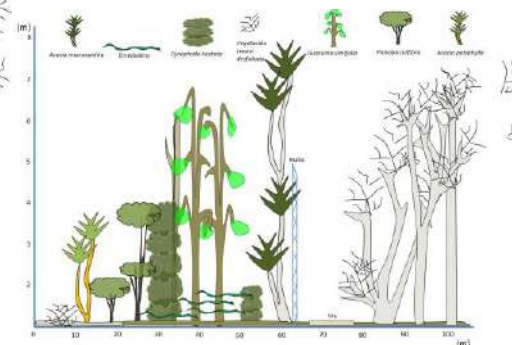
T3- Río Toribio



T4- Río Toribio



T5- Río Toribio



T6- Río Toribio



Figura 17. Perfiles de vegetación realizados a partir de la implementación de transectos con la metodología PCQM

Dentro de los transectos evaluados, las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron *P. juliflora*, seguida de *L. racemosa* y *C. erectus*, con valores de 79, 75 y 41, respectivamente (Figura 18). A pesar de esto, *L. racemosa* fue la especie con mayor dominancia relativa, con un 35%, lo que se encuentra estrechamente relacionado con el valor de área basal, el cuál fue mayor para esta misma (Tabla 19). En el caso de *P. juliflora*, el valor del IVI se vio relacionado a los valores de densidad y frecuencia ya que esta especie fue la que presentó una mayor cantidad de individuos además de ser la segunda especie con mayor área basal (0,109 m²/0.1 ha). *A. germinans* sólo se vio representada por dos individuos y tuvo un valor bajo de área basal con respecto a las otras dos especies de manglar encontradas en los transectos.

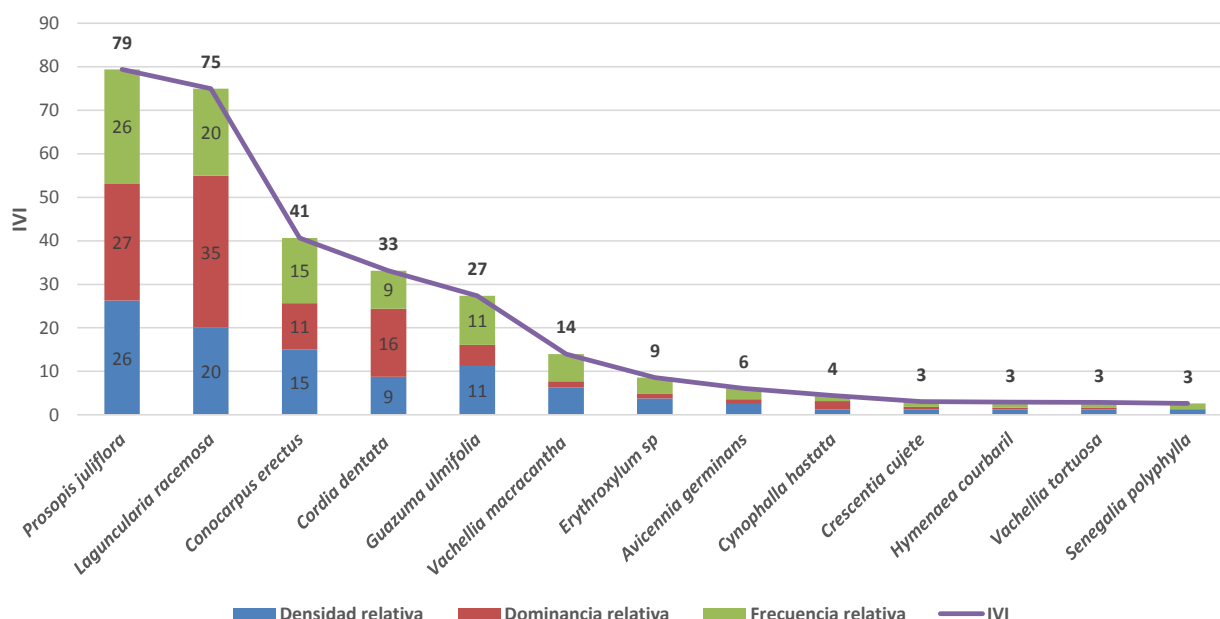


Figura 18. Índice de valor de importancia (IVI) calculado para las especies encontradas en los transectos.

Tabla 19. Promedio de DAP, Área basal (AB) y densidad de individuos (0,1 ha) de las especies encontradas en los transectos.

Especie	Prom. DAP	AB (m ² /0,1 ha)	D (ind/0,1 ha)
<i>Prosopis juliflora</i>	9,4	0,109	10,9
<i>Laguncularia racemosa</i>	12,5	0,142	8,3
<i>Conocarpus erectus</i>	8,7	0,043	6,2
<i>Cordia dentata</i>	14,1	0,063	3,6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7,0	0,020	4,7
<i>Vachellia macracantha</i>	5,3	0,006	2,6
<i>Erythroxylum sp</i>	5,8	0,004	1,6
<i>Avicennia germinans</i>	6,4	0,004	1,0
<i>Cynophalla hastata</i>	13,8	0,008	0,5
<i>Crescentia cujete</i>	7,5	0,002	0,5
<i>Hymenaea courbaril</i>	6,3	0,002	0,5

Especie	Prom. DAP	AB (m ² /0,1 ha)	D (ind/0,1 ha)
<i>Vachellia tortuosa</i>	5,8	0,001	0,5
<i>Senegalia polyphylla</i>	3,0	0,000	0,5

En las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) se registró un diámetro promedio de 13,46 cm, con una altura promedio de 5,94 m (Tabla 20). Se registraron tres especies de mangle de las cuales, *L. racemosa* presentó los mayores valores de abundancia, dominancia, frecuencia y área basal (Tabla 21). Por tanto, *L. racemosa* tuvo el mayor valor de índice de valor de importancia con un porcentaje de 201,8 (Figura 19) seguido por *A. germinans* con 67,5 %.

Tabla 20. Parámetros estructurales por c/u de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM). AG= *A. germinans*; LR= *L. racemosa*; RM= *R. mangle*

PPM	Indv.	Sp	DAP (cm)	AB (m ² .ha ⁻¹)	Altura (m)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI (%)
1	6	AG	8,62	0,01	4,53	60,0	54,6	100,0	50,0	164,6
	4	LR	13,83	0,02	5,63	40,0	45,4	100,0	50,0	135,4
2	2	AG	20,93	0,05	6,00	33,3	70,8	100,0	50,0	154,2
	4	LR	10,09	0,01	4,81	66,7	29,2	100,0	50,0	145,8
3	9	AG	10,09	0,02	4,52	100,0	100,0	100,0	100,0	300,0
4	7	AG	15,63	0,02	8,00	100,0	100,0	100,0	100,0	300,0
5	5	LR	19,04	0,04	6,80	83,3	76,7	100,0	50,0	210,0
	1	RM	26,70	0,06	14,00	16,7	23,3	100,0	50,0	90,0
38			13,46	0,02	5,94	-	-	-	-	-

Tabla 21. Parámetros estructurales de las especies presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM). AB= área basal; DAP =Diámetro a la Altura del Pecho; IVI= Índice de Valor de Importancia.

Especie	Individuos	DAP (cm)	Densidad (ind/m ²)	AB (m ² .ha ⁻¹)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI (%)
<i>L. racemosa</i>	29	13,5	5,8	0,612	76,3	72,0	62,5	210,8
<i>A. germinans</i>	8	11,7	1,6	0,182	21,1	21,4	25	67,5
<i>R. mangle</i>	1	26,7	0,2	0,056	2,6	6,6	12,5	21,7
Total general	38	-	-	0,850	100	100	100	300

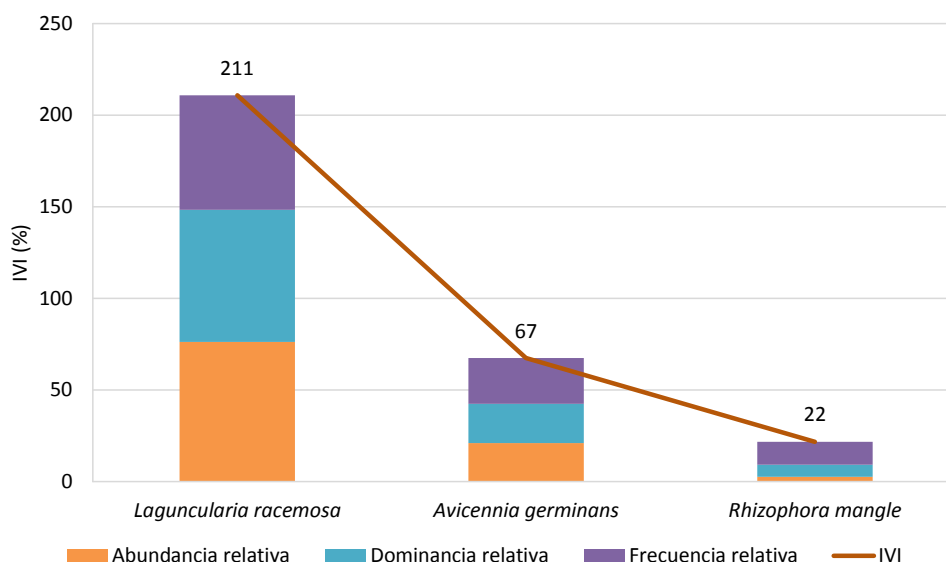


Figura 19. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).

De acuerdo a las siete clases diamétricas definidas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) para categorizar los individuos encontrados en las PPM (Tabla 3); se encontró que, la mayor cantidad de individuos estuvieron en la categoría 1 (Figura 20), con diámetros por debajo de los 6 cm, seguida por las categorías 2 y 4, donde se registraron siete individuos en cada una.

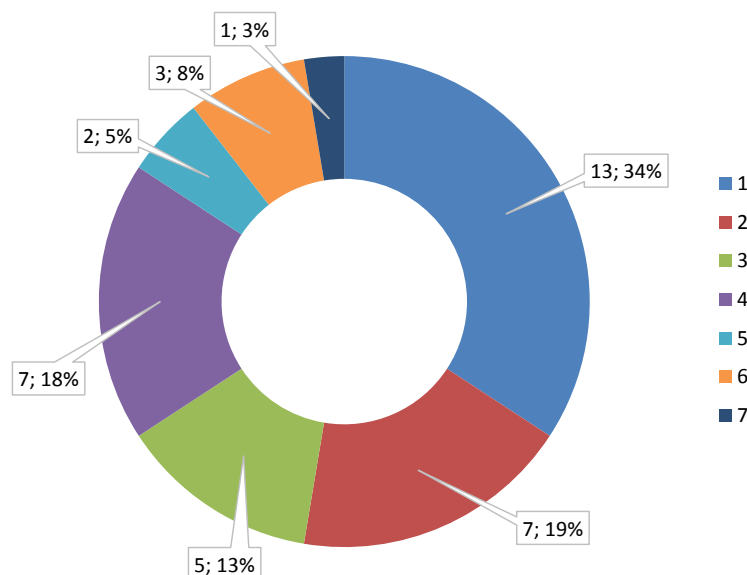


Figura 20. Número de individuos por categorías diamétricas ([Rangel y Velázquez, 1997](#)) presentes en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).

La densidad de plántulas y propágulos se concentró principalmente en las parcelas 1 y 2. La especie *A. germinans* registró una densidad de propágulos de 43,7 ind/m² en la PPM1 y 72,3 ind/m² en la PPM2. Para esta misma especie la densidad de plántulas fue de 7,3 ind/m² en PPM 1 y

7 ind/m² en la PPM 2. En PPM 4 se registraron plántulas de ambas especies, con densidades de 1 y 0,7 ind/m² para *A. germinans* y *L. racemosa*, respectivamente. Solo en PPM2 se registraron propágulos de *L. racemosa*, con una densidad de 0,7 ind/m². En las parcelas restantes no se encontró regeneración natural.

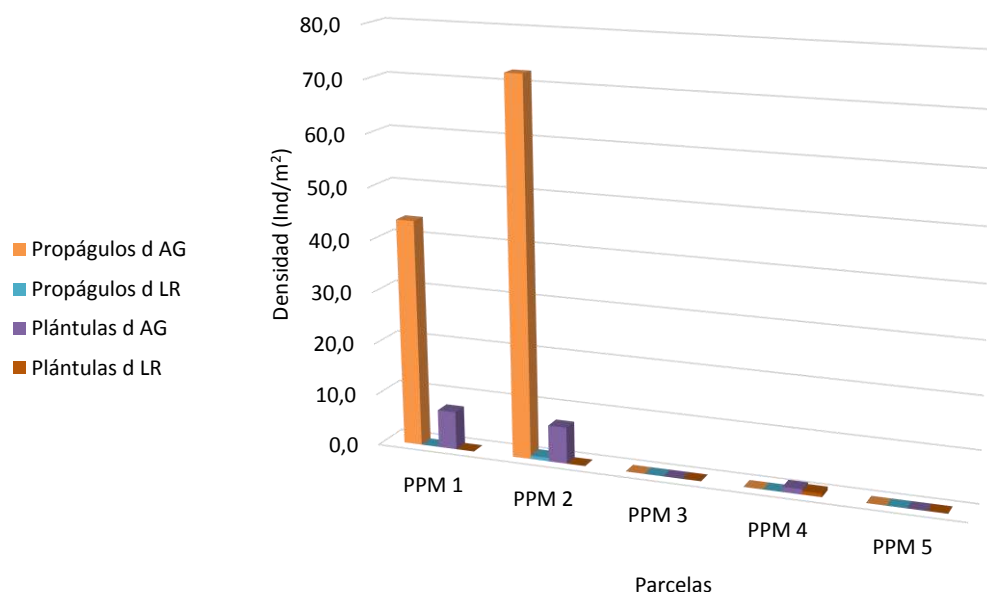
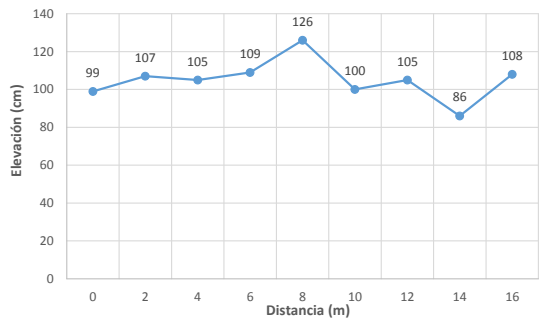
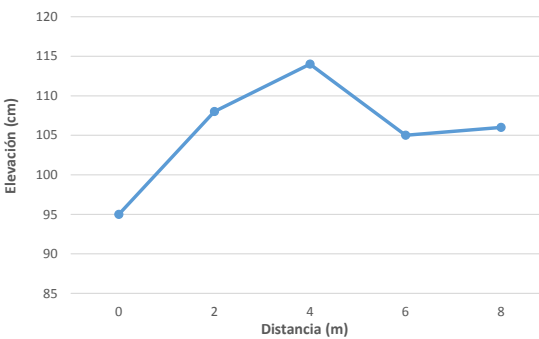
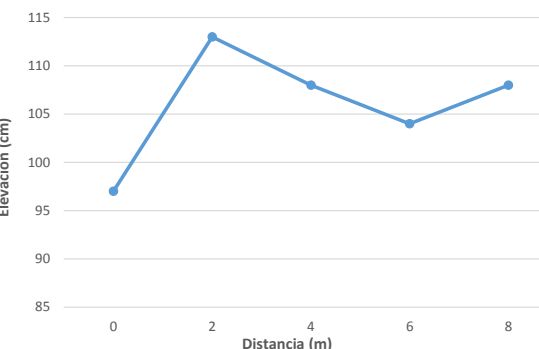


Figura 21. Densidad de plántulas y propágulos dentro de las PPMs. AG= *A. germinans*; LR= *L. racemosa*.

Los resultados del levantamiento micro-topográfico en el área de estudio se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Descripción y gráfica de perfiles microtopográficos

Nombre del transecto	Descripción	Perfil microtopográfico																																
Tra_1_TO	Localizado al borde de la desembocadura del río Toribio hacia el mar. Presenta en su mayoría individuos de <i>C. erectus</i> y en menor abundancia <i>A. germinans</i> , también hay presencia de pastos y juncas. El nivel de agua en el punto inicial del transecto, es decir, desde el borde de la vegetación hacia el río es de -22 cm con una salinidad de 1,8 unidades y una temperatura de 32°C y la distancia desde el punto inicial al mar es de 37 m. El perfil microtopográfico, registra una altura máxima 115 cm a los 12 m y una mínima de 78 cm a los 10 m.	<table><thead><tr><th>Distancia (m)</th><th>Elevación (cm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>102</td></tr><tr><td>2</td><td>108</td></tr><tr><td>4</td><td>94</td></tr><tr><td>6</td><td>106</td></tr><tr><td>8</td><td>106</td></tr><tr><td>10</td><td>78</td></tr><tr><td>12</td><td>115</td></tr><tr><td>14</td><td>103</td></tr><tr><td>16</td><td>103</td></tr><tr><td>18</td><td>97</td></tr><tr><td>20</td><td>99</td></tr><tr><td>22</td><td>105</td></tr><tr><td>24</td><td>106</td></tr><tr><td>26</td><td>103</td></tr><tr><td>28</td><td>83</td></tr></tbody></table>	Distancia (m)	Elevación (cm)	0	102	2	108	4	94	6	106	8	106	10	78	12	115	14	103	16	103	18	97	20	99	22	105	24	106	26	103	28	83
Distancia (m)	Elevación (cm)																																	
0	102																																	
2	108																																	
4	94																																	
6	106																																	
8	106																																	
10	78																																	
12	115																																	
14	103																																	
16	103																																	
18	97																																	
20	99																																	
22	105																																	
24	106																																	
26	103																																	
28	83																																	

Nombre del transecto	Descripción	Perfil microtopográfico
Tra_2_TO	<p>Inicia con la presencia de especies de <i>A. germinans</i> y en su mayoría de <i>C. erectus</i> en el sector costero hasta llegar al río Toribio, el nivel de agua del punto inicial fue de -21 cm con una salinidad de 1,8 unidades y 31,5°C. El río se encuentra a 16 m de distancia desde el punto inicial del transecto; la altura máxima del perfil es de 126 cm a los 8 m de distancia y la mínima es de 86 cm a los 14 m de distancia.</p>	
Tra_3_MV	<p>Se encuentra dentro de la PPM1, influenciado por una madre vieja la cual solo tiene cauce en temporada de lluvias. Al inicio del transecto se evidencia la dominancia de <i>C. erectus</i> y entrando en la cobertura arbórea hacia la Madre Vieja se identifican individuos de <i>A. germinans</i> y se evidencia la presencia de regeneración natural. En el punto inicial no se llegó al nivel freático por lo que se realizó esta medición 4 metros más adelante registrando una salinidad 16,4 unidades, con 29,6 °C y a un nivel freático de -43 cm, el transecto posee su punto más alto a los 4 metros con una altura de 108 cm y el mínimo en el punto inicial con una altura de 95 cm.</p>	
Tra_4_MV	<p>Se encuentra dentro de PPM 2. Se evidenció regeneración natural con abundantes propágulos de <i>A. germinans</i>. En la zona se presentan sectores con pequeños encharcamientos y apertura de claros producto de la caída de árboles. El transecto inicio desde donde hay especies de mangle hasta una madre vieja, al inicio se midió el nivel freático registrando -43 cm, la salinidad registro 14,0 unidades con una temperatura de 29,4°C, en el perfil micro topográfico se puede observar el nivel máximo a los dos metros registrando 113 cm y el mínimo se encuentra al inicio del transecto registrando 97 cm.</p>	

3.2.1 Componente de Causas de transformación, deterioro y pérdida

La historia de disturbio de la desembocadura del río Toribio data de finales del siglo XIX principios del siglo XX, en donde la llanura aluvial fue transformada debido principalmente al cambio de uso de suelo derivado del auge de la producción agropecuaria (e.g. bananeras, etc.), afectando las coberturas vegetales originales asociados al delta del río. Para finales del siglo XX y principios del XXI aunque la frontera agropecuaria continuaba su expansión y existe una evidente fragmentación del paisaje, de acuerdo a las fotografías de la época (Figura 22 A y B), se puede observar que la desembocadura del río Toribio contaba con una continua y consolidada vegetación costera y riveraña aparentemente en buen estado (Figura 22B). Para inicios del siglo XXI en donde el sector productivo portuario comienza a tener mayor influencia en el área.



Figura 22. Registros fotográficos de 1954 (A) y 1973 (B) del paisaje de la desembocadura del río Toribio. Tomada y modificada de IGAC (1954) y von Erffa (1973), respectivamente

Se evidenció que el área de estudio se caracterizó por presentar un mosaico de sistemas naturales entre los que se destacan manglares, bosque seco tropical (BsT) y agroecosistemas, no obstante, durante las salidas de campo y las mesas de trabajo llevadas a cabo con la comunidad local (Figura 23), se identificaron 9 factores de deterioro que actualmente ejercen presión sobre el ecosistema de manglar, los cuales se listan en la Tabla 23 (Anexo 5 del ITF: “Memorias de talleres y reuniones”)



Figura 23. Identificación y valoración de las causas de transformación, deterioro y pérdida del ecosistema de manglar en la desembocadura del río Toribio: a) tala selectiva, b) pastoreo de ganado bovino

Tabla 23. Causas de transformación, deterioro y pérdida de paisaje en la desembocadura del río Toribio. La calificación fue obtenida a través de la percepción de las comunidades locales.

No.	Factor	Calificación*	Observaciones
1	Contaminación	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Aportes de aguas residuales y basuras al río Comunidad ha identificado que los visitantes dejan basuras
2	Polvillo de carbón*	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Afecta la calidad del aire y el follaje de la vegetación
3	Tala	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Ejerce un impacto directo sobre el recurso maderable del manglar

4	Limitación del flujo hídricos	Muy severo	<ul style="list-style-type: none"> Afecta el desarrollo del manglar Se sabe que extraen agua del río para el funcionamiento de los puertos y las fincas.
5	Fogatas	Muy severo/severo	<ul style="list-style-type: none"> Las realizan algunos visitantes turísticos y pescadores
6	Cambios de uso del suelo	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de ganadería, que afecta directamente el suelo
7	Erosión costera	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Se reconoce la acción erosiva del mar sobre la línea de costa, han notado eventos de fuerte oleaje.
8	Sedimentación / Sequía	Severo	<ul style="list-style-type: none"> La comunidad percibe alta sedimentación en la desembocadura
9	Desecamiento de acuíferos	Poco Severo	<ul style="list-style-type: none"> Baja densidad de pozos (acuíferos)

*Percepción de actores locales

3.2.2 Integridad ecológica del manglar

Teniendo como precedente la información biofísica colectada y la historia de degradación del sistema, se realizó un análisis de integridad ecológica del manglar teniendo en cuenta aspectos estructurales, funcionales y los cambios de cobertura que ha tenido el sistema.

La evaluación realizada (Tabla 24), destaca que el manglar asociado al río Toribio se encuentra en un estado Regular. En términos de los atributos analizados para contexto paisajístico, fueron las alteraciones al régimen hídrico (RH) las que disminuyeron la puntuación para este sector en términos de la categoría anteriormente mencionada; puesto que de acuerdo a la revisión de información secundaria realizada y las salidas de campo ejecutadas, se reporta para la porción medio y baja de la cuenca alteraciones de los flujos hídricos en términos de la presencia de diferentes puntos de captación de agua, lo cual ha llevado al déficit de recurso a lo largo de la cuenca y en especial para los manglares. Sumado a esto, los atributos estructurales evaluados correspondiente al área basal (AB) y la densidad de individuos (D) para conocer la condición del sector, se clasificaron como “Pobres”, puesto que estuvieron muy por debajo de la media para los manglares del departamento (AB PPM= 0,02 m².ha⁻¹ y D PPM= 38 ind; Tabla 20). Finalmente, y teniendo en cuenta las fotografías áreas históricas del sector (Figura 22), específicamente del polígono de análisis, se otorgó una calificación de “regular” para el atributo de cobertura de la tierra, puesto que cerca del 20% de la cobertura de manglar para el sector se ha visto altamente degradada a partir del siglo XX.

Tabla 24. Evaluación de integridad ecológica para los sectores de manglar en el departamento del Magdalena. *Sector de manglar de interés para efectos de este proyecto

Sector de manglar	Categorías / Indicadores								Evaluación Final
	Contexto Paisajístico			Condición				Tamaño	
	CF	RH	Total	AB	D	S	Total	C	
1 Palomino	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Don Diego	Regular	Muy Bueno	Regular	-	-	Regular	-	Bueno	-
3 Buritaca	Pobre	Bueno	Pobre	-	-	-	-	Bueno	-
4 Guachaca	Pobre	Bueno	Pobre	-	-	Regular	-	Bueno	-
5 Bahía de Cinto	Regular	Muy Bueno	Regular	-	-	-	-	Muy Bueno	-
6 Bahía de Neguanje	Muy Bueno	Bueno	Bueno	-	-	-	-	Bueno	-

Sector de manglar	Categorías / Indicadores								Evaluación Final
	Contexto Paisajístico			Condición				Tamaño	
	CF	RH	Total	AB	D	S	Total	C	
7 Bahía Gairaca	Regular	Bueno	Regular	-	-	-	-	Bueno	-
8 Bahía de Chengue	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Regular	Regular	Bueno	Regular	Muy Bueno	Bueno
9 Manzanares	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 Gaira	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Pozos Colorados	Bueno	Regular	Regular	-	-	Regular	-	Regular	-
12 Toribio*	Muy Bueno	Regular	Regular	Pobre	Pobre	Muy Bueno	Regular	Regular	Regular
13 Córdoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 CGSM	Muy Bueno	Regular	Regular	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Pobre	Regular
15 VIPIS	Muy Bueno	Regular	Regular	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Regular
16 SFFCGSM - Occidental	Muy Bueno	Regular	Regular	-	-	Pobre	-	Bueno	-
17 SFFCGSM - Centrosur	Muy Bueno	Pobre	Pobre	-	-	Regular	-	Bueno	-
18 SFFCGSM - Lengüeta	Muy Bueno	Regular	Regular	Pobre	Pobre	Muy Bueno	Pobre	Bueno	Regular

Evaluación de estado de los manglares del departamento del Magdalena

Regular

CF= Composición florística; RH= Alteración de los flujos hídricos; AB=Área basal (m²/ha); D= Densidad (ind/ha); S=Salinidad; C=Cambios de cobertura asociados a bosques de manglar. Calificación de los indicadores: **Muy Bueno**, **Bueno**, **Regular**, **Pobre**; los vacíos de información están expresados en cuadrículas vacías con un guión.

3.3 Componente social y servicios ecosistémicos

Al analizar cada servicio y su significado, la comunidad reconoció la importancia de los manglares en cuanto a los servicios de abastecimiento de agua, fuente de alimentos y materias primas, así como el de hábitat de especies. Se destacó la protección costera, y respecto al tema de belleza paisajística y estética se reflexionó acerca de la dependencia de este servicio con el cuidado y manutención que se le brinde al ecosistema. Referente a la herencia y tradición se analizó la importancia de mantener el ecosistema para generaciones futuras (Anexo 5: Memorias de talleres y reuniones). Finalmente se añadió al listado el servicio de turismo ecológico debido a que parte de la comunidad ve en éste la oportunidad de generar ingresos (Figura 24). Todos los servicios obtuvieron la calificación de **muy importante**, excepto el de abastecimiento de materias primas (poco importante), en este punto se resaltó que el bosque de manglar no debería usarse para extraer recurso maderable, y en su lugar se deberían conocer otras especies alternativas para suplir este tipo de necesidad (Tabla 25).



Figura 24. Evidencia fotográfica de la ejecución del ejercicio de evaluación de Servicios Ecosistémicos con la comunidad local del río Toribio

Tabla 25. Calificación de los servicios ecosistémicos por la comunidad de río Toribio. *Servicios de alta relevancia para la comunidad

Servicio Ecosistémico	Calificación
Abastecimiento de Agua*	Muy importante
Abastecimiento de alimento*	Muy importante
Abastecimiento de materias primas	Poco importante
Hábitat de especies	Muy importante
Protección costera*	Muy importante
Mantenimiento de clima favorable para humanos	Muy importante
Belleza paisajística y estética*	Muy importante
Herencia y tradición	Muy importante
Turismo ecológico*	Muy importante

Por otro lado, las encuestas aplicadas permitieron conocer la percepción de la comunidad sobre la función de protección que ejerce el manglar frente a eventos extremos relacionados con el clima y la dinámica costera (e.g. erosión, microtsunamis), en donde el 91% (10 personas) considera que dicho ecosistema si le brinda protección, y el 73% (8 personas) reconoce que el manglar trae beneficios a su comunidad (Figura 25).

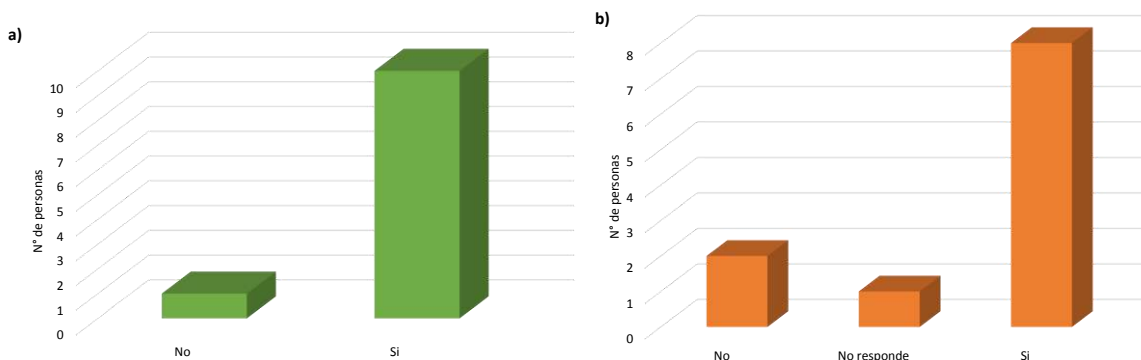


Figura 25. a) Percepción de protección del manglar frente a eventos climáticos. b) Percepción de beneficios aportados por el manglar a la comunidad

3.3.1 Caracterización de actores locales

Durante las actividades del convenio se identificaron 19 actores que tienen o podrían tener algún rol en la ejecución de procesos de restauración. Los actores identificados se clasificaron en: Comunidades locales, actores del sector agrícola, sector carbonífero, orden nacional y organizaciones no gubernamentales. En la Tabla 26 se describe cada actor clave para el desarrollo del proyecto.

Tabla 26. Descripción actores que inciden en el ecosistema de manglar del río Toribio

Tipo de actor	Actor	Descripción
Comunidades locales	Comunidad Playitas	Residentes de la zona, tienen cultivos de frutas y realizan algunas actividades de ecoturismo en área del río Toribio
	Comunidad Costa Verde	Residente del área cercana a la desembocadura del río Córdoba. Realizan actividades de pesca en el área marina adyacente del río Toribio
	ASOPESEPA	Pescadores del municipio de Ciénaga realizan actividades de pesca en el área marina adyacente del río Toribio
	Dueños de predios en Playitas	Residentes en la ciudad de Santa Marta, realizan cultivos a pequeña escala el área de río Toribio, productos para venta local.
Sector agrícola	Hacienda Papare	Productores agrícolas a gran escala, con productos de exportación
Sector carbonífero	Puerto Nuevo (PNSA)	Un puerto de servicio público para la exportación de carbón
Orden nacional	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)	Realiza investigación básica y aplicada de los ecosistemas marinos de interés nacional con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.
	Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG)	Encargado por ley de administrar dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por el desarrollo sostenible
	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	ANLA es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del País.
	Gobernación del Magdalena	Promotor del desarrollo económico y social del departamento.
	Policía Metropolitana	Encargada de velar por la seguridad y convivencia en esta ciudad del país. Control y vigilancia y apoyo en la educación ambiental
	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)	Realiza el ordenamiento, la administración, el control y la regulación para el aprovechamiento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros y de la acuicultura en el territorio nacional.

Tipo de actor	Actor	Descripción
Organizaciones no gubernamentales	Alcaldía de Ciénaga	Conservar el orden público en el municipio, de conformidad con la ley y las instrucciones del Presidente de la República y del respectivo gobernador
	Fundación Bachaqueros	Se dedica a la formulación, gestión y realización de proyectos relacionados con la restauración de los ecosistemas tropicales, investigaciones sobre biodiversidad e implementación de sistemas agroforestales y en el campo social, la capacitación, el apoyo y asistencia técnica a comunidades locales para el desarrollo de acciones concretas de recuperación y manejo de bosques y recurso hídrico.
	Natural SIG	Ejecución de proyectos ambientales, asesorías, estudios y diagnósticos
	Conservación Internacional (CI)	Sabiendo que las comunidades humanas son usuarias de los recursos y responsables de implementar las acciones de conservación propuestas, CI Colombia genera iniciativas innovadoras de manejo de recursos, a través del desarrollo de actividades económicas alternativas para las comunidades humanas costeras menos favorecidas, implementando herramientas económicas viables a corto, mediano y largo plazo.
	Alianza para ecosistemas críticos (ALPEC)	Por la conservación de los Ecosistemas Críticos, promueven y coordinan programas de conservación y uso sostenible de ecosistemas críticos en la región Sierra Nevada de Santa Marta.
	Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV)	Es una organización no gubernamental con más de 20 años de experiencia en la investigación, capacitación y divulgación destinada a construir sistemas sostenibles de producción agropecuaria.

A partir de la calificación de la influencia y el interés de cada actor frente a futuras acciones de restauración para el área de estudio, se pudo reconocer que las comunidades (CM) (Playitas, Costa Verde, ASOPESEPA), Hacienda Papare (HP), CORPAMAG (CP), INVEMAR (IN) y PNSA (PN), son actores que se encuentran vinculados con los más altos valores para los dos aspectos (10/10). En orden de calificación siguen los dueños de predios (DP) (8/10), la Policía Metropolitana (PM; 8/8) y la Gobernación del Magdalena (GM; 7/7). Los actores que se reflejan con baja influencia, pero alto interés es: Fundación Bachaqueros (FB; 5/8), Natural SIG (NS; 2/7) y ALPEC (AL; 2/7). Finalmente los actores con baja influencia y bajo interés fueron: ANLA (AN; 5/5/), AUNAP (AU; 5/5/) y CIPAV (CV; 5/5) y CI (2/5) (Figura 26).

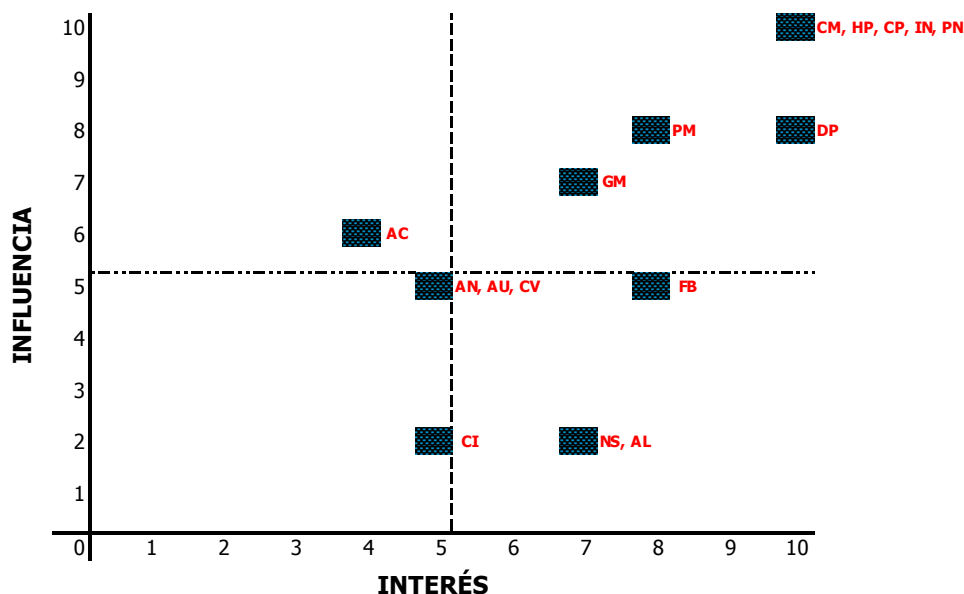


Figura 26. Mapa de actores locales. Comunidades: Playitas, Costa Verde y ASOPESEPA (CM), Hacienda Papare (HP), CORPAMAG (CP), INVEMAR (IN), Puerto Nuevo S.A. (PN), Policía Metropolitana (PM), Dueños de predios (DP), Gobernación del Magdalena (GM), Alcaldía de Ciénaga (AC), ANLA (AN), AUNAP (AU), CIPAV (CV), Fundación Bachaqueros (FB), Conservación Internacional Colombia (CI), Natural SIG (NS), ALPEC (AL)

3.3.2 Generalidades de las comunidades locales

Para conocer algunos aspectos generales de las comunidades locales, once encuestas fueron aplicadas a personas provenientes del sector de Playitas (7; 55%); municipio de Ciénaga (1; 9%), sector Costa Verde (pescadores que realizan su arte cerca a la desembocadura del río Toribio, 2; 18%) y Santa Marta (1; 18%). El rango de edad de las personas que participaron estuvo entre los 17 y 54 años (Figura 27).

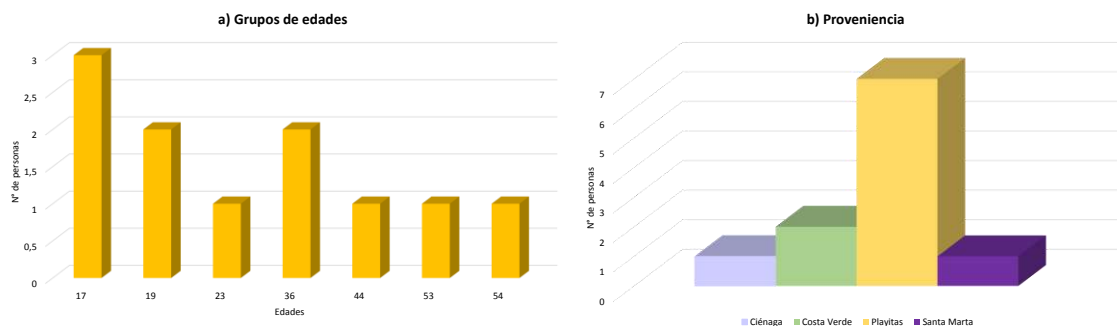


Figura 27. a) Grupo de Edades y b) Proveniencia de los encuestados en la comunidad local del sector de río Toribio

El 50% de los encuestados respondieron que su oficio o labor se encuentra asociada a la agricultura, el ecoturismo, pesca y actividades generales del comercio (Figura 28).

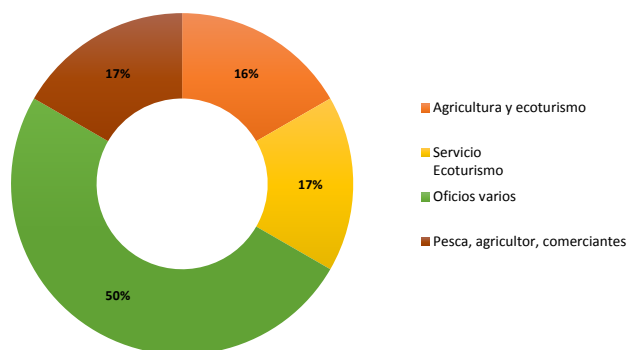


Figura 28. Labores y oficios de la comunidad local del sector de río Toribio

Lo que respecta a las fuentes de recurso hídrico, la comunidad destacan el río Toribio y algunos pozos aledaños que se llenan con aguas provenientes de escorrentía (Tabla 27). Se destaca que el 73% de la comunidad encuestada identifica a las fuentes de agua naturales (ríos, pozos, mar y acuíferos) como las de mayor relevancia para el área de estudio.

Tabla 27. Fuentes de agua para la comunidad de la desembocadura del río Toribio

Fuente de agua según respuestas	Porcentaje	Porcentaje agrupado
El río	18%	73%
El río y agua potable	9%	
El río y el mar	9%	
Pozos, acuíferos, ríos	9%	
Río Córdoba	9%	
Río Toribio y pozos	18%	27%
Pozo	18%	
Acueducto	9%	

En la Tabla 28, se muestran las respuestas obtenidas referentes a las fuentes de alimento percibidas por la comunidad. Se destaca, que el 82% de los encuestados identifica a las actividades relacionadas con la pesca y cultivo como su principal fuente de alimentos.

Tabla 28. Fuentes de alimento comunidad río Toribio. Se resalta las fuentes de alimentación derivadas principalmente de la agricultura.

Fuente de alimentos según respuestas	Porcentaje	Porcentaje agrupado
Coco, mango, icaco, limón, maracuyá	9,09%	18%
Mango y otros	9,09%	
La pesca	9,09%	82%
Pesca	9,09%	
Pesca, agricultura (mango, coco, icaco, banano)	9,09%	
Pescado, pollo	9,09%	
Pez, coco, mango, guineo	9,09%	
Se compra y la pesca	9,09%	

Fuente de alimentos según respuestas	Porcentaje	Porcentaje agrupado
Agricultura, pesca y mercado	9,09%	
El mar	9,09%	
El mar y el río	9,09%	

4 Discusión

Los manglares pueden desarrollarse en una amplia variedad de sustratos que incluyen lodos, arenas, limos, turba y hasta sustratos rocosos ([Cardona y Botero, 1998](#)), estas características son consideradas determinantes de la productividad y diversidad de dicho sistema ([Serrano et al., 1995](#)). La selección pobre de las muestras de sedimento encontradas en el manglar del río Toribio, indica que éstos presentan un tamaño de partículas heterogéneo y que el ambiente tiene poca dinámica ([Brieva y Montes, 1995](#)), lo cual está asociado principalmente a factores medioambientales como la exposición a corrientes, mareas y vientos. La composición de los suelos encontrada en el área de estudio fue principalmente de arenas finas (>80%), esto es común considerando que los primeros estratos de los suelos de manglar están principalmente constituidos por este tipo de partículas ([Saenger, 2002](#); [Hossain y Nuruddin, 2016](#)). Se destaca que de acuerdo a la revisión realizada por [Hossain y Nuruddin \(2016\)](#) a escala mundial, los manglares con mayor porcentaje de arenas contienen mayor proporción de carbono y materia orgánica; no obstante, para el sitio de interés de este proyecto se reporta un desarrollo estructural inferior con respecto a otros bosques de manglar del departamento del Magdalena como los encontrados en la Bahía de Chengue o en la Bahía de Cinto ([Sánchez-Páez et al., 1997](#)) y algunos sectores de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) ([INVEMAR, 2017](#)) en los cuales se destacan las especies *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*. En este sentido, cabe destacar que si bien existe proximidad geográfica del río Toribio con la CGSM, los sistemas de bosques presentes difieren en cuanto a la fuente de aportes hídricos, composición de sustratos, y por ende fisiográficamente, destacándose el tipo cuenca, y/o rivera ([Ibarra et al., 2014](#)) de manera dominante en la CGSM, y el “tipo fisiográfico de barra” para el río Toribio, en donde de acuerdo a la clasificación de [Snedaker y Pool \(1973\)](#), es común la predominancia de individuos de baja talla de *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*.

Sumado a lo anterior, se evidenció que la vegetación en la zona más próxima a la línea de costa consistió de pequeñas franjas de manglar dominadas por elementos poco desarrollados de *L. racemosa* y *Conocarpus erectus*, en asociación con especies leñosas de bosque seco pertenecientes a la familia Fabaceae como *P. juliflora*, *Vachellia macracantha*, *V. tortuosa* y *Senegalia polyphylla*, y de especies playeras adaptadas a ambientes áridos e inhóspitos como *Calotropis procera* y *Sporobolus virginicus*, lo que evidencia la diversidad biológica y ecosistémica que se presenta en el área de estudio. La distribución diamétrica de las especies de manglar evaluadas, indica que la mayoría de los individuos son jóvenes, con un DAP inferior a 6 cm, lo cual podría indicar un alto potencial de regeneración natural ([Hoyos et al., 2013](#)). Adicionalmente existe dominancia de *L. racemosa*, la cual es considerada una especie pionera en la formación de bosques de manglar ([López-Enríquez et al., 2014](#)) e indicadora de dosel abierto originado por procesos de disturbio ([Agudelo, 2015](#)). Lo anterior evidencia que la vegetación se encuentra en un proceso de sucesión reciente. Adicionalmente, se observaron algunos individuos adultos pertenecientes a las tres especies de mangle encontradas con diámetros superiores a 26 cm, lo

que podría sugerir que el bosque tuvo un desarrollo estructural avanzado en algún momento y que se vio afectado por algún tipo de disturbio.

Respecto a la regeneración natural del manglar, como factor que garantiza o ralentiza el repoblamiento, mantenimiento y procesos de sucesión dentro del bosque ([Sánchez-Páez et al., 1997](#)), aunque no en todas las parcelas se encontraron semillas de manglar, los valores de densidad encontrados en la zona ($40\text{-}70\text{ ind/m}^2$) se asemejan con valores históricos encontrados en sectores de la Ciénaga Grande de Santa Marta que se encuentran bajo disturbio intermedio, como la estación Aguas Negras ($> 46\text{ ind/m}^2$) ([INVEMAR, 2017](#)). Así mismo, los valores de salinidad intersticial registrados ($>28,8$ unidades) no sobrepasaron los límites de tolerancia de las distintas especies ([INVEMAR, 2017](#)), lo que favorece el desarrollo y crecimiento de las especies de manglar.

Los perfiles de microtopografía, especialmente los que se encuentran dentro de las PPM 1 y 2 (Tran_3 y Tran_4, respectivamente), evidencian ligeros cambios en el nivel del suelo, presentando variaciones de 10 a 20 cm. En ambos transectos, estos cambios de nivel generaron una pendiente que aumentó desde el cuerpo del agua hasta los puntos de mayor nivel (4 y 2 m, respectivamente). Estos cambios en la microtopografía del suelo pueden definir la distribución, presencia o ausencia de algunas especies de manglar ([Flores-Verdugo et al., 2007](#)), en este caso, las plántulas y propágulos se establecieron en los lugares más altos, lo que sugiere que hay zonificación en la distribución de la regeneración. Sin embargo, es necesario evaluar el hidropериодо al menos en un ciclo lunar puesto que, la frecuencia y el periodo de inundación son determinantes para el establecimiento y extensión de los manglares ([Flores-Verdugo et al., 2007](#)). De igual forma, factores como la irradiación solar, pueden influir en la densidad de la regeneración natural ([Lema-Vélez, 2005](#)). Lo anterior, permitirá dirigir correctamente la ejecución de posibles obras de intervención que favorezcan el influjo del recurso hídrico.

En cuanto a los resultados de las aguas superficiales de la desembocadura del río Toribio, es preciso afirmar que para el 2017 en comparación con los datos históricos de la REDCAM (Figura 13) se evidencia un aumento importante de nutrientes, específicamente de nitratos y amonio hacia el punto de contacto del río con el mar Caribe. Este aumento puede indicar procesos de descomposición de materia orgánica ([Guerrero et al., 2003](#)), en la cual el nitrógeno se conserva en forma de nitratos posterior al proceso de nitrificación y manifiesta la presencia de fuentes de contaminación orgánica a lo largo de la cuenca ([INVEMAR, 2017](#)) y contaminación por productos de desecho animal y/o fertilizantes. Los valores registrados de nitritos y nitratos para el 2017 sobrepasan los valores de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, los cuales son $10,0\text{ }\mu\text{g/L}$ para nitratos y $1,0\text{ }\mu\text{g/L}$ para nitritos ([MinSalud, 1984](#)).

Los valores de oxígeno disuelto (OD) disminuyeron desde la parte alta del río hacia la desembocadura, con valores $7,2$ y $6,7\text{ mg/L}$ respectivamente. Sin embargo, en comparación a los valores históricos reportados ([REDCAM, 2017](#)), los niveles de oxígeno disminuyeron respecto al 2015 y 2016. La disponibilidad de oxígeno depende de las características del cauce, la turbulencia del agua y la actividad química y biológica ([Guerrero et al., 2003](#)), así como de la temperatura del agua. Aun así, los valores de OD registrados están por encima del valor mínimo permisible estipulado por la norma ([MinSalud, 1984](#)) para destinación del recurso hídrico con fines de preservación de flora y fauna, lo que sugiere condiciones óptimas para las comunidades biológicas. En relación a ello, de acuerdo a [AREMCA \(2013\)](#), la calidad de agua de la cuenca alta y media del Toribio presentó una excelente calidad de agua, de acuerdo a la clasificación cualitativa mediante

la cuantificación de la estructura y composición de macroinvertebrados usando el índice de Calidad Biológica del Agua (BMWP/Col).

La conjugación del sistema ecológico y social asociado a la desembocadura del río Toribio, ha generado dinámicas de degradación en el ecosistema de manglar y ecosistemas asociados que se evidencia entre otros, en la proporción entre las coberturas artificializadas y las naturales y seminaturales (Figura 9). Este escenario, es reflejo de la pluralidad de actores presentes en el área, lo que le confiere una compleja dinámica social e institucional. Partiendo de lo anterior y de la importancia de vincular a todos los actores posibles desde el inicio de los procesos de restauración ([Ospina et al., 2015](#)), se hizo la identificación de actores locales y nacionales, entre los cuales se destacan: las comunidades (Playitas, Costa Verde y ASOPESEPA), Hacienda Papare, CORPAMAG, INVEMAR y PNSA; constituidos como grupos prioritarios para fomentar el trabajo cooperativo en torno a la región, teniendo en cuenta que durante la ejecución de este proyecto se logró evidenciar baja interrelación entre los actores, se percibe una ruptura progresiva del tejido social. Adicionalmente, y no menos importantes los dueños de predios que están ligados directamente a los residentes del sector Playitas y a las actividades de agricultura a pequeña escala del sector de Toribio, cobran un rol relevante por lo cual es importante mantener su vinculación a las acciones de restauración que se desarrollen más adelante. Así mismo la Policía Metropolitana es un actor que genera respaldo a las necesidades de la comunidad en cuanto al apoyo de control y vigilancia para el buen uso de los recursos naturales, y cuenta con capacidades instaladas y disposición para apoyar las acciones de capacitación que se generen para la población. De otra manera, se hace necesario fortalecer el vínculo con autoridades como la Gobernación del Magdalena y AUNAP, que han estado informadas del proyecto, y con las que podría generarse alianzas para fortalecer el trabajo conjunto en torno a la aplicación de acciones de restauración propuestas.

De la lista de servicios ecosistémicos teóricos provistos por los manglares de Colombia ([Gomez-Cubillos et al., 2014](#)) la comunidad local para el área de estudio, reconoció los servicios de provisión de alimentos, agua y hábitat de especies. El reconocimiento de otros bienes como la provisión de miel y demás subproductos del manglar, no fueron contemplados por la comunidad a la hora del reconocimiento de servicios provistos por el sistema; sin embargo, estos pueden ser contemplados como alternativas productivas como una opción secundaria dentro de sus actividades de económicas. Con respecto a los recursos maderables derivados del manglar, se resalta que la comunidad sugirió que hasta tanto no se haga una recuperación que permita reconocer un bosque maduro de manglar, lo mejor sería acudir a especies alternativas para este tipo de uso. De acuerdo al inventario realizado en este estudio en la zona aledaña a la desembocadura del río Toribio, y considerando los criterios sugeridos por May (2013a) y May (2013b) para identificar especies con potencial de uso para leña, *Acacia macracantha* (ambuque, aroma) y *Prosopis juliflora* (trupí) son las que especies que más preferencias podrían reunir para este fin. Así mismo, sería posible sugerir a *Cordia dentata* (uvito) y *Guazuma ulmifolia* (guácimo) por su capacidad rápida de rebrote, pero se requiere la ampliación de información en cuanto a la calidad de la madera. En cualquier caso, se sugiere realizar estudios piloto para definir estas alternativas.

Por otro lado, se destacaron las funciones de protección del ecosistema, teniendo en cuenta que se percibe que el área de la desembocadura del río Toribio está expuesta a eventos extremos relacionados con el clima y la dinámica costera. Con relación a la categoría “culturales”, para los lugareños cobró vital importancia el valor estético y paisajístico, llegando a sugerir el turismo

ecológico, como un servicio que podría traer beneficios a su desarrollo económico, teniendo en cuenta que ya han avanzado en un proyecto ecoturístico para la zona. Promover la conservación del manglar para aprovechamiento turístico, motivaría a la comunidad hacia una de las “20 reglas de oro” sugeridas por [Primavera et al. \(2012\)](#) para promover procesos de restauración basados en ecosistemas considerando que: *“Los parques ecológicos de manglares protegen los manglares, proporcionan un medio de ingresos y orgullo para las comunidades locales, y son una poderosa herramienta educativa y de sensibilización”* y está orientada a la rehabilitación de bosques de manglar.

A la luz del escenario caracterizado en el presente proyecto y considerando la sumatoria de los factores de degradación presentes en el área y que impactan la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos de los manglares asociados a la desembocadura del río Toribio, se resalta la necesidad de intervenir desde la perspectiva de la restauración ecológica con el fin de ayudar a la recuperación del sistema.

5 Conclusiones y recomendaciones

La desembocadura del río Toribio, constituye un paisaje marino-costero mixto en el que confluyen ecosistemas naturales como el manglar y bosque seco tropical, junto con sectores productivos que incluyen los agroecosistemas, la ganadería y la actividad portuaria. Lo anterior refleja las complejas dinámicas sociales y ecológicas que enfrenta el sector.

Estructuralmente el bosque de manglar manifiesta un “regular” estado, en términos de los atributos de condición y contexto paisajístico, no obstante, se destaca la diversidad del sector puesto que la composición florística encontrada incluye no solo especies de bosques de manglar sino también bosque seco tropical.

La calidad de los sedimentos, las aguas superficiales e intersticiales del sistema se encuentran en condiciones relativamente óptimas para el desarrollo de la flora existente; no obstante, se destacan las altas concentraciones de nutrientes encontradas hacia la desembocadura del río Toribio, lo cual puede ser atribuido al aporte de contaminantes orgánicos en el sector de la cuenca baja.

Se identificaron 10 factores de disturbio que afectan actualmente el ecosistema, destacándose la contaminación, la tala, la limitación del recurso hídrico y el cambio de uso del suelo. Este escenario ha contribuido a que en términos de integridad ecológica el estado del manglar sea “regular” y requiera de procesos de manejo e intervención activa que busquen reestablecer la estructura y función a escala de paisaje. Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda iniciar la ejecución de acciones orientadas a la restauración ecológica integral considerando un enfoque de manejo adaptativo en la cuenca alta, media y baja del río.

La caracterización del componente social permitió el reconocimiento de 19 actores entre instituciones, sector productivo, ONG y comunidades, relacionados con el ecosistema de manglar de la desembocadura del río Toribio. Si bien, los entes prioritarios identificados para promover acciones de restauración en el área fueron las comunidades de Playitas y Costa Verde, ASOPESEPA, la Hacienda Papare, CORPAMAG, INVEMAR y PNSA; se recomienda la inclusión de las demás

autoridades identificadas, con el ánimo de fortalecer vínculos y recibir aportes desde cada uno de sus roles.

Finalmente, se recomienda llevar a cabo la evaluación sistemática de variables como el hidropериодо dentro del ecosistema de manglar, así como de las dinámicas costeras como insumo para la correcta ejecución de las acciones de restauración ecológica a escala de paisaje.

6 Bibliografía

Agudelo, C., J. Bolívar, J. Polanía, L.E. Urrego, A. Yepes y A. Sierra. 2015. Estructura y composición florística de los manglares de la bahía de Cispatá, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 63(4).

Alvarez-León, R. y J. Polanía. 1996. Los manglares del Caribe colombiano: síntesis de su conocimiento. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 20(78), 447-464p.

Álvarez-León, R. 2000. Los manglares colombianos y su capacidad productiva en términos de materia orgánica, pesquería y acuicultura. *Geotrópica*, 5: 41-46p.

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WEF (Water Environment Federation). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22 edition. Washington. 1463 p.

AREMCA. 2013. Zonificación, ordenamiento, restauración, manejo y aprovechamiento sostenible de las cuencas de los ríos Toribio y Córdoba. Volumen II: Diagnóstico, zonificación y ordenamiento de la cuenca del río Toribio. En: Informe técnico final, AREMCA. Asociación Regional de Municipios del Caribe; Alcaldía de Ciénaga. Ciénaga, Magdalena, Colombia. 199 p + Anexos.

Barbier, E.B., S.D. Hacker, C. Kennedy, E.W. Koch, A.C. Stier y B.R. Silliman. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological monographs*, 81(2): 169-193p.

Brieva, J.A. y I. Montes. 1995. El Análisis de Entropía. Un método para determinar el grado de selección en un sedimento. Aplicación en un área del Caribe Colombiano. *Geología Colombiana*, 19: 145-152p.

Bourgeron, P.S., H.C. Humphries y M.E. Jensen. 2001. Ecosystem Characterization and Ecological Assessments. En: Jensen, M.E. y P.S. Bourgeron (Eds) *A Guidebook for Integrated Ecological Assessments*. Springer, New York, NY. ISBN: 978-1-4419-8620-7. 40-54p.

Buchanan, T.J. y W.P. Somers. 1969. Techniques of water resources investigations of the United States of Geological Survey. Chapter 8, Discharge measurements at gaging stations. Book 3, Applications of hydraulics. U.S. Government printing office. Washington D.C. 65p.

Cardona, P. y L. Botero. 1998. Soil characteristics and vegetation structure in a heavily deteriorated mangrove forest in the Caribbean coast of Colombia. *Biotropica*, 30(1), 24-34.

Cintrón, G., y Y.S. Schaffer-Novelli. 1984. Methods for studying mangrove structure. In *Mangrove ecosystem: research methods* (pp. 91-113). Unesco.

Dewis, J. y F. Freitas. 1984. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Bol. Suelos FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 10: 71 p.

Endter-Wada, J., D. Blahna, R. Krannich y M. Brunson. 1998. A framework for understanding social science contributions to ecosystem management. Ecological applications, 8(3): 891-904p.

Espinosa, C.I., M. de la Cruz, A.L. Luzuriaga y A. Escudero. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. Ecosistemas, 21(1.2): 167-179p.

Equihua-Zamora, M., N. García-Alaniz, O. Pérez-Maqueo, G. Benítez-Badillo, M. Kolb, M. Schmidt, J. Equihua-Benítez, P. Maeda y J.L. Álvarez-Palacios. 2014. Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. En: Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. 687-710p.

Flores-Verdugo, F., P. Moreno-Casasola, C.M. Agraz-Hernández, H. Lopez-Rosas, D. Benítez-Pardo y A.C. Travieso-Bello. 2007. La topografía y el hidropereodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. Boletín de la sociedad botánica de México, 80: 33-47p.

Gómez-Cubillos, C., L. Licero, A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros, D.I. Gómez, A. Melo, J. García, L. Chasqui, M. Bastidas, C. Ricaurte y L. Perdomo. 2014. Asistir técnicamente en la implementación de los productos de restauración y monitoreo de ecosistemas marinos costeros: Identificación de las áreas potenciales de restauración ecológica. En: INVEMAR. Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Código ACT-BEM-001-014. Informe técnico final. Convenio MADSINVEMAR No 190. Santa Marta – Colombia. 286p. + anexos

Gómez-Cubillos, C., L. Licero, L. Perdomo, A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros- Contreras, D. Gómez-López, A. Melo, L. Chasqui, M. A. Ocampo, D. Alonso, J. García, C. Peña, M. Bastidas y C. Ricaurte. 2015. Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia”. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 79, Santa Marta. 69 p.

Guerrero-Bolaño, F., A. Manjarrés-Hernández y N. Núñez-Padilla. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (Cuenca del Río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Acta Biológica Colombiana, 8(2), 43-55p.

Hossain, M.D. y A.A. Nuruddin. 2016. Soil and mangrove: a review. Journal of environmental science and technology, 9: 198-207p.

Hoyos, R., L.E. Urrego y Á. Lema. 2013. Respuesta de la regeneración natural en manglares del Golfo de Urabá (Colombia) a la variabilidad ambiental y climática intra-anual. Revista de Biología Tropical, 61(3).

Ibarra, K. P., M.C. Gómez, E.A. Viloria, E. Arteaga, I. Cuadrado, M.F. Martínez, Y. Nieto, J. A. Rodríguez, L.V. Licero, L.V. Perdomo, S. Chávez, J.A. Romero y M. Rueda. 2014. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta 140 p.+ anexos

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C.

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM. 2016. Atlas climatológico, radiación y vientos. La nueva herramienta de la planificación sectorial ISBN: 978-958-8067-72-8. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/tiempo-clima>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 1954. Fotografía aérea sector río Toribio. Accedido en Centro de Documentación Iván Enrique Caycedo Lara, carpeta M15.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. 1990. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. IGAC. Bogotá. 499 p.

INVEMAR y Cardique. 2014. Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo – POMIUC 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. Informe Final – ITF 001. 2014. Editores: López, A., H. Rodríguez y L. Ospino. Santa Marta. 474 p.

INVEMAR - Instituto de Investigación Marinas y Costeras. 2016. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2015, Volumen 14. Santa Marta 181p.+ anexos.

INVEMAR - Instituto de Investigación Marinas y Costeras. 2017. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos de la Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. INVEMAR, <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>. Consultado el: 07/12/2016

INVEMAR- Instituto de Investigación Marinas y Costeras. 2017. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2015, Volumen 15. Santa Marta 164p.+ anexos.

Lema-Vélez, L. F. 2005. Regeneración natural y producción del manglar del delta del río ranchería, Caribe colombiano. Actualidades Biológicas, 27(82), 25-33.

López-Enríquez, J. C., Rosas-Alquicira, E. F., Chávez, E. J. R., & García, A. C. 2013. Datos preliminares de la estructura y la formación de las comunidades de manglar en Zipolite, Oaxaca. Ciencia y Mar, 20(52), 31-35.

May T. 2013a. Plantas preferidas para leña en la zona de bosque seco de Pedro Santana y Bánica, República Dominicana. Ambiente y Desarrollo, 17:71–85.

May, T. 2013b. Niveles de consumo de leña y su disminución a través del uso de estufas Lorena mejoradas en comunidades del Suroeste de la República Dominicana. Sociedad y Ambiente, 1(2): 29-46.

McDonald, T., G.D. Gann, J. Jonson y K.W. Dixon. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C. 45p+Apéndices.

MinSalud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Ministerio de Salud. 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.

Molina, L. M., F. Pérez, J. Martínez, J.V. Franco, L. Marín, J. González y J. Carvajal. 1998. Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe. Pub. Geol. Esp. INGEOMINAS No. 21. 114 p.

Ospina, A., L. Olga, S. Vanegas-Pinzón, G.A. Escobar-Niño, W. Ramírez y J.J. Sánchez. 2015. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. ISBN: 978-958-8901-02-2. 92p.

Prahl, H. V., J.R. Cantera, y R. Contreras. 1990. Manglares y Hombres del Pacífico Colombiano. Editorial Fondo FEN Colombia. Bogotá, Colombia. 193 p.

Primavera J.H., J.D. Savaris, B. Bajoyo, J.D. Coching, D.J. Curnick, R. Golbeque, A.T. Guzman, J.Q. Henderin, R.V. Joven, R.A. Loma and H.J. Koldewey. 2012. Manual on community-based mangrove rehabilitation— Mangrove Manual Series No. 1. London, UK: ZSL. viii+ 240 p.

Rangel-Ch, J. O. y A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 402Pg+Anexos.

Restrepo-Villegas, J. C. 2001. Geomorfología y Análisis de las Variaciones de la Línea de Costa de la Zona Norte del Golfo de Morrosquillo y el Archipiélago de las Islas de San Bernardo, Caribe Colombiano. Tesis de grado para optar al título de Geólogo, Universidad de Caldas, Manizales. 183p.

Saenger, P. 2002. Mangrove ecology, silviculture and conservation. Springer Science & Business Media.

Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. Sánchez-Alferez, J. Pinto-Renjifo, I. García-Hansen y T. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. MINAMBIENTE/OIMT. Bogotá. 511p.

Sánchez – Páez, H., R. Álvarez-León, O. Guevara-Mancera, A. Zamara-Guzmán, H. Rodríguez-Cruz y H. Bravo-Pazmiño. 1997a. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Pacífico de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C. 343 p.

Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, W. Gil-Torres, L. Guevara-Mancera y F. Páez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. MAVDT/ACOFOR/OIMT. Bogotá, Colombia. 294 p.

Scheaffer-Novelli, Y. y G. Cintrón-Molero. 1986. Guía para estudios de área de manguezal: estructura, funcao e flora. Caribbean Ecological Research, Instituto Oceanográfico, Sao Paulo, Brasil. 150 p.

Serrano Díaz, L. A., Botero, L., Cardona, P., & Mancera-Pineda, J. E. 1995. Estructura del manglar en el delta exterior del río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta, una zona tensionada por alteraciones del equilibrio hídrico. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 24(1), 135-164p.

Snedaker, S. y D. Pool. 1973. Mangrove forest types and biomass. En: The role of mangroves ecosystem in the maintenance of environmental quality and high productivity of desirable fisheries. Florida. 125 p.

Strahler, A. 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. DOI: 10.1029/TR038i006p00913. Transactions, American Geophysical Union, 38: 913-920p.

Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A Practical Hand Book of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 157, 2nd Edition, 310 p.



Strong, A. y S. Minnemeyer. 2015. Satellite data reveals state of the world's mangroves forests. World resources institute. Disponible en: <http://www.wri.org/blog/2015/02/satellite-data-reveals-state-world%E2%80%99s-mangrove-forests>. Consultado el 09/03/2018.

The Nature Conservation (TNC). 2010. Conservation Action Planning Workbook User Manual Version 6b, January 2010. 154 p.

Von Erffa, A. 1973. Fotografía "Sector Río Toribio". Accedido en Centro de Documentación Iván Enrique Caycedo Lara, carpeta M15.

7 Apéndices

Apéndice 1. Encuesta aplicada a las comunidades locales para recolectar información demográfica y de carácter socio-ecológico

La presente encuesta es confidencial y con fines de investigación:

Fecha: _____

Nombre: _____

Edad: _____

Grupo social: Afrodescendiente ☐ Indígena ☐ Otro ☐ _____

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

1. ¿Cuántas familias hacen parte de la comunidad? _____
2. ¿Cuáles son los oficios/labores que practica su familia?

3. ¿Cuáles son las fuentes de agua principales para usted y su familia?


4. ¿Cuáles son las fuentes de alimento principales para usted y su familia?

5. ¿Dónde está ubicada su casa?


6. ¿Cuáles son los materiales de construcción predominantes usados para la comunidad (vivienda, embarcaciones, herramientas, otros)

7. ¿Recuerda algún evento climático extremo ocurrido en la zona donde vive? (mar de leva, tormenta eléctrica, sismo, otro)
 Si _____ ¿Cuál? _____ ¿Cuándo? _____
- 7.1. ¿Percibió si el ecosistema de manglar los protegió de dicho evento?
 Si _____ No _____ ¿Porque? _____
8. ¿Qué especies emblemáticas se reconocen en las áreas de manglar cercanas a la comunidad?

9. ¿Usted o su familia participan en actividades ecoturísticas? (Senderismo, avistamiento de aves, otros)
 Si _____ ¿Cuáles? _____
 No _____ ¿Le gustaría participar? _____
10. ¿Cómo percibe su entorno laboral de 10 a 50 años?



Colombia 50% Mar
invemar
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrada"
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



PUERTO NUEVO
UNA OPERACIÓN DEL GRUPO PRODECO

11. ¿Cómo percibe su entorno ambiental de 10 a 50 años?

12. ¿Sabe usted que son los ecosistemas de manglar?

Si ____ Explique: _____

No ____

13. ¿El manglar le genera algún tipo de beneficio a usted o a su familia?

Si ____ ¿Cuál? _____

No ____ ¿Por qué? _____

14. ¿Tiene acceso a herramientas informáticas?

Si ____ ¿Cuáles? _____

No ____

15. ¿Cuál es el medio de comunicación que les enseña temas de protección y uso del medio ambiente?
