

**“ZONIFICACIÓN DE SUB-ÁREAS PRIORITARIAS DEL ECOSISTEMA DE
MANGLAR DEL SECTOR DE PUERTO VELERO (DEPARTAMENTO DEL
ATLÁNTICO) CON BASE EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS QUE PUEDA
PRESTAR Y SUS AMENAZAS COMO CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN”**

MIGUEL ALEJANDRO PÉREZ MIRANDA
Estudiante - Pasante

Proyecto de grado
Pasantía de Investigación

Joe García
Director de pasantía

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA (D. T. C. H)
2017

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	6
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. MARCO REFERENCIAL	12
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN	18
5.1 INSTITUCIÓN Y OBJETIVO	18
5.2 MISIÓN	18
5.3 VISIÓN	18
5.4 COMPROMISO	18
6. METODOLOGÍA	19
6.1 GENERALIDADES	14
6.2 PROCEDIMIENTO	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1 RESULTADOS	27
7.2 DISCUSIÓN	37
8. CONCLUSIONES	40
9. RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Amenazas antrópicas (grado de intervención) del bosque de manglar	23
Tabla 2. Escala para obtener el calificativo final del ítem evaluado	23
Tabla 3. Servicios ecosistémicos del bosque de manglar	24
Tabla 4. Bienes ecosistémicos del bosque de manglar	25
Tabla 5. Amenazas naturales del bosque de manglar	25
Tabla 6. Matriz del criterio de amenazas y sus valores para cada componente	31
Tabla 7. Listado de las especies registradas para el área de estudio	35
Tabla 8. Especies de manglar en el área de estudio	36

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del sector de Puerto Velero	13
Figura 2. Estado de formación de la espiga o flecha (año 1986)	14
Figura 3. Estado de formación de la espiga o flecha (año 2000)	14
Figura 4. Estado de formación de la espiga o flecha (año 2000)	15
Figura 5. Actividad en campo	20
Figura 6. Registro fotográfico Estación 1	21
Figura 7. Registro fotográfico Estación 2 y Estación 3	21
Figura 8. Registro fotográfico Estación 5 y Estación 6	22
Figura 9. Amenazas antrópicas y naturales registradas	28
Figura 10. Actividad de loteo en las Estaciones	29
Figura 11. Fauna y flora acompañante	30
Figura 12. Mapa del criterio de Amenazas	33
Figura 13. Mapa del criterio de Beneficios	34

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Listado preliminar de servicios ecosistémicos y amenazas del ecosistema de manglar.	47
Anexo B. Ubicación geográfica de las zonas 1 y 2, y las estaciones del área de estudio.	48

INTRODUCCIÓN

Ante el claro deterioro de los ecosistemas que brindan servicios y productos para el uso cotidiano y sostenimiento de la sociedad actual, la necesidad de preservar y rehabilitar zonas importantes a nivel ecosistémico se presenta imperativa. Por tal razón el desarrollo e innovación en técnicas cuya aplicabilidad permitan la protección, restauración y conservación de dichos ecosistemas de forma sustentable es una prioridad y un tema de actualidad (SER, 2004). Es por ello que desde el interior de los diferentes gobiernos comprometidos con esta causa se promueven programas de áreas protegidas, planteándolas como unidades esenciales para atesorar la biodiversidad natural y cultural, además de preservar los bienes y servicios ambientales que brindan, razón por la cual son la piedra angular de las estrategias globales de conservación de los ecosistemas y manejo de los recursos (March *et al.*, 2009; CRA, 2013*; Gutiérrez *et al.*, 2015). Para esto, un procedimiento clave es la planeación estratégica por medio de la cual se determinan regiones, áreas o zonas prioritarias para ser conservadas, es decir sitios específicos que debido a sus condiciones y características deben ser intervenidos con preminencia (Conservation International, 2004; Newton, 2011; Gutiérrez *et al.*, 2015), resaltando que en muchos trabajos se sugiere darle esta prioridad a la preservación o restauración de ecosistemas que permitan la conectividad entre las áreas de conservación, con alto valor biológico y servicios ambientales (Miller *et al.*, 2001).

Las zonas costeras están establecidas como áreas prioritarias, ya que son franjas terrestre-oceánicas de gran importancia biológica y ecológica, regulando diferentes procesos y proveyendo de servicios ecosistémicos al medio (Gómez, 2009) además se erigen como áreas críticas para la seguridad alimenticia global (Cicin-Sain *et al.*, 2006). Por ende, es conocido que de esta zona hacen parte ecosistemas que se consideran estratégicos y cumplen con dichas características, ya que se definen como aquellos que mantienen equilibrados los procesos ecológicos elementales tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos y la conservación de la biodiversidad y por otra parte en el contexto humano aportan bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible de la sociedad (Márquez, 1996; Lema y Polonía, 2006; INVEMAR, 2007).

Precisamente uno de estos ecosistemas considerados estratégicos en Colombia es el bosque de manglar (INVEMAR, 2005). Se conocen como uno de los ecosistemas más productivos, importan y exportan energía desde y hacia los ecosistemas colindantes como los pastos marinos y los arrecifes de coral (Álvarez, 2000; Sánchez *et al.*, 2000; Valle *et al.*, 2011). Los manglares abundan en las costas de las regiones tropicales y subtropicales (Kathiresan, 2000; Minambiente, 2002). Estos brindan beneficios al ecosistemas como lo son su función como ecotranspiradores y sumideros naturales de CO₂, zonas de refugio y crianza de diversas especies, amortiguadores de inundaciones y protectores de la erosión,

fuerza de oleaje y viento en la línea de costa (MMA, 2002; CANFOR, 2009) . Estas características funcionales son entendidas como los servicios ecosistémicos porque además de ser relevantes para el bienestar de las comunidades humanas, su valor ambiental es distinguible. Estos son los criterios empleados para evaluar la importancia de una zona de manglar, sin embargo también se tienen en cuenta otros criterios como las amenazas naturales u originadas por actividades humanas (Moniz, 2000; INVEMAR, 2007)

En el Caribe colombiano, según Mejía *et al.* (2014) las mayores extensiones de manglar se encuentran en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena), el Canal del Dique, la bahía de Barbacoas, las desembocaduras del río Sinú (Córdoba) y en los Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo (Bolívar). Actualmente las especies de mangle registradas para el Caribe colombiano son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (mangle botón o zaragoza), y *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo) (Mejía *et al.*, 2014; Navarrete y Rodríguez, 2014). Según INVEMAR (2007) en el caso más específico del departamento del Atlántico el ecosistema de manglar tiene un área de 614,5 ha, cuya especie predominante es *C. erectus*. En el departamento del Atlántico se ubica el sector de Puerto Velero (municipio de Tubará), cuyos parches de manglar se encuentran asociados a caños y arroyos menores en constante intercambio con las playas de arena y dunas, el cual es un punto considerado relevante para el manejo del ecosistema de manglar del departamento (INVEMAR, 2005: 2007).

En este contexto, se llevan a cabo esfuerzos a nivel nacional de conservación de los bosques de manglar, delimitados según la normatividad legal (MMA, 2002), y que para el caso puntual de Puerto Velero se establece como zona especial de protección y preservación (INVEMAR, 2005: 2007). En ese orden de ideas, la zonificación ambiental con fines de manejo proporciona las bases metodológicas necesarias para la formulación de lineamientos tendientes a la conservación y preservación (Alonso *et al.*, 2003). Este proceso parte de la zonificación ecológica al adoptar el concepto de Unidades Ecológicas del Paisaje (UEP) consideradas estas como regiones homogéneas desde los aspectos físicos y bióticos principalmente (López *et al.*, 2003), por ende en dicho proceso prevalece el uso sostenible al identificar el estado de los recursos, su uso potencial y el manejo recomendado. Para su ejecución se deben establecer criterios de priorización que son definidos considerando factores naturales y antrópicos que se presenten en el territorio evaluado, que informen del estado de conservación, la demanda de recursos y los servicios ecosistémicos, para en base a esto asignarle una categoría de manejo (MMA, 2002; INVEMAR, 2005). Los procesos de priorización de áreas no solo deben considerar las variables físicas y ambientales (determinantes de los servicios ecosistémicos), sino que también deben tener en cuenta el carácter social a nivel socioeconómico, cultural y actividades que puedan representar amenazas (Gutiérrez *et al.*, 2015). Este proceso de zonificación continua con la asignación de una categoría de manejo. Para el área de estudio se han asignado: zonas de

preservación, recuperación y de uso sostenible, determinando que el sector de Puerto Velero es una zona de preservación debido a las funciones estratégicas de protección y mantenimiento del ecosistema de manglar a lo largo de la línea de costa (INVEMAR, 2005; Gómez *et al.*, 2015).

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para el Atlántico y en concreto Puerto Velero se han llevado a cabo esfuerzos conjunto entre autoridades como la Corporación Autónoma Regional (CRA), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CORMAGDALENA, Gobernación del Atlántico, el FONTUR para establecer un plan de desarrollo de dicha zona, enmarcado en el ordenamiento y diagnóstico de las zonas costeras y sus ecosistemas en apoyo a las políticas nacionales como el “Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar” del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia” (PNAOCI) (MMA, 2002; INVEMAR, 2005).

Desde el primer estudio a nivel macro sobre la utilización de los manglares en el departamento del Atlántico (IGAC – CRA, 1986) pasando por el llevado a cabo por el INVEMAR en convenio con la CRA en el cual se evaluó el estado, zonificación y criterios de manejo de los manglares en la zona costera, al posteriormente ordenamiento y respectiva actualización del estado de la zona costera del Atlántico en marco del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) realizado por el INVEMAR (2007), se puede observar el deterioro y la pérdida de cobertura con el transcurrir del tiempo, así como un claro proceso de acrecimiento sedimentario por materia aportada al medio y la reducción del aporte hídrico tanto del mar como de arroyos de agua dulce (INVEMAR, 2007).

Lo anterior aunado a la demanda de la población humana que se erige como un factor determinante por la creciente presión sobre los recursos de este sector debido a su importancia socioeconómica en el crecimiento de la industria, el turismo y el urbanismo (INVEMAR, 2007), auguran la necesidad de un esfuerzo conjunto considerable entre todos los participantes de la sociedad tanto autoridades como la ciudadanía en general, en el cual se establezcan lineamientos de manejo y se configuren objetivos y programas de recuperación, preservación, uso sostenible y compensación del ecosistema estratégico del manglar en la zona marino-costera del departamento del Atlántico.

En vista de la degradación de los ecosistemas que componen el departamento en general, la autoridad ambiental, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico creó el instrumento portafolio de compensación que consiste cartográfica que determina las áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a escala 1:100.000, sobre las cuales los usuarios con obligaciones de compensar impactos ambientales, deben diseñar e implementar sus planes, sin embargo aún se trabaja para disminuir la escala en la cual trabaja, para convertirla en un punto de partida más específica (CRA y GIZ, 2015). Por lo tanto, y en búsqueda de contribuir con el portafolio de compensación, el presente se orienta a aportar a través de la investigación con las autoridades ambientales y competentes al proponer dentro de las grandes categorías de zonificación, áreas prioritarias del

ecosistema de manglar del sector de Puerto Velero con base en los servicios ecosistémicos que pueda prestar y sus amenazas como criterios de priorización, que permitan posteriores procesos de compensación, y recuperación de forma más específica dentro de la zona marino-costera del departamento.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Proponer dentro de las grandes categorías de zonificación, Sub-áreas prioritarias del ecosistema de manglar del sector de Puerto Velero con base en los bienes y servicios ecosistémicos que puedan prestar, y sus amenazas como criterios de priorización.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y definir áreas con moderada y baja priorización del ecosistema de manglar.
- Generar mapa de zonificación de áreas prioritarias del ecosistema de manglar.
- Sugerir la actualización categórica de la zonificación del ecosistema de manglar del sector de Puerto Velero.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 DESCRIPCIÓN ÁREA DE ESTUDIO

La zona costera del departamento del Atlántico la cual se encuentra ubicada entre los 10°41'26,76" y los 11°6'55,53" latitud norte y los 74°47'3,18" y los 75°26'22,25" longitud oeste ocupando un área total de 219,06 Km² y una longitud de línea de costa de 64,9 km representando el 4% del Caribe colombiano, e incluye los municipios de Puerto Colombia, Tubará, Piojó, Juan de Acosta, Luruaco y Barranquilla, la capital del departamento.

Perteneciente al municipio de Tubará, Puerto Velero se destaca por no presentar sistemas cenagosos importantes y cuyos pequeños parches de manglar se encuentran asociados a caños y arroyos de agua dulce de pequeña escala que tienen intercambio con el mar (INVEMAR, 2005). Además sus playas son de arena oscura, con influencia de los vientos estacionales y con tendencia a la recepción de sedimentos por la cercanía con la desembocadura del río Magdalena.

Es una zona de salinidad variable, sin embargo se reporta es alto (Leal, 2017) cuyo bosque de manglar está compuesto por parches con bajo porte (<5 metros) de *A. germinans* y *C. erectus* sobre un playón extenso, el cual es separado de la vegetación de bosque seco por un borde de manglar compuesto por *C. erectus* y *L. racemosa* (no tan abundante) de mayor desarrollo (14 metros aprox.), asimismo es usual ver procedimientos de loteo. Cabe resaltar que hoy en día es epicentro de muchas actividades y construcciones, además de tener una marina con funcionamiento vigente. (INVEMAR, 2005: 2007; Torres *et al.*, 2004).

En cuanto al contexto socioeconómico, sus actividades económicas se basan en su mayoría pesca y turismo, sin embargo no cuenta con un manejo integrado de desechos, situación que se convierte en un riesgo para la calidad del agua, parches de manglar y las playas de arena (Torres *et al.*, 2004).

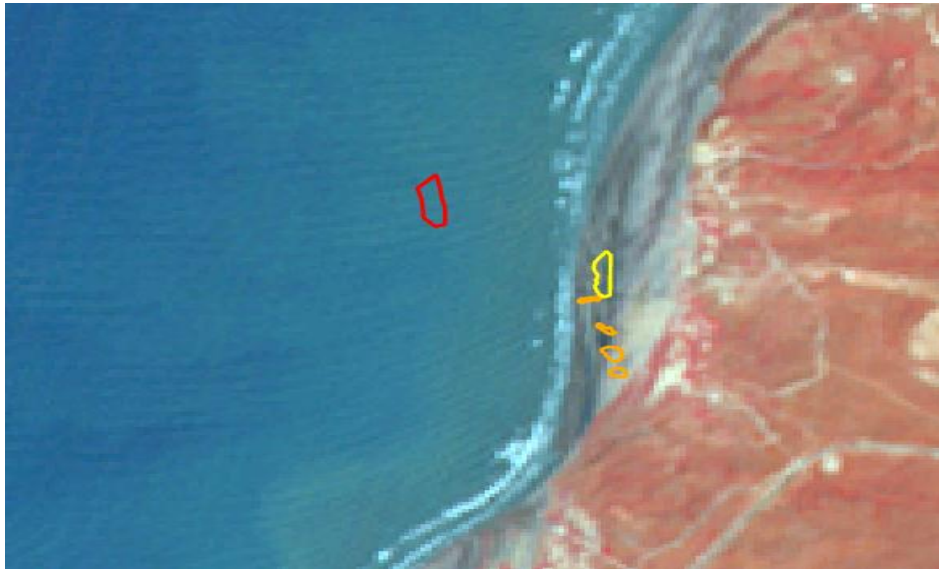


Figura 2. Estado de formación de la espiga o flecha en la parte norte-occidental de Puerto Velero en el año 1986. Se aprecia que no existía la flecha o espiga. Extraída de: LANDSAT 5, imagen spot 1986 03_27 resolución 20 Metros composición bandas 1-2-3. Fecha de imagen:11 septiembre 2017.

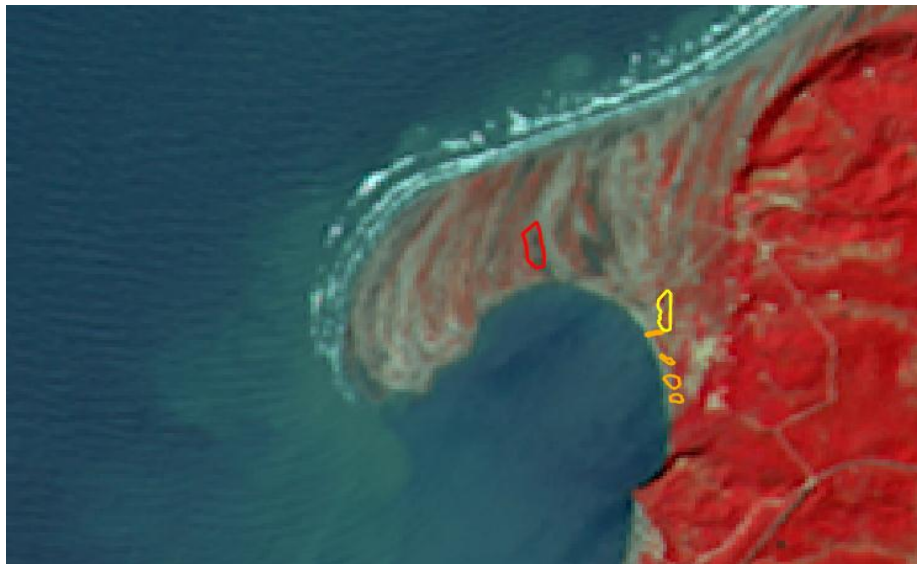


Figura 3. Estado de formación de la espiga o flecha en la parte norte-occidental de Puerto Velero en el año 2000. Se aprecia el inicio de la formación de la flecha o espiga. Extraída de: LANDSAT 5, imagen spot 2000 01_07 resolución 20 Metros composición bandas 1-2-3. Fecha de imagen:11 septiembre 2017.



Figura 4. Estado de formación de la espiga o flecha en la parte norte-occidental de Puerto Velero en el año 2015. Se aprecia la formación avanzada de la flecha o espiga. Extraída de: LANDSAT 5, IMosaico Magna Central 2015 – Resolución 20 Metros. Fecha de imagen: 11 septiembre 2017.

Como se aprecia en las imágenes, esta espiga tiende al cambio constante, cuya actividad es ir aumentando la frecuencia e intensidad en cuanto a la sedimentación en los años más recientes. Esto trae como consecuencia el aumento en la erosión que afecta no solo al ecosistema sino también las construcciones que allí se han llevado a cabo como una carretera construida sobre dicha espiga así como la exposición de una tubería de servicio público (Buitrago y Ayala, 2016).

4. JUSTIFICACIÓN

El ecosistema de manglar ofrece gran cantidad de bienes y servicios ambientales a las comunidades que lo habitan, tales como ser sistemas abiertos altamente productivos, sumideros de carbono, estabilizador de sustratos y proteger la costa contra la erosión (Álvarez, 2000; Sánchez *et al.*, 2000; Valle *et al.*, 2011), por esta razón en Colombia es considerado como un ecosistema estratégico en el acuerdo, “Política Nacional Ambiental Para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia” (PNAOCI) (MMA, 2001).

A pesar de esto, y la amplia documentación con respecto a los componentes en general de los bosques de manglar, se reporta una progresiva pérdida de su estructura y dinámica natural, causando la disminución de su capacidad para regenerarse ante los disturbios y abastecimiento de bienes y servicios a las comunidades, como en el caso puntual de Puerto Velero (Mejía *et al.*, 2014).

En este sentido, se han identificado las principales amenazas que afectan dicho ecosistema en este sector y en general la zona marino-costera del departamento del Atlántico, entre los cuales se destacan los fenómenos naturales de erosión costera y las de origen antrópico como la deforestación, alteración de los flujos hídricos, destrucción de la estructura vegetal y cambios en el uso del suelo, presiones generadas por procesos de planificación desordenados y desarticulados, patrones inadecuados del uso del suelo, utilización de técnicas de aprovechamiento insostenibles, y el bajo nivel de desarrollo socioeconómico (INVEMAR, 2005; 2007).

En vista de ello y en búsqueda de su correcto manejo se creó el programa “Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar” (INVEMAR, 2005) así mismo de ejecución de la SAMP. Sin embargo, aún se debe ahondar en las acciones y lineamientos para el manejo integrado de la zona (INVEMAR, 2007), en especial para Puerto Velero debido a la escases de información se centre en específico en el área. Es oportuno resaltar que Puerto Velero es una zona establecida como prioritaria en el Portafolio de Compensación por pérdida de la biodiversidad de la CRA, y que actualmente es objetivo de proyectos relacionados al turismo y recreación, con auge de información que propicie manejo y reducción de las amenazas que afectan este sector.

Es por esta razón que en pro del manejo integral, el presente trabajo cobra relevancia al contribuir con el conocimiento del ecosistema manglárlico en especial su dinámica en el litoral Atlántico en Puerto Velero, además especifica bienes y servicios que prestan los parches de manglar, así como información de las amenazas de sus diferentes hábitats para una óptima ubicación en las categorías de zonificación. Aunado a lo anterior este estudio apoya al sistema de compensación ambiental y el Plan de Acción Cuatrienal (PAC) institucional de la autoridad ambiental regional, CRA, en el objetivo específico de “promover la concertación social para la protección, conservación y rehabilitación del patrimonio

natural del departamento, y restituir y proteger la capacidad productora de bienes y servicios ambientales de los ecosistemas estratégicos para el desarrollo socioeconómico”,

En el contexto personal, será retributiva la construcción y participación en dicho trabajo y estancia en general llevando a cabo diferentes funciones bajo la supervisión de los funcionarios de esta corporación ya que cuenta con alta credibilidad y aceptación por parte de los dominios ambiental y socio-económico (INVEMAR, 2007)

5. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

5.1 INSTITUCIÓN Y OBJETIVO

La Corporación Autónoma Regional Del Atlántico – CRA – tiene como objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, dentro del área de su jurisdicción.

5.2 MISIÓN

Conservar, recuperar y proteger los recursos naturales y el ambiente, en el Departamento del Atlántico, mediante la ejecución de políticas, estrategias u acciones de desarrollo sostenible.

5.3 VISIÓN

Para el 2018, seremos la Corporación Autónoma Regional, líder en la organización administrativa y tecnológica en la región, que consolide el desarrollo sostenible ambiental del Departamento del Atlántico con un Sistema Integrado de Gestión.

5.4 COMPROMISO

La corporación autónoma regional trabaja desde su compromiso social y código de ética en:

- Servicios al usuario: presta servicios con eficacia soportada en los principios institucionales y el marco legal.
- Relaciones con la comunidad: trabajo permanente para el fortalecimiento de canales de comunicación efectivos para responder de manera veraz las necesidades y expectativas.
- Mejoramiento continuo: mejorar continuamente la eficacia y eficiencia de los servicios prestados y procesos aplicando métodos de seguimiento, medición y evaluación para aumentar la satisfacción.

6. METODOLOGÍA

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 Etapa preliminar

Para la ejecución de este trabajo investigativo se llevó a cabo una modificación de la metodología “COLMIZC” descrita por Alonso *et al.* (2003), y empleada por INVEMAR (2005), ajustada a las consideraciones espaciales, temporales y en general los objetivos de este estudio. Se fundamenta en la interpretación y análisis de la información ya existente en diferentes componentes (biofísico, cultural y económico). Cabe resaltar que para este ejercicio de priorización de subáreas dentro del sector de Puerto Velero, se tomaron como referencias aquellos parches de mangle que se encontraban bordeando un cuerpo de agua, esto debido a que puede ofrecer mayor beneficio ecosistémico en cuanto a servicios y bienes brindados, lo cual permite darle mayor preponderancia. En ese sentido, es adecuado precisar que no se tuvo en cuenta las temporadas lluviosa y seca, ya que según información extraída del mapa nacional de ecosistemas del IDEAM (escala 1:100.000) la zona se caracteriza por tener condiciones acuicas (mal drenaje) por lo tanto las estaciones de estudio seleccionadas en torno a las lagunas presentan poca variación entre épocas climáticas.

Dicha metodología se empleó parcialmente de acuerdo al objetivo del presente estudio, tomando como referencia las fases: A) Preparación: delimitación espacial y técnica, y B) Caracterización: descripción general de las características propias del sistema según los componentes bióticos (servicios ecosistémicos) y las amenazas naturales, información necesaria para la elaboración de matrices que permitan la creación del mapa de subzonificación de áreas prioritarias para su manejo. Se evaluaron las fuentes de información secundaria (fotografías aéreas, imágenes satelitales, fuentes cartográficas, informes técnicos, etc.) y la información que debió ser obtenida de fuentes primarias, a través de inspecciones de campo.

6.1.2 Inspecciones de campo

Se ejecutaron una inspección de campo de reconocimiento (preliminar) y dos inspecciones de campo de verificación, las cuales permitieron el ajuste de los datos de la matriz.

Para la toma de información en campo, se empleó el método de censos visuales para los recorridos sobre las estaciones evaluadas, el cual se ajusta para la evaluación de grupos como reptiles, aves, mamíferos, crustáceos, moluscos y cierta cobertura vegetal (Sobreville y Bath 1992).



Figura 5. Actividad en campo, donde se siguió la metodología del censo visual.

Se realizó un recorrido de las zonas identificadas previamente en el mapa del lugar por medio del programa Google Earth; en ese orden de ideas se dividió el mapa general del sector de Puerto Velero en dos grandes polígonos o zonas (Zona 1 y Zona 2) principalmente porque son dos sectores heterogéneos entre sí, además de realizar visita por zona debido a la considerable extensión del área de estudio (Ver figura 1). Las estaciones fueron seleccionados priorizando aquellos parches de manglar del sector se encuentran bordeando cuerpos de agua en este caso pequeñas lagunas, además de ser accesibles en cuanto a logística. En ese orden de ideas de la zona 1 se tomaron 5 estaciones que cumplían con las condiciones de selección anteriormente mencionadas, y de la zona 2 solo se pudo establecer 1 estación debido a la intensa actividad de loteo que impedía el acceso al área, además de no cumplir con alguna de las condiciones de selección.

A.



B.



Figura 6. Registro fotográfico de una de las lagunas cotejadas en campo, designada como estación 1. En este registro se puede observar un parche de manglar cuyo estado se puede establecer de baja intervención **A)** Vista frontal desde la playa **B)** Registro de fauna que hace uso del cuerpo de agua, garza huellera *Bubulcus ibis*.

A.



B.



Figura 7. **A)** Registro fotográfico de la estación designada como 2. Se observa vegetación de manglar tupida **B)** Registro fotográfico de la laguna designada como 3. Se observa un parche manglarico menos abundante.

A.



B.



Figura 8. A) Registro fotográfico de la laguna designada como 6. Se observa un parche manglarico menos abundante. **B)** Registro fotográfico de la estación designada como 5. Se observa vegetación de manglar tupida

6.2 PROCEDIMIENTO

6.2.1 Selección de Criterios y atributos de zonificación

Condiciones

Los criterios para la priorización de áreas seleccionados para establecer la zonificación obedecieron las siguientes condiciones:

- Abordar las principales problemáticas que presenta el área de estudio.
- Ser viables y acordes a la escala de trabajo.
- Tener en cuenta los limites de tiempo y espacio.

Criterios seleccionados

Previo a la selección de los criterios para priorizar, se elaboró un listado con base en la bibliografía de los servicios y bienes ecosistémicos, así mismo como las amenazas antropogénicas y naturales que se registran son comunes en el ecosistema de manglar. Dicha lista fue cotejada con visitas de campo para su posterior depuración de los criterios no observados en el área de estudio y que por lo tanto no son aplicables. Se tomó como base la información publicada por el INVEMAR (2005; 2007), en cuyas metodologías describían parámetros para calificar los criterios seleccionados, mucho de los cuales son aplicables para el objetivo de este proyecto y los cuales además son aplicados al área de estudio. Se seleccionaron los siguientes criterios:

- **Amenazas antrópicas (grado de intervención)**

Se define el criterio de acuerdo al impacto causado por las principales amenazas antropogénicas identificadas previamente en campo para el ecosistema de manglar en el sector de Puerto Velero. En este ítem se tuvo en cuenta tanto la comunidad residente como los visitantes ocasionales (turistas, empleados, etc.)

Tabla 1. Amenazas antrópicas (grado de intervención) del bosque de manglar

Indicador	Escala	Valor
Presencia de fuentes de contaminación	Baja: Se presenta una fuente de contaminación de tipo domestico, por asentamientos humanos.	1
	Media: Se presenta más de una fuente de contaminación y estas son de tipo domestico asociada a áreas urbanas y suburbanas y actividades productivas de subsistencia (turismo y agricultura de pancoger).	2
	Alta: Se presenta mas de una fuente de contaminación asociada a uso domestico, industrial y actividades productivas a gran escala.	3
Presencia de residuos sólidos y líquidos	Baja: Se evidencia leve presencia de residuos sólidos y líquidos.	1
	Media: Se evidencia moderada presencia de residuos sólidos y líquidos.	2
	Alta: Se evidencia alta presencia de residuos sólidos y líquidos.	3
Cambios en el uso del suelo	Baja: Sin evidencia de cambio en el uso del suelo.	1
	Media: Evidencia leve de cambio en el uso del suelo	2
	Alta: Más de una evidencia de cambios en el uso del suelo	3

Posteriormente, para obtener el valor del criterio, se realizó la sumatoria de los valores de cada parámetro por cada una de las estaciones y teniendo la relación entre ese valor resultante y el máximo valor posible, se definió la escala porcentual de valores que se presenta a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Escala para obtener el calificativo final del ítem evaluado.

Escala	Definición	Valor
Bajo	Cuando para el subárea seleccionada la sumatoria de la calificación de los indicadores con relación al máximo valor posible es menor al 40%	1

Medio	Cuando para el subárea seleccionada la sumatoria de la calificación de los indicadores con relación al máximo valor posible esta entre el 40% y 70%	2
Alto	Cuando para el subárea seleccionada la sumatoria de la calificación de los indicadores con relación al máximo valor posible es mayor al 70%	3

- **Servicios ecosistémicos**

En este apartado se entiende como servicios los fenómenos estrictamente ecológicos, vinculados a la estructura, los procesos y las funciones de los ecosistemas, que resultan en algún beneficio para los humanos, ya sea si son usados de forma directa o no (Fisher *et al.*, 2009). De esta manera, es posible determinar las características funcionales de un ecosistema cuando éste se encuentra en su estado natural. Se tienen en cuenta la ubicación en el área y los siguientes tipos de funciones ambientales: hábitat de especies (sitio de reproducción, crianza y/o alimentación), control de inundaciones, depurador de agua (biofiltro), protección de la línea de costa (fuerza del oleaje, erosión y vientos) y paisajístico

Tabla 3. Servicios ecosistémicos del bosque de manglar.

Escala	Definición	Valor
Baja	Cuando el subárea evaluada cumple con al menos una de las funciones de hábitat, paisajística, protección de la línea de costa, importación y exportación de nutrientes.	1
Media	Cuando el subárea evaluada cumple con dos de las funciones de hábitat, paisajística, protección de la línea de costa, importación y exportación de nutrientes.	2
Alta	Cuando el subárea evaluada cumple con las funciones de hábitat, paisajística, protección de la línea de costa, importación y exportación de nutrientes.	3

- **Bienes ecosistémicos**

Se valoran las características de uso de un ecosistema, como fuente de recursos para ser aprovechados por el hombre. Para la parte de aprovechamiento pesquero se tendrán en cuenta los recursos que sean extraídos únicamente de las lagunas que se encuentren en el polígono de la subárea evaluada.

Tabla 4. Bienes ecosistémicos del bosque de manglar.

Escala	Definición	Valor
Baja	Cuando en el subárea evaluada no se lleva a cabo ninguna actividad de aprovechamiento forestal y/o pesquera.	1
Media	Cuando en el subárea evaluada se lleva a cabo una actividad de aprovechamiento forestal y/o pesquera.	2
Alta	Cuando en el subárea evaluada se llevan a cabo actividades tanto de aprovechamiento forestal como pesquero.	3

- **Amenazas naturales**

En este ítem se valora la existencia de amenazas de carácter natural erosión, inundaciones, vientos, mareas y deslizamientos. No solo se tiene en cuenta su presencia, también su incidencia, ya que pueden evidenciarse pero de forma circunstancial.

Tabla 5. Amenazas naturales del bosque de manglar.

Indicador	Escala	Valor
Fenómenos atmosféricos violentos	Baja: Casi nunca se presentan daños por eventos atmosféricos como vendavales, tormentas y vientos fuertes.	1
	Media: Se presentan ocasionalmente daños por eventos atmosféricos como vendavales, tormentas y vientos fuertes.	2
	Alta: Se presentan con asiduidad daños por eventos atmosféricos como vendavales, tormentas y vientos fuertes.	3
Eventos naturales que afectan la línea de costa	Baja: No se evidencian daños por el oleaje y mar de leva.	1
	Media: Se evidencia moderada presencia de daños por el oleaje y mar de leva.	2
	Alta: Se evidencia alta presencia de daños por el oleaje y mar de leva.	3

Se realizó el mismo ejercicio para obtener el valor del criterio para cada estación al como se hizo en el criterio de amenazas antrópicas (ver tabla 2)

6.2.2 Etapa de elaboración

Se construyeron dos matrices de datos, para cada criterio de priorización y a partir de estas se generó un mapa de zonificación de subáreas prioritarias dentro del área de estudio que permite la visualización de estos criterios y sus indicadores. Para los casos de las estaciones que presentaron la misma puntuación, se priorizó el que presentó mayor puntuación en el global del criterio de beneficios ecosistémicos. Cuando persistieron las igualdades, nos permitió inferir cierta homogeneidad teniendo en cuenta los criterios y su influencia en el uso del ecosistema manglarico.

Para la elaboración de los mapas se utilizó información geográfica disponible en formato shape (shp) del portafolio de compensación de la Corporación Autónoma Regional – CRA para crear un mapa de amenazas por erosión, el mapa de ecosistemas del IDEAM, y el Plan Nacional de Restauración. Para el análisis, visualización y posterior creación de los mapas se utilizó el software ARCGIS PRO, haciendo uso de la licencia de prueba para 21 días.

Para la construcción del mapa de amenazas se tomó la capa de Amenazas por Erosión, Escenario II (amenazas y prioridades) del Plan Nacional de Restauración, la cual muestra información sobre las áreas con mayor amenaza en cuanto a la erosión costera. Así mismo el mapa de beneficios se elaboró con información de la capa de Probabilidad de Conectividad, Escenario III de Conectividad que muestra información con respecto a las zonas con mayor probabilidad de conectar entre ellas con aras de alcanzar la restauración ecológica de ecosistemas perturbados e insumo para su conservación.

Se construyeron tablas que resumen la caracterización biológica en cuanto a fauna y flora extraída de las fuentes bibliográficas y cotejada en campo.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RESULTADOS

7.1.1 Matriz de criterios de priorización de estaciones (subáreas)

Las matrices de priorización arrojaron como resultado varias consideraciones. En primera instancia en lo respectivo al criterio de amenazas se obtuvo en cuanto a las de origen natural que la estación que obtuvo un impacto moderado fue la E-6 (Ver tabla 6 y figuras 11 y 12), sin embargo todas las estaciones presentaron algún grado de amenaza con respecto a los fenómenos de tipo atmosférico que en temporadas de lluvia (es bimodal) se presentan en el área.

Así mismo con respecto a las amenazas de tipo antrópicas, la estaciones E-5 y E-6 presentaron el mismo impacto al encontrarse evidencia de alteraciones causadas por fuentes de contaminación como residuos sólidos y líquidos además al cambio en el uso del suelo de estas estaciones. En general en cuanto a amenazas de tipo antrópico las estaciones más vulnerables son las E-5 y E-6 (Ver tabla 6 y figuras 11 y 12), teniendo en cuenta la sumatoria de los valores de las afectaciones identificadas. Es preciso comentar que ninguna estación alcanzó un valor alto en cuanto al valor cuantitativo (ver tabla 4) de incidencia de los indicadores, lo que sugiere que el impacto sobre la zona en cuanto al criterio de amenazas es moderado, empero existe intervención.

A.



B.



C.



D.



E.



F.



Figura 9. Amenazas antrópicas y naturales registradas para las estaciones de la zona 1 **A)** Arroyo que se encuentra seco por actividades erosivas, ubicado entre las estaciones 2 y 3 **B)** Actividad de deforestación para la creación de senderos, en el mismo sector del anterior ítem **C)** Residuos plásticos encontrados en la zona (basura), encontrado en la Estación 1 **D)** Actividad de quema registrada en la estación 3 **E)** Parche fragmentado por erosión, encontrado en la estación 2 **F)** Erosión al lado de un sendero.

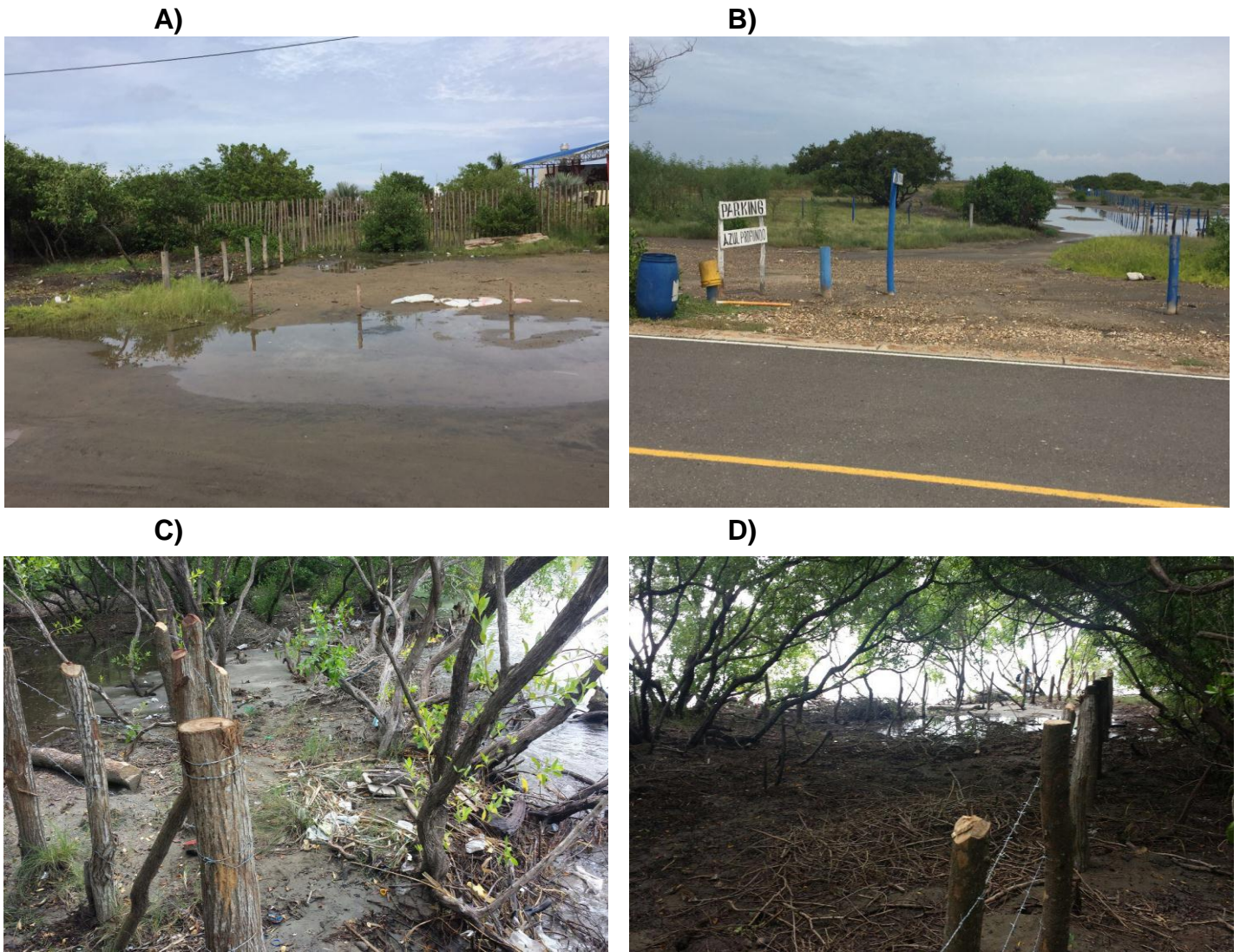


Figura 10. Amenazas antrópicas, actividad de loteo registrada para ambas zonas **A)** Propiedad privada Zona 2, con probabilidad de inundación **B)** Zona de estacionamiento zona 2 **C) y D)** Lote privado, se observa la creación de cerca con individuos de mangle.

En ese orden de ideas, los resultados en cuanto al criterio de beneficios ofrecidos por el ecosistema de manglar donde la estación E-4 obtuvo un valor alto con respecto a los servicios ecosistémicos que brinda, destacándose su función de hábitat por la presencia de diferentes grupos de fauna, por otra parte la estación E-6 registró bajo valor en el criterio, posiblemente relacionado con su moderado grado de amenaza. Lo anterior se ve manifestado en lo que concierne a los bienes ecosistémicos de las estaciones de los que hacen uso las comunidades, ya que la estación E-5 posiblemente por presentar un bajo nivel de intervención ofrece un alto valor en este ítem.

A.



B.



C.



Figura 11. Fauna y flora acompañante de los parches de manglar del sector de Puerto Velero. **A) y B)** Registro de fauna acompañante **C)** Individuo de *Avicennia germinas* – Manglar negro.

De acuerdo al objetivo del presente estudio, se obtuvo que las estaciones se priorizan bajo criterios diferentes, por ejemplo la estación E-5 alcanzó un alto puntaje de priorización debido en principal medida por los beneficios ecosistémicos que brinda, por otro lado la estación E-6 es de primordial priorización bajo el criterio

de amenaza. En cuanto a las estaciones E-1, E-2, E-3 y E-4 presentaron puntajes similares lo que permite inferir lo homogénea que es la zona 1.

Tabla 6. Matriz del criterio de amenazas y sus valores para cada componente.

Criterio	Componente	Indicador	Impacto general	Estación	Valor	Valor criterio	Valor total	
Amenazas	Natural	Fenómenos atmosféricos violentos (vendavales, tormentas y vientos fuertes).	Modificación del perfil natural (Daños en la cobertura vegetal).	E-1	1	E-1: 5	E-1: 9	
				E-2	1			
				E-3	1			
				E-4	1			
				E-5	1			
		E-6	2	E-2: 5				
		Eventos naturales que afectan la línea de costa (oleaje y mar de leva).	Erosión costera y contaminación (dispersión de residuos).		E-1	1		
					E-2	1		
					E-3	1		
					E-4	1		
	E-5			1				
	Antrópico	Presencia de fuentes de contaminación.	Alteración y pérdida de las condiciones de naturales.	E-6	2	E-3: 6	E-2: 9	
				E-1	1			
				E-2	1			
				E-3	1			
				E-4	1			
				E-5	2			
		Presencia de residuos sólidos y líquidos.	Alteración y pérdida de las condiciones de naturales.	E-6	2	E-4: 5		
				E-1	1			
				E-2	1			
				E-3	1			
		Cambios en el uso del suelo.	Desviación de cause y pérdida de cobertura vegetal.	E-4	1	E-5: 8		E-3: 10
				E-5	2			
				E-6	2			
E-1				1				
				E-2	1	E-6: 10		
				E-3	2			
				E-4	1			
				E-5	2			
			E-6	2				

Beneficios	Servicios ecosistémicos	Hábitat, paisajística, protección de la línea de costa, importación y exportación de nutrientes.	Conservación del hábitat.	E-1	2	E-1: 4	E-4: 10
				E-2	2		
				E-3	2	E-2: 4	
				E-4	3		
				E-5	2	E-3: 4	
				E-6	1		
	Bienes ecosistémicos	Actividades de aprovechamiento forestal y/o pesquera.	Mejoramiento en la calidad de vida de la población aledaña o beneficiada.	E-1	2	E-4: 5	E-5: 13
				E-2	2		
				E-3	2	E-5: 5	
				E-4	2		
				E-5	3	E-6: 2	
				E-6	1		
						E-6: 12	

MAPA DE AMENAZAS

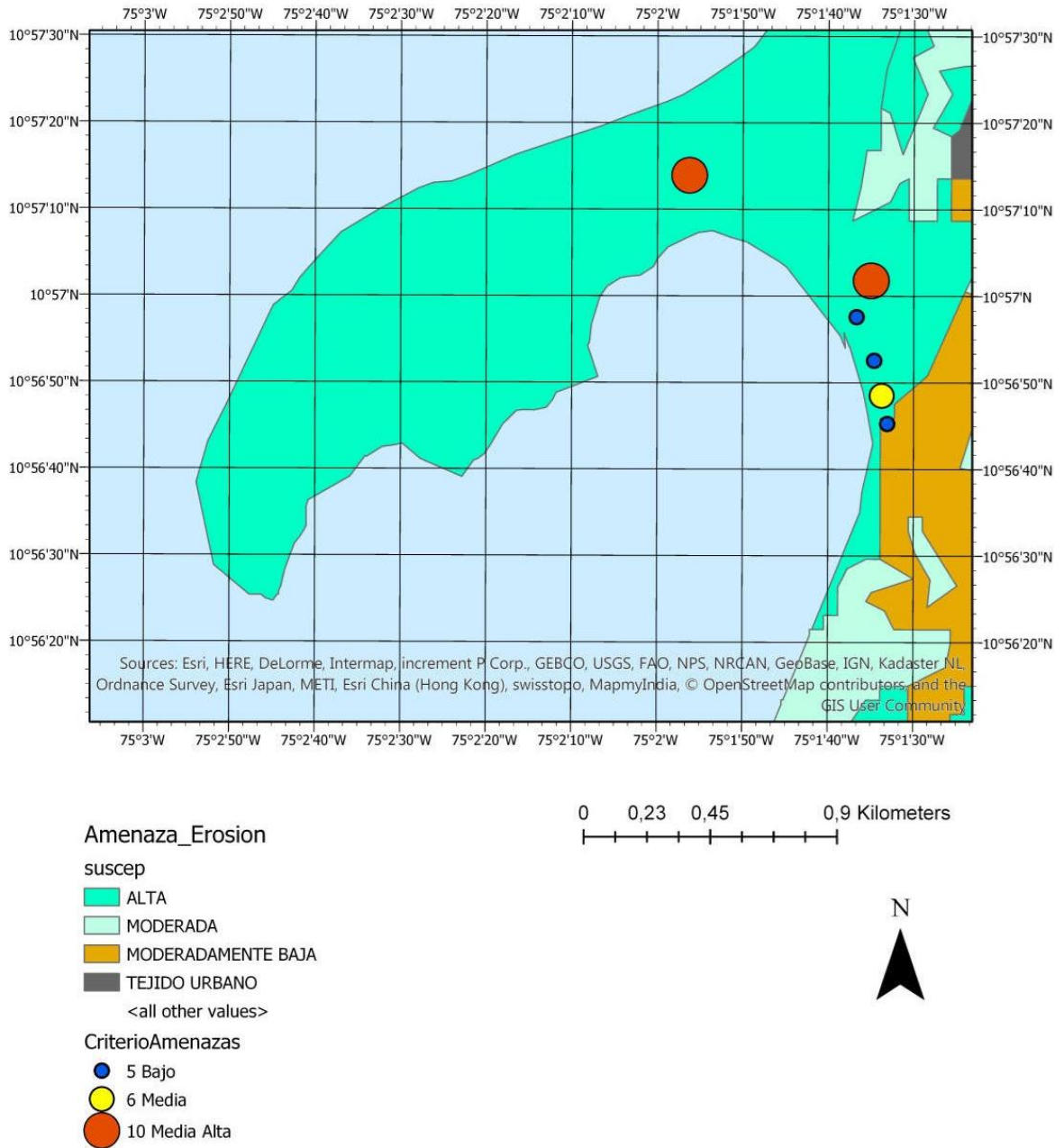


Figura 12. Mapa del criterio de Amenazas del ecosistema de manglar, aplicado al sector de Puerto Velero.

MAPA DE BENEFICIOS

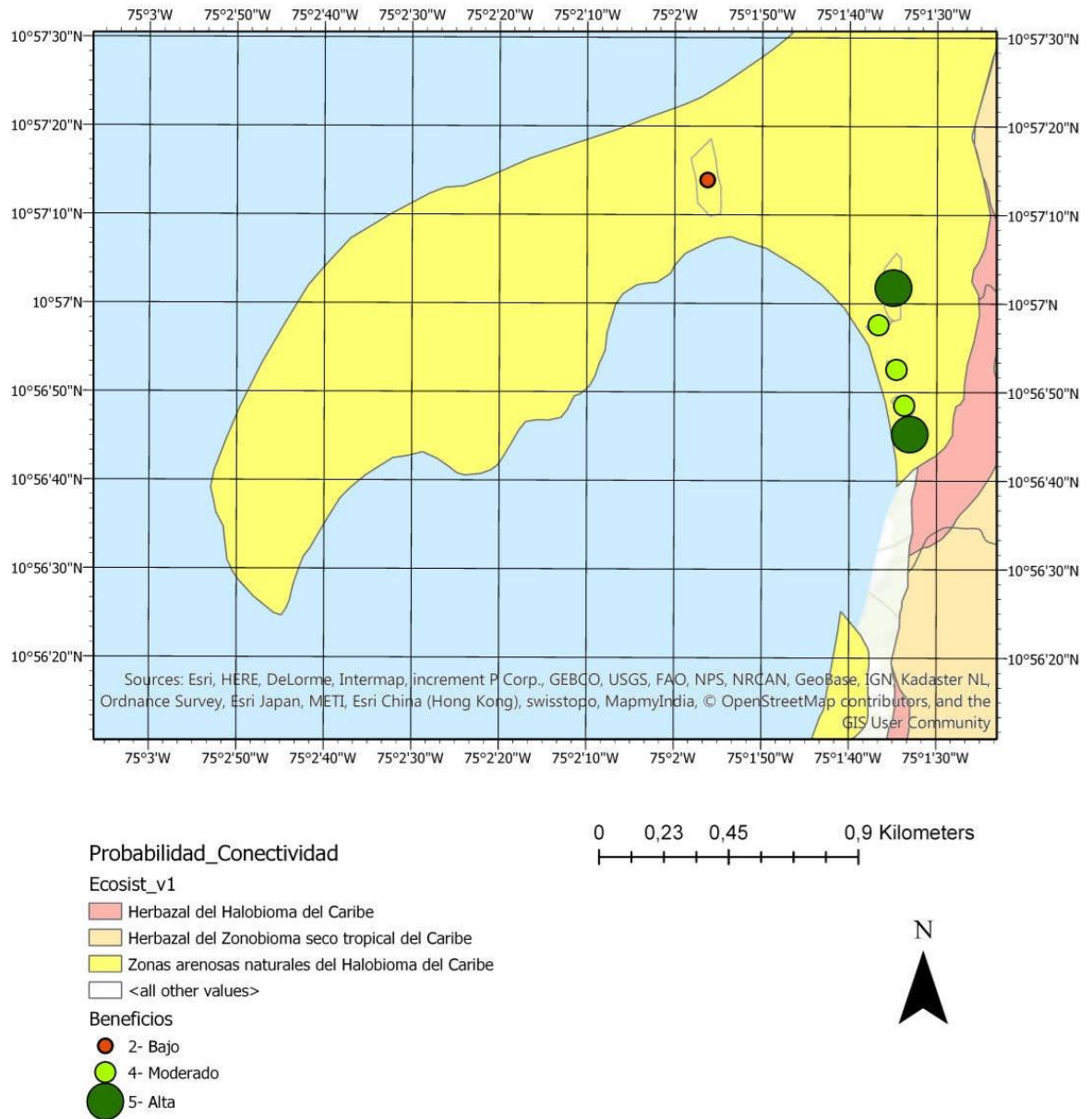


Figura 13. Mapa del criterio de Beneficios del ecosistema de manglar, aplicado al sector de Puerto Velero.

7.1.2 Revisión

En cuanto a la información de la caracterización biológica que se obtuvo de la revisión bibliográfica y su posterior cotejo en campo, se encontró que las especies que acompañan en su mayoría al ecosistema manglar del área de estudio son las aves chorlito (*Charadrius collaris*) y cigüeñuela (*Himantopus mexicanus*), las cuales se observaron en diferentes horas de la mañana. Así mismo en cuanto a los recursos hidrobiológicos (según el Decreto 2811 de 1974 son aquellos organismos cuyo ciclo de vida se cumple totalmente dentro del medio acuático y por ende son aprovechados por el hombre a través de métodos de captura) se registran para el área de estudio especies como el carito (*Scomberomorus regalis*), el jurel (*Caranx hipos*) el robalo (*Ariopsis bonillai*), el lebranche (*Mugil liza*), pargos (*Lutjanus sp*) en general, estas especies son las más abundantes en cuanto a peces. Por otro lado, el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) y la jaiba azul (*Callinectes sapidus*) también se reportan en cuanto a consumo, además de ser extraídos directamente del mangle (ver tabla 7). Un porcentaje de esta información se obtuvo de las entrevistas con los visitantes ocasionales (pescadores en su mayoría) y habitantes de la zona.

Tabla 7. Listado de las especies registradas para el área de estudio. Se referencia la fuente bibliográfica que registró cada especie para Puerto Velero. * Especies vistas en campo ** Especies extraídas de las entrevistas con pescadores y lugareños.

Especie	Nombre común	Estatus (UICN/CITES)	Referencia bibliográfica
<i>Boa constrictor</i>	Boa	Apéndice II	2, 3, 13, 18, 35, 36
<i>Bothrops spp.</i>	Talla equis		
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde **	En peligro	
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	En peligro crítico	
<i>Dermochelys coriacea</i>	Laúd	Vulnerable	
<i>Caretta caretta</i>	Caguama	En peligro	
<i>Scomberomorus regalis</i>	Carito *		
<i>Ariopsis bonillai</i>	Chivo *		
<i>Caranx crysos</i>	Cojinúa		
<i>Caranx hippos</i>	Jurel *		
<i>Mugil liza</i>	Lebranche *		
<i>Diapterus sp</i>	Mojarra Blanca		
<i>Lutjanus sp</i>	Pargo **		
<i>Centropomus sp</i>	Robalo **		
<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra *		
<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul *		
<i>Aratinga spp</i>	Perico		
<i>Botrogeris jugularis</i>	perico mejilla amarilla		

<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito*		
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela*		
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano **		
<i>Sula leucogaster</i>	Piquero		
<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba azul **		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza huellera		

Según información de la Alcaldía Municipal de Tubará, en cuanto a la cobertura vegetal, se constató que la vegetación típica de este área es representada por especies como la batatilla (*Batis marítima*) siendo esta la más representativa junto a *Juncus acutus* (no se logró obtener un nombre común de dicha especie), también se registran la verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), algodón de seda (*Canavalia marítima*), uvita (*Cordia alba*) y el uvero (*Coccoloba uvifera*).

En cuanto a la cobertura del ecosistema de manglar en la zona se identificaron 4 especies de manglar de las 5 registradas para el Caribe de Colombia, siendo el mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) el único que no esta presente en el área de estudio (Ver tabla 8).

Tabla 8. Especies de manglar en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Zaragoza	Combretaceae
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Rizophoraceae
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Rizophoraceae
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Rizophoraceae

INVEMAR (2007) reporta para el área otros ecosistemas que componen el sector como las dunas, fondos blandos de la plataforma continental y playas. Se encontró que el manglar también esta asociado a arroyos que desembocan en el mar. El sector se caracteriza por no presentar sistemas cenagosos y donde los pequeños parches de manglar se encuentran asociados a caños y arroyos menores que tienen intercambio con el mar, playas y dunas (INVEMAR, 2007; Torres *et al.*, 2014).

En la zona 1 (ver numeral 6.1.2 y figura 9) el área muestra una apariencia seca y en ciertos puntos con evidencia de erosión por procesos de loteo y de intervención, sin embargo el manglar que rodea las pequeñas lagunas es continuo. La zona 2 esta conformada por vegetación incipiente que rodea surcos originados por la variabilidad geomorfológica presente en el área, la espiga, además de encontrarse en este área pequeños salitrales. Aún así, la zona 2 es un punto turístico importante en el área de estudio, estando presente la Marina de Puerto Velero y ser zona de caseteros, cuya principal fuente de sustento consiste en las actividades turísticas.

7.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las estaciones fueron seleccionadas teniendo en cuenta que Mazda *et al* (2007) sugieren que el funcionamiento de los sistemas de mangle que se encuentran en buen estado dependen de una serie de la conexión con una serie de canales de marea que inundan y drenan el suelo del manglar, lo que permite el intercambio de materiales como fauna móvil como peces e invertebrados (área de crianza o sala-cuna). Por lo tanto se debe tener en cuenta al momento de evaluar el manglar con fines de priorización para conservación y/o restauración el estado de estas lagunas y si presentan o no obstrucciones que impidan el intercambio de materiales, razón por la cual las estaciones de estudio propuestas para este ejercicio bordean pequeños cuerpos de agua.

En cuanto a las variables que impactan en el área de estudio, se encontró que los procesos de erosión costera constatados y la presencia de fuentes de contaminación, así como los vertimientos sólidos y líquidos afectan ambas zonas (1y 2) delimitadas, siendo la zona 2 la más vulnerable. Esto apoya lo encontrado por Rangel y Posada (2013), quienes afirman que los procesos erosivos que afectan la línea de costa son especialmente más delicados en aquellos asentamientos humanos que se hayan ocupando zonas inconsistentes de alta energía por acción del oleaje y en general procesos de inestabilidad que afectan las funciones ecológicas de dicha zona. También se sugieren otros factores como la tala, la quema del bosque y la interrupción de los flujos hídricos con el mar (Alcaldía de Piojó, 2001), lo cual fue observado en las inspecciones de campo y apoya el resultado de la matriz (Ver numeral 7.1.1).

Con relación a la acción antrópica sobre el ecosistema, INVEMAR (2007) considera que debido al grado de urbanización de la zona y ante la presencia de procesos de remoción de masa y erosivos de la línea de costa generaran daños que convierten vulnerable el sector de Puerto Velero, lo cual apoya lo encontrado en este estudio, donde las afectaciones identificadas se denotan más precisamente en la zona 2. Es preciso señalar que estas zonas bajas se ven expuestas a mareas de tormenta y a inundaciones (Ver numeral 7.1.1).

El mismo estudio de INVEMAR (2007), registra que las principales amenazas para el ecosistema de manglar del área de estudio son los patrones inadecuados en el uso del suelo, destrucción y/o pérdida del hábitat y contaminación por vertimientos sólidos y líquidos de tipo industrial y domestico, lo cual fue verificado en este estudio encontrando además que la afectación sobre los canales de marea y arroyos que intercambian materiales donde crecen los manglares y la fuerte actividad de loteo y quema (Ver numeral 7.1.1) son factores de impacto a considerar.

Estos impactos se ven reflejados en el cambio en la cobertura vegetal registrado en la literatura, haciendo referencia a estudios realizados por la consultora ambiental Hidroestudios S.A.-Concep Ltda (1997) y la Alcaldía Municipal de Tubará (2003)

que evidencian la presencia de especies colonizadoras como el trupillo (*Prosopis juliflora*) y en general al cambio en muchos sectores donde la vegetación pasó de ser arbórea a vegetación de pastizal. Lo anterior se corroboró en este estudio al encontrar en ciertos sectores evidentes parches de vegetación secundaria y el aumento de la vegetación de playa (Ver sección 7.1.2).

Por otra parte investigadores como el INVEMAR (2007) y Vidal (2017) hacen referencia al proceso de acrecentamiento sedimentario que se desarrolla en el sector conocido como la espiga de Puerto Velero, descrito y nombrado en este estudio como zona 2, cuya configuración en forma de gancho trae como consecuencia la ocurrencia de efectos erosivos al sur del área de Puerto Velero (nombrado zona 1) ya que esta espiga se comporta como una trampa de los sedimentos aportados por la deriva litoral (Ver sección 3). Según lo observado en este estudio, se podría sugerir que la tendencia de este proceso es seguir ganando terreno al mar, ya que se pueden ver cambios multi-temporales en esta zona (Ver sección 3), donde se han incrementado las playas conformadas por arena fina que son productos de la acumulación y consolidación de los sedimentos aportados provenientes del río Magdalena (INVEMAR 2005;2007; Afanador y Carvajal, 2009)

En cuanto a la caracterización biológica del área de estudio con respecto a la cobertura del manglar y su composición, teniendo en cuenta lo reportado en la bibliografía y lo visto en las inspecciones de campo (Ver tablas 7 y 8) se encontró que la especie dominante de manglar es el mangle zaragoza o botón (*Conocarpus erectus*), seguido del mangle negro (*Avicennia germinans*) y en menor medida el mangle negro (*Laguncularia racemosa*), siendo muy bajo el aporte del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) al área basal del manglar, lo cual puede deberse a que la sobrevivencia, establecimiento y prevalencia de esta especie se ve afectado por factores como alta insolación, déficit hídrico y alta salinidad (Castellanos y Menjívar, 2012) además del viento y oleaje fuerte (Castellanos, 2009). El anterior dato de abundancia en el área de estudio apoya lo registrado por Kathiresan y Bingham (2001) y March *et al* (2009) quienes afirman que el mangle zaragoza (*Conocarpus erectus*) es abundante en zonas arenosas con expedita filtración de agua, por su parte un estudio de la Universidad del Norte (2005) señala que la presencia de *Avicennia germinans* es típico de los bosques achaparrados de manglar, que no crecen por condiciones de alta salinidad y bajo aporte de nutrientes.

En las estaciones establecidas se evidencia la existencia de agregaciones de mangle compuesta por *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*, la cuales se encontraron bordeando lagunas internas (estaciones delimitadas de este estudio), e incluso para el caso de la zona 1 se encontraron colindados con parches de bosque seco tropical en un proceso de sucesión.

La zonificación ambiental propuesta por la Alcaldía de Tubará y reseñada en el estudio del INVEMAR (2007) para el sector de Puerto Velero en toda su extensión establece que es una zona de preservación la cual consiste en áreas definidas en

función de su relevancia y alto valor ecosistémico cuyos componentes ofrecen beneficios como la protección de la línea de costa, ser áreas de crianza, hábitat de fauna y flora asociada, control de la erosión, entre otros, que deberán ser protegidas y mantenidas sin alta intervención. Sin embargo, con respecto a los resultados encontrados en el presente estudio, el área total de Puerto Velero no debe ser establecida como zona de preservación, ya que la zona designada como 2 (Ver figura 8 y 10) para los fines de este estudio, no cumple con esta condición al presentar un proceso de intervención medio (Ver numeral 7.1), y cuyas funciones se han alterado por la intervención antrópica, aunado a que actualmente no tiene posibilidades de ampliar su cobertura debido a las características propias de la zona como la alta salinidad del suelo y energía por vientos y oleaje. Empero, y como se mencionó anteriormente en el numeral 7.1 de la sección 7, en la zona 1 podría mantenerse la categoría propuesta por el INVEMAR (2007), Aprovechamiento Sostenible para turismo y recreación particularmente en su área de playas.

Por esta razón en este estudio se sugiere volver a categorizar Puerto Velero en función de sus ecosistemas (Ver numeral 3.2) otorgándole mayor relevancia al de manglar, y estableciendo dos zonas: La denominada zona 1 de preservación y la establecida como zona 2 de rehabilitación con aprovechamiento sostenible de la zona de playas para el turismo. Según Vargas *et al* (2010) por medio de este proceso se pretende reestablecer la productividad y los servicios que provee el ecosistema a través de métodos que se aúnan con los procesos de regeneración natural.

8. CONCLUSIONES

La zonificación ambiental debe estar encaminada teniendo en cuenta las particularidades de las dos grandes sub-áreas identificadas como zona 1 y zona 2, ya que presentan características distintas en cuanto al grado de intervención ya sean naturales o antrópicos que se evidencian y a los bienes y servicios ecosistémicos que brindan.

En ese sentido, se identificaron para la zona 1 un total de 5 estaciones en los cuales se pueden llevar a cabo actividades dirigidas a la preservación y en menor medida a la rehabilitación del área ya que si bien es cierto por lo general presentan un grado de intervención este es bajo con respecto a los bienes de los cuales hacen uso los pobladores y los servicios que ofrecen destacándose la función como hábitat y zona de sala-cuna, así como depurador natural y protector de línea de costa contra la erosión. Con relación a este punto, se podrían plantear acciones de compensación encaminadas a un proyecto de conectividad entre las estaciones de esta zona 1 con el objetivo de ampliar la cobertura de manglar y propiciar la colonización natural del mismo. Por otra parte la zona 2, es un área en la cual se identificó una sola estación que cumplía las condiciones iniciales de selección, concluyendo para esta zona un grado de intervención moderado con amplia actividad de loteo y cambio en el uso del suelo, además de ser una zona de vertimiento de residuos líquidos y sólidos (Ver sección 7), por lo tanto se diagnostica un espacio cuyas condiciones lo proyectan para actividades relacionadas con el ordenamiento en primer lugar y actividades de rehabilitación una vez se solucione el problema de índole social (Ver sección 7).

En el área se encontró un ecosistema de manglar con arbustos dispersos de *Conocarpus erectus*, que fue la especie más abundante, y de *Avicennia germinans* mezclados con árboles de trupillo, espacios con pastos y vegetación marina en la zona 1 establecida como de preservación; En el área establecida como zona 2 de rehabilitación se encontraron pequeños parches incipientes de *Avicennia germinans* rodeando lagunas de zonas bajas y en general un área amplia de playas y dunas, formadas por la dinámica océano-atmosféricas del sector que han desarrollado una espiga con surcos que retiene agua alrededor de los cuales se sitúan estos manglares.

Problemas sociales se destacan sobre los relacionados con lo natural, donde las actividades de loteo se destacan, alterando el uso del suelo y los sistemas de intercambio de agua como los arroyos y lagunas que se forman en la temporada de invierno, que conectan con el mar y son importante en la importación y exportación de nutrientes.

Las compensaciones impuestas por la Ley 1517 del 2017 a las empresas con licencia ambiental, podrán dirigirse a la rehabilitación y preservación del área de estudio, toda vez que se diseñen planes adecuados de rehabilitación ecológica del

manglar que tengan en cuenta la dinámica de las zonas y subáreas expuestas en este estudio. Por esta razón la relevancia del presente trabajo se ve enmarcada en su función como insumo para la planificación y ejecución de medidas compensatorias a las entidades involucradas en este proceso: a las autoridades ambientales (Corporación Autónoma del Caribe, DIMAR) en su función de dirigir y reglamentar la medida compensatoria, le permite de acuerdo a la priorización de zonas visualizar y designar proyectos (ya sea rehabilitación, preservación, etc.) en un ecosistema estratégico como el manglar; y al sector privados o particular que deban diseñar, ejecutar y darle seguimiento a una orden compensatoria.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere formular y ejecutar estrategias para reducir la presencia de basuras en el área y anular las actividades de tala.

Llevar a cabo el diseño de planes adecuados de rehabilitación ecológica del manglar teniendo en cuenta las características espaciales, físicas y biológicas del área de estudio.

Con apoyo de las autoridades ambientales (CRA, DIMAR) y la Alcaldía Municipal de Tubará, se debe resolver la incertidumbre en cuanto a la tenencia de la tierra, el uso de la misma y los aspectos relacionados con el Derecho de la propiedad, ya que esto podría ser una causa que dificultaría la restauración natural de la zona debido a que el ecosistema de manglar se ha visto reducido principalmente por actividades relacionadas a la ocupación de su espacio y de un manejo inadecuado.

Se propone que desde la academia e institutos de investigación se promueva la generación de información científica relacionada con la ecología del manglar y planes de rehabilitación, restauración y conservación del mismo, a través del monitoreo debido a la deficiencia de conocimientos sobre los procesos que permiten la formación y desarrollo de los manglares. Estudios enfocados en las condiciones actuales del área de estudio (biológicas, geomorfológicas, políticas, de gobernanza, etc.) se vislumbran imperativos.

En el momento que se pretenda a delatar cualquier proyecto obra actividad que requiera de algún permiso ambiental o Licencia, la autoridad ambiental competente deberá realizar una evaluación estricta de los estudios que hacen parte del Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A) y el cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental.

Dentro de las acciones de medidas de compensación por pérdida de Biodiversidad que la CRA, ha identificado en su portafolio se debe considerar y/o dirigir acciones de Rehabilitación y Preservación correspondientemente en las sub-áreas identificadas como prioritarias en el presente documento en Puerto Velero.

Finalmente se recomienda se estudie el planteamiento de una nueva categorización y zonificación del sector de Puerto Velero, con lo cual se realice el ordenamiento ambiental de toda la zona.

BIBLIOGRAFÍA

1. AFANADOR, F Y CARVAJAL, A. LiDAR, ortofotografía digital y SIG en análisis geomorfológicos del litoral Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH No. 27. 2009. 112-134. ISSN 0120-0542
2. ALCALDÍA MUNICIPAL DE PIOJÓ. Esquema de ordenamiento territorial del Municipio de Piojó. Documentos técnicos, Tomo I. 2003. 142 p.
3. ALCALDÍA MUNICIPAL DE TUBARA. Esquema de ordenamiento territorial. Documento Final. 2003. 170 p.
4. ALONSO, D., SIERRA, P., ARIAS, F., Y FONTALVO, M. Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico. Serie de Documentos Generales de INVEMAR No.12. 2003. 94p. ISBN: 958-97301-7-5.
5. ÁLVAREZ, R. Los manglares colombianos y su capacidad productiva en términos de materia orgánica, pesquería y acuicultura. Geotrópica. 2000. 5: 41-46.
6. BALL, M., Y FARQUHAR, G. Photosynthetic and stomatal responses of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. *Plant Physiol.* 1984. 74: 7-11.
7. BUITRAGO, S Y GUZMÁN, M. Caracterización y diagnóstico de la bahía de puerto velero para una propuesta de sectorización y ordenamiento de playa (monografía). Escuela Naval de Suboficiales ARC, Barranquilla. 2016. pp.189.
8. CASTELLANOS MARTÍNEZ, M. Tensores edafológicos que condicionan la disponibilidad de nutrientes para mangle en ambientes semiáridos. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2009. 219 p.
9. CASTELLANOS, M. Y J. MENJÍVAR. Tensores edáficos de los manglares de La Guajira. 39-.En: La Tierra en el pensamiento: pequeñas acciones para medir la salud del planeta. Martha Castellanos y Alexis Carabalí (Eds.). 1ª ed. G. I. Territorios semiáridos del Caribe, Universidad de la Guajira. Riohacha. 2012. 94 p. ISBN: 978-958-8530-21-5.
10. CICIN, B., VANDEWEERD, V., BERNAL, P., WILLIAMS, L., Y BALGOS, M. Meeting the Commitments on Oceans, Coasts, and Small Island Developing Status Made at the 2002 World Summit on Sustainable Development: How Well Are We Doing?. The Global Forum on Oceans, Coasts and Islands Co-Chairs' Report—Volume 1. Third Global Conference on Oceans, Coasts, and Islands: Moving the Global Oceans Agenda Forward UNESCO, Paris, January 23-28, 2006. 65 p.
11. COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca. Manual comunitario. SEMARNAT, México. 2009. 65 pp.
12. CONSERVATION INTERNATIONAL. Conserving Earth's living heritage: A proposed framework for designing biodiversity conservation strategies. Conservation International. 2004.

13. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO Y PROGRAMA MEDIO AMBIENTE COLOMBIA DE LA GIZ. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad: Una herramienta para la asignación de compensaciones en el Atlántico - Folleto Informativo. Barranquilla, Atlántico. Colombia. 2015.
14. FISHER, B.; R. K. TURNER Y P. MORLING. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*. 2009. 68:643-653.
15. GÓMEZ, C., LICERO, L., PERDOMO, L., RODRÍGUEZ, A., ROMERO, D., BALLESTEROS, D., GÓMEZ, D., MELO, A., CHASQUI, L., OCAMPO, A., ALONSO, D., GARCÍA, J., PEÑA, C., BASTIDAS, M., Y RICAURTE, C. Portafolio "Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia". Serie de Publicaciones Generales del Inveimar No. 79, Santa Marta. 2015. 69 p.
16. GÓMEZ, M. Adaptación al Cambio Climático y Gobernanza Costera en Uruguay. Montevideo: Programa Ecoplata. 2009.
17. GUTIÉRREZ, A., ZAMBRANO, Y., Y OSPINA, L. Propuesta metodológica de priorización de áreas para conservación de cuencas. Validación en río Caquinal, Fómeque, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Vol. VI. Numero 1. 2015. ISSN 2145-6097
18. HIDROESTUDIOS S.A.-CONCEP LTDA. Evaluación Ambiental de las cuencas de Arrollo Grande y León. 2003.
19. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS (INVEIMAR). Ordenamiento Ambiental de la Zona Costera del Departamento del Atlántico. Informe Final. Editado por: A. López. INVEIMAR – CRA. Santa Marta. 2007. 588 p + Cartografía Anexa.
20. KATHIRESAN, K., Y BINGHAM, B. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology*. 2001. 40: 81-251.
21. LEAL, E. 2017. Comunicación personal.
22. LEMA, L., Y POLONÍA, J. Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 2006. Vol. 55 (1): 11-21. ISSN-0034-7744
23. LÓPEZ A., SIERRA, P., RODRÍGUEZ, J., Y FREYRE, J. Plan de manejo integrado de la zona costera del complejo de las bocanas Guapi Iscuandé, Pacífico colombiano – Fase II. INVEIMAR-CRC-CORPONARIÑO-IIAP. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Santa Marta, Colombia. 2003. 138 p. + 6 anexos. (Serie de Documentos Generales INVEIMAR No. 17).
24. MARCH, L., CARVAJAL, M., VIDAL, R., SAN ROMÁN, J., Y RUIZ, G. Planeación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, 2009. pp. 545-573.
25. MÁRQUEZ, G. Ecosistemas estratégicos: El factor ambiental. En: Márquez, G. 1996. Bogotá

26. MAZDA, YOSHIHIRO, WOLANSKI, ERIC, AND RIDD, PETER. The Role of Physical Processes in Mangrove Environments: manual for the for the preservation and utilization of mangrove ecosystems. Terrapub, Tokyo, Japan. 2007.
27. MEJÍA QUIÑONES, L., MOLINA, M., SANJUAN, A., GRIJALBA, M., Y NIÑO, L. Bosque de manglar, un ecosistema que debemos cuidar. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Cartagena D. T. 2014. 27p.
28. MILLER, K., CHANG, E., Y JOHNSON, N. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. World Resources Institute. 2001. En línea: http://pdf.wri.org/mesoamerica_spanish.pdf <fecha de consulta: 13 de Mayo de 2017>
29. MINAMBIENTE. Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar en Colombia. Ministerio de Ambiente, Bogota. 2002. 61 p.
30. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). Uso sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar en Colombia. Programa Nacional. Dirección General de Ecosistemas – Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 2002. 59 pp.
31. MONIZ, C. La gestión integrada en las cuencas hidrográficas transfronterizas (españa-portugal): oportunidades y conflictos". Grupo de Investigación Estructuras y Sistemas Territoriales. Universidad de Sevilla. 2000.
32. NAVARRETE, S., Y RODRÍGUEZ, A. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICTBM). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 67, Santa Marta. 2014. 40 p.
33. NEWTON, A. Principios y practica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas, Gland, Suiza. 2011.
34. RANGEL, N Y POSADA, B. Determinación de la vulnerabilidad y el riesgo costero mediante la aplicación de herramientas SIG y métodos multicriterio. Rev. Intropica. Santa Marta, Colombia. 2013. Vol. 8: 29 – 42, ISSN 1794-161X.
35. SÁNCHEZ-PÁEZ H., G. A. ULLOA-DELGADO, R. ÁLVAREZ-LEÓN, W. GIL-TORRES, A. S. SÁNCHEZ- ALFÉREZ, O. A. GUEVARA-MANCERA, L. PATIÑO-CALLEJAS y F. E. PÁEZ-PARRA. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. H. Sánchez-Páez, G. Ulloa-Delgado y R. Álvarez- León (eds.). Minambiente – Acofore – OIMT. 2000a. 350 p.
36. SÁNCHEZ-PÁEZ, H., G.A. ULLOA-DELGADO y H.A. TAVERA-ESCOBAR. Manual sobre zonificación y planificación para el manejo sostenible de los manglares. Proyecto PD 60/01 REV. 1 (F) “Manejo Sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia”. MAVDT, Dirección de Ecosistemas. CONIF. OIMT. Bogotá. 2004b. 32 p.

37. SÁNCHEZ, H., ÁLVAREZ, R., GUEVARA, A., Y ULLOA, G. Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / ACOFORE / OIMT, Santafé de Bogotá D. C. (Colombia). 2000. 81 p.
38. SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004.
39. TORRES, F., CANTERO, R., DÍAZ, B., MENDOZA, J., Y LÓPEZ, Y. Análisis socioambiental de las playas Puerto Velero y Caño Dulce en Tubará, Atlántico, Colombia. 2014. Núm. esp. 161-179.
40. UNIVERSIDAD DEL NORTE. Análisis sobre el manejo integrado del recurso hídrico en la Ciénaga de Mallorquín. Tomo 1 y 2. 2005. pp 623.
41. VALLE, A. G., OSORNO, A.M., GIL, D.L. Estructura y regeneración del bosque de manglar de la Ciénaga de Cholón, Isla Barú, Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 2011. 40(1): 115-130.

ANEXOS

A. Listado preliminar de servicios ecosistémicos y amenazas del ecosistema de manglar.

BENEFICIOS ECOSISTÉMICOS		AMENAZAS		REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<i>Servicios</i>	<i>Bienes</i>	<i>Naturales</i>	<i>Antrópicas</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumidero de CO2 (ciclo del carbón) 2. Hábitat 3. Sitios de anidación, reproducción y alimentación. 4. Protección de la línea de costa. 5. Agente detoxificador 6. Amortiguador de inundaciones 7. Paisaje 8. Efecto mitigador de los vientos. 9. Sombra y modificación de las altas temperaturas. 10. Actividades de esparcimiento, cultura y deporte. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Productos forestales <ul style="list-style-type: none"> - Miel - Madera - Carbón 2. Recursos pesqueros <ul style="list-style-type: none"> - Ostras - Cangrejos - Moluscos - Peces 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vientos, tormentas y vendavales. 2. Oleajes y mar de leva. 3. Erosión costera. 4. Exceso de visitantes que realizan distintas actividades. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios en el uso del suelo 2. Desarrollo urbanístico 3. Sobreexplotación de los recursos 4. Contaminación por vertimientos sólidos y líquidos industrial y doméstico. 5. Destrucción y pérdida de hábitat 6. Desplazamiento y/o pérdida de biodiversidad. 7. Desarrollo urbanístico. 8. Desplazamientos de las personas. 9. Alteración de los flujos hídricos. 	<p>INVEMAR, 2007</p> <p>Uribe y Urrego, 2009</p> <p>Navarrete y Rodríguez, 2014</p>

B. Ubicación geográfica de las zonas 1 y 2, y las estaciones del área de estudio. E-1 (A); E-2 (B); E-3 (C); E-4 (D); E-5 (E); E-6 (F). Foto de satélite tomada de Google (2017). Consulta: 15 Julio 2017, <http://earth.google.com>



FIRMA DEL ESTUDIANTE

Vo Bo DEL TUTOR