

**VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS FRENTE  
A LA AMENAZA DE CAMBIO CLIMATICO EN LA ISLA DE SAN ANDRÉS**

**María Fernanda Oliveros Chinchilla & Mishelle Taylor Mclean  
Agosto 2018**

**Universidad Católica de Manizales  
Especialización en Prevención, Atención y Reducción de Desastres**

## Tabla de Contenido

1. Introducción .....	6
2. Planteamiento del problema .....	7
3. Justificación .....	9
4. Objetivo General .....	11
4.1. Objetivos específicos.....	11
5. Contexto geográfico de estudio .....	12
5.1. Aspectos Geográficos .....	12
5.1.1. Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina .	12
5.2. Aspectos Físico-Ambientales .....	15
5.2.1. Fisiografía.....	15
5.2.2. Geología.....	16
5.2.3. Geomorfología.....	17
5.2.4. Hidrografía e Hidrogeología.....	18
5.2.5. Variables climatológicas .....	19
5.2.6. Zonificación Ecológica y Zonas de Vida .....	20
5.3. Aspectos Socioeconómicos .....	21
5.3.1. Asentamientos Humanos.....	22
5.3.2. Aspectos económicos.....	23

6. Marcos conceptuales .....	25
6.1. Marco Referencial .....	25
Ley 164 de 1994 .....	25
Ley 1844 de 2017 .....	25
6.2. Marco Teórico .....	25
6.2.1. Ecosistemas marinos y paisajes del fondo marino .....	25
6.2.2. Vulnerabilidad por Ascenso del Nivel del Mar de las Islas de San Andrés, Próvidencia y Santa Catalina .....	29
6.2.3. Vulnerabilidad Biótica frente al Cambio Climático .....	30
6.2.4. Líneas Estratégicas Existentes.....	31
7. Metodología Aplicada.....	33
7.1. Definición del Área de Estudio. ....	33
7.2. Descripción de las Características del Área.....	33
7.2.1 Identificación de Amenazas.....	33
7.2.2 Valoración del riesgo. ....	34
7.2.3 Desarrollo de elementos para una futura propuesta de adaptación al cambio climático.....	34
8. Resultados y Discusión.....	35
8.1 Ecosistemas Estratégicos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina .....	37

8.2 Amenazas más relevantes de tipo natural como consecuencia del Cambio Climático en la isla de San Andrés .....	49
8.2.1 Inundación.....	49
8.2.2 Erosión costera .....	52
8.2.3 Ascenso del nivel del mar .....	53
8.3 Valoración en términos de pérdidas y daños sobre los elementos vulnerables en ecosistemas marino-costeros .....	56
8.4 Elementos para un Plan de acción que mitigue y disminuya los efectos del ascenso del nivel del mar, inundaciones y erosión costera .....	61
9. Conclusiones y recomendaciones.....	63
Bibliografía .....	64

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Marco Referencial .....	25
Tabla 2. Valoración de Escenarios de Riesgo.....	58

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Localización Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina .....	14
Figura 2. División regional de los espacios marinos de Colombia .....	28
Figura 3. Localización de Manglares Isla de San Andrés.....	42

Figura 4. Localización de Manglares Islas de Providencia y Santa Catalina.....	43
Figura 5. Localización de Pastos Marinos en la Isla de San Andrés.....	45
Figura 6. Localización de Pastos Marinos Islas de Providencia y Santa Catalina.....	46
Figura 7. Zonas Susceptibles a Inundación .....	51
Figura 8. Zonas Susceptibles a Inundación por Ascenso del Nivel del Mar .....	55
Figura 9. Matriz de Valoración de Escenarios de Riesgo.....	57

### **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

Fotografía 1. Arrecife Coralino .....	39
Fotografía 2. Manglar en Parque Natural Regional Old Point .....	41
Fotografía 3. Playa del Cayo Jhony Cay .....	48

## 1. Introducción

El calentamiento global es una realidad la cual podemos evidenciar por medio de algunos factores como lo son: el incremento de la temperatura tanto del aire como de los océanos, derretimiento de la nieve glacial y de los polos, aumento de ocurrencia de eventos extremos y el aumento en el nivel del mar.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina no es la excepción y los efectos de esa realidad son cada vez más notorios. Tal como es mencionado en el Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Archipiélago, esta región del país se encuentra altamente expuesta a diferentes amenazas de tipo natural y antrópico que unidas con sus condiciones socioeconómicas, ocasionan que ésta sea más vulnerable que otras regiones del país a esas potenciales amenazas (Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, 2012); entre las amenazas naturales se encuentran aquellas relacionadas con el cambio climático y sus efectos.

Así las cosas, este trabajo pretende contribuir a la estimación de los efectos del cambio climático y la determinación de la vulnerabilidad sobre la zona costera de la isla de San Andrés con la identificación de algunas amenazas de origen natural tales como erosión costera, inundaciones y ascenso del nivel del mar teniendo en cuenta la influencia de los fenómenos globales del cambio climático y su afectación a nivel regional y local.

## 2. Planteamiento del problema

El Archipiélago de San Andrés y Providencia es la zona insular más importante del país y se haya rodeada por complejos arrecifales de gran importancia en el Caribe, con una riqueza ecológica y paisajística considerable, además de su atractivo para el turismo debido a la belleza de sus playas (Díaz et al., 2000).

De acuerdo con las evaluaciones realizadas por el IDEAM (Martínez, Jaramillo & Chaparro, 2007) citados en IDEAM (2010), el ascenso del nivel del mar podría causar la inundación de 10,1% de la isla de San Andrés, representado en áreas de marismas, cordones litorales, rellenos artificiales y algunas terrazas coralinas bajas cubiertas por mangle.

La erosión de la línea de costa es un proceso que actualmente se presenta en las islas, con mayor intensidad y consecuencias en San Andrés, donde ha producido la pérdida de playas y el retroceso de algunos sectores del litoral.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático en su Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007) asegura, con una confianza muy alta, que se incrementarán los riesgos en zonas costeras, entre los que se incluyen además del aumento acelerado del nivel del mar para 2100, aumento de la temperatura del aire; aumento de la temperatura superficial marina de 1 a 3 °C en el futuro; aumento de la intensidad de los ciclones tropicales y extra-tropicales; mayores oleajes con olas extremas y tormentas; modificación de las tasas de precipitación y escorrentía; y acidificación de

los océanos.

Por ello, se ha despertado un gran interés dentro de la comunidad científica en cuantificar las consecuencias del cambio climático en las regiones de mayor susceptibilidad, dado que se trata de un fenómeno evolutivo y a largo plazo, y dadas sus potenciales consecuencias sobre el medio ambiente y el sistema socioeconómico.

Según comunicación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, se presentarán inundaciones del 17% del territorio de la isla de San Andrés, afectando vías principales, aeropuerto, infraestructura hotelera y la población ubicada cerca de la zona costera.

De acuerdo a esta información, se plantea por un lado la pregunta:

¿ Cuan resilientes estan siendo los ecosistemas marino costeros del Archipielgo de San Andrés frente a los efectos del cambio climático?

Por otra parte, teniendo en cuenta la posibilidad de un ascenso del nivel del mar provocando inundaciones del 17% , especialmente en la la isla de San Andrés, afectando vías principales, se plantea la pregunta:

¿Valdría la pena considerar proyectos de conservación de los ecosistemas Costeros?

### **3. Justificación**

La zona marino-costera Colombiana es reconocida como un sistema particularmente susceptible a los cambios climáticos globales; se destacan su sensibilidad al aumento en la temperatura del aire, del mar y del suelo y a las variaciones en las frecuencias e intensidades de las tormentas, en los niveles del mar y en las cantidades, patrones y estilos de las lluvias.

El cambio climático intensificará, en términos generales, problemas ya existentes, tales como inundaciones de zonas costeras, erosión, intrusión salina y degradación de ecosistemas estratégicos, según lo reporta la II Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IDEAM, 2010).

Con base en estudios realizados por el INVEMAR y el IDEAM, las zonas costeras e insulares colombianas son las más vulnerables a los impactos del cambio climático, por ejemplo, a la amenaza de inundación (sobre 4.9% de las áreas de cultivos y pastos de la zona costera del Caribe continental); también son altamente vulnerables la mayoría de las áreas ocupadas por la industria manufacturera y el 44.8% de la malla vial terrestre del mismo litoral.

En cuanto a la afectación de recursos hidrobiológicos, se menciona que la exposición prolongada de los arrecifes coralinos a altas temperaturas puede causar daños irreversibles (blanqueamiento), la posterior muerte de los mismos y la pérdida de sus servicios ambientales como es la protección de la línea de costa ante eventos extremos

(mares de leva, huracanes, etc.) y el hogar de paso o permanente de numerosas especies de interés comercial como peces y crustáceos. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015).

## **4. Objetivo General**

Realizar un análisis preliminar de la vulnerabilidad ambiental en la zona marino-costera como consecuencia de los efectos del cambio climático en la isla de San Andrés.

### **4.1. Objetivos específicos**

Identificar y caracterizar los ecosistemas marino-costeros en la isla de San Andrés.

Identificar y caracterizar los fenómenos amenazantes para los ecosistemas marino-costeros por cambio climático en la isla de San Andrés.

Realizar una valoración inicial en términos de pérdidas y daños sobre los elementos vulnerables en ecosistemas marino-costeros.

Proponer elementos que aporten a una futura propuesta de adaptación y manejo de vulnerabilidad ecosistémica en la isla de San Andrés.

## **5. Contexto geográfico de estudio**

### **5.1. Aspectos Geográficos**

#### **5.1.1. Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**

El Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, es el único departamento archipiélago e insular del país. Las islas, cuentan con una ubicación geográfica más hacia Centroamérica, localizándose al occidente de la llamada “Región del Gran Caribe mar Caribe”, a 775 kilómetros al noroeste de la costa atlántica colombiana y a 220 km de las costas orientales de Nicaragua. El Archipiélago en su lado oriental, está limitado por el Caribe insular (islas de las grandes y pequeñas Antillas) y en el norte por la cadena de las Bahamas. En el noroccidente, occidente y sur de la región están los estados continentales de Norte, Centro y Sur América. Todo el archipiélago cuenta con una extensión de aproximadamente 350.000 km<sup>2</sup> de mar (de los cuales 65.000 km<sup>2</sup> son áreas marinas protegidas), pero la totalidad de las áreas emergidas no superan los 53 Km<sup>2</sup>. El archipiélago cuenta con tres islas principales y de mayor área las cuales son San Andrés (27 km<sup>2</sup>), Providencia (18 km<sup>2</sup>) y Santa Catalina (1 km<sup>2</sup>). De igual manera hacen parte de su jurisdicción, los islotes East-South-East, South–South-West, Cotton, Haynes, Grunt, Johnny, Rose, Easy, Roncador, Serrana, Serranilla, Rocky, Crab, Basalt, Palm, Bottom House, Baily, Three Brothers y los bancos Queena, Alice Shoal, y Bajo Nuevo<sup>1</sup>.

---

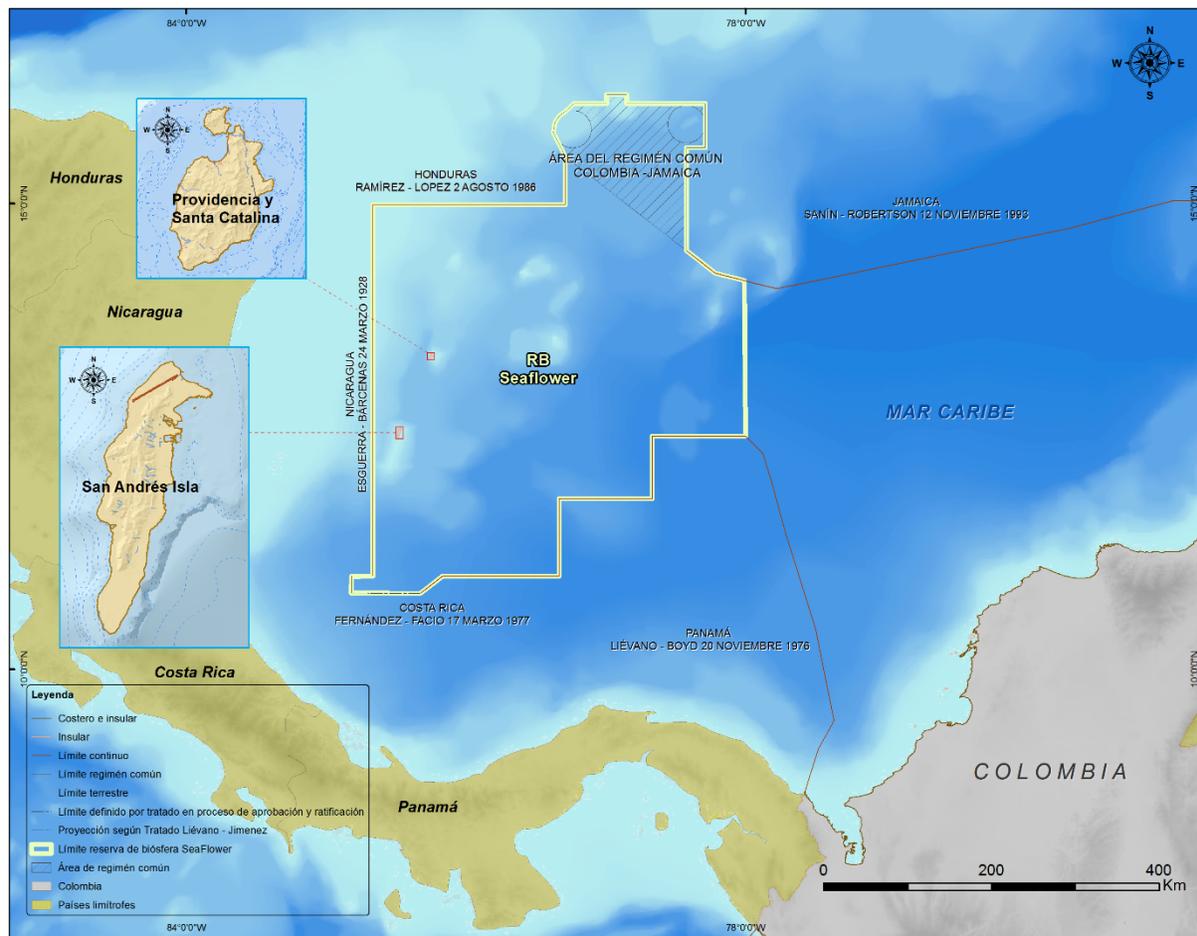
<sup>1</sup> Plan Departamental de Gestión del Riesgo Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

### 5.1.2. Localización

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina está localizado entre los paralelos 10° y 18° de Latitud Norte y los meridianos 78° y 82° de Longitud Oeste. Su forma es alargada con dirección Suroeste (SW) – noreste (NE), siendo el territorio más septentrional del país que representa la soberanía nacional en el Mar Caribe sin interrupción desde Cartagena de Indias (Taylor et al, 2000, en Plan Departamental de Gestión del Riesgo). El departamento está localizado a una distancia aproximada de 750 km de Cartagena de Indias la ciudad continental colombiana más próxima, a 270 km de Colón en Panamá, a 240 km de Puerto Limón en Costa Rica y a 125 km de Bluefields en Nicaragua (Aguilera Díaz, 2010, en Plan Departamental de Gestión del Riesgo).

En la **Figura 1** se presenta la localización del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

**Figura 1. Localización Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**



Fuente: (INVERMAR, 2014)

### 5.1.3. División político-administrativa

A raíz de la constitución de 1991, el archipiélago pasó de ser Intendencia y fue convertido en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, con unas condiciones especiales consagradas en el artículo 310 de dicho documento.

La capital del departamento es la isla de San Andrés, el único Municipio, es el de las islas de Providencia y Santa Catalina.

En San Andrés Islas, existen tres grandes zonas reconocidas localmente como North End o centro, Hill o La loma y San Luis. El Sector de North End es la misma zona urbana y alberga la mayoría de los residentes de la isla y del departamento (72% del total de la población del departamento).

## **5.2. Aspectos Físico-Ambientales**

### **5.2.1. Fisiografía**

Según la información contenida en el Plan de desarrollo del departamento 2012 -2015, las dos islas principales presentan relieves y constitución de rocas diferentes; San Andrés es producto de sedimentos calizos recientes y Providencia proviene de un volcán andesítico extinguido del período mioceno medio y superior; San Andrés Islas, presenta un pequeño sistema ondulado, con una altura máxima de 85 metros sobre el nivel del mar, que se extiende en la isla de sur a norte; Providencia, es de relieve de colinas con elevaciones hasta de 350 metros sobre el nivel del mar, como el alto Peak en la parte central de la isla; Santa Catalina, separada de Providencia por un canal de 150 m de ancho, es relativamente quebrada y su altura máxima es de 133 metros sobre el nivel del mar; los cayos y bancos del archipiélago, son pequeños afloramientos de arrecifes coralinos formados principalmente por arenas calcáreas, algunas veces con vegetación de cocoteros y yerbas altas.

### **5.2.2. Geología**

Las islas mayores y atolones del Archipiélago están ligadas a la formación de la elevación de Nicaragua y el Mar Caribe.

Los patrones de la tectónica del fondo marino del Caribe Insular se caracterizan por sus zonas de fracturas, siendo la más notable la depresión de San Andrés la cual separa al archipiélago del continente centroamericano. Aparentemente todos los atolones, islas y bancos de coral se originaron de volcanes a lo largo de fracturas de la corteza tectónica en dirección NNE y SO. El hundimiento de los basamentos volcánicos y la simultánea sedimentación de sus conos con sedimentos y estructuras calcáreas a poca profundidad (originados a partir de corales, algas y moluscos) entre el terciario y el cuaternario, dieron origen a los bancos y atolones (CORALINA, 2007).

San Andrés, es producto de la actividad constructora de los corales que formaron un arrecife alrededor de un cono volcánico, que posteriormente se hundió dejando un anillo coralino (CORALINA, 2002).

Las terrazas sub-aéreas y submarinas en ambas islas son el resultado de las oscilaciones del nivel del mar en el Cuaternario a causa de las glaciaciones, donde se observa que las rocas calizas de la costa fueron talladas por el mar (Geister & Díaz, 1997).

La Isla de San Andrés se encuentra dividida por la Falla de San Andrés en dos grandes bloques; en el bloque norte se encuentran la falla de Punta Hansa; en el bloque sur se presenta la falla del Cove, que recorre en sentido longitudinal. Se presentan evidencias que la falla de San Andrés está asociada con alguna actividad tectónica y juega un papel importante en la actividad deformativa de la Isla. La Falla de Punta Hansa es de actividad tectónica más reciente (menos de 1.5 millones de años). (CORALINA, 1997).

### **5.2.3. Geomorfología**

La Isla de San Andrés se caracteriza por su forma alargada con una longitud de 13 Km y un ancho medio de 2.5 km. Cubre una superficie total de 27 km<sup>2</sup> y presenta relieve con alturas máximas de 87 m.s.n.m. Los puntos más altos se presentan en la cima Pussy con 87 m.s.n.m y en la cima Samwright al sur de la isla, con 82 m. (Vargas, 2004). La zona costera es influenciada por la barrera arrecifal, la cual provee un amplio caparazón de protección insular.

Según el artículo de la Universidad Nacional, "Geografía y Aspectos Geográficos de la Isla de San Andrés", San Andrés se encuentra constituida por tres unidades morfológicas mayores así: La Morfología costera de arrecifes, playas y manglares, la Morfología de plataforma arrecifal emergida periférica, y la Morfología central de colinas y escarpes.

#### **5.2.4. Hidrografía e Hidrogeología**

La fuente de abastecimiento principal de agua dulce en la isla de San Andrés es el agua subterránea almacenada en acuíferos, la dependencia de esta fuente por parte de la población es cercana al 80% (CORALINA & UNAL Medellín- Proyecto INAP Colombia, 2010).

El acuífero de la isla de San Andrés consiste en dos unidades hidroestatigráficas, el Acuífero San Luis y el Acuífero San Andrés, nombres derivados de las formaciones geológicas bajo las cuales se encuentran. Según el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas-PMAS de la isla de San Andrés, estas, se encuentran conectadas hidráulicamente de San Andrés a San Luis y no viceversa.

La formación San Andrés, constituye la zona de colinas interiores y contiene las principales reservas de agua dulce, específicamente bajo la microcuenca denominada El Cove. El acuífero de esta formación (San Andrés) comprende un área superficial de 17.13 km<sup>2</sup> del territorio Insular, con alturas entre los 4 y 85 msnm (CORALINA & UNAL Medellín- Proyecto INAP Colombia, 2010).

En cuanto a la formación San Luis, la cual constituye la parte plana de la isla donde sus cotas no sobrepasan los 10 msnm, se ubican los mayores asentamientos humanos de la isla, especialmente en el norte (CORALINA, 1999). El acuífero de esta formación se caracteriza por presentar predominantemente agua salobre, en parte debido a su cercanía al mar. Presenta un área superficial 9.89 km<sup>2</sup>, con alturas entre los 0 y 44

msnm, presentándose las máximas en el Nororiente y Occidente de la isla (CORALINA-INAP, 2010)

### **5.2.5. Variables climatológicas**

El Archipiélago por su localización en la zona intertropical, presenta una temperatura media anual del aire de 27,4°C, con una variación de algo más de 1°C entre los meses de mayor valor (marzo a octubre) y los de menor valor (noviembre a febrero).

Los vientos predominantes son los alisios del Noreste (NE) y Este-noreste (ENE) con velocidades mensuales promedio entre 3,8 m/seg (febrero-mayo, y agosto-noviembre) y 7,1 m/seg (diciembre enero, y junio-julio). Se presentan con frecuencia tormentas esporádicas con vientos del Oeste (W) y Noroeste (NW) de hasta 20 m/seg en la segunda mitad del año. El Archipiélago está situado dentro del cinturón de huracanes del Caribe, habiéndose presentado huracanes en el Archipiélago desde 1813.

La precipitación es de ciclo unimodal, con periodos de excesos de lluvia entre junio y noviembre; déficit de lluvia entre enero y abril, siendo mayo y diciembre meses de transición. La precipitación promedio en la Isla es de  $1973 \pm 80$  mm, con un periodo lluvioso entre los meses de junio y noviembre (1509 mm de lluvia acumulada), con un periodo de lluvias menores entre los meses de enero y abril (168 mm de lluvia acumulada) y dos meses de transición (mayo y diciembre). (CORALINA & UNAL Medellín- Proyecto INAP Colombia, 2010).

## **5.2.6. Zonificación Ecológica y Zonas de Vida**

El 10 de noviembre de 2000, el consejo internacional de coordinación del programa MAB de la UNESCO (sobre el hombre y la biosfera), declaró la totalidad del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como Reserva de la Biosfera SEAFLOWER. Dicha denominación generó una zonificación de las islas en tres áreas de manejo especial (Zona núcleo, zona de amortiguamiento y zona de transición), las cuales guardan relación con las funciones de conservación, desarrollo y apoyo logístico de las reservas de biosfera y la intención de promover el concepto de desarrollo sostenible en el territorio insular y del territorio insular al mundo.

Las islas pequeñas, dependen en gran medida de sus ecosistemas o entorno natural marino costero y la reserva de Biosfera SEAFLOWER cuenta con ecosistemas insulares tales como los arrecifes coralinos, manglares, praderas y pastos marinos, playas, fondos blandos arenosos y tapetes de algas, bosque seco tropical secundario, así como importantes recursos pesqueros y especies de flora y fauna asociada a cada uno de los ecosistemas insulares. Además de lo anterior, la reserva cuenta con áreas marinas protegidas, parques nacionales, parques regionales, reservas forestales y cuencas-micro cuencas hidrográficas.

### **5.2.6.1. Ecosistemas Estratégicos**

Los ecosistemas marino-costeros considerados estratégicos que hacen parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina son: 1. Arrecifes Coralinos,

2. Manglares, 3. Pastos Marinos, 4. Playas y 5. Fondos Blandos y Arenosos y 6. Bosque Seco Tropical Secundario.

### **5.3. Aspectos Socioeconómicos**

Desde la época precolombina y hasta la colonización de las islas, estas fueron territorio de los indios Miskitos procedentes de la costa caribe centroamericana. Las islas fueron redescubiertas por los españoles, quizá por Colón o por Diego de Nicuesa, apareciendo a partir de 1527 en la Carta Universal. El proceso de colonización comenzó con los puritanos ingleses (1626 – 1641), quienes, en 1629, establecieron un primer asentamiento colonizador en Providencia con sus esclavos, trayendo con ellos numerosas plantas y animales domésticos (caña, coco, cerdos, gallinas) e incluso las grandes transformaciones ambientales de las islas sobre el uso del suelo para el cultivo de algodón, tabaco, caña de azúcar e índigo (CORALINA, 2007).

Las islas fueron base de corsarios y piratas y sitios de confrontación de los imperios europeos (Vollmer, 1997), que atacaban los barcos españoles. Los inicios del poblamiento del archipiélago datan del siglo XVII con las disputas por la ocupación entre ingleses y españoles, las cuales culminan con la suscripción del tratado de Versalles en 1783, el cual reconoció la potestad de España sobre las islas y es en 1822 que las islas se adhieren a Colombia y en 1834 es abolida la esclavitud en las islas (Aguilera Díaz, 2010). En el año 1793, la población registrada en el archipiélago ascendía a 425 habitantes; en 1822 las islas se adhieren a Colombia y fue una vez se declaró el archipiélago puerto libre en el año de 1953 que el crecimiento se vuelve

exponencial, presentándose un boom a partir de mediados de los años 60s (IGAC 1986 Y DANE, 2012) principalmente en la isla de San Andrés.

Debido al crecimiento o explosión demográfica que se dio en el archipiélago a raíz de la declaratoria de puerto libre, aumentó la demanda de agua, electricidad y materiales de construcción. Para construir se extrajo la arena de las zonas costeras generando afectaciones a praderas marinas y a los manglares debido al dragado, el relleno y la reducción de algunas playas. Aunado al aumento en la generación de residuos sólidos y líquidos tanto de la población flotante como la residente. (CORALINA, 2002)

Según el Censo General 2005, el 74% de la población de San Andrés se localiza en la cabecera, el 12,6% en los centros poblados de La Loma (12,3%) y San Luis (0,3%), y el 13,5% restante está dispersa en la zona rural.

### **5.3.1. Asentamientos Humanos**

En la isla de San Andrés, se define un sistema urbano cuya zona central es North End y San Luis y La Loma como subsistemas (zonas suburbanas). Cada una de estas entra en relación con las áreas rurales más próximas, estableciendo relaciones de intercambio de productos y personas, pero todas dependiendo de North End.

Con la presión migratoria y la concentración urbana, se han tomado zonas aledañas al centro, las playas y algunas zonas rurales para la localización de viviendas

de personas de altos ingresos, creando situaciones de alto riesgo para el equilibrio ecológico y desarrollo del sector agropecuario

### **5.3.2. Aspectos económicos**

La economía del archipiélago está basada en la actualidad, principalmente en el turismo y el comercio, siendo la pesca y la agricultura actividades de menor escala. El turismo hoy en día es generador de mayores fuentes de empleo y capital para el departamento. El comercio es una actividad tradicional desde la declaratoria del puerto libre el 1953, hoy día se basa en la importación de mercancías y alimentos para satisfacer la demanda de los turistas y de la población residente. Principalmente la población raizal, deriva su sustento exclusivamente de la pesca. La actividad agrícola se practica en bajos porcentajes.

#### **5.3.2.1. Actividades Económicas**

Las actividades económicas de la isla han cambiado desde la base en la producción agropecuaria, al comercio, y posteriormente al turismo. La producción del agro fue vital para los primeros pobladores quienes establecieron plantaciones y exportaciones de algodón y de coco hasta la década de los 50's (Adolfo Meisel. Centro de Estudios Económicos Regionales, 2003).

Es con el establecimiento del puerto libre en 1953 que se inicia el auge del comercio, siendo la puerta para la importación de mercadería al resto del país. La actividad se

mantiene vigente hasta comienzos de los 90's con la entrada en vigor de una política de cielos abiertos en el territorio colombiano (Meisel, 2003).

La economía del Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina gira alrededor de las actividades relacionadas con el turismo, el comercio, la administración Pública o gobierno, los servicios públicos domiciliarios, entre otros, seguidos en menor cuantía por la pesca, la agricultura y la ganadería. El estudio Escalafón de Competitividad de los Departamentos de Colombia 2009, elaborado Ramírez y Parra-Peña (2010, p.69), ubica a San Andrés en el grupo de competitividad media alta, en particular por sus logros en capital humano, donde es líder, y la fortaleza de la economía por su alto PIB per cápita y la tasa de crecimiento del PIB departamental (Aguilera Díaz, 2010).

El sector turismo ha ido emergiendo de una manera representativa en el nuevo modelo económico para la isla. Las playas, el clima, la cultura y el medio ambiente marino y costero de la isla son el principal potencial turístico en explotación y parte de sus riquezas.

A pesar de la importancia del turismo, la economía de la pesca en las islas se ha mantenido como una actividad económica clave como generador de empleos y divisas y juega además un papel relevante en la seguridad alimentaria y tradiciones (2,31% de aporte al PIB Departamental según DANE 2009 basado en datos del 2007).

## 6. Marcos conceptuales

### 6.1. Marco Referencial

En la **Tabla 1** se presenta el marco referencial utilizado para el presente análisis.

**Tabla 1. Marco Referencial**

Normativas	Descripción
Ley 164 de 1994	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"
Ley 629 de 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.
Documento Conpes 3700 de 2011	(Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia). Consejo Nacional de Política Económica y Social.
Convenio interadministrativo N° 277 de 2014 MADS e INVEMAR	Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
Decreto 298 de 2016	Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones
Ley 1844 de 2017	Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París".
Política Nacional de cambio Climático de Colombia, 2017	

### 6.2. Marco Teórico

#### 6.2.1. Ecosistemas marinos y paisajes del fondo marino

La zona de interfase entre los sistemas terrestres y marinos es conocida como zona litoral, y allí sucede una compleja interacción entre los diversos factores físicos del

entorno, dando lugar a ambientes muy dinámicos en los cuales se desarrollan comunidades particulares, adaptadas a regímenes ambientales extremos.

Esta zona de interfase está compuesta por varios estratos, los cuales se definen de acuerdo con el grado medio de desecación. Así, el infralitoral comprende el área cubierta permanentemente por agua. El mesolitoral (litoral) se encuentra delimitado por el nivel máximo del agua en la marea alta y el más bajo durante la marea baja; en esta área, los sectores más alejados del mar están sometidos a más horas de desecación que los más próximos al nivel más bajo de marea. El supralitoral es el área de la costa que se ubica por encima del nivel máximo de la marea.<sup>2</sup>

#### **6.1.1.1 Definición de Ecosistemas Marinos y Costeros**

Los sistemas ecológicos en el ámbito marino se han convertido en un tema de gran relevancia en los últimos años. Existe una gran variedad de términos para referirse a estos “sistemas ecológicos” que pueden superponerse en su definición, como es el caso de paisajes submarinos (Roff et al., 2003), hábitat marino (Davies et al., 2004), hábitat béntico y hábitat biológico (Andrews, 2003) y ecosistema marino (UNF, 2002). Todos ellos coinciden en que un sistema ecológico se caracteriza por las propiedades físicas particulares de cada área, y porque estas permiten que ciertos organismos

---

<sup>2</sup> Tomado de: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

puedan vivir allí. En concordancia con el Artículo 2 del Convenio de Diversidad biológica por “Ecosistema” se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Los “Paisajes marinos” por su parte, constituyen el medio no viviente de los ecosistemas en mención.<sup>3</sup>

#### **6.1.1.2 Delimitación y Organización**

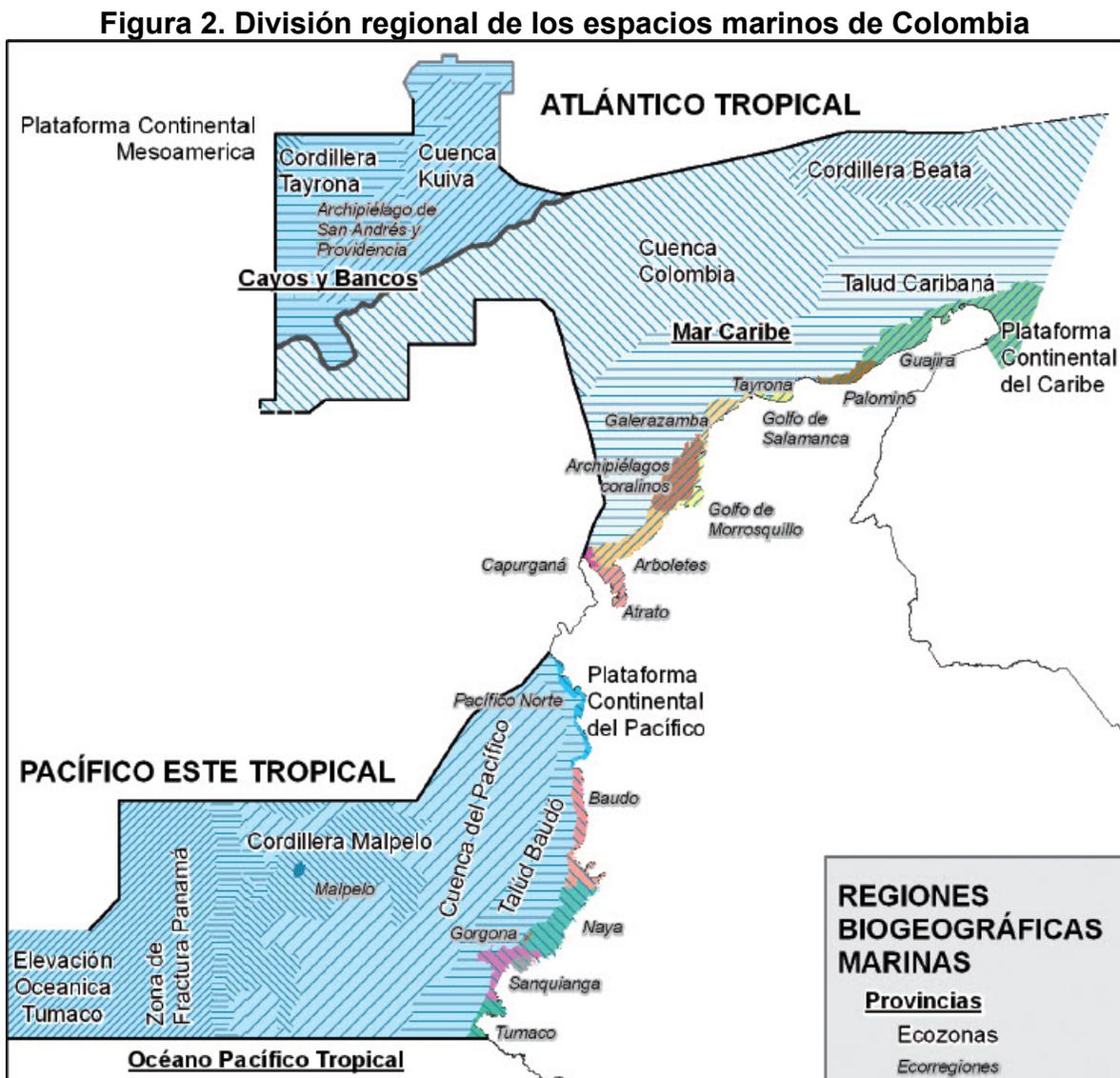
El nivel más generalizado de organización del ambiente marino es la región biogeográfica, definida en términos de grandes regiones costeras, bentónicas o de aguas oceánicas con una fauna característica a niveles taxonómicos superiores, resultado de su historia evolutiva común.

Las regiones biogeográficas presentan altos niveles de endemismo, no sólo en cuanto a especies, sino también con relación a taxa superiores como género y familia. Los factores que moldean el desarrollo de estas biotas únicas incluyen, entre otros, la temperatura del agua y el aislamiento histórico a gran escala de la región (Spalding et al., 2006).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Tomado de: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Según el Documento Ecosistemas continentales, costeros y marinos, en Colombia, se siguieron los lineamientos de la Regionalización biogeográfica marina y costera global como soporte para la implementación de los programas de la Convención de Diversidad Biológica, dando como resultado dos regiones biogeográficas: Atlántico Tropical y Pacífico Oriental Tropical, como se muestra en la **Figura 2**.



Fuente: Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos. 2007.

### **6.2.2. Vulnerabilidad por Ascenso del Nivel del Mar de las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina<sup>4</sup>**

Según diferentes escenarios establecidos por el IPCC (2001), se prevé que el nivel del mar global subirá entre 0,09 y 0,88 m entre 1990 y 2100 debiéndose principalmente a la expansión térmica y la pérdida de masa de los glaciares y de los casquetes polares.

Sin embargo, el cambio en el nivel del mar no es uniforme espacialmente ya que la tasa de incremento en algunas regiones puede ser incluso mayor al promedio mundial, mientras que en otras puede haber una disminución (IPCC, 2007).

La vegetación presente en el borde costero del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina además de ser de alta importancia ecológica, tiene una connotación económica significativa; la presencia de bosques de manglar como mitigadores de inundaciones y erosión, sus playas, recurso vital para el turismo, la biodiversidad que alberga y su importancia para la anidación de tortugas y lugar de descanso de aves migratorias y residentes, la convierten en un elemento clave para la sostenibilidad ambiental.

Los sitios identificados con problemas de erosión costera generados por el aumento del nivel del mar para las islas son cuantiosos, la afectación para el sistema se ve reflejada en áreas que son de importancia económica y ecológica para el archipiélago, en especial para las playas con alrededor de 3 kilómetros lineales identificados con erosión muy alta y una ganancia por sedimentación de alrededor de 263 metros

---

<sup>4</sup> Tomado de: INVEMAR, 2014. Evaluación de la vulnerabilidad por ascenso en el nivel del mar (ANM) y propuesta de lineamientos de adaptación en las islas de San Andrés Providencia y Santa Catalina. Código: SAI-VA-003. Informe técnico final. Convenio Interadministrativo de asociación

aproximadamente, para la isla de San Andrés y en Providencia y Santa Catalina con 1,5 kilómetros con erosión muy alta y una ganancia de menos de 200 metros; para los litorales seguidos de los litorales rocosos dónde su afectación lineal se ve reflejada en casi 3 km de erosión baja y con una ganancia por sedimentación de alrededor de 200 metros.

De acuerdo con los resultados, los ecosistemas más impactados en el área de estudio por el aumento del nivel del mar, es el bosque de manglar. Debido a la presión ejercida por los procesos antrópicos que se han desarrollado en el archipiélago, estos ecosistemas han sufrido perturbaciones que han puesto en desequilibrio las dinámicas propias de los mismos y que sumado a los efectos del cambio climático, entre ellos el aumento del nivel del mar, podría resultar catastrófico para su sostenibilidad ambiental.

### **6.2.3. Vulnerabilidad Biótica frente al Cambio Climático<sup>5</sup>**

El panorama de la base natural del Archipiélago es incierto, pues sumado a las problemáticas e impactos que directamente ocasiona el hombre como el crecimiento desordenado de las áreas urbanas, contaminación, rellenos en áreas de manglar, invasión de playas, entre otras, se le suman los efectos del cambio climático.

Casi un 90% de los ecosistemas presentes con posible influencia del aumento del nivel del mar, están en áreas críticas dónde los efectos de esta amenaza son mayores, tal es

---

<sup>5</sup> INVEMAR- MADS. 2014. Plan de adaptación al cambio climático para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Informe técnico final. Convenio MADS - INVEMAR 277/2014. Ed. Milena Hernández-Ortiz – Carolina García Valencia. Santa Marta. 148 p.

el caso de los ecosistemas de manglar que al estar de frente al mar, son unos de los primeros afectados.

Al estar muchas veces rodeados de estructuras de concreto (vías, casas, edificios, hoteles, etc.) estos ecosistemas no serán capaces de adaptarse y con el tiempo se irán perdiendo estas coberturas, panorama parecido ocurre con los ecosistemas de playa, que según los monitoreos que se ha realizado para las islas están perdiendo gradualmente kilómetros por año. Al disminuir el área de estos ecosistemas, se van perdiendo los servicios ecosistémicos que prestan que incluyen las funciones de protección, sustento y refugio.

#### **6.2.4. Líneas Estratégicas Existentes**

**Línea estratégica 1:** Ecosistemas para la adaptación. Con esta línea estratégica se busca la conservación de los ecosistemas presentes en las islas, donde se encuentran los manglares, playas, litoral rocoso y humedales que actualmente presentan diferentes grados de amenaza.

**Línea estratégica 2:** Infraestructura para la adaptación del Archipiélago. En el Archipiélago, las actividades productivas con mayor importancia son la turística, hotelera y comercial. Estas actividades se desarrollan en sitios de alta vulnerabilidad, y algunas de ellas han generado impactos sobre los ecosistemas. Teniendo en cuenta esto, esta línea busca el mejoramiento y construcción de infraestructura, e implementación de medidas de adaptación climática en las zonas urbanas que

reduzcan la vulnerabilidad y así se tengan las condiciones óptimas para hacer frente a las consecuencias del cambio climático en las islas.

**Línea estratégica 3:** Planificación con enfoque de adaptación. En el caso de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se observa una débil incorporación del tema de cambio climático en los procesos de planificación y ordenamiento territorial, lo que ha generado un crecimiento desordenado de las áreas urbanas, en algunos sitios, hacia zonas de alto riesgo. Es por esto que esta línea pretende dar principios y directrices para la planificación y el ordenamiento territorial incorporando los aspectos relativos al riesgo.

**Línea estratégica 4:** Empoderamiento y desarrollo local adaptativo. Esta línea estratégica tiene como fin la participación de los actores sociales: privados, públicos, económicos, sociales, organizaciones civiles, empresas y actores clave del territorio en los procesos adaptativos, participación en la toma de decisiones y en las acciones implementadas. La línea promueve que la sociedad fortalezca sus potencialidades para mitigar los efectos del cambio climático, lo que permitirá consolidar la capacidad de adaptación del sistema social y económico, lo que lleva a transformaciones adaptativas en los sistemas de producción, en la consolidación de la cultura adaptativa desde el individuo hasta las organizaciones.

## **7. Metodología Aplicada**

### **7.1. Definición del Área de Estudio.**

El área de estudio comprende las islas, cayos e islotes que hacen parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

### **7.2. Descripción de las Características del Área.**

Para la descripción de las características del área, se realizó revisión bibliográfica de documentos de ordenamiento territorial, informes de investigaciones realizadas por entes gubernamentales, reportes periodísticos publicados en medios digital y trabajo de campo, donde se realizó visita a los cayos cercanos a la isla de San Andrés, áreas de manglar, arrecifes de coral, humedales y todo el borde de playa de San Andrés.

#### **7.2.1 Identificación de Amenazas.**

Se realizó la revisión del Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde se encontraron que los eventos más frecuentes son:

- Incendios de Origen Tecnológico o Químico 32%
- Inundación 19%
- Otros Eventos Hidrometeorológicos 19%
- Otros (accidentes, colapsos, de tipo tecnológico o químico) 10%
- Vendavales 10%

- Huracanes 10%

Además, del PGRD, la revisión del análisis de estas amenazas, se identificaron como potenciales, las derivadas del componente climático, es decir, ciclones tropicales, inundaciones, fenómeno del niño y de la niña, erosión del borde costero, ascenso del nivel del mar, disminución de los recursos marino costeros y tormentas eléctricas.

### **7.2.2 Valoración del riesgo.**

Tomando las amenazas de origen natural relacionadas con el clima y priorizadas en el PGRD, y utilizando una matriz de valoración de riesgos que tiene en cuenta impactos y probabilidades se calificaron escenarios de riesgo que se pueden presentar en los ecosistemas marinos costeros del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

### **7.2.3 Desarrollo de elementos para una futura propuesta de adaptación al cambio climático.**

Tomando los escenarios de riesgos en los cuales la valoración dio como resultado muy alto, alto y medio, se buscaron buenas prácticas o lecciones aprendidas, para proponer finalmente elementos que aporten a una futura propuesta de adaptación y manejo de vulnerabilidad ecosistémica en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y contrarrestar, mitigar y alertar las zonas costeras de los efectos del aumento en el nivel del mar, inundaciones y erosión costera.

## 8. Resultados y Discusión

El trabajo de campo se realizó con personal de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde se llevaron a cabo visitas a el Parque Regional Johnny Cay, Parque Regional “Old Point Regional Mangrove Park”, áreas marinas con presencia de corales, áreas marinas donde se están llevando a cabo procesos de recuperación de corales, áreas de pastos marinos altamente vulnerables por amenaza antrópica, zonas de la Isla de San Andrés, con presencia de acumulación de algas y por último la visita a la Laguna Big Pond.

Durante los recorridos realizados se llevaron a cabo entrevistas al personal de CORALINA, con el fin de llegar a identificar como el cambio climático ha afectado y viene afectando los ecosistemas marino costeros del archipiélago.

De estas entrevistas, se evidenció la relación que existe entre el cambio climático y el turismo no responsable, por ejemplo, al visitar zonas de la isla con acumulación de algas, se explicaba, que anteriormente este fenómeno se generaba normalmente por efecto de las corrientes marinas, donde estas mismas traían las algas hacia la isla y luego las alejaban de la isla o depredadores naturales las tomaban como alimento, pero con el paso del tiempo, las corrientes han aumentado la cantidad de algas hacia la isla sin retornarlas hacia el mar y sumado a la contaminación del agua y a la caza de depredadores, estas algas se han vuelto un problema sanitario para la isla.

Con respecto a los manglares existentes en el Parque Old Point, se explicó que estos están en proceso de recuperación debido a afectación por la hidroeléctrica que funcionaba cerca a esta zona, además, se indicaba que los manglares a pesar de retener grandes cantidades de contaminantes, se han visto afectados por residentes que se han asentado en estas zonas.

En el Parque Jhonny Cay, CORALINA ha liderado desde 1997 un proceso interinstitucional e intersectorial participativo involucrando a todos los grupos de interés en la formulación del Plan de Manejo de Johnny Cay Regional Park (PMPNJCRP), el cual define las políticas generales que orientan a las autoridades gubernamentales (Gobierno Departamental, DIMAR y CORALINA) para la administración y uso sostenible del cayo<sup>6</sup>.

En el caso de los corales, tras la declaratoria del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como Reserva de Biosfera en el año 2000, CORALINA, adquirió ciertos compromisos y retos que conllevaron a la creación del Área Marina Protegida Seaflower, mediante Resolución 107 del 27 de enero de 2005, emanada del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.<sup>11</sup> A raíz de esta declaratoria, se han llevado a cabo proyectos de conservación de especies, de delimitación de zonas, de organización del turismo subacuático y de control y seguimiento diario por parte de funcionarios de CORALINA.

---

<sup>6</sup> Recuperado de: <http://www.coralina.gov.co/coralina/ordenacionterritorial/areas/parquesregionales.html>

Con base en el trabajo de campo y las entrevistas realizadas, se llevó a cabo una valoración del riesgo utilizando matriz de calificación cuyos impactos estaban dados al medio ambiente, las pérdidas económicas, contexto y calidad de vida, dependiendo de las probabilidades de ocurrencia de cada escenario de riesgo.

Los escenarios con afectación a ecosistemas marinos evaluados fueron los siguientes:

- Aumento de 5 mm del nivel del mar.
- Paso de Huracanes Categoría 5 sobre el archipiélago.
- Erosión costera
- Salinización del agua potable.
- Acidificación del mar.
- Desplazamiento de especies marinas.
- Sobreexplotación del turismo.

## **8.1 Ecosistemas Estratégicos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**

### **6.1.2.1 Arrecifes Coralinos.**

Los arrecifes coralinos constituyen un ecosistema complejo, que se desarrolla en aguas cálidas marinas, de poca profundidad, claras e iluminadas y fundamenta su crecimiento en el desarrollo de corales pétreos (celenterados sésiles de los órdenes Scleractinia y Milleporina, capaces de producir esqueletos de carbonato de calcio). Son uno de los

ecosistemas biológicamente más productivos del mundo, a pesar de crecer en aguas pobres en nutrientes.

Los arrecifes coralinos son construcciones de carbonato de calcio resistentes al oleaje producto del lento crecimiento de cientos de especies diferentes, en especial los corales escleractínios. Por la complejidad de los arrecifes en cuanto a su topografía sirve de refugio y sustrato a un gran número de especies; por lo que por su complejidad, biodiversidad y productividad han sido comparados con los bosques húmedos tropicales (Connell, 1978).

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina tiene una de las zonas arrecifales más grandes en extensión de Colombia, donde se pueden encontrar más de cincuenta (50) especies de corales escleractíneos, 40 de octocorales y 100 de esponjas (Díaz et al., 2000).

Los arrecifes de San Andrés se pueden dividir en 4 grandes complejos arrecifales que son: terraza prearrecifal de barlovento, arrecife de barrera, terraza lagunar, laguna y formaciones coralinas del costado occidental de la isla (Díaz et al., 1996). El área del complejo arrecifal de San Andrés es de 97.5 km<sup>2</sup> y el área de cobertura coralina viva relevante es de 44.7 km<sup>2</sup>.

Las unidades ecológicas mejor representadas son costras de coral sobre roca con 9.6 km<sup>2</sup> característico de zonas someras expuestas al oleaje, *Acropora palmata-Diploria*

*strigosa* sp con 0.5 km<sup>2</sup>, ambientes de oleaje moderado, la cresta de las formaciones al interior de la laguna, Octocorales-Corales mixtos con 13.4 km<sup>2</sup> característica de la parte profunda de la terraza prearrecifal, Corales mixtos con 13.7 km<sup>2</sup> predominan los corales pétreos de crecimiento masivo como *Montastraea* spp. *Diploria* spp. *Siderastrea siderea*, y ramificados como *Porites*, *Acropora cervicornis* y *foliars Agaricia* spp., – Corales mixtos con 6 km<sup>2</sup> está compuesta por varias especies del género *Agaricia* y especies masivas como *Montastrea franksi*, *M. cavernosa* es típica de vertientes muy inclinadas que incluyen los taludes externos (Díaz, et al, 2000).<sup>7</sup>

En la **Fotografía 1** se presenta arrecife coralino cerca a la Isla de San Andres.

**Fotografía 1. Arrecife Coralino**



Fuente: Trabajo de Campo, 2018.

---

<sup>7</sup> Recuperado de: <https://sanandresislas.es.tl/Arrecifes-coralinos.htm>

### 6.1.2.2 Manglares

Los manglares se encuentran en las zonas intermareales tropicales y subtropicales del mundo, están conformados por plantas halófitas facultativas (Ball y Farquhar, 1984), con adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten habitar en ambientes extremos con sustratos inestables con alto contenido de materia orgánica, bajas concentraciones de oxígeno, altas temperaturas y amplias fluctuaciones de salinidad y mareas (Tomlinson, 1986; Hutchings y Saenger, 1987).

Desempeñan un papel importante a nivel ecológico, por ser sistemas abiertos altamente productivos, sumideros de carbono, biofiltros, estabilizar sustratos y proteger la costa contra la erosión (dinámica costera y vientos fuertes); además son áreas de refugio, alimentación y anidación para diversas especies, son fuente de recursos maderables y no maderables e inspiran las prácticas y costumbres de las comunidades que habitan o dependen de estos bosques (Lugo et al., 1973; Cintrón y Schaeffer, 1983; Prah et al., 1990; Sánchez-Páez et al., 1997a,b; Álvarez León, 2000; Sánchez-Páez et al., 2000).<sup>8</sup>

En el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, los manglares de la Reserva de Biosfera Seaflower se pueden observar en las islas mayores de San Andrés, Providencia y Santa Catalina cubriendo una extensión aproximada de 208

---

<sup>8</sup> 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.

hectáreas. Hacen parte de un mosaico de ecosistemas marinos-costeros estratégicamente interrelacionados, que nos brindan una variedad de bienes y servicios ambientales entre los que se resalta la diversidad biológica, la protección del margen costero frente a eventos climáticos (Tormentas, huracanes) y la consolidación de un paisaje con alto atractivo para el turismo ambiental.<sup>9</sup>

En la **Fotografía 2** se presenta una zona del Manglar Old Point, en la Isla de San Andrés.

**Fotografía 2. Manglar en Parque Natural Regional Old Point**



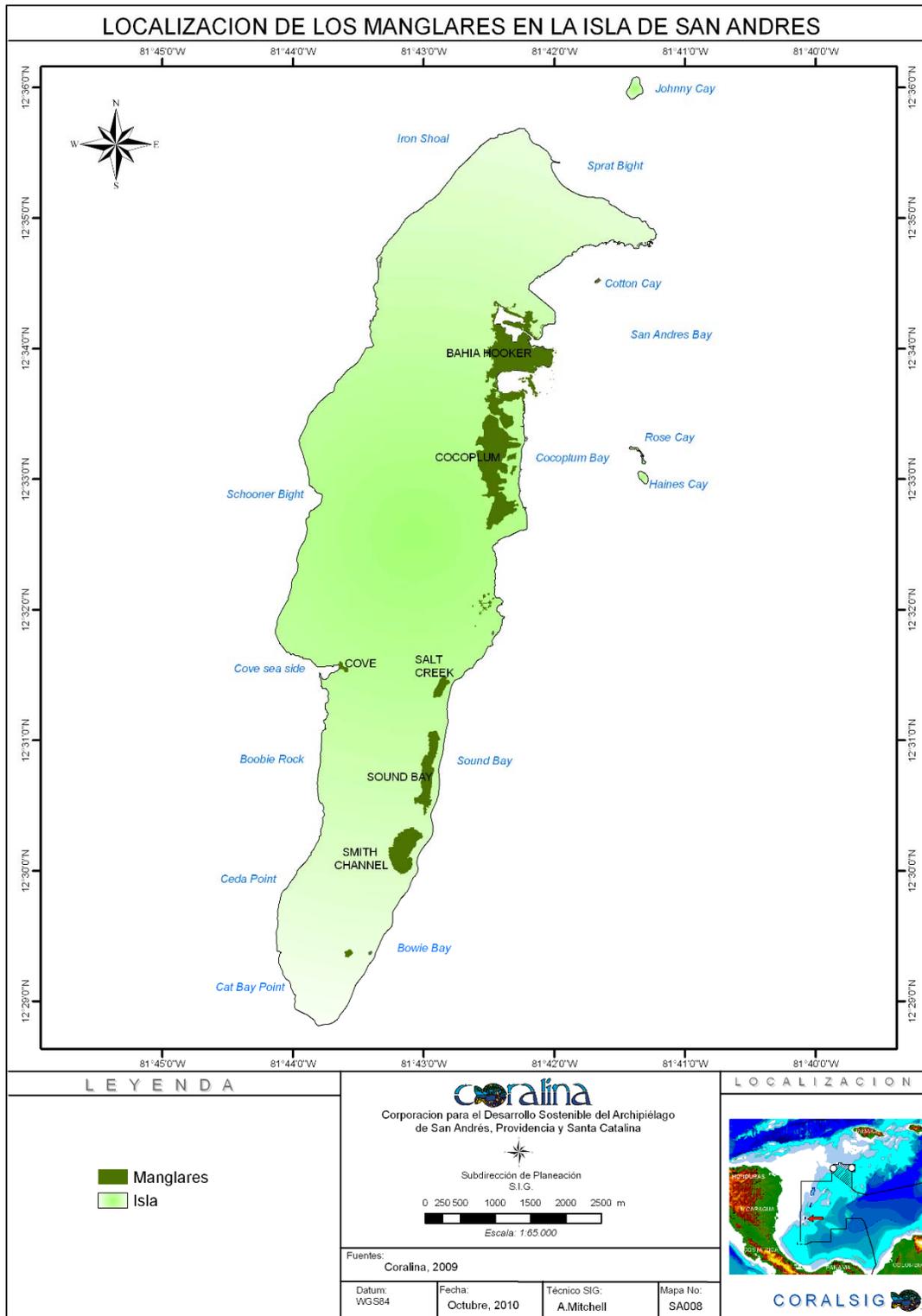
Fuente: Trabajo de Campo, 2018.

En la **Figura 3** y en la **Figura 4** se presenta la localización de los manglares en la Isla de San Andrés y Providencia y Santa Catalina, respectivamente.

---

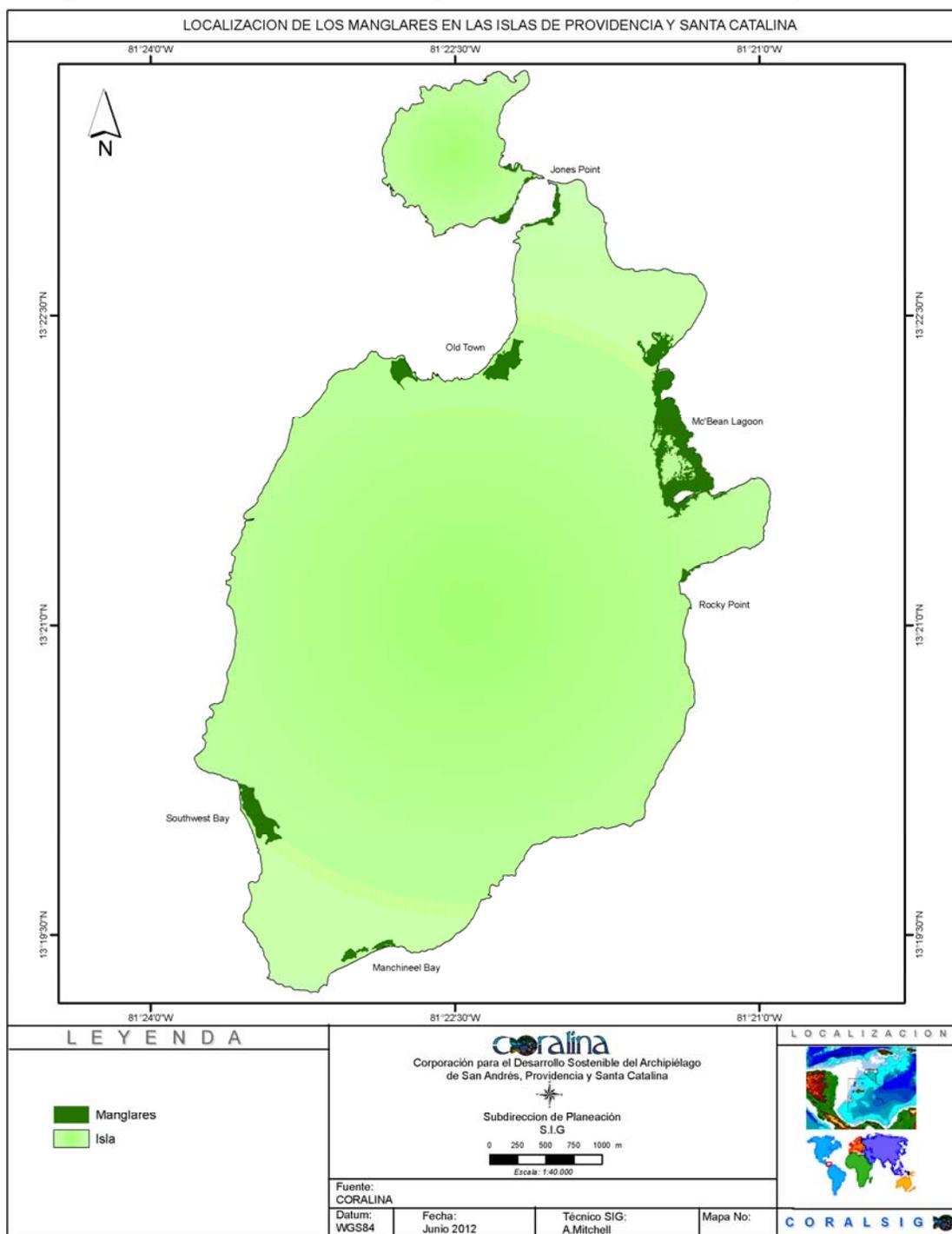
<sup>9</sup> Recuperado de: <http://www.coralina.gov.co/coralina/categoria-noticia/1354-celebracion-del-dia-del-manglar-en-san-andres.html>

**Figura 3. Localización de Manglares Isla de San Andrés**



Fuente: CORALINA, 2018.

**Figura 4. Localización de Manglares Islas de Providencia y Santa Catalina**



Fuente: CORALINA, 2018.

### 6.1.2.3 Pastos Marinos

Las praderas de pastos marinos son un conjunto de plantas vasculares que desarrollan todo su ciclo biológico en ambientes acuáticos a una profundidad máxima de 60 m (Short et al., 2007).

Aunque forman un grupo taxonómico de amplia distribución, presentan baja diversidad genética representada en 60 especies, de las cuales 10 están en riesgo de extinción y tres en peligro crítico (Short et al., 2011). Para el Caribe se han reportado nueve especies, de las cuales seis pueden encontrarse en Colombia (Gómez-López et al., 2005).

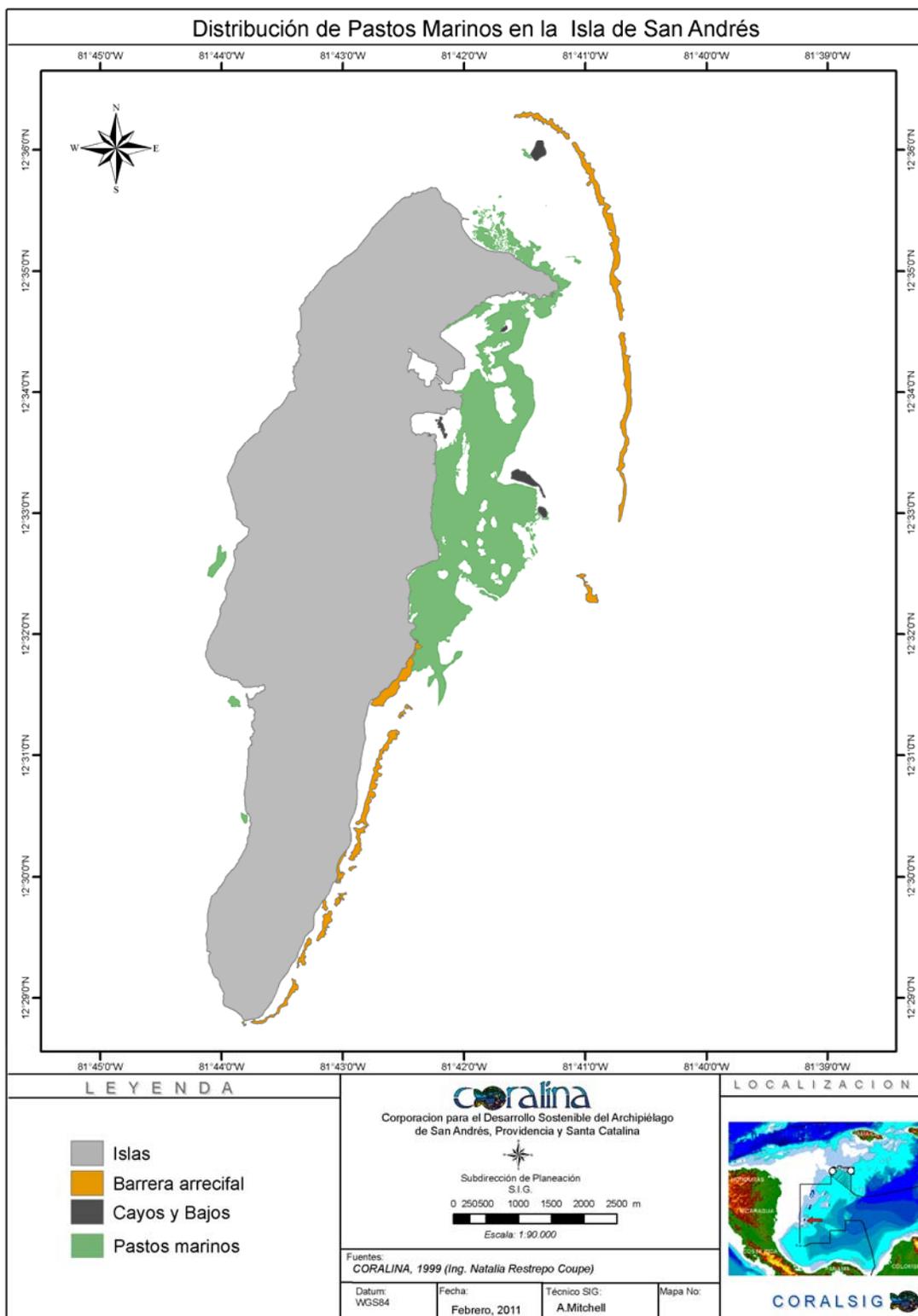
De las especies de pastos, cada una presenta características propias que les permiten encontrarse en diversas zonas y adaptarse a diferentes condiciones, por este motivo se consideran indicadores de las alteraciones ambientales de las zonas costeras (Phillips y Durako, 2000; Díaz et al., 2003; Orth et al., 2006).<sup>10</sup>

En la **Figura 5** y en la **Figura 6** se presenta la localización de los manglares en la Isla de San Andrés y Providencia y Santa Catalina, respectivamente.

---

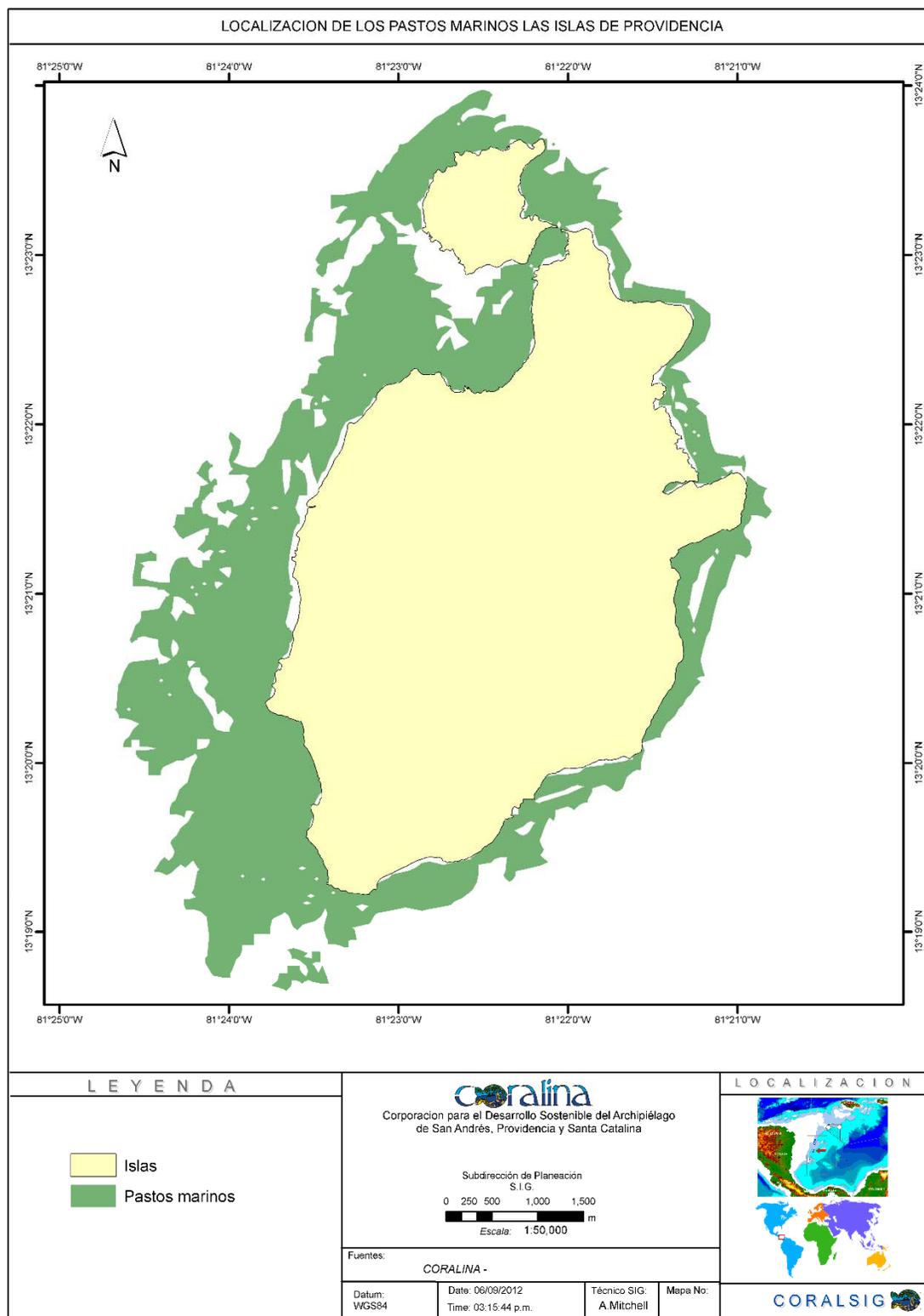
<sup>10</sup> Gómez-Cubillos, C., L. Licero, L. Perdomo, A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros- Contreras, D. Gómez-López, A. Melo, L. Chasqui, M. A. Ocampo, D. Alonso, J. García, C. Peña, M. Bastidas y C. Ricaurte. 2015. Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia”. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 79, Santa Marta. 69 p.

**Figura 5. Localización de Pastos Marinos en la Isla de San Andrés**



Fuente: CORALINA, 2018.

**Figura 6. Localización de Pastos Marinos Islas de Providencia y Santa Catalina**



Fuente: CORALINA, 2018.

#### **6.1.2.4 Playas**

Las playas de arena se generan en costas abiertas asociadas a bahías, estuarios, golfos, islas y desembocaduras de ríos. Están sometidas a la acción de variables marinas (marea, oleaje, ondas infra-gravitatorias) y atmosféricas (vientos y presión) en diferentes escalas, por lo que son ambientes altamente dinámicos y poseen una gran capacidad para mantenerse y regenerarse con el tiempo (Carranza-Edwards y Nolasco-Montero, 1988).

Los servicios que ofrecen las playas son control de la erosión costera, captura y purificación de agua, mantenimiento de la vida silvestre, fuente de materiales para la construcción, turismo, recreación, educación, investigación, entre otros (Carter, 1990); servicios que han sido afectados por los fuertes cambios en los regímenes de transporte litoral, resultado de la construcción desmedida de estructuras de protección costera (Correa y Alcántara, 2005).

Ecológica y geográficamente las playas se diferencian en rocosas y arenosas, estas últimas formadas por depósitos de sedimentos no consolidados, transportados y moldeados mediante la acción de los vientos, las olas y las mareas.

En San Andrés encontramos las playas arenosas ubicadas al norte y al oriente, la rocosa en el costado occidental y las de canto rodado en la zona sur oriental. Dentro de las más importantes turísticamente podemos citar las playas de Sprat Bay, Sound Bay,

Rocky Cay y en los islotes de Johnny Cay y Haines Cay. Estos islotes son uno de los sitios turísticos de mayor importancia en el Archipiélago: en el año tiene una afluencia aproximada de 200.000 personas/año. Lo que incide en una presión sobre los ecosistemas allí existentes.<sup>11</sup>

**Fotografía 3. Playa del Cayo Jhony Cay**



Fuente: Trabajo de Campo, 2018.

---

<sup>11</sup> Recuperado de: <https://sanandresislas.es.tl/Arrecifes-coralinos.htm>

## **8.2 Amenazas más relevantes de tipo natural como consecuencia del Cambio Climático en la isla de San Andrés**

### **8.2.1 Inundación**

En cuanto a las inundaciones en el Departamento Archipiélago, estas están estrechamente relacionadas con los fenómenos hidrometeorológicos, tales como frentes fríos, lluvias intensas, tormentas y huracanes los cuales vienen acompañados de fuertes vientos generando mares de leva y causando daños materiales, dificultades para la pesca, efectos para el turismo y erosión costera entre otros.

Según CORALINA e INVEMAR, dichos efectos son más dañinos en los mares pocos profundos o zonas costeras rodeadas por aguas someras generando inundaciones, como es el caso de las aguas en el archipiélago. En cuanto a los vientos, su fricción contra la superficie marina produce un desplazamiento de las aguas oceánicas, cuya variación del nivel del mar es denominada como onda de tormenta "storm surge", que conjugada con el efecto de las mareas pueden generar inundaciones en las zonas costeras

Por otra parte estudios realizados por el grupo de investigación Oceánicos de la Universidad Nacional, muestran evidencias claras de ascenso del nivel del mar y duraciones más prolongadas de este tipo de sucesos, los cuales han incrementado su frecuencia e intensidad, que pasaron de durar un día y ahora de una semana en promedio y los cuales son causados por el cambio climático.

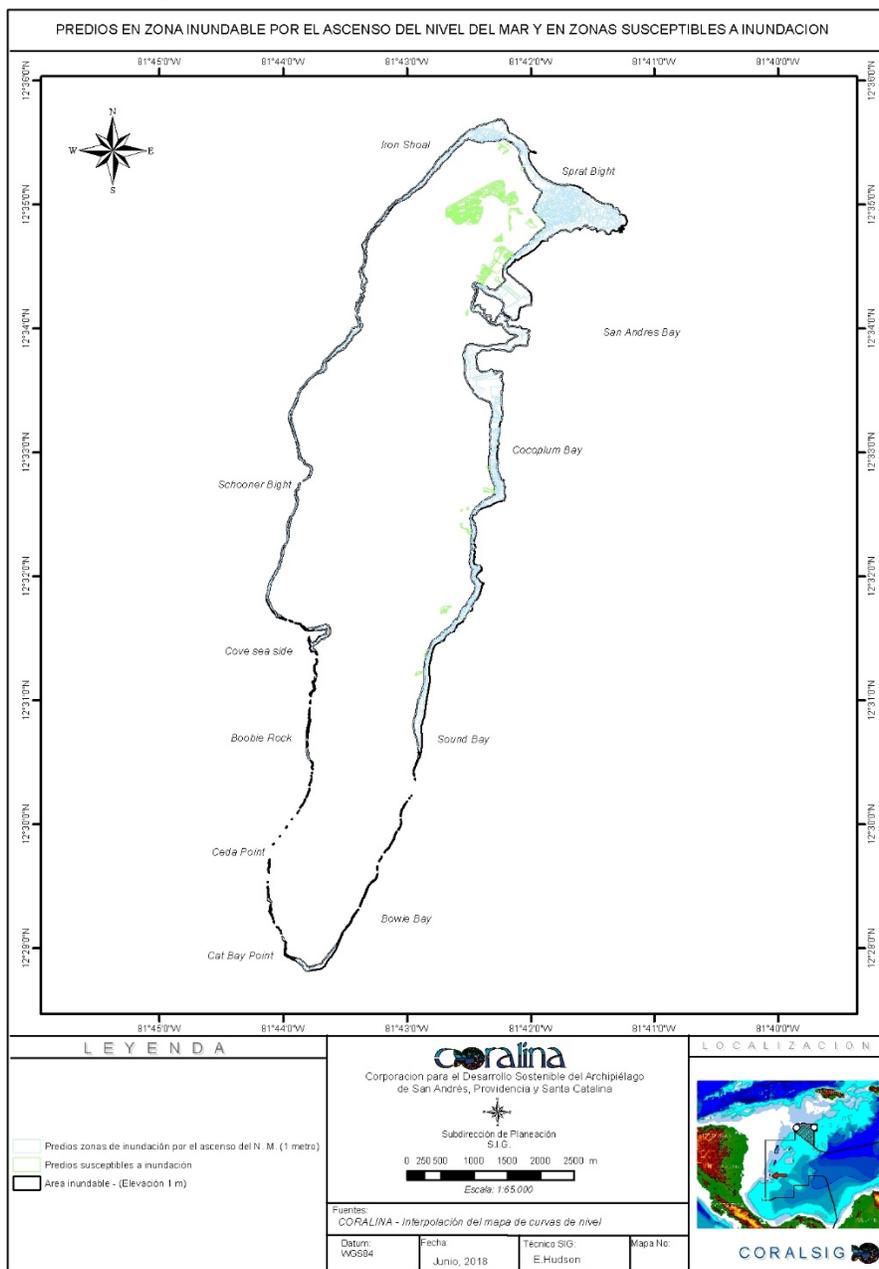
Adicionalmente análisis de marea realizados por CORALINA y Universidad Nacional (2010), han arrojado información de relevancia para este periodo que contribuye a los fenómenos de inundación presentados, tales como que durante los años El Niño se presentan, en general, mareas mucho más fuertes, con diferencias notables en los meses de diciembre y enero, y abril y mayo.

La Corporación Ambiental, CORALINA, en cumplimiento de lo dispuesto formuló el Plan de Acción para la Atención de la Emergencia y la Mitigación de sus Efectos en la Reserva de Biosfera Seaflower –PAAME 2011, a través del cual se levantó y documentó la línea base de las inundaciones ocurridas en las islas, exponiendo la alta vulnerabilidad de algunas áreas principalmente por su conformación topográfica, deficiencia en servicios públicos y su cercanía al mar, por lo tanto y con el fin de dimensionar las áreas afectadas la Corporación generó la cartografía de las áreas inundables, en la cual se evidencia las zonas más críticas donde se presentan inundaciones de manera recurrente.

Basándose en estudios realizados por CORALINA e INVEMAR, se concluye que se producirá un aumento total de la cota de inundación en todo el litoral inducido principalmente por el aumento del nivel medio del mar. Sectores como la costa oriental y occidental de la isla de San Andrés, costa nor-occidental y nor oriental de la isla de Providencia y costa sur oriental de la isla de Santa Catalina, presentarán un aumento mayor que en el resto del litoral debido a la reducida pendiente de las zonas litorales adyacentes a las playas.

En la **Figura 7** se presentan las zonas susceptibles a inundación de la Isla de San Andrés.

**Figura 7. Zonas Susceptibles a Inundación**



Fuente: CORALINA, 2018.

### **8.2.2 Erosión costera**

La mayoría de la información que se tiene sobre erosión costera para el archipiélago, obedece a la recopilación en campo de borde costero en el año 2013 y revisión de cartografía realizada por el INVEMAR y CORALINA en el 2007 y 2011 de las zonas erosionadas para las islas.

Los procesos erosivos varían de acuerdo al periodo climático, presentándose mayor alteración durante los meses de diciembre y enero con el paso de los fuertes vientos.

Los impactos causados por la erosión, especialmente en la isla de San Andrés, causan gran afectación a los sistemas naturales como las playas y marismas, alterando las unidades paisajísticas, el equilibrio ecosistémico, las actividades turísticas, asentamientos humanos, infraestructura urbana y rural, acompañado de grandes pérdidas económicas.

De acuerdo al Plan de Adaptación al cambio Climático del Departamento Archipiélago, se podrían esperar afectaciones de la malla vial cercana a la costa principalmente en la vía circunvalar de la isla de San Andrés, generando desplazamiento urbanístico debido a que su diseño actual no tiene en cuenta su cercanía al mar, lo que implicaría su gradual deterioro y la necesidad de mayores inversiones en su mantenimiento.

Según las estimaciones, la erosión costera en el escenario futuro para la isla de San Andrés podría incrementar en un 21%, lo cual implicaría mayor afectaciones en la

infraestructura pública y privada del borde costero. Respecto a las islas de Providencia y Santa Catalina, podría incrementar en un 152%.

De acuerdo a informe de CORALINA (2010), desde el último trimestre del año 2008 y 2009 y primer trimestre de 2010 se ha venido evidenciando procesos erosivos de la línea de costa que han afectado obras estructurales como muros de protección y vías. Las causas de la erosión están determinadas fundamentalmente por factores naturales, la orientación de la costa con respecto al oleaje y por las características de éste. En cuanto a la parte antrópica, la causa de la erosión se debe principalmente a la pérdida de vegetación y la alteración de la línea de costa por construcciones.

### **8.2.3 Ascenso del nivel del mar**

Según estudios realizado por CORALINA e INVEMAR, con el ascenso del nivel del mar en un metro se podría causar una inundación estimada, mayor del 10% de la isla de San Andrés, representado en áreas como cordones litorales, rellenos artificiales y algunas terrazas coralinas bajas cubiertas por mangle. Por lo tanto se pueden ver afectadas zonas urbanas de uso residencial y comercial, así como el puerto de la isla. En las islas de Providencia y Santa Catalina, el área expuesta a la inundación representa 3,8% del área de las islas, donde se incluyen sectores actualmente ocupados por zonas residenciales, comerciales y públicas, entre las cuales se encuentra el puerto de Providencia.

Sin embargo, de acuerdo a las proyecciones y resultado del estudio de evaluación de la vulnerabilidad por ascenso en el nivel del mar para el Archipiélago (2013), se pudo identificar las zonas con afectación actual y futura, lo que facilita el desarrollo de proyectos para disminuir en gran medida la vulnerabilidad.

En las islas se ha tenido gran avance en el tema de elevación en el nivel del mar y el documento estudio "*Evaluación de la Vulnerabilidad por Ascenso en el Nivel del Mar (ANM) y Propuestas de Lineamientos de Adaptación en la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*", se convierte en un instrumento clave para la toma de decisiones en el Departamento. Es tanto así, que este documento fue esencial para la formulación y elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Archipiélago.

En la **Figura 8** se presentan las zonas susceptibles a inundación por ascenso del nivel del mar.

**Figura 8. Zonas Susceptibles a Inundación por Ascenso del Nivel del Mar**



Fuente: CORALINA, 2018.

### **8.3 Valoración en términos de pérdidas y daños sobre los elementos vulnerables en ecosistemas marino-costeros**

Teniendo en cuenta las amenazas identificadas en el numeral anterior, se evalúan escenarios de riesgo con énfasis en los efectos nocivos al medio ambiente y a al archipiélago que la materialización de los escenarios de riesgos sobre los ecosistemas marinos y costeros del archipiélago, pueda llegar a generar.

Los escenarios con afectación a ecosistemas marinos evaluados fueron los siguientes:

- Aumento de 5 mm del nivel del mar con afectación a las zonas de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral.
- Paso de Huracanes Categoría 5 sobre el archipiélago con afectación a arrecifes coralinos.
- Erosión costera con afectación a las playas del archipiélago y a los arrecifes de coral.
- Acidificación del mar que afecta los pastos marinos y a los arrecifes de coral.
- Desplazamiento de especies marinas por efecto del cambio climático.
- Sobreexplotación del turismo que en combinación con los efectos del cambio climático afectan a los ecosistemas marinos y costeros.

La valoración cualitativa de daños y pérdidas busca relacionar las consecuencias de una amenaza con la probabilidad de que este llegue a ocurrir. Las consecuencias se valoran en las categorías, daño a al medio ambiente, perdidas económicas, pérdida de

biodiversidad y repercusión al archipiélago, y para evaluar la probabilidad se utiliza una escala de “A” a “E”, basándose en evidencia histórica en que las consecuencias identificadas se han materializado tanto en el archipiélago como en ecosistemas similares.

Por último, se determina la magnitud del riesgo en la matriz RAM a partir de la intersección de la probabilidad determinada con la consecuencia resultante. Para su interpretación las letras corresponden a: N = Ninguno; L= Bajo; M = Medio; H = Alto y VH = Muy Alto, como se presenta en la **Figura 9**.

**Figura 9. Matriz de Valoración de Escenarios de Riesgo**

Tipo de Impacto				Probabilidad					
Impacto				Nivel de Impacto	A: Raro	B: Improbable	C: Posible	D: Probable	E: Con Certeza
AMBIENTE	PERDIDAS ECONOMICAS	PERDIDA DE BIODIVERSIDAD	CONTEXTO						
Daño Irreparable	Catastrófico >1M USD	Especies en peligro de extinción	Contexto internacional	5	M	M	A	A	MA
Afectación severa (> 12 meses de recuperación)	Grave 250K - 1M USD	Especies Endemicas	Contexto Nacional	4	L	M	M	A	A
Afectación importante (6 - 12 meses de recuperación)	Severo 100K - 250K USD	Especies Migratorias	Contexto regional	3	N	L	M	M	A
Afectación menor (1 - 6 meses de recuperación)	Importante 5K - 100K USD	Especies Nativas	Contexto local	2	N	N	L	L	M
Daño leve (< 1 mes de recuperación)	Marginal <5K USD	Especies Introducidas	Contexto interno	1	N	N	N	L	L
Ninguna afectación	Ninguna	Ninguna	Ningún impacto	0	N	N	N	N	N

Fuente: Autores, 2018, basado en Risk Assessment Matrix.

Los resultados de la valoración de daños y pérdidas se presentan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2. Valoración de Escenarios de Riesgo**

TIPO DE EVENTO	AUMENTO DE 5 MM DEL NIVEL DEL MAR								
CALIFICACIÓN RAM	Ambiente		Perdidas Económicas		Pérdida de Biodiversidad		Contexto		FINAL
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	4D	A	2D	L	2D	L	2D	L	H
Playas	0D	N	2D	L	2D	L	2D	L	L
Arrecifes Coralinos	4D	A	2D	L	4D	A	2D	L	H
Manglares	4D	A	1D	L	4D	A	2D	L	H
<p>Con base en la valoración realizada el aumento del nivel del mar puede generar afectación a las áreas de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral causando pérdidas de biodiversidad que generarían afectaciones severas al medio ambiente y por tanto requieren de medidas de priorización para reducir el riesgo.</p>									
TIPO DE EVENTO	Paso de Huracanes Categoría 5 sobre el archipiélago								
CALIFICACIÓN RAM	A		E		B		C		FINAL
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	0D	N	1D	L	1D	L	2D	L	L
Playas	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Arrecifes Coralinos	3D	M	2D	2D	2D	2D	2D	L	M
Manglares	2D	L	2D	2D	2D	2D	2D	L	L
<p>Con base en la valoración realizada el paso de huracanes de categoría 5 presenta mayores afectaciones a los ecosistemas costeros como es el caso de las playas, las cuales tendrían tiempos de recuperación mayores a 12 meses.</p>									

TIPO DE EVENTO	Erosión costera								
CALIFICACIÓN RAM	A		E		B		C		FINAL
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	3D	M	2D	2D	2D	2D	2D	L	M
Playas	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Arrecifes Coralinos	2D	L	2D	2D	2D	2D	2D	L	L
Manglares	2D	L	2D	2D	2D	2D	2D	L	L

La erosión costera presenta las alteraciones más graves en las playas seguido de los pastos marinos, teniendo en cuenta las cantidades de arena que se van perdiendo por la acción de la erosión y a su vez estás generando cambios en las condiciones de los pastos marinos que generan pérdida de la cobertura.

TIPO DE EVENTO	Acidificación del mar.								
CALIFICACIÓN RAM	P		E		A		C		
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Playas	0D	N	2D	L	2D	L	3D	M	M
Arrecifes Coralinos	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Manglares	0D	N	1D	L	1D	L	2D	L	L

Con base en la valoración realizada, la acidificación del mar generada por las altas cantidades de CO<sub>2</sub>, presenta afectaciones principalmente a los pastos marinos y a los arrecifes de coral cuyas recuperaciones supondrían tiempo mayores a 12 meses, además de la pérdida de biodiversidad que la pérdida de cobertura de pastos marinos y corales generaría.

TIPO DE EVENTO	Desplazamiento de especies marinas.								
CALIFICACIÓN RAM	P		E		A		C		
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Playas	0D	N	2D	L	2D	L	3D	M	M
Arrecifes Coralinos	4D	H	2D	L	2D	L	2D	L	H
Manglares	0D	N	1D	L	1D	L	2D	L	L

Las especies que habitan especialmente en las coberturas de pastos marinos y las que se encuentran asociadas a los corales, se ven afectadas gravemente por el cambio climático debido a las condiciones específicas que estas especies requieren para su sostenibilidad; por ejemplo en el caso de los corales, si estos entran en contacto con aguas más cálidas tienden a entrar en estrés térmico generando su debilitación y se vuelven más propensos a enfermedades y su muerte.

TIPO DE EVENTO	Sobreexplotación del turismo								
CALIFICACIÓN RAM	P		E		A		C		
LOCALIZACIÓN									
Pastos Marinos	5E	VH	2E	M	2E	M	2E	M	VH
Playas	4E	H	2E	M	2E	M	2E	M	H
Arrecifes Coralinos	4E	H	2E	M	2E	M	2E	M	H
Manglares	4E	H	2E	M	2E	M	2E	M	H

San Andrés recibe una considerable tasa de turistas a lo largo de todo el año, turistas que en la mayoría de las veces generan grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos que finalmente llegan al mar, contaminando las coberturas marinas y generando variabilidad en las condiciones de estas. Si se suma el hecho de las consecuencias del cambio climático, los ecosistemas de pastos marinos presentarían daños irreparables y reacción en cadena de los demás ecosistemas marinos y costeros con pérdidas de biodiversidad y económicas altas.

En contexto con el análisis realizado en esta propuesta, se puede concluir que la metodología empleada es aplicable fácilmente en el entorno insular costero para los diferentes escenarios planteados con el fin de realizar una aproximación mediante la valoración del riesgo en caso de probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos.

La metodología empleada puede considerarse adecuada para los fines del estudio, toda vez que contempla las principales afectaciones que pueden llegar a ocurrir por los efectos del cambio climático en la isla de San Andrés.

Se recomienda llevar a cabo este estudio en los principales ecosistemas estratégicos en las diferentes temporadas climáticas para evaluar si existen diferencias significativas a fin de proponer medidas de adaptación específicas en las temporadas climáticas a lo largo del año en la isla de San Andrés.

#### **8.4 Elementos para un Plan de acción que mitigue y disminuya los efectos del ascenso del nivel del mar, inundaciones y erosión costera**

A continuación se proponen una serie de elementos para la formulación y elaboración de un plan de acción que mitiguen y disminuyan los efectos del ascenso en el nivel del mar, inundaciones y erosión costera en el archipiélago:

- Trabajar de manera conjunta y coordinada será muy importante para la conservación de los ecosistemas. Una muy buena planificación y sostenibilidad financiera logrará mucho. Por lo tanto se propone una alianza interinstitucional,

de entidades tanto públicas como privadas que apoyo los proyectos en ejecución y por ejecutar por parte de la Corporación Ambiental, en cuanto a la conservación de ecosistemas estratégicos dentro del área marina protegida y la problemática de erosión costera entre otros.

- De acuerdo a los estudios realizados, cerca del 90% de los ecosistemas presentes en el Archipiélago presentarán alguna influencia del aumento del nivel del mar, se irán perdiendo coberturas y con ello los servicios ecosistémicos que prestan. Por lo tanto una campaña de reforestación con especies nativas en las zonas de la isla, ayudará en gran medida a mitigar la erosión.
- El área marina protegida presenta grandes desafíos y dificultades en cuanto a su manejo y protección se refiere, ya que son muchos los factores que ejercen cierta presión y los ecosistemas son muy sensibles frente a las amenazas climáticas. Mediante la implementación de un grupo de control y vigilancia que haga monitoreos constantes en este territorio marino, se podrá tener mayor inspección y por ende fortalecer su protección y manejo.
- Es importante que durante los procesos de ordenamiento territorial, se contemple y utilice información referente a los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas marinocosteros, para que se tomen las decisiones acertadas sobre la planificación del territorio. Se propone que para la actualización del POT, se realice la socialización de los estudios hechos por la Corporación.

## **9. Conclusiones y recomendaciones**

Después del desarrollo de esta monografía y la revisión de los estudios realizados en el Departamento en cuanto al tema, se recomienda incluir como determinantes ambientales todas aquellas áreas o zonas que están siendo afectadas por el ascenso del nivel del mar. Por otro lado Los tomadores de decisiones en torno al desarrollo territorial deben tener en cuenta e incorporar las consideraciones del cambio climático en los instrumentos de planificación.

El Departamento ya cuenta con de un Plan de Adaptación al Cambio Climático, pero es importante que sea socializado y que a partir de este se generen acciones que ataquen las problemáticas sobre los sistemas más vulnerables.

Se recomienda implementar una campaña masiva, enfocadas a la protección y conservación de playas, manglares y litorales del archipiélago en escuelas, colegios y medios de comunicación.

## Bibliografía

- Díaz, J.M., L. M. Barrios y D. I. Gómez-López (Eds). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 10, Santa Marta, 160 p.
- 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.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Recuperado de:  
[http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/EAMC\\_2004/05PastosMarinos.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/EAMC_2004/05PastosMarinos.pdf)

- Recuperado de: <https://www.sanandres.gov.co>
- Recuperado de: <https://sanandresislas.es.tl>