



**Diseño de una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera, como estrategia de adaptación al cambio climático**

Adriana del Pilar Méndez Acero

Trabajo de grado de maestría presentado para optar al título de Magíster en Sostenibilidad

Director

Guillermo León Penagos García Doctor (PhD) en Sostenibilidad

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Maestría en Sostenibilidad

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

### **Dedicatoria**

Para Germán e Inti, muchas gracias por todo su amor!!!

## Tabla de contenido

Resumen.....	9
Abstract .....	10
Introducción .....	11
1 Planteamiento del problema .....	12
2 Justificación .....	13
3 Objetivos.....	14
3.1 Objetivo general .....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4 Marco teórico.....	15
4.1 Marco conceptual.....	15
4.2 Estado del arte .....	17
5 Metodología .....	21
5.1 Fase I. Revisión sistemática de literatura .....	21
5.1.1. Búsqueda fuentes primarias .....	21
5.1.2. Evaluación fuentes primarias.....	21
5.1.3 Extracción de los datos relevantes .....	22
5.2 Fase II. Análisis Multicriterio .....	23
6 Resultados .....	24
6.1 Análisis situacional .....	24
6.2 Metodología propuesta.....	28
6.2.1. Fase I. Alistamiento.....	28
6.2.1.1. Información primaria .....	29

---

6.2.1.2 Información secundaria .....	30
6.2.2. Fase II. Contexto – perfil territorial.....	31
6.2.2.1. Identificación y clasificación de actores.....	32
6.2.2.2. Mapeo de actores .....	33
6.2.2.3. Hoja de ruta.....	34
6.2.3. Fase III. Análisis estratégico .....	35
6.2.3.1. Identificación de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en erosión costera .....	37
6.2.3.2. Selección de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera ....	38
6.2.3.3. Socialización de la Solución basadas en la Naturaleza para erosión costera seleccionada.....	39
6.2.4 Fase IV. Plan de acción .....	39
6.2.4.1. Esquema general del proyecto .....	39
6.2.4.2. Financiamiento .....	40
6.2.4.3. Monitoreo y seguimiento .....	40
6.2.4.4. Análisis de información.....	41
6.2.4.5. Reporte y socialización de resultados.....	41
6.3 Caso de estudio .....	41
Referencias .....	48
Anexos .....	51

---

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Artículos seleccionados .....	25
<b>Tabla 2</b> Análisis de los criterios más relevantes en los casos de estudio seleccionados .....	27
<b>Tabla 3</b> Compilación información componente ... ..	31
<b>Tabla 4</b> Identificación y clasificación de actores .....	33
<b>Tabla 5</b> Hoja de ruta .....	35
<b>Tabla 6</b> Matriz de identificación y selección de la Solución basada en la Naturaleza con enfoque en erosión costera .....	35

---

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Resultado búsqueda información primaria.....	24
<b>Figura 2</b> Esquema metodología propuesta para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en erosión costera, como estrategia al cambio climático .....	29
<b>Figura 3</b> Mapeo de actores.....	34
<b>Figura 4</b> Metodología identificación y selección SbN enfocada en erosión costera.....	36

**Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>DANE</b>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>INVEMAR</b>	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
<b>SbN</b>	Soluciones Basadas en la Naturaleza
<b>SMEC-MAbE</b>	Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>UNGRD</b>	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

## Resumen

Este proyecto de grado aborda el tema de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como estrategias de adaptación al cambio climático, para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera en Colombia, pues al ser un país que cuenta con zonas costeras tanto el océano Atlántico como en el océano Pacífico, registra alta vulnerabilidad ante este tipo de eventos. Por ende, el objetivo principal de la investigación, es diseñar una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de SbN, con base en experiencias exitosas tanto a nivel nacional como a nivel internacional, por medio de la revisión sistemática de literatura y la definición de criterios que sean aplicables a un lugar de estudio en Colombia.

*Palabras clave:* Soluciones basadas en la Naturaleza, erosión costera, cambio climático

### **Abstract**

This degree project is about the issue of Nature-Based Solutions (NbS) as adaptation strategies to climate change, to minimize, mitigate or control the effects generated by coastal erosion in Colombia, since being a country that has areas coastal both the Atlantic Ocean and the Pacific Ocean, registers high vulnerability to this type of event. Therefore, the main objective of the research is to design a multi-criteria methodology for the selection and approach of NbS, based on successful experiences both nationally and internationally, through a systematic review of literature and the definition of criteria that would be applicable to a place of study in Colombia.

*Keywords:* Nature-based solutions, coastal erosion, climate change.

## Introducción

El trabajo de grado “Diseño de una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera, como estrategia de adaptación al cambio climático”, corresponde a una revisión bibliográfica de criterios y metodologías considerados para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera y a la evaluación de los beneficios de este tipo de soluciones en comparación con obras de ingeniería tradicionales.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el cambio climático ha incrementado los impactos originados en los eventos naturales, dentro de los cuales, se encuentra la erosión costera. En este contexto, es imperativo buscar estrategias efectivas y sostenibles para mitigar los impactos de las amenazas naturales, en este caso específico, la erosión costera, como lo es la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza. Por ende, se propone el diseño de una metodología multicriterio que permita seleccionar y plantear las SbN más adecuadas para mitigar los impactos de esta amenaza natural en diferentes contextos. La metodología se basa en una serie de criterios que consideran tanto las características específicas del área afectada por la erosión costera como los beneficios ecológicos, económicos y sociales de las diferentes SbN a considerar.

## 1 Planteamiento del problema

Colombia es un país privilegiado, entre otras cosas, porque cuenta con acceso a dos (2) océanos: el océano Atlántico y el océano Pacífico, siendo la zona costera un recurso natural único, pero también frágil y limitado que exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades tradicionalmente allí asentadas. De acuerdo con información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Colombia tiene cuarenta (46) municipios costeros, treinta (30) de los cuales están localizados en el Caribe y dieciséis (16) en el Pacífico. (DANE, 2018)

El aumento relativo del nivel medio del mar es una de las causas de mayor impacto si se considera que, en general, las islas o sus bordes costeros tienen muy poca elevación sobre el nivel del mar y los estudios muestran un incremento para el Caribe colombiano que supera los veintidós (22) centímetros en los últimos cincuenta (50) años. Según (Posada Posada, Henao Pineda, & Morales Giraldo, 2011) 'Los factores antrópicos como extracción de la arena de las playas, la tala indiscriminada del manglar, la construcción de obras fijas en las zonas intermareales, playas y dunas, y el crecimiento urbano a lo largo y ancho de las playas, han desequilibrado el sistema costero, llevando a la desestabilización de los litorales e incrementando su tasa de retroceso' (pp. 11)

Por lo anterior, es necesario incentivar la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza en vez de obras de ingeniería clásica, para atender los efectos de la erosión costera generada por los factores antes mencionados. Y para esto, se requiere evidenciar los potenciales de este tipo de alternativas, no solo desde el punto de vista ambiental sino también del económico, social y cultural.

## 2 Justificación

En los últimos años la comprensión de las amenazas naturales, como la erosión costera, ha cobrado relevancia, debido al aumento en frecuencia e intensidad de los desastres, exacerbados además por el cambio climático, los cuales afectan el bienestar y la seguridad de personas, comunidades y los países, además de que obstaculizan significativamente el progreso hacia el desarrollo sostenible. (UNGRD, 2018)

Por tal motivo, proteger la costa se hace cada vez más, una necesidad imperativa, así como la implementación de obras ‘blandas’ con ecosistemas y las medidas no estructurales, como la siembra de manglares, perfilamiento de acantilados o taludes, desarrollo de arrecifes de coral, entre otras, pues pueden ser menos costosas que las obras tradicionales. Sin embargo, este tipo de intervenciones exigen mayor planeación y coherencia política para entender que estas medidas son efectivas a largo plazo y demandan mayor participación de las comunidades (PMEC, 2017).

Teniendo en cuenta que dentro de la estrategia d) Transformación productiva, internacionalización y acción climática, definida en el Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026, el Gobierno Nacional establece que ‘ (...) Las Soluciones basadas en la Naturaleza serán centrales para el desarrollo de una estrategia integral para la reducción de riesgos de desastres, gestión de la biodiversidad y del suelo, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. (...)’ (pp. 151), se espera avanzar en la planeación y coherencia política mencionadas en los próximos años.

Motivo por el cual, en el presente trabajo, se pretende contribuir en la incorporación de este tipo de soluciones en el desarrollo nacional, a través de la definición de criterios a considerar en el planteamiento de SbN para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera, con base en experiencias exitosas tanto en Colombia como a nivel internacional.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia de adaptación al cambio climático, para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera, con base en experiencias exitosas tanto en Colombia como a nivel internacional.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar mínimo tres (3) casos de implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia de adaptación al cambio climático, para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera.
- Establecer los criterios más relevantes considerados en la metodología de selección e implementación de los casos de estudio evaluados.
- Evaluar la pertinencia de los criterios definidos, en un lugar de estudio seleccionado, bien sea en la costa Atlántica o en la costa Pacífica Colombiana.

## 4 Marco teórico

### 4.1 Marco conceptual

De acuerdo con la publicación del año 2018 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR), la definición conceptual más generalizada para zona costera es la que expresa que esta zona constituye el punto de contacto entre el mar, la tierra y la atmósfera, y por ende, la franja de amortiguamiento natural entre la tierra y el mar. Y hace mención también a que las funciones y los servicios ecosistémicos asociados a las zonas costeras pueden ser clasificados en cuatro grupos: de provisión (alimentos, agua, maderas, fibras); de regulación (climática, inundaciones, desechos, calidad del agua, enfermedades); culturales (recreación, estética, beneficios espirituales) y de soporte, que mantienen todos los demás servicios (fotosíntesis, ciclo de nutrientes, formación del suelo, entre otros). Siendo uno de los servicios ecosistémicos más valiosos el de regulación de amenazas naturales, como lo es la erosión costera, según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. (MEA, 2005)

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), ha establecido que los episodios importantes de erosión costera a menudo se asocian con eventos climáticos extremos (tormentas costeras, marejadas e inundaciones) pero también por tsunamis, que conllevan olas y corrientes de mayor intensidad que pueden erosionar accidentes geográficos que normalmente están fuera de su alcance.

Según lo consignado en el Plan Maestro de Erosión Costera para Colombia (2017), proteger las zonas de litoral ante el fenómeno de la erosión, a menudo significaba "endurecer" la línea costera con estructuras como, espolones, malecones, arcos, y diques, pero a medida que mejora la comprensión de la función de la costa natural, existe una creciente aceptación de que las soluciones estructurales o duras pueden causar más problemas de los que resuelven por sus altos costos, a que pueden interferir con las corrientes de agua naturales y a que evitan que la arena se desplace a lo largo de las costas. Por su parte,

las obras blandas con ecosistemas y las medidas no estructurales son menos costosas en implementar y mantener, como por ejemplo la siembra de manglares, perfilamiento de acantilados o taludes, desarrollo de arrecifes de coral entre otras, pero estas implican otro tipo de desafíos, desde conceptuales y culturales hasta normativos.

Si bien no existe una definición única sobre qué estrategias y actuaciones pueden considerarse como Soluciones basadas en la Naturaleza (Eggermont et al., 2015; Castellar et al., 2021), en líneas generales, se pueden definir como las actuaciones destinadas proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que aborden desafíos socioambientales (el cambio climático, la seguridad alimentaria o los desastres naturales) de manera eficaz y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (Cohen-Shacham et al., 2019). Posteriormente aparecieron definiciones más precisas del concepto (Nesshover et al., 2017; Frantzeskaki et al., 2019; Albert et al., 2019) para facilitar la traducción de este concepto a los ámbitos político y gerencial (Grace et al., 2019). Por ejemplo, según lo mencionado por (Nesshover et al., 2017), el concepto de SbN no aborda explícitamente si la conservación y protección de la biodiversidad es un objetivo o simplemente un requisito previo o base para este tipo de soluciones; siendo posibles ambos enfoques. Aun así, en general, las Soluciones basadas en la Naturaleza parecen centrarse en la gestión y la prestación de múltiples servicios ecosistémicos a niveles intermedios de intensidad de uso humano (Schneiders et al., 2012), en lugar de enfocarse en acciones dirigidas exclusivamente a la conservación de la biodiversidad.

Por lo anterior, las SbN pueden considerarse como una sombrilla que abarca otros conceptos que se vienen trabajando previamente y que de una u otra manera se aplican de manera diferente en territorio. Cohen-Sachan et al. (2019) realizaron un análisis con el fin de identificar diferencias y similitudes entre los principios propuestos por la UICN y los marcos de: Enfoque ecosistemas, Restauración del paisaje forestal, adaptación basada en ecosistemas, restauración ecológica y áreas protegidas; encontrando que tres (3)

de los ocho (8) principios propuestos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza se distinguen de los otros marcos: las Soluciones basadas en la Naturaleza pueden ser implementadas solas o integradas con otras soluciones; pueden ser aplicadas a escala de paisaje y las SbN son integrales en el diseño de políticas, medidas y acciones para abordar los retos de la sociedad.

Adicionalmente, Cohen-Sachan et al. (2019) hicieron una adaptación a la representación sombrilla generada por la UICN, donde dividen las Soluciones basadas en la Naturaleza en cinco (5) categorías: a) Restauración: restauración ecológica, restauración del paisaje forestal, ingeniería ecológica; b) Temas específicos: adaptación basada en ecosistemas, mitigación basada en ecosistemas, reducción del riesgo a desastres ecológicos, servicios de adaptación del clima.; c) Infraestructura: infraestructura natural, infraestructura verde; d) Gestión: gestión integrada de zonas costeras, gestión integrada de manejo de recursos hídricos y e) Protección: enfoques de conservación basados en áreas, manejo de áreas protegidas, otras medidas de conservación basadas en áreas.

Lo anterior, permite evidenciar que la situación objeto de estudio del presente trabajo, se encuentra inmersa de manera transversal en las categorías referidas.

## **4.2 Estado del arte**

Como lo menciona el Banco Interamericano de Desarrollo en su página web, “Varios estudios demuestran que las SBN proporcionan beneficios sociales significativos para la resiliencia climática y social, así como para la salud de los ecosistemas.” Pese a esto y al auge que están experimentando las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), todavía persisten vacíos en el conocimiento sobre cómo deben ser implementadas y sus efectos potenciales continúan dificultando su mayor desarrollo y aceptación política y social (Cortinovis y Geneletti, 2018). Aun así, con base en las experiencias desarrolladas hasta la fecha, se puede establecer que, de acuerdo con lo definido en el reporte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt del año 2021, las SbN para mitigar la erosión costera se

enfocan en la restauración y protección de los ecosistemas y en aspectos de infraestructura para gestionar la arena y realinear las costas, entre otros.

Para el primero de los enfoques (ecosistémico), se tiene como ejemplo el proyecto desarrollado por la World Wildlife Foundation en los Países Bajos para diseñar nuevos arrecifes de ostras, usando ostras vivas para que estas, mejoren la calidad del agua y generan condiciones favorables para la crianza de peces de especies que económicamente sean valiosas y así beneficiar a las comunidades aledañas, no solo a través de la mitigación de los posibles efectos de la erosión costera sino impactando su calidad de vida, por medio del mejoramiento de su capacidad adquisitiva. (World Wildlife Foundation, 2023)

Para el enfoque en infraestructura, se puede mencionar el proyecto ejecutado en Puerto Rico mediante un acuerdo colaborativo entre la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), Centro de Restauración Ecológica y Conservación Costera Vida Marina y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). La organización restaurará lo que se conoce como matrices biomímicas<sup>1</sup> en la playa Maranto de Arecibo, la Finca Nolla de Camuy, y las playas Middles y Poza del Teodoro en Isabela, para lo cual, Vida Marina instaló pedazos de paletas de madera en desuso para crear matrices a tres pies bajo tierra para así promover la acumulación natural de la arena. (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias, 2023)

Y en Colombia, entre los años 2010 y 2011, Parques Nacionales Naturales de Colombia llevó a cabo un proyecto de ecología industrial aplicado al manejo de escombros en las Islas del Rosario, las cuales hacen parte del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. El proyecto consistió en el diseño de gaviones a partir de escombros desechados en las islas, con el fin de mitigar los impactos de los procesos erosivos de alta intensidad en el Parque, tanto en los ecosistemas como en las comunidades

---

<sup>1</sup> Práctica de diseñar soluciones que imiten la naturaleza o los procesos naturales

aledañas. Esto además, evitando los impactos que puede originar la inadecuada disposición de residuos, como los escombros. Los resultados del proyecto abarcan el componente económico, social y ambiental, pues al utilizar los escombros generados in situ, se mitigó la contaminación por consumo de combustibles fósiles de la lancha y se eliminó la posibilidad de que los escombros terminaran en el fondo del mar entre Isla Grande y Cartagena. Además, se produjo un ahorro en transporte, cargue, descargue y disposición final en una escombrera autorizada en la ciudad de Cartagena. La vegetación resurgió en los gaviones y al proteger la costa de erosión, se estima una protección y una posible recuperación del ecosistema marino. Respecto al ámbito social, debido a que durante todo el proyecto estuvieron involucrados lugareños, a quienes se capacitó, estos fueron los encargados de replicar la experiencia en otros lugares como Old Providence. Lo anterior, sin tener en cuenta que si la zona logra conservarse, esto representa mayor visitancia, así como posiblemente, mejoría en la oferta de especies para pesca. (Melo – García, G. y Pacheco – Zabala P., 2011)

De otra parte, la empresa ECOPETROL S.A. dentro de su estrategia ambiental, tiene, entre otros pilares, el denominado Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos que “busca generar un impacto neto positivo sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, atendiendo las expectativas de los principales grupos de interés y manteniendo la licencia para operar, a través de su adecuada gestión. Ésta cuenta con cuatro ejes principales: i) Jerarquía de la mitigación, ii) Soluciones basadas en la naturaleza, iii) Generación de conocimiento, y iv) Cultura de biodiversidad.” A su vez, las principales líneas de acción del eje Soluciones basadas en la Naturaleza son: Eco reservas, Soluciones Naturales del Clima y siembra de árboles.

Además, ECOPETROL y The Nature Conservancy han diseñado y generado un herramienta denominada Plataforma de Soluciones basadas en la Naturaleza para “ (...) facilitar el acceso a información y contribuir en la preparación, formulación, planificación, implementación y seguimiento de proyectos que impacten positivamente métricas integrales asociadas a seguridad hídrica, mitigación del cambio climático

y conservación de la biodiversidad.(...)” Sin embargo, dentro los proyectos definidos en la línea de acción Soluciones Naturales del Clima ni en los casos publicados en la plataforma, hay proyectos asociados a erosión costera.

Aun así, para el diseño de este tipo de soluciones es importante considerar las etapas propuestas por ECOPELROL y The Nature Conservancy en la citada plataforma, especialmente lo correspondiente a la etapa de Preparación de la que dependerá el éxito en el desarrollo de las demás etapas y que contempla los siguientes aspectos: Diagnóstico territorial, Definición del problema, Análisis del marco legal, Mapa de actores y Fuentes de financiamiento.

## 5 Metodología

Con base en los objetivos planteados, la metodología de la investigación contempla dos (2) fases, las cuales se describen a continuación:

### 5.1 Fase I. Revisión sistemática de literatura

Esta fase consistió en la revisión sistemática de la literatura (SLR) de casos de implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza relacionados con la mitigación o control de los efectos generados por la erosión costera, con base en el protocolo Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page, McKenzie et al., 2023).

#### 5.1.1. *Búsqueda fuentes primarias*

La búsqueda de fuentes primarias se hizo teniendo en cuenta lo establecido en el protocolo Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page, McKenzie et al., 2021), utilizando las bases de datos Scopus y EBSCO con la ecuación de búsqueda (“nature-based solutions” OR “ecosystem-based solutions” OR “green infrastructure” OR “ecological infraestructura” OR “natural infraestructura” AND “coastal erosion” AND “climate change”).

Complementariamente se buscó literatura gris relevante utilizando los mismos términos de búsqueda y las funciones de búsqueda avanzada de Google, para identificar documentos adicionales como informes gubernamentales, informes técnicos, proyectos y políticas públicas. Las búsquedas se realizarán en inglés y español, para los últimos ocho (8) años.

#### 5.1.2. *Evaluación fuentes primarias*

En primer lugar, se examinó el título y resumen de los estudios obtenidos en la búsqueda y se excluirán los documentos que no estudien la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza asociadas con la mitigación de los impactos de la erosión costera y la adaptación al cambio climático. Posteriormente se leyó el texto completo para evaluar su relevancia según los siguientes criterios:

**Criterio 1:** El estudio se llevaba a cabo en regiones con características similares a las costas colombiana, como clima, ecosistemas, biodiversidad, aspectos sociales y económicos como niveles adquisitivos de los pobladores y actividades económicas.

**Criterio 2:** El estudio se centra en Soluciones basadas a la Naturaleza implementadas como estrategia de adaptación al cambio climático, para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera.

**Criterio 3:** El estudio involucra a las comunidades locales en su diseño, implementación y monitoreo, fomentando la participación y el empoderamiento de la población local.

**Criterio 4:** El estudio incluye la caracterización de los ecosistemas del área en evaluación, en el diseño, implementación y monitoreo.

**Criterio 5:** El artículo informa la metodología del diseño e implementación de la Solución basada en la Naturaleza objeto de estudio.

**Criterio 6:** El estudio informa los resultados de la evaluación de los impactos ambientales, sociales y/o económicos que ha tenido la implementación de las Soluciones basadas en la Naturaleza relacionadas con la adaptación al cambio climático para mitigar los efectos de la erosión costera.

### ***5.1.3 Extracción de los datos relevantes***

Los artículos seleccionados se organizaron en una tabla de un documento Excel donde se organizarán de acuerdo con la fecha de publicación, autores y país del estudio. En esta tabla se extraerán también, los datos relevantes en cuanto al objeto de estudio:

- Descripción de la Solución basada en la Naturaleza.
- Descripción de la metodología de diseño de la Solución basada en la Naturaleza.
- Descripción de la metodología de implementación de la Solución basada en la Naturaleza.

- Evaluación de la efectividad de las SbN implementadas, en cuanto a resiliencia de los ecosistemas y las comunidades locales, frente a eventos de erosión costera originados por cambio climático.
- Barreras y desafíos de la implementación, incluyendo aspectos políticos, sociales, económicos y culturales.
- Evaluación de la participación de las comunidades locales en la implementación.
- Nivel de tecnificación.

## 5.2 Fase II. Análisis Multicriterio

Se seleccionaron los casos de Solución basada en la Naturaleza que respondan mayoritariamente a los criterios definidos por UICN (2020) en el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza y por ECOPEPETROL (2023) en la Plataforma de Soluciones Basadas en la Naturaleza.

Para definir los criterios más relevantes de los casos de estudio seleccionados, se tendrán en cuenta dos (2) cualidades: ser legible (número de criterios suficientes para soportar un procedimiento de agregación) y ser operativo (abarcar los múltiples intereses de todos los actores claves).

Para seleccionar el lugar de estudio ya sea en la costa Atlántica o en la costa Pacífica Colombiana para la evaluación de los criterios definidos, se tuvo en cuenta la información disponible en entidades gubernamentales, especialmente del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréi (INVEMAR), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), entre otros.

## 6 Resultados

### 6.1 Análisis situacional

En la **Figura 1** se muestra el resultado de la búsqueda y análisis de la información obtenida en fuentes primarias: bases de datos Scopus y EBSCO y búsqueda avanzada en Google, realizado con base en el protocolo Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page, McKenzie et al., 2023). Se destaca que inicialmente se identificaron mil treientos setenta y dos (1372) artículos, de los cuales, tras aplicar los criterios definidos en la metodología, quedaron seis (6), con base en los cuales, se desarrolló el resto de la investigación.

**Figura 1**

*Resultado búsqueda información primaria*

	Scopus y EBSCO	Google
Artículos identificados	142	1230
Artículos luego de evaluar título y resumen	44	41
Criterio 1. Regiones con características similares a Colombia	17	22
Criterio 2. Sbn implementadas - erosión costera	8	6
Criterio 3. Involucramiento comunidades	4	3
Criterio 4. Caracterización ecosistemas	4	3
Criterio 5. Metodología de diseño e implementación Sbn	4	3
Criterio 6. Evaluación impactos	3	3

La información básica de los artículos seleccionados se presenta en la **Tabla 1** y los datos relevantes de los mismos, se encuentran detallados en el Anexo 1.

**Tabla 1***Artículos seleccionados*

<b>Año publicación</b>	<b>Autores</b>	<b>Título</b>
2017	Banco Mundial	Medidas de protección contra inundaciones basadas en la naturaleza: Principios y orientaciones para la implementación. Construyendo con la Naturaleza en el norte de Java
2018	Borja G. Regueroa, Michael W. Beck, Vera N. Agostini, Philip Kramer, Boze Hancock	Coral reefs for coastal protection: A new methodological approach and engineering case study in Grenada.
2018	Inti Carro, Leonardo Seijo, Gustavo J. Nagy, Ximena Lagos and Ofelia Gutiérrez	Building capacity on ecosystem-based adaptation strategy to cope with extreme events and sea-level rise on the Uruguayan coast.
2018	T.P. Nguyen	Melaleuca entrapping microsites as a nature-based solution to coastal erosion: A pilot study in Kien Giang, Vietnam.
2019	Chowdhury, MSN, Walles, B., Sharifuzzaman, S., ... Ysebaert, T., Smaal, CA	Oyster breakwater reefs promote adjacent mudflat stability and salt marsh growth in a monsoon dominated subtropical coast.
2021	Mengmeng Cui, Filipa Ferreira, Tze Kwan Fung and José Saldanha Matos	Tale of Two Cities: How Nature-Based Solutions Help Create Adaptive and Resilient Urban Water Management Practices in Singapore and Lisbon.

Con base en el análisis de los casos mencionados, se tienen los siguientes resultados, los cuales se presentan detalladamente en la **Tabla 2**.

- **Solución basada en la Naturaleza:** La solución basada en la naturaleza para mitigar los impactos de la erosión costera más común en los artículos analizados, es la restauración de vegetación

costera, incluida la recuperación de manglares, la cual, fue definida en cinco (5) de los seis (6) casos de estudio.

- **Metodología de diseño e implementación:** El criterio más relevante a tener en cuenta, de acuerdo con la metodología de diseño e implementación de los artículos seleccionados es el monitoreo y evaluación de la SbN, incluyendo las correspondientes mediciones in situ. El cual, es complementado con la evaluación del estado y la salud de los ecosistemas costeros, aunque este criterio está planteado en la metodología de diseño y no en la metodología de implementación de los proyectos evaluados. Posteriormente, son las pruebas de campo en la parte inicial de la investigación, el tercer criterio definido con mayor frecuencias en los casos de estudio, el cual, se ve reforzado con la implementación de pruebas piloto, el cual solo está planteado en uno (1) de los seis (6) proyectos analizados. Las actividades de organización, como por ejemplo, estudios de planificación, evaluaciones históricas de las condiciones de los lugares de estudio y la ejecución de actividades con la comunidad (talleres, entrevistas, encuestas), etc., son el siguiente criterio más comúnmente usado en las investigaciones en cuestión.
- **Barreras y desafíos identificados:** La mayor barrera y desafío que tiene el diseño e implantación de las Soluciones basadas en la Naturaleza para abordar la erosión costera, según los seis (6) casos de estudio analizados, es la disponibilidad limitada de recursos, tanto financieros, como materiales y técnicos; seguida de la resistencia al cambio, tanto de instituciones como de comunidades locales. En tercer lugar, son las limitaciones normativas o barreras regulatorias y la participación comunitaria, los factores que se han identificado como desafíos en este tipo de proyectos. Subsiguientemente, el cambio climático y los eventos extremos, así como la coordinación interinstitucional y la sostenibilidad a largo plazo de las SbN implementadas, son las barreras y desafíos más frecuentemente identificados en los casos de estudio seleccionados, los cuales

inciden en la escalabilidad de las mismas, siendo esta, señalada como desafío en uno (1) de los seis (6) artículos analizados.

**Tabla 2**

*Análisis de los criterios más relevantes en los casos de estudio seleccionados*

	Criterio	Artículo						Total	
		1	2	3	4	5	6		
<b>SbN</b>	Restauración de la vegetación			X	X		X	<b>3</b>	
	Restauración de manglares	X					X	<b>2</b>	
	Reforestación de zonas costeras	X						<b>1</b>	
	Construcción de humedales costeros	X						<b>1</b>	
	Arrecifes de coral		X					<b>1</b>	
	Estabilización dunas			X				<b>1</b>	
	Arrecifes de ostras					X		<b>1</b>	
	Presas de bambú	X						<b>1</b>	
<b>Metodología diseño e implementación</b>	Monitoreo y evaluación (Mediciones in - situ)	X	X	X		X	X	<b>5</b>	
	Evaluar el estado y la salud de los ecosistemas costeros		X	X	X		X	<b>4</b>	
	Pruebas de campo		X		X	X		<b>3</b>	
	Capacitación y sensibilización	X	X				X	<b>3</b>	
	Estudio de planificación	X		X				<b>2</b>	
	Talleres , capacitaciones y / o entrevistas	X	X					<b>2</b>	
	Evaluación históricos		X	X				<b>2</b>	
	Participación de la comunidad en trabajo de campo		X		X			<b>2</b>	
	Participación de la comunidad en la toma de decisiones		X	X				<b>2</b>	
	Proyecto piloto	X						<b>1</b>	
	Empoderamiento y generación de procesos productivos	X						<b>1</b>	
	<b>Barreras y Desafíos</b>	Limitaciones de recursos	X	X	X	X	X	X	<b>6</b>
		Resistencia al cambio	X	X	X			X	<b>4</b>
Falta de conocimiento técnico		X	X	X			X	<b>4</b>	
Barreras regulatorias		X	X	X				<b>3</b>	
Participación comunitaria			X	X		X		<b>3</b>	
Cambio climático y eventos extremos		X				X		<b>2</b>	
Coordinación interinstitucional			X				X	<b>2</b>	

Criterio	Artículo						Total
	1	2	3	4	5	6	
Sostenibilidad a largo plazo			X		X		2
Escalabilidad					X		1
Complejidad en la implementación						X	1

## 6.2 Metodología propuesta

La metodología propuesta se planteó teniendo en cuenta los resultados del análisis de los artículos o publicaciones apartados después de aplicar los criterios definidos en el capítulo anterior y se complementó con la información contenida en los siguientes documentos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia: a) Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera (2017), b) Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (2022) y c) Guía para la Implementación de Medidas de Reducción de Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas : énfasis en ecosistemas marino-costeros (2023) y en la Guía para la Gestión de Procesos frente a la erosión costera. Guía para tomadores de decisiones, publicada por el Banco Mundial en mayo de 2024.

En la **Figura 2** se presenta la metodología propuesta para la identificación y selección de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en erosión costera, como estrategia al cambio climático, la cual se describe a continuación:

### 6.2.1. Fase I. Alistamiento

La fase de alistamiento corresponde al diagnóstico y generación de la línea base del proyecto, mediante el levantamiento y procesamiento de información primaria y secundaria, como se describe a continuación, con el fin de identificar la problemática del área de estudio.

### 6.2.1.1. Información primaria

- Comunidades locales: recopilación de información a través actividades que involucren a las comunidades locales, como por ejemplo, talleres, entrevistas, encuestas y/o recorridos de campo, que permitan consolidar el conocimiento de los lugareños, respecto al lugar; las posibles afectaciones que ha tenido en el tiempo; el resultado de las diferentes posibles soluciones o medidas que se hayan implementado para mitigar la erosión costera; las características de los ecosistemas y las condiciones sociales y económicas de las comunidades, incluyendo sus intereses y visión del territorio.
- Entes gubernamentales: revisión conjunta con los entes gubernamentales, de los lineamientos definidos en herramientas de gestión, como son los Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo, Planes de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, Planes de Manejo Ambiental, entre otros.

**Figura 2**

*Esquema metodología propuesta para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en erosión costera, como estrategia al cambio climático*



### 6.2.1.2 Información secundaria

- Revisión bibliográfica: que incluya los productos bibliográficos y cartográficos disponibles (fotografías aéreas, imágenes de satélite, capas temáticas) y análisis históricos o temporales de eventos climatológicos que hayan impactado el sector; la implementación de medidas de contingencia para los mismos, especialmente, con enfoque en Soluciones basadas en la Naturaleza y el estado de los ecosistemas y comunidades locales.
- Para la recopilación de la información se proponen las matrices presentadas en las pestañas nombradas como Biofísico, Socio ecosistémico y Económico, el Anexo 2 del presente documento, y cuyo diseño se puede ver en la **Tabla 3**. Las tablas están diseñadas de manera independiente para cada uno de los componentes mencionados y están compuestas por ocho (8) columnas, como se describe a continuación:
  - Preguntas orientadoras: es una columna compuesta por un listado de preguntas recopiladas de los documentos revisados, con las cuales se pretende orientar al desarrollador del proyecto para obtener un adecuado y completo diagnóstico del área de estudio, enfocado en la problemática que pueda estar generando la amenaza de erosión costera y sus opciones de manejo.
  - Respuesta: este ítem está dividido en dos (2) columnas denominadas Selección y Abierta, que, como sus nombres lo indican, son columnas que corresponden a preguntas de selección múltiple o a preguntas de respuesta abierta. Para las respuestas de selección múltiple se ha planteado y vinculado a las celdas, un listado que abarca las posibles opciones a considerar en los casos de estudio. Sin embargo, de ser necesario, en la celda de Respuesta – Abierta se podrá incluir una opción que no haya sido contemplada dentro del listado propuesto y/o un complemento a la respuesta escogida en la casilla Selección.

- Origen de información: este aspecto se divide en cinco (5) columnas: Fuente, Método, Fecha, Título y Link. La casilla Fuente, se configuró para que se seleccione entre Primaria y Secundaria, dependiendo del origen de la información. La celda Método permite escoger si la información se obtuvo a partir de una entrevista, una encuesta, un taller o un documento. Las columnas Fecha, Título y Link están planteadas de forma abierta, para que el equipo técnico o el encargado del proyecto, diligencie la fecha y el título del evento (encuesta, entrevista o taller) y/o la fecha de publicación y título del documento consultado. En la casilla Link se incluirá el vínculo donde se pueda consultar información de la encuesta, entrevista o taller, y/o el vínculo para acceder al documento citado.

**Tabla 3***Compilación información componente ...*

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link

### **6.2.2. Fase II. Contexto – perfil territorial**

En la fase de contexto o perfil territorial se busca identificar los actores y planificar la participación de los mismos. Lo anterior, como menciona el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Guía para la Implementación de Medidas de Reducción de Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas: énfasis en ecosistemas marino-costeros (2023), con el fin de garantizar la legitimidad del proceso y la toma de decisiones y, por consiguiente, su sostenimiento a futuro más allá de asignaciones presupuestales o planes de inversión. Es importante también, conocer los acuerdos institucionales en materia de conservación, gestión del riesgo y gestión del clima que permita tener un mapeo más claro de las instancias encargadas

de acompañar o brindar el soporte técnico en el proceso de implementación de las Soluciones basadas en la Naturaleza seleccionada.

#### **6.2.2.1. Identificación y clasificación de actores**

La identificación y clasificación de actores se basa en la Tabla 4. Identificación de actores clave en los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales (p. 34) de la Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales y por ende, en los aspectos descritos a continuación:

- Actor: representante que apoya el proceso de selección y planteamiento de la SbN enfocada en erosión costera.
- Tipo: si el actor es de tipo público, privado o mixto.
- Ámbito de gestión: identificar si el actor tiene alcance internacional, nacional, regional, departamental, distrital o local.
- Incidencia: identificar si el actor tiene un aporte directo o indirecto en la selección y planteamiento de la SbN enfocada en erosión costera.
- Rol o interés en el tema: establecer la función y el papel que juega el actor en la selección y planteamiento de la SbN enfocada en erosión costera.
- Influencia: determinar la capacidad de incidencia en el territorio y en los demás actores identificados respecto en la selección y planteamiento de la SbN enfocada en erosión costera.

La identificación y clasificación de actores consolidará en la matriz que está incluida en la pestaña denominada Actores del Anexo 2 del presente documento y cuya estructura se puede ver en la **Tabla 4**. Dicha matriz tiene ocho (8) columnas diseñadas con listas desplegables vinculadas a cada una de ellas, excepto para la segunda columna, que se dejó abierta para complementar la información (nombre) del actor seleccionado en la primera columna. La matriz presentada en el Anexo 2 está diligenciada conforme

a la Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales, pero es criterio del equipo técnico y/o encargados de liderar el proyecto en consideración, modificar lo contenido en ella.

**Tabla 4**

*Identificación y clasificación de actores*

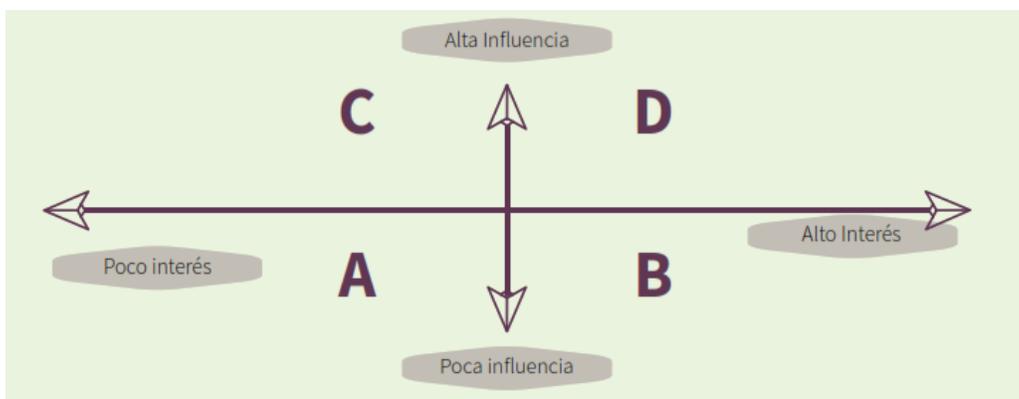
Actor	(Nombre)	Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores
Ministerios	Identificación del actor	Público	Local	Directa	Función que desempeña	Bajo	Baja
Institutos	(nombre)	Privado	Municipal	Indirecta	el actor en la selección,	Medio	Media
ONG's		Mixta	Departamental		diseño e	Alto	Alta
Organizaciones locales (etc.)			Regional		implementación de la Sbn		
			Nacional				
			Internacional				

#### 6.2.2.2. Mapeo de actores

El mapeo de actores permite evidenciar las relaciones entre los actores identificados. La metodología para el mapeo de actores, fue igualmente tomada de la Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y se describe a continuación:

- Para cada grupo o cuadrante de la **Figura 3** definir un figura geométrica. Ej.: A: círculo; B: rectángulo; C: cuadrado y D: rombo.
- Con base en la información consignada en la **Tabla 4** ubicar los actores en el cuadrante de correspondiente de la **Figura 3**.

- Trazar líneas punteadas, rectas o cortadas según el tipo de vínculo entre los actores (de confianza, intermedio superficial o de conflicto, respectivamente).

**Figura 3***Mapeo de actores*

Nota. Fuente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Se recomienda que el mapeo de actores sea realizado inicialmente por el equipo técnico a cargo del proyecto y posteriormente, en un taller con la comunidad local y actores interesados, para poder complementar la versión inicial con la óptica de todas las partes interesadas.

### 6.2.2.3. Hoja de ruta

Teniendo en cuenta el resultado del mapeo de actores, se planteará una hoja de ruta para el trabajo con los actores situados en el cuadrante D (alta influencia, alto interés), que incluya un cronograma de actividades, productos y responsabilidades, una vez se haya seleccionado la Solución basada en la Naturaleza a implementar. La información de la Hoja de Ruta se puede consolidar en la pestaña denominada *Hoja de Ruta* en la matriz incluida en el Anexo 2 del presente documento y cuyo diseño se presenta en la **Tabla 5**.

**Tabla 5***Hoja de ruta*

Actividad	Fecha inicio	Ficha fin	Responsable	Producto
-----------	--------------	-----------	-------------	----------

**6.2.3. Fase III. Análisis estratégico**

El objetivo de la fase de análisis estratégico es definir la Solución basada en la Naturaleza a implementar, teniendo en cuenta la información recopilada en las fases I y II, y en la revisión bibliográfica realizada para la elaboración de este documento.

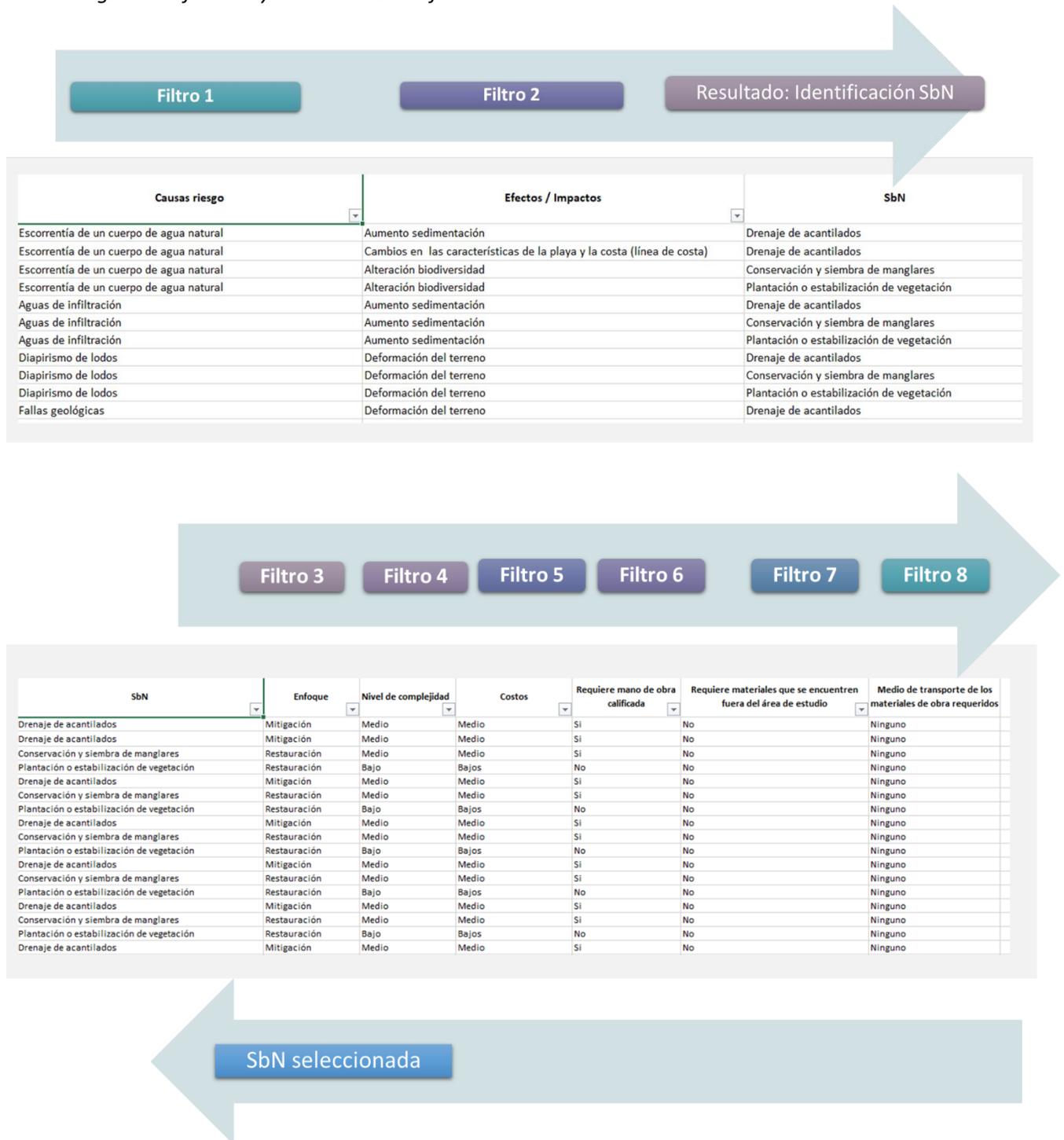
Para esto, se planteó una matriz de evaluación incluida en la pestaña denominada *Identificación-SelecciónSbN* del Anexo 2, que permita a través de filtros, identificar y seleccionar la SbN más apropiada para el caso de estudio, teniendo en cuenta criterios como causas y efectos de la erosión costera, enfoque, nivel de complejidad, nivel de costos, tipo de mano de obra y tipo de materiales que se podrían llegar a requerir para la implementación de la misma. El esquema general de la matriz desarrollada para la identificación y selección de la Solución basada en la Naturaleza enfocada en erosión costera, se muestra en la **Tabla 6** y en la **Figura 4**, se presenta el orden en que se debe aplicar los filtros diseñados para obtener la SbN más apropiada para el caso de estudio.

**Tabla 6***Matriz de identificación y selección de la Solución basada en la Naturaleza con enfoque en erosión costera*

Causas riesgo	Efectos / Impactos	SbN	Enfoque	Nivel de complejidad	Costos	Requiere mano de obra calificada	Requiere materiales que se encuentren fuera del área de estudio	Medio de transporte de los materiales de obra requeridos
------------------	-----------------------	-----	---------	----------------------	--------	---	---	---

**Figura 4**

*Metodología identificación y selección Sbn enfocada en erosión costera*



### **6.2.3.1. Identificación de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en erosión costera**

La identificación de las Soluciones basadas en la Naturaleza que se acoplen mejor a las necesidades particulares de la zona de estudio, partirá de las causas y consecuencias de la erosión costera reconocidas en el área de interés, listadas a continuación:

- **Causas de origen natural:** Escorrentía de un cuerpo de agua natural, Aguas de infiltración; Diapirismo de lodos, Fallas geológicas, Sismos, Subsistencia, Tsunamis, Licuefacción de suelo, Exposición al oleaje, Mareas, Corrientes litorales, Fenómeno del Niño, Precipitación/Régimen fluvial, Aumento del nivel medio del mar y Bioerosión.
- **Causas de origen antrópico:** Relleno de tierras litorales, Represamiento de ríos, Sistemas de irrigación, Dragado de Sedimentos, Dragado de canales para navegación o control de inundaciones, Escorrentía de origen antrópico, Extracción de agregados de acantilados para construcción, Extracción de arena rellenos de playas, Relleno de playas, Colonización /Destrucción del manglar, Deforestación, Minería, Extensión de áreas portuarias, Construcción de infraestructura turística u Otras obras de amoblamiento urbano y de servicios, Apertura y desvío de canales, Construcción de represas, Cambios en el uso del suelo y Estructuras de protección.
- **Efectos o impactos:** Aumento sedimentación, Alteración biodiversidad, Alteración del flujo de sedimentos, Aumento del riesgo de inundación, Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa), Cambios en la estabilidad del suelo, Debilitamiento del sustrato, Deformación del terreno, Fractura de ecosistemas y Pérdida de hábitats naturales.

La metodología propuesta, consiste, en que con base en el diagnóstico realizado, se filtre cada uno de los criterios en el orden mencionado: 1) causa y 2) efecto / impacto, como se muestra en la **Figura 4**. Siendo importante anotar que la matriz de evaluación incluida en la pestaña denominada *Identificación-*

*SelecciónSbN* el Anexo 2, está diseñada de forma tal que se pueden seleccionar varias posibles causas de la erosión costera y dentro de los efectos asociadas a las mismas, se puedan escoger también, uno (1) o varios de los posibles impactos. Para facilidad del lector, las SbN identificadas se presentan en dos (2) Anexos: El Anexo 3 para Soluciones basadas en la Naturaleza para erosión costera causada por factores naturales y en el Anexo 4 para erosión costera originada por factores antrópicos

Es importante mencionar que dentro del listado propuesto y presentado en dicho Anexo, se incluyeron soluciones blandas, pues de acuerdo con los documentos analizados, la conjunción de soluciones blandas y Soluciones basadas en la Naturaleza permiten obtener mejores resultados.

#### **6.2.3.2. Selección de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera**

La selección de la SbN parte de las opciones resultantes de la aplicación de los filtros de información del numeral anterior. Es decir, luego de filtrar la causa y el efecto de la erosión costera en el área de estudio con base en el diagnóstico, se llevará cabo la aplicación de filtros para los seis (6) criterios restantes incluidos en la matriz planteada en la pestaña denominada *Identificación-SelecciónSbN* el Anexo 2 del presente documento, como se puede ver en la **Figura 4**.

Los criterios de selección son:

- **Enfoque:** Conservación, Restauración o Mitigación
- **Nivel de complejidad:** Alto, Medio o Bajo
- **Costos:** Altos, Medios o Bajos
- **Mano de obra calificada:** si se requiere o no
- **Materiales:** si se necesitan o no materiales que se encuentren fuera del área de estudio
- **Medio de transporte:** el medio de transporte disponible para los materiales que provengan por fuera del área de estudio en caso de que se requieran: Mulas o caballos; Lanchas; Carros o camionetas; Avión; Otros, ¿cuál?; Ninguno; Todos.

En la matriz mencionada, las casillas de Enfoque, Nivel de Complejidad y Mano de obra calificada ya se encuentran diligenciadas con base en la información de la documentación de referencia consultada, aunque pueden ser modificadas a criterio del grupo de trabajo que este seleccionando la Solución basada en la Naturaleza. Para las casillas Materiales y Medio de Transporte se han vinculado listas desplegables para seleccionar la respuesta más acorde con el caso de estudio.

Se recomienda que esta parte de la matriz de evaluación se aplicada tanto por el equipo técnico del proyecto, como por los actores priorizados, para así considerar los diferentes puntos de vista y seleccionar la Solución basada en la Naturaleza que haya sido escogida por el mayor número de actores involucrados.

#### ***6.2.3.3. Socialización de la Solución basadas en la Naturaleza para erosión costera seleccionada***

El equipo técnico que lidera el proyecto, evaluará la viabilidad técnica y económica de la SbN seleccionada, incluyendo, en la medida de las posibilidades, herramientas de modelación, cuyos resultados serán socializados con los actores priorizados, mediante talleres que permitan obtener una retroalimentación acerca de la alternativa escogida e iniciar un proceso de apropiación de la misma.

#### **6.2.4 Fase IV. Plan de acción**

Aunque el objetivo de la presente investigación es diseñar una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de SbN enfocada en erosión costera, como estrategia al cambio climático, se plantea una fase IV que corresponde a la generación de un plan de acción para el diseño e implementación de la Solución basada en la Naturaleza seleccionada en la fase previa, que contempla la posibilidad de implementación de un proyecto piloto basado en las etapas descritas a continuación, y con base en las cuales, se diseñará e implementará la SbN en el área de interés.

##### ***6.2.4.1. Esquema general del proyecto***

El esquema general del proyecto deberá contener como mínimo:

- Objetivos
- Metas: deben ser cuantificables y acordes con el tiempo de ejecución del proyecto
- Actividades
- Responsables de ejecución de las actividades
- Productos de las actividades: registros fotográficos, documentos, mapas, etc.
- Cronograma: Se propone que el diseño de la prueba piloto se desarrolle en cuatro (4) meses y los resultados de la implementación de la misma, sean evaluados entre seis (6) y ocho (8) meses posteriores a su implementación.
- Costos

#### **6.2.4.2. Financiamiento**

Para la financiación del proyecto, incluida la prueba piloto, el equipo técnico junto con los entes gubernamentales, definirán las posibles de fuentes, para lo cual, pueden tener en cuenta la Tabla 4 (p. 33) y la Tabla 5 (p. 34) de la Guía para la Implementación de Medidas de Reducción de Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas: énfasis en ecosistemas marino-costeros del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Tabla 6 (p. 46-48) de la Guía para la Gestión de Procesos frente a la erosión costera. Guía para tomadores de decisiones, publicada por el Banco Mundial en mayo de 2024.

#### **6.2.4.3. Monitoreo y seguimiento**

Según la Guía para la Implementación de Medidas de Reducción de Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas: énfasis en ecosistemas marino-costeros (Ilustración 16, p. 86), las baterías de indicadores se pueden clasificar en:

- Desarrollo de la implementación: a) Indicadores de gestión y b) Indicadores de actividad
- Impacto de la implementación: a) Indicadores del estado del ecosistema, b) Indicadores de la gestión del riesgo de desastres y c) indicadores de servicios ecosistémicos.

El monitoreo y seguimiento de la prueba piloto de la SbN seleccionada, en caso de poder ejecutarse, se hará con base en la definición y medición de indicadores concertados con los actores priorizados, los cuales, se espera sean replicados durante la implementación de la Solución basada en la Naturaleza en la totalidad del área de estudio.

#### **6.2.4.4. Análisis de información**

Con base en los resultados de la prueba piloto, el equipo técnico, evaluará la eficiencia de la solución seleccionada, para ajustar los factores o componentes que así lo requieran, de manera previa a la implementación del proyecto completo.

#### **6.2.4.5. Reporte y socialización de resultados**

El equipo técnico del proyecto socializará los resultados de la prueba piloto con los actores priorizados. En caso de que los resultados sean menos positivos de lo esperado, se evaluarán los componentes o factores que deban ajustarse y en caso de ser necesario, se considerará la pertinencia de otra Solución basada en la Naturaleza de las inicialmente consideradas.

### **6.3 Caso de estudio**

Para seleccionar el caso de estudio, se tuvo en cuenta lo consignado en el documento Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano, publicado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” (INVEMAR), en el año 2007; en el documento de Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático que hace parte de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático y en el Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas - SMEC-MAbE.

Al verificar la disponibilidad de información, se seleccionó el municipio de Pueblo Viejo, ubicado en el departamento del Magdalena, como se muestra en la **Imagen 1**.

**Imagen 1**

Localización área de estudio.



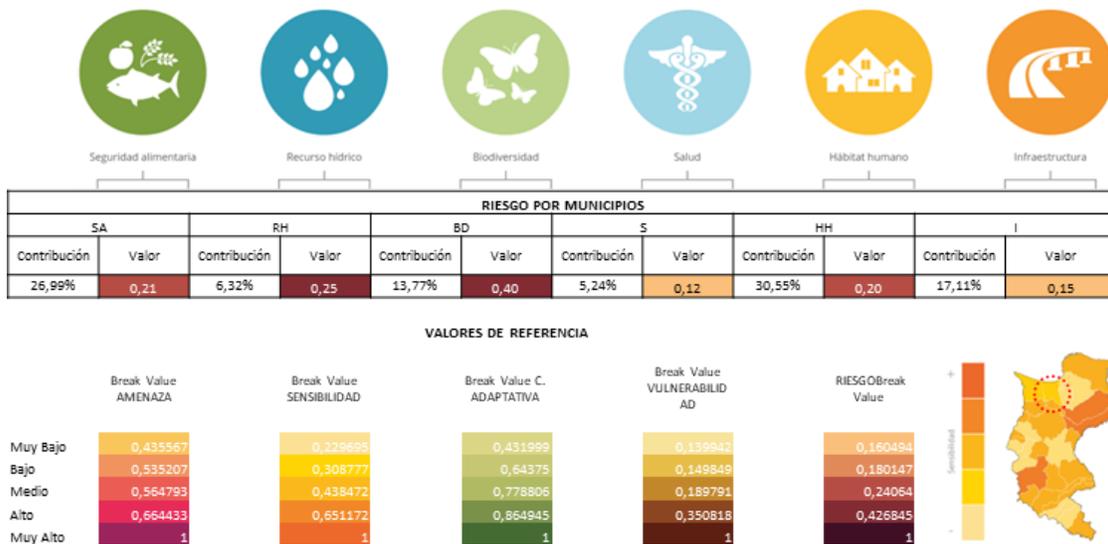
Localización área de estudio – Municipio de Pueblo Viejo

Nota. Fuente (SMEC-MABe, 2024).

Esto, ya de acuerdo con los documentos mencionados, pese a que este departamento presenta niveles moderados de erosión costera, como se puede ver en la **Imagen 2** se han identificado áreas críticas, algunas de ellas asociadas a ecosistemas sensibles como es el caso del municipio en cuestión, las cuales se señalan en la **Imagen 3**.

**Imagen 2**

Nivel de riesgo municipio Pueblo Viejo, Magdalena.



Nota. Fuente (Modificado IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

**Imagen 3**

Áreas reportadas como críticas frente a erosión costera en el departamento de Magdalena.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	SECTORES AFECTADOS Y ECOSISTEMAS AFECTADOS
GUAJIRA	Riohacha	Valle de los Cangrejos (Manaure) (M, C, D, S)
	Manaure	Ahyama (laguna de L Buey) (C, D, S)
MAGDALENA	Pueblo Viejo	Sector de los manglares km 51 -53 vía Barranquilla - Ciénaga (M, C)
	Sitio Nuevo	Cuatro Bocas, Ciénaga, Ciénaga Nueva, El Torno, los Carboneros (M, C)

Santa Marta	Ciénaga	Pueblo Viejo
Aeropuerto	Ensenada Costa Verde (poblado)	Palmira (casco urbano)
Bahía de Santa Marta sector W	Casa Loma (limite con Ciénaga)	Tasajera
Prodeco (Costa Azul)	Casco urbano	Sector de los manglares km 48, sector de la Vía Barranquilla - Ciénaga entre km 53-55
Decamerón		La Bodega
Ojo de agua, Alcatrazes (fincas) muelles carboneros		Isla del Rosario
Brisa del mar (Casa Loma, poblado)		Boca de la Barra (Sedimentación)

Tbala 6.5 Áreas reportadas como críticas en el departamento de Magdalena. Fuente: Modificado INVEMAR, 2006

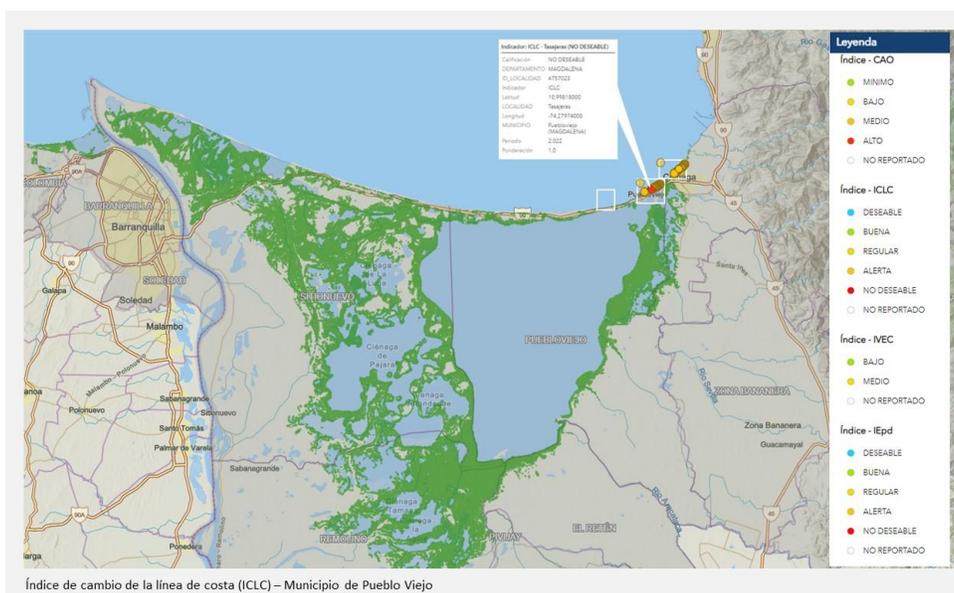
Tabla 6.11 Áreas reportadas como críticas asociadas a ecosistemas sensibles en la costa del Caribe colombiano. Fuente: Modificado INVEMAR, 2006

Nota. Fuente (Modificado INVEMAR, 2006).

La información disponible en el Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas, permitió además, identificar que el municipio de Pueblo Viejo, presenta un índice de cambio de la línea de costa - ICLC- no deseable, como se puede ver en la **Imagen 4**, ya que es una plataforma que permite dar seguimiento al estado de la línea de costa, los ecosistemas, las comunidades y las intervenciones realizadas para aumentar la capacidad adaptativa frente a los procesos de erosión costera.

**Imagen 4**

Índice de cambio de la línea de costa - ICLC



*Nota.* Fuente (SMEC-MAbE, 2024).

Con base en esta y otra documentación consultada, se procedió a implementar la metodología multicriterio propuesta para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera, como estrategia de adaptación al cambio climático. Los resultados de esa implementación están compilados en el Anexo 3 del presente documento. Es importante mencionar que la implementación de la metodología corresponde a un proceso teórico, pues teniendo en cuenta el alcance del trabajo de grado, no se llevó a cabo la recopilación de información primaria ni los ejercicios de socialización con las comunidades locales y demás actores interesados.

No obstante lo anterior, con base en la documentación recopilada en la FASE I. Alistamiento se ejecutó la FASE II. Contexto – Perfil Territorial y la FASE III. Análisis Estratégico de la metodología propuesta, como se muestra en la **Imagen 5**, resultando como la Solución basada en Naturaleza a diseñar e implementar, la denominada Conservación y siembra de manglares, que es coincidente con las iniciativas que se vienen adelantando en el sector y que están siendo reportadas en la plataforma del Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas.

**Imagen 5**

*Aplicación de la metodología multicriterio propuesta para la selección y el planteamiento de Sbn enfocada en erosión costera, en el municipio de Pueblo Viejo, Magdalena.*

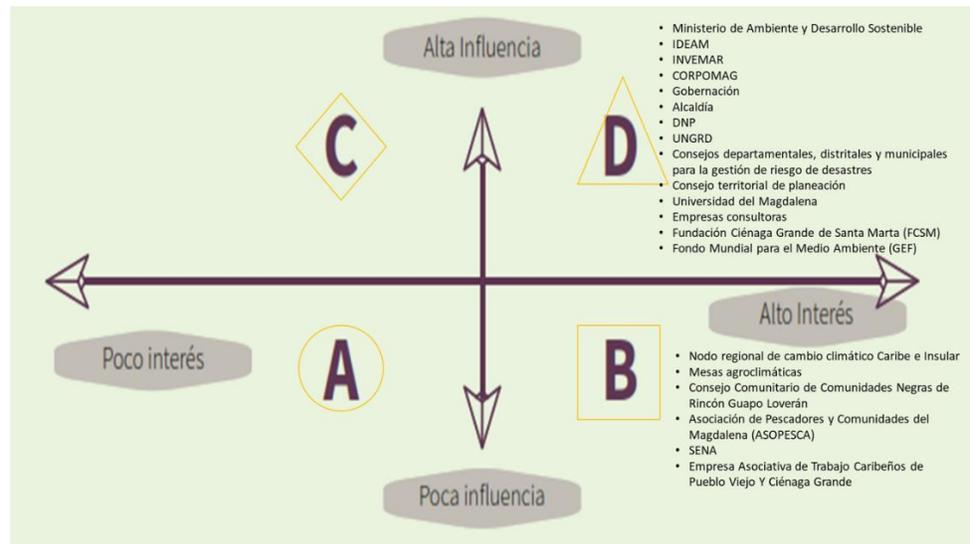
## FASE 1. ALISTAMIENTO

Recopilación de información primaria y secundaria.

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Qué ecosistemas son vulnerables a la erosión costera?		Manglares y ciénaga	Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano - INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales
¿Cuáles son las coberturas vegetales presentes y cuál es su nivel de fragmentación?		<b>Sur:</b> bosques densos sempervirentes de manglares; reducidos de bosque denso sempervirentes ombrófilo de pantanos <b>Cuerpos de agua y orillas:</b> gramíneas alta; herbícea baja <b>Periferia:</b> bosques densos sempervirentes de manglares en buen estado pero son solo	Secundaria	Documento	2007	Plan de Manejo Ambiental Plan de Manejo del Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta	<a href="https://munap.parquesnacionales.gov.co/area-protogada/">https://munap.parquesnacionales.gov.co/area-protogada/</a>
¿El área o lugar afectado por la erosión costera hace parte de alguna área protegida, ya sea de orden local, regional o nacional? ¿Cuál?	No		Secundaria	Documento		Plan de Manejo Ambiental Plan de Manejo del Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta	<a href="https://munap.parquesnacionales.gov.co/area-protogada/">https://munap.parquesnacionales.gov.co/area-protogada/</a>
¿Hay presencia de especies de interés y sea amenazadas, en peligro o algún otro valor? ¿Cuáles?	Si		Secundaria	Documento			
¿Hay cartografía disponible del sector de interés?	Si		Secundaria	Documento	2017	Tercera Comunicación Nacional de Colombia.	<a href="https://wwwf.unicecointer/Submissions/214">https://wwwf.unicecointer/Submissions/214</a>
¿Hay fotografías aéreas disponibles del sector de interés, que permitan evidenciar la erosión costera y sus impactos?	No		NA	NA			
¿Cuántos eventos asociados a erosión costera han ocurrido en los últimos cinco (5) años? ¿Cuáles?	1-3		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano - INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>	Exposición al oleaje		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano - INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de	Mareas		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano - INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales

## FASE 2. CONTEXTO – PERFIL TERRITORIAL

Identificación y clasificación de actores.





## FASE 3. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Identificación y selección de la SBN.

Causas riesgo	Efectos / Impactos	SbN
Exposición al oleaje	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares
Mareas	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares
Construcción de infraestructura turística u Otras obras de amoblamiento urbano y de servicios	Alteración biodiversidad	Conservación y siembra de manglares

SbN	Enfoque	Nivel de complejidad	Costos	Requiere mano de obra calificada	Requiere materiales que se encuentren fuera del área de estudio	Medio de transporte de los materiales de obra requeridos
Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno
Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno
Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno

## 7 Conclusiones

La elaboración del trabajo de grado “Diseño de una metodología multicriterio para la selección y el planteamiento de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocada en erosión costera, como estrategia de adaptación al cambio climático”, que corresponde a una revisión bibliográfica de criterios y metodologías considerados para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para minimizar, mitigar o controlar los efectos generados por la erosión costera, permite concluir que:

La identificación y selección de las SbN, así como los procesos de diseño e implementación de las mismas, requieren un alto involucramiento de las comunidades locales y demás actores en la toma de decisiones, para lograr el nivel de apropiación adecuado y así garantizar los resultados a largo plazo. Esto

incluye, a las autoridades locales, regionales y nacionales, quienes deben tener la voluntad política de considerar este tipo de alternativas.

Por lo anterior, aunque el desarrollo de las fases de alistamiento y de contextualización regional de la metodología propuesta pueden ser complejas por la cantidad de información disponible y de actores a considerar, se espera que la metodología diseñada sea de fácil entendimiento y desarrollo.

De otra parte, la elaboración del trabajo de grado, permite concluir que las Soluciones basadas en la Naturaleza son, cada vez son más consideradas por los tomadores de decisiones para afrontar los posibles impactos generados por la erosión costera. Sin embargo, los vacíos en la normatividad, así como la falta de documentación de proyectos ejecutados en el marco de estas alternativas, continúan siendo factores limitantes de las mismas.

Se puede inferir también, que la implementación de soluciones híbridas (obras grises o blandas junto con Sbn), puede ser una alternativa altamente eficiente, pues las obras grises o blandas permiten atender de forma oportuna el efecto de la erosión costera en un sitio determinado, convirtiéndose en respuestas correctivas y de mitigación, mientras que se llevan a cabo los procesos o ciclos naturales inmersos en opciones como la siembra de vegetación, mangle, o de arrecifes.

## Referencias

- Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (22 de abril de 2023). *Soluciones basadas en la naturaleza para una recuperación resiliente*. (n.d.) Fema.gov.  
<https://www.fema.gov/es/press-release/20230422/nature-based-solutions-resilient-recovery>
- Banco Mundial (mayo de 2024). Guía para la gestión de procesos frente a la erosión costera. Guía para tomadores de decisiones. Bogotá. Banco Mundial.  
<https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentlist?qterm=P179135>
- Building with Nature Indonesia. (2016, July 19). EcoShape - EN; EcoShape.  
<https://www.ecoshape.org/en/pilots/building-with-nature-indonesia/>
- Cala, L. (16 de noviembre de 2023). Consejo Comunitario de Rincón Guapo Loverán acuerda su Plan Integral de Reparación Colectiva. Unidad para las Víctimas.  
<https://www.unidadvictimas.gov.co/es/consejo-comunitario-de-rincon-guapo-loveran-acuerda-su-plan-integral-de-reparacion-colectiva/>
- Carro, I., Seijo, L., Nagy, G. J., Lagos, X., & Gutiérrez, O. (2018). Building capacity on ecosystem-based adaptation strategy to cope with extreme events and sea-level rise on the Uruguayan coast. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 10(4), 504–522.  
<https://doi.org/10.1108/ijccsm-07-2017-0149>
- Chowdhury, M. S. N., Walles, B., Sharifuzzaman, S. M., Shahadat Hossain, M., Ysebaert, T., & Smaal, A. C. (2019). Oyster breakwater reefs promote adjacent mudflat stability and salt marsh growth in a monsoon dominated subtropical coast. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44925-6>
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C. R., Renaud, F. G., Welling, R., & Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environ. Sci. Policy*, 98, 20-29.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>
- Cortinovis, C. & Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land use policy*, 70, 298-312.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.017>
- Cui, M., Ferreira, F., Fung, T. K., & Matos, J. S. (2021). Tale of two cities: How nature-based solutions help create adaptive and resilient urban water management practices in Singapore and Lisbon. *Sustainability*, 13(18), 10427. <https://doi.org/10.3390/su131810427>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2008). Censo General de Población 2018. Ecopetrol S.A. & The Nature Conservancy. (2023) Desafíos Socioambientales.  
<http://apps.skaphe.com:8082/>
- Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., ... & Le Roux, X. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *GAIA- Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243-248. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>
- Empresas de PUEBLO VIEJO: Listado y beneficios para tu negocio. (n.d.). Directorio de Empresas - Directorio de Empresas En Colombia. [https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/localidad\\_puebloviejo](https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/localidad_puebloviejo)
- Gobierno Nacional. (2023). (s/f). Gov.co. ABC del Plan Nacional de Desarrollo 2023 - 2026.  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/abece\\_pnd\\_2022\\_2023.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/abece_pnd_2022_2023.pdf)
- Grajales Quintero, A., Serrano Moya, E. D. y Hahn Von H. C. M. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la Evaluación. *Revista Luna Azul* 36, 285- 306.

- <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1668/1585>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2021). *Soluciones basadas en la Naturaleza para afrontar el cambio climático*. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2021/cap4/404/#seccion1>
- Melo, G. y Pacheco, P. (23 de octubre de 2011). Ecología industrial en el PNN Corales del Rosario.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente) y la Agencia Empresarial de los Países Bajos (RVO). (2017). Plan Maestro de Erosión Costera para Colombia. Bogotá D.C., Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Resumen-PMEC.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente). (2017) Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/guia-tecnica-para-la-ordenacion-y-manejo-integrado-de-la-zona-costera/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente) (05 de junio de 2021). Con apoyo internacional, Colombia lanza proyecto para recuperar y conservar la Ciénaga Grande de Santa Marta . <https://www.minambiente.gov.co/con-apoyo-internacional-colombia-lanza-proyecto-para-recuperar-y-conservar-la-cienaga-grande-de-santa-marta/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente). (2022). Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/guia-para-formulacion-e-implementacion-de-los-planes-integrales-de-gestion-del-cambio-climatico-territoriales-pigcct/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente). (2023). Guía para la Implementación de Medidas de Reducción de Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas : énfasis en ecosistemas marino-costeros. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/07/Guia-ECO-RRD.pdf>
- Nguyen, T. P. (2018). Melaleuca entrapping microsites as a nature based solution to coastal erosion: A pilot study in Kien Giang, Vietnam. *Ocean & Coastal Management*, 155, 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.02.005>
- Nesshover, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Kùlvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O. I., Wilkinson, M. E., & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: an interdisciplinary perspective. *Science of the total environment*, 579, 1215-1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>
- Paredela - Gómez, S. y Ayala, M. (21 de abril de 2023). *En el día de la Tierra, Soluciones basadas en la Naturaleza para proyectos de infraestructura*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://idbinvest.org/es/blog/cambio-climatico/en-el-dia-de-la-tierra-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-para-proyectos-de>
- Pasos, M., & cecmain\_adm. (07 de enero de 2022). *Soluciones basadas en la Naturaleza para hacer frente a inundaciones en ciudades costeras*. Comisión para la Cooperación Ambiental; Commission for Environmental Cooperation. <http://www.cec.org/es/soluciones-basadas-en-la-naturaleza-para-hacer-frente-a-inundaciones-en-ciudades-costeras/>
- Planes y Esquemas de Ordenamiento. (17 de Agosto de 2012). Gov.co. <https://www.corpamag.gov.co/informacion-ambiental/esquemas-de-ordenamiento>
- PRISMA. (n.d.). Prisma-statement.org. <http://www.prismastatement.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Posada, B. O.; D. Morales-G. y W. Henao P. (2011). Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 24, Santa Marta. 112 páginas.
- Posada, P., Blanca Oliva y Henao P., William, (2008). Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No.13, Santa Marta, 200 páginas.

- Reid, W, Mooney H., Cropper A., Capistrano D., Carpenter S., Chopra K., Dasgupta P., Dietz, T. Kumar A., Hassan R., Kasperson R., Leemans R., May R., McMichael T., Pingali P., Samper C., Scholes R., Watson T., Zakri A. ... Zurek, M. (2005) *Evaluación de Ecosistemas del Milenio*. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Reguero, B. G., Beck, M. W., Agostini, V. N., Kramer, P., & Hancock, B. (2018). Coral reefs for coastal protection: A new methodological approach and engineering case study in Grenada. *Journal of Environmental Management*, 210, 146–161. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.024>
- Ricaurte-Villota, C., Coca-Domínguez, O., González, M.E., Bejarano-Espinosa, M., Morales, D.F., Correa-Rojas, C., Briceño-Zuluaga, F., Legarda, G.A. y Arteaga, M.E. (2018). Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en Colombia: enfoque regional para la gestión del riesgo. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” –INVEMAR–. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 33. Santa Marta, Colombia. 268 p.
- SMEC - MABE. (n.d.). Arcgis.com. Retrieved June 24, 2024, from <https://mabe.invemar.hub.arcgis.com/>
- Schneiders, A., Van Daele, T., Van Landuyt, W., & Van Reeth, W. (2012). Biodiversity and ecosystem services: Complementary approaches for ecosystem management? *Ecological Indicators*, 21, 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.021>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2018). Erosión costera en Colombia. [http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32760/ErosionCostera\\_articulo.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32760/ErosionCostera_articulo.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (julio 14 de 2017). *Qué son las Soluciones Basadas en la Naturaleza?* <https://www.iucn.org/es/news/am%C3%A9rica-del-sur/201707/%C2%BFqu%C3%A9-son-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza>
- World Wildlife Fundation, (18 de julio de 2023). *¿En qué consisten las Soluciones basadas en la Naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática?* (n.d.). <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climatica>

## Anexos

### Anexo 1. Revisión bibliográfica

#### 1.1. Building with Nature Indonesia

Título	Autor	Fecha publicación	Link	Lugar de Estudio
Building with Nature Indonesia	Banco Mundial	2017	<a href="https://www.ecoshape.org/en/pilots/building-with-nature-indonesia/">https://www.ecoshape.org/en/pilots/building-with-nature-indonesia/</a>	Distrito de Demak, Java del Norte, Indonesia

Descripción SbN	Nivel tecnificación	Metodología diseño	Metodología implementación	Efectividad	Barreras y desafíos
1. Restauración de manglares 2. Reforestación de zonas costeras 3. Construcción de humedales costeros	Bajo - Moderado	1. Rehabilitación del sistema de protección costera de manglares mediante estructuras permeables. 2. Revitalización de los estanques de acuicultura. 3. Formación de los habitantes locales para la autosuficiencia.	1. Construcción de estructuras permeables a partir de postes y maleza para amortiguar las olas y capturar sedimentos. 2. Revitalización sostenible de 300 hectáreas de estanques acuícolas a lo largo de una costa de 20 km. 3. Reuniones periódicas de grupo a intervalos acordados durante una temporada agrícola completa y se basa en el campo. El principal material de aprendizaje es el sistema agrícola.	Los estudios de campo indican que las pesquerías se están recuperando junto con la recuperación de los manglares en la zona, lo que proporciona una fuente adicional de ingreso.	Los desafíos en Demak enfatizan la necesidad de soluciones holísticas como Construir con la Naturaleza, en combinación con la gestión integrada de los recursos hídricos y las zonas costeras. Por lo tanto, el proyecto aumentará los esfuerzos, incluso a través del desarrollo de capacidades y la capacitación.

## 1.2 Coral reefs for coastal protection: A new methodological approach and engineering case study in Grenada

Título	Autor	Fecha publicación	Link	Lugar de Estudio
Coral reefs for coastal protection: A new methodological approach and engineering case study in Grenada.	Reguero, B. G., Beck, M. W., Agostini, V. N., Kramer, P., & Hancock, B.	2018	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718300240?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718300240?via%3Dihub</a>	Soubise: Bahía de Grenville; Parroquia de Saint Andrew; Granada 61° 37' 9" W, 12° 6' 47" N

Descripción Sbn	Nivel tecnificación	Metodología diseño	Metodología implementación	Efectividad	Barreras y desafíos
Arrecifes de coral	Alto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de cambios históricos en los procesos costeros y el papel potencial que los arrecifes de coral han desempeñado en los impactos costeros en la bahía del Caribe.</li> <li>2. Diseño y prueba de campo de un arrecife artificial.</li> <li>3. Consideración de la estabilidad del sustrato para la colonización de corales y la restauración del hábitat para facilitar el crecimiento de corales y las funciones ecológicas de los arrecifes naturales.</li> <li>4. Enfoque técnico centrado en la evaluación de la estabilidad de la estructura utilizando</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se llevó a cabo una evaluación detallada de la estabilidad del sustrato marino donde se instalaría el arrecife artificial. Esto implicó analizar la capacidad geotécnica del lecho marino para garantizar que pudiera soportar la estructura del arrecife de manera segura.</li> <li>2. Se diseñó el arrecife artificial como un rompeolas sumergido que pudiera resistir un entorno de alta energía. El diseño se basó en principios de ingeniería para garantizar la estabilidad y durabilidad de la estructura. La construcción del arrecife se llevó a cabo utilizando materiales locales y mano de obra comunitaria.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se demostró que el arrecife artificial proporcionó un sustrato estable para la colonización de corales y la restauración de hábitats marinos, lo que contribuyó a la restablecimiento del crecimiento coralino y las funciones ecológicas de los arrecifes naturales.</li> <li>2. El diseño del arrecife artificial demostró ser modular y adaptable a diferentes profundidades y configuraciones del</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limitaciones de recursos: Impacto en la planificación, construcción y mantenimiento del arrecife artificial.</li> <li>2. Resistencia al cambio: Obstáculo para la aceptación del arrecife artificial como solución innovadora.</li> <li>3. Barreras regulatorias: Retraso en la implementación debido a obstáculos burocráticos y legales.</li> </ol>

<p>datos locales, análisis estructural y capacidad geotécnica del lecho marino.</p> <p>5. Enfoque centrado en la comunidad para promover la participación local y la propiedad del proyecto, manteniendo los beneficios financieros dentro de la comunidad.</p> <p>6. Consideración de la mejora del hábitat y las funciones ecológicas del arrecife natural, con un diseño que fomente el crecimiento de corales y la biodiversidad marina.</p> <p>7. Exploración de técnicas para acelerar el reclutamiento biológico en las estructuras artificiales, incluido el uso de viveros de corales para la restauración activa de la comunidad de arrecifes.</p>	<p>3. Monitoreo y evaluación: Una vez instalado el arrecife artificial, se estableció un programa de monitoreo para evaluar su desempeño a lo largo del tiempo. Esto incluyó la observación de la colonización de corales y otras formas de vida marina en la estructura, así como la evaluación de su efectividad en la reducción de la erosión costera y la protección contra las olas.</p> <p>4. Participación comunitaria: Se promovió la participación activa de la comunidad local en todas las etapas de implementación del arrecife artificial. Esto incluyó la capacitación de la mano de obra local para la construcción y el monitoreo del arrecife, así como la promoción de la propiedad y el cuidado continuo de la estructura por parte de la comunidad.</p>	<p>lecho marino, lo que permitió su implementación en una variedad de entornos marinos.</p> <p>3. La estructura del arrecife artificial mostró tener suficiente porosidad para mejorar el hábitat marino, promoviendo la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas costeros.</p> <p>4. Se demostró que el arrecife artificial era una solución de ingeniería costo-efectiva, que podía ser instalada utilizando mano de obra local a un costo menor y con mayores beneficios ecosistémicos en comparación con infraestructuras grises tradicionales como muros de contención y rompeolas convencionales.</p>	<p>4. Falta de conocimiento técnico: Dificultad en la implementación exitosa del proyecto.</p> <p>5. Cambio climático y eventos extremos: Incertidumbre en la evaluación de la efectividad a largo plazo del arrecife artificial</p>
--	---	--	--

**1.3 Building capacity on ecosystem-based adaptation strategy to cope with extreme events and sea-level rise on the Uruguayan coast**

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha publicación</b>	<b>Link</b>	<b>Lugar de Estudio</b>
Building capacity on ecosystem-based adaptation strategy to cope with extreme events and sea-level rise on the Uruguayan coast	Inti Carro, Leonardo Seijo, Gustavo J. Nagy, Ximena Lagos and Ofelia Gutiérrez	2018	<a href="https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCCSM-07-2017-0149/full/pdf?title=building-capacity-on-ecosystem-based-adaptation-strategy-to-cope-with-extreme-events-and-sea-level-rise-on-the-uruguayan-coast">https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCCSM-07-2017-0149/full/pdf?title=building-capacity-on-ecosystem-based-adaptation-strategy-to-cope-with-extreme-events-and-sea-level-rise-on-the-uruguayan-coast</a>	Montevideo, Uruguay. 56°11' O; 34°54' S

<b>Descripción Sbn</b>	<b>Nivel tecnificación</b>	<b>Metodología diseño</b>	<b>Metodología implementación</b>	<b>Efectividad</b>	<b>Barreras y desafíos</b>
1. Restauración de la vegetación costera 2. Estabilización de las dunas a través de técnicas de manejo y restauración del suelo	Bajo - Moderado	1. Evaluación de la dinámica geomorfológica de las áreas costeras de interés. 2. Implementación de medidas de restauración ambiental específicas para abordar las vulnerabilidades identificadas. 3. Monitoreo continuo de los cambios en los ecosistemas costeros para evaluar la efectividad de las soluciones implementadas.	1. Identificación de las áreas costeras vulnerables y prioritarias para la implementación de medidas de restauración ambiental. 2. Diseño detallado de las acciones específicas a implementar, como la restauración de la vegetación, la estabilización de las dunas y la implementación de medidas de adaptación al cambio climático. 3. Establecimiento de alianzas y colaboraciones con actores locales, como comunidades,	1. Incremento en la resiliencia de los sistemas socio ecológicos frente a los impactos del cambio climático y otros factores de estrés ambiental. 2. Fortalecimiento del comportamiento socio institucional y de la estructura de gestión en las áreas costeras. 3. Mejora en la sostenibilidad de las acciones de	1. Falta de recursos económicos suficientes. 2. Falta de capacitación y experiencia en la planificación e implementación de Sbn. 3. Falta de una coordinación efectiva entre diferentes actores y entidades involucradas en la gestión costera.

<p>4. Involucramiento de la comunidad local en el proceso de conservación y restauración de los ecosistemas costeros.</p> <p>5. Evaluación de la vulnerabilidad costera al cambio climático y diseño de estrategias de adaptación basadas en la naturaleza.</p> <p>6. Desarrollo de acciones concretas para proteger y restaurar los ecosistemas costeros, como la restauración de la vegetación y la estabilización de las dunas. Implementación de medidas de monitoreo y seguimiento para evaluar el impacto de las acciones de restauración y adaptarlas según sea necesario</p>	<p>autoridades municipales y organizaciones de la sociedad civil, para garantizar la participación y el apoyo en la implementación de las soluciones.</p> <p>4. Asignación de recursos financieros, técnicos y humanos necesarios para llevar a cabo las acciones de restauración ambiental de manera efectiva.</p> <p>5. Monitoreo continuo de los resultados y el impacto de las medidas implementadas, con el fin de evaluar su efectividad y realizar ajustes según sea necesario.</p> <p>6. Evaluación periódica de la resiliencia de los ecosistemas costeros y de la comunidad local frente a los impactos del cambio climático, con el objetivo de mejorar continuamente las estrategias de adaptación y restauración ambiental</p>	<p>restauración ambiental y adaptación al cambio climático.</p> <p>4. Capacitación del personal municipal y de los actores locales involucrados en la implementación de las SbN.</p> <p>5. Intercambio de conocimientos con tomadores de decisiones a nivel nacional y científicos. Incorporación de enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (EbA) por parte de gobiernos costeros a nivel subnacional.</p> <p>6. Innovaciones en la estructura institucional de la gestión costera a nivel local</p>	<p>4. Garantizar una participación significativa de las comunidades locales en el diseño y ejecución de las SbN.</p> <p>5. Aspectos legales y normativos. La necesidad de monitorear y evaluar continuamente el impacto de las SbN en la resiliencia de los ecosistemas costeros puede ser un desafío en términos de recursos y capacidad técnica.</p>
--	---	--	--

**1.4 Melaleuca entrapping microsities as a nature-based solution to coastal erosion: A pilot study in Kien Giang, Vietnam**

Título	Autor	Fecha publicación	Link	Lugar de Estudio
Melaleuca entrapping microsities as a nature-based solution to coastal erosion: A pilot study in Kien Giang, Vietnam	Nguyen, T. P.	2018	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569117303769">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569117303769</a>	Distrito de Hon Dat, Provincia de Kien Giang, Región de Vam Ray, Vietnam. 104°48'08.11" E; 10°11'52.23" N

Descripción Sbn	Nivel tecnificación	Metodología diseño	Metodología implementación	Efectividad	Barreras y desafíos
Uso de microsities atrapantes de Melaleuca	Bajo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La comunidad de Vam Ray y el autor como asesor técnico participaron en la imitación de microsities naturales atrapantes que podrían ayudar a atrapar semillas o propágulos para la regeneración o el rebrote natural en diciembre de 2008.</li> <li>2. En marzo de 2009 se construyeron microsities atrapantes como tratamiento de prueba. El tratamiento de prueba tiene un área total de 10 m × 15 m. El tratamiento de prueba se ubicó fuera del área piloto del proyecto de la cerca de Melaleuca de</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A principios de agosto de 2009 se erigieron postes de Melaleuca de un metro de largo pintados con tiras de 05 cm entre los microsities para medir la acumulación de lodo.</li> <li>2. Entre septiembre de 2009 y mayo de 2011, se seleccionó a un líder comunitario para que observara regularmente el estado de los microsities atrapantes de Melaleuca a diario y registrara los niveles de acumulación de lodo marino mensualmente.</li> <li>3. La observación y el registro regulares se</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La implementación de los microsities atrapantes de Melaleuca en el estudio de control de la erosión costera en la región de Vam Ray, Kien Giang, Vietnam, demostró ser efectiva en la acumulación de sedimentos finos y en la promoción de la regeneración natural de especies locales de manglares.</li> <li>2. Se observó que los microsities</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo de las soluciones actuales.</li> <li>2. Impacto negativo de estructuras costeras duras.</li> <li>3. Disponibilidad de financiamiento.</li> </ol>

- 
- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p>2009 que fue implementado y monitoreado por DARD, el Proyecto de Conservación y Desarrollo de la Reserva de Biosfera de Kien Giang (un proyecto financiado por el Programa de Ayuda Australiana, AusAID e implementado por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (CDBRP)), y la comunidad de Vam Ray.</p> <p>3. Los tratamientos 8 y 9 del área piloto del proyecto de cercado de Melaleuca de 2009 fueron seleccionados como Tratamientos Control C y B respectivamente para la comparación debido a que estos tratamientos compartían con el Tratamiento de Prueba las mismas condiciones topográficas y fragmentadas. La selección de dos tratamientos de control se llevó a cabo en consulta con DARD y la comunidad de Vam Ray en septiembre de 2009.</p> | <p>complementaron con frecuentes fotos del sitio tomadas por el autor durante las excursiones semanales al sitio.</p> <p>4. El monitoreo de la comunidad de Vam Ray se detuvo cuando el asesor técnico dejó Vam Ray en mayo de 2011.</p> <p>5. Para iniciar la construcción de los micrositios de Melaleuca atrapantes, dos miembros de la comunidad de Vam Ray se ofrecieron como voluntarios para recolectar manualmente pequeños palitos de Melaleuca desechados. Los pequeños palitos de Melaleuca desechados, después de ser recolectados, se colocaron horizontalmente sobre la superficie del sitio para construir una capa de aproximadamente 50 cm de espesor.</p> | <p>atrapantes construidos con palitos de Melaleuca descartados lograron acumular una alta cantidad de sedimentos finos y favorecieron el crecimiento robusto de las especies locales de manglares después de aproximadamente dos años.</p> <p>3. Estos resultados indican que los micrositios atrapantes de Melaleuca fueron eficaces y eficientes en su función, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y trabajos en la zona.</p> |
|---|---|--|

**1.5 Oyster breakwater reefs promote adjacent mudflat stability and salt marsh growth in a monsoon dominated subtropical coast**

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha publicación</b>	<b>Link</b>	<b>Lugar de Estudio</b>
Oyster breakwater reefs promote adjacent mudflat stability and salt marsh growth in a monsoon dominated subtropical coast	Chowdhury, M. S. N., Walles, B., Sharifuzzaman, S. M., Shahadat Hossain, M., Ysebaert, T., & Smaal, A. C	2019	10.1038/s41598-019-44925-6	Isla de Kutubdia, Bazar de Cox, Bangladesh. 91°51'30"E, 21°49'00"N.

<b>Descripción Sbn</b>	<b>Nivel tecnificación</b>	<b>Metodología diseño</b>	<b>Metodología implementación</b>	<b>Efectividad</b>	<b>Barreras y desafíos</b>
Arrecifes de ostras	Bajo	<ol style="list-style-type: none"> <li>Incluyó la realización de un experimento de campo en la isla Kutubdia, donde se colocaron arrecifes de ostras para recopilar datos sobre su impacto en la estabilidad de los fangos y el crecimiento de los humedales de sal.</li> <li>Se realizaron mediciones de elevación en una cuadrícula de 1 m por 1 m que cubría toda el área de estudio antes y después de la construcción de los arrecifes.</li> <li>Se llevaron a cabo encuestas de elevación al final de cada estación para observar la dinámica estacional de los sedimentos. Además, se utilizaron modelos digitales de</li> </ol>	Los arrecifes de ostras se desplegaron en un fangoso intermareal en la isla Kutubdia, en la costa sureste de Bangladesh, y se recopilaron datos sobre la disipación de energía de las olas, cambios en el perfil costero, patrones de erosión-acreción y movimiento lateral de los humedales de sal.	Se observó que los arrecifes de ostras disiparon la energía de las olas, actuaron como rompeolas y redujeron la erosión en un 54% en comparación con los sitios de control. Además, se registró una acumulación de sedimentos arcillosos de hasta 29 cm en el lado resguardado de los arrecifes. Estos resultados indican que los arrecifes de ostras pueden ser una solución efectiva y sostenible para	<ol style="list-style-type: none"> <li>La variabilidad de las condiciones ambientales, como las olas y mareas, puede afectar la eficacia de los arrecifes de ostras en la disipación de energía de las olas y la estabilización de los sedimentos.</li> <li>Es importante considerar la interacción de los arrecifes de ostras con las comunidades locales, incluyendo posibles impactos en la pesca, la navegación y otras actividades humanas.</li> </ol>

---

elevación para analizar los cambios en la topografía costera.

proteger las costas subtropicales, al tiempo que promueven la expansión de los humedales de sal y estabilizan los sedimentos.

3. Se requiere evaluar la sostenibilidad a largo plazo de los arrecifes de ostras como medida de protección costera, incluyendo su capacidad para mantenerse y seguir proporcionando beneficios ecológicos.
4. Los aspectos socioeconómicos, como la viabilidad económica de mantener y expandir los arrecifes de ostras, deben ser considerados para garantizar la aceptación y continuidad de esta solución.
5. La capacidad de escalar la implementación de arrecifes de ostras a nivel regional o nacional puede ser un desafío logístico y financiero que requiere planificación y coordinación adecuadas

### 1.6 Tale of Two Cities: How Nature-Based Solutions Help Create Adaptive and Resilient Urban Water Management Practices in Singapore and Lisbon

Título	Autor	Fecha publicación	Link	Lugar de Estudio
Tale of Two Cities: How Nature-Based Solutions Help Create Adaptive and Resilient Urban Water Management Practices in Singapore and Lisbon	Cui, M., Ferreira, F., Fung, T. K., & Matos, J. S.	2021	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10427">https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10427</a>	Pulau Tekong, Pulau Ubin, North-Eastern Islands, Singapur. 104°03'21"E, 1°24'29"N

Descripción Sbn	Nivel tecnificación	Metodología diseño	Metodología implementación	Efectividad	Barreras y desafíos
<ol style="list-style-type: none"> <li>Restauración de manglares</li> <li>Proyectos colaborativos restauración costera</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Bajo</li> <li>Medio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Investigación interdisciplinaria para evaluar el estado y la salud de los ecosistemas costeros en Singapur, así como para cuantificar los beneficios económicos y sociales derivados de las Sbn, como el control de inundaciones y la reducción del efecto isla de calor .</li> <li>Establecimiento de un centro de investigación especializado.</li> <li>Proyectos colaborativos y multi-stakeholder: Protección y</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Singapur ha desarrollado un enfoque integral y a largo plazo para la gestión de sus recursos hídricos y la protección costera, combinando tecnología y soluciones basadas en la naturaleza para garantizar la sostenibilidad a largo plazo .</li> <li>La implementación de Sbn para la protección costera en Singapur incluye la inversión en infraestructura verde y azul, como la restauración de manglares y la creación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La implementación de Sbn, como la restauración de manglares y la creación de barreras naturales, ha contribuido a reducir el riesgo de inundaciones costeras al actuar como amortiguadores naturales que absorben la energía de las olas y protegen la línea costera .</li> <li>Mejora de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La falta de financiamiento adecuado puede ser un obstáculo para la implementación de Sbn, ya que algunas soluciones pueden requerir inversiones iniciales significativas.</li> <li>La adopción de enfoques basados en la naturaleza puede enfrentar resistencia por parte de actores tradicionales que prefieren soluciones convencionales de ingeniería.</li> </ol>

<p>Restauración Costera de la Biodiversidad de Manglares en Pulau Tekong y la Iniciativa Restaurar los Manglares de Ubin (R.U.M), que involucran a múltiples partes interesadas en la restauración de manglares y la protección costera.</p> <p>4. Se hace hincapié en la importancia de cuantificar los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, conocidos como "servicios ecosistémicos", incluyendo el control de inundaciones y la reducción del efecto isla de calor, para resaltar la importancia de las SbN en Singapur.</p>	<p>de barreras naturales, para fortalecer las defensas costeras y mitigar los efectos del cambio climático .</p> <p>3. Singapur ha llevado a cabo proyectos específicos de restauración y protección costera, como la restauración de manglares en Pulau Tekong y Pulau Ubin, así como la implementación de soluciones colaborativas para proteger y restaurar los ecosistemas costeros</p> <p>4. La implementación de SbN para abordar la erosión costera en Singapur se centra en fortalecer la resiliencia de las áreas costeras frente a los impactos del aumento del nivel del mar y los eventos climáticos extremos, a través de la restauración de ecosistemas costeros y la creación de barreras naturales.</p>	<p>3. La combinación de enfoques de ingeniería y soluciones basadas en la naturaleza ha fortalecido la resiliencia de las áreas costeras de Singapur frente a los impactos del aumento del nivel del mar y los eventos climáticos extremos, proporcionando una protección efectiva contra la erosión y las inundaciones .</p> <p>4. La participación activa de las comunidades locales en la implementación de SbN ha contribuido a aumentar la conciencia ambiental, fomentar la colaboración entre diferentes partes interesadas y promover la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos de protección costeras</p>	<p>3. La implementación de SbN puede ser compleja debido a la necesidad de considerar múltiples factores, como la biodiversidad, la conectividad ecológica y la participación comunitaria.</p> <p>4. La falta de conocimiento especializado y capacitación en SbN puede limitar su adopción y aplicación efectiva.</p> <p>5. a implementación exitosa de SbN requiere una coordinación efectiva entre diferentes sectores y actores, lo cual puede ser un desafío en entornos urbanos complejo.</p>
---	---	---	---

## Anexo 2. Plantilla metodología propuesta

### COMPONENTES

La metodología planteada, considera la opción de seleccionar la respuesta para las preguntas orientadoras relacionadas con la causas e impactos de la erosión costera y para las celdas denominadas Selección, Fuente y Método para el diligenciamiento de las tablas presentadas en el Anexo 2. El listado de dichas opciones se presenta en el numeral 2.1.1. Lista selección causas y efectos erosión costera y en el numeral 2.4. Listas selección diligenciamiento casillas Selección, Fuente y Método, respectivamente.

#### 2.1 Compilación información componente biofísico.

Preguntas orientadoras	Respuesta			Origen información			
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Qué ecosistemas son vulnerables a la erosión costera?							
¿Cuáles son las coberturas vegetales presentes y cuál es su nivel de fragmentación?							
¿El área o lugar afectado por la erosión costera hace parte de alguna área protegida, ya sea de orden local, regional o nacional? ¿Cuál?							
¿Hay presencia de especies de interés ya sea amenazadas, en peligro o algún otro valor? ¿Cuáles?							
¿Hay cartografía disponible del sector de interés?							
¿Hay fotografías aéreas disponibles del sector de interés, que permitan evidenciar la erosión costera y sus impactos?							
¿Cuántos eventos asociados a erosión costera han ocurrido en los últimos cinco (5) años? ¿Cuáles?							
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>							

Preguntas orientadoras	Respuesta			Origen información			
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen antrópico? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Se han implementado medidas para mitigar o controlar los efectos de la erosión costera? ¿Cuáles?							
¿Qué beneficios han generado esas medidas en los ecosistemas?							
¿Qué aspectos negativos han generado esas medidas en los ecosistemas?							
¿Qué figuras de ordenamiento existen y cómo es el sistema de administración local?							
¿Se cuenta con herramientas de gestión como Plan de Ordenamiento Territorial y/o Estudios de Riesgo? ¿Cuáles?							
¿Qué amenazas se han identificado en el lugar de estudio?							
¿Es posible adelantar acciones de reforestación?							
¿Es prioritario llevar a cabo acciones de reforestación?							
¿La recuperación del manglar o bosque se puede dar de manera natural si son eliminados los factores de disturbio del ecosistema?							

**2.1.1. Lista selección causas y efectos erosión costera**

	Causas riesgo		Efectos / Impactos
	Fuentes naturales	Fuentes antrópicas	
Escorrentía de un cuerpo de agua natural	Relleno de tierras litorales		Aumento sedimentación
Aguas de infiltración	Represamiento de ríos		Cambios en las características de la playa y la costa
Diapirismo de lodos	Sistemas de irrigación		Alteración biodiversidad
Fallas geológicas	Dragado de Sedimentos		Deformación del terreno
Sismos	Dragado de canales para navegación o control de inundaciones		Fractura de ecosistemas
Subsidencia	Escorrentía de origen antrópico		Aumento del riesgo de inundación
Tsunamis	Extracción de agregados de acantilados para construcción		Pérdida de hábitats naturales
Licuefacción de suelo	Extracción de arena rellenos de playas		Alteración del flujo de sedimentos
Exposición al oleaje	Relleno de playas		Cambios en la estabilidad del suelo
Mareas	Colonización /Destrucción del manglar		Debilitamiento del sustrato
Corrientes litorales	Deforestación		
Fenómeno del Niño	Minería		
Precipitación / Régimen fluvial	Extensión de áreas portuarias		
Aumento del nivel medio del mar	Construcción de infraestructura turística u Otras obras de amoblamiento urbano y de servicios		
Bioerosión	Apertura y desvío de canales		
NA	Construcción de represas		
	Cambios en el uso del suelo		
	Estructuras de protección: Defensas duras perpendiculares o paralelas a la línea de costa		
	NA		

**2.2 Compilación información componente socio ecosistémico.**

Preguntas orientadoras	Respuesta		Fuente	Origen información			
	Selección	Abierta		Método	Fecha	Título	Link
¿Qué comunidades habitan el territorio ?							
¿Cómo es su relación con los ecosistemas y sus servicios?							
¿Cómo se encuentran organizadas las comunidades locales?							
¿Cuáles son las prácticas reconocidas de importancia cultural?							
¿Cuáles son o han sido los impactos de la erosión costera del área de estudio en las comunidades locales?							
¿Se han implementado medidas para mitigar o controlar los efectos de la erosión costera? ¿Cuáles?							
¿Qué beneficios han generado esas medidas en las comunidades locales?							
¿Qué aspectos negativos han generado esas medidas en las comunidades locales?							
¿Las medidas implementadas han generado conflicto con las tradiciones de las comunidades locales? ¿Cuáles?							
¿Las medidas a implementar pueden generar conflicto con las tradiciones de las comunidades locales? ¿Cuáles?							
¿Cuál es la densidad poblacional del área de estudio?							
¿ Qué cantidad de familias hay con personas en condiciones de discapacidad física o intelectual?							
¿Cuál es el grado de escolaridad máximo de las familias?							
¿Cuál es la tipología de las viviendas?							
¿ Qué estructuras vitales se ubican en el área de estudio?							
¿Cuál es el ingreso promedio de recursos mensuales de las familias?							
¿Cuáles son las actividades productivas predominantes en el área de intervención?							
¿Cómo es la tenencia de la tierra ?							
¿Cuál es la extensión promedio de la tierra?							
¿Cómo se encuentra la institucionalidad y la asociatividad?							
¿ Se cuenta con instrumentos para la prevención del riesgo que abarque la zona de estudio? ¿Cuáles?							

**2.3 Compilación información componente económico.**

Preguntas orientadoras	Respuesta		Fuente	Origen información			
	Selección	Abierta		Método	Fecha	Título	Link
¿Existe mano de obra local que pueda ser empleada en la implementación de la medida?							
¿Qué tipo de materiales pétreos para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales cerámicos para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales aglutinantes para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales compuestos para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales metálicos para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales plásticos para obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Qué tipo de materiales de obra se consiguen en el área de estudio?							
¿Cuáles son los principales medios de transporte para materiales de obra que no se encuentren en la zona de estudio?							
¿Qué oportunidades económicas se identifican como incentivos, bonos, productos o negocios verdes, entre otras?							
¿Existen organizaciones o entidades interesadas en contribuir con recursos económicos en el diseño e implementación de la SbN para la erosión costera? ¿Cuáles?							

**2.4 Listas selección diligenciamiento casillas Selección, Fuente y Método.**

Si	Si						
No	No						
No sabe	NA						
<b>Eventos</b>	1-3	4-6	Más de 6				
<b>Fuente de información</b>	Primaria Taller Entrevista Encuesta NA	Secundaria Documento	Ambas	NA			
<b>Impacto comunidades</b>	Vidas humanas Infraestructura vial Infraestructura turística Bienes de procesos productivos Bienes de interés público Otros, ¿cuál? Ninguno	<b>Escolaridad</b>	Ninguna Primaria Secundaria Universitaria Especialización Maestría Doctorado	<b>Estructuras vitales</b>	Hospitales Escuelas Ancianatos Otros, ¿cuál? Ninguna	<b>Medios de transporte</b>	Mulas Caballos Lanchas Carros o Camionetas Avión Otros, ¿cuál?
<b>Materiales de obra</b>							
<b>Pétreos</b>	<b>Cerámicos</b>	<b>Aglutinantes</b>	<b>Compuestos</b>	<b>Metálicos</b>	<b>Plásticos</b>	<b>Otros</b>	
Granito	Ladrillos	Cemento	Hormigón	Acero	PVC	Tela	
Mármol	Bloques de cemento	Yeso	Mezclas asfaltadas	Aluminio	Poliuretano	Arcilla	
Piedra caliza	Vidrio	Otros, ¿cuál?	Otros, ¿cuál?	Zinc	Poliestireno	Madera	
Pizarra	Otros, ¿cuál?	Ninguno	Ninguno	Otros, ¿cuál?	Otros, ¿cuál?	Otros, ¿cuál?	
Arena	Ninguno	Todos	Todos	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Otros, ¿cuál?	Todos			Todos	Todos		
Ninguno							
Todos							

**ACTORES**

La metodología planteada, considera la opción de seleccionar los Actores y sus características de las presentadas en el numeral 2.6. Listas selección diligenciamiento tabla Actores.

**2.5 Compilación información actores**

Actor	Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores
-------	------	-------------------	------------	---------------------	--------------------	------------------------------

**2.6 Listas selección diligenciamiento tabla Actores**

Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Interés en el tema	Influencia con otros actores
Público	Local	Directa	Bajo	Baja
Privado	Municipal	Indirecta	Alto	Alta
Mixta	Departamental			
	Regional			
	Nacional			
	Internacional			

Actor	Descripción del Rol	Actor	Descripción del Rol
Ministerio	Genera lineamientos de política pública	Organizaciones ciudadanas y población en general.	Son un interlocutor válido que aporte: información primaria de la caracterización del territorio, e iniciativas desde un enfoque que incluya la diversidad presente en el territorio (género, edad, etnicidad, o condiciones diferenciales), valide las propuestas y apoye la

Actor	Descripción del Rol	Actor	Descripción del Rol
			implementación y seguimiento de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM	Genera información base oficial	Territorios indígenas y consejos comunitarios	Genera lineamientos de política pública
Institutos de Investigación (Ej. Humboldt IAvH, Invemar, SINCHI, IIAP)	Genera información base para la toma de decisiones	Organizaciones no gubernamentales	Genera información base oficial
Autoridades ambientales	Define medidas y acciones de adaptación y de mitigación	Sectores productivos/ Agremiaciones	Genera información base para la toma de decisiones
Gobernación	Genera lineamientos de ordenamiento del territorio	Universidad	Define medidas y acciones de adaptación y de mitigación
Departamento Nacional de Planeación -DNP	Lidera y orienta la formulación del plan nacional de desarrollo y la programación y seguimiento de los recursos de inversión dirigidos al logro de los objetivos de mediano y largo plazo, orienta, formula, monitorea, evalúa y hace seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos para el desarrollo económico, social y ambiental del país.	Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA	Genera lineamientos de ordenamiento del territorio
Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD	Dirige y coordina el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) hace seguimiento a su funcionamiento y efectúa orientaciones para su mejora en los niveles nacional y territorial.	Comités técnicos interinstitucionales de educación ambiental	Lidera y orienta la formulación del plan nacional de desarrollo y la programación y seguimiento de los recursos de inversión dirigidos al logro de los objetivos de mediano y largo plazo, orienta, formula, monitorea, evalúa y hace seguimiento a las políticas, planes, programas y

Actor	Descripción del Rol	Actor	Descripción del Rol
Consejos departamentales, distritales y municipales para la gestión de riesgo de desastres	Instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la gestión del riesgo en la entidad territorial que a cada uno le corresponde.	Empresas consultoras	proyectos para el desarrollo económico, social y ambiental del país. Dirige y coordina el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) hace seguimiento a su funcionamiento y efectúa orientaciones para su mejora en los niveles nacional y territorial.
Consejo territorial de planeación	Tiene funciones respecto al plan de desarrollo territorial y a los planes de ordenamiento territorial (POT), en las fases de formulación y el posterior seguimiento y evaluación de las metas de continuidad e indicadores, además de ser un actor estratégico, en tanto representa a la sociedad civil en procesos como el sistema distrital de presupuesto participativo y sistema distrital de participación, entre otros.	Pequeñas, Medianas o Grandes Empresas	Instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la gestión del riesgo en la entidad territorial que a cada uno le corresponde.
Alcaldía	Toma de decisiones locales	Actores Locales. (Ej.: Asociaciones de mujeres, comunidades campesinas, Líderes y lideresas comunitarias en municipios costeros, Veedurías ciudadanas en infraestructura, ambiental, educación, etc.,	Tiene funciones respecto al plan de desarrollo territorial y a los planes de ordenamiento territorial (POT), en las fases de formulación y el posterior seguimiento y evaluación de las metas de continuidad e indicadores, además de ser un actor estratégico, en tanto

<b>Actor</b>	<b>Descripción del Rol</b>	<b>Actor</b>	<b>Descripción del Rol</b>
Nodos regionales de cambio climático	Promueven acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y fortalecen los canales de comunicación entre las instancias del Sisclima y los actores sectoriales y territoriales pertenecientes a cada nodo regional de cambio climático. (Decreto 298 del 2016)	Asociaciones/cooperaciones de pescadores, comercializadores, servicios turísticos y logística, transporte, productores) Cooperación internacional	representa a la sociedad civil en procesos como el sistema distrital de presupuesto participativo y sistema distrital de participación, entre otros. Promueven acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y fortalecen los canales de comunicación entre las instancias del Sisclima y los actores sectoriales y territoriales pertenecientes a cada nodo regional de cambio climático. (Decreto 298 del 2016)
Mesas agroclimáticas	Integran actores del sector agropecuario a nivel local para informar, especialmente a los pequeños productores, sobre los cambios esperados en el clima de su región; cómo estos pueden afectar sus cultivos y qué pueden hacer para reducir los impactos negativos.	Otro, ¿cuál?	

**Anexo 3. Soluciones basadas en la Naturaleza para erosión costera causada por factores naturales**

<b>Causas</b>	<b>Efectos / Impactos</b>	<b>SbN</b>
Escorrentía de un cuerpo de agua natural	Aumento sedimentación	Drenaje de acantilados
	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa) Alteración biodiversidad	Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
Aguas de infiltración	Aumento sedimentación	Drenaje de acantilados Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
Diapirismo de lodos	Deformación del terreno	Drenaje de acantilados Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
Fallas geológicas	Deformación del terreno	Drenaje de acantilados Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
Sismos	Deformación del terreno	Drenaje de acantilados
	Fractura de ecosistemas	Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
Subsidencia	Aumento del riesgo de inundación	Drenaje de acantilados Anclaje de rocas
	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Bypass de arena
Tsunamis	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados

Causas	Efectos / Impactos	SbN
	Pérdida de hábitats naturales	Anclaje de rocas Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Licuefacción de suelo	Deformación del terreno Cambios en la estabilidad del suelo	Drenaje de acantilados Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados
Exposición al oleaje	Alteración del flujo de sedimentos  Pérdida de hábitats naturales  Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Mareas	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados

Causas	Efectos / Impactos	SbN
Pérdida de hábitats naturales	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Corrientes litorales	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Pérdida de hábitats naturales	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Perfilamiento de taludes
Fenómeno del Niño	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes

Causas	Efectos / Impactos	SbN
Pérdida de hábitats naturales	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Protección de la base de los acantilados Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Precipitación / Régimen fluvial	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Aumento del nivel medio del mar	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados

Causas	Efectos / Impactos	SbN
Pérdida de hábitats naturales	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Bypass de arena Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Bioerosión	Debilitamiento del sustrato Alteración biodiversidad Alteración biodiversidad	Arrecifes artificiales Arrecifes artificiales Creación de áreas protegidas o corredores biológicos Conservación y siembra de manglares Arrecifes artificiales Plantación o estabilización de vegetación

**Anexo 4. Soluciones basadas en la Naturaleza para erosión costera causada por factores antrópicos**

<b>Causas</b>	<b>Efectos / Impactos</b>	<b>SbN</b>
Relleno de tierras litorales	Alteración biodiversidad	Creación de áreas protegidas o corredores biológicos Conservación y siembra de manglares
Represamiento de ríos	Alteración del flujo de sedimentos	Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Bypass de arena
	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas
Sistemas de irrigación	Alteración del flujo de sedimentos	Protección de la base de los acantilados Bypass de arena
	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación
	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)	Drenaje de playas Perfilamiento de taludes Protección de la base de los acantilados Anclaje de rocas Cercas en madera semipermeables Relleno de playas Regeneración de dunas Regeneración de playas

Causas	Efectos / Impactos	SbN
Dragado de Sedimentos	<p>Alteración del flujo de sedimentos</p> <p>Pérdida de hábitats naturales</p> <p>Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)</p>	<p>Protección de la base de los acantilados</p> <p>Bypass de arena</p> <p>Conservación y siembra de manglares</p> <p>Plantación o estabilización de vegetación</p> <p>Drenaje de playas</p> <p>Perfilamiento de taludes</p> <p>Protección de la base de los acantilados</p> <p>Anclaje de rocas</p> <p>Cercas en madera semipermeables</p> <p>Relleno de playas</p> <p>Regeneración de dunas</p> <p>Regeneración de playas</p>
Dragado de canales para navegación o control de inundaciones	<p>Alteración del flujo de sedimentos</p> <p>Pérdida de hábitats naturales</p> <p>Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)</p>	<p>Protección de la base de los acantilados</p> <p>Bypass de arena</p> <p>Conservación y siembra de manglares</p> <p>Plantación o estabilización de vegetación</p> <p>Drenaje de playas</p> <p>Perfilamiento de taludes</p> <p>Protección de la base de los acantilados</p> <p>Anclaje de rocas</p> <p>Cercas en madera semipermeables</p> <p>Relleno de playas</p> <p>Regeneración de dunas</p> <p>Regeneración de playas</p>
Escorrentía de origen antrópico	<p>Aumento sedimentación</p> <p>Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa)</p> <p>Alteración biodiversidad</p>	<p>Drenaje de acantilados</p> <p>Conservación y siembra de manglares</p>

Causas	Efectos / Impactos	SbN
		Plantación o estabilización de vegetación
Extracción de agregados de acantilados para construcción	Alteración del flujo de sedimentos	Protección de la base de los acantilados Bypass de arena
Extracción de arena rellenos de playas	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa) Alteración del flujo de sedimentos	Regeneración de playas Bypass de arena
Relleno de playas	Cambios en las características de la playa y la costa (línea de costa) Alteración del flujo de sedimentos Alteración biodiversidad	Regeneración de playas Bypass de arena Conservación y siembra de manglares Plantación o estabilización de vegetación Arrecifes artificiales
Colonización /Destrucción del manglar	Alteración biodiversidad	Conservación y siembra de manglares Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Deforestación	Alteración biodiversidad	Plantación o estabilización de vegetación Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Minería	Alteración biodiversidad	Plantación o estabilización de vegetación Arrecifes artificiales Conservación y siembra de manglares Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Extensión de áreas portuarias	Alteración biodiversidad	Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Construcción de infraestructura turística u Otras obras de amoblamiento urbano y de servicios	Alteración biodiversidad	Creación de áreas protegidas o corredores biológicos Plantación o estabilización de vegetación Conservación y siembra de manglares
Apertura y desvío de canales	Alteración del flujo de sedimentos Alteración biodiversidad	Bypass de arena Conservación y siembra de manglares

Causas	Efectos / Impactos	SbN
Construcción de represas	Alteración del flujo de sedimentos Alteración biodiversidad	Bypass de arena Conservación y siembra de manglares
Cambios en el uso del suelo	Alteración biodiversidad	Creación de áreas protegidas o corredores biológicos
Estructuras de protección	Alteración del flujo de sedimentos Alteración biodiversidad	Bypass de arena Conservación y siembra de manglares Arrecifes artificiales Plantación o estabilización de vegetación

## Anexo 5. Aplicación metodología propuesta en caso de estudio

### 5.1 Compilación información componente biofísico.

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Qué ecosistemas son vulnerables a la erosión costera?		Manglares y ciénaga	Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son las coberturas vegetales presentes y cuál es su nivel de fragmentación?		<p><b>Sur:</b> bosques densos sempervirentes de manglares; reductos de bosque denso sempervirentes ombrófilo de pantanos</p> <p><b>Cuerpos de agua y orillas:</b> graminoide alta; herbácea baja</p> <p><b>Periferia:</b> bosques densos sempervirentes de manglares en buen estado pero son solo cinturones de manglares orillares</p>	Secundaria	Documento	2007	Plan de Manejo Ambiental Plan de Manejo del Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta	<a href="https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/61/">https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/61/</a>
¿El área o lugar afectado por la erosión costera hace parte de alguna área protegida, ya sea de	No		Secundaria	Documento		Plan de Manejo Ambiental Plan de Manejo del	<a href="https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/61/">https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/61/</a>

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
orden local, regional o nacional? ¿Cuál?						Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta	<a href="#">ea- protegida/61/</a>
¿Hay presencia de especies de interés ya sea amenazadas, en peligro o algún otro valor? ¿Cuáles?	Si		Secundaria	Documento			
¿Hay cartografía disponible del sector de interés?	Si		Secundaria	Documento	2017	Tercera Comunicación Nacional de Colombia.	<a href="https://www4.unfccc.int/sites/202017.pdf">https://www4.unfccc.int/sites/202017.pdf</a>
¿Hay fotografías aéreas disponibles del sector de interés, que permitan evidenciar la erosión costera y sus impactos?	No		NA	NA			
¿Cuántos eventos asociados a erosión costera han ocurrido en los últimos cinco (5) años? ¿Cuáles?	1-3		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>	Exposición al oleaje		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>	Mareas		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Datos Ambientales (arcgis.com) Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen natural? <b>Seleccione máximo 3</b>	NA	Vientos	Secundaria	Documento	2005	EOT	<a href="https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html">https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html</a>
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen antrópico? <b>Seleccione máximo 3</b>	Construcción de infraestructura turística	Vía Troncal del Caribe	Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen antrópico? <b>Seleccione máximo 3</b>	NA		NA	NA			

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Cuáles son o han sido las causas de la erosión costera en el área de estudio de origen antrópico?	NA		NA	NA			
<b>Seleccione máximo 3</b>							
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>	Pérdida de hábitats naturales		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>	Fractura de ecosistemas		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Cuáles son o han sido los efectos o impactos de la erosión costera en el área de estudio para los ecosistemas? <b>Seleccione máximo 3</b>	Alteración biodiversidad		Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Se han implementado medidas para mitigar o controlar los efectos de la erosión costera? ¿Cuáles?	Si	Reforestación con manglares Reforestación con uvita de playa	Secundaria	Documento	2007	Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano – INVEMAR	Ambientales (arcgis.com) Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano   HUB - Acceso Datos Ambientales (arcgis.com)
¿Qué beneficios han generado esas medidas en los ecosistemas?	[Redacted]	Recuperación de los ecosistemas	Primaria	Taller			
¿Qué aspectos negativos han generado esas medidas en los ecosistemas?		NA	Primaria	Taller			
¿Qué figuras de ordenamiento existen y cómo es el sistema de administración local?		EOT	Secundaria	Documento	2005	EOT	<a href="https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html">https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html</a>
¿Se cuenta con herramientas de gestión como Plan de Ordenamiento Territorial y/o Estudios de Riesgo? ¿Cuáles?	Si	Desactualizado	Secundaria	Documento	2005	EOT	<a href="https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html">https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html</a>
¿Qué amenazas se han identificado en el lugar de estudio?	[Redacted]	Inundaciones Tormentas Tropicales y Vientos Huracanados	Secundaria	Documento	2005	EOT	<a href="https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html">https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html</a>
¿Es posible adelantar acciones de reforestación?	Si		Primaria	Encuesta			

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Es prioritario llevar a cabo acciones de reforestación?	No		Primaria	Encuesta			
¿La recuperación del manglar o bosque se puede dar de manera natural si son eliminados los factores de disturbio del ecosistema?	No		Primaria	Encuesta			

## 2.2 Compilación información componente socio ecosistémico.

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Qué comunidades habitan el territorio ?			NA	NA			
¿Cómo es su relación con los ecosistemas y sus servicios?		Extractivista - pesca	Secundaria	Documento			
¿Cómo se encuentran organizadas las comunidades locales?			NA	NA			
¿Cuáles son las prácticas reconocidas de importancia cultural?			NA	NA			
¿Cuáles son o han sido los impactos de la erosión costera del área de estudio en las comunidades locales?		Reducción disponibilidad de recursos	Primaria	Taller			
¿Se han implementado medidas para mitigar o controlar los efectos de la erosión costera? ¿Cuáles?	Si	Reforestación con manglares Reforestación con uvita de playa	Secundaria	Documento			

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Qué beneficios han generado esas medidas en las comunidades locales?		Adopción de prácticas sostenibles en los sistemas agrícolas con enfoque en la conservación y el uso eficiente del agua	Secundaria	Documento	2021	<a href="#">Con apoyo internacional, Colombia lanza proyecto para recuperar y conservar la Ciénaga Grande de Santa Marta - (minambiente.gov.co)</a>	<a href="#">Con apoyo internacional, Colombia lanza proyecto para recuperar y conservar la Ciénaga Grande de Santa Marta - (minambiente.gov.co)</a>
¿Qué aspectos negativos han generado esas medidas en las comunidades locales?			NA	NA			
¿Las medidas implementadas han generado conflicto con las tradiciones de las comunidades locales? ¿Cuáles?	No		Secundaria	Documento			
¿Las medidas a implementar pueden generar conflicto con las tradiciones de las comunidades locales? ¿Cuáles?	Si	Si se siembran especies que no sean reconocidas por la comunidad y/o si las medidas no son concertadas con ellos	Secundaria	Documento			
¿Cuál es la densidad poblacional del área de estudio?		1 Ha por cada 3 Ha netas	Secundaria	Documento	2005	EOT	<a href="https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html">https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html</a>

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿ Qué cantidad de familias hay con personas en condiciones de discapacidad física o intelectual?		4,5% de la población censada	Secundaria	Documento	2018	Infografía DANE	
¿Cuál es el grado de escolaridad máximo de las familias?	Secundaria		Secundaria	Documento	2018	Infografía DANE	chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefi ndmkaj/https://sitio s.dane.gov.co/cnpv/ app/views/informacion/perfiles/47570_ infografia.pdf
¿Cuál es la tipología de las viviendas?			NA	NA			
¿ Qué estructuras vitales se ubican en el área de estudio?			NA	NA			
¿Cuál es el ingreso promedio de recursos mensuales de las familias?			NA	NA			
¿Cuáles son las actividades productivas predominantes en el área de intervención?			NA	NA			
¿Cómo es la tenencia de la tierra ?			NA	NA			
¿Cuál es la extensión promedio de la tierra?			NA	NA			
¿Cómo se encuentra la institucionalidad y la asociatividad?			NA	NA			
¿ Se cuenta con instrumentos para la prevención del riesgo que abarque la zona de estudio? ¿Cuáles?	No		NA	NA			

**2.3 Compilación información componente económico.**

Preguntas orientadoras	Respuesta		Origen de información				
	Selección	Abierta	Fuente	Método	Fecha	Título	Link
¿Existe mano de obra local que pueda ser empleada en la implementación de la medida?	Si		Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales pétreos para obra se consiguen en el área de estudio?	Mármol y piedra caliza	Granito	Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales cerámicos para obra se consiguen en el área de estudio?	Ladrillos y bloques de cemento		Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales aglutinantes para obra se consiguen en el área de estudio?	Todos	Cemento y yeso	Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales compuestos para obra se consiguen en el área de estudio?	Hormigón		Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales metálicos para obra se consiguen en el área de estudio?	Otros, ¿cuál?	No se sabe	Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales plásticos para obra se consiguen en el área de estudio?	Todos		Primaria	Taller			
¿Qué tipo de materiales de obra se consiguen en el área de estudio?			Primaria	Taller			
¿Cuáles son los principales medios de transporte para materiales de obra que no se encuentren en la zona de estudio?	Todos		Primaria	Taller			
¿Qué oportunidades económicas se identifican como incentivos, bonos, productos o negocios verdes, entre otras?		No se sabe	Primaria	Taller			
¿Existen organizaciones o entidades interesadas en contribuir con recursos económicos en el diseño e implementación de la SbN para la erosión costera? ¿Cuáles?	No sabe		Primaria	Taller			

## 2.7 Compilación información actores

Actor		Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores
Ministerio	Ambiente y Desarrollo Sostenible	Público	Nacional	Directa	Generan lineamientos de política pública	Alto	Alta
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM		Público	Nacional	Directa	Genera información base oficial	Alto	Alta
Institutos de Investigación (Ej. Humboldt IAvH, Invemar, SINCHI, IIAP)	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar)	Público	Nacional	Directa	Genera información base para la toma de decisiones	Alto	Alta
Autoridades ambientales	Corporación Autónoma Regional del Magdalena - CORPOMAG	Público	Departamental	Directa	Define medidas y acciones de adaptación y de mitigación	Alto	Alta
Gobernación	Gobernación del Magdalena	Público	Departamental	Directa	Genera lineamientos de ordenamiento del territorio	Alto	Alta
Alcaldía	Pueblo Viejo	Público	Municipal	Directa	Genera lineamientos de ordenamiento del territorio	Alto	Alta
Departamento Nacional de Planeación -DNP		Público	Nacional	Directa	Lidera y orienta la formulación del plan nacional de desarrollo y la programación y seguimiento de los recursos de inversión dirigidos al logro de los objetivos de mediano y largo plazo, orienta, formula, monitorea, evalúa y hace seguimiento a las políticas, planes,	Alto	Alta

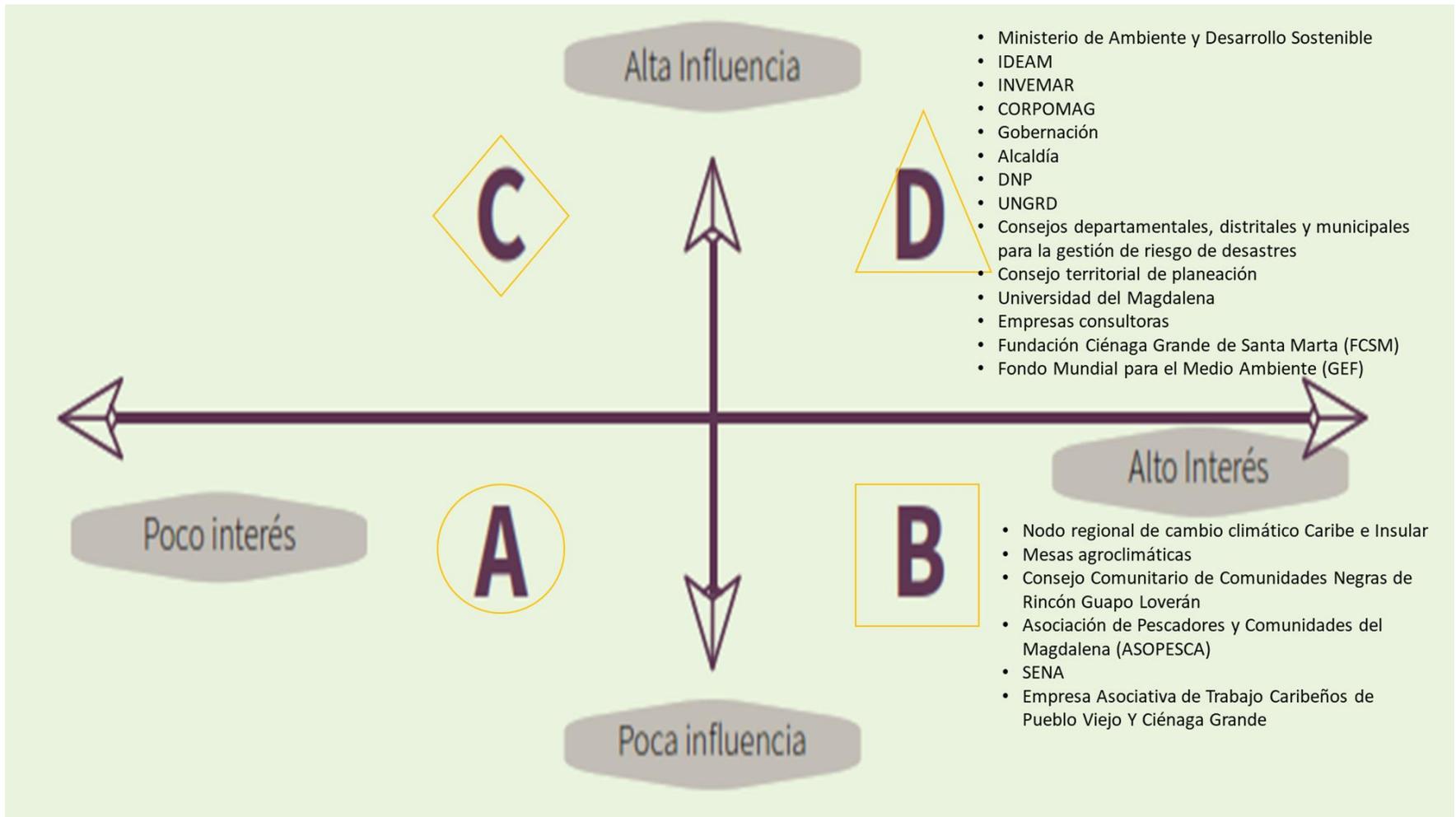
Actor		Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores
Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD		Público	Nacional	Directa	<p>programas y proyectos para el desarrollo económico, social y ambiental del país.</p> <p>Dirige y coordina el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) hace seguimiento a su funcionamiento y efectúa orientaciones para su mejora en los niveles nacional y territorial.</p>	Alto	Alta
Consejos departamentales, distritales y municipales para la gestión de riesgo de desastres		Público	Municipal	Directa	<p>Instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la gestión del riesgo en la entidad territorial que a cada uno le corresponde.</p>	Alto	Alta
Consejo territorial de planeación		Público	Municipal	Directa	<p>Tiene funciones respecto al plan de desarrollo territorial y a los planes de ordenamiento territorial (POT), en las fases de formulación y el posterior seguimiento y evaluación de las metas de continuidad e indicadores, además de ser un actor estratégico, en tanto representa a la sociedad civil en procesos como el sistema distrital de presupuesto participativo y sistema distrital de participación, entre otros.</p>	Alto	Alta
Nodos regionales de cambio climático	Caribe e Insular	Público	Regional	Directa	<p>Promueven acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y fortalecen los canales de comunicación entre las instancias del</p>	Alto	Baja

Actor	Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores	
Mesas agroclimáticas	Mixta	Departamental	Directa	Sisclima y los actores sectoriales y territoriales pertenecientes a cada nodo regional de cambio climático. (Decreto 298 del 2016) Integran actores del sector agropecuario a nivel local para informar, especialmente a los pequeños productores, sobre los cambios esperados en el clima de su región; cómo estos pueden afectar sus cultivos y qué pueden hacer para reducir los impactos negativos.	Alto	Baja	
Organizaciones ciudadanas y población en general.	Privado	Local	Directa	Son un interlocutor válido que aporte: información primaria de la caracterización del territorio, e iniciativas desde un enfoque que incluya la diversidad presente en el territorio (género, edad, etnicidad, o condiciones diferenciales), valide las propuestas y apoye la implementación y seguimiento de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales.	Alto	Baja	
Territorios indígenas y consejos comunitarios	Consejo Comunitario de Comunidades Negras de Rincón Guapo Loverán	Público	Municipal	Directa	Son un interlocutor válido que aporte: información primaria de la caracterización del territorio, e iniciativas desde un enfoque que incluya la diversidad presente en el territorio (género, edad, etnicidad, o condiciones diferenciales), valide las propuestas y apoye la implementación y seguimiento	Alto	Baja

Actor	Tipo	Ámbito de gestión	Incidencia	Descripción del Rol	Interés en el tema	Influencia con otros actores	
Organizaciones no gubernamentales	Fundación	Mixta	Internacional	Directa	de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales. Aportan información, ayudan en la identificación de fuentes de financiación de proyectos	Alto	Alta
Sectores productivos/ Agremiaciones (Ej.: comités de cafeteros, Federación Colombiana de Ganaderos, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, asociaciones de productores, empresas del sector minero energético, entre otras)	Asociación de Pescadores y Comunidades del Magdalena (ASOPESCA)	Público	Departamental	Directa	Formulan e implementan su plan integral de gestión de cambio climático sectorial, en articulación y en concordancia con el plan integral de gestión del cambio climático territorial.	Alto	Baja
Universidad	Universidad del Magdalena	Público	Municipal	Directa	Aportan información y fortalecen la educación en cambio climático en el territorio	Alto	Alta
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA		Público	Nacional	Directa	Generan procesos de educación formal, para el trabajo y el desarrollo humano e informal en cambio climático.	Alto	Baja
Empresas consultoras Pequeñas, Medianas o Grandes		Privado	Regional	Directa	Generan insumos técnicos	Alto	Alta
Empresas	Pezmag S.A.S.	Privado	Regional	Directa	Aportan información y recursos	Alto	Baja
Actores Locales. (Ej.: Asociaciones de mujeres, comunidades campesinas, Líderes y lideresas)	Empresa Asociativa de Trabajo	Mixta	Local	Directa	Son un interlocutor válido que aporte: información primaria de la caracterización del territorio, e iniciativas	Alto	Baja

<b>Actor</b>		<b>Tipo</b>	<b>Ámbito de gestión</b>	<b>Incidencia</b>	<b>Descripción del Rol</b>	<b>Interés en el tema</b>	<b>Influencia con otros actores</b>
comunitarias en municipios costeros, Veedurías ciudadanas en infraestructura, ambiental, educación, etc., Asociaciones/cooperaciones de pescadores, comercializadores, servicios turísticos y logística, transporte, productores)	Caribeños de Pueblo Viejo Y Ciénaga Grande				desde un enfoque que incluya la diversidad presente en el territorio (género, edad, etnicidad, o condiciones diferenciales), valide las propuestas y apoye la implementación y seguimiento de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales.		
Cooperación internacional	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF)	Mixta	Internacional	Directa	Aportan información y recursos	Alto	Alta

2.8 Mapa de actores



**2.9 Identificación y Selección Solución basada en la Naturaleza**

Causas riesgo	Efectos / Impactos	SbN	Enfoque	Nivel de complejidad	Costos	Requiere mano de obra calificada	Requiere materiales que se encuentren fuera	Medio de transporte de los materiales de obra
Exposición al oleaje	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno
Mareas	Pérdida de hábitats naturales	Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno
Construcción de infraestructura turística u Otras obras de amoblamiento urbano y de servicios	Alteración biodiversidad	Conservación y siembra de manglares	Restauración	Medio	Medio	Si	No	Ninguno