# Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia

**PNIEC** 



**PLAN DE ACCIÓN 2009 – 2019** 



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
José Benito Vives de Andréis – INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Cerro de Punta Betín A.A. 1016
Santa Marta D.T.C.H., Colombia
PBX: (+57) (+5) 4380808
Fax: (+57) (+5) 4233280
www.invemar.org.co

© Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" – INVEMAR

#### Edición General

Wilmer Guzmán, Geólogo Blanca Oliva Posada, Geóloga Georgina Guzmán, Geóloga

#### Coordinación Editorial

Luisa Fernanda Santiago Nieto Coordinadora de Divulgación

#### Foto de portada:

Deslizamientos, árboles desarraigados y caidos en el sector del cabo San Agustín, y departamento del Magdalena. (Programa GEO – INVEMAR)

#### Diseño y Diagramación

Luigi Pérez Lopsant

#### Impresión

Litoflash - Santa Marta

Marzo de 2009

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

 $Esta publicación fue preparada y publicada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras \ "José Benito Vives de Andréis" (INVEMAR) con fondos propios.$ 

#### Cítese como

Guzmán, W., B.O. Posada, G. Guzmán y D. Morales. 2008. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación, y Control de la Erosión Costera en Colombia - PNIEC: Plan de Acción 2009-2019. INVEMAR. 72 p.

ISBN: 978-958-8448-07-7

Palabras clave: Programa de investigación, erosión costera, prevención, mitigación, plan de acción, Colombia.

# Programa Nacional de Investigación para la Prevención , Mitigación, y Control de la Erosión Costera en Colombia - PNIEC Plan de Acción 2009 – 2019

#### **CUERPO DIRECTIVO**

#### Director

Francisco A. Arias Isaza

#### Subdirector Coordinador de investigaciones

Jesús Antonio Garay Tinoco

#### Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

David Alonso Carvajal

#### Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos Vivos (VAR)

Mario Rueda Hernández

#### Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa

#### Coordinadora Programa de investigación para la Gestión Marina y Costera (GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

#### Coordinadora Programa de Geociencias Marinas (GEO)

Georgina Guzmán Ospitia

#### Subdirector de Recursos y Apoyo a la Investigación (SRA)

Carlos Augusto Pinilla González

#### **EDICIÓN**

Wilmer Guzmán, Geólogo Blanca Oliva Posada, Geóloga Georgina Guzmán, Geóloga

#### **COAUTORES**

#### Presidencia de la República

Alfázar González

#### Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial

Vladimir Puentes

#### **DGPAD**

Germán A. Jiménez

#### **COLCIENCIAS**

Paula Judith Rojas

#### **INVEMAR**

Jesús Garay, Georgina Guzmán, Blanca Oliva Posada, Wilmer Guzmán

#### **INGEOMINAS**

Álvaro Nivia - José Henry Carvajal

#### **IDEAM**

Claudia Patricia Olarte

#### CIOH

Juan Carlos Acosta

#### CCCP

Milton Puentes

#### **EPA Cartagena**

Edward Jerry Vega Luengas

#### CODECHOCÓ

Fmilio Moreno Chaverra

#### CORPONARIÑO

Marcela Caviedes

#### CARSUCRE

Alejandro Zamora

#### Universidad EAFIT

Iván Correa

#### Universidad Nacional

Jaime Orlando Martínez

#### Universidad del Norte

Manuel Alvarado

#### Secretaría de planeación

de Cartagena

Francisco A. Castillo

#### Asesores Privados

Ernesto Melendro Andrés Restrepo (Aqua & Terra Consultores)



#### **PRESENTACIÓN**

Colombia posee dos extensos litorales ubicados en la esquina noroccidental de la Placa Suramericana, uno sobre el océano Pacífico, el otro sobre el mar Caribe, y con ellos una serie de sistemas insulares testigos de la historia geológica que dio origen a nuestras actuales costas.

El conocimiento de la interacción océano - continente - atmósfera en una zona tropical y de los procesos ocurridos después de la última gran glaciación, ayuda no sólo a entender la diversidad de los ambientes y subambientes marinos y costeros, sino la magnitud de los fenómenos y eventos que allí confluyen, frente al desafío que representa las necesidades de desarrollo, el cambio climático, el bienestar de la población costera y la sostenibilidad ambiental. Para encarar toda la problemática inherente a un impacto natural, en especial con relación al aumento del nivel del mar, el conocimiento integral es de vital importancia en la identificación de las posibilidades y limitaciones del medio, dentro de un entorno de desarrollo de una economía sostenible.

Uno de los impactos más notables a lo largo de las costas del mundo es el de su retroceso, con la pérdida de cientos de kilómetros de playas, la reducción de los humedales costeros y la afectación de la infraestructura urbana y de servicios. Hasta el momento no existen en el país programas de prevención o mitigación de los efectos de este fenómeno, sólo trabajos puntuales y sin mayores resultados para la mitigación de los problemas erosivos. Por esta razón, la implementación de un programa para la mitigación, prevención y control de la erosión costera, donde se involucren las diferentes instituciones y estamentos encargados de este tema y los afines, es una necesidad urgente del país a la cual el INVEMAR le ha apuntado en este documento.

El proceso que se inicia parte de la base del conocimiento del estado actual de las costas colombianas frente a la erosión; por tal motivo el INVEMAR, con apoyo del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, realizó los diagnósticos para la costa Caribe, Pacífico y áreas insulares tomando como punto de partida los esfuerzos realizados por INGEOMINAS, IGAC, DIMAR, Corporaciones Autónomas Regionales, Universidades y todas aquellas entidades que de una u otra manera juegan un papel importante en la investigación y desarrollo de las costas colombianas; el mismo INVEMAR en los últimos cinco años ha adelantado proyectos en donde la caracterización física de la zona costera, la identificación de sus procesos y de las amenazas que se ciernen sobre ella, son el punto de partida para los programas de manejo integrado de las zonas costeras.

Son muchas las técnicas que se han empleado, no sólo en Colombia sino en el mundo, para tratar de proteger las costas de los problemas de erosión. Sin embargo, ninguna técnica resulta adecuada si se carece de estudios

pertinentes que garanticen en gran medida su eficiencia y el mantener el equilibrio de la zona costera, no sólo del área involucrada en el proceso de recuperación sino también el conocer la interacción de todos los factores involucrados.

Con este documento, discutido y construido con los expertos nacionales en el tema, se presenta un plan de acción a 10 años que a través de la investigación y el monitoreo, permita implementar las acciones de prevención, mitigación, control y recuperación, a corto y mediano plazo en aquellas áreas afectadas por los procesos erosivos y a largo plazo que cubran todo el litoral colombiano.

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA

Director General INVEMAR

#### **TABLA DE CONTENIDO**

| TΑ  | BLA DE CONTENIDO  | 7  |
|-----|---|----|
| ĺΝ  | DICE DE TABLAS  | 8  |
| ĺΝ  | DICE DE FIGURAS   | 8  |
| LIS | STADO DE SIGLAS   | 9  |
| ΙN  | TRODUCCIÓN  | 11 |
| 1.  | COLOMBIA: COMPROMISOS Y RESPONSABILIDADES EN EL MARCO         |    |
|     | INTERNACIONAL DE LA EROSIÓN COSTERA                           |    |
|     | CONVENIOS Y PROTOCOLOS  | 15 |
|     | PLANES Y PROGRAMAS  | 16 |
| 2.  | MARCO POLÍTICO NACIONAL                                       | 19 |
| 3.  | LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA         |    |
|     | ANTECEDENTES DE LA EROSIÓN COSTERA                            | 27 |
|     | NATURALEZA DE LA EROSIÓN COSTERA                              | 28 |
|     | FACTORES NATURALES QUE CAUSAN LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA  |    |
|     | FACTORES ANTRÓPICOS QUE CAUSAN LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA |    |
|     | DIAGNÓSTICO DE LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA                 |    |
|     | MANEJO DE LA EROSIÓN COSTERA                                  | 39 |
| 4.  | CONTEXTO Y CARACTERÍSTICAS DEL PNIEC                          |    |
|     | ANTECEDENTES  |    |
|     | PRINCIPIOS  |    |
|     | OBJETIVOS DEL PROGRAMA  |    |
|     | Objetivo general del Plan de Acción                           |    |
|     | Objetivos específicos del Plan de Acción                      | 47 |
|     | COMPONENTES TEMÁTICOS   |    |
|     | ÁMBITO GEOGRÁFICO   |    |
|     | ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN                                  |    |
|     | Entidades ejecutoras  |    |
|     | Administración del Programa                                   | 50 |
|     | ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN                        |    |
|     | ESTRATEGIAS DE SOCIALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN                |    |
|     | FINANCIACIÓN Y ASPECTOS PRESUPUESTALES                        | 51 |
| 5.  | PLAN DE ACCIÓN 2009 - 2019                                    |    |
|     | OBJETIVOS ESPESÍFICOS ESTRATEGIAS MAETAS VA ACCIONES          |    |
|     | OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ESTRATEGIAS, METAS Y ACCIONES          |    |
|     | Investigar  |    |
|     | Mitigar   |    |
|     | Monitorear  |    |
|     | Prevenir - Capacitar  |    |
|     | Controlar   | bU |
| 6.  | BIBLIOGRAFÍA  | 67 |

#### **ÍNDICE DE TABLAS**

| Tabla 1.  | Departamentos y municipios costeros.   | 26   |
|-----------|--|------|
| Tabla 2.  | Fuente: DANE, Censo General 2005Áreas reportadas como críticas en la zona costera del Caribe colombiano.       |      |
| Tabla 2.  | En rojo, los sitios que ameritan atención a corto-mediano plazo  |      |
|           | (INVEMAR, 2006a)   | 3.3  |
| Tabla 3.  | Sitios reportados con problemas por erosión y/o sedimentación  | 52   |
| Tabla 5.  | en la zona costera del Pacífico Colombiano (INVEMAR, 2008)   | 33   |
| Tabla 4.  | Sitios reportados con problemas por erosión y/o sedimentación  | ၁၁   |
| Tabla 4.  | en la zona costera del departamento Archipiélago de San Andrés,  |      |
|           |  | 2.4  |
| Tabla 5.  | Providencia y Santa Catalina (INVEMAR, 2008)   | 54   |
| Tabla 5.  | Aspectos del objetivo específico Investigar del PNIEC.   | Г.   |
| Tabla 6   | Plan de Acción 2009 - 2019   | 50   |
| Tabla 6.  | Aspectos del objetivo específico Mitigar del PNIEC.  |      |
| Table 7   | Plan de Acción 2009 - 2019   | 5/   |
| Tabla 7.  | Aspectos del objetivo específico Monitorear del PNIEC.   | F.O. |
| T 11 0    | Plan de Acción 2009 - 2019   | 59   |
| Tabla 8.  | Aspectos del objetivo específico Prevenir - Capacitar del PNIEC.   |      |
|           | Plan de Acción 2009 - 2019   | 60   |
| Tabla 9.  | Aspectos del objetivo específico Controlar del PNIEC.  |      |
|           | Plan de Acción 2009 - 2019   | 61   |
| Figura 1A | . División política administrativa de la zona costera  |      |
| rigala in | Caribe colombiano  | 24   |
| Figura 1B | División política administrativa de la zona costera  | 1    |
| rigula ib | Pacífico colombiano  | 25   |
| Figura 2. | Mapa geomorfológico del golfo de Urabá. Sector sur, deltas   |      |
| 9         | de los ríos Turbo y Atrato. Líneas de costa con erosión en rojo  | 28   |
| Figura 3. | Línea costera acantilada en el sector Minuto - Arboletes.  |      |
|           | Izquierda: Impacto de las olas en el acantilado con desprendimiento  |      |
|           | de masas de suelo. Derecha: Acantilados altos con continuos  |      |
|           | desprendimientos de fragmentos   | 29   |
| Figura 4. | Izquierda: Manglar en proceso de destrucción en la barra   |      |
| ,         | de Mestizos como consecuencia de la erosión de playas.   |      |
|           | Derecha: Panorámica de la ciénaga de Mallorquín  | . 29 |
| Figura 5. | A) Beach Rock (Decamerón San Luis).  |      |
|           | B) Palmeras desarraigadas (Decamerón San Luis)   | 30   |
| Figura 6. | Izquierda: Vía principal del corregimiento El Valle  |      |
|           | (Bahía Solano - Chocó) que actúa como canal de entrada   |      |
|           | para inundaciones por ascenso del nivel del mar.   |      |
|           | Se observa al fondo la barra litoral. Derecha: Detalle de la   |      |
|           | barra litoral frente al corregimiento El Valle   | 30   |
| Figura 7. | Mapa geomorfológico del Valle del Cauca, bahía de  |      |
| . 5       |  |      |
|           |  | 31   |
| Figura 8. | Buenaventura. Líneas de costa con erosión en rojolzquierda: Baterías de espolones en el golfo de Morrosquillo. | 31   |

#### LISTADO DE SIGLAS

BPIN Banco de Proyectos de Inversión Nacional.

CAR Corporación Autónoma Regional.

CARDIQUE Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique.
CCCP Centro de Control de Contaminación del Pacífico.

CCO Comisión Colombiana del Océano.

CIOH Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas.

CONPES Concejo Nacional de Política Económica y Social.

CPPS Comisión Permanente del Pacífico Sur.

DGPAD Dirección General de Prevención y Atención de Desastres.

DIMAR Dirección General Marítima.

DPAD Departamento Administrativo de Prevención y Atención de Desastres.

ERFEN Estudio Regional del Fenómeno El Niño.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de

Colombia.

INGEOMINAS Instituto Colombiano de Minería y Geología.

INVEMAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de

Andréis".

MAVDT Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

MIJ Ministerio del Interior y Justicia.

MIZC Manejo Integrado de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras.

PAM Programa de Acción Mundial.

PIACC Plan Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático.

PNAOCI Política Nacional Ambiental para los Espacios Oceánicos y las Zonas

Costeras e Insulares de Colombia.

PNCTM Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.

PNIEC Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y

Control de la Erosión Costera en Colombia.

PNOEC Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros.
 PNPAD Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
 PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
 RIOCC Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático.

SICA Sistema de Integración Centroamericana.

SINA Sistema Nacional Ambiental.

SNPAD Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

#### **INTRODUCCIÓN**

El noroeste colombiano se encuentra influenciado por la interacción de tres placas tectónicas, Nazca, Suramericana y Caribe que con sus desplazamientos han generado una serie de levantamientos y hundimientos (Pennington, 1981; Ego et al., 1996; Taboada et al., 2000; Trenkamp et al., 2002; Cortés y Angelier, 2005) que son afines con nuestra costa del Pacífico (Maurasse et al., 1979; Sen et al., 1988), en la que se reconoce el efecto de la acreción de terrenos a la margen continental, que en tiempo geológico se consideran recientes (Nivia, 1989; Barrero, 1979); en el Caribe colombiano se reconoce la acreción y cierre del istmo de Panamá (Dengo, 1985; Duque-Caro, 1990; Escalante, 1990; Coates et al.,1992). Estos cambios en la dinámica de formación de márgenes continentales causan el reajuste en los procesos de circulación de corrientes, clima y oscilaciones del nivel medio del mar, a los cuales las costas se han ido adaptando durante el periodo Cuaternario (Coatsy Obando, 1996).

La respuesta a esta situación no se ha hecho esperar: en ambas costas se han formado importantes deltas que han migrado su posición y en consecuencia dejaron cientos de kilómetros de geoformas deltaicas que ahora hacen parte de las planicies costeras; en los litorales se ha sentido la acción inexorable de los procesos marinos, dejando testigos fósiles de su acción en islotes, pilares, cavernas y arcos; las costas bajas han visto la formación de cuerpos arenosos como playas, islas barrera, espigas, muchos de ellos haciendo ahora parte del continente como sucesiones de cordones litorales, firmes o terrazas; los arrecifes coralinos también han sentido los efectos y ahora muchos de ellos se encuentran como terrazas arrecifales o plataformas coralinas, que cuentan parte de esa evolución. Más recientemente, en tiempo histórico, el hombre ha sido testigo de la desaparición de cientos de kilómetros de playas, el retroceso de litorales rocosos, la disminución de las áreas ocupadas por lagunas costeras y ecosistemas de manglar. Han muerto arrecifes coralinos y devastados los pastos marinos.

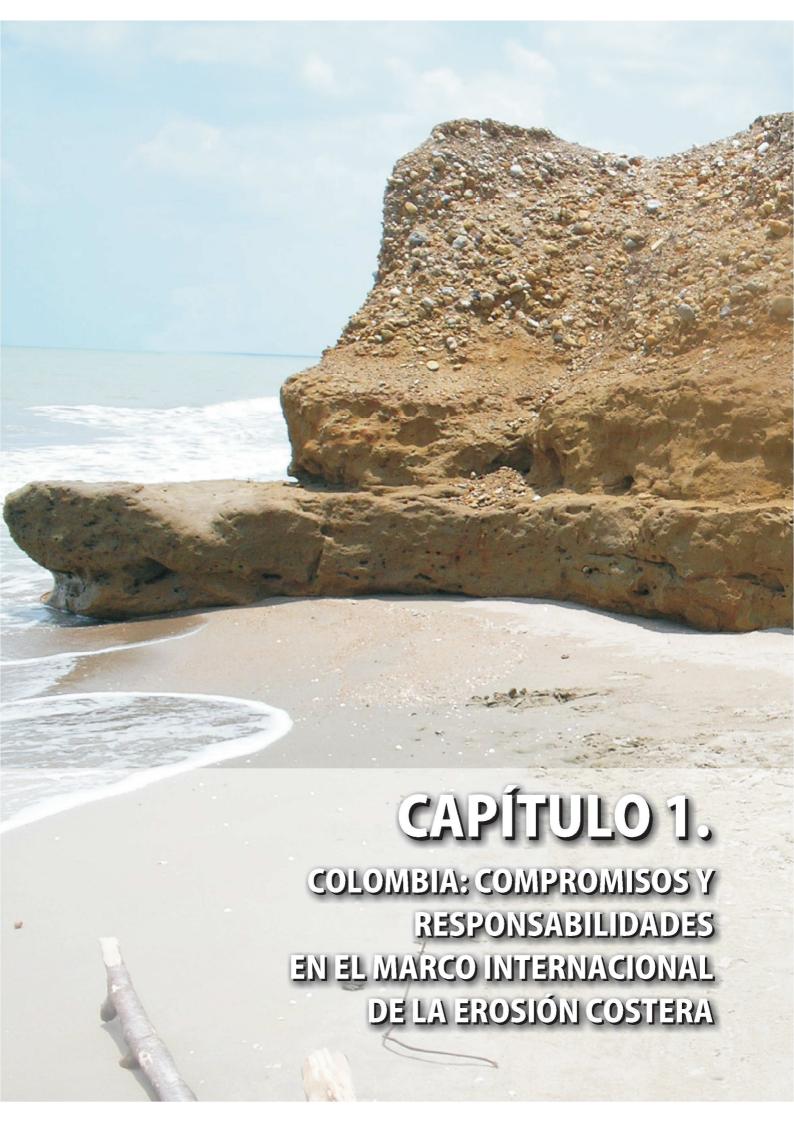
La falta de información disponible para la población sobre los procesos naturales que suceden en la interfase tierra-mary de su dinámica altamente cambiante, hace que se desestime su vulnerabilidad. Es por esto que cada vez con mayor impulso se ve la migración de la población hacia los espacios costeros, amparada bajo falsos conceptos de desarrollo, que se incentiva por la ocupación de estas zonas para fines turísticos o urbanos causando un desequilibrio del ecosistema costero.

Colombia aún está en la etapa donde es posible hacer un ordenamiento territorial costero en armonía con la naturaleza. La promulgación de la Política Nacional Ambiental para los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia – PNAOCI (2001) contempla la caracterización física de las zonas marinas y costeras como una de las bases sobre las cuales se enmarca el ordenamiento territorial y propone su programa de gestión de riesgos para la prevención y atención de desastres, dentro del cual los riesgos de erosión de las zonas costeras, adquieren importancia puesto que afectan directamente la infraestructura física de las poblaciones allí asentadas y los recursos turísticos.

El plan de acción nacional para mejorar el conocimiento, reducir las vulnerabilidades y establecer medidas de adaptación ante los efectos de la erosión costera,

considerado dentro de la PNAOCI y la estrategia para consolidar la ejecución del plan nacional para la prevención y atención de desastres – PNPAD – en el corto y mediano plazo, requieren contar con la información y los conocimientos adecuados sobre los riesgos por erosión a lo largo de las costas colombianas, junto con las propuestas para su prevención y manejo, que harán parte del plan de acción que aquí se propone.

El cumplimiento de los objetivos del plan de acción: investigar, mitigar, monitorear prevenir, capacitar y controlar, sólo será posible con la participación de todas las instituciones, apoyadas por la estructura organizacional designada para coordinar el Plan. En tal sentido deberá guiar el rumbo de las investigaciones requeridas para el cumplimiento de las políticas nacionales sobre el tema, los protocolos internacionales en los que nos hemos comprometido, la conservación de los diferentes sistemas ambientales relacionados con las zonas costeras y su desarrollo sostenible.



Exposición de las diferentes capas de una terraza, afectada por la erosión marina actual y heredada de un antiguo nivel del mar en un sector al norte del corregimiento de Camarones, Guajira.

Fotografía: Programa GEO, INVEMAR.

# CONVENIOS, PROTOCOLOS Y DECLARACIONES

## Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico Sudeste (Ley 45/85)

Su objetivo es proteger y preservar el Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste contra todos los tipos y fuentes de contaminación, buscando obtener una coordinación y cooperación regional al respecto. El Convenio fue suscrito por Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú en la ciudad de Lima, Perú el 12 de noviembre de 1981.

El Convenio considera asuntos relacionados con el ámbito geográfico, obligaciones de las Partes Contratantes, medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, erosión de la zona costera. cooperación en casos de contaminación resultante de situaciones de emergencia, evaluación de las repercusiones de la contaminación en el ámbito de aplicación del Convenio, intercambio de información, cooperación científica y tecnológica entre las partes, responsabilidad civil e indemnizaciones y reuniones de las Altas Partes Contratantes.

#### Protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste (Ley 12/92)

El objetivo del Protocolo es generar la adopción de medidas apropiadas para proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural único, y la fauna y flora amenazadas por agotamiento y extinción en el Pacífico Sudeste.

El Protocolo fue suscrito el 21 de septiembre de 1989, por Colombia,

Chile, Ecuador, Panamá y Perú en Paipa, Colombia. El texto del Protocolo incorpora el principio de interés común de buscar la administración de las zonas costeras valorando racionalmente el equilibrio que debe existir entre la conservación y el desarrollo.

#### Protocolo sobre el programa para el Estudio Regional del Fenómeno del Niño en el Pacífico Sudeste (ERFEN) (Ley 295/1996) Callao, Perú, 6 de noviembre de 1992

Los Gobiernos de los Estados Miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS): Colombia, Chile, Ecuador y Perú, convienen en institucionalizar y consolidar un programa integral y multidisciplinario para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), en los campos meteorológicos, oceanográficos (físico y químico), biológico-marino, biológico-pesquero, de capacitación y socio-económico, y procurarán obtener de este Programa resultados integrados, con aplicación práctica. El ámbito de aplicación del Programa ERFEN es el área de influencia del fenómeno de El Niño y otras anomalías, tanto en la zona marítima sometida a la soberanía y jurisdicción de los Estados Partes hasta las 200 millas, como en su territorio continental e insular.

#### VII Foro Iberoamericano de ministros de medio ambiente. San Salvador, El Salvador. 11 al 13 de junio de 2007

#### Declaración de San Salvador

Los ministros de Medio Ambiente Iberoamericanos reunidos en el Salvador, ante la necesidad de continuar realizando esfuerzos para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio, así como el fortalecimiento de las capacidades nacionales y la participación pública lo que requiere mayores flujos de cooperación internacional, llegaron a una serie de acuerdos de interés

ambiental, en los que se destaca el Acuerdo 8, en el cual encomiendan a la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático – RIOCC – el diseño de un programa de trabajo cuyo objetivo principal sea la evaluación de la vulnerabilidad de las áreas marino costeras ante el cambio climático, incluvendo el análisis y evaluación de efectos adversos en la dinámica de playas, estuarios, lagunas, deltas, acantilados y zonas dunares; erosión costera; riesgos de inundación y afecciones a la funcionalidad y estabilidad de infraestructuras costeras, especialmente en los países iberoamericanos insulares en desarrollo.

#### **PLANES Y PROGRAMAS**

Novena reunión mundial de los convenios y planes de acción de mares regionales. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Jeddah, Reino de Arabia Saudita, 29 a 31 de octubre de 2007

A lo largo de la última década, a la comunidad internacional le han inquietado, cada vez más, numerosos aspectos relacionados con los océanos y las costas. Entre ellos, constituyen un motivo de preocupación, la destrucción de los hábitats naturales marítimos y costeros, la presión que ejercen la urbanización y el turismo en las regiones costeras y la contaminación generada por actividades marítimas y actividades realizadas en tierra.

Las directrices estratégicas para los mares regionales en 2008 – 2012 tienen como objetivo reforzar el programa de mares regionales y los distintos convenios y planes de acción como herramientas valiosas para el desarrollo sostenible de los océanos, las costas y las islas. Tales directrices se enfocan en:

 Fortalecer sus capacidades en materia de gobernabilidad y de mecanismos

- sostenibles de financiación por medio de, entre otros, la movilización de financiación externa.
- Mejorar su base científica y su capacidad de efectuar un seguimiento de cuestiones científicas, realizar vigilancia, evaluaciones y planificar a ctivida des orienta das a la consecución de resultados concretos.
- Continuar desarrollando el Plan de Acción para el apoyo tecnológico y la creación de capacidad con el objetivo de ampliar las capacidades tecnológicas, administrativas y legales nacionales vinculadas con la gestión de asuntos marinos.
- Desarrollar y reforzar el interés en cuanto a la elaboración de estudios de erosión costera y los mecanismos de aplicación de sus resultados; desarrollar sinergias con los acuerdos multilaterales relativos al medio ambiente.
- Publicar y difundir informes periódicos acerca del estado del medio costero y de la aplicación de los convenios y planes de acción de erosión costera; los informes han de ser examinados por las partes implicadas.
- Fomentar la concientización pública respecto a la importancia de los convenios y planes de acción de mares regionales y contar con todas las partes interesadas, los sectores económicos, el mundo académico y las sociedades civiles regionales, que resulten oportunas para el fomento y la aplicación de esos convenios y planes de acción.
- Fomentar, desarrollar y poner en práctica los proyectos que pueden recibir ayudas del Fondo para el Medio Ambiente Mundial en el marco del enfoque de grandes ecosistemas marinos.

## Programa de acción mundial para la protección del medio marino de las actividades terrestres (PAM)

El Programa de Acción Mundial – PAM – se estableció en 1995 para intensificar los esfuerzos regionales y nacionales orientados a encontrar una solución a la más importante amenaza para los mares regionales, es decir, el flujo de productos químicos, desechos humanos y otras materias procedentes de la atmósfera, los ríos y las actividades costeras, la realización de las metas de este programa, depende en gran parte de las actividades de los programas de mares regionales (Garay et al., 2004).

El PAM fue diseñado para ser una guía conceptual y práctica, base para que las autoridades nacionales y/o regionales planifiquen e implementen acciones para prevenir, reducir, controlar y/o acabar con la degradación marina causada por actividades terrestres (Garay et al., 2004).

Propuesta de proyecto: apoyo de la dirección nacional de pesquerías de Suecia al convenio de la antigua Guatemala, apoyo a la aplicación del Plan de Acción para el Pacifico Nordeste

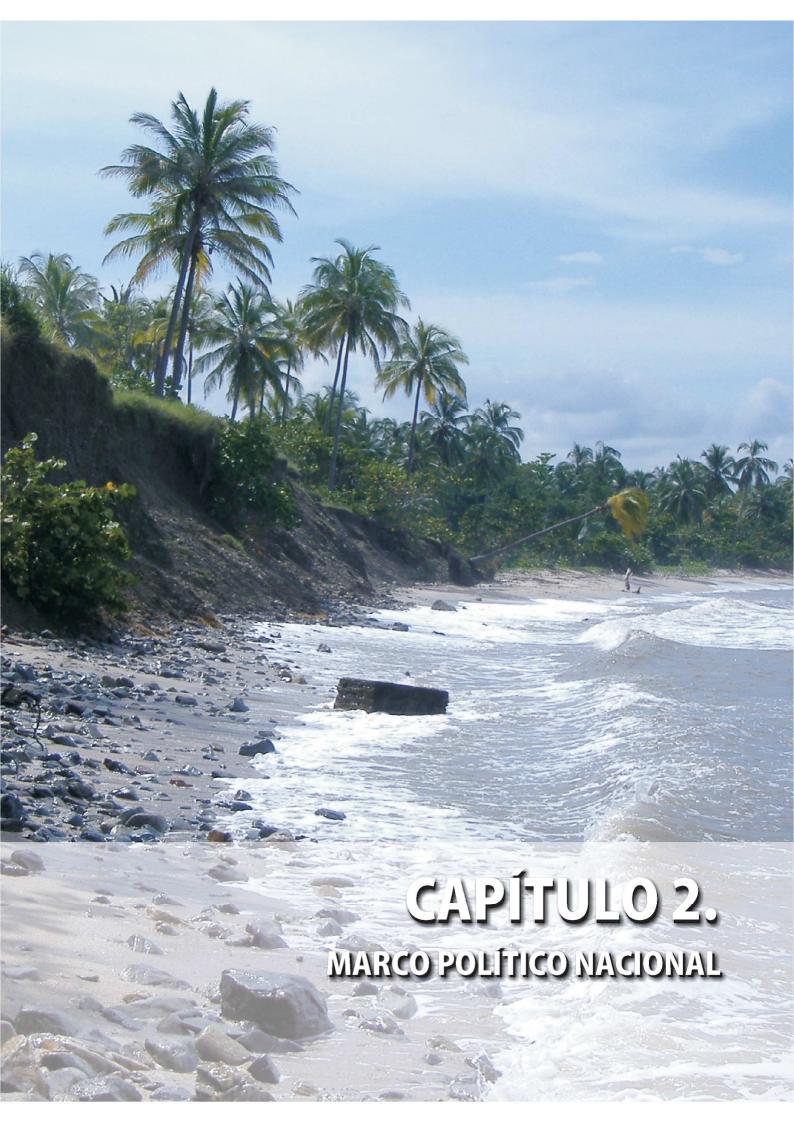
Por invitación del gobierno de Guatemala se celebró la Conferencia de Plenipotenciarios en La Antigua, Guatemala, el 18 de febrero de 2002, en la cual seis de los ocho estados miembros, a saber, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, firmaron el Convenio de Cooperación para la Protección y el Desarrollo Sostenible de las Zonas Marinas y Costeras del Pacífico

Nordeste. El acta final de la Conferencia de Plenipotenciarios fue firmada por todos los estados miembros, incluidos México y Colombia, así como por una organización de integración económica regional: el Sistema de Integración Centroamericana – SICA. Canadá y los Estados Unidos de América participaron como observadores; también aprobó el Plan de Acción para la Protección y el Desarrollo Sostenible del Medio Marino y Costero del Pacífico Nordeste – PNE.

El objetivo principal del Plan de Acción, es proporcionar un marco de cooperación regional para promover y facilitar la gestión sostenible de los recursos marinos y costeros de los países del Pacífico Nordeste en procura del bienestar de las generaciones actuales y futuras de la región.

Los campos en que el Convenio promueve la cooperación regional son:

- Medidas para prevenir, reducir, controlar y mitigar la contaminación y otras formas de deterioro del medio marino y costero.
- Erosión de las zonas costeras.
- Cooperación en casos de contaminación y otras formas de deterioro ambiental resultantes de situaciones de emergencia.
- Vigilancia de la contaminación y otras formas de deterioro ambiental.
- Gestión y desarrollo sostenible integrados del medio marino y costero.
- Intercambio de información y de datos científicos y tecnológicos.



Deslizamientos, árboles desarraigados y caidos en el sector del cabo San Agustín y departamento del Magdalena.

Fotografía: Programa GEO, INVEMAR.

### MARCO POLÍTICO-NACIONAL

En los últimos cuarenta años, han entrado en vigencia muchos instrumentos legales referentes al tema de conservación y protección de los ecosistemas marinos y los relacionados con la investigación, así como también numerosas normas y compromisos del país frente a las zonas marinas y costeras, en donde se involucra la erosión de las costas.

La Constitución Política de 1991, denominada también "Constitución Verde", sentó las bases de toda la institucionalidad ambiental del país y consagró los derechos y deberes ambientales que han generado nuevas iniciativas para dirigir la conciencia ambiental del país. Igualmente, la Ley 29 de 1990, denominada Ley de Ciencia y Tecnología, reorientó y abrió formalmente los espacios para el desarrollo de las actividades de investigación para permitirle al país insertarse en el ámbito científico mundial en forma coherente y efectiva.

Esta ley formaliza el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, especialmente identificados en el Artículo 2 de la misma, a través de las facultades que le otorga el artículo 76 de la Constitución Política. Igualmente, define las herramientas necesarias para ejecutar, fortalecer, estimular, crear y orientar las actividades de ciencia y tecnología para su desarrollo óptimo en el mejoramiento de la calidad de vida y uso de los recursos.

Recientemente, La ley 29 de 1990 fue modificada por la Ley 1286 de 2009 donde se transforma a Colciencias, en departamento administrativo, lo que fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Como instrumento específico de las actividades en materia de investigación marina, se señala el Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, cuyas estrategias concretas orientan estudios e investigaciones hacia los principales ecosistemas marinos del país, así como los temas de contaminación y calidad ambiental (INVEMAR, 2001b).

Diferentes tratados internacionales, aprobados por Colombia bajo la coordinación de la Cancillería, definen la necesidad de impulsar programas para el manejo integrado de las áreas marinas y costeras y el uso sostenible de sus recursos. La Ley 99 del 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente (ahora Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT), se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA – establece la importancia de proteger y aprovechar en forma sostenible la biodiversidad y de promover el manejo integral del medio ambiente en su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física. En ese contexto, surge la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia – PNAOCI.

La PNAOCI propende por el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras, mediante su ordenamiento ambiental y manejo integrado, de forma que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana y a la conservación de los ecosistemas y recursos marinos y costeros. Para tal efecto, la PNAOCI se desarrolla a través de programas de ordenamiento territorial, de gestión sostenible de actividades productivas, de programas para la conservación y restauración de ecosistemas y de programas ambientales para mejorar la calidad de vida de la población. Además destaca acciones

para el control de la contaminación y la gestión de riesgos para la prevención y atención de desastres de origen natural y antrópico.

Este conjunto de programas está acompañado de estrategias de tipo instrumental para su efectivo desarrollo. A partir de la aprobación de la PNAOCI por parte del Consejo Nacional Ambiental, el MAVDT ha dado un impulso al proceso de implementación regional de esta Política, con el apoyo de las entidades que conforman el Sistema Nacional Ambiental – SINA – y de las demás instituciones con funciones y competencias en la gestión internacional y nacional de los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares.

El Manejo Integrado de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras – MIZC – como ha sido definido para Colombia por la PNAOCI, "es un proceso de planificación especial dirigido hacia un área compleja y dinámica, que se enfoca en la interfase mar-tierra y que considera algunos conceptos fijos y otros flexibles que la demarcan, una ética de conservación de los ecosistemas, unas metas socioeconómicas, un estilo de manejo activo participativo y de solución de problemas y una fuerte base científica" (CCO, 2007).

El MIZC se ha constituido en uno de los factores principales para el desarrollo territorial, por lo que se realiza en forma racional y operativa con las instituciones, las autoridades ambientales y administrativas regionales y locales, liderado por el Gobierno Nacional a través de MAVDT, siendo éstos los encargados de la organización territorial v sus alcances sobre la competencia en la jurisdicción marina y costera del país, en función de la legislación vigente y en relación con las características y recursos ecológicos, socioeconómicos y culturales propios de cada región oceánica y costera del país, incluyendo y promoviendo consultas permanentes con la ciudadanía y los sectores.

La Comisión Colombiana del Océano -CCO – mediante la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros -PNOEC – unificó los diferentes temas de política hasta ahora manejados en torno a los océanos y las costas colombianas. Este documento ya fue aprobado en la primera reunión ordinaria de la CCO celebrada en 15 de Marzo del 2006 por el Vicepresidente de la República, Francisco Santos, quien preside la Comisión, y los demás miembros. La política consta de tres ítems transversales: relaciones internacionales. aspectos científicos, tecnológicos y de innovación, y los temas interinstitucionales.

Además, está estructurada en cinco áreas temáticas: Desarrollo Institucional, Desarrollo Económico, Desarrollo Territorial, Desarrollo del Ambiente Oceánico y Costero y Desarrollo Sociocultural.

La PNOEC plantea unas líneas de acción para estas áreas temáticas, dentro de los que se encuentran involucrados temas como el MIZC, Prevención y Atención de Desastres (Tsunami, Fenómeno de "El Niño", Ciclones Tropicales, Cambio Climático y eventos de origen antrópico) y Áreas Marinas y Costeras Protegidas. Algunas de estas líneas de acción son:

- El Estado a través del MAVDT, generará las directrices para incluir los ecosistemas marinos y costeros dentro del ordenamiento territorial de la Nación, reconociéndolos como parte integral y estratégica del territorio, para armonizar sus usos y las actividades que allí se realicen, así como, establecer los lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en los espacios oceánicos y zonas costeras, mediante la implementación de la PNAOCI.
- El Estado, a través de la CCO y la autoridades ambientales y

administrativas regionales y locales, conformará un comité para incluir los lineamientos de MIZC en los procesos de desarrollo de ordenamiento territorial regional y municipal, saneamiento básico y la evaluación del riesgo ante amenazas naturales, entre otras los eventos tsunamis, huracanes, erosión costera y aumento del nivel medio del mar.

- El Estado, a través del Ministerio del Interior y Justicia y la Dirección General de Prevención y Atención de Desastres – DPAD – en coordinación con las entidades que hacen parte del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres - SNPAD adoptará e implementará el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en lo relacionado con la gestión de riesgos en los espacios oceánicos y las zonas costeras. La implementación de dicho plan deberá estar acompañada de programas de protección (reubicación, protección y adaptación) para las comunidades asentadas en zonas de alto riesgo sobre los litorales.
- El Estado, a través de las instituciones y entidades que hacen parte del SNPAD, enfocará sus esfuerzos hacia la gestión del riesgo ante eventos de origen natural y antrópico, a través de la difusión de información, fortalecimiento institucional técnico, científico y de gobernabilidad local y articulación con el ordenamiento ambiental territorial.
- El Estado, a través del Ministerio del Interior y Justicia y la DPAD, en coordinación con el MAVDT, la DIMAR, las Corporaciones Autónomas Regionales costeras CAR –, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM –, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de

Andréis" – INVEMAR –, y el apoyo de los entes territoriales y demás entidades del orden nacional que se requieran, desarrollará e implementará las herramientas que reduzcan la vulnerabilidad del océano y los espacios costeros ante los efectos del cambio climático global, especialmente los relacionados con el aumento del nivel medio del mary sus efectos.

- El Estado, a través del Ministerio del Interior y Justicia y la DPAD, en coordinación con el MAVDT, la DIMAR, las CAR costeras, el IDEAM, el INVEMAR y el apoyo de los entes territoriales y demás entidades del orden nacional que se requieran, implementarán el Plan de Acción 2002 para la reducción de la vulnerabilidad de las zonas costeras.
- El Estado, a través de la DPAD, mantendrá actualizados los planes existentes y formulará los necesarios referentes a eventos antrópicos que puedan afectar los espacios oceánicos y costeros.
- El Estado desarrollará, a través del MAVDT y de sus institutos adscritos y vinculados, un documento CONPES para implementar el Plan de Acción de la Política Ambiental en relación con la estimación de los impactos, la vulnerabilidad de sistemas estratégicos en costas y mares ante el cambio climático y los efectos sobre las variables socioeconómicas asociadas a los mismos, basado en el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia.
- El Estado monitoreará el cambio climático, a través del MAVDT, IDEAM, INVEMAR, DIMAR, entes territoriales y otras entidades competentes, con base en el establecimiento de programas de investigación, seguimiento y fortalecimiento de los

sistemas de monitoreo oceanográfico y meteorológico marino en el país, que permitan pronosticar condiciones oceanográficas y climatológicas, para prevenir y responder a los desastres que éstas puedan causar en la costas y mares colombianos. (CCO, 2007)

Los ecosistemas de manglar, arrecifes de coral, praderas de pastos marinos, playas y acantilados y los fondos blandos, son bienes del Estado que requieren de programas de conservación, recuperación y manejo, ya que son fuente de protección natural del litoral para estabilizar la línea de costa. Así mismo, contribuyen a minimizar la vulnerabilidad en áreas de alto riesgo por eventos de origen natural (sismos, tsunamis, El Niño, inundaciones, variaciones del nivel del mar) y antrópico, potencializar el turismo ecológico y la recuperación de la pesca artesanal sobre el litoral. Los ecosistemas mencionados, deben ser protegidos y preservados para el beneficio social, ambiental y económico del país.



# CAPITULO 3.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA EROSIÓN
COSTERA EN COLOMBIA

## ANTECEDENTES DE LA EROSIÓN COSTERA

La erosión costera se define como la invasión de la tierra por el mar, después de promediar un periodo suficientemente largo para eliminar los impactos del clima, las tormentas y la dinámica local de sedimentos. Una escala representativa en los países europeos para determinar la erosión costera en un sector es considerar un kilómetro de longitud de línea de costa y un espacio de tiempo de 10 años, aunque realmente esto no está probado (Eurosion, 2005).

Las zonas costeras y las plataformas continentales son sitios privilegiados para la acumulación de gran parte del material erosionado del continente, transportado hacia el mar por los ríos principalmente. Sin embargo, a diferencia de las plataformas, las zonas litorales están sometidas además a los procesos erosivos resultantes de las acciones conjugadas de las olas, mareas, vientos y corrientes asociadas. En estas zonas el retroceso de la línea de costa (transgresión marina) depende tanto de los parámetros hidrodinámicos del mar como de las características climáticas y de los procesos geológicos costeros.

A la escala global, el nivel del mar está sujeto a fluctuaciones continuas, debidas principalmente a los cambios climáticos. Actualmente se considera que la gran transgresión interglaciar del Holoceno está en su fase terminal, puesta en evidencia por las fluctuaciones amortiguadas y de poca amplitud del nivel del mar, sin embargo se debe tener en cuenta que los cambios en el nivel del mar se manifiestan como episodios de erosión costera.

A escalas locales, ocurren además movimientos diferenciales de terrenos (levantamientos y/o hundimientos)

debidos a efectos tectónicos, incluidos los del diapirismo de lodo en el caso del Caribe colombiano. Por lo general, las puntas rocosas en el litoral Caribe corresponden a ejes de pliegues anticlinales o a zonas de levantamiento tectónico, mientras los sectores entre las puntas corresponden a sinclinales o bloques fallados en proceso de hundimiento, y por lo tanto sometidos a condiciones transgresivas (Duque-Caro 1979, 1980); esta última situación corresponde a un ascenso relativo del nivel del mar que se manifiesta por lo general en la aceleración de la erosión litoral. Efectos similares tienen los emplazamientos de los domos de lodo en la franja litoral, a los cuales se asocia el fracturamiento intenso de las formaciones atravesadas y el hundimiento (y/o fallamiento) de las áreas vecinas, que terminan sometidas a condiciones transgresivas marinas.

La zona costera teóricamente tendría un balance globalmente equilibrado y en ella se presentarían sectores de progresión (deltas en crecimiento, por ejemplo), sectores en equilibrio dinámico (playas extensas de las llanuras litorales) o relativamente estables (acantilados de rocas duras) y, por último, zonas en retroceso (sectores de acantilados constituidos por formaciones detríticas no consolidados). Actualmente, este patrón natural está modificándose hacia una erosión más intensa de los sectores litorales, en particular los de playas y de acantilados constituidos por material detrítico no consolidado.

Hasta el momento no existen en el país programas de prevención o mitigación de la erosión costera, sino trabajos puntuales y casi todos sin mayores resultados para la mitigación de los problemas erosivos. Por esta razón, se hace necesario implementar un plan o programa de escala nacional donde se involucren las diferentes instituciones y estamentos encargados de este tema, para contrarrestar la erosión en las costas colombianas.

#### NATURALEZA DE LA EROSIÓN COSTERA

Los bordes costeros están expuestos continuamente a fenómenos y fuerzas (dinámica interna de la tierra, cambio relativo en el nivel del mar, fenómeno El Niño, corrientes litorales, olas, mareas, vientos y tormentas) que producen cambios en ellos, como reacción para adaptarse a los factores alterantes y alcanzar su estabilidad, que es el principio fundamental de la naturaleza (Posada y Guzmán, 2007).

La erosión en los márgenes costeros se ve favorecida por el calentamiento global, que a su vez impacta de manera significativa los ecosistemas costeros (manglares, arrecifes de coral, playas, estuarios). La frecuencia e intensidad de los huracanes se ha incrementado (Hughes, et al., 2003), por lo tanto las edificaciones muy cercanas a la costa se han visto afectadas por la acción del oleaje, al socavar sus cimientos. Los arrecifes de coral, una de cuyas funciones es la de proteger a los manglares y playas del oleaje v la erosión costera, están cada vez más expuestos a la acción del oleaje produciendo efectos erosivos sobre las barreras de coral, además de otros efectos que tienen que ver con cambios en la bioquímica y fisicoquímica de los sistemas calcáreos costeros (Guldberg, 1999).

Colombia posee dos extensos litorales marinos, ubicados en la esquina occidental de la Placa Suramericana, uno sobre el océano Pacífico y el otro sobre el mar Caribe, lo que lo hace un país diverso en el desarrollo una serie de fenómenos y eventos, y en los que se encuentran subambientes de características variadas y variables, con importantes potenciales científicos, estratégicos, económicos y sociales, cuyo conocimiento integral es de vital importancia para determinar las posibilidades y limitaciones del medio en el desarrollo de una economía sostenible.

# FACTORES NATURALES QUE CAUSAN LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA

- Fácil desgaste de las capas geológicas frágiles por las aguas de escorrentía y de infiltración durante los periodos de Iluvia, principalmente en las coronas de los acantilados, límites de las terrazas frente al mar y en la interfase entre capas con diferente permeabilidad. El golpeteo incesante de las olas sobre la base de estas formaciones ocasiona la formación de hendiduras y colapso de bloques (Sunamura, 1992). Los bordes costeros con sustratos duros, como los encontrados en el litoral rocoso frente la Sierra Nevada de Santa Marta muestran que están condicionados por el fuerte diaclasamiento y fracturamiento al desgaste y colapso causando un retroceso importante de la línea de costa (Rangel, 2008).
- En la costa Caribe predomina este tipo de materiales frágiles y costas rocosas, lo que podría explicar el retroceso de acantilados y el subsiguiente colapso de propiedades e importantes tierras agropecuarias. Para el Pacífico, predominan los materiales duros, se desconoce allí el comportamiento de la roca y su resistencia composicional al efecto del oleaje, aunque la marea juega un importante papel por la presión que ejerce el agua, durante cada pleamar, sobre las discontinuidades de la roca.
- Los fenómenos de "mal tiempo", como tormentas tropicales o coletazos de huracanes del Caribe, comunes en el segundo semestre del año, las depresiones tropicales, marejadas, vendavales y el

fenómeno del "mar de leva", producen un oleaje mucho más alto y frecuente que llega a las zonas costeras con gran fuerza y alcanza un área mucho mayor, donde produce remoción de los materiales que se pierden sobre la plataforma. Estos fenómenos son cada vez más frecuentes como consecuencia del calentamiento global (Posada y Henao, 2008).

- La actividad tectono-diapírica presente en la parte sur del Caribe ha producido un ambiente estructural complejo y la presencia de domos en el fondo marino altera tanto la circulación de las corrientes como los patrones de distribución de los sedimentos (Martínez, 1993) a dicionando factores de inestabilidada la costa.
- El aumento relativo del nivel medio del mar es otra de las causas naturales de los procesos de erosión y tiene relación con el cambio climático a nivel mundial, con el fenómeno El Niño y con los procesos de levantamiento o hundimiento de los terrenos. Los estudios de aumento del nivel del mar muestran un incremento para el Caribe colombiano de 22 cm en los últimos cincuenta años, mientras que para el Pacífico se encontró un incremento de 10 cm para el sector de Buenaventura y un descenso de 4 cm en Tumaco, debido de un lado a la subsidencia que por diferentes factores se presenta en el Pacífico, y de otro lado, a la localización del mareógrafo de Tumaco sobre un eje de levantamiento de una zona tectónicamente activa (isla El Morro) (NCCSAP, Colombia, 2004).
- El fenómeno El Niño produce aumentos temporales del nivel del mar del orden de 30 cm (área de Tumaco, IDEAM, 2002) que ha producido cambios considerables en la configuración de las barras arenosas, los bajos y en general la configuración de la línea de costa.

La ocurrencia de sismos es otro factor de gran relevancia, principalmente para la costa del Pacífico; sismos recientes han generado tsunamis y subsidencia del terreno del orden de 30 a 40 cm (OSSO, 2003), con lo cual se han incrementado las áreas intermareales y disminuido las áreas de cultivos. Esto ha provocado también la erosión acelerada de las islas barrera.

#### FACTORES ANTRÓPICOS QUE CAUSAN LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA

Los estudios de campo y la información secundaria muestran que las actividades antrópicas generan probablemente el incremento en la tasa de erosión que se manifiesta desde hace poco más de 30 años. Dentro de estas actividades se destacan:

- Extracción de materiales para la construcción, como arenas y gravas de las playas o el lecho de los ríos, y rocas de las zonas de las puntas rocosas y acantilados, lo que genera de un lado pérdidas de material necesario para nutrir de sedimentos las playas, desestabiliza la línea de costa y produce cambios en el régimen hidráulico de los ríos. Efectivamente, los relatos de los habitantes de poblaciones como Turbo, Arboletes, Tolú-Coveñas, Ciénaga, entre otras, dan cuenta de que las arenas necesarias para levantar las casas y otra infraestructura urbana fueron extraídas de las playas de la localidad (Posada y Henao, 2008). En el Pacífico esta práctica es poco usada.
- La tala indiscriminada del mangle, que es un ecosistema que brinda protección natural importante contra la erosión y sirve de lugar de anidación e intercambio biológico. El

oleaje y las corrientes litorales que actúan en terrenos bajos y/o cenagosos no encuentran ahora la resistencia que brindan las raíces contra el ímpetu de las olas, ni las trampas de sedimentación que ellas mismas forman, dejando el terreno a merced de los procesos de erosión. En el Caribe sólo subsisten algunos parches en la parte final de algunos drenajes y en las ciénagas más importantes, mientras que en el Pacífico la cobertura todavía es importante a pesar de que la deforestación se ha incrementado en los últimos años.

- La deforestación de las zonas de dunas también contribuye a la desestabilización de estas barreras de arena protectoras y dispone el suelo a la erosión (Posada y Henao, 2008).
- La deforestación en las cuencas altas del Pacífico, produce una gran sedimentación que colmata los cauces en algunos sectores impidiendo o restringiendo la navegabilidad a las horas con marea alta. El dragado de ríos o de la plataforma marina somera también altera el régimen de las corrientes y por lo tanto de transporte y distribución de sedimentos que llega a la zona litoral (Posada y Henao, 2008).
- La construcción de represas en la parte alta de los ríos, ya sea para energía, acueductos o para sistemas de riego, son también causas antrópicas de la erosión litoral al alterar el régimen sedimentario e hidráulico de los ríos (Posada y Henao, 2008).
- La construcción de obras fijas en las zonas intermareales, en playas y dunas (viviendas, vías, puertos, obras de protección) perturban los procesos de transporte litoral arenoso que se dan naturalmente en estas zonas creando un desbalance de sedimentos que lleva a la erosión costera.

- Las construcciones al borde de acantilados, principalmente asociados a rocas frágiles, no ha contemplado, en la mayoría de los casos, los estudios geotécnicos que indiquen la carga que puede soportar el talud sin desestabilizarse, ni tampoco la adecuación de los terrenos para controlar aguas de escorrentía y aguas negras provenientes de las viviendas. Por consiguiente, las basuras y los escombros son vertidos sobre los taludes incrementando así su peso y propiciando la concentración de humedad que favorece los movimientos de masa (Posada y Henao, 2008).
- La contaminación que proviene de las actividades humanas, tanto en tierra como en el mar, puede dañar los corales y los pastos marinos, que son ecosistemas biológicos que protegen la costa y además proveen arena para las playas (Cambers, 1998).
- La ampliación de los esteros entre los manglares se ha incrementando para la comercialización de los cultivos ilícitos. se abren nuevas trochas para acortar los caminos, a celerando el proceso de deforestación y por ende la erosión, produciendo a su vez socavación intensa de las orillas y el consiguiente ensanchamiento de los canales.

Los factores antrópicos, como se expuso en el seminario-taller "Medio ambiente, cultivos ilícitos y desarrollo alternativo" celebrado en Paipa en septiembre de 2000, se consideraban poco significativos como causa de erosión en la costa del Pacífico, debido al poco desarrollo urbano asociado a la línea de costa. Sin embargo en los últimos años, el desplazamiento de comunidades y el traslado de cultivos ilícitos ha traído como consecuencia una deforestación significativa en las áreas de manglar, la ampliación de los esteros y la tala indiscriminada en las partes altas de las

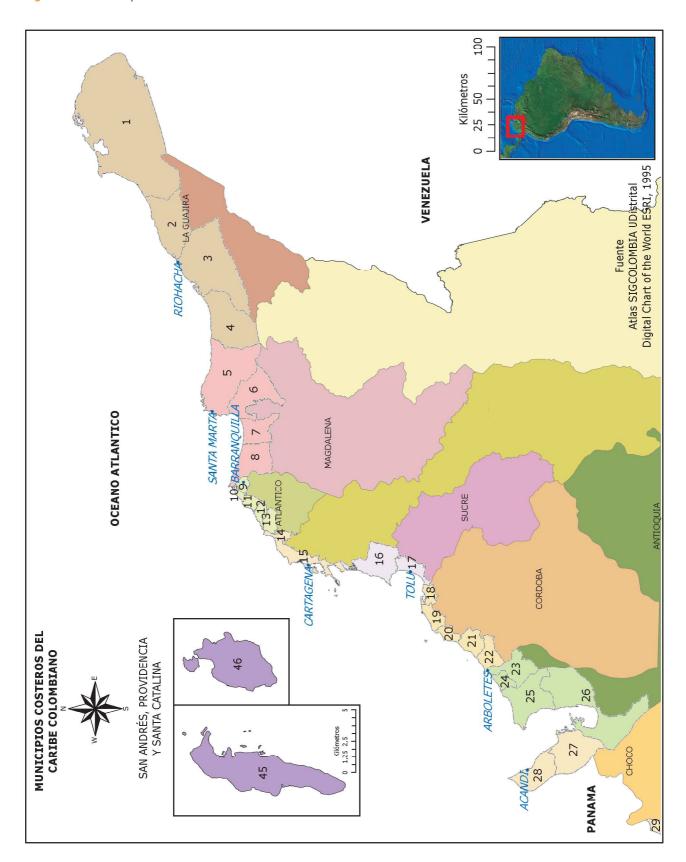
cuencas, acelerando los procesos erosivos, que ya empiezan a afectar asentamientos humanos, e impactando áreas más amplias de la zona costera.

#### DIAGNÓSTICO DE LA EROSIÓN COSTERA EN COLOMBIA

En las últimas décadas, la erosión del litoral se ha ampliado por los impactos de las intervenciones antrópicas y los fenómenos naturales en las zonas costeras. El estudio de las causas naturales y antrópicas de la erosión costera en el país es el primer paso para la comprensión adecuada del fenómeno y la toma de medidas apropiadas de control, prevención y mitigación.

Colombia cuenta en la actualidad con 46 municipios costeros, 30 de ellos localizados en el Caribe (Figura 1A) y 16 en el Pacífico (Figura 1B). De acuerdo con los resultados del Censo General 2005 (Tabla 1), la población de estos municipios asciende a 4.2 millones, equivalente al 10.1% del total nacional, siendo la costa Caribe la que concentra el mayor porcentaje de población en el territorio costero con un 83% (DPN, 2007).

Figura 1A. División política administrativa de la zona costera Caribe colombiano.



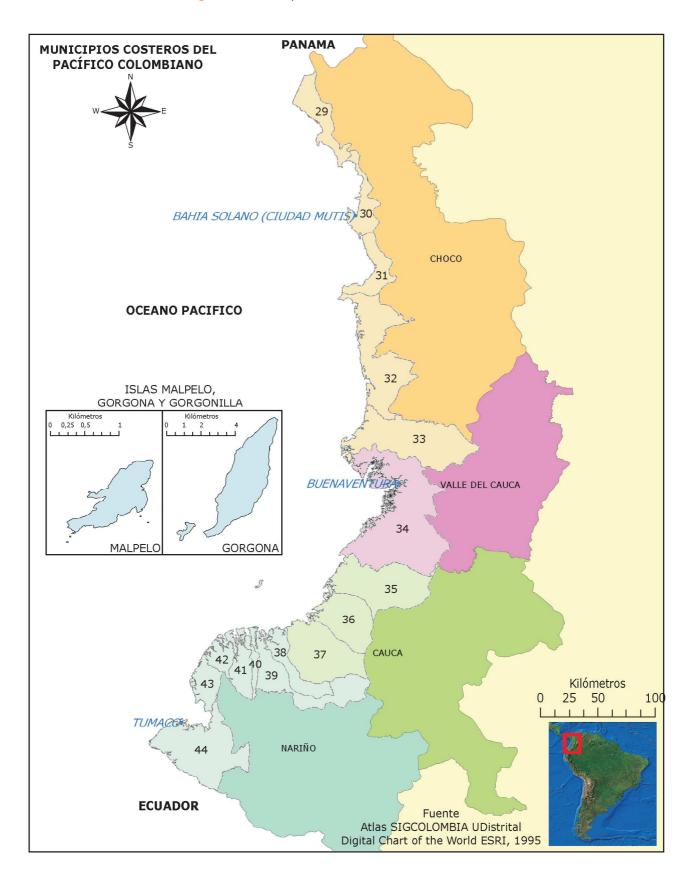


Figura 1B.División política administrativa de la zona costera Pacífico colombiano.

Tabla 1. Departamentos y municipios costeros. Fuente: DANE, Censo General 2005.

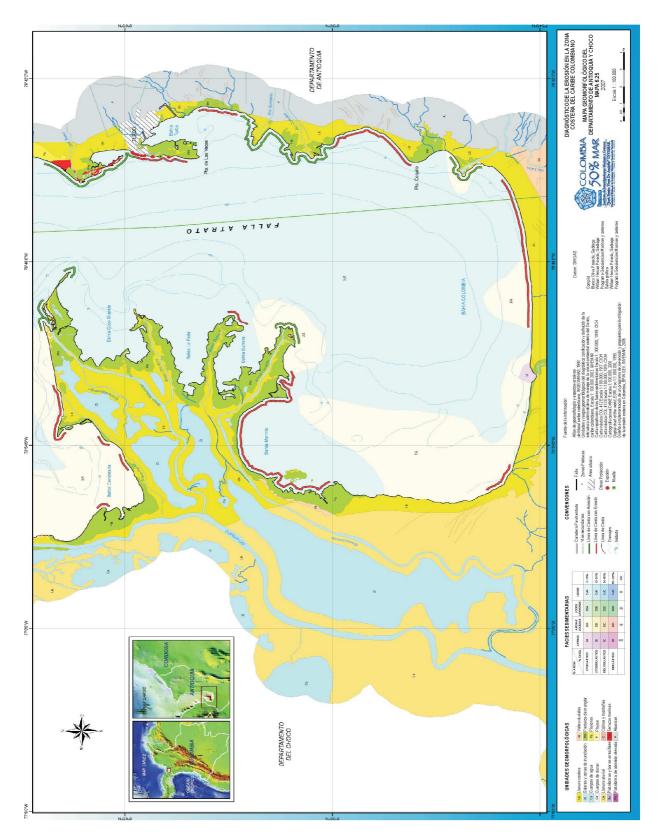
| DEPARTAMENTO    |                                 | MUNICIPIO                                       | POBLACIÓN | %    |  |
|-----------------|---------------------------------|---|-----------|------|--|
|                 | 1                               | Uribia  |           |      |  |
| LA GUAJIRA      | 2                               | Manaure   | 375.661   | 8,8  |  |
| LAGOAMA         | 3                               | Riohacha  |           | 0,0  |  |
|                 | 4                               | Dibulla   |           |      |  |
|                 | 5                               | Santa Marta                                     |           |      |  |
| MAGDALENA       | 6                               | Ciénaga   | 566.937   | 13,4 |  |
| MINODALLINA     | 7                               | Pueblo Viejo                                    | 300.937   | 13,7 |  |
|                 | 8                               | Sitio Nuevo                                     |           |      |  |
|                 | 9                               | Barranquilla<br>Puerto Colombia                 |           |      |  |
|                 | 10                              |   |           |      |  |
| atlántico       | 11                              | Tubará  | 1.169.608 | 27,6 |  |
|                 | 12                              | Juan de Acosta                                  |           |      |  |
|                 | 13                              | Piojó   |           |      |  |
| BOLÍVAR         | 14                              | Santa Catalina                                  | 907.442   | 21,5 |  |
| DOLIVAN         | 15                              | Cartagena                                       | 307.412   | 21,5 |  |
| SUCRE           | 16                              | San Onofre                                      | 84.899    | 2    |  |
| JOCKE           | 17                              | Tolú  | 04.055    |      |  |
|                 | 18                              | San Antero                                      |           |      |  |
|                 | 19                              | San Bernardo del Viento                         |           | 2,9  |  |
| CÓRDOBA         | 20                              | Moñitos   | 121.125   |      |  |
|                 | 21                              | Puerto Escondido                                |           |      |  |
|                 | 22                              | Los Córdobas                                    |           |      |  |
|                 | 23                              | Arboletes                                       |           |      |  |
| ANTIOQUIA       | 24                              | San Juan de Urabá                               | 223,436   | 5,3  |  |
| ANTIOQUIA       | 25                              | Necoclí   | 223.430   | 5,5  |  |
|                 | 26                              | Turbo   |           |      |  |
|                 | 27                              | Unguía  | 24,202    | 0,6  |  |
|                 | 28                              | Acandí  | 24.202    | 0,0  |  |
|                 | 29                              | Juradó  |           |      |  |
| CHOCÓ           | 30                              | Bahía Solano (Ciudad Mutis)                     | 46.572    | 1,1  |  |
|                 | 31                              | Nuquí   |           |      |  |
|                 | 32                              | Bajo Baudó (Pizarro)                            |           |      |  |
|                 | 33                              | Litoral de San Juan (Santa Genoveva de Docordó) |           |      |  |
| VALLE DEL CAUCA | /ALLE DEL CAUCA 34 Buenaventura |   | 325.090   | 7,7  |  |
|                 | 35                              | López   |           |      |  |
| CAUCA           | 36                              | Timbiquí  | 63.477    | 1,5  |  |
|                 | 37                              | Guapi   |           |      |  |
|                 | 38                              | Santa Bárbara (Iscuandé)                        |           |      |  |
|                 | 39                              | El Charco                                       |           |      |  |
|                 | 40                              | La Tola   |           |      |  |
| NARIÑO          | 41                              | Olaya Herrera (Bocas de Satinga)                | 262.242   | 6,2  |  |
|                 | 42                              | Mosquera  |           |      |  |
|                 | 43                              | Francisco Pizarro (Salahonda)                   |           |      |  |
|                 | 44                              | Tumaco  |           |      |  |
| SAN ANDRÉS      | 45                              | San Andrés                                      |           |      |  |
| PROVIDENCIA Y   | 46                              | Providencia                                     | 59.573    | 1,4  |  |
| SANTA CATALINA  | 10                              |   |           |      |  |
| TOTAL           |                                 |   | 4.230.264 | 100  |  |

Estos municipios poseen ecosistemas estratégicos y recursos que proveen servicios ambientales y son la base para desarrollar actividades económicas. Sin embargo, la mayoría de los asentamientos humanos costeros y las actividades económicas costeras y continentales se han desarrollado con poca planificación, generando impactos ambientales y contaminación, afectando la disponibilidad y calidad de los recursos

marinos y costeros, la calidad de vida de la población y su desarrollo económico (Conpes 2002).

En relación con los litorales colombianos, los estudios locales del CIOH, INGEOMINAS, INVEMAR, la Universidad Nacional y la Universidad EAFIT, entre otros, sugieren que la intensificación de la erosión costera es un fenómeno reciente, de las últimas tres o cuatro

Figura 2. Mapa geomorfológico del golfo de Urabá. Sector sur, deltas de los ríos Turbo y Atrato. Líneas de costa con Erosión en rojo. (Posada y Henao, 2008)



décadas; tal es el caso de los sectores costeros ubicados entre Isla Fuerte y el Golfo de Urabá (Figura 2) (litoral de los departamentos de Córdoba y Antioquia) en donde hay un desbalance muy marcado a favor de los sectores de erosión.

Los impactos de la erosión se han sentido con la pérdida de cientos de kilómetros cuadrados de terreno dedicados a la agricultura y la ganadería, como se ha documentado suficientemente para punta Arboletes, en los límites de los departamentos de Córdoba y Antioquia (Figura 3) (Correa y Vernette, 2004), al igual que en la antigua desembocadura del río Turbo en el golfo de Urabá (Corpourabá-Universidad Nacional, 1998).

En sectores acantilados de la costa de Antioquia, Córdoba y Atlántico han colapsado viviendas y otras construcciones y se han perdido ecosistemas de manglar en Cispatá y Mestizos (Figura 4A.) (Córdoba) por la avulsión del río Sinú y la posterior dinámica generada (IDEAM – UNIVERSIDAD NACIONAL, 1998; Aguirre, 1994, Gil–Torres, y Ulloa-Delgado, 2001). En la bahía de Barbacoas y de Cartagena se perdieron o deterioraron arrecifes

coralinos y pastos marinos (CARDIQUE, 1997; INVEMAR, 2005) y en el Atlántico, como consecuencia de la construcción del tajamar occidental del río Magdalena, cientos de hectáreas de la ciénaga de Mallorquín y sus ecosistemas asociados (Figura 4B.), lo mismo que la flecha de Galerazamba (INVEMAR, 2006b; Correa et al., 2005).

San Andrés y Providencia también han sufrido los impactos de la erosión costera. En ellas se han identificado sitios críticos en las denominadas playas de San Luis y en Sprat Bight de San Andrés (Figura 5), mientras que en Providencia, las playas más afectadas son las de Fresh Water, seguidas por las playas del Suroeste (Posaday Guzmán, 2007).

Cada uno de los departamentos costeros del Pacífico registra zonas críticas. En el Chocó, por ejemplo, la localización de las poblaciones en la parte final de los drenajes, en sitios donde se combinan los procesos fluviales y marinos, los pone en alto riesgo, máximo si se tiene en cuenta que muchos de estos drenajes pueden tener un carácter torrencial favorecido por un valle estrecho y empinado entre las colinas y montañas próximas, que se extiende en valles muy planos y cortos antes de desembocar en el mar, generando avalanchas como la

Figura 3. Línea costera acantilada en el sector Minuto – Arboletes. A. Impacto de las olas en el acantilado con desprendimiento de masas de suelo. (Fotografía EAFIT). B. Acantilados altos con continuos desprendimientos de fragmentos. (Fotografía INVEMAR).





Figura 4. A. Manglar en proceso de destrucción en la barra de Mestizos como consecuencia de la erosión de playas. (Fotografía INVEMAR). B. Panorámica de la Ciénaga de Mallorquín. (Fotografía Capitanía de Puerto de Barranquilla)





Figura 5. A. Beach Rock (Decamerón San Luis). B. Palmeras desarraigadas (Decamerón San Luis). (Fotografía INVEMAR)





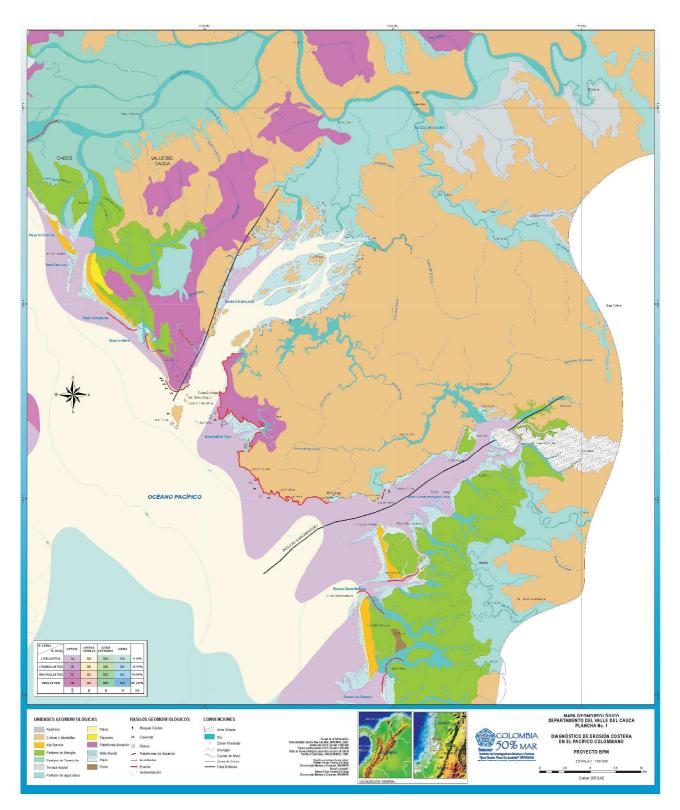
Figura 6. A. Vía principal del corregimiento El Valle (Bahía Solano – Chocó) que actúa como canal de entrada para inundaciones por ascenso del nivel del mar. Se observa al fondo la barra litoral. B. Detalle de la barra litoral frente al corregimiento El Valle. (Fotografía INVEMAR)





Figura 7.

Mapa geomorfológico del Valle del Cauca, bahía de Buenaventura. Líneas de costa con erosión en rojo. (INVEMAR, 2008)



que afectó el 7 de noviembre de 1999 a la población de Cupica y que obligó a su traslado, evento que podría repetirse en muchos lugares más donde la conformación del paisaje es muy similar. Las poblaciones de Juradó, Huca y El Valle (Figura 6) entre otras, mostraron su preocupación por la forma como las está afectando el río de la localidad (INVEMAR, 2008).

En el Valle del Cauca la situación geológica y geomorfológica es diferente v por ende los riesgos a los que están sometidas las poblaciones. Centros turísticos importantes como Juanchaco y Ladrilleros han sido azotados por la erosión marina y la escorrentía, sobre acantilados conformados por rocas sedimentarias frágiles. Islas como El Soldado, o poblaciones como la Bocana, Piangüita, han visto seriamente amenazados sus poblados y se ven en la necesidad de reubicar parte de la infraestructura a causa del deterioro que han causado los agentes marinos, con procesos combinados de erosión y sedimentación (Figura 7). Las playas frente a las islas barreras y los pantanos de manglar han ido desapareciendo paulatinamente o cambiando su geometría, como respuesta a estos mismos agentes (INVEMAR, 2008).

En el Cauca la situación es similar: la erosión fluvial ha amenazado la estabilidad de algunas poblaciones importantes, por cuanto se presenta la socavación de las orillas, con desprendimiento de grandes barrancos por la acción continua de hidratación y deshidratación de los suelos por el cambio de las mareas y por el oleaje que se genera con el tránsito rápido de embarcaciones. La elevación del nivel del mar causada por el fenómeno de El Niño han hecho desaparecer grandes extensiones de tierra firme (islas barrera y playas) y en cambio han surgido grandes bajos que dificultan la navegación y la pesca (INVEMAR, 2006c). Al norte del departamento de Nariño, es una gran preocupación la sedimentación proveniente de los ríos Sanquianga y Patianja que está alcanzando incluso los corales de la isla Gorgona (Zapata et al., 2008). Por otro lado, las poblaciones aledañas a estos grandes ríos y otros asociados a esta cuenca, sufren el rigor de las inundaciones intensas en épocas de lluvias y de grandes seguías. Olaya Herrera es un caso típico de lo que sucede en este sector, ahora afectado por inundaciones, erosión fluvial y agentes marinos en las islas barreras aledañas al mar. Más hacia el sur la erosión fluvial afecta igualmente las poblaciones localizadas en sus riberas y los agentes marinos a aquellas localizadas en cercanías al mar (INVEMAR, 2008).

En síntesis, se debe intensificar la investigación de los factores globales de erosión y sedimentación en los litorales y las plataformas continentales del País, con el fin de adquirir los elementos necesarios para la formulación de planes y actividades de recuperación de los materiales erosionados y poder mitigar los impactos físicos así como socioeconómicos de la erosión de los litorales.

# MANEJO DE LA EROSIÓN COSTERA

Antes de emprender cualquier campaña de manejo de la erosión de costas en los sitios de Colombia donde se ha reportado (Tablas 2, 3 y 4), sus administradores deben asegurarse de entender la problemática relacionada y disponer de toda la información básica requerida para la toma de decisiones. Los conceptos de erosión costera y la susceptibilidad de los distintos tipos de costa a sufrir el rigor de los agentes hidrodinámicos y geomórficos, deben ser tenidos en cuenta para tomar las decisiones de planificación de las zonas costeras dentro del marco del desarrollo sostenible y la conservación de los ecosistemas (Posada y Henao, 2008).

Tabla 2. Áreas reportadas como críticas en la zona costera del Caribe colombiano. En rojo, los sitios que ameritan atención a corto-mediano plazo (INVEMAR, 2006a).

| Municipio Dibulla Municipio Ribinaha Municipio Manaure Valle de los Cangrejos (Manaure) Municipio Ribinaha Municipio Manaure (Manaure) Municipio Ribinaha Municipio Manaure Municipio San Benardo (sériaga de la Municipio Manaure Municipio San Benardo (sériaga de la Caimaure Municipio San Benardo (sériaga de la Caimaure Municipio Manaure |  |        |          |             | Donartamon      | to La Guaii       | ra .                                    |                 |                                       |  |
|--|--|--------|----------|-------------|-----------------|-------------------|---|-----------------|---------------------------------------|--|
| Punta Remedios   Valle de los Cangrejos   Dajo   Deportín  | Municipio Dibulla                        | 9      | Mun      | icipio      | -               |                   |   | naure           | Municipio Uribia                      |  |
| Sequidón Desde la Raya hasta Malibbi Ballensy Mayapo (salinas entre Ballomino Camellón Palomino Camellón Pesce la casa de a cultura hasta Puerto Caracol Boca de Camarones (corregimiento de Camarones) Municipio Santa Marta Municipio Clénaga Municipio Santa Marta Municipio Clénaga Municipio Santa Marta Municipio Clénaga Municipio Santa Marta sector Clénaga Municipio Santa Marta sector Clénaga Municipio Santa Marta sector Clénaga Prodero (Costa Azul) Casco urbano Clénaga Decamerón Clénaga Casco urbano La Bodega Tangarú, Sede Parques La Bodega Tangarú, Sede Parques La Bodega Tangarú, Sede Parques Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras Municipio Turbará Municipio Nanta Cangrejo Municipio Nanta Cangrejo Municipio Nanta Cangrejo Municipio Nanta Cangrejo Punta Gigante Municipio Nanta Cangrejo Auroicipio Santa Natara Punta Cangrejo Auroicipio Santa Natara Punta Cangrejo Municipio Santa Municipio Nanta Punta Cangrejo Municipio Santa Municipio Nanta Punta Cangrejo Punta Seca Punta Tigu | · ·                                      | -      | Valle de | los Cai     |                 | Casco urb         |   | nauro           | <u> </u>                              |  |
| Palomino Camellón Punta de la Vela El Cardón Punta de la Vela Roração Punta de la Vela Roração Punta de la Vela Punta Caración Punta de Piedra Punta Caración Punta de Piedra Punta Caración Punta Geraga Punta Geraga Punta Geraga Punta Caración Punta Caración Punta Punta Geraga Punta Pun | Sequión                                  |        |          |             | hasta Malibú    | Mayapo (          |   |                 |                                       |  |
| Decarrence (Corsta Azul)  Aeropuerto (Casa Loma) Baba de Camarones (Corregimiento de Camarones) Corregimiento de Camarones (Corregimiento de Camarones) Corregimiento de Camarones (Corregimiento de Camarones) Municipio Santa Marta  Municipio Clénaga  Municipio Pueblo Viejo  Ensenada Costa Verde (Dobbado)  Polobado)  Prodeco (Costa Azul)  Decamerón  Olo de agua, Alcatraces (fincas) muelles carboneros  Brisa del Mar (Cosa Loma, Dobbado)  Don Diego  Cabo San Agustín  Deniro Jurbará  Municipio San Onofre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Borrugas)  Municipio San Arroro  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Solivar, municipio  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Solivar, municipio  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Socre  Municipio San Onofre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Socre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Socre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Socre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Socre  Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  Departamento Córdobs  Municipio San Artero  Caso de Oro  Purta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano)  | Palomino                                 |        | Camelló  | n           |                 |                   |   |                 | Cardón                                |  |
| Basia de Cararones (corregimiento de Cararones (corregimiento de Cararones) (Corregimiento de Cararones) (Corregimiento de Cararones) Municipio Santa Marta  Municipio Clénaga  Municipio Pueblo Viejo  Ensenada Costa Verde (poblado)  Escoto de manglares Km 48 km 23  Escoto de Basoario  Badoaga  Erosi de Basoario  Municipio Casta Escoto de Basoario  Boca de la Basoario  Municipio Iurbará  Municipio Jurbará  Puerto Velero, monco, Santa Verdorica en Vilsa de Santa Verdoric |  |        |          |             | de la cultura   |                   |   |                 |                                       |  |
| Corregimiento de Camarones   Pajaro (San Tropel)   Cabo de la Vela Camarones   |  |        |          |             |                 | Anuyama           | Laguria                                 | uei buey) Pi    | uei to Estiella                       |  |
| Municipio Santa Marta  Municipio Canarones)  Municipio Santa Marta  Municipio Ciénaga  Municipio Pueblo Viejo  Cuatro Bocas, Caño Clarín, Caño Cobado  Bahía de Santa Marta sector  W  Municipio Casco urbano  Casco Unbano  Municipio Santa Verónica  Casco Unbano  Casco Unbano  Casco Unbano  Municipio Santa Verónica  Casco Unbano  Casco Unbano  Casco Unbano  Municipio Santa Verónica  Casco Unbano  Casco Unbano  Casco Unbano  Municipio Casco Unbano  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (Ciénaga de la Bagoulfia)  Casco Urbano  Municipio Casco Unbano  Municipio Coveñas  Punta Gerusa  Municipio Coveñas  Municipio Coveñas  Punta Gerusa  Municipio Coveñas  Municipio Coveñas  Punta Gerusa  Municipio Coveñas  Punta Seca   |  |        |          |             |                 | Pájaro (Sa        | n Tropel                                |                 | aho de la Vela                        |  |
| Municipio Santa Marta Aeropuerto  Ensenada Costa Verde (poblado) ( |  |        |          | nes)        |                 |                   |   | ,               |                                       |  |
| Ensenada Costa Verde (poblado)   Palmira (casco urbano)   Carlo Nuevo, El Torno, los Carboneros   Caño Canta   Celenaga   Tangaró, Sede Parques   Caño Gall Mar (Casa Loma, poblado)   Cabo San Agustín   Cedimentación    |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Aeropuerto (poblado) Palmira (casco urbano) Caño Nuevo, El Torno, los Caño Nuevo, El Caño Rue (finaga) Prodeco (Costa Azul) Casco urbano La Bodega Tangarú, Sede Parques (fincas) muelles carboneros Brisa del Mar (Casa Loma, poblado) Boca de la Barra (Sedimentación) Brisa del Mar (Casa Loma, poblado) Palomino Don Diego Cabo San Agustín Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras Municipio Juano Patronica: en Verónica Caño Dulce Alcantarillado Punta Cangrejo Erosión en Galerazamba Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción) Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción) Departamento Bolívar, municipio Cartagena Castillo Grande (Club naval – carrera 12) Boca de la el sensanda Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe Caño de Oro Punta Gigante Manicipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas Primas an Bernardo (ciénaga de la Boquerón Agolfo de Morrosquillo Punta Gasco urbano Primara Ensenada (Fuerza Aérea – punta San Bernardo (ciénaga de la Gasco urbano Primara Ensenada (Fuerza Aérea – punta San Bernardo (ciénaga de la Gasco urbano Primara Ensenada (Fuerza Aérea – punta San Bernardo (ciénaga de la Gasco urbano Primara Ensenada (Fuerza Aérea – punta San Bernardo (ciénaga de la Gasco urbano Primara Ensenada (Fuerza Aérea – punta Seca Punta Tigua Pepartamento Córdoba Municipio San Anniero Palaya Salanca (Punta Revu) Paya Salanca (Punta Revu) Paya Salanca (Punta Revu) Paya Salanca (Punta Paso Nuevo (Casco Urbano) Paya Salavador Boca de Lambano La Rada Viviendas) Payas del Porvenir Salvador Boca de Lambano La Rada Viviendas) Payas del Porvenir Salvador Boca de Caimán - La Salvador Boca de Caimán - La Payas del Porvenir Salvador Para Pagus del Porvenir Salvador Para Pagus del Porvenir Salvador Pagas de La Caimán - La Salvador Pagas Caimán - La Pagas del Porvenir S | Municipio Santa Ma                       | arta   | Mur      | nicipio     | Ciénaga         | Munici            | pio Puel                                |                 |                                       |  |
| Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Ciénaga   Casco urbano     | Aeropuerto                               |        | (poblade | o)          |                 | Palmira (d        | asco urb                                | ano) Ca         | año Nuevo, El Torno, los<br>arboneros |  |
| Decamerón Ojo de agua, Alcatraces (fincas) muelles carboneros Brisa del Mar (Casa Loma, poblado) Palomino Don Diego Cabo San Agustín Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedra Purto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balada Rafallado Rafarillado Piedra Pintada Rafa Gareda (Ciub naval – carrera 12) Roca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe Caño de Oro Punta Gigante Manicipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Turban Municipio San Onofre Municipio Turban Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Turban Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Turban Municipio San Onofre Municipio Municipio San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Municipio Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Municipio Municipio San Antero Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Municipio Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Municipio Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Caimanera espolón de Los Corales) Punta San Bernardo (ciénaga de la Caimanera espolón de Los Corales) Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Piedra Piedra) Piedra  |  | sector |          |             | nite con        | Tasajera          |   | - (             | Ciénaga                               |  |
| Ojo de agua, Alcatraces (fincas) muelles carboneros Brisa del Mar (Casa Loma, poblado) Palomino Don Diego Cabo San Agustin Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras Municipio Turbará Puerto Velero, troncos tapan la Cifenaga de Balboa (Caño Dulce Alcantarillado Punta Cangrejo Punta Cangrejo Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Departamento Bolívar, municipio Cartagena Castillo Grande (Club naval – carrera 12) Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe Caño de Oro Punta Gigante Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla) Isla Boquerón Punta San Bernardo (ciénaga de la Gasco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Casco urbano Punta San Bernardo (ciénaga de la Caimanera espolón de Los Corales) Punta Seca Punta Tigua Pepartamento Córdoba Municipio Puerto Escondido Pu | Prodeco (Costa Azul)                     |        | Casco ui | bano        |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Sectores de Buritaca, Piedras   Santa Verónica: en Villas de Santa Verónica: en Villas de Santa Playa Turipaná (acreción)   Departamento Bolívar, municipio Cartagena (acreción)   |  |        |          |             |                 | La Bodeg          | а                                       | Ta              | angarú, Sede Parques                  |  |
| Brisa del Mar (Casa Loma, poblado)  Palomino Don Diego Cabo San Agustín Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras  Municipio Turbará Puerto Velero, troncos Santa Verónica: en Verónica: en Verónica da Balboa Raina Carón Dulce Alcantarillado Piedra Pintada Punta Castille Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño Departamento Bolívar, municipio Tolú  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante  Municipio San Onofre Municipio San Onofre Punta San Bernardo (clénaga de la Boquilla) Isla Boquerón Berrugas  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Municipio  Departamento Córdoba  Municipio Municipio Municipio Municipio Primera Ensenada (Fuerza Aérea – punta de Piedra)  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo Municipio Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo Municipio Departamento Sucre Municipio San Antero  Municipio San Bernardo Municipio Puerto Escondido  Municipio Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo Municipio San Bernardo Municipio San Antero Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viviendas) Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viventos) Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viviendas) Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viviendas) Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viventos) Playa Blanca (Punta  |  |        |          |             |                 | Isla del Ro       | osario                                  |                 |                                       |  |
| Palomino Don Diego Cabo San Agustín Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras Puerto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balboa Punta Cangrejo Punta Cangrejo Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción) Pedra Pintada Punta Castillo Grande (Club naval – carrera 12) Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio San Onofre Punta San Bernardo (clénaga de la Boquilla) Isla Boquerón Berrugas Punta Seca Punta Tigua Pepartamento Gordoba Municipio San Antero Municipio San Sonevo (Casco Municipio Municipio Municipio Municipio Municipio San Antero Pleas Blanca (Punta Rebujina, pérdida de Viviendas) Playa Bla | Brisa del Mar (Casa Lor                  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Departamento Atlántico Municipio Turbará Puerto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balbaa Piedra Pintada Piedra Pinta Gigante  Manzaniilo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Tolú Municipio Tolú Pirera Ensenada (Fuerza Aérea - punta de Piedra)  Berrugas Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba Municipio San Antero Piedra Piedra Municipio Puerto Escondido Los Córdobas Piaya Balnaca (Punta Rebujina, pérdida de Viviendas) Piayas del Porvenir Salvador Salvador Piedra Piayas Piayas del Porvenir Salvador Salva |  |        |          |             |                 | (Sedimen          | tación)                                 |                 |                                       |  |
| Cabo San Agustín Sectores de Buritaca, Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras  Município Turbará Puerto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balboa  Piedra Pintada Piedra Pintada Piedra Pintada Piedra Pintada Piedra Pintada Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Departamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Ciub naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre Notel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante  Município San Onofre  Município San Onofre Município Turbaná Salaya Verónica  Departamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Ciub naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante  Município San Onofre Município Tolú Município Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla) Isla Boquerón  Berrugas  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Sucre Município San Bernardo Galerazamba  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Município San Bernardo Cabaña Nitana - punta de Piedra  Município Puerto Escondido  Município Município San Antero Município San Bernardo Município San Antero Município San Bernardo Município San Natero San Antero Salvador Salvador Salvador Bocas de Calmán - La Rada Viviendas)  Playas del Porvenir Salvador Salvador Salvador Bocas de Calmán - La Rada Viendas Salvador Salv |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Sectores de Buritaca, Guachaca, Piedras  Municipio Turbará Puerto Velero, troncos Janta Verónica: en tapan la Ciénaga de Balboa  Caño Duice Alcantarillado Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Departamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante  Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla) Isla Boquerón  Berrugas Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba Municipio |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Municipio Turbará Municipio Turbará Puerto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balboa Caño Dulce Alcantarillado Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante Municipio San Onofre Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Tolú Municipio Coveñas Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquerón Bola Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas Punta Seca Punta Seca Urbano Municipio San Antero Municipio San Bernardo del Viento Municipio Municipio Municipio San Bernardo del Viento Municipio Municipio Municipio Municipio San Antero Municipio San Bernardo del Viento Municipio Municipio Municipio Municipio Municipio San Antero Municipio San Bernardo del Viento Municipio Municipio Municipio Municipio San Antero Municipio Salvador Bocas de Calmán - La Salvador Bocas de Calmán - La  | ,  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Municipio Turbará Puerto Velero, troncos Tapan la Ciénaga de Balboa  Caño Dulce Alcantarillado Piedra Pintada Piedra Pintada Plunta Cargrejo  Punta Castille jo hasta Playa Turipaná (acreción)  Pepartamento Bolívar, municipio Gartagena  Castillo Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta San Bernardo (ciénaga de la Roquilla)  Municipio San Onofre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Municipio Berrugas  Municipio  Municipio  Municipio  Departamento Córdoba  Municipio  Municipio  Municipio  Municipio  Municipio  Departamento Córdoba  Municipio  Municipio  Municipio  Municipio  Departamento Córdoba  Municipio  Municipio  Municipio  Municipio  Departamento Córdoba  Municipio  Piaya Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Salvador  Salvador  Bocas de Caimán - La  Bocas de Caimán - La  Casco Ulrhano  Pierto Rev  Playas del Porvenir  Salvador  Salvador  Bocas de Caimán - La  |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Puerto Velero, troncos tapan la Ciénaga de Balboa  Caño Dulce Alcantarillado  Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Boca de la ensenada El Laguito Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro Punta Gigante  Municipio San Onofre  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquerón  Berrugas  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Rev  Municipio Puerto Rev  Municipio San Antero  Municipio San Bernardo Municipio Municipio San Antero  Municipio San Bernardo Municipio Municipio San Antero  Municipio San Bernardo Municipio Municipio San Antero  Punta Figua Playa Banca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Passo Allabano Puerto Rev  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  San Bardor  Bocas de Caimán - La  San San Antero  Bocas de Caimán - La  San San Antero  Salvador  Bocas de Caimán - La  Bocas de Caimán - La  Salvador  Salvador  Salvador  Bocas de Caimán - La  Salvador  |  |        |          |             | 1               |                   | _                                       |                 |                                       |  |
| tapan la Ciénaga de Balboa  Villas de Santa Verónica  Caño Dulce Alcantarillado  Piedra Pintada  Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Departamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Municipio San Onofre  Municipio San Onofre  Municipio San Onofre  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boqueirón  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio  Municipio  Purto Rev  Municipio  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Paso Nuevo (Casco Urbano)  Playas del Porvenir  Salgar  Las Flores (erosión)  Erosión en la barra de la ciénaga de la la ciénaga de mala ciénaga de la Cairénaga de la Ca |  |        |          |             | Municipi        | o Piojó           | Municipi                                | o Puerto Colomb | ombia Municipio Barranquilla          |  |
| Punta Cangrejo Piedra Pintada Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Pepartamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Ciub naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Primera Ensenada (Fuerza Aérea – punta de Piedra)  Bora de la ciénaga de la Boquilla)  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio San Antero  Municipio San Bernardo Casco Urbano  Piaya Blanca (Punta Rebujina, pérdida de vivienads) Playas del Porvenir  Salvador  Salvador  Boca de la ciénaga de la Caimanera – espolón de Los Corales)  La Rada  Paso Nuevo (Casco Urbano)  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de vivienads) Playas del Porvenir  Salvador  Boca de Caimán - La  Boca de la ciénaga de la Caimanera – espolón de Los Corales)  La Rada  Paso Nuevo (Casco Urbano)  Bocas de Caimán - La  | tapan la Ciénaga de                      | Villas | de Santa | Acrecion ei |                 | o Salgar          |   |                 | Las Hores (erosion)                   |  |
| Punta Castillejo hasta Playa Turipaná (acreción)  Departamento Bolívar, municipio Cartagena  Castillo Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Berrugas  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Casco urbano  Departamento Córdoba  Municipio  Bunta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio  San Antero  Municipio San Bernardo Municipio San Bernardo Municipio San Antero  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Bocas de Caimán - La   | Alcantarillado Punta Cangre              |        |          | 0           |                 |                   |   |                 | la ciénaga de                         |  |
| Castillo Grande (Club naval – carrera 12)  Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Playa Blanca (Punta Rey  Playas del Porvenir  Salvador  Salvador  Bocas de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Municipio San Bernardo del Viento  Municipio San Antero  La Rada  Paso Nuevo (Casco Urbano)  La Rada  Paso Nuevo (Casco Urbano)   | Punta Castillejo hasta<br>Playa Turipaná |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Boca de la ensenada El Laguito  Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Primera Ensenada (Fuerza Aérea - punta de Piedra)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Boca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Berrugas  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La   |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Entre hotel Hilton y hotel Caribe  Caño de Oro  Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Boca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Berrugas  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo Municipio San Antero  Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  |  |        |          |             |                 | )                 |   |                 |                                       |  |
| Caño de Oro Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido Aunicipio Puerto Escondido Cristo Rey - El Prieto Minuto Playa Blanca (Punta Rev Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La  Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La   |  |        |          |             | ~               |                   |   |                 |                                       |  |
| Punta Gigante  Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Casco urbano  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Boca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo del Viento  Municipio San Antero  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La   |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Manzanillo del Mar  Departamento Sucre  Municipio San Onofre  Municipio Tolú  Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Berrugas  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Manicipio Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bunicipio Coveñas  Municipio Casco Urbano  Playas del Porvenir  Municipio Casco Urbano  Municipio San Bernardo Municipio del Viento  La Rada  Paso Nuevo (Casco Urbano)  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido Cristo Rey - El Prieto Minuto Puerto Rey Playas del Porvenir Municipio San Bernardo del Viento Minuto Playas del Porvenir Salvador  Playas del Porvenir Salvador  Municipio Coveñas  Municipio Casco Urbano Playas del Porvenir Salvador  Municipio Coveñas  Municipio Coveñas  Primera Ensenada (Fuerza Aérea - punta de Piedra - punta de Piedra)  Boca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Municipio San Bernardo del Viento Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir Salvador  Bocas de Caimán - La   |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Municipio San Onofre Municipio Tolú Municipio Coveñas  Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido Cristo Rey - El Prieto Minuto Puerto Rey Playas Balanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas) Playas del Porvenir Playas del Porvenir Salvador  Municipio Coveñas Municipio Coveñas Primera Ensenada (Fuerza Aérea - punta de Piedra  Poca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Municipio San Bernardo Municipio Gan Bernardo del Viento Moñitos  Playa Balanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas) Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La   |  |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Punta San Bernardo (ciénaga de la Boquilla)  Isla Boquerón  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Berrugas  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca  Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Puerto Rey  Puerto Rey  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Primera Ensenada (Fuerza Aérea - punta de Piedra)  Boca de la ciénaga de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Municipio San Bernardo del Viento  Municipio San Bernardo del Viento  Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  | Municipia Cont                           | Onef   |          |             | -               |                   |   | , A             | Manadalala Cara Tar                   |  |
| Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de Morrosquillo  Berrugas  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Arroyo Pechelín- Sociedad Portuaria golfo de la Caimanera - espolón de Los Corales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo del Viento  Municipio San Antero  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas Gel Porvenir  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de La Cáimanera - espolón de Los Córales)  Cabaña Nitana - punta de Piedra  Municipio San Bernardo del Viento  Municipio Municipio San Bernardo del Viento  Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  | Punta San Bernardo (c                    |        |          | Casc        | · · · · · · · · | Primera           |   | Primera Ens     | enada (Fuerza Aérea -                 |  |
| Berrugas Cabaña Nitana - punta de Piedra  Punta Seca Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio San Bernardo Municipio San Antero Puerto Escondido Los Córdobas San Antero  Cristo Rey - El Prieto Minuto Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La   | ' '                                      |        |          |             |                 |                   | punta de<br>ociedad Portuaria Boca de l |                 | iénaga de la Caimanera -              |  |
| Punta Tigua  Departamento Córdoba  Municipio Puerto Escondido  Cristo Rey - El Prieto  Minuto  Minuto  Municipio San Antero  Municipio San Bernardo del Viento  Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Playas del Porvenir  Playas del Porvenir  Salvador  Bocas de Caimán - La  | •  |        |          | gone        | , ac monosqu    |                   |   | •               | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |  |
| Municipio Puerto Escondido Los Córdobas Municipio San Antero Municipio San Antero Minuto Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Casco Urbano Puerto Rev Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La   | Punta Seca                               |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Municipio Puerto Escondido Los Córdobas Municipio San Antero Municipio San Antero Minuto Moñitos  Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)  Casco Urbano Puerto Rev Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La   | Punta Tigua                              |        |          |             |                 |                   |   |                 |                                       |  |
| Puerto Escondido     Los Córdobas     San Antero     del Viento     Moñitos       Cristo Rey - El Prieto     Minuto     Playa Blanca (Punta Rebujina, pérdida de viviendas)     Paso Nuevo (Casco Urbano)     La Rada       Casco Urbano     Playas del Porvenir     Salvador     Bocas de Caimán - La   | , in the second                          |        |          |             | Departamer      | nto <b>Córdob</b> | a                                       |                 |                                       |  |
| Cristo Rey - El Prieto Minuto Rebujina, pérdida de viviendas) La Rada  Casco Urbano Pluerto Rey Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La  |  |        |          |             | San Ant         | tero              |   |                 |                                       |  |
| Casco Urbano Puerto Rev Playas del Porvenir Salvador Bocas de Caimán - La  | Cristo Rey - El Prieto                   | Minut  | to       |             | Rebujina, p     |                   |   |                 | La Rada                               |  |
|  | Casco Urbano                             | Puerto | o Rey    |             | Playas del P    |                   | Salvade                                 | or              |                                       |  |

|                       |       |   | Departame   | nto <b>Córdob</b>                 | a                         |                 |   |  |
|-----------------------|-------|---|-------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|---|--|
| San Miguel            | dere  | Viejo (sector<br>cho del río Los<br>obas) | Punta Mes   | tizos                             | El ancón                  |                 | Caño Babillas - punta<br>del Toro - Broqueles |  |
| San Salvador          | Finca | Canta Rana                                |             |                                   | Playa Mirella             |                 | Río En Medio                                  |  |
|                       |       |   |             |                                   | Sector La Ye              |                 | Santander de la Cruz                          |  |
|                       |       |   |             |                                   |                           |                 | Río Cedro                                     |  |
|                       |       |   | )epartamer  | to Antioqu                        | iia                       |                 |   |  |
| Municipio Necocli     | ĺ     | Municipio Arboletes                       |             | Municipio San Juan de Urabá       |                           | Municipio Turbo |   |  |
| Cabecera municipal    |       | Río Jobo (atractiv<br>de Arboletes)       | o turístico | Playa cabe<br>(pierde 20          | ecera municipal<br>m/año) | Punt            | a de las Vacas                                |  |
| Río Necoclí           |       | Punta Arboletes - Arboletes               |             | Playa entre Damaquiel y<br>Uveros |                           |                 | Norte de punta Coquito                        |  |
| Río Negro             |       | Volcán de Lodo                            |             | Sector de a                       | acantilados               | Punt            | :a La Desgracia                               |  |
| Casa Blanca           |       |   |             |                                   |                           | Punt            | a Caimán Nuevo                                |  |
| Totumo                |       |   |             |                                   |                           |                 |   |  |
| Corregimiento Zapata  |       |   |             |                                   |                           |                 |   |  |
| Sector de acantilados |       |   |             |                                   |                           |                 |   |  |

Tabla 3. Sitios reportados con problemas por erosión y/o sedimentación en la zona costera del Pacífico Colombiano (INVEMAR, 2008).

|   | Departame                         | ento <b>Chocó</b> |                              |                               |                         |                                  |  |
|---|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|
| Municip                                       | oio Bahía Solano                  | 1                 | ·                            |                               |                         | Municipio Nuc                    | ìuí  |
|   | Río Valle                         |                   |                              |                               |                         | Sector del río Je                | ella   |
|   | ahía de Nabugá                    |                   |                              |                               |                         | Sector del río Gu                | ıaca   |
|   | ector del río Jobí                |                   |                              |                               |                         | Playa Yesca                      |  |
| Se  | ctor del río Coquí                |                   |                              |                               |                         | Nuquí                            |  |
|   |                                   | De                | partamento                   | Valle del Ca                  | uca                     |                                  |  |
|   |                                   |                   | Municipio Bu                 | ienaventura                   |                         |                                  |  |
| ensenada el Tigre, río A                      | nchicayá, cuenca                  | río Dagua         | a, bahía de Bu               | enaventura, i<br>nuscado, Boc | sla Soldad              | o (mitad-sur) pui                | val, bocas de San Juan,<br>nta Soldado, la isla Santa<br>Ají, Yurumanguí-Naya, |
|   |                                   |                   | Departame                    | ento Cauca                    |                         |                                  |  |
| Municipio G                                   | uapi                              |                   | Municipio                    | Timbiquí                      |                         | Municip                          | io López de Micay  |
| Río Guapi desem                               | bocadura                          |                   | Isla Barrera                 | San Miguel                    |                         | Isla Ba                          | arrera San José  |
| Estero Balta                                  |                                   | Playa S           | Sabino                       |                               | Santa Rita              |                                  |  |
| PNN Gorgo                                     |                                   |                   |                              |                               | ero Santa Rita          |                                  |  |
|   | Río Saija, Bocana del r<br>Sabino |                   |                              | )                             | Isla                    | Montserrate                      |  |
|   |                                   |                   |                              |                               | sla del Coco            |                                  |  |
|   |                                   | San Fra           | ncisco                       |                               |                         | anta Bárbara<br>rrera Candelaria |  |
|   |                                   |                   |                              |                               |                         | rrera Candelaria                 |  |
|   |                                   |                   |                              | Noanamito                     |                         |                                  |  |
|   |                                   |                   |                              | Río San Juan de Micay         |                         |                                  |  |
| M 111 T                                       |                                   |                   |                              | nto Nariño                    |                         |                                  | 14 111 0 . 041   |
| Municipio Tumaco                              | Municipio Sala                    | ihonda            | Municipio Olaya Herrera      |                               | Municipio El Charco     |                                  | Municipio Santa Bárbara  |
| El Chontal                                    | Hojas Blancas<br>Delta de Salahor |                   | Canal Naranjo                |                               | El Charco<br>El Cuerval |                                  | Playa Santa Bárbara<br>Chanzará  |
| San Jacinto Bocana Nueva                      | Delta de Salanor                  |                   | Sanquianga<br>Estero Satinga |                               | El Cuerval              |                                  | Punta Ouiñónez   |
| Milagros                                      | Isla Salahonda                    | anya              | Estero Satinga<br>Calabazal  |                               |                         |                                  | Chico Pérez  |
| Bocagrande                                    | Baiito                            |                   | Calabazal Bocana Sapotal     |                               |                         |                                  | Chico relez  |
| Isla Vaguería                                 | Бајіцо                            |                   | PNN Sanguia                  |                               |                         |                                  |  |
| •   |                                   |                   | Esteros Mari                 |                               |                         |                                  |  |
| Terán   |                                   |                   | Frío                         | ano y punto                   |                         |                                  |  |
| Isla Verde                                    |                                   |                   | Cocal de Pay                 | al                            |                         |                                  |  |
| Isla Viciosa                                  |                                   |                   | Amarales                     |                               |                         |                                  |  |
| Isla el Guano                                 |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Isla Quesillo                                 |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Isla el Morro (en las<br>Playas del Nordeste) |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Puente el Pindo                               |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Tumaco  |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Punta Cascaial                                |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| San Juan de la Costa                          |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Pasacaballo                                   |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
|   |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Guachal                                       |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
| Guachal<br>Bocana Majagual                    |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |
|   |                                   |                   |                              |                               |                         |                                  |  |

Tabla 4. Sitios reportados con problemas por erosión y/o sedimentación en la zona costera del departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (INVEMAR, 2008).

| Archipiélago de San Andrés, | Providencia y Santa Catalina |
|-----------------------------|------------------------------|
| Isla San Andrés             | Isla Providencia             |
| Playas de San Luis          | Fresh Water                  |
| Sprath Water                | South West Bay               |

Algunas de las técnicas de manejo de erosión costera descritas en el "Diagnóstico de la Erosión en la Zona Costera del Caribe Colombiano" son:

 Técnicas estructurales o duras (más agresivas en general con el medio ambiente). (Figura 8 A.)

> Rompeolas Gaviones y bolsacretos Geotextiles Baterías de espolones Revestimientos Muros de contención

 Técnicas no estructurales o blandas (caracterizadas por ser más amables con la naturaleza).(Figura 8 B.)

Arrecifes artificiales
Drenaje de playas
Drenaje de acantilados
Relleno de playas
Perfilamiento de taludes
Protección de la base de los
acantilados
Regeneración de dunas

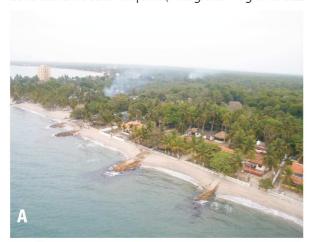
Conservación y siembra de manglares Anclaje de rocas By-pass de arena Plantación o estabilización de vegetación

 El retroceso o reubicación controlada de bienes.

La técnica empleada en un sitio no es necesariamente buena en otro porque cada cual debe ser concebida y ejecutada de acuerdo con las condiciones locales.

Son muchas las técnicas que se han empleado, no sólo en Colombia sino en el mundo, para tratar de proteger las costas de los problemas de erosión. Sin embargo, ninguna técnica resulta adecuada si se carece de estudios pertinentes que garanticen en gran medida su eficiencia en su aplicación, como el equilibrio de la zona costera, no sólo del área involucrada en el proceso sino de las zonas aledañas a lo largo de la línea de costa.

**Figura 8. A.** Baterías de espolones en el golfo de Morrosquillo. (Fotografía CARSUCRE) **B.** Siembra de manglares en la zona costera de Barranquilla. (Fotografía Programa GEZ – INVEMAR)







CAPÍTULO 4.
CONTEXTO Y CARACTERÍSTICAS
DEL PNIEC

#### **ANTECEDENTES**

La erosión costera es una problemática que se ha incrementado en los últimos años y que de alguna manera ha tenido consecuencias sociales, económicas y ambientales, poniendo en riesgo la calidad de vida de las poblaciones costeras por la afectación de la infraestructura física y las actividades productivas. Los estudios hasta el momento en este tema han sido pocos y puntuales, aislados a lo largo de los litorales Caribe, especialmente, y Pacífico.

Ante este panorama, el INVEMAR presentó en el año 2003 para aprobación un proyecto al Banco de Proyectos de Inversión Nacional – BPIN – que permitiera adelantar estudios geomorfológicos y oceanográficos en las zonas costeras y plataforma continental somera, para identificar las causas de la erosión y con base en ello, proponer planes de prevención y mitigación en los sectores afectados. El proyecto, denominado "Programa de Prevención y Propuestas de Mitigación de la Erosión Costera en Colombia", fue aprobado con presupuesto a partir del año 2006.

Para comenzar se programó como fase uno, la elaboración del diagnóstico de la erosión costera en Colombia, que serviría de base para adelantar los programas y proyectos en las siguientes fases. En el año 2006 se revisó y analizó la información existente y que estuvo disponible de la costa Caribe; hubo reconocimientos de campo generales y se llevaron a cabo talleres en cada uno de los nueve (9) departamentos costeros, con la participación de las administraciones departamentales y municipales, las corporaciones autónomas, las universidades, las capitanías de puerto, los institutos de investigación, ONG ambientales y las comunidades. Este ejercicio permitió tener la máxima información posible y la

actualización de los sitios poblados afectados por la erosión, base para la publicación que recientemente hizo el INVEMAR denominada "Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano" (Posada y Henao, 2008).

En el año 2007 se hizo lo propio para la costa del Pacífico y para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Los resultados se compilaron en informes entregados al MAVDT y a las autoridades departamentales, municipales y ambientales. Contienen la información básica necesaria para orientar la toma de decisiones relativas al manejo, la prevención y la mitigación de los fenómenos de erosión litoral, identifica las zonas críticas y las que merecen especial atención para evitar problemas mayores en un futuro. Todo está respaldado en mapas a escala 1:100.000.

Un ejercicio preliminar para definir un plan de acción se hizo en el año 2007 en la ciudad de Cartagena y es a partir de éste, que se ha presentado la propuesta para la creación del Programa Nacional de Investigación en erosión costera.

#### **PRINCIPIOS**

**Definición:** se basan en la Constitución Política de Colombia y en la Política Ambiental Colombiana que instaura:

"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines" (Art. 79 Constitución Política Nacional).

"El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social" (Art. 1, Decreto 2811 de 1974)

La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible (Art 1, Ley 99 de 1993)

La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente (Art. 1, Ley 99 de 1993).

De otro lado, hay un principio científico fundamental que establece: "Las playas son las formaciones naturales más eficaces de defensa de la costa frente al oleaje, debido a que tienen una estructura muy flexible que absorbe eficazmente su energía".

Causalidad: la erosión costera es efecto de factores naturales como los climáticos, oceanográficos y geológicos, entre otros, además de las actividades humanas tanto dentro del continente, como en la zona costera y marina.

Visión regional- nacional: el manejo inadecuado de las cuencas de drenaje repercute negativamente en las zonas costeras afecta no solo los caudales, también la calidad de aguas y el tamaño de los sedimentos, lo que repercute directamente en el deterioro de las playas y en general de los ecosistemas marinos.

Visión regional-internacional: el deterioro de las playas, espacios costeros, y ecosistemas marinos, en especial aquellos con vocación turística y portuaria, cierra las puertas del país a un mercado actualmente creciente que busca condiciones y paisajes naturales sorprendentes como los que existen en

nuestro territorio. Pero este mercado puede fugarse hacia otros países, donde los programas de mantenimiento de costas están consolidados.

**Obligatoriedad internacional:** el país ha adquirido compromisos internacionales en cuanto a la protección y el uso sostenible de los ecosistemas marinos y costeros y su cumplimiento es de carácter obligatorio.

Importancia nacional: el país tiene obligaciones relacionadas con las comunidades que hacen uso de las zonas costeras, en cuanto a su seguridad y la garantía de una buena calidad de vida. Debe asegurar el buen estado de los ecosistemas marinos y costeros y el disfrute de estos espacios, en donde vive más del 10% de la población colombiana, o acude a ella en forma temporal.

Ámbito legal: las acciones ambientales están enmarcadas dentro de la Constitución Nacional y la "Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros – PNOEC" y los lineamientos de la "Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e insulares de Colombia – PNAOCI".

Integralidad: debe involucrar a todas las autoridades ambientales del sector Gobierno y entes territoriales; los institutos de investigación, universidades, ONG costeras y las comunidades como líderes en el ordenamiento territorial y ambiental, así como a las entidades de carácter privado como el sector hotelero y portuario principalmente.

Valor delegado: las acciones que se tomen para enfrentar, lo más pronto posible, el problema de la erosión de los litorales, redundarán en el desarrollo económico, con énfasis importante en las actividades turísticas y en el bienestar de las futuras generaciones que habitan o hacen uso de las zonas costeras.

## OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El Plan de Acción del programa debe contener, entre otros, los objetivos ya definidos en el Proyecto BPIN "Programa de Prevención y Propuestas para la Mitigación de la Erosión Costera en Colombia", encaminados a identificar las causas de la erosión costera en Colombia.

Se enmarca igualmente dentro del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar – PNCTM, que contempla en su plan estratégico, contar con el conocimiento básico relativo a corrientes, procesos erosivos y de construcción de playas, necesario para efectuar una acertada protección de las playas y acantilados en las principales zonas costeras del país.

Dentro de la PNAOCI, este proyecto responde al Programa de ordenamiento ambiental territorial, en el cual la caracterización física de las zonas marinas y costeras es una de las bases sobre las cuales se enmarca el ordenamiento territorial. Dentro del CONPES 3146 puede destacarse la importancia de contar con la información y los conocimientos adecuados sobre los riesgos de origen natural y antrópico, entre ellos los riesgos por erosión a lo largo de las costas colombianas, junto con propuestas de manejo de la erosión costera.

Dentro de este orden de ideas, el objetivo principal del programa PNIEC debe dirigirse a:

Promover la investigación y monitoreo de las condiciones físicas de la zona marina y costera, que permitan identificar las causas de la erosión y formular acciones tendientes a su prevención, mitigación y control.

#### Objetivo general del programa

Identificar las acciones que permitan la caracterización de la zona marina y costera a una escala adecuada para proponer medidas de prevención, mitigación, control, monitoreo y recuperación, a corto y mediano plazo en aquellas áreas afectadas por los procesos erosivos y a largo plazo que cubran todo el litoral colombiano.

#### Objetivos específicos del programa

Recopilar información: revisar, recopilar y analizar toda la información respecto a los temas relacionados con la erosión de las costas. De esta manera, al momento de iniciar nuevas investigaciones o acciones se parta de la base de lo que ya existe y pueda servir para un mejor aprovechamiento de los recursos.

Elaborar una base de datos de todos los proyectos que se han realizado en la franja costera y que pueda ser consultada fácilmente por todas las entidades.

**Investigar:** reconocer, caracterizar y analizar todos los factores relacionados con la erosión costera y comprender los parámetros de su comportamiento. Para ello la investigación debe dirigirse a la caracterización geológica, geomorfológica, de facies sedimentarias de la plataforma, balance sedimentario, procesos hidrodinámicos, meteorológicos y morfodinámicos de la zona costera. Debe abarcar como mínimo el último periodo de tiempo geológico, es decir el Holoceno, necesario para comprender mejor los procesos y fenómenos que han sufrido nuestras costas. También se debe profundizar en la caracterización de los procesos hidrodinámicos más relevantes, el análisis de los parámetros representativos del estado del mar y la atmósfera. la evaluación de la fluctuación histórica de la línea de costa, el diseño de obras de defensa de costas y la evaluación los impactos y efectos de las alternativas de solución producto de las obras ingenieriles.

Mitigar: poner en marcha los mecanismos existentes previamente evaluados para disminuir los procesos erosivos. Diseñar una serie de alternativas de solución y después de evaluarlas seleccionar la más viable.

Este objetivo va de la mano con el de investigación, ya que de allí toma la información regional y los elementos necesarios para el diseño y ejecución de obras o acciones de mitigación. Particularmente debe hacer un gran detalle en los aspectos geotécnicos, morfodinámicos y de dinámica litoral, entre otros. Trabajar a nivel de detalle y los proyectos y actividades deben realizarse a corto y mediano plazo, sobre las zonas identificadas previamente como críticas.

Monitorear: identificar, definir e implementar sistemas de monitoreo de litorales que permitan determinar los retrocesos de la línea de costa y los cambios en los perfiles de playa. Así mismo identificar las variaciones sedimentológicas y de usos del suelo.

Prevenir: contar con instrumentos preventivos en cuanto al ordenamiento y uso del territorio y de los recursos naturales renovables, implementados y socializados, para la planificación de contingencias debidas a procesos de erosión costera.

Educar y Capacitar: promover la enseñanza y la educación formal y no formal a los individuos, que de cualquier manera estén involucrados con la zona costera, sobre el uso sostenible de la misma, a partir de la explicación sencilla y detallada de la dinámica que allí se genera y la sensibilidad del sistema a los cambios que en ella se introducen.

Diseñar y desarrollar campañas en las que participen las comunidades e instituciones costeras, encaminadas a hacerlos partícipes y responsables de la conservación y buena calidad de los litorales.

Controlar: crear y fortalecer los mecanismos apropiados para que las entidades encargadas del control de la erosión costera ejerzan eficientemente sulabor.

### COMPONENTES TEMÁTICOS

El tema de las costas tiene importancia científica, social y económica; de éstas se extraen alimentos, energía, allí se levantan ciudades, se instalan industrias, transporte y turismo. Debido a su complejidad y a la cantidad de factores que las afectan, las temáticas que debe abarcar un plan de acción es muy diversa y debe responder a todos los objetivos específicos propuestos. Se proponen las siguientes:

- Caracterizar el ecosistema de playas y en general de la zona costera, según lo definido por la PNAOCI. Debe orientarse a determinar los aspectos físicos de las mismas en cuanto a su geoforma, estructura y funcionamiento y evaluar los bienes y servicios que proporciona.
- Caracterizar los agentes hidrodinámicos a diferentes escalas (olas, mareas, corrientes, vientos, lluvias) de manera que pueda evaluarse la dinámica marina y atmosférica sobre la costa y contar con información detallada que permita identificar las causas de la erosión y diseñar obras de control y/o protección.
- Caracterizar la plataforma marina somera en cuanto a morfología y facies sedimentarias. Incluye la batimetría a diferentes niveles de detalle que permita tanto el análisis regional de procesos marinos como los datos necesarios para diseño de obras de control y/o protección.
- Evaluar las áreas de aporte sedimentario y de sumidero de

sedimentos, necesario para determinar el material disponible para el equilibrio de las playas y eventualmente buscar zonas de aporte de sedimentos para uso en actividades de alimentación de playas.

- Caracterizar detalladamente las estructuras de defensa, de amoblamiento urbano y de servicios existentes a lo largo de la zona de playas y evaluar los efectos de las mismas sobre los procesos naturales. Determinar su utilidad o su inconveniencia.
- Evaluar la historia de cambios en la línea de costa y el ancho de las playas; Identificar los sectores en donde hubo pérdida de playas y reconstruir los procesos que dieron origen a dicha pérdida. Determinar las posibles causas de la erosión a nivel regional y local.
- Evaluar las playas como áreas de refugio, anidación o alimentación de especies. Describir los procesos, las ventajas y limitaciones que tienen las especies para su uso, además del impacto de las mismas sobre las playas.
- Evaluar el potencial y la capacidad de carga de las playas y zonas costeras de cada municipio en cuanto a su uso y desarrollo sostenible.
- Monitorear las playas y zonas costeras mediante actividades de seguimiento que permitan identificar los cambios en las mismas y su relación con los procesos ocurridos en el lapso de tiempo monitoreado.
- Identificar las medidas para la recuperación de sectores costeros afectados por la erosión. Evaluar los

diseños de estructuras de protección y defensa, amigables con la naturaleza, que causen un impacto ambiental y visual mínimo, con una larga vida útil garantizada por un programa de mantenimiento y control.

- Diseñar e implementar un sistema de información descentralizado, orientado a mantener el diagnóstico actualizado de las playas y zona costera, así como de las propuestas que vayan surgiendo para hacer uso de ellas, ya sea por el desarrollo mismo de la zona o por su protección y mantenimiento.
- Establecer protocolos para uso de bases de datos interinstitucionales que puedan ser utilizadas por todas las entidades que las necesiten para los fines pertinentes.
- Orientar a los funcionarios de las entidades que tengan injerencia en las zonas costeras en el manejo y uso sostenible de playas y zonas costeras en general, garantizando su calidad y conservación para los diferentes usos.
- Establecer programas participativos con la comunidad y las autoridades, donde se establezcan las playas como lugares de aprovechamiento socioeconómico y protección ecológica.
- Creación y sostenimiento de un laboratorio donde se tengan los elementos necesarios para la investigación de los procesos marino costeros de interés para este plan de acción.
- Comprometer a las instituciones (autoridad) para la implementación y desarrollo de este plan de acción y las modificaciones a que hubiere lugar durante su desarrollo.

#### **ÁMBITO GEOGRÁFICO**

El estudio se centra inicialmente en la zonas costeras, tal y como están definidas en las políticas PNOEC y PNAOCI; sin embargo, las investigaciones requieren ampliar el ámbito de consulta hacia las cuencas de drenaje y hacia mar afuera, para entender las dinámicas de este corredor marino costero.

A corto y mediano plazo se deben priorizar las acciones sobre las zonas más críticas detectadas en la etapa de diagnóstico, para extender luego los objetivos específicos del plan a toda la zona costera colombiana.

# ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

#### **Entidades ejecutoras**

Los institutos de investigación adscritos y vinculados al MAVDT (IDEAM e INVEMAR), otras instituciones como INGEOMINAS, DPAD, DIMAR, IGAC y las instituciones académicas y ONG que desarrollan tradicionalmente actividades relacionadas con uno o más de los componentes temáticos, y otras instituciones que potencialmente tienen la voluntad y/o capacidad de realizar en su totalidad o parcialmente, autónomamente o en asocio con otras entidades, proyectos de investigación en estos temas, juegan un papel clave en la implementación del Plan, bien sea como ejecutoras directas o brindando apoyo a las actividades programadas.

El MAVDT, a través de sus corporaciones autónomas regionales, los ministerios de Transporte, Agricultura y Minas y Energía, así como la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, el Departamento Administrativo de Atención y Prevención de Desastres, COLCIENCIAS e IDEAM, juegan un papel preponderante en el apoyo al desarrollo del Plan, junto con las administraciones departamentales y municipales, Planeación Nacional y el Fondo Nacional de Regalías, entre otros.

#### Administración del Programa

Para el desarrollo del Plan de Acción debe existir un mecanismo, una estructura organizacional y una estrategia operativa en cabeza del MAVDT que garanticen la coordinación de acciones, la articulación interinstitucional, la gestión y manejo de los recursos financieros, el manejo y divulgación apropiada de la información y el conocimiento y la continuidad de los esfuerzos. Igualmente, el mecanismo debe propender por la articulación y los nexos con programas, instituciones y redes de investigación y académicas internacionales.

Para tal fin, el taller nacional convocado para implementar el plan de acción, recomendó un comité técnico nacional elegible, donde entre otras participan las siguientes entidades, de la siguiente manera:

- MAVDT como presidente.
- INVEMAR quien ejercerá la secretaría técnica.
- IDEAM como entidad nacional encargada de elementos y factores climáticos de Colombia.
- DIMAR con sus Centros de Investigación CIOH y CCCP.
- INGEOMINAS como entidad nacional encargada de la geología del país.
- IGAC como entidad encargada de la cartografía en el país.
- Representante de las CAR costeras del Caribe y Pacífico.
- Representante de las universidades privadas.
- Representante de las universidades públicas.

# ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El comité técnico creado para la administración del programa será quien haga seguimiento y evalúe el proceso de implementación del Plan de Acción, con el dinamismo que corresponde. El Comité se debe reunir, con periodicidad, una vez al año y las funciones principales serán:

- Welar porque el Plan Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera - PNIEC se desarrolle satisfactoriamente de acuerdo con los parámetros establecidos.
- Definir acuerdos para apoyar la ejecución del Plan.
- Desarrollar planes de trabajo con sus respectivos cronogramas.
- Realizar reuniones con entidades interesadas con el fin de encontrar financiación para garantizar la continuidad del plan de acción.
- Evaluar si los proyectos a realizar cumplen con los criterios de: eficacia ambiental, equidad entre costos y beneficios económicos, flexibilidad y eficacia administrativa, cálculo de tiempo y beneficios ambientales netos.
- Revisar los avances y que se cumplan cada una de las etapas del Plan de Acción.

# ESTRATEGIAS DE SOCIALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Estarán bajo la coordinación del MAVDT, a través del INVEMAR, quien se encargará de actualizar los avances e informar de los logros del PNIEC, publicados en el sitio web del INVEMAR.

## FINANCIACIÓN Y ASPECTOS PRESUPUESTALES

La implementación y la ejecución del Plan deben ser flexibles y adaptables al grado de asignación y disponibilidad de los recursos financieros. Estos serán principalmente de cuatro tipos:

Recursos ordinarios de las entidades ejecutoras de actividades conexas con el Plan, en muchos casos requeridos como contrapartida de otros recursos y captados de otras fuentes de financiamiento, bien sea recursos de apoyo provenientes del presupuesto asignado al Plan, de las agencias de fomento a la investigación o de cooperación internacional. En algunos casos pueden estar representados en recursos humanos, aportes en infraestructura o apoyo logístico.

Recursos provenientes del Presupuesto General de la Nación a través del Banco de Proyectos de Inversión, planes del gobierno, INVIAS, Ministerio de Transporte, PNPAD y todos los relacionados, destinados al mantenimiento de las actividades inherentes a la administración y coordinación del plan y a apoyar la ejecución de actividades de capacitación, investigación y divulgación contempladas, cuya prioridad será establecida según las necesidades y pertinencia de éstas y la disponibilidad de los recursos.

Recursos gestionados y captados de COLCIENCIAS y fondos y agencias nacionales o internacionales de cooperación técnica, y financiamiento de investigación científica, formación y capacitación.

Recursos canalizados a través de convenios de cooperación con programas e instituciones académicas y científicas extranjeras, en algunos casos representados en recursos humanos, pasantías y donación de equipos e información.

Recursos provenientes del sector privado, encaminados especialmente a la recuperación y /o mantenimiento de las playas de la cuales sus huéspedes hacen uso o del litoral afectado por la infraestructura propia del hotel.



Taller para la elaboración del PNIEC, julio 2008. Bogotá, D.C. Fotografía: Programa GEO, INVEMAR.

# OBJETIVO GENERAL DEL PLAN

Identificar e implementar las acciones que permitan la caracterización de la zona marina y costera a una escala adecuada para proponer medidas de prevención, mitigación, control, monitoreo y recuperación, a corto y mediano plazo en aquellas áreas afectadas por los procesos erosivos y a largo plazo que cubran todo el litoral colombiano.

Convención adoptada:

Corto Plazo: hasta 2 años Mediano plazo: 2 a 5 años Largo Plazo: 5 a 10 años

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ESTRATEGIAS, METAS Y ACCIONES

#### Investigar (Tabla 5)

Los atributos físicos de los materiales (rocas, sedimentos, etc.) y los procesos y factores climáticos, geológicos, biológicos y oceanográficos involucrados en la erosión costera y fenómenos asociados, no son suficientemente conocidos y entendidos, a todas las escalas de tiempo (meses, décadas, épocas geológicas). Se sabe, sin embargo, que ambas costas son inestables (sísmicamente activas y sujetas a tectonismo - diapirismo de lodo), con levantamientos y hundimientos diferenciales de terreno que generan cambios relativos en las zonas de interacción tierra – mar que afectan los balances de sedimentos costeros. El ascenso previsto del nivel del mar en este contexto añade una dimensión nueva al problema.

A partir de lo anterior surgen unas preguntas que seguramente se convertirán en proyectos o acciones:

- 1. ¿Cuál ha sido la evolución geológica de nuestras costas en el Pleistoceno-Holoceno y cuáles los controles principales de interés para el problema de erosión costera? Levantamientos y hundimientos asociados a eventos sísmicos, diapirismo y volcanismo de lodo, fenómenos de El Niño, tormentas.
- 2. ¿Cuál ha sido la evolución geológica y geomorfológica histórica (últimos cientos de años)? ¿Son extrapolables al futuro las tendencias identificadas? ¿Cuál ha sido la importancia de las actividades antrópicas?
- 3. ¿Cuáles serían, en detalle, las posibles respuestas de los varios tipos de litorales con respecto al ascenso previsto del nivel del mar?
- 4. ¿Cuáles son los balances de sedimentos (trayectorias, volúmenes) de nuestras costas? ¿Cuáles son las transferencias a lo largo de la franja litoral?
- 5. Cuáles son las interacciones oceanográficas y geológicas en los cambios costeros históricos y actuales?

**Estrategia 1.** Conocer los factores principales de la evolución: oceanográfica, biológica, geológica y geomorfológica de las costas colombianas durante el periodo Cuaternario

Costo: US\$ 22.740.000

**Meta 1 (Corto – largo plazo):** Cartografía (a escala 1:10.000 o mayores) y modelos predictivos en oceanografía de la franja costera emergida y la plataforma continental interna.

Responsables: DIMAR, INVEMAR, IGAC, CAR costeras, universidades, EAFIT, Universidad Nacional, INGEOMINAS, CCCP, CIOH, IDEAM, compañías petroleras en exploración, y explotación.

#### Provectos:

- Estandarizar cartografía y nomenclatura geomorfológica.
- Desarrollar e instaurar metodologías para condiciones oceanográficas con diferentes parámetros y equipos.
- Línea base actualizada de la geología/geomorfología de las costas colombianas.
- Identificar antiguas líneas de costa y evaluar elementos oceanográficos.
- Estudio estratigráfico de la plataforma continental por métodos indirectos geofísicos y directos como sondeos v datación de eventos cuaternarios.
- Estudios sobre áreas fuente de sedimentos y trayectorias de transporte en las zonas marino costeras colombianas.
- Realizar campañas oceanográficas para la toma de datos, modelar condiciones oceanográficas.
- Conformar los sistemas y redes de información pertinentes.

Meta 2 (Corto plazo): Capacitar a niveles técnicos de maestría y doctorado y fortalecer grupos de investigación en los temas relacionados con geología marina. oceanografía y erosión costera.

Responsables: Universidades, con el apoyo de COLCIENCIAS, institutos de investigación, CAR costeras, INGEOMINAS, DIMAR, IDEAM, Ministerio de educación.

#### Proyectos:

- Establecer mecanismos de cooperación interinstitucional nacionales e internacionales para docencia.
- Realizar congresos y seminarios.

Meta 3 (Corto, mediano, largo plazo): Establecer balances de sedimentos costeros.

Responsables: DIMAR, con el apoyo de INVEMAR, universidades, CAR costeras

#### **Proyectos:**

Investigar balances de sedimentos en la Plataforma interna y en las playas.

#### Mitigar (Tabla 6)

Estrategia 1. Diagnosticar las áreas en riesgo por erosión costera, susceptibles a mitigación

Costo: US\$ 1.000.000

Meta 1 (Corto plazo): Identificar las zonas amenazadas por erosión costera v vulnerabilidad de las zonas urbanas

Responsables: INVEMAR, DIMAR, universidades, CAR costeras, alcaldías y gobernaciones

#### Proyectos:

- Cartografiar y describir las zonas con procesos de erosión costera.
- Análisis de población.
- Análisis socioeconómico.

Estrategia 2. Caracterizar el medio físico v biótico afectado por los procesos morfodinámicos y antrópicos

Costo: US\$ 7.400.000

### Meta 1 (Corto a Mediano plazo): Caracterización geológica, oceano-

gráfica, climática, hidrodinámica, hidrográfica y morfodinámica.

Responsables: INGEOMINAS, DIMAR, INVEMAR, IDEAM, universidades, alcaldías, CAR costeras, empresas de ingeniería privadas.

#### Proyectos:

- Caracterización geológica tectónica, estructural, geotécnica, oleaje, régimen medio y extremo, cambios del nivel del mar: Marea meteorológica, astronómica, variaciones nivel medio del mar, fenómeno El Niño.
- Caracterización de corrientes litorales.
- Caracterización del oleaje en la zona de influencia directa propagada.
- Calibración de los modelos de propagación del oleaje y mediciones puntuales por oleómetros.

**Meta 2 (Corto a Mediano plazo):** Caracterización de la dinámica litoral a corto (días-temporales), mediano (meses-estacional) ylargo plazo (años)

Responsables: IDEAM, DIMAR, INVEMAR, universidades, alcaldías, CAR costeras, empresas de ingeniería privadas

#### **Proyectos:**

- Consultar y analizar los registros de caudales sólidos y líquidos de los ríos.
- Caracterizar las cuencas de drenaje que no tienen instrumentación.
- Realizar los levantamientos batimétricos y topográficos detallados.
- Caracterizar las fuentes de sedimentos y los aportes al sistema costero.
- Caracterizar la capacidad de transporte de las fuentes sedimentos.
- Hacer los análisis de los perfiles de playa.
- Monitorear los perfiles de playa cada 3,6 meses mínimo; estacional.

 Realizar la evolución de la línea de costa a partir de cartografía y fotografías aéreas antiguas y con imágenes recientes, incluido el Lidar (50s, 80s, actual).

**Estrategia 3.** Diseñar alternativas de solución

Costo: US\$ 3.350.000

Meta 1 (Corto a Mediano plazo): Plantear alternativas

**Responsables:** DIMAR, INVEMAR, universidades, alcaldías, CAR costeras, empresas de ingeniería privadas, sector portuario.

#### Proyectos:

- Análisis de actuaciones antrópicas: Obras de protección, urbanización de las zonas costeras, infraestructura de puertos.
- Deterioro de los ecosistemas.
- Reubicación: Análisis socioeconómico a partir de costobeneficio.
- Cambios de uso y cobertura de las zonas desalojadas.
- Censo de población y de infraestructura a priori de una relocalización.
- Estudio de impacto ambiental del área de reubicación.
- Regeneración de playas, de arenas, espolones y tómbolos.
- Regeneración con disipación de energía.
- Estudio de cuencas e impacto ambiental.
- Restauración del litoral: dunas, bypass de arenas.

- Creación de arrecifes artificiales (proyecto piloto), tablestacados de madera, perfilamiento de acantilados.
- Estructuras longitudinales de protección: Protección de la base de los acantilados, estructuras exentas sumergidas.

**Meta 2 (Corto a Mediano plazo):** Plan de soluciones y monitoreo.

Responsables: MAVDT, DIMAR, INVEMAR, INGEOMINAS, INVIAS, alcaldías, CAR costeras, empresas de ingeniería privadas.

#### **Proyectos:**

- Modelación de los efectos de las soluciones escogidas.
- Hacer el levantamiento cartográfico.
- Estudios de impacto ambiental.
- Monitorear los impactos y efectos de las soluciones.

#### Monitorear (Tabla 7)

**Estrategia 1.** Identificar, definir e implementar sistemas de monitoreo de litorales que permitan determinar los retrocesos de la línea de costa, las variaciones sedimentológicas y de usos del suelo.

Costo: US\$ 6.450.000

Meta 1 (al año 2010): Normalizar e Implementar el Sistema de Monitoreo para la erosión costera.

**Responsables:** MAVDT, INVEMAR, DIMAR, INGEOMINAS, CAR costeras, Ministerio de Transporte, MIJ, IDEAM.

#### Proyectos:

Generar una norma que establezca claramente los encargados de

- operar los indicadores y la obligatoriedad de las Instituciones de suministrar la información recopilada para su mantenimiento.
- Estandarizar los métodos y normas para efectuar monitoreos.
- Implementar el sistema de estaciones de muestreo.

**Meta 2 (al año 2011):** Generar la base de datos respectiva y articularla con redes ya establecidas

Responsables: MAVDT, INVEMAR, DIMAR, INGEOMINAS, CAR costeras, Ministerio de Transporte, MIJ, IDEAM.

#### Proyectos:

- Diseño de una base de datos.
- Desarrollo o implementación de la base de datos.
- Articular la base de datos a redes ya establecidas.

**Meta 3 (al año 2011):** Integrar y coordinar actividades con los comités regionales de MIZC

**Responsables:** MAVDT, INVEMAR, DIMAR, INGEOMINAS, CAR costeras, Ministerio de Transporte, MIJ, IDEAM.

#### Proyectos:

 Generar un vínculo formal con los comités regionales de MIZC.

**Meta 4 (al año 2019):** Mantener y actualizar el sistema de monitoreo

**Responsables:** MAVDT, INVEMAR, DIMAR, INGEOMINAS, CAR costeras, Ministerio de Transporte, MIJ, IDEAM. Proyectos:

- Consecución de equipos y tecnología de punta.
- Evaluación anual de normas y procedimientos técnicos generados dentro del sistema de monitoreo.

- Actualización periódica de la base de datos.
- Desarrollo de validadores para el control de calidad de la base de datos.
- Incorporación de nuevas tecnologías al sistema de monitoreo.

**Meta 5 (años 2009- 2019):** Definir un esquema financiero para hacer sostenible el proceso de monitoreo.

**Responsables:** MAVDT, INVEMAR, DIMAR, INGEOMINAS, CAR costeras, Ministerio de Transporte, MIJ, IDEAM., universidades.

#### Proyectos:

- Generar protocolos para captación de fondos provenientes tanto de entidades públicas como privadas.
- Promover y redactar una norma a nivel gubernamental que obligue a incorporar el tema de erosión costera en todos los planes de desarrollo. Darle trámite para sanción presidencial.
- Contar con certificados presupuestales que garanticen la ejecución de las actividades de monitoreo.

#### **Prevenir – Capacitar** (Tabla 8)

**Estrategia 1.** Establecer programas de educación formal en planteles educativos de primaria, secundaria y superior en los departamentos costeros.

Costo: US\$ 2.000

**Meta 1 (Corto a Mediano plazo):** Realizar programas educativos sobre fenómenos costeros

Responsables: Ministerio de educación, secretarías de educación departa-

mentales, MAVDT, COLCIENCIAS, Universidades, ICFES

#### Proyectos:

- Diseñar e implementar programas académicos formales relacionados con el tema costero.
- Revisión y ajuste de los programas ya existentes.
- Formación de profesionales expertos a nivel de post-grado.

**Estrategia 2.** Establecer programas de educación no formal para comunidades y funcionarios de entidades relacionados

Costo: US\$ 1.500.000

**Meta 1 (Corto a Mediano plazo):** Realizar Programas de educación no formal sobre el origen y consecuencias de la erosión costera

**Responsables:** Ministerio de Educación, Ministerio de comunicaciones, SENA, CAR, DIMAR, MAVDT, SENA y ONG.

#### Proyectos:

- Programas de capacitación en prevención y control para autoridades ambientales y entes territoriales.
- Programas de socialización y divulgación, para las comunidades asentadas en la zona costera sobre la problemática a través de medios masivos de comunicación.
- Sensibilizar las comunidades reubicadas de zonas de riesgo.

**Estrategia 3.** Incluir políticas de manejo y ordenamiento costero en los POT o EOT. Costo: US\$ 150.000

**Meta 1 (Corto plazo):** Establecer las políticas de ocupación urbana y de servicios de la zona costera

**Responsables:** DIMAR, INVEMAR, CAR, entes territoriales, alcaldías, MAVDT, INGEOMINAS, IDEAM, IGAC.

#### Proyectos:

- Conseguir la información secundaria y actualizar los SIG en el tema de erosión costera.
- Plasmar en los POT y EOT los lineamientos para ocupación sostenible del territorio costero.

**Meta 2 (Corto a Mediano plazo):** Establecer planes de manejo de las cuencas hidrográficas bajas y medias para prevenir la erosión costera.

**Responsables:** DIMAR, INVEMAR, CAR, entes territoriales, MAVDT, INGEOMINAS, IDEAM, IGAC.

#### Proyectos:

- Levantar la información secundaria y actualizar los SIG en el tema de erosión en las cuencas hidrográficas bajas y medias.
- Establecer lineamiento de manejo de las cuencas que permitan recuperar el caudal y los sedimentos para las zonas costeras.

**Meta 3 (Corto plazo):** Fortalecer los comités locales y departamentales de atención de amenazas y prevención de riesgos en los aspectos relacionados con la dinámica costera

**Responsables:** DGPAD, INVEMAR, DIMAR, CAR costeras, MAVDT

#### Proyectos:

 Adelantar el análisis nacional de vulnerabilidad y amenazas.

#### **Controlar** (Tabla 9)

**Estrategia 1.** Crear y fortalecer los mecanismos apropiados para que las entidades encargadas del control de la erosión costera ejerzan eficientemente su labor.

Costo: US\$ 500.000

**Meta 1 (al año 2012):** Suministrar a los organismos de control herramientas técnicas y normativas necesarias para el ejercicio de sus funciones de control en erosión costera

**Responsables:** DIMAR, CAR costeras, MAVDT, MIJ, gobernaciones, alcaldías.

#### **Proyectos:**

- Página Web de consulta de la información normativa y técnica.
- Fortalecer la normatividad nacional generada antrópicamente en el tema.

**Meta 2 (al año 2012):** Fomentar la coordinación interinstitucional bajo la metodología de MIZC para responder al control de la erosión costera.

**Responsables:** INVEMAR, DIMAR, CAR costeras, MAVDT, MIJ, gobernaciones, alcaldías.

#### Proyectos:

- Elaborar los lineamientos de respuesta interinstitucional ante la problemática de la erosión costera.
- Elaborar una propuesta para el desarrollo de actividades conjuntas con las demás instituciones involucradas.
- Reducir la duplicación de esfuerzos y la dualidad de la información.

Tabla 5. Aspectos del objetivo específico Investigar del PNIEC. Plan de Acción 2009 – 2019

|   |   | A POLICIANT DE CAMERICA  |  |             |  |
|---|---|--|--|-------------|--|
|   |   | UBJEIIVO I. INVESTIGAR   |  |             |  |
| ESTRATEGIAS   | METAS   | PROYECTOS/ ACTIVIDADES   | RESPONSABLES   | COSTO US\$  | TIEMPO                                   |
|   |   | Estandarizar cartografía y nomenclatura<br>geomorfológica.   |  |             | orto o                                   |
|   |   | Desarrollar e instaurar metodologías para condiciones oceanográficas con diferentes parámetros y equipos.  |  | 5.000.000   | mediano plazo                            |
|   |   | Línea base actualizada de la<br>geología/geomorfología de las costas<br>colombianas.   |  | 1 000 000   | Corto plazo<br>para áreas<br>críticas    |
|   | 1. Cartografía (a escala<br>1:10.000 o mayores) y   | Identificar antiguas líneas de costa y<br>evaluar elementos oceanográficos   | Comité del PNIEC, DIMAR, INVEMAR, universidades, CAR costeras, EAFIT,                              |             | Largo plazo<br>resto de la<br>costa      |
| 1. Conocer los factores principales   | oceanografía de la franja<br>costera emergida y la<br>plataforma continental<br>interna         | Estudio estratigráfico de la plataforma continental por métodos indirectos geofísicos y directos como sondeos y datación de eventos cuaternarios | INGEOMINAS, CCCP, CIOH, IGAC,<br>IDEAM, compañías de exploración y<br>explotaciónde hidrocarburos. | 2.200.000   | Largo plazo                              |
| de la evolución: oceanográfica,<br>biológica, geológica y<br>geomorfológica de las costas |   | Estudios sobre áreas fuente de sedimentos y trayectorias de transporte en las zonas marino costeras colombianas                                  |  | 540.000     | Mediano a<br>Largo plazo                 |
| Cuaternario   |   | Realizar campañas oceanográficas para la toma de datos, modelar condiciones oceanográficas   |  | 10.000.000  | Corto plazo,<br>Mediano a<br>Largo plazo |
|   |   | Conformar los sistemas y redes de información pertinentes  |  | 1.000.000   | Mediano a<br>Largo plazo                 |
|   | 2. Capacitar a niveles técnicos de maestría y doctorado y fortalecer grupos de investigación en | Establecer mecanismos de cooperación<br>interinstitutonal nacionales e<br>internacionales para docencia  | Universidades, con el apoyo de<br>COLCIENCIAS, institutos de<br>investigación, CAR costeras,       | 000 000 c   | orto plazo                               |
|   | los temas relacionados con<br>geología marina,<br>oceanografía y erosión<br>costera             | Realizar congresos y seminarios.   | INGEOMÎNAS, DIMAR, IDEAM,<br>Miristerio de educación.  | 2.000.000   | corto piazo                              |
|   | 3. E stablecer balances de sedimentos costeros  | Investigar balances de sedimentos en la<br>plataforma interna y en las playas  | DIMAR, con el apoyo de I NVEMAR,<br>universidades, CAR costeras                                    | 1.000.000   | Corto plazo,<br>Mediano a<br>Largo plazo |
|   |   |  | TOTAL OBJETIVO 1.  | 22. 740.000 |  |

Tabla 6. Aspectos del objetivo específico Mitigar del PNIEC. Plan de Acción 2009 - 2019

|  |  | OBJETIVO 2. MITIGAR  |   |            |                          |
|--|--|--|---|------------|--------------------------|
| ESTRATEGIAS  | METAS  | PROYECTOS/ ACTIVIDADES   | RESPONSABLES  | COSTO US\$ | TIEMPO                   |
| 1. Diagnosticar las áreas en                             | 1. Identificar las zonas<br>amenazadas por erosión         | Cartografiar y describir las zonas con<br>procesos de erosión costera.   | INVEMAR, DIMAR, universidades, CAR                                      | 1000000    | 40                       |
| riesgo por erosion costera,<br>susceptibles a mitigación | costera y vulnerabilidad de                                | Análisis de población  | costeras, alcaldías y gobernaciones                                     | 1.000.000  | corto piazo              |
|  | las zonas urbanas  | Análisis socioeconómico  |   |            |                          |
|  | 1. Caracterización geológica,<br>oceanográfica, climática, | Caracterización geológica tectónica, estructural, geotécnica, oleaje, régimen medio y extremo, cambios del nivel del mar: Marea meteorológica, astronómica, variaciones nivel medio del mar, fenómeno de El Niño | INGEOMINAS, DIMAR, INVEMAR,<br>IDEAM, universidades, alcaldías, CAR     |            | Corto a                  |
|  | hidrodinámica, hidrográfica                                | Caracterización de corrientes litorales  | costeras, empresas de ingeniería  | 4.500.000  | Mediano plazo            |
|  | y morfodinámica  | Caracterizacióndel oleaje en la zona de influencia directa propagada.  | privadas.   |            |                          |
|  |  | Calibración de los modelos de propagación del oleaje y mediciones puntuales por oleómetros.  |   |            |                          |
| 2. Caracterizar el medio físico                          |  | Consultar y analizar los registros de caudales sólidos y líquidos de los ríos.   |   |            |                          |
| y biótico afectado por los<br>procesos morfodinámicos y  |  | Caracterizar las cuencas de drenaje que no tienen instrumentación.   |   |            |                          |
| antropicos   |  | Realizar los levantamientos batimétricos y topográficos detallados   |   |            |                          |
|  | 2. Caracterización de la                                   | Caracterizar las fuentes de sedimentos y los aportes al sistema costero.   | IDFAM DIMAR INVEMAR   |            |                          |
|  | (días-temporales), mediano<br>(meses-estacional) y largo   | Caracterizar la capacidad de transporte de las fuentes de sedimentos   | universidades, alcaldías, CAR costeras, empresas de inceniería privadas | 2.900.000  | Corto a<br>Mediano plazo |
|  | plazo (años)   | Hacer los análisis de los perfiles de playa.   |   |            |                          |
|  |  | Monitorear los perfiles de playa cada 3, 6 meses mínimo; estacional.   |   |            |                          |
|  |  | Realizar la evolución de la línea de costa   |   |            |                          |
|  |  | a partir de cartografía y fotografías  |   |            |                          |
|  |  | aéreas antiguas y con imágenes recientes<br>. incluido el Lidar (50s. 80s. actual)   |   |            |                          |
|  |  |  |   |            |                          |

|                            |                         | de Sitting County and County  |  |            |               |
|----------------------------|-------------------------|---|--|------------|---------------|
|                            |                         | OBJETTVO Z. WILLIGAR  |  |            |               |
| ESTRATEGIAS                | METAS                   | PROYECTOS/ ACTIVIDADES  | RESPONSABLES   | COSTO US\$ | TIEMPO        |
|                            |                         | Análisis de actuaciones antrópicas: obras de protección, urbanización de las zonas costeras, infraestructura de puertos.  |  |            |               |
|                            |                         | Deterioro de los ecosistemas.   |  |            |               |
|                            |                         | Reubicación: Análisis socioeconómico a partir de costo-beneficio.   |  |            |               |
|                            |                         | Cambios de uso y cobertura de las zonas<br>desalojadas  |  |            |               |
|                            |                         | Censo de población y de infraestructura a priori de una relocalización.   |  |            |               |
|                            | 0 10                    | Estudio de impacto ambiental del área<br>de reubicación   | DIMAR, INVEMAR, universidades,   | ,          | Corto a       |
|                            | i, Fidnical dicemativas | Regeneración de playas, de arenas,<br>espolones y tómbolos  | alcalulas, CAR Costeras, empresas de<br>ingeniela privadas, sector portuario | 2.100.000  | Mediano plazo |
| 3. Diseñar alternativas de |                         | Regeneración con disipación de energía.   |  |            |               |
| solución                   |                         | Estudio de cuencas e impacto ambiental.   |  |            |               |
|                            |                         | Restauración del litoral: dunas, Bypass de arenas.  |  |            |               |
|                            |                         | Creación de arrecifes artificiales (proyecto piloto), tablestacados de madera, perfilamiento de acantilados.              |  |            |               |
|                            |                         | Estructuras longitudinales de protección:<br>Protección de la base de los acantilados,<br>estructuras exentas sumergidas. |  |            |               |
|                            |                         | Modelación de los efectos de las soluciones escogidas.  | MAVDT. DIMAR. INVEMAR.   |            |               |
|                            | 2. Plan de soluciones y | Hacer el levantamiento cartográfico   | INGEOMINAS, INVIAS, alcaldías, CAR   | 1 250 000  | Corto a       |
|                            | monitoreo               | Estudios de impacto ambiental   | costeras, empresas de ingeniería   | 1.230,000  | Mediano plazo |
|                            |                         | Monitorear los impactos ylos efectos de<br>las soluciones.  | privadas.  |            |               |
|                            |                         |   | TOTAL OBJETIVO 2.  | 11.750.000 |               |

Tabla 7. Aspectos del objetivo específico Monitorear del PNIEC. Plan de Acción 2009 – 2019

|                        | TIEMPO                 | 2009  | 2010  | A 2011   | A 2011  | A 2019   | A 2009<br>A 2010<br>A 2019   |                   |
|------------------------|------------------------|---|---|--|---|--|--|-------------------|
|                        | COSTO US\$             | 50.000  | 950.000   | 350.000  | 20.000  | 5.000.000  | 50.000   | 6.450.000         |
|                        | RESPONSABLES           | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM. | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM.   | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM.  | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM.       | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM.  | MAVDT, INVEMAR, DIMAR,<br>INGEOMINAS, CAR<br>costeras, Ministerio de<br>Transporte, MIJ, IDEAM "<br>universidades  | TOTAL OBJETIVO 3. |
| OB IETIVO 3 MONITOBEAB | PROYECTOS/ ACTIVIDADES | Determinar los indicadores a tener en cuenta  | Generar una norma que establezca claramente los encargados de operar los indicadores y la obligatoriedad de lasinstituciones de suministrar la información recopilada para su mantenimiento. Estandarizar los métodos y normas para efectuar monitoreos | Implementar el sistema de estaciones de muestreo<br>Diseño de una base de datos.<br>Desarrollo o implementación de la base de datos<br>Articular la base de datos a redes ya establecidas. | Generar un vínculo formal con los comités<br>regionales de MIZC                                       | Consecución de equipos y tecnología de punta Evaluación anual de normas y procedimientos técnicosgenerados dentro del sistema de monitoreo.  Actualización periódica de la base de datos Desarrollo de validadores para el control de calidad de la base de datos.  Incorporación de nuevas tecnologías al sistema de monitoreo. | Generar protocolos para captación de fondos provenientes tanto de entidades públicas como privadas.  Promover y redactar una norma a nivel gubernamental que obligue a incorporar el tema de erosión costera en todos los planes de desarrollo. Darle trámite para sanción presidencial.  Contar con certificados presupuestales que garanticen la ejecución de las actividades de monitoreo |                   |
| -                      | METAS                  |   | 1. Normalizar e Implementar<br>el Sistema de Monitoreo para<br>la erosión costera.  | 2. Generar la base de datos<br>respectiva y articularla con<br>redes ya establecidas   | 3 .Integrar y coordinar<br>actividades con los comités<br>regionales de MIZC                          | 4. Mantener y actualizar el<br>sistema de monitoreo  | 5. Definir un esquema<br>financiero para hacer<br>sostenible el proceso de<br>monitoreo.   |                   |
|                        | ESTRATEGIAS            |   |   |  | I. Iden tificar, definir e implementar sistemas de monitoreo de litorales que permitan determinar los | retrocesos de la linea de<br>costa, las variaciones<br>sedimentológicas y de usos<br>del suelo.  |  |                   |

Tabla 8. Aspectos del objetivo específico Prevenir – Capacitar del PNIEC. Plan de Acción 2009 – 2019

|   |   | OBJETIVO 4. PREVENIR-CAPACITAR   |  |            |                          |
|---|---|--|--|------------|--------------------------|
| ESTRATEGIAS   | METAS   | PROYECTOS/ ACTIVIDADES   | RESPONSABLES   | COSTO US\$ | TIEMPO                   |
| 1. Establecer programas de<br>educación formal en                             | 1. Realizar programas   | Diseñar e implementar programas<br>académicos formales relacionados con el<br>tema costero.                                | Ministerio de Educación, secretarías                                       |            | 1                        |
| pianteles educativos de<br>primaria, secundaria y<br>superior en los          | educativos sobre fenómenos<br>costeros  | Revisión y ajuste de los programas ya existentes.  | departamentales, MAVDT Colciencias, universidades, ICFES                   | 100.000    | Corto a<br>Mediano plazo |
| departamentos costeros  |   | Formación de profesionales expertos a<br>nivel de postgrado  |  |            |                          |
| C constant and cold debat   |   | Programas de capacitación en prevención y control para autoridades ambientales y entes territoriales.                      |  |            |                          |
| L' Establecer programas de educación no formal para comunidadesy funcionarios | Realizar programas de educación no formal sobre educación no formal sobre de primar y consecuencias de la consecuencia del consecuencia de la consecuencia de la consecuencia de la consecuencia del consecuencia de la consecuencia de la consecuencia de la consecuencia de la consecuencia del consecuencia del consecuencia del consecuencia del consecuencia de la consecuencia del consecuenci | Programas de socialización y divulgación, para las comunidades asentadas en la   | Ministerio de Educación, Ministerio de<br>Comunicacones, SENA, CAR, DIMAR, | 1.500.000  | Corto a                  |
| de entidades relacionados<br>con las zonas costeras                           | ei origen y consecuencias de<br>la erosión costera.   | zona costera sobre la problematica a<br>través de medios masivos de<br>comunicación.                                       | MAVDT, SENA, ONG's   |            | Medialio piazo           |
|   |   | Sensibilizar las comunidades reubicadas<br>de zonas de riesgo  |  |            |                          |
|   | 1. Establecer las políticas de  | Levantar la información secundaria y<br>actualizar los SIG en el tema de erosión<br>costera.                               | DIMAR, IN VEMAR, CAR, entes  | 000 03     | oto)                     |
|   | servicios de la zona costera.   | Plasmar en los POT y EOT los lineamientos para ocupación setenible del territorio costero.                                 | IDEAM, IGAC  |            |                          |
| 3. Incluir políticas de manejo<br>y ordenamiento costero en                   | 2. Establecer planes de<br>manejo de las cuencas<br>hidrográficas bajas y medias  | Levantar la información secundaria y actualizar los SIG en el tema de erosión en las cuencas hidrográficas bajas y medias. | DIMAR, INVEMAR, CAR, entes territoriales, MAVDT, INGEOMINAS,               | 5          | Corto a                  |
| los POT o EOT   | para prevenir la erosión<br>costera.  | Establecer lineamiento de manejo de las cuencas que permitan recuperar el caudal y los sedimentos para las zonas costeras. | IDEAM, IGAC  | 000.00     | Mediano piazo            |
|   | 3. Fortalecer los comités locales y departamentales de atención de amenazas y prevención de riesgos en los aspectos relacionados con la dinámica costera.   | Adelantar el análisis nacional de<br>vulnerabilidad y amenazas   | DGPAD, INVEMAR, DIMAR, CAR, MAVDT  | 50.000     | Corto plazo              |
|   |   |  | TOTAL OBJETIVO 4.  | 1.750.000  |                          |

Tabla 9. Aspectos del objetivo específico Controlar del PNIEC. Plan de Acción 2009 – 2019

|                       | TIEMPO                 |  | A 2012   | N C  |  |  |                   |  |            |
|-----------------------|------------------------|--|--|--|--|--|-------------------|--|------------|
|                       | COSTO US\$             |  | 000 005  |  |  |  | 200.000           |  | 43.190.000 |
|                       | RESPONSABLES           | DIMAR, CAR costeras, MAVDT, MIJ,   | gobernaciones, alcaldías.  |  | DIMAR, CAR costeras, MAVDT, MIJ,<br>gobernaciones, alcaldíaş INVEMAR.  |  | TOTAL OBJETIVO 5. |  | TOTAL US\$ |
| OBJETTVO 5. CONTROLAR | PROYECTOS/ ACTIVIDADES | Página Web de consulta de la información<br>normativay técnica.          | Fortalecer la normatividad nacional<br>generada antrópicamente en el tema.                       | Elaborar los lineamientos de respuesta<br>interinstitucional ante la problemática de<br>la erosión costera | Elaborar los lineamientos de respuesta interinstitucional ante la problemática de la erosión costera.  Elaborar una propuesta para el desarrollo de actividades conjuntas con las demás instituciones involucradas  Reducir la duplicación de esfuerzos y la dualidad de la información. |  |                   |  |            |
|                       | METAS                  | 1. Suministrar a los<br>organismos de control<br>herramientas técnicas y | normativas necesarias pára<br>el ejercicio de sus funciones<br>de control en erosión<br>costera. | 2.Fomentar la coordinación   |  |  |                   |  |            |
|                       | ESTRATEGIAS            |  | 1. Crear y fortalecer los<br>mecanismos apropiados para  | del control de la erosión<br>costera ejerzan<br>eficientemente su labor.                                   |  |  |                   |  |            |

# **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguirre, N. 1994. Análisis morfodinámico de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Tesis (MSc).ITC Holanda
- Barrero, L. D. 1979. Geology of the Central Western Cordillera, West Buga y Roldanillo, Colombia. Public. Geol. Espec. Ingeominas, 4, 75p.
- Cambers, G. 1998. Coping with beach erosion. Coastal management source books UNESCO/CSI and UPR-SGCP.119 p.
- CARDIQUE Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique. 1997. Diagnóstico y zonificación de las áreas de manglar del departamento de Bolívar. Cartagena, 228 p.
- Coats, A.G., J.B.C. Jackson, L.S. Collins, T.M. Cronin, H.J., Dowsett, L.M. Bybell, P. Jung, and J.A. Obando. 1992. Closure of the Isthmus of Panama: The nearshore marine record of Costa Rica and panama. Geol. Soc. Am. Bull. 104 (8), p 14-28.
- Coats, A.G. and J.A. Obando. 1996. The geologic evolution of the Central American Isthmus. In Evolution & Environment in Tropical America Edited Bay Jackson B.C.J.Budd, F.A. and Coats, A.G. Chicago Press, p 21-56.
- Comisión Colombiana del Océano CCO. 2007. Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros PNOEC. Serie Documentos Generales INVEMAR No. 19, Santa Marta. 56 p.
- CONPES Consejo Nacional de Política Económica y Social 3164. 2002. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Plan de Acción 2002-2004. Ministerio del Medio Ambiente, 27 p.
- CONPES Consejo Nacional de Política Económica y Social 3315. 2004. Inversiones estratégicas prioritarias en zonas Portuarias de Colombia. Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías INVIAS. Bogotá, 12 p.
- CORPOURABÁ Universidad Nacional de Colombia. 1998. Informe final sobre la "Evaluación de zonas de erosión crítica en el litoral Caribe antioqueño". Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Medellín, 199 p. y cinco anexos.
- Correa I. D., J. Alcántara-Carrió & R. González. 2005. Historical and Recent Shore erosion along the Colombian Caribbean Coast. Journal of Coastal Research. Special Issue 49, p 52-57.
- Correa. I.D., y G. Vernette. 2004. Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (sector Arboletes Turbo) Costa Caribe colombiana. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 33 p 7-28. Santa Marta, Colombia.
- Cortés, M., and J.,Angelier. 2005. Paleostress evolution of the northern Andes (Eastern Cordillera of Colombia): implications on plate kinematics of the South Caribbean region. Tectonics, Vol. 24, 1-27.

- Dengo, G. 1985. Mid America: Tectonic Sitting for The Pacific Margin from Southern Mexico to northwestern Colombia. In The ocean basin and margins, ed. A.E.M. Nairn and F.G. Stehli, 7. New York: Plenum Press.
- Departamento Nacional de Planeación DNP. 2007. Visión Colombia 2019 II Centenario: Aprovechar el territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible. Propuesta para discusión.
- Duque-Caro, H. 1979. Major structural elements and evolution of northwestern Colombia. In Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins (J.S. Watkins, L. Montadert, and P.W. Dickerson). Amer. Ass. Petrol. Geol., Memoir 29, 329-351.
- Duque-Caro, H. 1980. Geotectónica y evolución de la Región Noroccidental Colombiana. Bol. Geol., INGEOMINAS, 23(3), 4-37.
- Duque-Caro, H. 1990. Neogene stratigraphy, paleoceanography and paleobiogeography in northwest South America and the evolution of the Panama seaway. Paleogeo. Paleoclim. Paleoecol. 77, 203-234.
- Ego, F., M. Sébrier, A. Lavenu, H. Yepes, y A. Egues. 1996. Quaternary state of stress in the Northern Andes and the restrainning bend model for Ecuadorian Andes: Tectonophysics, p. 101-116.
- Escalante, G. 1990. The geologic of southern Central American and western Colombia In the Caribbean Region, vol. H of The Geology of North America, Dengo G. and Case J.E., 201-230 Boulder, Colo. Geological Society of America.
- European Commission. 2005. EUROSION: "Living with Coastal Erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability". En: http://europa.eu.int; http://www.eurosion.org consultado en Junio 2008
- Garay, J et al. 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Contaminantes al Mar – PNICM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" - INVEMAR. Santa Marta. 110 p.
- Gil Torres W. y Ulloa Delgado G. 2001. Caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares del departamento de Córdoba. CVS. Montería, 113 p.
- Guldberg, H. O. 1999. Climate change, coral bleaching and future of the world's coral reefs. Mar Freshwater Res., 50 p. 839-866.
- Hughes, T. P. Baird, A. H. Bellwood, D. R. Card, M. Connolly, S.R. Folke, C. Grosberg, R. Hoegh-Guldberg, O. Jackson, J.B.C. Kleypas, J. Lough, J.M. Marhhall, P. Nystróm M. Palumbi S.R. Pandolfi, .M. Rosen, B. Roughgarden, J. 2003. Climate change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. Science, vol. 301, p. 929-933.
- IDEAM-Universidad Nacional de Colombia. 1998. Morfodinámica, población y amenazas en el litoral Caribe, sector valle del Sinú-Canal del Dique. Bogotá, informe inédito, 155 p.

- IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2001. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar. Bogotá.
- IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2002. Efectos naturales y socioeconómicos del Fenómeno El Niño en Colombia. Marzo del 2002, 58p.
- INVEMAR. 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Editado por Juan Manuel Díaz Merlano y Diana Isabel Gómez López. Santa Marta: INVEMAR, FONADE, MMA, 2000. 80 p.
- INVEMAR. 2001a. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia - PNAOCI . Serie de Documentos Generales No 3.
- INVEMAR. 2001b. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe y Pacífico) y medidas de adaptación. Informe técnico preliminar No. 2, Franja costera caribe. Santa Marta, 28 p.
- INVEMAR. 2005. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2004. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 210 p.
- INVEMAR. 2006a. Proyecto BPIN: Diseño e implementación de un programa de prevención y propuestas para la mitigación de la erosión costera en Colombia. Santa Marta, 35 p. y siete anexos.
- INVEMAR. 2006b. Ordenamiento ambiental de la zona costera del departamento del Atlántico. Informe final componente físico. Barranquilla, 108 p.
- INVEMAR. 2006c. Unidad ambiental costera de la Llanura Aluvial del Sur (UAC-LLAS)-Pacífico Colombiano. Caracterización Diagnostico Integrado y Zonificación Ambiental Santa Marta, 283 p.
- INVEMAR. 2008. Diagnóstico de la erosión y la sedimentación en la zona costera del Pacífico Colombiano. Santa Marta.
- Martínez, J.O. 1993. Geomorfología y amenazas geológicas de la línea de costa del Caribe Central Colombiano (sector Cartagena–Bocas de Ceniza). Publicaciones Geológicas Especiales de INGEOMINAS No. 19, p. 1-62.
- Maurasse, F., Husler, G., Georges, G., Schmitt, R. and Damond, P. 1979. Upraised Caribbean sea floor below acoustic reflector B" and the southern peninsula of Haiti. Geol. Mijnbouw, 8, 71-83.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2000. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. Bogotá, 110 p.
- NCCSAP Netherlands Climate Change Studies Assistance Program. 2004. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, Insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. INVEMAR.

- Nivia, A. 1989. El Terreno Anaime Una provincia volcánica acrecionada de basaltos de mesetas oceánicas. V Congreso Colombiano de Geología Mem. I, 1-30.
- OSSO, 2003. Evaluación de la vulnerabilidad física por terremoto y sus fenómenos asociados en poblaciones del litoral de Nariño. Convenio de Cooperación Fondo Nacional de calamidades Corporación OSSO, DGPAD, Cali, 115p.
- Pennington, W. D. 1981. Subduction of the Eastern Panama Basin and seismotectonics of Northwestern South America: Journal of Geophysical Research, v. 85, B11, 753-770.
- Posada, B.O. y Guzmán, W. 2007. Diagnóstico de la erosión costera en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Recomendaciones generales para el manejo y control de la erosión. Investigación elaborada para CORALINA por el INVEMAR, según convenio 010/2006. 102 p.
- Posada, B.O. y Henao, W. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe Colombiano. INVEMAR. Serie de publicaciones especiales No. 13. Santa Marta, 124 p.
- Rangel N. 2008. Geomorfología y Sedimentología entre el Cabo San Juan de Guía y el río Cañas. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra. Universidad Eafit, Departamento de Geología. 75 p.
- Sen, G.R., Hickey-Vargas, R., Waggoner, G., and Maurasse, F. 1988. Geochemistry of basalts from Dumisseau Formation Southern Haiti: implication for the origin of the Caribbean crust. Earth Planet. Sci. Lett. 87, 423-437.
- Sunamura, T. 1992. Geomorphology of rocky coast. Edit. Jhon Wiely and Sons 302 p.
- Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J., y Rivera, C. 2000. Geodynamics of the Northern Andes: Subductions and Intra Continental Deformation (Colombia): Publicación Especial de la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS), 28 p.
- Trenkamp, R., Kellogg, J., Freymueller, J., and Mora, H. 2002. Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations: South American Earth Sciences, v. 15, 157-171.
- Zamolódchikov, D. 2008. El Calentamiento global está aniquilando las costas del Ártico. Russian News & Information Agency-NOVOSTI. En: http://sp.rian.ru/analysis/20080129/97879678-print.html, abril 15. Consultado en agosto de 2008.
- Zapata, F.A. Alzate, A. Rodriguez-Ramirez, A. Garzón-Ferreira, J. 2008. Variación durante la década en la cobertura de corales y algas, y la abundancia y diversidad de peces en un arrecife coralino del Parque Natural Isla Gorgona. Resultado de la implementación del Sistema de Nacional de Monitoreo de los Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC) 1998-2007 Universidad del Valle, Invemar. 58p.

#### **GLOSARIO**

Acreción: es el crecimiento de la playa o barras arenosas, producto de los procesos de sedimentación, también se utiliza en tectónica regional para hablar de ampliación de bordes de placas.

Arrecifes coralinos: colonias de organismos vivos que se agrupan y crecen sobre un sustrato duro, bajo condiciones muy específicas de temperatura, luz solar, profundidad, salinidad y latitud (áreas tropicales). A ellos están asociados no sólo los corales en sí sino otro tipo de organismos como algas y peces.

Avulsión: cambio en el curso de un río.

Barras: son acumulaciones arenosas en la línea de costa y que separan un cuerpo lagunar del mar, por ejemplo, la barra de Salamanca que separa del mar a la Ciénaga Grande de Santa Marta o la barra de Mallorquín que separa la ciénaga de Mallorquín del mar abierto.

Borde costero: franja aledaña al mar que corresponde a la definición de zona costera.

Cuaternario: periodo de tiempo que ocupa los últimos 1,8 millones de años.

Diapirismo arcilloso o lodoso: proceso por el cual lodos y gases atraviesan la columna de sedimentos, en el mar o en tierra, y forman lo que se conoce como domos o volcanes de lodo.

**Escorrentía:** proceso de escurrimiento del agua lluvia por el suelo que remueve partículas y que en el caso de pendientes fuertes puede formar acanaladuras.

Facies sedimentarias de la plataforma: acumulaciones o cuerpos de sedimentos en el fondo de la plataforma.

Facies: características litológicas y biológicas de un depósito sedimentario, definidas por el ambiente de depósito.

Deltas: geoformas que crecen en la sección final de un río como consecuencia de la reducción de la velocidad de la corriente fluvial al llegar al mar, lo cual posibilita el depósito de sedimentos y determina el avance de aquél; se le dio este nombre por el parecido geométrico que tiene con la letra del alfabeto griego.

Lagunas costeras: depresiones del terreno ocupadas por agua dulce a salina y en general separadas del mar por una barra arenosa o pantanos de manglar. La mayoría de ellas posee una comunicación con el mar, bien sea temporal o permanente. Se denomina así a todos los cuerpos de agua cercanos al mar, conocidos comúnmente como lagunas o ciénagas.

Manglares: formaciones vegetales caracterizadas por crecer y desarrollarse en condiciones salobres, junto al mar, en áreas cenagosas con lodos, arenas y abundante materia orgánica.

Procesos hidrodinámicos: son los que se producen en la zona costera por efecto de las corrientes marinas, el oleaje y las mareas, entre otros fenómenos naturales, e igualmente contribuyen a modelar el paisaje.

Procesos morfodinámicos: se denomina así a los que se producen en la costa por efecto de las lluvias, la acción del viento, la descarga de los ríos y la gravedad, entre otros fenómenos naturales, y que modelan el paisaje.

Provincias sedimentarias: dominios o áreas donde predomina un tipo determinado de sedimento.

Reflujo: es el movimiento hacia el mar, de las aguas que han llegado a la playa por el oleaje o las mareas.

Rocas sedimentarias: son las que se forman por la compactación y litificación, en una cuenca sedimentaria, de sedimentos procedentes de la meteorización y erosión de rocas preexistentes.

Terrazas: superficies planas levantadas sobre el nivel del mar y formadas por acumulación de sedimentos marinos y/o fluviales.

Tómbolos: son acumulaciones o barras de arena que se forman entre la playa y un pilar o estructura en el mar.