

CONTENIDO

1	GENERALIDADES	1-1
1.1	INTRODUCCIÓN.....	1-1
1.2	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1-2
1.2.1	Localización general	1-2
1.2.2	Generalidades.....	1-3
1.2.3	Área de estudio	1-3
1.3	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO	1-4
1.3.1	Objetivo general	1-4
1.3.2	Objetivos específicos	1-4
1.3.3	Alcances del estudio	1-4
1.3.3.1	Estudios básicos	1-4
1.3.3.2	Evaluación de amenazas	1-5
1.3.3.3	Evaluación de vulnerabilidad.....	1-5
1.3.3.4	Evaluación del riesgo	1-5
1.3.3.5	Plan de medidas de mitigación de riesgos	1-5
1.3.3.6	Identificación e inventario de viviendas en riesgo no mitigable.....	1-5
1.3.3.7	Gestión con los municipios para incorporar los resultados en los POT .	1-5
1.4	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.....	1-5
1.4.1	Evaluación preliminar	1-6
1.4.2	Elaboración de la cartografía base	1-6
1.4.3	Análisis geológico y geomorfológico.....	1-6
1.4.4	Condiciones oceanográficas	1-6
1.4.5	Análisis geotécnico	1-6
1.4.6	Análisis detallado de la amenaza	1-7
1.4.7	Análisis detallado de la vulnerabilidad.....	1-7
1.4.8	Evaluación del riesgo	1-8
1.4.9	Plan de medidas de mitigación de riesgos	1-8
1.4.10	Identificación de viviendas en riesgo no mitigable	1-9
1.4.11	Gestión del riesgo con los municipios.....	1-9
1.4.12	Informe final.....	1-9

ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS DE ORIGEN NATURAL Y ANTRÓPICO DEL ÁREA URBANA – SECTOR PUNTA DE LA VACAS - DEL MUNICIPIO DE TURBO. EROSION COSTERA

1 GENERALIDADES

La erosión litoral ha sido la tendencia histórica dominante a lo largo de los aproximadamente 5 km de línea de costa entre la desembocadura del Río Turbo y la zona urbana de Turbo (Punta Las Vacas). En los últimos 40 años la línea de costa ha retrocedido entre 50 y 100 m en varios sectores (Uveros, Damaquiel, Zapata, Turbo), en la cual las pérdidas de terrenos suman más de 2.5 km² y la erosión alcanzó tasas máximas de hasta 40 m/año.

Este procesos de erosión en la última década afecto a la comunidad e infraestructura localizada en la línea de costa del sector urbano de Turbo – Punta de Las Vacas -, asentada de manera paralela a la vía de acceso al batallón de Infantería de Marina y Guardacostas de Turbo.

Tema que debe ser tratado desde la óptica de riesgo de origen socio natural, como lo es la erosión costera, y desde este enfoque establecer las medidas de mitigación y de protección de la comunidad e infraestructura afectada por este proceso.

1.1 INTRODUCCIÓN

Corpourabá, a través del Contrato de Consultoría No 10-01-09-0307-09 en el marco del Proyecto Macro PAT – Amenazas y Desastres Naturales, acordó con el Consorcio Urabá 2009 la realización de un estudio de zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y antrópico de las áreas urbanas de los municipios de Turbo, Chigorodó, Dabeiba y Uramita, en el departamento de Antioquia, como herramienta fundamental en la planificación del territorio.

La necesidad de llevar a cabo el estudio obedece a que en las áreas urbanas de estos municipios se han incrementado los riesgos causados por eventos de origen natural como inundaciones, erosión fluvial y costera e inestabilidad de taludes. En los últimos años se han presentado eventos críticos de inundaciones y erosión fluvial en los cauces de las corrientes que cruzan las áreas urbanas de los municipios mencionados, los que han afectado las comunidades de los barrios construidos en las zonas de riesgo.

La erosión costera que afecta al sector de Punta las Vacas en Turbo, está ligada al incremento del nivel del mar de 30 a 40 centímetros en los últimos 40 años y han sido acelerada por la intervención humana, como: la desviación del río Turbo, la extracción intensiva de materiales de playa, la construcción de espolones y defensas de playa sin ningún estudio técnico, que no han recuperado arenas y más bien se han convertido en generadores de nuevos problemas en los sectores adyacentes y el manejo inadecuado o no manejo de las aguas lluvias y residuales.

El desarrollo de los trabajos contempla la realización de las siguientes actividades: análisis de la información existente, reconocimiento de campo, levantamiento topográfico y batimétrico, análisis de antecedentes, determinación de las condiciones oceanográficas, validación y análisis de la información, con base en lo cual se llevará a cabo la evaluación de amenazas, evaluación de vulnerabilidad y evaluación del riesgo.

A partir de los resultados obtenidos se presentará un plan de mitigación de riesgos y la identificación e inventario de viviendas en zonas de riesgo no mitigable, además de que se adelantará la gestión con los municipios para incorporar los resultados del proyecto en los planes de ordenamiento territorial.

1.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.2.1 Localización general

El Urabá Antioqueño es la región costera ubicada al noroccidente del departamento Antioquia sobre el mar Caribe, es la salida del departamento al mar en a la zona del golfo de Urabá, es la región bananera y platanera más importante del país. En la Figura 1-1 se presenta la localización a nivel regional de la zona de estudio.



Figura 1-1. Localización general del municipio de Turbo

1.2.2 Generalidades

Turbo es el municipio más grande de Antioquia y está conformado por 17 corregimientos y 230 veredas, que junto con su casco urbano son habitados por cerca de 113 mil habitantes. Se encuentra a una distancia 373 km de la ciudad de Medellín, desde donde se accede por la Carretera al Mar. Por el Norte limita con los municipios de Necoclí y Arboletes, por el Este con los municipios de San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa y Chigorodó, por el Sur limita con el municipio de Mutatá y por el Oeste con los municipios de Río Sucio y Unguía.

La extensión total del municipio es de 3.055 km² y la de la zona urbana es de 11.9 km². La altitud de la cabecera municipal es de 2 m.s.n.m, la temperatura media es de 28° C. La dinámica económica del municipio gira principalmente alrededor de la exportación de banano y plátano, aunque los demás productos como maíz, arroz, yuca y algunos cultivos de plátano se encuentran en pequeños valles intramontanos.

1.2.3 Área de estudio

El área de estudio se encuentra localizada en el municipio de Turbo (Antioquia), en la parte central del Golfo de Urabá, desde el sitio denominado Yarumal posición 08° 05' 53" N y 76° 44' 20" W, en el sector NW del municipio y la cabecera del aeropuerto de Turbo, Posición 8° 04' 53" N y 76° 44' 29" W, en una extensión aproximada de 1.8 km. En la Figura 1-2 se muestra una vista general de la zona urbana del municipio de Turbo y las zonas de interés contempladas para el desarrollo del estudio.



Figura 1-2 Vista general del municipio de Turbo y los sectores de interés

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo general

El objetivo general es realizar el estudio de zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y atópico con relación a la erosión costera en el sector de Punta las Vacas, del área urbana del municipio de Turbo, como herramienta fundamental en la planificación del territorio

1.3.2 Objetivos específicos

Se plantea realizar un proyecto de Zonificación por Amenazas y Riesgos por erosión costera en el sector Punta Las Vacas en el área urbana del municipio de Turbo, siendo estructurado por los siguientes elementos:

- Determinar las causas que generan la erosión costera y la pérdida de playas en el sector de Punta las Vacas (Turbo)
- Realizar la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el área de estudio.
- Determinar la zonificación de la amenaza.
- Elaborar un plan de mitigación para garantizar la estabilidad, funcionalidad y habitabilidad de las edificaciones e infraestructura en riesgo, que incluya el diseño de las obras de mitigación que deberán realizarse a corto plazo y un inventario de viviendas en riesgo no mitigable.
- Realizar gestión para incorporar los resultados del estudio a los planes de ordenamiento territorial de los municipios.

1.3.3 Alcances del estudio

El estudio de zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y antrópico del área urbana del municipio de Turbo, asociada a las zonas de estudio en el sector de Punta Las Vacas, contempla los siguientes aspectos:

1.3.3.1 Estudios básicos

Los estudios básicos considerados son los siguientes:

- *Evaluación de causas de los fenómenos de erosión costera:* Realización de un diagnóstico que contemple evaluación de las causas que generan los procesos de erosión costera y pérdida de playas en el sector Punta Las Vacas en el municipio de Turbo. Esto se llevará a cabo con base en el análisis de la información existente y de lo observado en el reconocimiento de campo.
- Establecer las condiciones oceanográficas locales que determinen las características de los procesos erosivos que están afectando la playa.

1.3.3.2 Evaluación de amenazas

La evaluación de amenazas por erosión costera se realizará de acuerdo con la caracterización previa que se lleve a cabo en el sector de estudio considerado dentro del sector Punta de las Vacas del área urbana de los municipios. La zonificación de amenazas será trabajada en una base cartográfica base adecuada.

1.3.3.3 Evaluación de vulnerabilidad

En el análisis de vulnerabilidad se determinará el grado de exposición y predisposición de la infraestructura y comunidad expuesta ante los efectos de la erosión costera, y contempla la evaluación de la vulnerabilidad física y socio-económica.

1.3.3.4 Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo es el resultado de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, a fin de determinar las posibles consecuencias sociales y económicas asociadas a uno o varios eventos.

La evaluación de riesgo será presentada como una zonificación sobre una base cartográfica a escala adecuada.

1.3.3.5 Plan de medidas de mitigación de riesgos

De acuerdo con la identificación de las viviendas y/o infraestructura en riesgo mitigable, serán presentadas las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación.

1.3.3.6 Identificación e inventario de viviendas en riesgo no mitigable

En el plano de riesgo se identificarán las viviendas e infraestructura ubicadas en zonas de riesgo no mitigable.

1.3.3.7 Gestión con los municipios para incorporar los resultados en los POT

Se ejecutará un plan de gestión con los municipios incluyendo reuniones de socialización del proyecto, reuniones con los funcionarios municipales para desarrollar el ejercicio de incorporación del proyecto en el POT y la generación de un documento técnico que sirva de soporte y herramienta para que los municipios incorporen los resultados del proyecto en los POT.

1.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para el desarrollo del estudio se consideró la realización de una serie de actividades según se describe en esta sección.

1.4.1 Evaluación preliminar

Esta actividad comprende inicialmente la realización de una visita de campo a los sectores de interés para el desarrollo del estudio, por parte del grupo de profesionales y especialistas considerado. Con base en los aspectos observados en la visita de campo se elaborará un diagnóstico preliminar de la problemática encontrada, a partir del cual se orientará el desarrollo de las demás actividades.

Dentro de esta actividad también se incluye la recopilación y análisis de información secundaria, que corresponde a la consulta y adquisición de toda la información disponible que pueda resultar de utilidad para la realización del estudio.

1.4.2 Elaboración de la cartografía base

Para la generación de la cartografía base se considera inicialmente la realización del levantamiento topográfico y batimétrico de los sectores de interés a partir una georeferenciación adecuada, incluyendo la toma de secciones transversales en un tramo de aproximadamente 1.5 km de longitud y hasta 300 m de la orilla, y detallando las vías existentes, las obras de drenaje, protección y/o contención, además de la ubicación de los paramentos de la zona urbana en los sectores aledaños.

Como resultado de lo anterior se generarán mapas topográficos a escala acorde con los lineamientos del proyecto, los cuales servirán de base para la elaboración de los diferentes mapas temáticos requeridos en el desarrollo del estudio. La elaboración de la cartografía base también comprende la identificación de la estructura existente y la recopilación de cartografía predial y social a partir de la información disponible.

1.4.3 Análisis geológico y geomorfológico

Incluye la revisión y análisis de información de referencia encontrada, además de los aspectos observados en la visita de campo, con el fin de identificar los rasgos litológicos y procesos morfodinámicos existentes en la zona de estudio.

1.4.4 Condiciones oceanográficas

Este análisis incluye la revisión de antecedentes de erosión litoral, revisión de las distancias de retroceso de la línea de costa y tasas de erosión reportadas. Se incluye una revisión de los factores que han podido influir en la ocurrencia de los fenómenos de erosión incluyendo los factores

1.4.5 Análisis geotécnico

Se establecerá un plan de exploración geotécnica y de ensayos de laboratorio, con base en el cual se pueda llevar a cabo una adecuada caracterización geotécnica de los materiales encontrados en la zona de estudio, con el fin de realizar posteriormente los análisis geotécnicos que se requieran, especialmente para las obras de protección o mitigación que se diseñen.

1.4.6 Análisis detallado de la amenaza

Las amenazas se definen como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, con la capacidad de generar daños o pérdidas en un lugar y momento determinado. Estas pueden ser: naturales, antrópicas o socio-naturales.

Las amenazas, aunque claramente distinguibles según su tipo, rara vez se manifiestan de forma individual y unilateral en la definición de riesgo y desastre. Más bien existen interrelaciones, sinergias y concatenaciones que nos permiten hablar de contextos sociales, territorios o regiones de multi-amenazas o de amenazas complejas.

Se habla de multi-amenazas cuando un área es susceptible de ser afectada por varios tipos distintos de amenazas, por ejemplo amenaza sísmica, volcánica, de inundación, de deslizamiento, etc. Se habla de amenazas complejas cuando al hecho de que una amenaza particular ocurra desate la ocurrencia de otros eventos físicos dañinos. Por ejemplo, el hecho de que un sismo desate proceso de licuefacción y FRM.

El análisis de la amenaza se hace de acuerdo con los criterios oceanográficos de acuerdo con los requerimientos técnicos de los documentos contractuales del proyecto. A partir de lo obtenido en los análisis de amenaza se generarán planos de zonificación en los que se delimitarán los sectores expuestos a diferentes grados de amenaza definidos cualitativamente, para lo cual se empleará la cartografía base definida anteriormente.

El análisis de amenazas también comprende la definición de los procesos generadores de daño y el planteamiento inicial de alternativas para el manejo de los problemas encontrados.

1.4.7 Análisis detallado de la vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad hace referencia tanto a la susceptibilidad de un sistema social de ser afectado por una amenaza como a la incapacidad de respuesta del mismo y la inhabilidad para sobreponerse o adaptarse luego de la afectación.

La vulnerabilidad suele ir acompañada de diversos adjetivos que delimitan “a qué” se es vulnerable y su uso más tradicional se relaciona con enfoques vinculados a temas económicos, ambientales, amenazas naturales y antrópicas y a la salud de los individuos, aunque también más recientemente se habla de vulnerabilidad social, psicosocial, jurídica, política y cultural (CEPAL/CELADE, 2002).

En este caso nos referiremos a la vulnerabilidad frente a las amenazas naturales, antrópicas y socio naturales, específicamente frente a los Fenómenos de Inundación y de Remoción en Masa. Sin embargo, sobre este tipo de vulnerabilidad se involucran a su vez distintos tipos o niveles de vulnerabilidad: económicos, sociales, organizacionales e institucionales, educacionales y culturales, entre otros, que en un sistema de compleja interacción crean condiciones de lo que se ha definido como vulnerabilidad global de un elemento, unidad o estructura social particular (Wilches - Chaux ,1993)

Al inicio de los análisis detallados de vulnerabilidad se considera la identificación y caracterización de los elementos expuestos, que corresponden tanto a las edificaciones como a las obras de infraestructura que pueden resultar afectadas, además de la definición de los modos de daño que pueden sufrir dichos elementos. Para la identificación de los elementos expuestos se llevará a cabo la realización de un inventario de viviendas y de obras de infraestructura situadas en las zonas urbanas en los sectores aledaños a las corrientes de agua consideradas. El análisis detallado de la vulnerabilidad comprende tanto la valoración de la vulnerabilidad física como la valoración de la vulnerabilidad social, por lo que para la realización de los inventarios de viviendas se tendrán en cuenta ambos aspectos.

1.4.8 Evaluación del riesgo

El riesgo aparece cuando en un mismo territorio y en un mismo tiempo, coinciden eventos amenazantes, que pueden ser de origen natural o creados por el hombre, con unas condiciones de vulnerabilidad dadas. Así, el riesgo es una situación derivada del proceso de desarrollo histórico de las comunidades, que ha conducido a la construcción y ubicación de infraestructura pública o privada de forma inapropiada con relación a la oferta ambiental del territorio.

Teóricamente, el riesgo se estima como la magnitud esperada de un daño, que presenta un elemento o sistema, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado. Se evalúa en términos de pérdidas y daños físicos, económicos, sociales y ambientales que podrían presentarse si ocurre el evento amenazante.

El riesgo alude a una situación latente o potencial y por lo tanto es posible intervenirlo actuando sobre sus elementos constitutivos (conocidos como la Amenaza y la Vulnerabilidad), con el fin de evitarlo o de reducir el nivel esperado de pérdidas y daños. Estas actuaciones hacen parte de una serie de acciones, iniciativas y procedimientos que constituyen la denominada Gestión del Riesgo.

Inicialmente se presentará la definición de los criterios de decisión, para posteriormente presentar los escenarios del riesgo y realizar la evaluación del mismo. El riesgo se define con base en la amenaza y la vulnerabilidad en un mapa a escala 1:2000, que califica de manera cualitativa (alto, medio, bajo) la magnitud esperada del daño que podría presentarse en la vivienda por la materialización de las diferentes amenazas.

1.4.9 Plan de medidas de mitigación de riesgos

Inicialmente se hace la definición y evaluación de alternativas de mitigación, para lo cual se tendrá en cuenta su funcionalidad frente al desarrollo social sostenible y su factibilidad, de cada una de las alternativas planteadas. Dentro de las medidas de mitigación a considerar se encuentran la restricción del uso del suelo, la reubicación de familias, la definición de zonas de aislamiento, la información pública y la implementación de obras de protección y control.

1.4.10 Identificación de viviendas en riesgo no mitigable

Con base en la información obtenida en los inventarios de viviendas y en la evaluación del riesgo se identificarán las viviendas situadas en zonas de riesgo no mitigable.

1.4.11 Gestión del riesgo con los municipios

Se ejecutará un plan de gestión con los municipios, el cual incluirá actividades como la realización de reuniones de socialización del proyecto y reuniones con los funcionarios municipales para desarrollar el ejercicio de incorporación del proyecto en el POT.

1.4.12 Informe final

Al final del desarrollo de los estudios se elaborará un documento que contenga lo indicado en las secciones anteriores.

CONTENIDO

2	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	2-1
2.1	INTRODUCCIÓN.....	2-1
2.2	DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA	2-1
2.3	REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE	2-3
2.3.1	Generación de Cartografía Base	2-3
2.3.1.1	Levantamiento topográfico	2-3
2.3.1.2	Mapa urbanístico.....	2-3
2.3.1.3	Mapa social.....	2-4
2.3.2	Caracterización física.....	2-4
2.3.2.1	Caracterización Geomorfológica	2-4
2.3.2.2	Caracterización oceanografica.....	2-4
2.3.2.3	Identificación de procesos generadores de daño	2-4
2.3.2.4	Investigación Geotécnica	2-4
2.4	MODELOS Y METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS.....	2-5
2.4.1	Evaluación de la amenaza por fenómenos de erosión costera.....	2-5
2.4.2	Análisis de vulnerabilidad.....	2-5
2.4.3	Riesgo frente a la ocurrencia de los eventos amenazantes.....	2-6
2.5	PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCION DEL RIESGO	2-6
2.5.1	Obras de protección y control.....	2-6
2.5.2	Definición de zonas de aislamiento	2-6
2.5.3	Información pública	2-7
2.5.4	Plan de gestión con el municipio para la incorporación de los resultados a los POT	2-7
2.6	MARCO METODOLÒGICO	2-7
2.6.1	Análisis detallado de la amenaza	2-8
2.6.2	Análisis detallado de la vulnerabilidad.....	2-9
2.6.3	Análisis detallado del riesgo	2-11

2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

2.1 INTRODUCCIÓN

Se presenta en esta sección la conceptualización del estudio y la problemática de riesgo socio natural por erosión costera a partir de la valoración respectiva de la amenaza por efecto del incremento del nivel del mar y la prevención y mitigación de los efectos de las mareas, olas y corrientes y sus efectos erosivos sobre la línea de costa en el área urbana del Municipio de Turbo- sector Punta Las Vacas, localizado en la región del Urabá Antioqueño.

2.2 DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA

La amenaza que se presenta sobre la línea de costa en el sector de Punta las Vacas se considera de origen Natural, ya que están ligadas al calentamiento global, al deshielo polar y al incremento de fenómenos meteorológicos en el mar Caribe. La vulnerabilidad funcional de las playas del sector de Punta Las Vacas, se define como la incapacidad física y operacional de resistir y recuperarse del daño sufrido por los efectos del incremento del nivel del mar y de los ataques provenientes de las mareas, olas y corrientes.

Estas acciones tiene consecuencias sociales y económicas sobre la población que habita en la línea de costa, ya que ven como en forma lenta e inevitable el mar se apodera de sus terrenos y destruye sus casas, viviendas y sitios de trabajos, sin poder hacer nada para evitarlo.

En el sector de Punta Las Vacas la amenaza esta directamente ligada al cambio climático y al calentamiento global, que trae como consecuencia el incremento del nivel del mar, el que a su vez, hace que las olas, mareas y corrientes penetren mas en tierra firme, generando la inestabilidad de la línea de costa.



a) Fuerte erosión



b) Carretera erosionada

Figura 2-1 Procesos de erosión en el sector Punta Las Vacas

Ahora, más específicamente, la erosión costera en Turbo sector Punta de Las Vacas, es causada principalmente por factores marinos - corrientes, olas y mareas - que al combinarse generan la inestabilidad física de la playa. Estos factores inciden directamente sobre los sedimentos finos no consolidados, fácilmente licuables que la conforman.

El caso de la erosión litoral en Punta de Las Vacas ilustra claramente cómo las tendencias erosivas naturales pueden intensificarse fuertemente por las intervenciones humanas, incluyendo las defensas de playa empíricas, y la necesidad urgente de coordinar esfuerzos para controlar o mitigar con eficiencia las pérdidas de terrenos litorales. Estas playas requieren la construcción o instalación de rompeolas o defensas artificiales de playa, con el fin de estabilizarlas y mantenerlas en un perfil de equilibrio.

En la Figura 2-1 y la Figura 2-2 se presentan algunas fotografías en las que se muestra el aspecto actual de la playa en el sector de Punta Las Vacas.



a) Orilla del litoral sector Punta de Las Vacas



b) Obras de protección existentes en el sector: espolones y enrocados



c) Obras de protección existentes en el sector



d) Avance de la línea de costa hacia la vía y las edificaciones ubicadas en el sector.

Figura 2-2 Aspecto actual de la playa en el sector Punta Las Vacas

2.3 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE

2.3.1 Generación de Cartografía Base

La cartografía base hace referencia a la información geográfica necesaria para realizar las evaluaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo; por ello, su precisión debe ser alta y corresponderá a la escala de trabajo 1:2.000 definida en la formulación del estudio. La cartografía base comprende los siguientes temas:

- La topografía – Altimetría y planimetría.
- El urbanismo – Edificaciones (catastro) y vías.
- Mapa social – Centros de salud, colegios, iglesias, centros deportivos, salones comunales, comedores comunitarios, etc.

La cartografía base existente se consultará en Planeación municipal. Una vez verificada la calidad de la información y el tiempo en el cual fue realizada, se generara un mapa base.

2.3.1.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico comprende tanto la planimetría como la altimetría del terreno -curvas de nivel- así como la georeferenciación de los elementos cartográficos que se encuentren dentro del área, tales como edificaciones, vías, cercas, etc. En este sector también se llevó a cabo el levantamiento batimétrico de la franja de estudio en el sector Punta Las Vacas de acuerdo con los lineamientos establecidos para el desarrollo del proyecto.

La información topográfica de la zona se levanta a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 0.50 m. y debidamente amarrado a placas del IGAC bajo el nuevo sistema de georeferenciación Magna Sirgas. Contempla una franja de cerca de 1.5 km a lo largo de la línea de costa y de unos 300 m hacia el mar desde dicha línea, definiendo secciones transversales cada 50 m o menos, de tal manera que permitan adelantar sobre las mismas la modelación hidráulica de los canales.

2.3.1.2 Mapa urbanístico

El mapa urbanístico es la base para la evaluación de la vulnerabilidad en la zona urbana. Con base en la información topográfica levantada, se procede a realizar la complementación de la información urbanística con la información DANE y de Catastro Municipal. Esta contempla:

- Delimitación del urbanismo de la zona, definiendo con claridad las manzanas.
- Delimitación de las vías de acceso, tanto vehicular como peatonal, estructuras de arte como puentes, box, alcantarillas, etc.

2.3.1.3 Mapa social

El mapa social es un primer nivel de análisis sobre la vulnerabilidad social. Con base en la información disponible previamente recogida y con la información que manejan las organizaciones sociales y líderes comunitarios se establece:

- Definición de las áreas según Estratificación
- Definición de áreas según densidad de población
- Presencia institucional con base en la identificación de edificaciones públicas como centros de salud, colegios, centros deportivos, salones comunales, comedores comunitarios, hogares comunitarios, Iglesias entre otros.
- Presencia de entidades de socorro para la atención de emergencias
- Identificación de organizaciones sociales (JAC, Asociaciones de Vivienda, Grupos Ambientales, etc.).

2.3.2 Caracterización física

2.3.2.1 Caracterización Geomorfológica

Con base en los trabajos de campo e información secundaria se establecen los elementos físicos que determinan la dinámica de las costas en el sector objeto de estudio. Buscando establecer causas y factores que definen dicha dinámica.

2.3.2.2 Caracterización oceanográfica

Se presentará un recuento de los aspectos oceanográficos más relevantes en la zona de estudio definida. El alcance de la evaluación en este caso es determinar la influencia de las variables oceanográficas, mareas, olas, etc, sobre la dinámica de costas.

2.3.2.3 Identificación de procesos generadores de daño

Corresponde a la identificación de los factores que originan los problemas de erosión costera ocurridos en la franja de estudio en el sector de Punta Las Vacas, con base en lo observado en la visita de campo y a partir de la revisión de información de referencia consultada.

2.3.2.4 Investigación Geotécnica

La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información que permita caracterizar cuantitativamente los diferentes materiales que conforman la playa en el sector de Punta Las Vacas dentro de la franja de estudio.

La investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante perforaciones, etc., adecuadamente distribuidos sobre el área de manera de garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para el modelo geotécnico.

El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índices y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características de los materiales. La caracterización geotécnica de los materiales busca obtener parámetros para los diseños de ingeniería de las obras de mitigación y/o control de los riesgos evaluados.

2.4 MODELOS Y METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS

De acuerdo con la naturaleza de los procesos de erosión costera, se realizará la evaluación y zonificación de la amenaza, con una representación gráfica a una escala 1:2000, aplicable para la evaluación de su magnitud, frecuencia de ocurrencia y distribución espacial. La selección de los métodos de análisis está sujeta al modelo que mejor represente los escenarios de falla y cuyos requerimientos de información sean coherentes con la información primaria y secundaria recolectada. Es necesario considerar en los análisis de amenaza las zonas de su posible influencia.

2.4.1 Evaluación de la amenaza por fenómenos de erosión costera

La evaluación de la amenaza por erosión costera se realiza de acuerdo con la evaluación de los factores que inciden en la inestabilidad dinámica de la playa: las olas, las corrientes y las mareas, que se presentan en cada una de las costas y que rigen la dinámica costera de cada lugar.

La Zonificación de las Amenazas por fenómenos de erosión costera se presentará mediante la delimitación de zonas con diferente grado de exposición a la amenaza (alto, medio, bajo). Para el efecto se elaborarán mapas de amenaza el cual será de carácter temporal y por tanto, sujeto a las condiciones presentes en un momento dado, ya que estas son cambiantes a través del tiempo; así mismo, los niveles de amenaza pueden estar variando, máxime cuando la intervención antrópica juega un papel muy importante.

2.4.2 Análisis de vulnerabilidad

Se puede hablar de vulnerabilidad de un elemento a partir del momento en que se sospecha de la ocurrencia de un evento amenazante determinado, de una cierta magnitud y caracterizado por un proceso generador de daño. Su evaluación pasa por determinar el nivel de daño potencial de un cierto número de elementos expuestos situados en una zona de extensión previsible del fenómeno.

Los niveles de daño asociados a los eventos de erosión costera pueden ser traducidos o cuantificados en términos de pérdidas que pueden ser de naturaleza económica (costos directos e indirectos) de naturaleza humana o naturaleza funcional. Y dados los niveles de daño físico sobre los elementos expuestos se evalúan los perjuicios corporales y la perturbación funcional.

La vulnerabilidad se expresa por medio de una escala cualitativa, así: vulnerabilidad alta, media y baja, incluyendo una descripción detallada de los criterios adoptados para este efecto y incluirá un plano de zonificación por vulnerabilidad en la escala de trabajo adoptada: 1:2000.

2.4.3 Riesgo frente a la ocurrencia de los eventos amenazantes

El riesgo se define con base en la amenaza y la vulnerabilidad en un mapa a escala 1:2000, que califica de manera cualitativa (alto, medio, bajo) la magnitud esperada del daño que podría presentarse en la vivienda por la materialización de las diferentes amenazas. La valoración cuantitativa del riesgo se adelanta sobre los elementos físicos identificados dentro del área de influencia de evento, mientras el riesgo a los elementos corporales y funcionales se valora de manera cualitativa.

La valoración cualitativa del riesgo de los elementos corporales y funcionales se adelanta de manera descriptiva de acuerdo con la magnitud de los procesos de erosión costera, con los modos de daño establecidos para los elementos físicos y de acuerdo con la importancia funcional de cada predio, de las líneas y puntos vitales. Por tanto el riesgo corporal se asocia al número de personas afectadas y de acuerdo con la magnitud del evento amenazante, evaluar el grado de afectación (heridos, muertes, etc); y el riesgo funcional en términos de población afectada, días de suspensión del servicio, etc.

2.5 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCION DEL RIESGO

Con los diferentes factores y elementos que se evalúan en los escenarios de riesgo establecidos para la determinación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por erosión costera en el sector objeto de estudio y especialmente con el conocimiento adquirido de cada uno de los procesos que generan las amenazas se plantean las alternativas de prevención, mitigación y control.

El plan de medidas de reducción del riesgo en la zona objeto de estudio se define teniendo en cuenta lo establecido y reglamentado en el POT del Municipio de Turbo, cuyos lineamientos serán la base del planteamiento de alternativas de reducción del riesgo. Igualmente, los resultados de los estudios de riesgo a detalle representan un mejoramiento de la precisión de la información, el plan de reducción de riesgo debe contemplar ajuste a las estrategias de intervención de los territorios de estudio.

2.5.1 Obras de protección y control

El plan de obras de protección y control contempla acciones tendientes a proteger la comunidad e infraestructura localizada en el frente de playa, especialmente la vía de acceso al batallón de Infantería.

Esta contempla principalmente obras de control de frentes de ola y/o mareas.

2.5.2 Definición de zonas de aislamiento

Esta acción está encaminada a establecer dentro del área de influencia de la playa los sectores que deben ser restringidos como de uso residencial y que permitan la protección de la playa recuperada.

2.5.3 Información pública

Esta actividad busca suministrar mediante campañas educativas la información y capacitación necesaria para mejorar la actitud de la sociedad frente a su medio físico, su entorno habitacional y ambiental. El establecimiento de campañas educativas participativas buscan que la comunidad entienda y se apropie de conceptos como:

- El nivel de riesgo a que están expuestos.
- Identificación de agentes detonantes y cómo debe ser el comportamiento frente a los mismos.
- Beneficios de las obras de mitigación del riesgo, su construcción y mantenimiento.

2.5.4 Plan de gestión con el municipio para la incorporación de los resultados a los POT

Se debe ejecutar un plan de gestión con los municipios, el cual debe incluir como mínimo las siguientes actividades:

- Reuniones de socialización del proyecto
- Reuniones con los funcionarios municipales para desarrollar el ejercicio de incorporación del proyecto en el POT.

Como resultado se debe generar un documento técnico que sirva de soporte y herramienta para que los municipios incorporen los resultados del proyecto en los POT según lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. En el Capítulo 8 se presentan los lineamientos para la implementación de los mapas de amenaza y riesgo en el POT municipal.

2.6 MARCO METODOLÓGICO

Como estrategia para la elaboración de los mapas de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo para los diferentes eventos considerados, se debe adelantar un trabajo sistemático que permita de manera colectiva generar el conocimiento básico para que las metodologías y técnicas implementadas en las evaluaciones, permitan que la representación de las condiciones físico-sociales donde se generan los eventos amenazantes sean lo más cercanas a la realidad.

El análisis sistemático y retrospectivo de los eventos que han originado emergencias, permite la definición de criterios adecuados para la valoración de los niveles de amenaza y vulnerabilidad implícitos en el riesgo que está asumiendo una comunidad.

El trabajo sistemático se debe fundamentar en el estudio ordenado y continuo de los procesos generadores de daño que han ocurrido, que están ocurriendo o que pueden ocurrir sobre escenarios problema, buscando auscultar de manera integral todas las variables involucradas en los eventos amenazantes, incluyendo un recuento de los efectos económicos y sociales asociados a dichos eventos.

A continuación se presenta la propuesta metodológica marco para adelantar, la evaluación del riesgo de los eventos generadores de daño en el casco urbano del municipio de Turbo en la zona costera del sector de Punta Las Vacas.

El marco metodológico define las siguientes fases:

- Planteamiento del problema - Diagnostico preliminar de riesgo.
- Análisis detallado del evento generador de daño - la amenaza.
- Determinación de la espacialidad del evento generador de daño.
- Determinación de los procesos generadores de daño.
- Identificación, localización y caracterización de los elementos expuestos
- Determinación de los tipos de daño, perjuicio o perturbación que puedan sufrir los elementos expuestos
- Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- Evaluación del riesgo.

2.6.1 Análisis detallado de la amenaza

Para caracterizar los diferentes tipos de amenaza a que está expuesta la comunidad de la zona urbana del municipio de Turbo en la costa en el sector de Punta Las Vacas, se debe:

- **Identificar el tipo de evento generador de daño.** Reconocer y Diferenciar los detonantes causantes y/o amplificadores de la amenaza y así Identificar el tipo de evento generador de daño.
- **Determinar las características físicas del evento generador de daño.** Establecer las condiciones físicas bajo las cuales ocurre el evento generador de daño configura la hipótesis de partida en los análisis de Riesgo, la cual, en lo posible, debe acercarse al modelo real.
- **Características espaciales del evento.** Se debe localizar y estudiar la posible extensión espacial del evento. La magnitud de este está determinada principalmente por el tipo de proceso y por las condiciones en sitio de los factores permanentes o intrínsecos, y por la ocurrencia de los factores detonantes.
- **Análisis del evento.** Se refiere al análisis resultado del diagnostico general realizado por las diferentes ramas de especialidades como: la geológica, hidrológica, hidráulica, social, etc., tanto de los factores intrínsecos como de los factores extrínsecos o disparadores. Los factores disparadores determinan generalmente la distribución temporal del evento dependiendo del tipo, se pueden expresar en términos de una función de probabilidad de ocurrencia.

En la práctica no es fácil determinar la distribución temporal del evento generador de daño. En la mayoría de los casos, solo es posible establecer las características del evento; el “cuando” es mucho más difícil de determinar.

Estimación de la espacialidad del evento generador de daño: Una vez se inicia el evento se presentan una serie de factores que influyen en sus consecuencias, y están directamente relacionadas con la espacialidad, entre estos se definen: la ligereza con que se desarrolla el evento, el área involucrada y la frecuencia con que se producen.

La ligereza con que se produce y desarrolla el evento generador de daño depende de las características físicas del área involucrada, de los factores detonantes y de la fragilidad de sus elementos que se traduce como vulnerabilidad.

Lo anterior indica que en los análisis de riesgo se debe incluir tanto el área afectada como las características del evento, el producto de estos factores es directamente proporcional al poder destructor del evento amenazante. En otras palabras la vulnerabilidad de un elemento expuesto frente a un evento se incrementa a medida que la rapidez o la magnitud del evento generador de daño aumenten.

Determinación de los procesos generadores de daño: Los diferentes tipos de ocurrencia de los eventos amenazantes con una distribución espacial dada, pueden llegar a ser caracterizados por tipos de procesos generadores de daño, por ejemplo: impactos, presiones laterales, desplazamientos verticales, etc. El proceso de daño, o sollicitación, describe la acción del evento sobre el elemento estructural (bien) o corporal (persona) que la recibe. El término daño, hace referencia a las consecuencias nocivas de un evento amenazante materializado.

Estas sollicitaciones son de naturaleza mecánica y actúan sobre los elementos expuestos sea de manera dinámica o estática. Varias sollicitaciones se pueden asociar a un mismo evento tanto en el espacio como en el tiempo, e inversamente, varios eventos pueden traducirse por una misma sollicitación. Estas difieren de un evento a otro por su intensidad, o bien por el ritmo y avance del mismo.

La traducción del evento en términos de sollicitación (es) asociada (s), representa en primera instancia la extensión previsible del evento generador de daño y muestran la interdependencia que debe existir entre la vulnerabilidad de un elemento expuesto asociada a las características del evento amenazante. Por tanto los estudios de vulnerabilidad, al menos en su dimensión espacial, dependen de la capacidad de predecir y caracterizar la amenaza, y de que los análisis de vulnerabilidad y amenaza están necesariamente e íntimamente ligados.

2.6.2 Análisis detallado de la vulnerabilidad

Identificación, caracterización y localización de los elementos expuestos: Es necesario considerar que varios tipos de elementos pueden estar expuestos a eventos amenazantes: individuos y bienes, elementos móviles e inmóviles, tangibles o intangibles. Tres grandes categorías pueden ser consideradas: Lo humano, físico y social, lo estructural (construcciones, vías, redes, etc.) y lo funcional (actividades económicas y sociales). La vulnerabilidad de cada uno de los elementos de estas tres categorías puede ser expresada de manera diferente.

Los elementos expuestos a las amenazas, deben de ser identificados y caracterizados en función de su utilización (viviendas, rutas, líneas de transmisión, etc.) y de su resistencia a los diferentes tipos de sollicitación:

- Elementos individuales que corresponden a las personas e infraestructura que se pueden identificar en un sitio específico.

- Elementos regionales, que corresponden a las actividades y las funciones que se desarrollan en las zonas de influencia regional. Estos elementos están íntimamente ligados a los elementos individuales.

Determinación de los tipos de daño, perjuicio o perturbación que pueden sufrir los elementos expuestos: Cada uno de los elementos identificados y caracterizados pueden presentar uno o varios tipos de daño en función del tipo de evento que los afecta (el impacto del evento). En otras palabras, el tipo de daño va a determinar la forma en que el elemento recibirá o sufrirá la eventualidad generadora de daño (el efecto causado). El tipo de daño puede ser expresado en términos cualitativos o cuantitativos según el tipo de elemento.

Para elementos individuales el nivel de daño esperado queda definido en función directa de los procesos generadores de daño o de las solicitudes asumidas por el elemento expuesto. El tipo de perturbaciones potenciales que pueden afectar las actividades o funciones regionales van a depender del tipo de daño que pueda sufrir un elemento individual. La relación entre ambos daños va a depender a su vez de la correspondencia entre el elemento local y el elemento regional. Sin embargo la perturbación de una actividad solo se materializará a partir de una cierta intensidad.

Según lo anterior el tipo de perturbación potencial podrá expresarse como una función del tipo de daño y su influencia regional. Como ejemplo aclaratorio se presenta la obstrucción de una vía principal por la ocurrencia de un deslizamiento, el tipo de perturbación, en este caso estará en función del nivel de daño que sufra el elemento expuesto afectado por el deslizamiento, bien sea un puente o un tramo de vía.

Evaluación de vulnerabilidad de los elementos expuestos: Se puede hablar de vulnerabilidad de un elemento a partir del momento en que se sospecha de la ocurrencia de un evento, de una cierta magnitud, y caracterizado por un proceso generador de daño.

La vulnerabilidad debe determinar el grado de inutilización potencial de un elemento en el caso de la materialización del evento generador de daño, puede ser evaluada en porcentaje y expresada como un valor entre 0 (ningún daño potencial) y 1 (daños potenciales del 100%). Será función del tipo de daño potencial asociado a cada elemento y de la localización de los mismos frente al evento generador del daño.

Cada proceso generador de daño puede relacionarse con cada elemento por medio de una función de daño determinada. Se deben también definir funciones de perjuicios para describir y evaluar las consecuencias sobre los individuos, al igual que las funciones de perturbación para lo que tiene que ver con las actividades y funciones.

Los niveles de daño asociados pueden ser traducidos o cuantificados en términos de pérdidas que pueden ser de naturaleza económica (costos directos e indirectos) de naturaleza humana o naturaleza funcional. La utilización del concepto de tasa de daño permite establecer el grado de inutilización de un elemento. Esta tasa se expresa en unidades adimensionales, en valores entre 0 y 1; se definen tres tipos de tasa de daño siguiendo la naturaleza de los daños a los cuales aplican:

- Tasa de daño estructural
- Tasa de perjuicio corporal

2.6.3 Análisis detallado del riesgo

Evaluación del riesgo para la sociedad en términos de la distribución potencial de las pérdidas y los daños: La evaluación de riesgo debe traducir los porcentajes de daño de cada elemento en términos de criterios de cuantificación o cualificación que sea de uso común para la comunidad o sociedad que lo sufre. Normalmente se utiliza una cuantificación o cualificación en términos de pérdidas que la materialización del fenómeno provocaría a la sociedad:

- Pérdidas en vidas humanas
- Pérdidas económicas
- Pérdidas patrimoniales
- Perturbaciones indirectas
- Otras.

La evaluación debe cubrir dos aspectos:

- Las personas y elementos de infraestructura expuestos en el sitio
- Las actividades o funciones en la zona de influencia.

Y la interpretación del riesgo debe realizarse en una dimensión espacial y en lo posible representada de una manera cercana a la realidad.

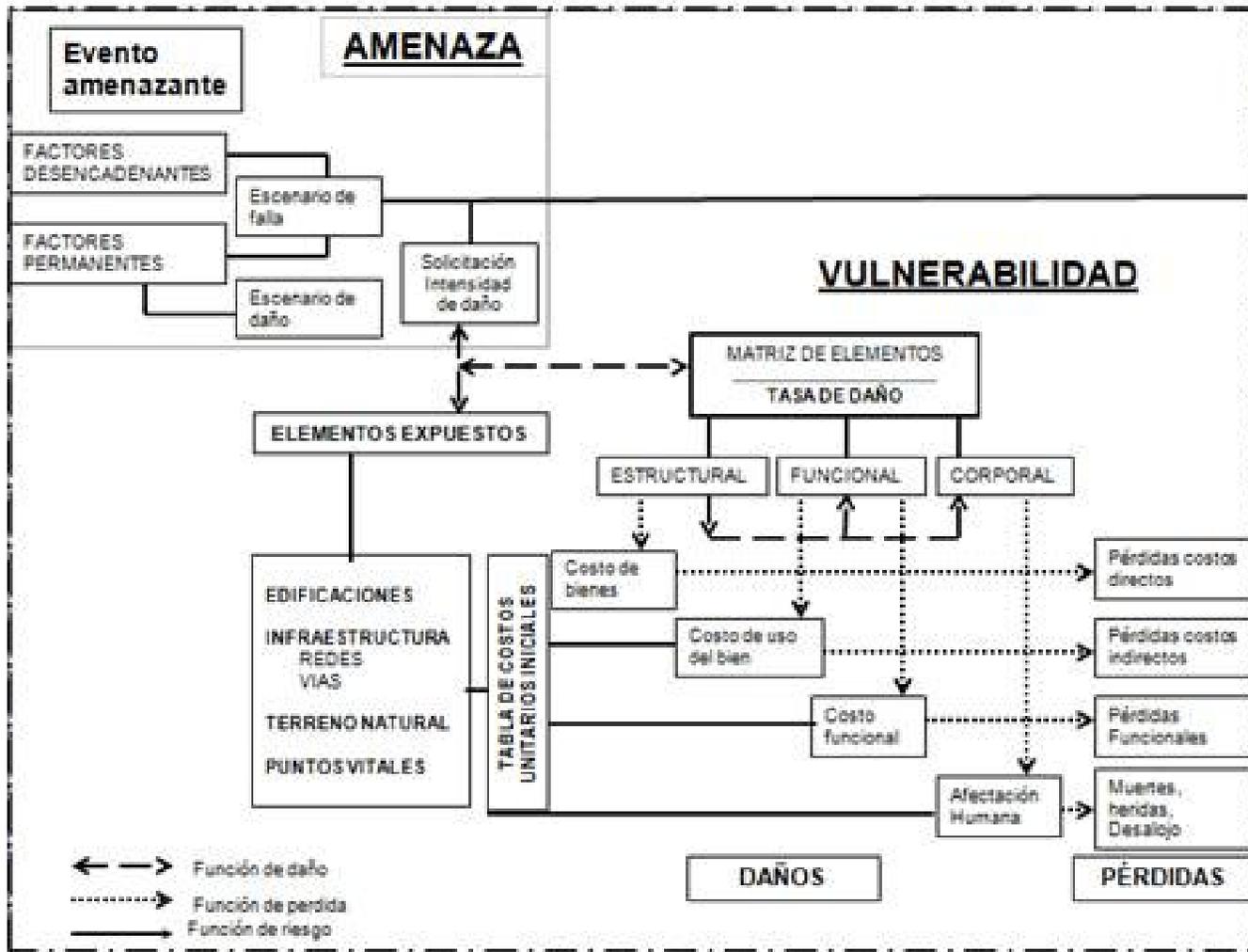


Figura 2-3 Diagrama de flujo para la evaluación del riesgo

CONTENIDO

3	ESTUDIOS BÁSICOS.....	3-1
3.1	INTRODUCCIÓN.....	3-1
3.2	REVISIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	3-1
3.2.1	Información de referencia.....	3-1
3.2.1.1	Información general	3-1
3.2.1.2	Municipio de Turbo.....	3-1
3.3	CARTOGRAFÍA BASE	3-2
3.3.1	Introducción	3-2
3.3.2	Localización cartográfica del área	3-2
3.3.3	Cartografía existente.....	3-3
3.3.3.1	Cartografía POT.....	3-3
3.3.3.2	Cartografía DANE	3-3
3.3.3.3	Planchas IGAC	3-3
3.3.3.4	Google earth	3-3
3.3.3.5	Información catastral.....	3-4
3.3.4	Georreferenciación.....	3-4
3.3.4.1	Objetivo.....	3-4
3.3.4.2	Metodología	3-4
3.3.4.3	Equipos utilizados	3-7
3.3.5	Levantamientos topográficos y batimétricos.....	3-8
3.3.5.1	Objetivo.....	3-8
3.3.5.2	Metodología	3-8
3.3.5.3	Equipo utilizado.....	3-9
3.3.6	Generación mapa topográfico y batimétrico	3-9
3.3.7	Información predial a nivel de manzanas	3-10
3.4	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	3-13
3.4.1	Geología General.....	3-13
3.4.1.1	Estratigrafía.....	3-13
3.4.1.2	Rasgos estructurales	3-14
3.4.2	Geomorfología	3-15
3.4.3	Morfodinámica de la costa	3-16
3.4.4	Condiciones Hidráulicas.....	3-17
3.5	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS GENERALES.....	3-18
3.6	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	3-19
3.6.1	Exploración del subsuelo	3-19
3.6.1.1	Sondeos manuales	3-20
3.6.1.2	Pruebas de Campo	3-21
3.6.2	Ensayos de laboratorio.....	3-22
3.6.3	Caracterización geomecánica	3-22
3.6.3.1	Descripción de las propiedades geotécnicas encontradas	3-22
3.6.3.2	Perfil Geotécnico promedio	3-24
3.6.3.3	Parámetros de Resistencia al Corte.....	3-25
3.6.3.4	Parámetros de Compresibilidad	3-26
3.7	FACTOR ANTRÓPICO.....	3-26

3.7.1 Urbanismo y catastro	3-26
3.7.2 Urbanismo y catastro	3-27
3.7.3 Manejo de aguas de escorrentía y alcantarillado.....	3-27
3.8 CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA POBLACIÓN	3-28
3.8.1 Variables municipales	3-28
3.8.1.1 Población	3-28
3.8.1.2 Servicios públicos	3-28
3.8.1.3 Hogares	3-29
3.8.1.4 Las viviendas	3-30
3.8.2 Variables área de influencia.	3-30
3.8.2.1 Población	3-30
3.8.2.2 Servicios públicos	3-31
3.8.2.3 Las viviendas	3-31

3 ESTUDIOS BÁSICOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Se describen y analizan en este capítulo los resultados de las actividades o estudios básicos realizados, siguiendo la metodología establecida, para llegar finalmente a establecer los elementos técnicos que permitan evaluar el problema erosivo de la playa en el sector d Punta de La Vacas que pertenece al área urbana de Turbo.

3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

3.2.1 Información de referencia

Para el desarrollo del presente estudio se realizó la recopilación, revisión y análisis de la información disponible en las diferentes empresas y entidades públicas, sobre estudios previos realizados en el área de estudio.

3.2.1.1 Información general

Dentro de la información de referencia a nivel regional y que puede resultar de utilidad para el desarrollo del proyecto se encontraron los siguientes documentos:

- Geología del departamento de Antioquia. Plancha Escala 1:400000. Ingeominas, 1999.
- Mapa geológico del departamento de Antioquia Escala 1:400000. Memoria explicativa. Ingeominas, 2001.
- Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, Antioquia. Ingeominas, 1995.
- Censo general 2005, nivel nacional. DANE, 2005.

3.2.1.2 Municipio de Turbo

A continuación se presenta una relación de la información previa consultada para el municipio de Turbo:

- Plan de ordenamiento territorial municipio de Turbo. Convenio Corpourabá, Administración municipal, Universidad Nacional, Universidad de Antioquia, ESAP, 2000.
- Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (Sector Arboletes-Turbo) Costa Caribe colombiana. Iván D Correa y Georges Vernet. Boletín de Investigación Marina y Costera No 33, pp 7-28 INVEMAR. Santa Marta, 2004.
- Evolución de la línea de costa del litoral Antioqueño, aspectos geomorfológicos, sector Turbo-Necoclí. Corpourabá.
- Geología de la plancha 79 Turbo. Plancha a escala 1:100000. Ingeominas, 1999.

- Geología de los cinturones Sinú-San Jacinto. Planchas 50 Puerto Escondido, 51 Lorica, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta. Escala 1:100000. Memoria explicativa. Ingeominas, 2003.
- Evaluación de amenazas geológicas en el área urbana del municipio de Turbo. Ingeominas, 1993.
- Mapa zona urbana municipio de Turbo sectores, secciones, manzanas y vías. DANE, 1993.
- Plancha topográfica 79-II-C Escala 1:25000. IGAC, 1972.
- Fotografías aéreas 95-97 Escala 1:10410 y 105-107 Escala 1:10380. Vuelo C-2725. IGAC, 2004
- Fotografías aéreas 492,493 Escala 1:12100. Vuelo R-1148. IGAC, 1989
- Fotografías aéreas 43,44 Escala 1:9150. Vuelo R-735-9-76. IGAC, 1976
- Plan local de emergencias y contingencias municipio de Turbo. Corpourabá, 2008
- Plano catastral del municipio de Turbo. Alcaldía municipal de Turbo, 2004
- Valores totales mensuales de precipitación, valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas, valores máximos mensuales de precipitación, valores medios mensuales de temperatura, valores medios mensuales de humedad relativa, valores totales mensuales de evaporación, valores totales mensuales de brillo solar, Aeropuerto Gonzalo Mejía. IDEAM, 1931-1984
- Valores totales mensuales de precipitación, valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas, valores medios mensuales de temperatura, valores medios mensuales de humedad relativa, estación Turbo. IDEAM, 1985-2007
- Revista "Programa nacional de investigación para la prevención, mitigación y control de la erosión costera en Colombia PNIEC-Plan de acción 2009-2019". Invemar, 2009

3.3 CARTOGRAFÍA BASE

3.3.1 Introducción

Se describe y analiza en este capítulo la información cartográfica recopilada de fuentes secundarias, como el IGAC, Catastro, POT de cada municipio ó imágenes satelitales, además, de la topografía del terreno obtenida directamente en campo.

3.3.2 Localización cartográfica del área

Las siguientes coordenadas planas enmarcan el cuadrángulo en el que se localiza la zona en estudio, la cual corresponde al perímetro urbano de Turbo con una porción de área 1190 hectáreas:

N 1388221 m E 1037859 m punto que indica el extremo noroccidental del área y
N 1386000 m E 1039746 m en el extremo suroriental del área de estudio

Altimétricamente en la cabecera municipal se tiene una cota promedio de 2 msnm.

3.3.3 Cartografía existente

Para el estudio se consultaron Imágenes Satelitales y la cartografía existente en el IGAC, DANE y del POT del Municipio, cuyas planchas se describen a continuación.

3.3.3.1 Cartografía POT

Esta cartografía corresponde a la contenida en 9 planchas en formato digital del Plan de ordenamiento Territorial de Turbo. Esta cartografía presenta la información a la escala indicada en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Planos del POT de Turbo consultados para la realización del estudio

Información	Escala	Fecha
Mapa POT zonas de amenaza en la cabecera municipal	1:25000	2000
Mapa POT geología y potencial minero municipio de Turbo	1:550000	2000
Mapa POT geomorfología municipio de Turbo	1:550000	2000
Mapa POT formulación de acciones urbanísticas en la cabecera municipal	1:25000	2000
Mapa POT áreas de ocupación inapropiada en el casco urbano	1:25000	2000
Mapa POT solución de evacuación de aguas residuales en la cabecera municipal	1:25000	2000
Mapa POT fase diagnóstico cuencas hidrográficas	1:550000	2000
Mapa POT evolución de la línea de costa	1:100000	2000
Mapa POT geomorfología costera municipio de Turbo	-	1999

3.3.3.2 Cartografía DANE

Esta cartografía corresponde a un mapa digital (1993), que contiene la zona urbana del municipio de Turbo, a nivel de manzanas y vías, referenciadas a secciones y sectores urbanos, lo que permite obtener su código DANE completo.

3.3.3.3 Planchas IGAC

Esta cartografía corresponde a la plancha topográfica 79-II-C, a escala 1:25000, elaborada en el año 1972, que contiene curvas de nivel cada 25 m, principales ríos y quebradas, además de la ubicación del municipio de Turbo.

3.3.3.4 Google earth

Se capturaron las imágenes del asentamiento humano del Software Google Earth, a una escala aproximada 1:2000 y del año 2007. Las cuales se contrastaron con la topografía existente en su condición actual.

3.3.3.5 Información catastral

La información consultada en el Sistema de Información y Catastro del Departamento de Antioquia, corresponde al “Listado de predios del municipio en orden de cédula catastral”, reporte RSC02_0033. Este listado contiene el nombre y número de identificación del (los) propietario(s) de cada predio, la dirección y/o matrícula inmobiliaria del predio, además de su área total y construida, con sus respectivos avalúos.

3.3.4 Georreferenciación

3.3.4.1 Objetivo

Realizar el posicionamiento de 8 (ocho) puntos principales de primer orden - 4 bases de salida, un punto y su señal de azimut- por el sistema de GPS que sirvan para el control y cierre de las poligonales de amarre de los levantamientos topográficos y batimétricos adelantados en la zona. Cada base de salida se ubicó al principio y fin de los tramos en estudio con el fin de controlar el recorrido total de las áreas del proyecto.

3.3.4.2 Metodología

Los trabajos geodésicos se realizaron con el Sistema de Posicionamiento Global GPS., utilizando la constelación de satélites NAVSTAR de los EUA tomando como base la Estación permanente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi más cercana al municipio de Turbo que en este caso es el Vértice APTO en el municipio de Apartado (Antioquia) a 27 Km aproximadamente.

Lo anterior se hizo para incluir los datos a la Red Magna-Sirgas, por el método Estático cumpliendo los requerimientos técnicos respectivos:

- Ángulo mínimo de recepción: 15 grados sobre el horizonte
- Componente geométrico de la dilución de precisión PDOP < 4
- Mínimo de satélites visibles a asegurar: 6
- No inclusión de satélites descompuestos
- Recolección de datos para tres dimensiones
- Tiempo mínimo de recolección de datos: 20 minutos por el primer kilómetro y 3 minutos por cada kilómetro adicional con GPS de doble frecuencia (por ello varía dependiendo de la distancia a la Estación Permanente del IGAC)
- Duración de épocas a captar: 15 segundos

Dadas estas condiciones y con el adecuado procesamiento de datos se obtiene información de alta calidad para cada punto.

- a) *Metodología de campo y oficina:* Se ubicaron los GPS por parejas dado que la distancia a Apartado donde se encuentra la antena del IGAC es cercana, la estación principal de GPS de doble frecuencia se colocó en cada uno de los GPS impares, GPS-1, GPS-3, GPS-5 y GPS-7 y se les hizo un rastreo continuo de 1.5 horas

aproximadamente y su pareja los GPS pares GPS-2, GPS-4, GPS-6 y GPS-8 se colocaron simultáneamente, la recepción fue buena oscilando de 9 satélites a más garantizando la precisión de nuestro punto de origen a 1.0 cm en precisión horizontal y 1.5 cm en precisión vertical con respecto a las coordenadas magna-sirgas de Colombia.

Para calcular las coordenadas de los vértices impares en el sistema magna-sirgas se partió de los datos que presenta el IGAC actualizados semana a semana en su página oficial www.igac.gov.co ya que las antenas permanentes no son certificadas sino que publican sus coordenadas geocéntricas, luego se calculan las coordenadas Gauss Krugger con el programa magna_sirgas_prov 2.0 de origen Oeste y la Ondulación Geoidal con el programa Geocol 2004, obteniendo los valores actualizados de:

Antena	Coordenadas Geocéntricas	Coordenadas Gauss	Alturas
APTO	X=1460797.8584 Y=-6147200.8098 Z= 868399.4790	07°52'40.03443" -76°37'56.60792"	Elipsoidal: 45.199 Geométrica: 34.875 Ondulación: 11.03

Con estos valores y los rinex de cada punto hacemos el post-proceso entre APTO y nuestros GPS impares con el programa original del equipo de gps Topcon Tools y a partir de este se efectúa el post proceso para las parejas pares obteniendo las bases de GPS de amarre.

b) *Parámetros Geodésicos y de Transformación:*

Tabla 3-2 Coordenadas geodésicas wgs-84 (época 1995.4)

Coordenadas geodésicas WGS-84 (época 1995.4)			
Latitud (N)	Longitud (W)	Altura elipsoidal	Altura (msnm)
03°48'44.63635"	76°46'47.20890"	296.494	275.80

Tabla 3-3 Coordenadas planas cartesianas

Coordenadas planas cartesianas	
Norte	Este
913332.746 m	1033070.188 m

c) *Procesamiento de la información:* Los parámetros de referencia del elipsoide WGS-84, utilizado por el sistema GPS al elipsoide Internacional, son los mostrados en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Elipsoide world geodetic system 1.984

Elipsoide World Geodetic System 1.984 Unidad=metro			
Datum	A	1 / f	b
WGS / 84	6'378.137.00	298.257223563	6'356.752.3142

Este proceso se llevó a cabo, con una metodología que minimiza la propagación de errores y garantiza un efectivo control, paso a paso. Los valores de GPS obtenidos se presentan en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7 Coordenadas Gauss-Kruger Magna-Sirgas origen oeste

Coordenadas Gauss-Kruger Magna-Sirgas origen oeste			
Punto	Norte	Este	altura ortometrica (snm)
TURBO-1	1388062.176	1039568.754	5.490
TURBO-2	1388077.057	1039465.542	5.013
TURBO-3	1387299.499	1039534.317	5.969
TURBO-4	1387198.460	1039567.768	4.230
TURBO-5	1386545.088	1038414.772	2.405
TURBO-6	1386497.205	1038444.440	3.151
TURBO-7	1387094.110	1037168.511	1.267
TURBO-8	1387166.516	1037295.557	0.754

El cálculo de estos puntos aparece en los cuadros de post-proceso mostrados más adelante.

3.3.4.3 Equipos utilizados

- a) *GPS TOPCON HIPER+*: Dos equipos de Doble Frecuencia. Descripción: Tiene Integrado el receptor de GPS y la antena, radio transmisor y antena, y por separado CDU/PCMCIA y la batería, posee 40 canales en L1, 20 L1+L2 GPS/GLONASS. Especificaciones en Static/Rapid Static: en Horizontal 3mm+1 ppm y en vertical 5 mm + 1 ppm.

GPS ANTENNA / Internal; ANTENNA TYPE 7 Microstrip (zero-centered), GROUND PLANE Antenna on a flan ground plane.



Figura 3-1 GPS TOPCON Hiper +

- b) *Navegador Garmin GPSMAP60Cx*: Es un navegador de precisión pos-métrica que puede detectar hasta 12 satélites y que con seis (6) que capture da una buena precisión de posicionamiento para localizar puntos de control del trabajo de localización.



Figura 3-2 Navegador Garmin GPSMAP60Cx

3.3.5 Levantamientos topográficos y batimétricos

3.3.5.1 Objetivo

Determinar la magnitud y forma real (planimetría y altimetría) de la playa sector Punta de Las Vacas, que incluye la infraestructura urbana localizada a lo largo de la Playa.

3.3.5.2 Metodología

- a) *Levantamiento Topográfico*: A partir de las bases de salida compuesta por parejas de GPS, se trazaron poligonales con cierre en otras parejas de GPS con estación total geodésica y por radiación directa se tomaron todos los puntos que describen cada una de las zonas en estudio, puntos como vías, cercas, muros de contención, y demás existentes generando la base cartográfica georeferenciada de cada frente.
- b) *Levantamiento Batimétrico*: En la zona de playa, dada su poca profundidad, se combino la estación Total con la Ecosonda Digital que nos permite tomar profundidades mayores.
- c) *Datos técnicos*:

Localización del Proyecto: Municipio de Turbo – Antioquia (Colombia)

Frentes de Trabajo y longitud: Sobre el mar 1400 m

- d) *Secciones Transversales (de topografía y batimetría)*: Una vez obtenida la zona de trabajo se dividió por secciones transversales que abarcaran la totalidad del terreno, secciones que se trazaron teniendo en cuenta los niveles del terreno y cortando cada una de las curvas de nivel.

3.3.5.3 Equipo utilizado

- a) *Estación Electrónica Total Geodésica Leica TC1800 y Leica TC407*: Son estaciones de orden geodésico óptimas para cualquier tipo de trabajos de alta precisión.

Datos técnicos:

Alcance: Con un prisma, entre 3500 y 4000 m. en condiciones malas y/o buenas

Con tres prismas, entre 6000 y 8000 m en condiciones malas y/o buenas

Falla en distancia: 3 mm / 7 Km

Falla en ángulos: 1"

Precisión: 1" de lectura directa

La estación cuenta con:

Dos (2) bastones con ojo de pollo de 2.5 m y dos (2) bastones de 5.0 m de altura con sus respectivos prismas, un bastón tiene una pacha de 3 prismas.

Trípode metálico, dos pilas, cargador

Estuches respectivos de los equipos y radios de comunicación con un alcance de 3.3 Km.

- b) *Ecosonda Garmin Gpsmap 430S*: Es una ecosonda digital con precisión a 1 decímetro que tiene incorporado un navegador de GPS de precisión pos-métrica, la capacidad de grabado de puntos depende de una tarjeta SD interna que en nuestro caso sirve para 3000 puntos.

3.3.6 Generación mapa topográfico y batimétrico

Los datos de campo se descargaron directamente desde la cartera electrónica al computador, evitando errores de transcripción y agilizando este proceso.

Los cálculos y el dibujo de los levantamientos se realizaron asistidos por computador en sistema CAD, del cual se generaron archivos magnéticos de dibujo, con extensión DWG.

En el proceso de oficina, se realizaron las siguientes actividades:

- Post proceso de la información recolectada por los GPS.
- Cálculo y procesamiento de datos.
- Dibujo del levantamiento en sistema CAD.
- Modelo digital del terreno (Topografía y batimetría)
- Informe

Características Topográficas: En la zona de mar y por el tiempo en que se hicieron los levantamientos los vientos no eran fuertes y el mar aparentemente tampoco lo que permitió realizar los trabajos relativamente de manera ágil.

En general la zona de playa es esta delimitada por la parte urbana, principalmente la vía de acceso transcurre de manera paralela a la línea de playa y sobre los costados se encuentran predios construidos, los localizados sobre la playa cuentan con obras de protección construidas de manera artesanal que han mitigado el avance de la erosión. En la zona se ha construido líneas de espolones.

3.3.7 Información predial a nivel de manzanas

Se especifica una zona de estudio para el municipio de Turbo que abarca un total de 164 manzanas, discriminadas por sectores y secciones urbanas, según Código DANE en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8 Manzanas dentro de la franja de estudio según código DANE

Departamento	Municipio	Clase	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	Manzana
05	837	1	000	00	000	0001	02	01
05	837	1	000	00	000	0001	02	02
05	837	1	000	00	000	0001	02	03
05	837	1	000	00	000	0001	02	05
05	837	1	000	00	000	0001	02	06
05	837	1	000	00	000	0001	02	07
05	837	1	000	00	000	0001	02	09
05	837	1	000	00	000	0001	02	09
05	837	1	000	00	000	0001	02	10
05	837	1	000	00	000	0001	02	10
05	837	1	000	00	000	0001	02	13
05	837	1	000	00	000	0001	02	15
05	837	1	000	00	000	0001	02	16
05	837	1	000	00	000	0001	02	20
05	837	1	000	00	000	0001	02	21
05	837	1	000	00	000	0001	02	22
05	837	1	000	00	000	0001	02	23
05	837	1	000	00	000	0001	02	24
05	837	1	000	00	000	0001	02	25
05	837	1	000	00	000	0001	02	26
05	837	1	000	00	000	0001	02	27
05	837	1	000	00	000	0001	02	28
05	837	1	000	00	000	0001	02	29
05	837	1	000	00	000	0001	02	30
05	837	1	000	00	000	0001	02	31
05	837	1	000	00	000	0001	02	32
05	837	1	000	00	000	0001	02	33
05	837	1	000	00	000	0001	02	34
05	837	1	000	00	000	0001	03	01
05	837	1	000	00	000	0001	03	01
05	837	1	000	00	000	0001	03	03
05	837	1	000	00	000	0001	03	03

05	837	1	000	00	000	0001	03	04
05	837	1	000	00	000	0001	03	05
05	837	1	000	00	000	0001	03	06
05	837	1	000	00	000	0001	03	07
05	837	1	000	00	000	0001	03	08
05	837	1	000	00	000	0001	03	11
05	837	1	000	00	000	0001	03	16
05	837	1	000	00	000	0001	03	17
05	837	1	000	00	000	0001	03	17
05	837	1	000	00	000	0002	01	12
05	837	1	000	00	000	0002	01	15
05	837	1	000	00	000	0002	01	16
05	837	1	000	00	000	0002	01	18
05	837	1	000	00	000	0002	01	19
05	837	1	000	00	000	0002	01	25
05	837	1	000	00	000	0002	01	25
05	837	1	000	00	000	0002	01	27
05	837	1	000	00	000	0002	01	29
05	837	1	000	00	000	0002	01	30
05	837	1	000	00	000	0002	01	31
05	837	1	000	00	000	0002	03	10
05	837	1	000	00	000	0002	03	10
05	837	1	000	00	000	0002	03	11
05	837	1	000	00	000	0002	03	12
05	837	1	000	00	000	0002	03	12
05	837	1	000	00	000	0002	03	12
05	837	1	000	00	000	0002	03	12
05	837	1	000	00	000	0002	04	10
05	837	1	000	00	000	0002	04	10
05	837	1	000	00	000	0002	07	01
05	837	1	000	00	000	0002	07	08
05	837	1	000	00	000	0002	07	09
05	837	1	000	00	000	0002	07	10
05	837	1	000	00	000	0002	07	11
05	837	1	000	00	000	0003	01	04
05	837	1	000	00	000	0003	01	05
05	837	1	000	00	000	0003	01	06
05	837	1	000	00	000	0003	01	07
05	837	1	000	00	000	0003	01	08
05	837	1	000	00	000	0003	01	11
05	837	1	000	00	000	0003	01	12
05	837	1	000	00	000	0003	03	04
05	837	1	000	00	000	0003	03	13
05	837	1	000	00	000	0003	03	21
05	837	1	000	00	000	0003	04	01
05	837	1	000	00	000	0003	04	02
05	837	1	000	00	000	0003	04	03
05	837	1	000	00	000	0004	01	02
05	837	1	000	00	000	0004	01	03
05	837	1	000	00	000	0004	01	04
05	837	1	000	00	000	0004	01	16
05	837	1	000	00	000	0004	01	17
05	837	1	000	00	000	0004	01	18
05	837	1	000	00	000	0004	01	18
05	837	1	000	00	000	0004	01	18

05	837	1	000	00	000	0004	01	19
05	837	1	000	00	000	0004	01	20
05	837	1	000	00	000	0004	01	20
05	837	1	000	00	000	0004	01	21
05	837	1	000	00	000	0004	01	22
05	837	1	000	00	000	0004	01	25
05	837	1	000	00	000	0004	01	30
05	837	1	000	00	000	0004	01	31
05	837	1	000	00	000	0004	01	32
05	837	1	000	00	000	0004	01	37
05	837	1	000	00	000	0004	01	38
05	837	1	000	00	000	0004	01	38
05	837	1	000	00	000	0004	01	40
05	837	1	000	00	000	0004	01	41
05	837	1	000	00	000	0004	02	04
05	837	1	000	00	000	0004	02	05
05	837	1	000	00	000	0004	02	06
05	837	1	000	00	000	0004	02	08
05	837	1	000	00	000	0004	02	09
05	837	1	000	00	000	0004	02	10
05	837	1	000	00	000	0004	02	11
05	837	1	000	00	000	0004	02	12
05	837	1	000	00	000	0004	02	13
05	837	1	000	00	000	0004	02	14
05	837	1	000	00	000	0004	02	15
05	837	1	000	00	000	0004	02	16
05	837	1	000	00	000	0004	02	17
05	837	1	000	00	000	0004	03	01
05	837	1	000	00	000	0004	03	02
05	837	1	000	00	000	0004	03	03
05	837	1	000	00	000	0004	03	04
05	837	1	000	00	000	0004	03	05
05	837	1	000	00	000	0004	03	06
05	837	1	000	00	000	0004	04	02
05	837	1	000	00	000	0004	04	03
05	837	1	000	00	000	0004	04	04
05	837	1	000	00	000	0004	04	05
05	837	1	000	00	000	0004	04	06
05	837	1	000	00	000	0004	04	07
05	837	1	000	00	000	0004	04	08
05	837	1	000	00	000	0004	04	09
05	837	1	000	00	000	0004	04	10
05	837	1	000	00	000	0004	04	11
05	837	1	000	00	000	0004	04	12
05	837	1	000	00	000	0004	04	13
05	837	1	000	00	000	0004	04	14
05	837	1	000	00	000	0004	04	15
05	837	1	000	00	000	0004	04	17
05	837	1	000	00	000	0004	05	04
05	837	1	000	00	000	0004	05	23
05	837	1	000	00	000	0004	05	34
05	837	1	000	00	000	0004	05	36
05	837	1	000	00	000	0004	06	02
05	837	1	000	00	000	0004	06	02
05	837	1	000	00	000	0004	06	02

3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

3.4.1 Geología General

3.4.1.1 Estratigrafía

El municipio de Turbo posee dos unidades claramente definidas: Una primera unidad caracterizada por la presencia de rocas sedimentarias terciarias (T) con dirección general N-S $\pm 10^\circ$ y buzamientos de los estratos variable, la cual se ubican al oriente del municipio, y la segunda unidad caracterizada por la presencia de sedimentos cuaternarios (Q) especialmente al occidente del municipio.

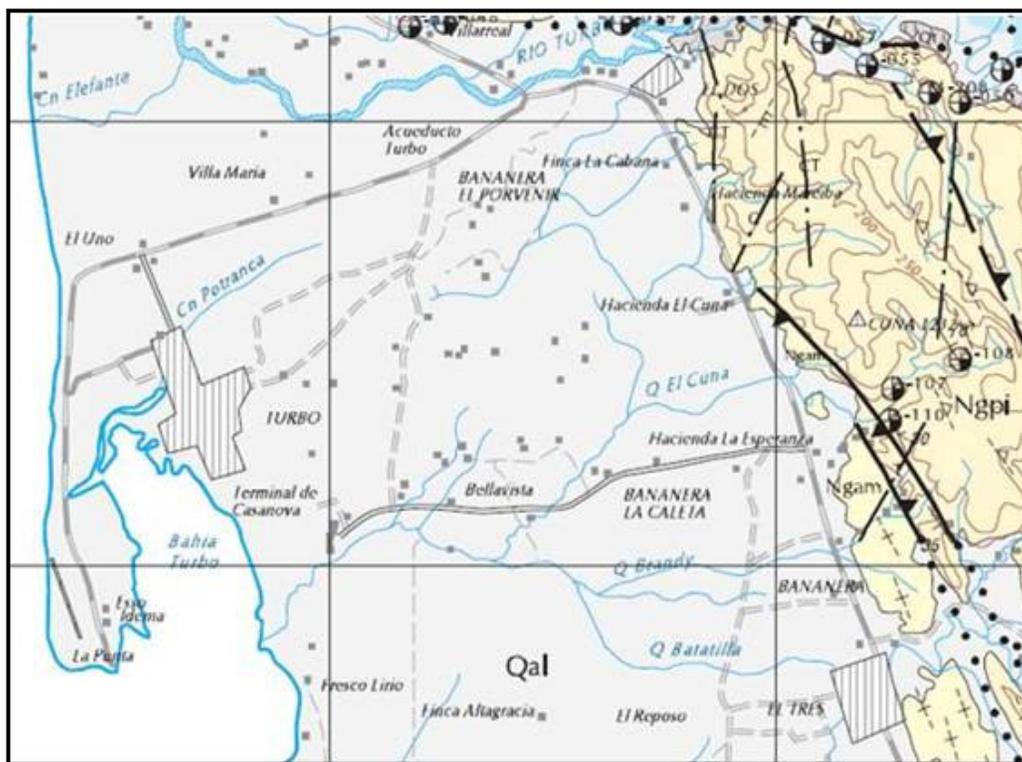


Figura 3-3 Geología de la zona del municipio de Turbo, Ingeominas (1999)

- **Lodolitas con lentes de conglomerados (T2C):** Conformada por capas discontinuas de lodolitas de color gris azulado intercaladas con capas discontinuas de conglomerados. Este conjunto aflora en el flanco más occidental de la Serranía de Abibe.

En la unidad 2, los sedimentos cuaternarios (Q) están formados por depósitos de origen marino, aluvial y/o coluvial que conforman abanicos, terrazas, conos de deyección, aluviones y playas, los cuales están relacionados con la dinámica de los principales ríos y por la gran llanura aluvial de Mutatá-Turbo. En la zona de abanico las pendientes llegan al 10 %. Sobre estos depósitos se encuentran asentados la cabecera y gran parte de los cultivos de plátano y banano del municipio.

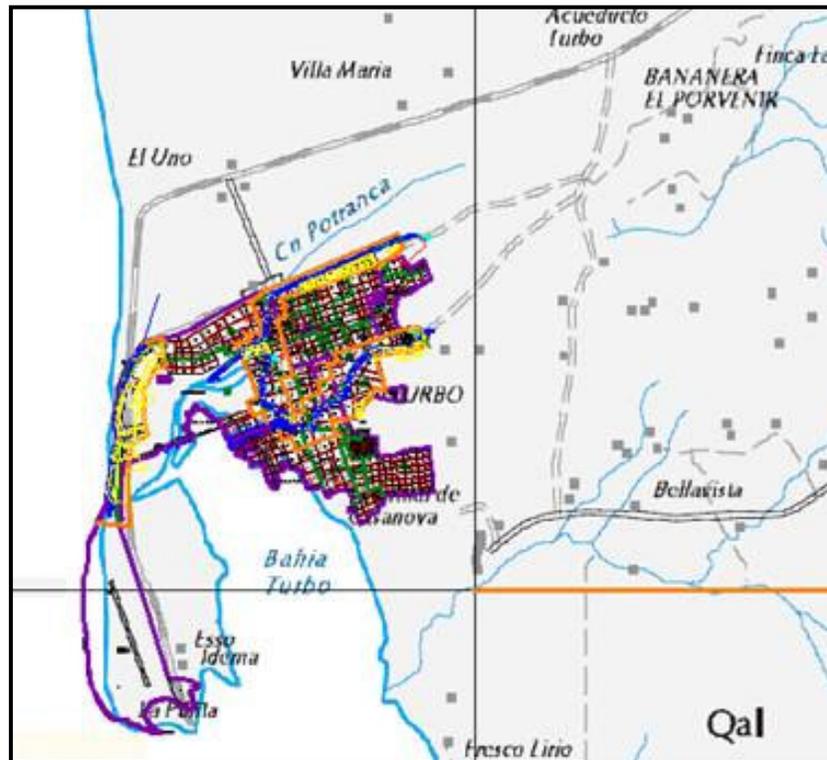


Figura 3-4 Detalle de la geología de la zona de Turbo-Playa

Localmente en el área de estudio se encuentra conformada por estos depósitos cuaternarios, y se describen así:

Depósitos de Llanura Aluvial (Qal): Se extiende en toda la parte plana del área ocupando las zonas más bajas comprendidas entre el piedemonte de la Serranía de Abibe y la zona costera, ocupando un área de 1.714 km². Sobre esta unidad se encuentran ubicadas las principales poblaciones de la región (Arboletes, San Juan de Urabá, Necoclí, Turbo, Apartadó, Carepa y Chigorodó); así como la mayor parte de la actividad económica del área. Lateralmente esta unidad se encuentra limitada en el piedemonte por la Unidad T1 desde el municipio de Turbo hasta Arboletes; y al sur del municipio de Turbo por el Conjunto C de la unidad T2. En profundidad cubre discordantemente las rocas de edad terciarias T1 (al norte de Turbo) y T2 al sur del mismo municipio.

3.4.1.2 Rasgos estructurales

El municipio de Turbo está enmarcado regionalmente dentro del Cinturón Sinú, el cual comprende los anticlinorios de Abibe y las Palomas dentro del continente y la plataforma y talud continental fuera de la costa. Este cinturón está conformado por anticlinales estrechos muy pronunciados, separados por sinclinales amplios y suaves. Dentro de esta serie de sinclinales y anticlinales se pueden mencionar el sinclinal Tulapa y el anticlinal Caimán, ubicados al nororiente y norte de la cabecera municipal respectivamente, cuyos ejes tienen dirección general N-S±10°

Otro tipo de rasgo estructural son las fallas. Una de las más sobresalientes ubicada al Oriente del municipio es la Falla de Apartadó, la cual tiene dirección N-S a N30W y buzamientos al oriente entre 30 y 40°. Existen otras fallas y lineamientos como las fallas San Pedro, Murri-Mutatá, El Aguila y Murindó.

3.4.2 Geomorfología

Dentro del contexto regional, se consideran las macro unidades geomorfológicas existentes, las cuales determinan las formas del terreno y su relación con los depósitos y unidades geológicas. En la zona de estudio se identifica la unidad de complejo costero y abanico aluvial, según se muestra en la Figura 3-5.

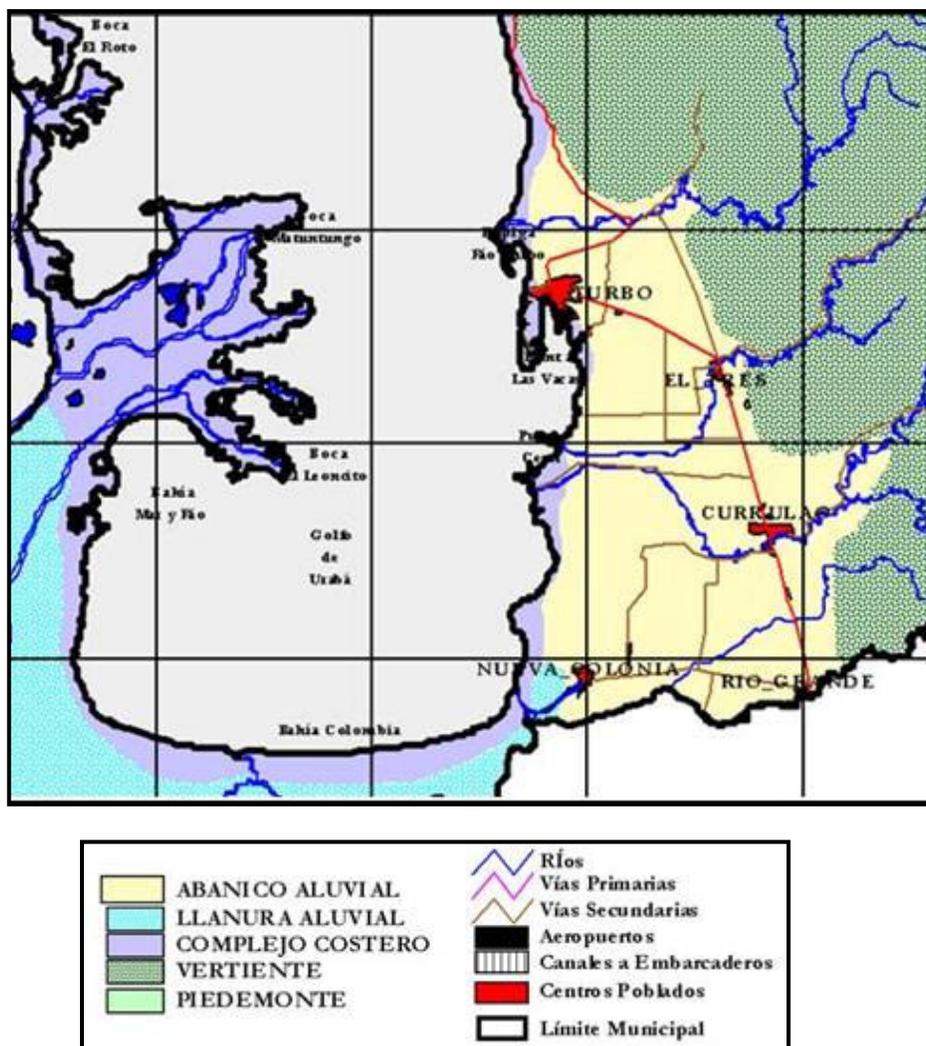


Figura 3-5 Geomorfología del municipio de Turbo. POT municipio de Turbo (2000)

- **Macrounidad Abanico:** Conformada por una serie de abanicos superpuestos lateralmente debido al cambio de pendiente a que se ven sometidos los drenajes con el paso del sector de Serranía a la de Abanico. Dentro de la macro unidad abanico se desarrolla gran parte de la actividad antrópica. En el Municipio existen terrazas asociadas a la mayor parte de los ríos aunque su composición y textura varía dependiendo del caudal y material de arrastre de los drenajes; los materiales basales consisten en guijarros y gravillas de arenisca bien redondeadas y envueltos en una matriz de arena fina.

- **Macrounidad Complejo Costero:** En la línea de costa del municipio de Turbo se encuentran unidades geomorfológicas características de regímenes erosivos y acrecionales como son los deltas, playas, dunas entre los acrecionales y acantilados y escarpes de playa entre los erosivos. A lo largo de toda la línea de costa pero con mayor énfasis en el sector Oriental, existe una alta influencia antrópica con la construcción de obras de infraestructura, depositación de desechos sólidos y líquidos y por el manejo de las cuencas que finalmente desembocan al mar.

La morfología en el área de estudio está dominada por terrazas marinas bajas interrumpidas por las playas, cordones de playa y espigas o plumas sedimentarias formadas por el río Turbo.

3.4.3 Morfodinámica de la costa

Las zonas costeras tienen que ser vistas como el escenario y el resultado de un proceso de disipación de energía, donde interactúan las condiciones oceanográficas y la geomorfología del sector, como son los vientos, mareas, corrientes, olas, sedimentos, el perfil de la costa y el material de las playas. Todos estos elementos unidos configuran y determinan la morfología de una playa.



Figura 3-6 Playas arenosas

Una playa se define como una zona de dominio público y es un sector conformado por material no consolidado y que se extiende desde la línea de más baja marea, hasta un nivel donde haya un cambio marcado en la composición de los materiales o en la forma fisiográfica de la playa o hasta la línea de vegetación permanente. Sobre estas playas ejercen su acción las denominadas Dinámicas Actuales (corrientes, olas, mareas, mares de leva y tsunamis) y el accionar combinado genera el transporte de transversal de sedimentos, desde y hacia el mar y a lo largo de la playa y que se resumen en procesos de erosión o acreción.

Geomorfológicamente, se presentan varios tipos de playas, de los cuales los que mejor representa la geomorfología de una costa son los perfiles Disipativo y el perfil Reflejante. El perfil de playa Disipativo tiene una pendiente de playa suave y el sedimento es de tamaño fino, el perfil de playa es largo. El perfil de playa reflejante, presenta una pendiente empinada y una longitud de playa corta, con gravas gruesas y rocas en el fondo.

De acuerdo a la batimetría que se presenta en la zona de Turbo, el perfil de playa del sector es Disipativo, con un perfil plano, con una profundidad de 3.5 m, entre 300 y 350 metros de la línea de costa y con formada con material arenoso fino.

3.4.4 Condiciones Hidráulicas

La zona costera de Turbo y en especial el sector de Punta las Vacas, se formo por la antigua pluma sedimentaria del río Turbo, que desembocaba en el sector que hoy se denomina Punta Yarumal, unos dos kilómetros a bajo de su actual desembocadura. Con el desvío de la desembocadura del río Turbo hacia el norte, se le negó un importante aporte de sedimentos a las actuales playas de Turbo, que las habían formado y consolidado por muchos años. El aporte sedimentario del río Turbo es tan importante que actualmente se ha formado la pluma sedimentaria de punta Yarumal, que atrapa el 90% de los sedimentos depositados por el río y que avanza a un promedio de 20 metros por año. En la Figura 3-7 se muestra el aspecto de la Punta Yarumal y la desembocadura del Río Turbo.

Una vez desviado el río y suspendido el aporte sedimentario a Punta las Vacas, Las playas de este sector, antes frondosas con cocoteros y mangles, quedaron a merced de las fuerzas marinas de la naturaleza, que poco a poco fueron socavando las playas y eliminando la cobertura vegetal, al irse erosionando paulatinamente y no tener como recuperar los sedimentos perdidos. Con esta acción las playas perdieron su equilibrio Dinámico, por la falta del transporte litoral de sedimentos y por el cambio estacional del perfil de la playa, iniciándose el proceso erosivo irreversible que no ha parado desde hace más de 40 años.

La erosión litoral en el sector de Turbo en Punta las Vacas, ha afectado principalmente a los terrenos, sobre los cuales se encuentran las playas e instalaciones turísticas de la ciudad, el aeropuerto y las instalaciones de la Armada Nacional. De acuerdo con la información recolectada, el frente externo de playas de este sector empezó a erosionarse ya desde los años 50 y el proceso se intensificó gradualmente hasta cubrir la totalidad de

las playas y generar retrocesos erosivos estimados en alrededor de 70m en algunos sectores. La intensificación de las velocidades de erosión se relacionan directamente con el desarrollo, al norte del delta del Río Turbo, cuya desembocadura al interior de la bahía de Turbo fue desviada artificialmente en 1954.



Figura 3-7. Desembocadura río Turbo y Punta Yarumal

3.5 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS GENERALES

La erosión litoral ha sido la tendencia histórica dominante a lo largo de los aproximadamente 145 km de línea de costa entre las ciudades de Arboletes y Turbo, al sur del Litoral Caribe colombiano. En las cuatro últimas décadas ocurrieron retrocesos de la línea de costa del orden de los 50-100 m en varios sectores como Uveros, Damaquiel, Zapata, Turbo, y de hasta 1.6 km en el área Punta Rey-Arboletes, en la cual las pérdidas de terrenos suman más de 4.5 km² y la erosión alcanzó tasas máximas de hasta 40m/año. La síntesis de la información disponible sugiere que la “susceptibilidad” generalizada a la erosión podría ser la respuesta a ascensos relativos del nivel del mar, asociados a la tectónica regional, a los efectos del diapirismo de lodos y a la hidroisostacia, entre otros posibles factores.

En los sectores más críticos - Arboletes y Turbo -, las tendencias erosivas naturales fueron aceleradas por intervenciones humanas como la desviación del río Turbo, la extracción intensiva de materiales de playa y el manejo inadecuado o no manejo de las aguas lluvias y residuales.

Con muy pocas excepciones, los espolones perpendiculares a las playas no han recuperado arenas y más bien se han convertido en generadores de nuevos problemas en los sectores adyacentes.

A corto plazo, la erosión litoral entre Arboletes y Turbo es causada tanto por factores marinos como por procesos de erosión subaérea y es función en buena parte de las litologías poco resistentes de las terrazas y acantilados, compuestos en su mayoría por lodolitas fracturadas y eterizadas (con buzamientos o planos de debilidad inclinados hacia el mar) y por sedimentos finos no consolidados, fácilmente licuables: ambas condiciones facilitan la ocurrencia de deslizamientos, caídas de rocas y flujos de lodo que determinan retrocesos rápidos (3 a 4 metros) del contorno litoral, sobre todo en los primeros 15 días de la transición verano-invierno (abril) y durante los “mares de leva” (periodos de oleajes fuertes).

El caso de la erosión litoral entre Turbo y Arboletes ilustra claramente cómo las tendencias erosivas naturales pueden intensificarse fuertemente por intervenciones humanas (incluyendo las defensas ingenieriles) y la necesidad urgente de coordinar esfuerzos para controlar o mitigar con eficiencia las pérdidas de terrenos litorales.

3.6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Para determinar las características y propiedades mecánicas del suelo en el sitio del proyecto, se realizaron actividades de exploración del subsuelo que consistieron principalmente en la ejecución de sondeos con equipo manual y recuperación de muestras alteradas e inalteradas, así como ensayos de campo y laboratorio.

En esta sección se presenta el tipo de exploración del subsuelo realizada, el tipo de ensayos de campo y laboratorio, y el análisis de la información obtenida. Se presenta una descripción del comportamiento de las propiedades principales de los diferentes suelos encontrados en cada punto de exploración, y con base en esto, se define el perfil geotécnico representativo del sitio de estudio, así como las condiciones y parámetros geomecánicos que serán utilizados en análisis posteriores.

3.6.1 Exploración del subsuelo

Teniendo en cuenta las características geológicas del sitio, se proyectó la ejecución de sondeos manuales, distribuidos convenientemente en el área de estudio. Lo anterior con el objeto de obtener la información geotécnica necesaria para conocer la distribución lateral y en profundidad de los diferentes tipos de materiales que componen los depósitos existentes, y recuperar muestras inalteradas y alteradas para realizar los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se realizaron ensayos de campo como el ensayo de penetración estándar (SPT), y pruebas de laboratorio para clasificación y obtener parámetros de resistencia que permitan conocer el comportamiento de los materiales existentes.

3.6.1.1 *Sondeos manuales*

En total se realizaron cuatro (4) sondeos manuales con muestreo con profundidades entre 1.20 y 2.65 m en sectores próximos a la playa en el sector de Punta de Las Vacas, localizados tal como se muestra en la

Figura 3-8. Planta general de localización de los sondeos en el área de estudio

Tabla 3-9 y en la Figura 3-8.

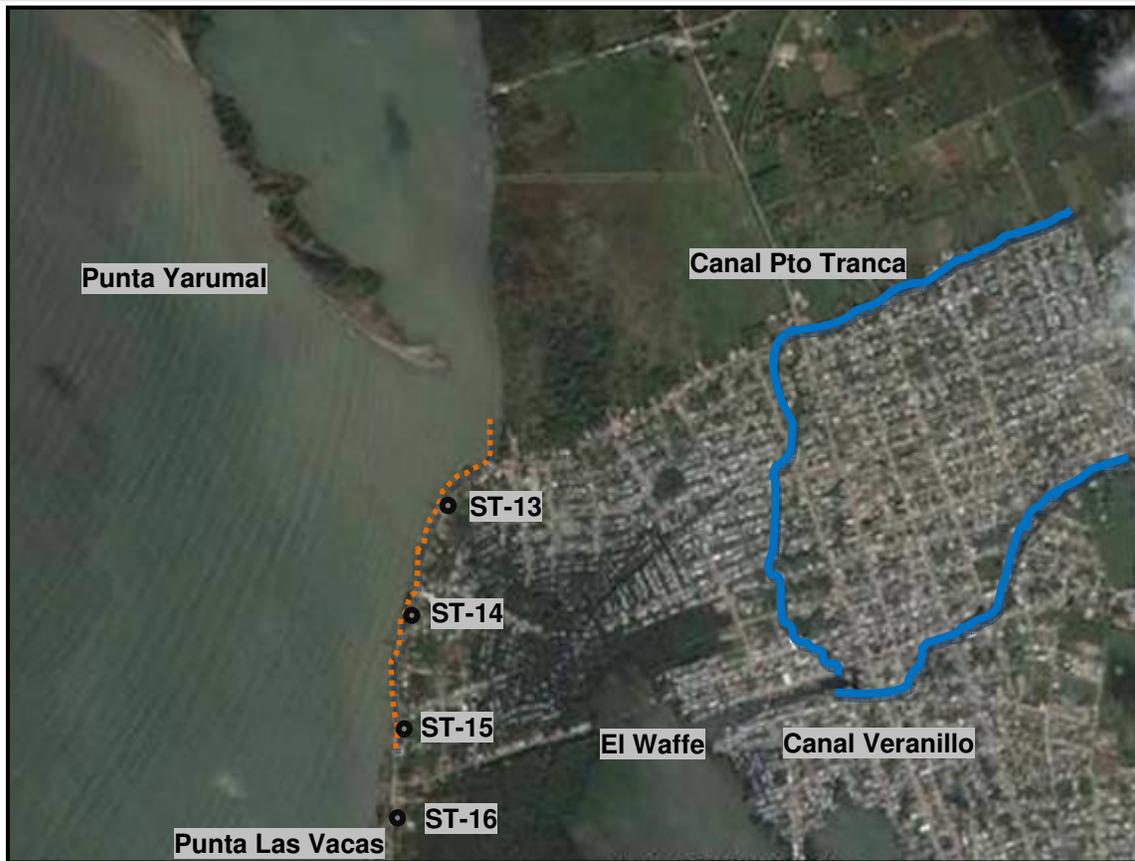


Figura 3-8. Planta general de localización de los sondeos en el área de estudio

Tabla 3-9. Localización y profundidad de las perforaciones realizadas

Sondeo	Prof (m)	Sector	Ubicación	Coordenadas (m)	
				Este	Norte
ST-13	1.20	P Las Vacas	Barrio La Playa	1037132	1387032
ST-14	2.65	P Las Vacas	Barrio La Playa	1037025	1386721
ST-15	1.90	P Las Vacas	Barrio La Playa	1036975	1386384
ST-16	1.90	P Las Vacas	Barrio La Playa	1036960	1385898

En cada punto se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT) y se tomaron muestras alteradas en bolsa y en el tubo partido, las cuales fueron utilizadas para hacer descripción visual y ensayos de clasificación. En el Anexo D se presentan el resumen de las propiedades geotécnicas y la estratigrafía encontradas.

3.6.1.2 Pruebas de Campo

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron ensayos in situ de penetración estándar (SPT) para establecer de forma aproximada la variación de resistencia del suelo y recuperar muestras alteradas de los diferentes materiales encontrados para definir cambios estratigráficos.

3.6.2 Ensayos de laboratorio

Para determinar las propiedades de los materiales encontrados, se realizaron ensayos de caracterización física como humedad natural, límites de consistencia líquido y plástico, lavado sobre tamiz No 200 y peso unitario.

En la Tabla 3-10 se relaciona la cantidad de ensayos ejecutados. En el ANEXO D se presenta la tabla resumen y los ensayos de laboratorio ejecutados para el sitio de estudio.

Tabla 3-10. Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio realizados

TIPO DE ENSAYO	SONDEOS MANUALES				TOTAL
	ST-13	ST-14	ST-15	ST-16	
Humedad Natural	1	3	2	1	7
Límites de Consistencia	1	1	1	1	4
Lavado Tamiz No. 200	1	1	1	1	4
SPT	-	3	2	2	7

3.6.3 Caracterización geomecánica

En el sitio de estudio se encontraron arenas mal gradadas de color gris verdoso con limos, materiales que poseen contenido medio de humedad, fracción fina no plástica y compacidad relativa suelta a media. En las perforaciones se encontró el nivel freático a los 0.8 m de profundidad.

3.6.3.1 Descripción de las propiedades geotécnicas encontradas

A continuación se presenta una descripción detallada de las propiedades geotécnicas encontradas en la exploración del subsuelo, para los materiales existentes en el área de estudio.

- Humedad natural y límites de consistencia: En el sitio de estudio se encuentran arenas limosas mal gradadas de color gris. En estos materiales se encontró que el contenido de humedad se encuentra entre el 6 y 25% con un valor promedio de 20%. La fracción fina de estos materiales no presenta plasticidad, por lo que de acuerdo con la carta de plasticidad de Casagrande esta fracción se clasifica como limo (ML).

En la Figura 3-9 se presenta gráficamente la variación del contenido de humedad con la profundidad, para los sondeos realizados en la zona de Playa del municipio de Turbo.

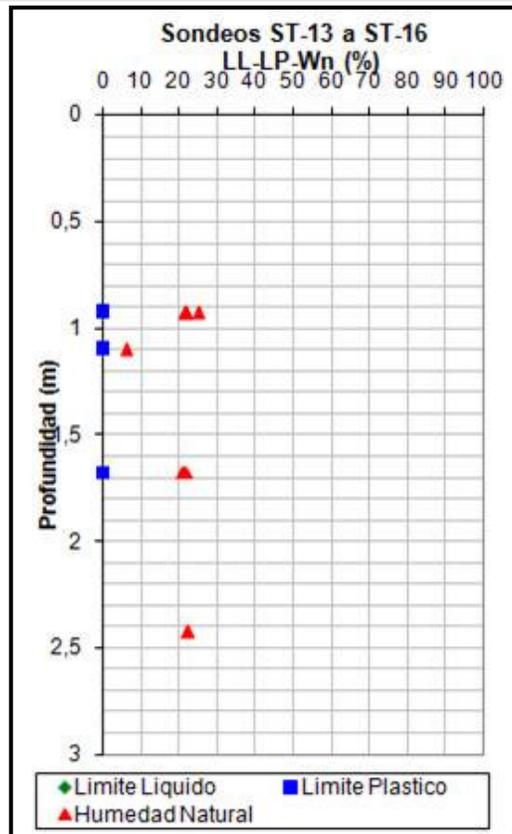


Figura 3-9. Variación de la humedad natural y los límites de consistencia en función de la profundidad sondeos ST-13 a ST-16 Playa Turbo

Con respecto al contenido de humedad, se puede apreciar que en general no presenta mayores variaciones con la profundidad y que se encuentra entre el 20 y el 30% excepto para los suelos del sondeo ST-13 en donde presenta valores menores al 10%. La fracción fina no presenta plasticidad por lo que el comportamiento de dicha fracción no dependerá del contenido de humedad en el suelo.

- **Características Granulométricas:** Básicamente se hace énfasis en el contenido de gravas, arenas y finos. En los suelos encontrados en los sondeos ST-13 a ST-16 no se encontró presencia de gravas, mientras que las fracciones de arena y finos se encuentran entre el 59 y el 97% y entre el 3 y el 41% respectivamente.

- **Resistencia a la compresión:** Debido a la composición principalmente granular de los suelos presentes en la zona de estudio no fue posible obtener muestras inalteradas para la realización de pruebas de resistencia.

- **Resistencia a la penetración estándar:** Se tomó como referencia el número de penetración estándar $(N1)_{60}$ obtenido al corregir los obtenidos en campo. La variación de los valores de $(N1)_{60}$ se presenta en las gráficas de la Figura 3-10, en donde se aprecia

que los valores de $(N1)_{60}$ se encuentran entre los 6 y los 14 golpes/pie y que existe una tendencia de aumento de estos valores con la profundidad.

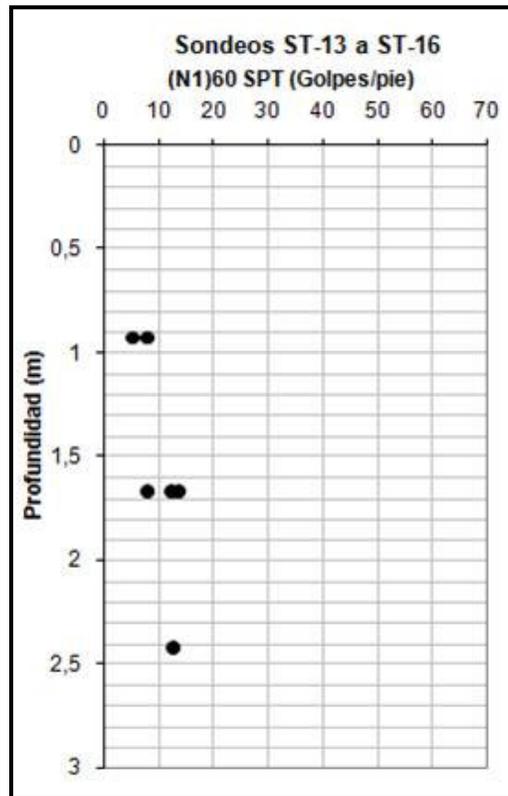


Figura 3-10 Variación de la resistencia a la penetración estándar en función de la profundidad para los sondeos ST-13 a ST-16 Playa Turbo

3.6.3.2 Perfil Geotécnico promedio

De acuerdo a los resultados obtenidos en la exploración del subsuelo, los ensayos de laboratorio y las observaciones de campo, se identifica 1 solo material en el sitio de estudio.

- **Material 1. Arenas limosas mal gradadas de color gris:** Corresponde a arenas limosas mal gradadas de color gris, materiales que poseen un contenido bajo a medio de humedad, fracción fina no plástica y compacidad relativa suelta a media. Esta capa fue encontrada desde la superficie y hasta la profundidad de exploración en los sondeos ST-13 a ST-16 realizados en la zona de playa en el sector Punta de Las Vacas del municipio de Turbo. Las propiedades físicas y mecánicas de este material son:

- Humedad natural (w_n): 20%.
- Limite Líquido (LL): NL
- Limite Plástico (LP): NP
- Composición granulométrica: Gravas: 0%, Arenas: 59 al 97% y Finos: 3 al 41%
- Peso unitario total (γ_t): 1.78 Ton/m³
- Peso unitario seco (γ_d): 1.48 Ton/m³

- Resistencia a la penetración estándar normalizada $(N1)_{60}$: Entre 6 y 14 golpes/pie

En cuanto a la condición del agua sub-superficial en el sitio de estudio, se encontró nivel freático sobre los 0.8 m de profundidad.

3.6.3.3 Parámetros de Resistencia al Corte

- **Con base en los resultados de las pruebas de compresión inconfina:** La composición granular de los suelos de la zona de estudio hizo que no fuera posible obtener muestras inalteradas por lo que en este informe no se reportan parámetros de resistencia obtenidos de los resultados de las pruebas de compresión inconfina efectuadas, sino solamente los hallados a partir de las pruebas de penetración estándar efectuadas.

- **Con base en los resultados de las pruebas de SPT:** La determinación de los parámetros de resistencia al corte (cohesión c' y ángulo de fricción ϕ') se realizó a partir de los resultados obtenidos en el ensayo de penetración estándar SPT, para los diferentes materiales encontrados en cada sondeo (ST-13 a ST-16). Los resultados del ensayo SPT fueron corregidos para tener en cuenta el confinamiento y la energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N'_i = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

- N'_i : Número de golpes corregido para un esfuerzo de confinamiento de 1 kg/cm² y un determinado nivel de transmisión de energía
- C_N : Factor de ajuste para tener en cuenta el nivel de confinamiento. El valor de C_N Se evaluó de la siguiente manera:

$$C_N = 1 - 1.41 \log \left(\frac{\sigma'_v}{10} \right) \quad \text{Para } \sigma'_v < 1 \text{ Ton/m}^2$$

$$C_N = 1 - 0.92 \log \left(\frac{\sigma'_v}{10} \right) \quad \text{Para } \sigma'_v > 1 \text{ Ton/m}^2$$

$$C_N \leq 2$$

- η_1 : Factor de corrección por caída del martillo. Se obtiene como la relación entre la energía impartida por el martillo a la parte superior del sistema de varillas y la energía teórica en caída libre. Las eficiencias medias son diferentes en cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.
- η_2 : Factor de corrección por longitud del sistema de varillas. Los valores empleados de este factor se encuentran entre 0.75 y 0.85 dependiendo de la longitud de tubería empleada en cada caso.
- η_3 : Factor de corrección por presencia de revestimiento interno. Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1.0.
- η_4 : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1.0

Para estimar los valores de ángulo de fricción equivalente (ϕ_{equiv}), se utilizó la siguiente expresión:

$$\phi_{equiv} = 15 + \sqrt{20.N'_i} \text{ (Kishida)}$$

En el Anexo D se presenta la tabla resumen de corrección de N del ensayo de penetración estándar. En la Tabla 3-11 se presentan los valores promedio de c' y ϕ' obtenidos para cada material, mediante el ensayo de penetración estándar SPT.

Tabla 3-11. Valores de cohesión y ángulo de fricción obtenidos

Material	C (Ton/m ²)	ϕ (°)	Tipo de Ensayo
Material 1. Arenas limosas mal gradadas de color gris	0	29.6	SPT

3.6.3.4 Parámetros de Compresibilidad

Para la capa de arena limosa mal gradada de color gris encontrada se toma un valor del módulo elástico de 2180 Ton/m²

3.7 FACTOR ANTRÓPICO

3.7.1 Urbanismo y catastro

La ocupación y uso de ésta zona se originó por razones netamente de origen natural, su cercanía al mar y sus alrededores, hace de éste municipio un territorio un foco de demanda por elementos naturales y su entorno un área de gran oferta de los mismos.



Figura 3-11. Panorámica del municipio de Turbo

La zona centro del municipio es en la actualidad el área más densa poblacionalmente ya que la zona norte, que antes estuvo densamente poblada, por efecto del proceso de movilidad está adquiriendo una nueva ocupación de asentamientos.

En el casco urbano del municipio de Turbo, de acuerdo con lo indicado en el Plan de Ordenamiento Territorial, predomina el uso residencial, representado en la vivienda, la cual es uno de los elementos del espacio urbano de mayor significación e importancia, pues constitucionalmente es considerada como una necesidad humana básica que conjuga elementos antropológicos, culturales, sociales y de identidad con un territorio.

3.7.2 Urbanismo y catastro

El municipio de Turbo es el más grande de Antioquia pero paradójicamente tienen una gran deficiencia las condiciones de sus vías. En Turbo el 12% de los 355 km que componen la red vial se encuentra con una superficie de rodadura pavimentada y el restante 88 % se encuentra en afirmado. En la Figura 3-12 se presentan algunas fotografías en las que se ilustra el estado actual de algunas de las vías de este sector del Municipio de Turbo.

3.7.3 Manejo de aguas de escorrentía y alcantarillado

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, respecto a los otros municipios de la zona central Turbo presenta el menor cubrimiento. El alcantarillado es una obra en curso con la que se espera una cobertura residencial del 55%, equivalente a unos 4.000 usuarios. Al momento el total de cobertura está en 20.6%; la cabecera tiene el 45% de cobertura y el resto sólo llega al 5.9%.



Figura 3-12 Aspecto actual de la vía en este sector del Municipio de Turbo

3.8 CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA POBLACIÓN

Las variables socioeconómicas del municipio y de la población que vive en el área de influencia directa de la amenaza por inundación en el municipio, constituye un factor importante en la evaluación de la vulnerabilidad¹ de la sociedad, la cual permite establecer, sobre el contexto socio – económico, la capacidad de respuesta de una sociedad amenazada². Ante la ocurrencia de una inundación potencialmente dañina, los hogares ubicados bajo la línea de pobreza presentan una mayor dificultad para su atención y recuperación que los de altos ingresos, ya que no cuentan con los recursos necesarios para hacer frente a la calamidad sufrida y, por tanto, su capacidad de respuesta puede llegar a ser nula.

Por esta razón, a continuación se describen las principales variables socio-económicas del municipio y de las manzanas ubicadas en el área de estudio, que han sido tomadas del Censo realizado por el DANE en el año 2005 y de las proyecciones de población hechas por la misma entidad.

3.8.1 Variables municipales

3.8.1.1 Población

El Municipio de Turbo ha tenido un proceso de urbanización constante ya que en 1999 la población urbana representaba el 38.2%³, para el 2005 la población total municipal era de 121.919, de la cual el 38.8% (47.259) se concentraba en la cabecera municipal, en tanto que el 61.2% (74.660) de los habitantes vivían en la zona rural. Según las proyecciones efectuadas por el DANE en el 2009 la población total del municipio es de 135.967 personas, de ellas, el 39.3% (53.461) ocupan el casco urbano y el 60.7% (82.506) viven en el área rural.

Al examinar la estructura poblacional es posible decir que el 38.1% de la población tiene edades entre 0 y 14 años, el 57.0% de los habitantes municipales está entre los 15 y 59 años de edad y el 4.9% de la población es mayor de 60 años. Además, existe una distribución porcentual muy similar entre hombres y mujeres, con una representación del 50.7% y 49.3% de cada género respectivamente, según se muestra en la Figura 3-13. Ello indica que la población del municipio corresponde a un comportamiento expansivo, con predominio de los grupos de edad jóvenes.

3.8.1.2 Servicios públicos

La cobertura de servicios públicos, especialmente de agua potable y saneamiento básico⁴, inciden directamente en la salud de la población inciden directamente en la salud de la

1 Probabilidad de ser dañado o herido. Se relaciona tanto con la exposición a un riesgo como a la capacidad que tiene una comunidad, hogar o persona para enfrentarlo. CEPAL, Naciones Unidas. 2002. Documento Electrónico. Vulnerabilidad socio demográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas.

2 La vulnerabilidad es compleja, multicausal y está compuesta por varias dimensiones analíticas, pues confluyen aspectos de los individuos u hogares y características económicas, políticas, culturales y ambientales de la sociedad. BUSO G. 2002 La vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: Un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Naciones Unidas. CEPAL. CELADE.

3 Plan de Ordenamiento Territorial. Parte 5. Dimensión socio cultural.

4 Según el numeral 14.1 de la Ley 142 de 1994, el saneamiento básico hace referencia a las actividades propias del

población y por tanto en su vulnerabilidad. A menor cobertura de estos servicios o una baja calidad del agua suministrada, aumentan los indicadores de morbilidad y enfermedades diarreicas agudas, incrementando la vulnerabilidad social y disminuyendo la calidad de vida de las personas. Según el censo del 2005, las coberturas de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica en el municipio eran de 44%, 31% y 77% respectivamente.

Según el Subsistema de información para vigilancia de calidad de agua potable –SIVICAP del Instituto Nacional de Salud, la calidad del agua suministrada en el municipio durante los últimos tres años se ha mantenido con el valor del IRCA⁵ que se clasifica como “Bajo” y ello quiere decir que se considera agua no apta para consumo humano, pero es susceptible de mejoramiento⁶.

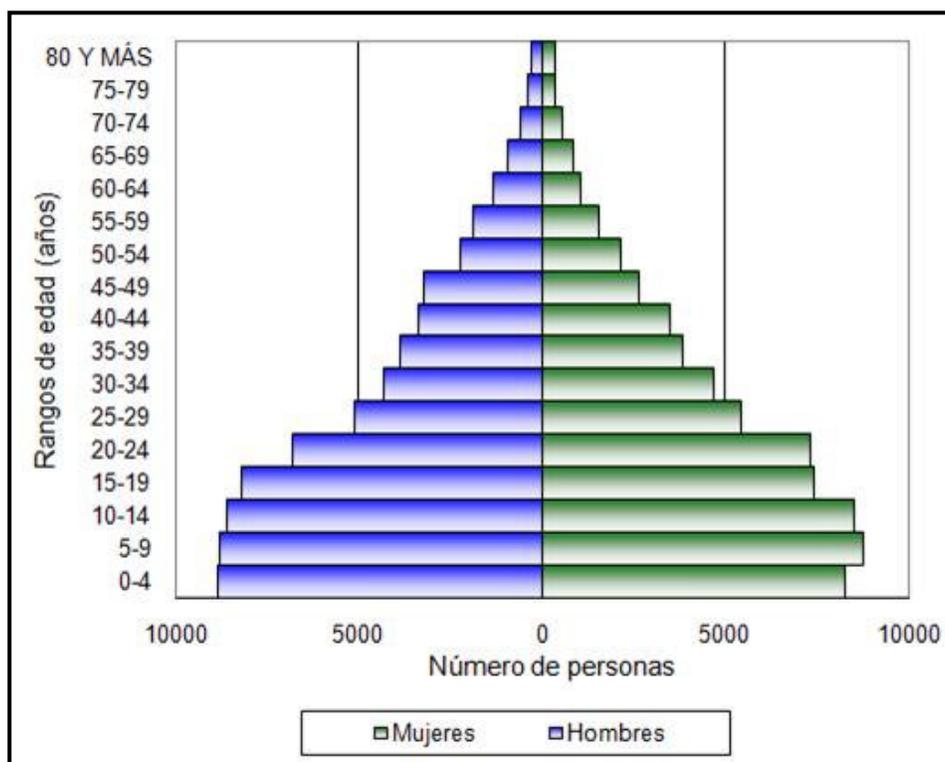


Figura 3-13. Distribución poblacional por grupo de edad, Municipio de Turbo 2009. Fuente: Información DANE. Elaboración propia.

3.8.1.3 Hogares

Con relación a la información de sobre hacinamiento, según el censo de 2005, en el municipio el 43% (11.286) de los hogares presentaban condiciones de hacinamiento, indicando con ello un déficit habitacional cualitativo y cuantitativo elevado.

conjunto de los servicios domiciliarios de alcantarillado y aseo.

5 IRCA – Índice de Riesgo de Calidad de Agua. Resolución 2115 de 2007. Cuadro N° 7 Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse.

6 Resolución 2115 de 2007. Artículo 15. <http://www.ins.gov.co/?idcategoria=6110>

Por otra parte, según la base de datos del SISBEN⁷, a 3 de marzo de 2009, el 100% de las personas que viven en el área urbana del municipio se encontraban inscritas en los niveles 1,2 y 3, es decir que podrá acceder a los subsidios que otorga el Estado a través de los diferentes programas de salud, educación, subsidios, vivienda, etc. de acuerdo con la reglamentación de cada uno de ellos. Ello indica que la población urbana del municipio se considera con un elevado nivel de vulnerabilidad. Las razones, manifestadas por las personas, para el cambio de lugar de residencia se relacionan principalmente con razones familiares (42.7%) y la dificultad de conseguir trabajo (22.5%).

3.8.1.4 Las viviendas

En un 93% de los casos, las viviendas son empleadas únicamente como sitio de residencia, en tanto que en un 7% es empleada como unidad económica. Los materiales predominantes en las paredes de las viviendas corresponde a bloque, ladrillo, piedra o madera pulida en un 59.4%, seguido de madera pulida, tabla o tablón en un 37.8% y un 2.8% en otros materiales. En tanto que los materiales predominantes en los pisos son el cemento o gravilla en un 55%, 20% en tierra o arena y un 15% en baldosa, vinilo o tableta.

3.8.2 Variables área de influencia.

Con base en el diagnóstico de la problemática de amenazas, vulnerabilidad y riesgo por inundación de los canales Veranillo y Puerto Tranca, y de los resultados arrojados por el estudio base se identificaron 137 manzanas ubicadas en el área de influencia de la amenaza.

3.8.2.1 Población

Tomando la información reportada por el Censo de 2005, elaborado por el DANE, para las 137 manzanas es posible decir que el comportamiento en edades se mantiene similar al municipal, mientras que el porcentaje masculino y femenino se invierte en esta área.

El total de la población censada en estas manzanas fue de 15.962 personas, de ellas, 5.660 (35.5%) personas que tiene edades entre 0 y 14 años, 9.278 (58.1%) personas están entre los 15 y 59 años de edad y 1.026 personas (6.4%) es mayor de 60 años. Además, existe una representación mayoritaria de la población femenina 52.1% (8.320 mujeres) y un 47.9% (7.642 hombres) de población masculina. En la Figura 3-14 se ilustra lo indicado anteriormente.

La Figura 3-14 indica que la población del área sujeto de estudio corresponde a un comportamiento expansivo, con predominio de los grupos de edad jóvenes, con un aumento claro de mujeres jóvenes entre los 10 a 39 años, con relación a los hombres de la misma edad.

⁷ El Sisben es el Sistema de Identificación de Potenciales beneficiarios de Programas Sociales.
<http://www.sisben.gov.co/>

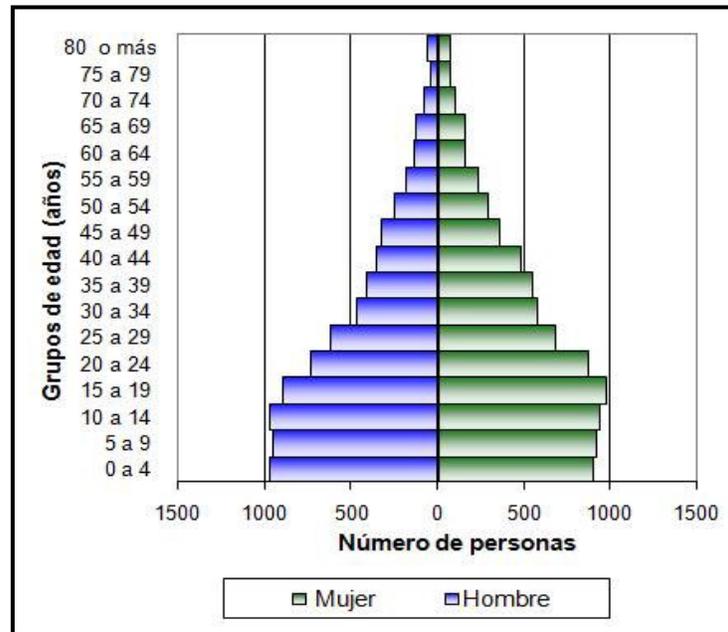


Figura 3-14. Distribución poblacional por grupo de edad. Manzanitas Área de Estudio. Municipio de Turbo 2005. Fuente: Información DANE. Elaboración propia.

Con relación a la escolaridad de los habitantes de éstas manzanas, se puede decir que el 11.2% de la población no cuenta con ningún nivel de escolaridad, el 11.2% han llegado a cumplir todo el ciclo de básica primaria, en tanto que el 17.5% de la población ha completado el ciclo hasta grado 11.

Por otra parte, el número de personas reportadas con alguna limitación física, que habitan en el área de estudio eran 937 personas, que corresponde al 5.9% del total de la población.

3.8.2.2 Servicios públicos

La cobertura de servicios públicos, según el censo del 2005, en el área sujeto de estudio, eran de 75.1% para acueducto, 47.6% en alcantarillado y 94.2% en energía eléctrica, indicando una mayor cobertura que en el promedio municipal.

3.8.2.3 Las viviendas

En el área de estudio las viviendas son empleadas como sitio de residencia exclusiva en un 81.5% de los casos, como uso para el desarrollo de alguna actividad económica un 18.5%.

El tipo de vivienda predominante es la casa con un 75.8% de representatividad, seguido del apartamento 10.6%, en tanto que los inquilinatos o tipo cuarto se presentan en un 13.6%.

CONTENIDO

4	EVALUACIÓN DE LA AMENAZA	4-1
4.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
4.2	CONSIDERACIONES GENERALES	4-1
4.2.1	Inestabilidad de la línea de costa	4-1
4.2.2	Erosión de la zona costera.....	4-2
4.3	INCREMENTO DEL NIVEL DEL MAR	4-4
4.3.1	Incremento de la temperatura global.....	4-4
4.3.2	Amenaza del incremento del nivel del mar en Turbo.....	4-5
4.4	EROSIÓN COSTERA.....	4-6
4.4.1	Las mareas	4-6
4.4.2	Las olas.....	4-7
4.4.3	Mares de leva	4-9
4.4.4	Corrientes	4-11
4.4.5	Acción Antropica - Construcción de defensas de playa artesanales.....	4-12
4.5	EVALUACION DE LA AMENAZA.....	4-16
4.5.1	Evaluación de la amenaza erosiva por incremento del nivel del mar.....	4-16
4.5.2	Evaluación de la Amenaza erosiva por efecto de las marejadas	4-17
4.5.3	Evolución de la línea de costa.....	4-18
4.5.4	Zonificación de la amenaza por erosión costera.....	4-19

4 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

4.1 INTRODUCCIÓN

Se describen en este capítulo las actividades de evaluación de la amenaza por erosión costera, para establecer la zonificación de áreas de comportamiento homogéneo o unidades de análisis particular.

La identificación de los eventos que en el sector de Punta de Las Vacas generan la dinámica de erosión costera, se realiza como elemento base de la evaluación de la amenaza.

4.2 CONSIDERACIONES GENERALES

4.2.1 Inestabilidad de la línea de costa

La Inestabilidad de la Línea de Costa y en especial el cambio físico de una playa, se determinan por dos tipos de manifestaciones, una que ocurre en forma longitudinal (Transporte litoral de sedimentos) y otra en forma transversal (Cambio estacional del perfil de la playa). Cuando no se presentan cambios significativos en la morfología de la playa en alguna de sus dos manifestaciones (longitudinal o transversal), se dice que la playa está en un equilibrio Dinámico o Perfil de Equilibrio. Para nuestro caso este equilibrio dinámico no ocurre en las playas de Punta las Vacas y por el contrario se han presentados cambios muy significativos en el volumen del material de arrastre (arena) y el perfil de la playa está cambiando permanentemente, por la acción erosiva de vientos, olas y mareas.



Figura 4-1 Inestabilidad de la línea de costa

4.2.2 Erosión de la zona costera

Para analizar la problemática de la erosión costera, se deben determinar los factores que generan la inestabilidad de la línea de costa, entendiéndose por estos, la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional.

Algunas de estas acciones antrópicas que se aprecian en las playas de Punta las Vacas son las siguientes:

- Relleno y compactación indiscriminado de lotes costeros, con todo tipo de material, incluyendo arena de la playa, con el único fin de elevar el terreno y alejarlo de los efectos del mar. Con esta acción se elimina un stock de arena, que debería almacenarse de forma natural en las pequeñas dunas de la costa y se llena de escombros las playas. Esta situación se muestra en la
- Figura 4-2-a y b.
- La eliminación paulatina de la cobertura vegetal, en algunas ocasiones provocada por la acción del mar y otras por los habitantes del sector, generando con esto la pérdida de uno de los elementos aglutinadores de la arena que evita su erosión, según se ilustra en la
- Figura 4-2-c.
- Ningún manejo de las descargas de las aguas negras y pluviales a la costa, provocando con esto erosión, arrastre de sedimentos y contaminación.
- La construcción de la vía a Punta Las Vacas sin ningún tipo de estudio, para atender en un principio el tráfico pesado de camiones cargados con combustible provenientes del muelle de la ESSO, lo cual ocasionó el hundimiento y compactación de la bancada y la pérdida de las antiguas dunas con el desplazamiento de la arena hacia el mar y a la zona de mangle. Esto se muestra en la
- Figura 4-2-d.
- La urbanización costera, con hoteles, restaurantes, casas, negocios, unidades militares, sin planeamiento o desarrollo urbanístico, y de servicios públicos, conllevando con esto la pérdida de playas y la inestabilidad de la costa. Un ejemplo se muestra en la
- Figura 4-2-e.
- Construcción inadecuada de defensas de playa, como espolones, tajamares y rompeolas sin ningún tipo de estudio técnico y de forma empírica y artesanal, que han causado más daño que el que han querido prevenir. En la
- Figura 4-2-f se muestra un ejemplo de este tipo de obras.



a) Relleno indiscriminado



b) Relleno indiscriminado



c) Pérdida de cobertura vegetal



d) Vía a Punta de Las Vacas



e) Urbanización costera



f) Rompeolas empíricos

Figura 4-2 Factores que determinan la inestabilidad de la línea de costa

Los factores que determinan la dinámica erosiva del sector de Punta de Las Vacas son:

4.3 INCREMENTO DEL NIVEL DEL MAR

El calentamiento climático podría desencadenar una elevación del nivel del mar más rápido de lo previsto, así como alcanzar 1,40 metros de aquí a 2100, lo que supone el doble de las estimaciones establecidas hasta el momento. Esta previsión aumenta los riesgos de inundaciones de regiones costeras y aumenta las amenazas de violentas tormentas en el área del Caribe. Según la OMM, 2006 ha sido el sexto año más cálido desde que se comenzaron a hacer los registros en 1861.

El calentamiento climático, está ocasionando el ascenso del nivel del mar más rápido de lo que se había predicho en el curso de este siglo, advierte un estudio publicado por la revista Science. De aquí a 2100, el aumento de la temperatura global del planeta podría ocasionar una subida de las aguas de entre 50 centímetros y 1, 40 metros en menos de 100 años, es decir, el doble de lo que se había estimado que subiría.

Los análisis realizados en los que se relaciona la subida global del nivel del mar, con la temperatura global de la superficie de la tierra, han demostrado que existe una amenaza para los humanos teniendo en cuenta que la tasa de elevación de las aguas es aproximadamente proporcional a la magnitud del calentamiento. Según Rahmstorf los modelos de simulación han subestimado durante mucho tiempo el ascenso del nivel del mar, que subió un 50% más de lo que se creía. Esta subida del nivel del mar tendrá consecuencias no sólo para las regiones costeras del Golfo de Urabá, sino también para todo el Caribe Colombiano

4.3.1 Incremento de la temperatura global

Este riesgo debe ser tenido en cuenta, porque la temperatura global sigue subiendo. Según la Organización Meteorológica Mundial, la temperatura de la Tierra en 2006 aumentó más de 0,42 °C con respecto a la media anual registrada entre los años 1961 y 1990. Eso supone que 2006 ha sido el sexto año más cálido desde que se comenzaron a hacer los registros.

Esta media cambia según el hemisferio terrestre. Las temperaturas en 2006 para el hemisferio norte, más industrializado, aumentaron 0,58°C, cuando la media anual de las últimas tres décadas fue de 14,6 °C. Esto supone que este año ha sido el cuarto más cálido. En el hemisferio sur, la temperatura aumentó en 2006 0,26°C, cuando la media anual de los últimos treinta años ha sido de 13,4°C (séptimo año más cálido desde 1861). Desde que comenzó el siglo XX, la temperatura media global de nuestro planeta ha aumentado aproximadamente 0,7°C.

La estimación de Rahmstorf acerca del ascenso del nivel del agua y sus consecuencias parece respaldada por otro trabajo de investigación. Según un estudio publicado por los científicos de la NASA, utilizando modelos informáticos de simulación del clima y del aumento del nivel del mar, han señalado que alrededor del año 2050 el nivel del mar aumentará en el área del Caribe entre 0,3 y 1,5 metro.

4.3.2 Amenaza del incremento del nivel del mar en Turbo

Dado que el área costera de Turbo y en especial el sector de Punta las Vacas, es una zona muy plana (algunos sectores se encuentran al nivel del mar) y que no es un terreno consolidado, formado por arenas sedimentarias aportadas por el río Turbo, que son fácilmente erosionables, se establece que el incremento del nivel del mar traerá graves consecuencias en la estabilidad del sector, ya que los trenes de olas provenientes de la entrada del Golfo de Urabá serán llevados paulatina e inexorablemente a reventar cada vez más al interior de la pluma sedimentológica de Punta las Vacas. Esta acción ocasionará el incremento de las olas al golpear sobre la playa y al incremento de los volúmenes de la erosión costera.

De acuerdo con los datos obtenidos en el terreno y mediante el análisis de las fotografías aéreas, se ha podido determinar que se han perdido aproximadamente 50 metros de playa a lo largo de todo el sector en los últimos cincuenta años y si comparamos esta acción, con el incremento del nivel del mar en este mismo periodo de tiempo, que es de unos 0,50 metros, se puede determinar que por cada centímetro que se incremente el nivel del mar, se pierde un metro de playa y avanza el mar esta misma distancia hacia el interior de esta franja costera. En la Figura 4-3 se presenta una fotografía en que se compara la línea de costa actual con la del año 1976.

Por estos motivos el incremento del nivel del mar se considera una amenaza antrópica que hay que tener muy en cuenta al momento de determinar las posibles soluciones a la erosión costera.

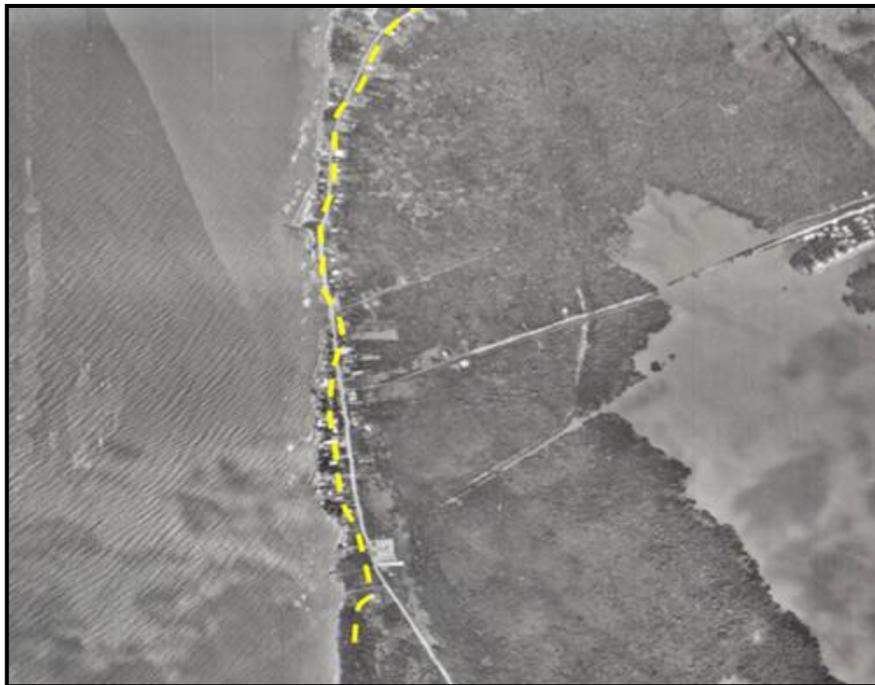


Figura 4-3 Actual línea de costa (en amarillo) sobre aerofoto de 1976

4.4 EROSIÓN COSTERA

Como se dijo anteriormente, la erosión costera se presenta cuando hay inestabilidad dinámica en una playa y esto ocurre cuando las olas pegan y socavan la línea de costa, desprendiendo sedimentos que son arrastrados por las corrientes de deriva de litoral y depositados en lugares lejanos a su punto inicial. Este proceso cuenta con tres componentes: **las olas, las corrientes y las mareas**, que se presentan en cada una de las costas y que ringuen la dinámica costera del lugar.

4.4.1 Las mareas

Las mareas son generadas por la fuerza de atracción gravitatoria de la luna y el sol y su intensidad depende de la posición relativa que tengan estos, con relación a la tierra. Igualmente otro factor determinante en la amplitud y longitud de una marea, es la forma geográfica de la cuenca oceánica que se esté estudiando.

Es importante tener en cuenta, que el golfo de Urabá lugar donde se encuentra el área de estudio, tiene una longitud aproximada de 50 Kilómetros y presenta una forma de embudo, ancho en su parte exterior de 30 kilómetros y se va reduciendo hasta 3 kilómetros frente al municipio de Turbo, lo cual genera que los fenómenos oceanográficos que se presentan en su parte exterior se magnifiquen a medida de que se internan en la bahía. Este efecto hace que las mareas sean un poco más altas que en el resto de la costa Caribe colombiana y que su efecto se sienta un poco más fuerte sobre el sector de Punta las Vacas ya que las corrientes originadas por las mareas, pegan de frente contra este sector.

Las mareas del Caribe son débiles, con un rango mareal que varía de 20 a 30 cm. y rara vez excede los 50 cm, por lo cual, se cataloga como micro mareal (rango <2 m) (Wiedemann, 1973). Las mareas en el sector del área de estudio, se encuentran dentro de la clasificación de marea mixta diurna, por presentar dos pleamares y dos bajamares en un ciclo completo de mareas. El efecto de este tipo de mareas sobre las costas y playas es mínimo, dado sus rangos, ya que no generan grandes desplazamientos de masas de agua (Corrientes de marea). El nivel medio del mar sobre el cual se calcula las mareas, se pueden ver afectados por la presencia de huracanes en el mar Caribe en especial entre los meses de Julio y Octubre (Época de Huracanes). Este efecto puede incrementar el nivel del mar hasta en un metro dependiendo de la cercanía del huracán a las costas Colombianas.

En el sector Urabá, el régimen de mareas está sujeto a las oscilaciones mareales del área del Caribe, caracterizada por su poca amplitud, pero a pesar de ello, si se combinan un pleamar con una fuerte marejada, generada por los vientos de un huracán o por el desplazamiento de un frente frío proveniente del norte, el nivel medio del mar puede elevarse hasta un metro, generándose los famosos mares de leva, que pueden penetrar fácilmente 20 o 30 metros sobre la costa. Este efecto genera inmediatamente el desprendimiento de sedimento no consolidado iniciándose la erosión costera. En la Figura 4-4 se presenta una gráfica de la altura de las mareas en Turbo para el 19 de octubre de 2009.



Figura 4-4 Altura de las mareas en Turbo

4.4.2 Las olas

Se originan por diversas causas, principalmente por el viento. Una vez formada, la ola ya no depende del viento, sino de su propia gravedad: una ola cae en el seno de la ola que le precede y la onda o elevación se propaga sin perder casi energía, ya que no mueve masa de agua. Si el viento aumenta su velocidad, las elevaciones son mayores, crece la distancia entre las crestas y la velocidad de propagación. Desgraciadamente, el tamaño de las olas no aumenta linealmente con la velocidad del viento sino de forma exponencial: las olas generadas por un viento de 40 nudos no son el doble de grandes que las producidas por un viento de 20 nudos, sino que son 17 veces más grandes.

Cuando el viento arrecia violentamente, la distancia entre crestas se acorta y los frentes se hacen más pendientes. Si la altura de la ola alcanza la séptima parte de la "longitud de onda" (distancia entre las crestas), la ola no se sostiene y rompe porque no puede mantener su propia masa de agua. En ese momento, toda la energía cinética acumulada a lo largo de muchas millas marinas por el viento se transforma en transporte de agua. La cantidad de energía "liberada" es tan grande que destruye diques, rompeolas, defensas de costa y son el principal factor de la activa erosión litoral o erosión costera. Las olas aumentan su tamaño en relación con la velocidad del viento, con la duración temporal de dicho viento y con la distancia recorrida en mar abierto antes de encontrar el obstáculo de una costa. Este último factor es el denominado "fetch". Una tormenta lejana, originada en el Caribe, crea las olas que se desplazan en dirección a las costas Colombianas y que se "pisan" unas a otras sumándose y acumulando energía, esta sucesión de olas es conocida como tren de olas, muy inestables, y que llegan a las costas con altura y fuerza suficiente para erosionarla y generar su inestabilidad.

Entre una cresta de ola y la siguiente o la precedente existe una distancia variable que recibe el nombre de longitud de onda del oleaje y viene expresada en metros. Cuando el fondo del mar está a una profundidad igual o inferior a la mitad de la longitud de onda, el fondo marino se encuentra afectado por la dinámica del oleaje, acentuándose dicha acción cuando para una misma longitud de onda disminuye la profundidad. La ola, al sufrir un rozamiento sobre el fondo, pierde parte de su energía, que es utilizada para remover, erosionar o transportar los materiales del fondo. El choque superficial de una ola queda reducido al 15 por ciento a 20 metros y sólo llega a ser un 1 por ciento a los 50 metros.

Al llegar la ola cerca a las playas crece, se empina y disminuye de anchura, e impulsada por su misma velocidad pierde el equilibrio y se estrella contra la arena. Si la pendiente del litoral es muy escasa o si lo forman playas dilatadas, las olas que vienen desde lejos, al rozar con el fondo sufren un retraso en sus zonas bajas, mientras que las superiores avanzan. Este desequilibrio se va acentuando cada vez más y da origen primero, a que la ola adquiera mayor altura y luego, a que su cresta caiga hacia delante y rompa sobre la playa, en un movimiento que en apariencia es como si la ola se enrollará y rodara sobre la arena.

En la Figura 4-5 se presenta la dirección de incidencia del tren de olas en el sector de Punta Las Vacas.



Figura 4-5 Dirección de incidencia del tren de olas

Los trenes de olas que llegan frente a Punta las Vacas, tienen una dirección del 340 al 350, con una altura promedio de 50 a 60 centímetros y una longitud de onda de 5 a 7 metros, en condiciones meteorológicas y oceanográficas normales, pero cuando se presentan huracanes en el área del Caribe o avanza un frente frío del norte, estas condiciones cambian, ya que la forma de embudo que tiene la bahía canaliza y oprime los trenes de olas, haciéndolos aumentar de altura y dirigiéndolos directamente hacia las playas de Turbo, las olas pasan en muchas ocasiones de más de un metro de altura y reducen su longitud de onda haciéndolas cada vez más frecuentes y por ende más destructivas.

Lo enunciado anteriormente es el efecto que se aprecia en las playas de Punta las Vacas, donde los trenes de olas comienzan a sentir el efecto de fondo a unos 50 metros de la playa, levantando sedimentos e iniciando su acción erosiva, para luego reventar sobre la playa, retira sedimentos socavar la costa, debilitar cimientos, derribar paredes y destruye cualquier edificación.

4.4.3 Mares de leva

Los mares de leva o marejadas son los eventos marinos más devastadores que se presentan en el área de Turbo, ya que las olas alcanzan alturas de hasta 2 metros y la marejada penetra entre 30 y 40 metros sobre la línea de costa. Turbo es el lugar del Caribe colombiano donde más se siente la acción del fuerte oleaje sobre la costa y el sitio donde más se ha perdido playas por acción de los mares de leva. Estos mares de leva son generados especialmente por dos fenómenos meteorológicos: Los huracanes y los frentes fríos provenientes del Hemisferio Norte.



Figura 4-6 Marejada en Turbo con olas de 2 m de altura

Cuando se forma un huracán en el Caribe, sus efectos se sienten en mayor o menor magnitud, dependiendo de la cercanía del huracán a las costas colombianas y a los fuertes vientos que son los que generan las marejadas. Por otra parte los frentes fríos, son masas de aire frío provenientes del hemisferio norte que avanzan sobre el Caribe desplazando las masas de aire caliente comunes en esta región, generando fuertes vientos en dirección a las costas colombianas y generando por ende marejadas de gran altura. En la Figura 4-6 se presenta una fotografía de un evento de mar de leva ocurrido en la zona de estudio. Las marejadas que azotan en el sector de Turbo se presentan con gran energía por los siguientes motivos:

- Geográficamente el municipio de Turbo se encuentra localizado en la parte más angosta del embudo natural que forma el golfo de Urabá, ya que el golfo tiene en su parte exterior una extensión aproximada 40 km, mientras que en su parte interior entre Turbo y Matuntugo (que es una de las islas que conforma el delta de la desembocadura del río Atrato), la distancia es de 9 km. Este efecto de embudo incrementa la energía de las olas que llegan contra las playas haciéndolas más altas y con gran energía cinética almacenada.
- Las olas que vienen de mar afuera, en el Caribe, son empujadas por acción de los vientos por más de 60 km, desde la parte exterior del golfo en línea recta hasta Turbo, sin que se presente ningún obstáculo que desvíe la ola y reduzca su energía, haciendo que estas peguen de frente contra las playas de Turbo. Esta acción es devastadora para la estabilidad de la línea de costa, que no tiene defensa alguna para mitigar el embate de las olas.



Figura 4-7 Carretera a Punta las Vacas Bloqueada por escombros dejados por una marejada



Figura 4-8 Marejada traspasando rompeolas artesanales

- El perfil de playa disipativo que presenta el sector de Punta las Vacas, y que además tiene un perfil plano, con una profundidad de 3.5 m, entre 300 y 350 metros de la línea de costa, genera el efecto de fondo, cuando se acercan a la costa olas de gran amplitud, entre 1.5 y 2.0 metros, este efecto provoca que las olas al tocar el fondo incrementen su altura y por ende incrementan la energía con que golpean la costa.
- No hay un adecuado sistema de defensa de playas, que disminuya, mitigue, neutralice o elimine la energía con que las olas llegan a las playas, según se muestra en la Figura 4-7 y en la Figura 4-8.

4.4.4 Corrientes

Las corrientes marinas también tienen sus efectos morfodinámicos. Las de mayor competencia son aquellas que afectan al litoral, las mareas o los mecanismos de arrastre de la carga sólida. La ruptura de las olas genera diversas corrientes. El movimiento de resaca genera una corriente de fondo o bien una corriente de arrastre localizadas en puntos concretos de la costa. Ambas son corrientes perpendiculares a la costa. También existe una corriente paralela a la costa, que aparece cuando las olas inciden oblicuamente sobre ella, llamada Corriente de Deriva Litoral.

La corriente de deriva litoral se produce cuando las olas llegan oblicuas a una costa rectilínea, generalmente en ángulo inferior a 10° (el ángulo nunca puede ser mayor debido a la refracción), esto da nacimiento a una corriente paralela al litoral, entre la zona de rompiente de las olas y la orilla. La velocidad de la deriva es mínima fuera de la zona de rompiente.

De acuerdo a lo analizado en las fotos aéreas, las olas llegan en un ángulo aproximado de 10° , lo que de acuerdo a la teoría, genera una corriente de deriva de litoral. Esta corriente es la encargada de transportar todos los sedimentos que se generan en la erosión de la costa, por la acción de las olas y mareas y es la determinante el balance sedimentario de Punta las Vacas, ya que es ella la que transporta los sedimentos de las fuentes a los sumideros o puntos de pérdida. Entre más altas sean las olas que llegan a la playa, mayor será la intensidad y la fuerza de arrastre de la Corriente.

En la Figura 4-9 se presenta la dirección de la corriente de deriva de litoral.



Figura 4-9 Dirección Corriente de Deriva de Litoral

4.4.5 Acción Antropica - Construcción de defensas de playa artesanales

A todo lo largo de los 1.5 kilómetros de extensión que tiene la pluma sedimentaria de Punta las Vacas, se pueden apreciar diferentes tipos de estructuras construidas artesanalmente e instaladas con la intención que sirvan como rompeolas, tajamares o espolones, sin que ninguno de ellos haya cumplido con el objetivo para el cual fueron construidos, ya que la acción del mar ha sobrepasado cualquier barrera que se ha querido instalar, porque estas estructuras no cumplen ningún diseño técnico, arquitectónico o estructural que les permita mitigar la acción de las olas, corrientes y mareas que se presenta en este sector.

La construcción inadecuada de estas defensas de playa, se pueden considerar como la segunda amenaza que causa la erosión costera y por ende, la inestabilidad de la línea de costa, porque en su construcción no se ha tenido en cuenta los efectos hidrodinámicos de las olas, que causan socavación y pérdida de sedimentos, generando con ello el hundimiento paulatino y constante de la estructura construida y de las edificaciones que se intentan proteger. Ejemplos palpables de esta situación, se presentan en todos los lugares donde se han construido estas defensas, ya no se encuentra ninguna de ellas y cientos de casas han tenido que ser demolidas por sus propietarios a fin de evitar una tragedia, por la pérdida de la cimentación de las edificaciones. En la Figura 4-10 se muestra la socavación causada por las olas en edificaciones y obras de protección.



Figura 4-10 Olas socavando rompeolas e instalaciones

Algunas edificaciones se mantienen de pie, gracias a que sus propietarios han tenido que hacer una inversión económica grande, colocando pesadas losas en concreto o acumulando gran cantidad de material de todo tipo, como rocas, bloques de concreto, troncos y cualquier clase de desecho, tratando de proteger sus propiedades de la acción de las olas, sin tener en cuenta que sus cimientos están siendo socavados y erosionados.

Desafortunadamente las acciones individuales no sirven para contener los efectos del mar, ya que cualquier actividad de este tipo que se adelante, en muy poco tiempo se verá sobrepasada por la acción de las olas y las mareas. Para el manejo de esta situación, se debe desarrollar un programa que evalúe todos los riesgos que está provocando la erosión costera, no en forma puntual sino colectiva y que permita un adecuado manejo de toda la situación. En la Figura 4-11 se presentan algunos ejemplos de este tipo de obras.



a) Loza en concreto



b) Pentápodos y concreto



c) Muros en concreto, enrocados



d) Pentápodos y roca

Figura 4-11. Algunos ejemplos de obras artesanales de defensa de la playa

Los tipos de obras de protección que se encuentran en el sector de estudio en Punta Las Vacas se presentan en el plano I-1 y son los siguientes:

- *Protecciones con enrocados.* Se han empleado enrocados para la protección de la cimentación de edificaciones, algunos de estos recalzados en concreto, y también se ha llevado a cabo la construcción de espolones en enrocado. Algunos de los enrocados recalzados en concreto presentan socavación en la base.

- *Conformación de rellenos.* Se observa en algunos sectores la conformación de rellenos de escombros para la recuperación de playa. Dado el tamaño variable de las partículas y que éstas no se encuentran ligadas, es posible que sean arrastradas por el oleaje durante las mareas.
- *Escombros de obras de protección.* Se aprecia también la existencia de restos de obras de protección como muros y placas de concreto que han sido socavados y destruidos por el mar, o rompeolas que se encuentran sumergidos lo que muestra la limitada efectividad de estas medidas de protección artesanales. En la Figura 4-12 se presentan algunos ejemplos de obras de protección que han sufrido deterioro.



Figura 4-12. Algunos ejemplos de obras artesanales deterioradas

- *Muros en concreto.* Se ha establecido este tipo de obras en sectores puntuales para proteger algunas edificaciones y algunos de éstos presentan deterioros importantes; no se puede apreciar el estado de los cimientos de estas obras pero pueden presentar daños por socavación.

- *Losas de concreto.* Dado el costo de este tipo de obra se encuentra solamente en algunos predios y han funcionado para protección de los mismos, pero pueden presentar deterioros por socavación.
- *Protecciones con pentápodos.* De manera similar que las protecciones con enrocados, estos elementos prefabricados han sido instalados en varios sectores para la protección de los cimientos de edificaciones o para la conformación de espolones.

4.5 EVALUACION DE LA AMENAZA

Este es un proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno físico se manifieste, con un determinado grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables.

Para nuestro caso existen dos procesos que se consideran factores que producen la erosión costera en el sector de Punta de Las Vacas y que combinados son los responsables de la dinámica local, que son el Incremento del Nivel del Mar y las Marejadas o Mares de Leva.

Ahora, en los numerales siguientes se establecerá de manera cualitativa el efecto de cada uno de estos eventos sobre la erosión costera y como medida del avance erosivo se establecerá de manera cuantitativa a partir de un análisis multitemporal a partir de fotografías aéreas.

4.5.1 Evaluación de la amenaza erosiva por incremento del nivel del mar

La subida del nivel global de los océanos es causada por dos factores. El primero es la llegada al océano de las aguas provenientes de fuentes tales como hielo derretido de los glaciares y las capas polares. La evidencia corriente sobre el calentamiento global incluye la amplia retirada general de los glaciares en 5 continentes e incluso en nuestro entorno natural, como es, el derretimiento de los glaciares de los nevados del parque de los nevados y la desglaciación del Sierra nevada de Santa Marta y el nevado del Cucuy entre otros. A nivel mundial el hielo marino del Océano Ártico se está adelgazando y masas impresionantes de hielo antártico se han desplomado en el mar con una rapidez alarmante.

El segundo factor es la expansión termal del agua de los océanos. A medida que la temperatura de las aguas oceánicas aumenta y los mares se hacen menos densos, las aguas marinas se expanden y ocupando una mayor superficie de la zona costera del planeta. El incremento de la temperatura global acelerará la tasa de aumento del nivel del mar.

A lo largo de costas relativamente llanas como lo es la costa y playas de Punta las vacas, y su área urbana altamente poblados, una subida de 1 cm en el nivel del mar causa un retroceso de la costa de aproximadamente 1.5 metros, este efecto es claramente notable en la parte norte de punta las vacas, donde el retroceso de la playa se mide en 4.41 metros por año. A lo largo de la costa de turbo, la erosión está angostando las playas y destruyendo casas, viviendas, negocios y la infraestructura vial.

Dadas las características permanentes y progresivas de este fenómeno, no se puede determinar un periodo de retorno sobre el cual calcular tasas de ocurrencia o modelos de mitigación, ya que no hay ciclos de repetición o recurrencia estimada que se puedan medir, simplemente se tiene una taza aproximada de 1 a 1.5 centímetros por año de incremento del nivel mundial.

Desafortunadamente ante esto, es muy poco lo que se puede hacer a nivel local, ya que este fenómeno es a nivel mundial, causado por el efecto de invernadero que cubre a todo el planeta.

4.5.2 Evaluación de la Amenaza erosiva por efecto de las marejadas

Como se indico anteriormente, Los mares de leva o marejadas son los eventos marinos, más devastadores que se presentan en el área de Turbo y son generados especialmente por los huracanes y los frentes fríos provenientes del Hemisferio Norte y cuyos efectos son canalizados y amplificados, hacia el interior del golfo de Urabá por su forma de embudo.

Las marejadas son trenes de olas de gran altura de 2 a 2.5 metros que revientan con gran energía contra las playas provocando erosión costera. La marejada viene acompañada con la elevación del nivel del mar, generada por la acumulación de agua contra las costas, traída por los vientos y olas.

En un perfil de oleaje normal las olas se desplazan sobre una línea imaginaria denominada nivel medio del mar, que fluctúa entre los niveles de marea alto y el nivel de marea bajo, sin que se presente una gran afectación sobre la línea de costa. En estas condiciones la playa presenta un equilibrio estable.

A medida que se van incrementando los vientos, se aumenta el nivel medio del mar, que inundando de zona de Berna y hace que las olas se deslicen hacia la base de la duna, aumenta la altura de las olas, que comienzan a reventar sobre la Berna de las playa, provocando la erosión y causando la inestabilidad dinámica de la playa.

A medida que se incrementando el nivel del mar, las olas penetrando cada vez más en la playa y atacando con más fuerza la duna posterior, llevando las olas a que revienten contra la duna, generando gran erosión. Esta acción se repite permanentemente hasta que esta la duna es eliminada o sobrepasada por la altura de las olas, que anegan la parte posterior de la duna y causando inundaciones.

Al aminorar la fuerza de los vientos, va disminuyendo la altura del oleaje y disminuye el nivel medio del mar, haciendo que la rompiente de las olas se presente cada vez más lejos de la playa y menos erosión sobre la línea de costa.

Una marejada o mar de leva causa dos efectos irreversibles y permanentes sobre la línea de costa, la erosión de las playas y el desplazamiento y reducción de la duna posterior. La pérdida de estos dos elementos, van dejando a la playa sin defensas contra la acción de las olas y cada vez más las marejadas penetraran al interior de la costa.

4.5.3 Evolución de la línea de costa

Los resultados del análisis de la dinámica costera en el sector estudiado, muestran la ocurrencia de dos fenómenos de transporte de sedimentos que interactúan simultáneamente. El primero, corresponde al transporte debido a la corriente de deriva litoral, que actúa longitudinalmente en sentido paralelo a la línea de costa, y el segundo, corresponde al transporte transversal de los sedimentos por causa de las corrientes de resaca, generadas por las marejadas.

El transporte de sedimentos debido a la corriente de deriva litoral no implica la ocurrencia de procesos de erosión o de acrecimiento; lo que genera estos cambios morfológicos es la presencia de un desbalance sedimentario. En este caso específico, el mar transporta más material que el aportado al sistema, lo que se refleja en un proceso erosivo. Este fenómeno ha sido de largo plazo, y obedecer a condiciones estacionales que afectan la estabilidad del sector.

El transporte de sedimentos debido a la corriente transversal a la costa, suele ser un fenómeno estacional que obedece a los cambios en las condiciones de oleaje a lo largo del año y que genera transporte de sedimentos en sentido perpendicular a la playa, con las consecuentes re acomodaciones de los sedimentos a lo largo de su perfil transversal.

En consecuencia, durante el período de oleaje intenso o marejada, se observa el proceso de erosión de la playa; su pendiente se tiende en un proceso asociado a la formación de barras en la zona de rompientes. Por su parte, en el período de oleaje moderado a suave, los sedimentos se reacomodan, generando el proceso de acreción de material a lo largo de la playa, acompañado de un aumento en la pendiente de su perfil y el barrido de las dunas en la zona de rompientes.

Como ya se mencionó anteriormente, las playas del sector fueron creadas gracias al aporte sedimentarios de río Turbo, en un ambiente de gran actividad hidrodinámica. Como resultado de ello, estas playas son relativamente angostas en la actualidad y su equilibrio sedimentario es muy sensible a las variaciones estacionales, tanto de los aportes sedimentarios como de las condiciones hidrodinámicas. La realización de estas actividades ha invadió parte del espacio de la playa posterior, restringiendo la movilidad del perfil de la playa requerida para acomodarse a los cambios hidrodinámicos y sedimentarios estacionales a corto plazo y mediano plazo, generando además, los procesos de inestabilidad que se están evidenciando actualmente.

Como consecuencia de lo anterior y teniendo en cuenta que no es posible restituir la playa posterior y que no existe una alternativa fácil para desviar el trazado de la carretera, se requiere intervenir la costa con el fin de estabilizar el sector afectado, con actividades orientadas a reducir los efectos de la acción directa del oleaje sobre la berma y sobre la base del duna y mitigar la energía de las olas que llegan contra la playa.

4.5.4 Zonificación de la amenaza por erosión costera.

Dadas las características de los factores que son responsables de la dinámica erosiva en las playas del sector de Punta de Las Vacas, y que estos actúan de manera complementaria, la zonificación de la amenaza erosiva se determinó con las medidas del retroceso de playa establecida en función de un análisis multitemporal con fotografías aéreas e imágenes de satélite.

La identificación de las magnitudes y tasas de erosión en Punta de las Vacas (Turbo) se hizo por medio de un inventario de cambios de línea de costa, elaborada sobre los mapas más actualizados de la zona y las líneas de costa sucesivas representadas en aerofotografías de los años 1976 R 735-9-76, 1989 R 1148 y 2004 C 2725 escalas 1: 9150, 1: 12100 y 1: 10410 respectivamente.

Por otra parte, se efectuó una visita al lugar de estudio y se tomaron fotografías de cada uno de los predios afectados a lo largo de la línea de costa, se analizaron las ruinas de las construcciones que han sido demolidas por sus propietarios y los efectos de las olas, y mareas sobre todo el sector. Igualmente se analizaron varias de las defensas de playas construidas artesanalmente y se determinó su poca efectividad para hacerle frente a la amenaza de la erosión costera.

Para obtener información básica sobre la plataforma continental somera se realizaron alrededor de 20 de perfiles batimétricos perpendiculares a la línea de costa debidamente georeferenciados a una distancia aproximada de la playa de 300 m.

En el plano F-1 se presenta el mapa de amenaza por erosión costera para el sector de estudio en Punta Las Vacas, municipio de Turbo.

CONTENIDO

5	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	5-1
5.1	INTRODUCCIÓN.....	5-1
5.2	IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	5-1
5.3	CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	5-1
5.4	IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS GENERADORES DE DAÑO	5-5
5.5	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	5-5
5.5.1	Matrices de daño.....	5-5
5.5.2	Valoración de la vulnerabilidad.....	5-7
5.5.3	Vulnerabilidad de la sociedad.....	5-7
5.5.4	Vulnerabilidad institucional.....	5-14

5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

5.1 INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Vulnerabilidad se adelanta a partir de la identificación de los elementos urbanos localizados de manera paralela a la playa en el sector costero de Punta de las Vacas. Es así como a partir del inventario de manzanas, la zonificación por los eventos de erosión costera, se definen los elementos amenazados en cada zona y su nivel de exposición.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS

La identificación de los elementos expuestos para los eventos de erosión costera en el sector de Punta de Las Vacas, se adelantó en función de las zonas de influencia establecida en los respectivos mapas de Amenaza. Para efectos del estudio se estableció como unidad base de mapeo la manzana, teniendo en cuenta las características urbanísticas del área, que la información DANE se encuentra a nivel de manzana y que las actuaciones sobre el entorno urbano deben hacerse a nivel de manzana o predio.

Para tal efecto el área de estudio se delimitó urbanísticamente, con las manzanas que se identificaron que posiblemente podían ser afectadas por la fuerza de las corrientes marinas. En el Anexo A se presenta el mapa base en el que aparece la delimitación del área de estudio. La Tabla 5-1 muestra el listado de las manzanas involucradas en los análisis de vulnerabilidad, de acuerdo con la codificación catastral.

Tabla 5-1. Listado de manzanas consideradas en el análisis de vulnerabilidad de la zona de costa en el sector Punta Las Vacas

Barrio	Manzana	Barrio	Manzana	Barrio	Manzana
019	006	021	001	021	009
019	026	021	002	021	010
019	027	021	003	027	-
019	028	021	004	027	-
019	029	021	005	027	-
020	001	021	006	027	-
020	002	021	007		
020	002	021	008		

NOTA: Se presenta el listado de manzanas de acuerdo con la codificación que aparece en el plano catastral del municipio. Las manzanas del Barrio 027 Los Pescadores no poseen codificación catastral

En resumen para el análisis de vulnerabilidad se toman como elementos expuestos, las unidades o construcciones y la vía de acceso al batallón.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS

La caracterización de los elementos expuestos permite hacer una evaluación sobre el estado de cada una de las unidades o predios construidos, con un carácter más cualitativo que cuantitativo, sobre aspectos como la tipología estructural, con el objetivo primordial de identificar de manera conceptual su resistencia y capacidad de respuesta ante eventos de ataque de la erosión costera.

Así, la caracterización de los elementos expuestos, se estableció con base en la visita de reconocimiento realizada a la zona de estudio y consistió en:

- Identificación general de las características de tipología de las viviendas.
- Muestreo de tipología de vivienda por manzana.
- Caracterización de la población a nivel de manzana.
- Definición de tipología de viviendas a nivel de Manzana.

Identificación general de tipología de viviendas: La tipología de las estructuras se asocia de acuerdo a su naturaleza y a la capacidad de resistencia ante la acción que produce fuerzas externas, como por ejemplo la capacidad de resistir la pérdida de soporte en su base por la acción erosiva de la corriente marina.

Es por esto, que la capacidad de respuesta o la vulnerabilidad física se evalúa de acuerdo al tipo de estructura definida para cada una de las manzanas mediante las características establecidas en campo. Se identificaron tres tipologías, así:

1 – Corresponde a unidades de Madera, se caracterizan por tener una estructura de poca estabilidad y estar construidas en materiales perecederos como madera. Típico de las construcciones utilizadas para servicios turísticos.

2- Corresponden a casas en muros portantes o prefabricados. Unidades en un solo nivel, construidas con ladrillos o bloques con cubiertas en teja, generalmente sin sistemas de confinamiento como lo establece el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

3 – Unidades de vivienda de 2 niveles construidas con algún sistema estructural de muros confinados, mampostería o con pórticos.

Vale la pena anotar que las viviendas se referenciaron espacialmente en el área de estudio, de tal forma que resulta sencillo asignarles el evento amenazante a que están expuestas y su nivel de amenaza.

Muestreo de Viviendas: Con base en la anterior la identificación de tipología de viviendas se adelanto el inventario de las mismas de manera sistemática en cada una de las manzanas identificadas como elementos vulnerables. El formato de inventario empleado se presenta en el Anexo E.

Para tal fin se utilizo como instrumento de recolección de información el formato ajustado de inventario de viviendas que permite establecer las condiciones generales de la vivienda y la identificación de daños asociados. En la figura de la siguiente página se muestra la localización de los predios inventariados.

El formulario de inventario consta de cuatro bloques o partes básicas de información, mediante los cuales se pretende cubrir los alcances y objetivos del estudio, como es la de evaluar la vulnerabilidad física y social del predio:

La parte I, denominada Datos Básicos, se pretende obtener información de la identificación catastral del predio, propietario, tiempo de permanencia, tipo de vivienda en cuanto a su número de plantas y área construida, ocupación y cobertura de servicios.

La parte II, Condición Estructural, permite obtener la información necesaria para establecer la ubicación espacial del predio respecto a la ladera, tipo de cimentación, sistema estructural y estado de la misma.

La parte III, Daños, permite identificar el estado físico de la vivienda frente a la ocurrencia o no de eventos tipo erosión costera (en el formato se asocia a la parte de inundación) , su grado de exposición, condición estructural, el tipo de daño, los elementos afectados y dictar recomendaciones en cuanto a medidas de mitigación de ser necesario.

La parte IV, denominada Aspecto Social, pretende identificar la participación de los habitantes en la gestión comunitaria, inferir el nivel de ingresos y la percepción del riesgo.

Para la ejecución del trabajo de inventario de viviendas, se contó con los planos prediales a nivel de manzana o predio obtenido de la cartografía DANE o catastro Municipal. Fueron inventariados 16 predios para la evaluación estructural y a los mismos se le realizó la encuesta social.

Toda la información consignada en los formularios fue transcrita fielmente a la base de datos diseñada en aplicación Excel según se muestra en el Anexo E, a partir de la cual se realizaron todos los análisis de tipología estructural y condición física de la vivienda, enfocados a establecer su vulnerabilidad física y el nivel de daño esperado.

Caracterización de la población: Los resultados de esta caracterización se muestran en el numeral de vulnerabilidad social.

Tipología de viviendas: La tipología de viviendas se adelanta a nivel de manzana de acuerdo a lo expuesto anteriormente. Para cada manzana se definió una tipología característica, en términos de:

- 1 - Unidades de madera,
- 2 - Casas en muros portantes o prefabricados.
- 3 - Unidades de vivienda con sistema estructural.

La tercera categoría corresponde principalmente a edificaciones institucionales o de servicios, que su sistema constructivo obedece a la utilización de procesos constructivos norma tizados y técnicas adecuadas. Muy pocas viviendas se encuentran construidas con algún sistema estructural, predomina muros confinados.

La figura de la siguiente página muestra la tipología característica por manzana, mientras que en la Figura 5-1 se presentan algunas fotografías de varias construcciones presentes en la zona de costa del sector de Punta Las Vacas.



Figura 5-1. Algunas construcciones situadas en el sector de Punta Las Vacas

Identificación general de Vía de acceso: La vía de acceso al sector de Punta Las Vacas dentro de la zona de estudio tiene una longitud aproximada de 1460 m, de los cuales un tramo de unos 530 m se encuentra pavimentado y corresponde a la vía de acceso a la base de la Armada Nacional.

La vía consta de dos carriles y en el sector que se encuentra pavimentada se ha construido sobre un terraplén de baja altura que de alguna manera ha servido para protegerla y a las edificaciones situadas al oriente de ésta del proceso de erosión costera que afecta este sector.

En la Figura 5-2 se presentan fotografías del aspecto actual de la vía en el sector Punta Las Vacas, tanto el tramo que se encuentra pavimentado como el que está sin pavimentar.



Figura 5-2. Vía de acceso al sector de Punta Las Vacas

5.4 IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS GENERADORES DE DAÑO

Esta identificación busca para el evento de erosión costera, establecer la forma como se representa la acción sobre los elementos vulnerables y la manera como se produce el daño.

Procesos de daño por erosión costera: El proceso de erosión en la zona costera produce básicamente socavación del sistema de cimentación de las unidades construidas. Las olas por su parte pueden producir a su vez arrastre, empujes, traslación o volcamiento sobre una estructura, estas acciones están dadas en función de las características de las olas. El estudio se concentra en los daños producidos propiamente por la erosión costera.

Teniendo en cuenta las características de las olas, para la zona en estudio se definieron dos tipos de sollicitaciones para las estructuras (vulnerabilidad física):

- Fuerza de arrastre o golpeteo – FA
- Socavación - SV

5.5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

5.5.1 Matrices de daño

Una vez definidos los posibles tipos de daño sobre las edificaciones y la vía, se procede a definir las matrices de daño de manera cualitativa en términos de intensidad de afectación de acuerdo al tipo de sollicitación, en función de la calificación de la amenaza, y de la tipología de las viviendas.

Matriz de afectación por erosión costera: Para esta se establecieron los siguientes niveles de afectación según el evento que produce la erosión, olas o marejadas, sobre las unidades de construcciones existentes sobre la zona de playa:

Tabla 5-2. Matriz de afectación física por socavación

Tipo de vivienda	Ola	Marejada
	Madera	Media
Mampostería – Muros portantes	Media	Alta

Los efectos de estas dos condiciones expuestas, son iguales porque ambas producen la pérdida de soporte en la base de construcciones, la diferencia radica en la intensidad, el daño por socavación ante una marejada es más intenso y se produce en menor tiempo. En general los efectos se superponen y no se pueden separar, por tanto para efectos del estudio el nivel de daño sobre las construcciones se considera en cualquier caso como alto.

Ahora en función del nivel de exposición, en la actualidad, las construcciones localizadas en la parte exterior de la vía (que ocupan la zona de playa) se les asocia un nivel de exposición es alto y en la medida que se alejan de la línea de costa su nivel de exposición baja. Para el caso de la vía, en el evento que la línea de costa alcance el corredor vial, el nivel de daño sobre la banca de la misma se considera como alto, lo cual se muestra en la Figura 5-3.



Figura 5-3. Daños ocurridos por mar de leva en la vía de acceso al sector de Punta Las Vacas

5.5.2 Valoración de la vulnerabilidad

La valoración de la vulnerabilidad para las manzanas se adelanto en función de los niveles de daño en términos de afectación definidos en los numerales anteriores y los niveles de exposición con relación al avance de la línea de costa.

La vulnerabilidad física de las construcciones se estableció con base en la matriz de afectación y el nivel de exposición de los elementos expuestos. Así las construcciones localizadas entre la vía y la playa se definen como de alta vulnerabilidad, mientras las construcciones localizadas en la parte interna de la vía se clasifican de vulnerabilidad media. Ahora, los sectores donde la comunidad ha construido protecciones en las base de los cimientos de las edificaciones, con elementos de concreto, la vulnerabilidad se reduce a media.

La vía presenta una alta vulnerabilidad en la zona o sectores donde no existen construcciones entre esta y la playa, y donde estas existen el nivel de vulnerabilidad se reduce a media o baja porque su nivel de exposición baja. Los resultados de la cualificación de la vulnerabilidad se presentan en el Anexo G, discriminando la vulnerabilidad física y sumada la vulnerabilidad social definida para cada manzana.

La representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Plano G-4 Vulnerabilidad de Edificaciones, empleando el criterio semáforo, esto es:

Tono naranja	Niveles de vulnerabilidad alto
Tono amarillo	Niveles de vulnerabilidad medio
Tono verde	Niveles de vulnerabilidad bajo

5.5.3 Vulnerabilidad de la sociedad

Adicional a la vulnerabilidad física de las viviendas ante una amenaza de inundación, se introduce el concepto de vulnerabilidad social. Ésta permite establecer, sobre el contexto socio – económico de la población ubicada en el área de afectación, la capacidad de respuesta de una sociedad amenazada⁸. Ante la ocurrencia de un evento de erosión costera potencialmente dañino, aquellos hogares con menores recursos económicos presentan una mayor dificultad para su atención que los de altos ingresos, ya que suelen tener menor capacidad de recuperarse.

La vulnerabilidad de la población expuesta puede verse incrementada por la capacidad de respuesta de las instituciones y por tanto, estos dos elementos en conjunto, constituyen la **vulnerabilidad de la sociedad**, cuya evaluación resulta básica en la gestión del riesgo ya que permite la definición de medidas de mitigación tendientes a mejorar la capacidad de respuesta tanto de las familias como de las instituciones.

⁸ La vulnerabilidad es compleja, multicausal y está compuesta por varias dimensiones analíticas, pues confluyen aspectos de los individuos u hogares y características económicas, políticas, culturales y ambientales de la sociedad. BUSSO G. 2002. La vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: Un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Naciones Unidas. CEPAL. CELADE.

La vulnerabilidad social, se relaciona con la *fragilidad social* y la *falta de resiliencia*. Por un lado, la fragilidad social indica que la vulnerabilidad se explica por la misma pobreza en que viven las familias, relacionándose muy de cerca, en términos causales, con sus grados de exclusión social y el peso del riesgo cotidiano que deben vencer como parte de sus vidas diarias y, por otro lado, a que precisamente ésta fragilidad se vuelve un factor que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos para una adecuada ubicación del asentamiento humano⁹, falta de preparativos para atender emergencias y en esa medida su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto que producen los desastres y su rehabilitación o recuperación post-desastres.

La valoración de la vulnerabilidad social parte de la caracterización de la población y requiere de la definición de variables consideradas apropiadas en un área expuesta a inundaciones. En este caso, teniendo en cuenta la homogeneidad de las condiciones sociales de la población asentada en el área de estudio, la estimación de la fragilidad social se elaboró a nivel de manzana evaluando aquellas variables que constituyen una discriminación positiva hacia aquellos hogares que se encuentran en condiciones de mayor fragilidad, utilizando para ello la información del Censo 2005, elaborado por el DANE. Los factores que fueron tomados en cuenta para determinar la vulnerabilidad social de los hogares a nivel de manzana se presentan en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Factores de vulnerabilidad de la valoración de vulnerabilidad social.

Factor de vulnerabilidad	Criterio
El número de personas en la manzana.	A mayor número de personas, se aumenta en número de damnificados en caso de presentarse una inundación.
La proporción de niños menores 14 años y los adultos mayores con relación a la población adulta.	Indica la población que requiere de atención y sostenimiento por parte de los adultos.
La proporción de personas con alguna discapacidad en la manzana.	La presencia de un elevado número de personas con alguna discapacidad limita la capacidad de respuesta ante un evento de desastre.
El nivel de escolaridad de las personas que habitan en la manzana.	El nivel de escolaridad de las personas se relaciona con la capacidad de acceder a un trabajo. Se calificó como bajo si el 45% de los habitantes tenían una escolaridad hasta 4 primaria, medio si más del 30% de los habitantes de la manzana contaban con primaria completa hasta básica secundaria y alto si más del 20% de las personas de la manzana tenían una escolaridad mayor de básica secundaria.
La relación hombres/mujeres en edad adulta.	Considerando la influencia del conflicto armado en el municipio, una mayor presencia de mujeres en edad adulta indica la presencia de hogares con mujeres cabeza de hogar.
El acceso al servicio de alcantarillado	Resulta ser el servicio público más discriminativo.
La presencia en la manzana de lugares especiales de alojamiento - LEA.	Que implican concentración de personas, como asilo de ancianos, conventos, seminarios, cárcel, etc.
La proporción vivienda "tipo cuarto" en la manzana.	Indica un mayor grado de hacinamiento de los habitantes de una manzana.

La valoración de la fragilidad social y del factor de resiliencia de los habitantes de una manzana se realizó aplicando la calificación que se presenta en la Tabla 5-4.

⁹ La localización de vivienda e infraestructura en terrenos frágiles o inestables, "está ligada por una serie de presiones dinámicas, que canalizan las causas de fondo hacia condiciones inseguras y hacia colisiones específicas en el tiempo y espacio con una amenaza natural". PIERS BLAIKIE, otros. 1996. Vulnerabilidad. La Red.

Tabla 5-4. Fragilidad social y factor de resiliencia por manzana

Factor de vulnerabilidad	Rangos /Valoración para ponderación		
	Número de personas por manzana	≤ 40 0	40 – 80 1
Proporción de niños y adultos mayores	< 0.5 0	0.5 – 0.7 1	> 0.7 2
Proporción de personas con discapacidad	< 0.07 0	0.07 – 0.11 1	> 0.11 2
Nivel de escolaridad	Alto 0	Medio 1	Bajo 2
Relación hombres/mujeres	≥ 1 0	< 1 1	
Servicio de alcantarillado	SI 0	NO 1	
Presencia de lugares especiales de alojamiento - LEA	NO 0	SI 1	
Proporción de viviendas “tipo cuarto”	≤ 5 0	5 – 9 1	> 9 2

El peso de la valoración recaerá en las variables con puntaje máximo de 2, entre las cuales se encuentran: número de persona por manzana, proporción de niños y adultos mayores, nivel de escolaridad de las personas que habitan una manzana y proporción de viviendas “tipo cuarto”. Los extremos están dados por una fragilidad social muy alta con un puntaje máximo de 13 puntos (sumando) frente a una fragilidad social baja con un valor mínimo de 0. Se establecieron rangos de calificación intermedios, a partir del análisis de distribución de frecuencias de la información procesada por manzana estudiada, para definir vulnerabilidad social muy alta, alta, media y baja, según se presenta en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5. Clasificación de la fragilidad social por vivienda

Fragilidad social	Calificación
Baja	< 4
Media	4 - 6
Alta	6 - 8
Muy alta	> 8

Adicionalmente, con el fin de corroborar y complementar la información reportada por el DANE se elaboraron encuestas a algunas familias ubicadas en el área de estudio, escogidas al azar, con el fin de determinar su vulnerabilidad. Para ello se empleo el Formulario para la evaluación de daños en edificaciones por inundación y FRM, que recoge no solo aspectos de las viviendas sino familiares.

Teniendo en cuenta que, según Núñez y Espinosa (2005)¹⁰, un hogar es más vulnerable cuando es pobre que uno rico (en relación con los ingresos), además, en relación con la proporción de niños menores de 12 años, son más vulnerables aquellos hogares donde más de uno de cada tres miembros es un niño. De otra parte, los hogares donde menos de una cuarta parte de los miembros trabaja son más vulnerables y la incidencia de vulnerabilidad es mayor en los hogares desplazados, en los que hay una persona discapacitada, en aquellos que no tienen activos productivos y en los hogares que no son propietarios de la vivienda, se establecieron las variables y los rangos de calificación de la vulnerabilidad para los hogares encuestados. La valoración de la fragilidad social y del factor de resiliencia de los habitantes de una vivienda se realizó aplicando los factores definidos y presentados en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6. Fragilidad social y factor de resiliencia por familia

Variables	Rangos /Valoración para ponderación			
	1 y 2	3	4 y 5	6
Estrato	3	2	1	0
No. Personas/ vivienda	Más de 9 3	7 a 9 2	4 a 6 1	De 1 a 3 0
Ingresos (en SMMLV)	Menor a 1 3	Entre 1 y 2 2	Entre 2 y 4 1	Más de 4 0
Escolaridad Jefe de Familia	Ninguna 3	Primaria 2	Secundaria 1	Técnica o Universitaria 0
Propiedad sobre la vivienda	Arrendada 1	Propia 0		
Proporción personas que trabajan en la familia	Menor a ¼ 1	Igual o mayor a ¼ 0		
Género Jefe de Familia	Mujer 1	Hombre 0		
Ocupación Jefe de Familia	Desempleado 2	Pensionados; E. Domésticas, T. Independiente 1	Empleado 0	
Edad Jefe de Familia (años)	Menor de 25 1	Mayor de 25 0		
Proporción niños por adulto en la familia	≥ 1/3 1	Menor a 1/3 0		
Discapacitados en la vivienda	Si 1	No 0		

1 10 NÚÑEZ J., ESPINOSA S. 2005. Determinantes de la pobreza y la vulnerabilidad. Misión para el Diseño de una Estrategia para la Reducción de la Pobreza y la Desigualdad (MERPD)

Los rangos de calificación que se establecieron de la información procesada por cada una de las familias encuestadas en la muestra se presentan en la Tabla 5-7.

Tabla 5-7. Clasificación de la fragilidad social por familia entrevistada

Fragilidad social	Calificación
Baja	< 6
Media	6 – 8
Alta	9 – 11
Muy alta	> 11

El resultado final de la calificación de la fragilidad social a nivel de manzana y de familia para el Municipio de Turbo se aprecia en la Tabla 5-9. En aquellos casos en los que las dos calificaciones fueron opuestas se evaluaron las razones y se optó por la que mayor discriminación positiva representa a nivel de manzana. Sin embargo, en general las encuestas a nivel de familia confirmaron lo obtenido a nivel de manzana.

Para las 127 manzanas ubicadas en el área de estudio tanto para los canales como para la costa de este municipio se obtuvo una distribución de la vulnerabilidad social predominantemente “Muy alta” y “Alta” como puede apreciarse en la Tabla 5-8. Indicando que las medidas de mitigación deben contemplar acciones que minimicen esta vulnerabilidad, de tal forma que repercutan en una mejor calidad de vida de los habitantes de este sector.

Tabla 5-8. Distribución porcentual de las categorías de vulnerabilidad social en el área de estudio

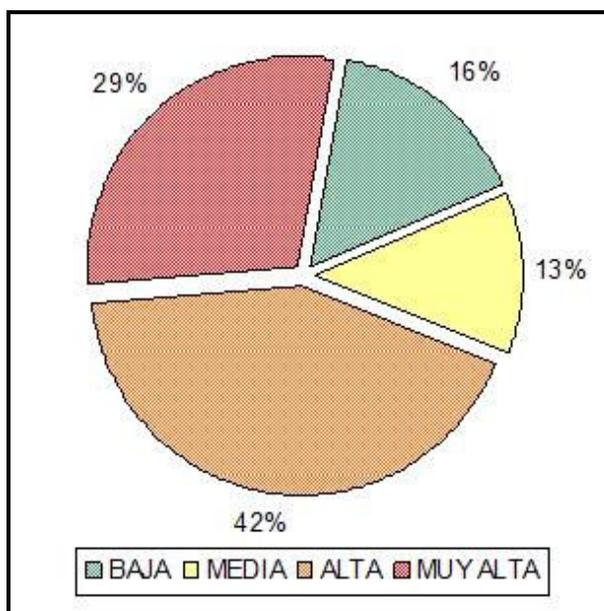


Tabla 5-9. Vulnerabilidad social de las manzanas del área de estudio en Turbo

Codigo Manzana DANE	Total puntaje vulnerabilidad social a nivel de manzana	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana	Total puntaje vulnerabilidad a nivel de vivienda	Calificación vulnerabilidad por vivienda
05837199000000000010201	5	MEDIA		
05837199000000000010202	6	ALTA		
05837199000000000010203	6	ALTA		
05837199000000000010205	5	MEDIA		
05837199000000000010206	7	ALTA	14	ALTA
05837199000000000010207	5	MEDIA		
05837199000000000010209	5	MEDIA		
05837199000000000010210	6	ALTA		
05837199000000000010213	7	ALTA		
05837199000000000010215	6	ALTA		
05837199000000000010216			14	ALTA
05837199000000000010220	7	ALTA		
05837199000000000010221	3	BAJA		
05837199000000000010222	7	ALTA		
05837199000000000010223	2	BAJA		
05837199000000000010224	5	MEDIA		
05837199000000000010225	4	BAJA		
05837199000000000010227	6	ALTA		
05837199000000000010228	3	BAJA		
05837199000000000010229	4	BAJA		
05837199000000000010231	7	ALTA		
05837199000000000010301	6	ALTA	7	BAJA
05837199000000000010303	7	ALTA	10	MEDIA
05837199000000000010304	8	MUY ALTA		
05837199000000000010305	5	MEDIA		
05837199000000000010307	8	MUY ALTA		
05837199000000000010308	6	ALTA		
05837199000000000010311	4	BAJA		
05837199000000000020112	8	MUY ALTA		
05837199000000000020115	8	MUY ALTA		
05837199000000000020116	7	ALTA		
05837199000000000020118	10	MUY ALTA		
05837199000000000020119	5	MEDIA		
05837199000000000020125	8	MUY ALTA	9	MEDIA
05837199000000000020127	7	ALTA	12	ALTA
05837199000000000020129	8	MUY ALTA		
05837199000000000020130	2	BAJA		
05837199000000000020131	8	MUY ALTA		
05837199000000000020310	3	BAJA		
05837199000000000020311	7	ALTA	13	ALTA
05837199000000000020312	5	MEDIA	13	ALTA
05837199000000000020410	8	MUY ALTA		
05837199000000000020701	9	MUY ALTA	11	ALTA
05837199000000000020708	6	ALTA		
05837199000000000030101	5	MEDIA		
05837199000000000030102	7	ALTA		
05837199000000000030103	6	ALTA		
05837199000000000030104	9	MUY ALTA		
05837199000000000030105	5	MEDIA		
05837199000000000030106	6	ALTA		
05837199000000000030107	5	MEDIA	13	ALTA
05837199000000000030108	8	MUY ALTA		
05837199000000000030110	7	ALTA		
05837199000000000030111	7	ALTA		
05837199000000000030112	5	MEDIA		
05837199000000000030304	6	ALTA		
05837199000000000030313	7	ALTA	12	ALTA
05837199000000000030321	7	ALTA		
05837199000000000030401	6	ALTA		
05837199000000000030402	7	ALTA		
05837199000000000030403	9	MUY ALTA		
05837199000000000030406	9	MUY ALTA		
05837199000000000030422	9	MUY ALTA		

Codigo Manzana DANE	Total puntaje vulnerabilidad social a nivel de manzana	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana	Total puntaje vulnerabilidad a nivel de vivienda	Calificación vulnerabilidad por vivienda
05837199000000000030423	10	MUY ALTA		
05837199000000000030424	9	MUY ALTA		
05837199000000000030425	7	ALTA		
05837199000000000030426	6	ALTA		
05837199000000000030428	8	MUY ALTA		
05837199000000000040102	8	MUY ALTA		
05837199000000000040103	6	ALTA		
05837199000000000040104	11	MUY ALTA		
05837199000000000040109	6	ALTA		
05837199000000000040110	7	ALTA		
05837199000000000040111	8	MUY ALTA		
05837199000000000040112	7	ALTA		
05837199000000000040116	7	ALTA	8	MEDIA
05837199000000000040117	9	MUY ALTA		
05837199000000000040118	7	ALTA	13	ALTA
05837199000000000040119	6	ALTA	12	ALTA
05837199000000000040120	9	MUY ALTA		
05837199000000000040121	Parque Gonzalo Mejia			
05837199000000000040122	7	ALTA		
05837199000000000040125	2	BAJA	12	ALTA
05837199000000000040130	9	MUY ALTA	7	BAJA
05837199000000000040131	7	ALTA	10	MEDIA
05837199000000000040132	8	MUY ALTA		
05837199000000000040137	7	ALTA	12	ALTA
05837199000000000040138	10	MUY ALTA	10	MEDIA
05837199000000000040140	8	MUY ALTA		
05837199000000000040141	8	MUY ALTA		
05837199000000000040201	6	ALTA		
05837199000000000040202	4	BAJA		
05837199000000000040203	3	BAJA		
05837199000000000040204	7	ALTA		
05837199000000000040205	5	MEDIA		
05837199000000000040206	4	BAJA		
05837199000000000040208	4	BAJA		
05837199000000000040209	4	BAJA		
05837199000000000040210	7	ALTA		
05837199000000000040211	5	MEDIA		
05837199000000000040212	10	MUY ALTA		
05837199000000000040213	9	MUY ALTA		
05837199000000000040214	7	ALTA		
05837199000000000040215	4	BAJA		
05837199000000000040216	6	ALTA		
05837199000000000040217	6	ALTA		
05837199000000000040301	4	BAJA		
05837199000000000040302	3	BAJA		
05837199000000000040303	4	BAJA		
05837199000000000040304	5	MEDIA		
05837199000000000040305	7	ALTA		
05837199000000000040306	4	BAJA		
05837199000000000040402	9	MUY ALTA		
05837199000000000040403	5	MEDIA		
05837199000000000040404	6	ALTA		
05837199000000000040405	6	ALTA		
05837199000000000040406	7	ALTA	13	ALTA
05837199000000000040407	9	MUY ALTA		
05837199000000000040408	6	ALTA	8	MEDIA
05837199000000000040409	10	MUY ALTA	12	ALTA
05837199000000000040410	10	MUY ALTA		
05837199000000000040411	7	ALTA	14	ALTA
05837199000000000040412	6	ALTA		
05837199000000000040413	6	ALTA		
05837199000000000040414	8	MUY ALTA		
05837199000000000040415	4	BAJA	7	BAJA
05837199000000000040523	8	MUY ALTA	11	ALTA
05837199000000000040534	8	MUY ALTA		
05837199000000000040536	6	ALTA		

5.5.4 Vulnerabilidad institucional

La vulnerabilidad institucional, se refiere a la capacidad de las instituciones para incorporar la gestión del riesgo en sus planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, de tal forma que se definan las políticas, estrategias, programas y proyectos orientados a la mitigación y prevención de riesgo en su nivel territorial, así como que contemplen la gestión de riesgo como un componente de los procesos de gestión del desarrollo sectorial y territorial, del ambiente y de la sostenibilidad¹¹.

Se refiere también a su capacidad de respuesta ante la ocurrencia de desastres así como la capacidad de recuperarse una vez sucedidos, que se relaciona con la vulnerabilidad fiscal de la entidad territorial afectada. Además de lo anterior, es preciso tener en cuenta la capacidad de gestión del riesgo que poseen las instituciones de acuerdo a los roles, funciones y responsabilidades que deben cumplir según la normatividad vigente, que se refleja en el conocimiento de los riesgos presentes en el municipio, la incorporación de la prevención y reducción de riesgos en la planificación, el fortalecimiento del desarrollo institucional y la socialización de la prevención y la mitigación de desastres.

Por otro lado la capacidad de respuesta institucional, está dada tanto por la coordinación entre el ejecutivo y las instituciones operativas, como por la disponibilidad de personal y recursos físicos y financieros que permita una actuación eficaz y oportuna.

Todo acompañado por la generación de información confiable, clara, detallada, segura, específica, adaptada y apropiada por la sociedad vulnerable (población e instituciones).

Por ello, el conocimiento de la Vulnerabilidad de la Sociedad dentro de un estudio de riesgo ante cualquier amenaza constituye un insumo importante, toda vez que las acciones definidas como medidas de mitigación y reducción del riesgo requerirán, necesariamente, de instituciones que integren esfuerzos para su cabal desarrollo.

La vulnerabilidad institucional es un factor que afecta a una escala diferente ya que generalmente compromete la totalidad de la entidad territorial sobre la cual ésta ejerce su nivel jurisdiccional. Se constituye en una variable que influye sobre la vulnerabilidad global, pero que resulta difícil medirla en el nivel de áreas más detalladas. Sin embargo, es importante evaluar su impacto en los procesos de gestión del riesgo tanto en la prevención y mitigación como en la atención de emergencias, como se mencionó anteriormente.

Con el fin de evaluar la vulnerabilidad institucional relativas con los aspectos administrativos se realizaron entrevistas con las diferentes instituciones locales que se encuentran directamente relacionadas con la gestión del riesgo, con el fin de establecer el grado de preparación con que cuenta el municipio para hacer frente a una situación de desastre. Se llevaron a cabo entrevistas con el Secretario de Planeación y el Comandante del Cuerpo de Bomberos. En el municipio no opera ni la Cruz Roja, ni la Defensa Civil.

11 LAVELL, 2003

En el Municipio de Turbo se encuentra constituido y en funcionamiento el Comité Local de Prevención y Atención de Desastres – CLOPAD, cuyas reuniones se llevan a cabo mensualmente, además se cuenta con un Plan Local de Emergencias y Contingencias, anualmente se presupuesta un rubro para atención de desastres. Sin embargo, no se han definido estrategias de mitigación de riesgos, ni se cuenta con un sistema de alarmas.

Se encuentran identificadas las áreas en las que se presentan inundaciones y los periodos en los cuales ocurren este tipo de emergencias, además se han realizado obras de ingeniería con el fin de disminuir el efecto de la erosión costera y estudios en la materia.

El cuerpo de bomberos es la entidad encargada de realizar los registros fotográficos de los eventos atendidos, dichos registros son enviados a la alcaldía pero, no se realiza una sistematización de los reportes que se generan en cada uno de los eventos que ocurren, con el fin de estimar los daños ocurridos y las pérdidas ocasionadas por ellos, adicional a esto, los recursos disponibles resultan insuficientes en muchos de los casos para la renovación y adquisición de equipos, así como para realizar obras de mitigación.

CONTENIDO

6	VALORACIÓN DEL RIESGO.....	5-1
6.1	INTRODUCCIÓN.....	5-1
6.2	DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO	5-1
6.2.1	Riesgo por erosión costera	5-1
6.3	MITIGABILIDAD DE RIESGO	5-2

1 VALORACIÓN DEL RIESGO

1.1 INTRODUCCIÓN

Una vez definida la amenaza por erosión costera y haber establecidos los índices de vulnerabilidad en términos de nivel de daño, el riesgo por se define cualitativamente como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad.

1.2 DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

1.2.1 Riesgo por erosión costera

La categorización de los niveles de riesgo por erosión costera se presenta en el plano H-1 y se define con la aplicación de las siguientes matrices, donde predomina el nivel de exposición de los elementos expuestos:

Tabla 1-1. Matriz de Riesgo Físico por Erosión Costera.

Amenazad	Vulnerabilidad		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Baja	Baja

El plano se elaboro empleando el criterio semáforo, esto es:

Tono Naranja - Niveles de riesgo alto (A): El nivel de afectación de la construcción es alto, especialmente debido a que la localización de la misma, que implica esté sometida directamente a la acción de las olas y las marejadas y las edificaciones no poseen o cuentan con una protección de orilla muy débil y artesanal. En zona de riesgo alto por erosión costera se encuentran algunas manzanas del Barrio El Progreso y Barrio La Playa de acuerdo con lo que se muestra en el Anexo H en el plano H-1.

Tono amarillo - Niveles de riesgo medio (M): Nivel de afectación de la construcción es medio, y está asociado a sectores donde las construcciones donde a pesar de estar expuestas directamente a las olas o marejadas su protección en la base es capaz de resistir la acción erosiva o donde por exposición el alcance actual del oleaje le llega muy débil. En zona de riesgo medio por erosión costera se encuentra una manzana del Barrio La Playa de acuerdo con lo que se muestra en el Anexo H en el plano H-1.

Tono verde - Niveles de riesgo bajo (B): Nivel de afectación de la construcción es bajo. Corresponde a las construcciones que se encuentra alejadas de la línea de costa o existen viviendas al frente de las mismas que las protege. En zona de riesgo bajo por erosión costera se encuentran algunas manzanas del Barrio La Playa de acuerdo con lo que se muestra en el Anexo H en el plano H-1.

1.3 MITIGABILIDAD DE RIESGO

Dadas las características de los procesos erosivos y los factores que la producen, que afectan la línea de costa en el sector de Punta de las Vacas, casco urbano del municipio de Turbo, la mitigabilidad del riesgo por erosión costera se puede atacar desde dos enfoques: el primero busca controlar la intensidad de acción de los factores que generan la erosión es decir la intensidad de acción de las olas y las marejadas sobre la línea de costa y el segundo enfoque es el de actuar sobre la vulnerabilidad definida por la exposición de las construcciones, o sea eliminando los elementos expuestos.

Teniendo en cuenta la importancia estratégica de la vía de acceso a la zona, la cual permite la comunicación del batallón y el base naval, la posibilidad de retirar los elementos expuestos se ve limitada a la infraestructura localizada en la parte exterior de la vía, y esta misma condición obliga a establecer medidas de mitigación y/o control de los procesos erosivos que están afectando la línea de costa.

Se puede afirmar que el nivel de riesgo actual que afecta a la comunidad es mitigable, de lo observado se puede decir que las obras construidas a lo largo de la playa, sin el tecnicismo adecuado, han controlado mas no evitado el avance de la línea de costa. Como bien se puede observar en el mapa de amenaza actual.

Por tanto, las consecuencias de la erosión costera y como resultado de la misma el avance de la línea de costa se pueden mitigar y revertir con la conformación de obras de protección de costa localizadas a lo largo de la misma.

Las obras de protección que cumplen la función de mitigar los efectos de las olas o marejadas, mediante la reducción de la energía de la onda al llegar a la línea de costa, se conocen como rompeolas. Los cuales según su localización y geometría pueden llegar a recuperar playa y retroceder el avance de la línea de costa.

Obviamente este tipo de obra requiere ser complementada con acciones de control de uso del suelo, que eviten que el área recuperada sea ocupada nuevamente.

Adicionalmente, se debe aprovechar la oportunidad que brinda la gestión del riesgo, para establecer y normatizar la zona de playa, de manera congruente con los resultados del presente estudio y con las obras propuestas para el control y mitigación del riesgo por erosión costera en el sector de Punta las Vacas - Turbo.

CONTENIDO

7	PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO	2-1
7.1	INTRODUCCIÓN.....	2-1
7.2	ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES	2-1
7.3	PLAN GENERAL DE ACCIÓN	2-2
7.3.1	Medidas de Mitigación - No Estructurales	2-2
7.3.2	Medidas de Mitigación – Estructurales	2-4
7.4	NIVEL DE RESPONSABILIDAD	2-4

2 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO

2.1 INTRODUCCIÓN

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por erosión costera en el sector de Punta de Las Vacas del casco urbano del Municipio de Turbo, se plantea una serie de actividades de prevención, mitigación y control del riesgo. Entre los parámetros más importantes que se tienen presentes en el planteamiento de las acciones y de las obras de mitigación estuvo la funcionalidad de las mismas frente al desarrollo social sostenible y la factibilidad de la medida mitigante.

Otros aspectos importantes a considerar desde el punto de vista ambiental y social, lo constituyen el planteamiento del mejoramiento de las condiciones del hábitat a partir de la reorganización del uso de la tierra y la restricción de uso. Este cambio de uso busca mitigar los efectos negativos de la actividad antrópica y el inadecuado planeamiento y desarrollo urbano con el que se ha venido consolidando la parte urbana y que han sido claramente identificados con los resultados obtenidos en este estudio de vulnerabilidad y riesgo.

2.2 ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES

Una playa se define como una zona de dominio público y es un sector conformado por material no consolidado y que se extiende desde la línea de más baja marea, hasta un nivel donde haya un cambio marcado en la composición de los materiales o en la forma fisiográfica de la playa o hasta la línea de vegetación permanente. Sobre estas playas ejercen su acción las denominadas Dinámicas Actuales (corrientes, olas, mareas, mares de leva y tsunamis) y el accionar combinado genera el transporte de transversal de sedimentos, desde y hacia el mar y a lo largo de la playa y que se resumen en procesos de erosión o acreción.

La erosión litoral ha sido la tendencia histórica dominante a lo largo de los aproximadamente 145 km de línea de costa entre las ciudades de Arboletes y Turbo. En las cuatro últimas décadas ocurrieron retrocesos de la línea de costa del orden de los 50-100 m en varios sectores (Uveros, Damaquiel, Zapata, Turbo), y de hasta 1.6 km en el área Punta Rey-Arboletes, en la cual las pérdidas de terrenos suman más de 4.5 km² y la erosión alcanzó tasas máximas de hasta 40m/año. En el sector de Punta de las Vacas se estimaron avances de la línea de costa de hasta 150 m en el periodo comprendido entre 1976 y 2009.

La evaluación de Riesgo actual por erosión costera en el área estudiada permite concluir que la problemática de riesgo ha sido generada en la medida que el desarrollo urbano de la zona ha implicado la ocupación de la zona de playa, y la dinámica natural del sector se ha roto desde la misma pérdida de la cobertura vegetal del sector y de la influencia directa que ha tenido el desvío del río Turbo, cambiando las condiciones locales de la dinámica de los sedimentos.

En la evaluación de riesgo por erosión costera muestra que la principal fuente de amenaza para el sector de Punta de las Vacas corresponde a la erosión producida por las maretas, seguido del aumento del nivel del mar. A continuación se presenta un plan de acción que en su conjunto busca bajar los niveles del riesgo actual y en lo posible recuperar la línea de costa.

2.3 PLAN GENERAL DE ACCIÓN

El plan de acciones establece las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que buscan en primera instancia, reducir los niveles de amenaza y vulnerabilidad a que está expuesta la comunidad del sector de Punta de las Vacas, bien sea controlando la intensidad de la erosión costera o anulando los niveles de exposición de las viviendas y, en segunda instancia, busca corregir las condiciones del entorno físico y ambiental que favorecen la generación del riesgo.

Cada una de las medidas se debe convertir en planes y proyectos, los cuales en su conjunto se consideran esenciales para un manejo integral y sistemático de la problemática de riesgo actual del sector estudiado. En el plan general de acciones se establece como escenario básico la restricción de uso en las zonas de playa y su protección como sistema de dominio público, además del planteamiento del mejoramiento del entorno urbano y ambiental del área en estudio.

Se plantean entonces dos tipos de actividades: No Estructurales y Estructurales. Este plan contempla la planificación y ejecución integral de todas las actividades de mitigación y prevención no estructural y estructural que a continuación se plantean, como alternativas de mitigación independientes y que a través de su formulación en conjunto, permitirá la integración de los esfuerzos y recursos de todas las entidades Municipales y Corpourabá. Este puede estar enmarcado dentro de un mejoramiento integral del sector.

Este mejoramiento integral comprende la ejecución de los siguientes tipos de obras:

- *Obras de mitigación y control del riesgo:* corresponde a las medidas planteadas en el presente informe para el manejo de las amenazas por erosión costera. Se consideran obras que se deben ejecutar a corto plazo.
- *Obras urbanísticas:* Las obras contempladas dentro de esta categoría en este caso corresponden a la construcción de la vía de accesos y sus andenes correspondientes.

2.3.1 Medidas de Mitigación - No Estructurales

Dentro de este grupo se proponen las siguientes acciones:

Regulación del uso del suelo: Se refiere a la restricción normativa de uso del suelo que se debe aplicar a las zonas de playa, como es el caso de las manzanas 002, 004, 008 y 009 del Barrio 021 La Playa, y parte de la manzana 002 del Barrio 020 El Progreso.

Teniendo en cuenta la normatividad aplicable a las zonas de playa como elementos de espacio público de uso común, debidamente definidos en el Código Nacional de Recursos Naturales y en la Constitución Política Colombiana, las construcciones localizadas en la zona de playa, con mayor precisión las localizadas entre la vía y el bajamar, deben ser liberadas.

Esta medida No estructural busca que el uso del suelo para la zona de playa sea respetado como de conservación y protección ambiental. El uso recomendado para estas áreas es de zonas de protección y recreación.

Reubicación de Viviendas: Comprende la reubicación de las familias de las manzanas 002, 004, 008 y 009 del Barrio 021 La Playa, y parte de la manzana 002 del Barrio 020 El Progreso. La reubicación de familias se hace para respetar la zona de playa como elemento del espacio público local de uso común. En la Tabla 2-1 se presenta el listado de predios y viviendas para cambio de uso y reubicación, de acuerdo con la codificación e información presentada en el mapa catastral del municipio.

Tabla 2-1. Listado de predios y viviendas para reubicación y cambio de uso

Barrio	Manzana	Pedio	Barrio	Manzana	Pedio	Barrio	Manzana	Pedio
020	002	015	021	002	002	021	002	009
020	002	017	021	002	002	021	004	001
020	002	019	021	002	003	021	008	001
020	020	020	021	002	006	021	009	001
020	020	021	021	002	007			
021	002	001	021	002	008			

Recuperación Urbanística y Adecuación Paisajística del Área: Esta actividad consiste en el desarrollo del plan de obras de control de los riesgos por erosión costera, tendientes a consolidar el sector con los servicios urbanos mínimos requeridos de forma tal que se minimicen los agentes físicos de riesgo y buscando la preservación del entorno.

El planteamiento urbanístico del sector de Punta de Las Vacas, requiere un diseño teniendo como eje la vía de acceso, la cual permite establecer una zona de aislamiento entre la playa y la zona urbana. Se propone que se lleve a cabo el mejoramiento de las vías del sector, con la construcción de andenes y/o alamedas.

Información pública: Esta actividad busca suministrar mediante campañas educativas la información y capacitación necesaria para mejorar la actitud de la comunidad frente a su medio físico, su entorno habitacional y ambiental.

Para esto el municipio de Turbo debe realizar campañas educativas participativas que lleven a la comunidad a entender y apropiar los conceptos de:

1. El nivel de riesgo a que están expuestos, especialmente frente a los fenómenos de marejadas y sus efectos.
2. Identificación de agentes contribuyentes a los procesos erosivos y de avance de la línea de costa.

3. Beneficios de las obras recomendadas para la mitigación del riesgo y cómo debe ser la construcción y el mantenimiento de las mismas.
4. Preservación de la zona de playa y manejo ambiental de la misma.

Estas campañas deben ser realizadas por cada una de las entidades responsables mediante charlas, talleres participativos, cartillas de fácil entendimiento y divulgación, entre otros que permitan la adecuada apropiación de los conceptos.

2.3.2 Medidas de Mitigación – Estructurales

Este tipo de medidas pretende mejorar las condiciones locales para el control de la erosión costera, disminuyendo en forma directa la intensidad de los factores que producen la erosión y de esta forma mitigando los procesos erosivos.

A continuación se comenta y describe el tipo de obras de acuerdo con lo presentado en los planos del Anexo I, adjuntando al final las fichas técnicas de obras de control recomendadas.

Obras de Protección y Control: Estas obras están encaminadas a la protección de la línea de costa actual mediante la conformación de una línea de rompeolas.

Estas buscan la conformación de una barrera física que pretende dos objetivos:

1. El primero bajar la energía de las olas y marejadas con que atacan la playa
2. Segundo producir un efecto de acreción o generación de playa.

Como obras complementarias es el retiro y demolición de las diferentes obras construidas por la comunidad sin criterios técnicos de soporte y que localmente no han logrado su objetivo, lo cual permite se facilite la recuperación de playa.

2.4 NIVEL DE RESPONSABILIDAD

Para adelantar la gestión del riesgo en la zona en estudio se identificaron los actores de riesgo que de acuerdo a sus roles y competencias y que son parte activa del desarrollo de la ciudad. Con base en el planteamiento de alternativas de mitigación y prevención del riesgo por erosión costera se establece de manera inicial una propuesta de participación de cada uno de los actores identificados en la solución de la problemática local, planteada mediante una matriz de responsabilidades en la

Tabla 2-2.

En la

Tabla 2-2 se presenta la Matriz de Responsabilidades, en la cual se establece para cada tipo de actividades de mitigación y control estructural y no estructural, a cual entidad o empresa le corresponde la planificación y ejecución de la acción y su grado de responsabilidad.

Dentro de los responsables se incluye a la comunidad a través de las Juntas de Acción Comunal, como el actor que se beneficia directamente y quien debe además de ser el

receptor y multiplicador hacia los grupos comunitarios de la normatividad, uso y preservación de las obras construidas. Así como el Ejército y Armada Nacional.

Tabla 2-2. Matriz de responsabilidades

Plan general de acciones	Tipo de acción	RESPONSABLES				Corpourabá	Dapard	Empresa Acueducto Alcantarillado
		Alcaldía municipal – Secretarías						
		Gobierno	Planeación	Desarrollo Comunitario	Obras Públicas			
OBRAS DE MITIGACION – NO ESTRUCTURALES								
Plan de Mejoramiento integral (*)	P, E	1	1	1	1	1	1	1
1- Regulación del Uso del Suelo	P, Rec, R	1	1	1		1	2	1
2- Reubicación de Viviendas y Asignación de Predios	P, E, Ad	1	1	1			1	
3- Recuperación Urbanística y Adecuación Paisajística del Área.	P, D, C, R	1	1	1	1	2	3	
4- Delimitación de una zona de aislamiento entre la playa y la zona urbana	P, D, E		1	2		1	2	2
5- Información Pública	TS, R			1		2	2	
OBRAS DE MITIGACION – ESTRUCTURALES								
1- Diseño y construcción de obras de mitigación y control								
Diseño y construcción de una línea de rompeolas paralelos a la línea de costa	P, D, C		1		1	1	1	
Retiro de obras de protección y de edificaciones existentes al occidente de la vía de acceso a Punta Las Vacas	D, C		1		1	1		
2- Consolidación Urbana								
Mejoramiento de las vías del sector, construcción de andenes y/o alamedas	D, C		1		1			

(*) El Plan de Mejoramiento Integral es una Actividad de Mitigación tanto No Estructural como Estructural, que cubre totalmente las demás actividades.

TIPO DE ACCION

- P Planeación
- E Ejecución
- D Diseño
- C Construcción
- R Recomendaciones y pautas
- Ad Adquisición de terrenos
- Rec Restricción de uso
- TS Talleres de socialización

NIVEL DE RESPONSABILIDAD

- 1 Responsabilidad principal
- 2 Responsabilidad en segunda instancia
- 3 Responsabilidad en tercera instancia - Mantenimiento

CONTENIDO

8 ARTICULACION DE LOS MAPAS DE AMENAZA Y RIESGO CON LOS POT DEL MUNICIPIO.....	3-1
8.1 INTRODUCCIÓN.....	3-1
8.2 DIAGNÓSTICO DEL POT FRENTE A LA GESTIÓN DE RIESGOS	3-1
8.2.1 Amenazas de origen geomorfológico	3-1
8.2.2 Zonificación del suelo urbano.....	3-2
8.2.3 Identificación de zonas de actuación.....	3-3
8.2.4 Políticas de asentamientos humanos.....	3-4
8.2.5 Política Para La Prevención, Atención y Recuperación de Desastres	3-5
8.3 REQUERIMIENTOS DE LA LEY 388/97 EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE ORIGEN NATURAL	3-6
8.4 PLAN DE ARTICULACIÓN DE LOS MAPAS DE AMENAZA Y RIESGO CON EL POT	3-6
8.5 MAPAS PROPUESTOS EN EL PRESENTE ESTUDIO	3-9

3 ARTICULACION DE LOS MAPAS DE AMENAZA Y RIESGO CON LOS POT DEL MUNICIPIO

3.1 INTRODUCCIÓN

La inclusión de la gestión de riesgos en la planeación del desarrollo municipal es tal vez una de las más importantes tareas a las que se enfrentan los diferentes niveles territoriales e instituciones sectoriales, dentro del proceso de descentralización. La incorporación del riesgo en los procesos de planeación y ordenamiento territorial, permite establecer medidas no estructurales para la prevención y mitigación, orientadas a la reducción del riesgo existente y evitar la generación de nuevos riesgos a futuro.

Evitar la ocupación de terrenos no apropiados para la urbanización por presencia de amenazas naturales más que una restricción, es una oportunidad para el desarrollo local, ya que evita costosas inversiones que de una u otra manera los municipios deben sufragar en el momento de presentarse un desastre. Identificar y zonificar de forma anticipada las zonas donde se puede generar riesgo es fundamental para determinar correctamente las áreas de expansión del municipio a fin de evitar desastres futuros.

Es por todo lo anterior que se requiere incorporar los Planes Municipales para la Prevención de Desastres y Mitigación de Riesgos en los Planes de Desarrollo del Municipio, respondiendo a los lineamientos de los Planes de Ordenamiento Territorial. El municipio cuenta con un POT desarrollado para el año 2000 el cual debe ser ajustado en el tema de riesgo a partir de los resultados del presente estudio.

3.2 DIAGNÓSTICO DEL POT FRENTE A LA GESTIÓN DE RIESGOS

En términos generales el plan general de acción recomendado en el estudio guarda coherencia con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Turbo. En esta sección se presenta el resumen de los planes del POT que se consideran aplicables dentro del contexto del presente estudio y que aplican para el manejo integral del mejoramiento de esta parte de la zona urbana del municipio.

3.2.1 Amenazas de origen geomorfológico

Amenaza por erosión de la línea de costa: Los procesos erosivos de la costa oriental del golfo de Urabá están primordialmente relacionados con el choque del tren de olas frente a la costa. En particular en la espiga de Turbo ha disminuido la oferta de sedimentos a partir de la desviación del río Turbo a finales de los 60's, con lo cual la energía de las olas que era empleada en el transporte de material, en la actualidad es empleada casi exclusivamente en la abrasión de las playas y acantilados, buscando la regulación del déficit. Este déficit se debe en buena parte a la espiga formada por el río, la cual retiene los sedimentos arrastrados por la deriva litoral (que para el sector tiene dirección Norte-Sur) y los aportados por el propio río Turbo.

El desarrollo de los estudios acerca del balance sedimentario y del funcionamiento del sistema costero ha permitido poner en evidencia que numerosas acciones del hombre en la zona costera constituyen en última instancia la causa principal de erosión en las costas.

Entre estas actividades se encuentran el represamiento y desvío de ríos, construcciones sobre las dunas, obras de protección mal planificadas (espolones, rompeolas) y la extracción de material de playa. El efecto de estas obras supera el marco local, por lo que debe existir unos lineamientos de manejo por los menos en los municipios con litoral dentro del departamento de Antioquia (Arboletes, San Juan de Urabá, Necoclí y Turbo), con base en los establecidos por la Dirección General Marítima, DIMAR, aunque idealmente deben existir políticas de manejo costero integrales nacionales.

Fenómenos naturales que han afectado al municipio: En la siguiente tabla se presenta una recopilación de los fenómenos naturales que han afectado al Municipio de Turbo entre 1920 y 1990, la cual se ha basado en información recopilada del periódico El Colombiano.

Tabla 3-1. Fenómenos naturales que han afectado al Municipio de Turbo

Evento	Sector afectado	Fecha Mes/Día/Año	Vidas perdidas	Damnificados
Sismo		9/7/1882		
Inundación		4/22/31	0	0
Inundación		5/5/31	0	0
Huracán		12/11/56	0	0
Huracán		8/5/68	0	0
Inundación		1/13/70	0	0
Avenida torrencial	Currulao	7/16/71	1	100
Deslizamiento		11/11/71	0	0
Marea	Punta las Vacas	1/14/73	0	500
Marea	Punta las Vacas	5/21/73	0	0
Marea	Punta las Vacas	12/27/73	0	0
Tempestad		7/9/74	0	0
Marea		1/28/77	0	0
Marea		1/16/81	0	25
Avenida Torrencial	La Arenosa y Puerto Corea	8/5/84	1	190
Deslizamiento	Vía Turbo-Necoclí	9/26/84	0	0
Deslizamiento	Vía El Tres-San Pedro de Urabá	10/31/84	0	0
Inundación		11/18/84	0	0
Marea	Cabecera mpal	3/5/86	0	Varios
Inundación	Vereda Tulapa			

Modificado de INGEOMINAS, 1993

3.2.2 Zonificación del suelo urbano

En el casco urbano del Municipio de Turbo las amenazas geológicas no han producido históricamente desastres con pérdidas de vidas humanas considerables, sino con perjuicio para la infraestructura. Las amenazas están más relacionadas con la subnormalidad del proceso de urbanización que a la severidad misma de los procesos naturales (INGEOMINAS, 1993).

En el POT del municipio se describe la zonificación de la cabecera urbana del Municipio de Turbo, delimitando las zonas con amenaza por inundación, zonas con rellenos, zonas potencialmente licuables, zonas con amenaza por procesos erosivos en la línea de costa, zonas estables y futuras zonas de expansión del Municipio. En esta sección se hará referencia solamente a lo incluido en el POT respecto a las zonas con amenaza por procesos erosivos en la línea de costa.

Zonas con Erosión en la línea de Costa (ZEC): Como se ha explicado anteriormente la erosión en la línea de costa en el sector oeste de la espiga de Turbo es un proceso que se aceleró a principios de la década de los 70's, asociado a la desviación del río Turbo.

En el sector conocido como la playa ha ocurrido un retroceso promedio de 8.3 m/año entre 1970 y 1994. El punto sobre la línea de costa al Norte del cual ocurren procesos erosivos y al Sur del cual ocurre acreción, es un punto de equilibrio que se desplaza a través del tiempo hacia el sur. El desplazamiento de este punto está asociado al crecimiento de Punta Yarumal (Rave, 1996). En la actualidad la cabecera norte de la pista del Aeropuerto Gonzalo Mejía se encuentra a escasos metros (aproximadamente 4-5 metros) de la línea de costa. Las obras de protección que se han adecuado para proteger esta área son principalmente espolones, los cuales no han tenido el funcionamiento ideal, debido a la mala calidad de los materiales con que se han construido, inadecuado diseño y a la escasez de sedimentos para ser atrapados y formar playas, ya que la mayor parte de los sedimentos tamaño arena quedan atrapados al Norte, en la espiga formada por el río Turbo.

3.2.3 Identificación de zonas de actuación

En el POT los barrios del casco urbano se han agrupado en 8 zonas: Zona Central, Zona nor-occidental, Zona-nor-oriental, Zona centro-occidental (o de la bahía), Zona sur-oriental, Zona Centro-oriental, Zona sur-occidental (o del aeropuerto) y Zona de La Playa. En esta sección se hace referencia a lo presentado en el POT para la Zona de La Playa.

Zona de La Playa: Corresponde a los predios costeros ubicados sobre la prolongación de la Espiga de Turbo hacia la parte norte; se extiende a lo largo de la carretera al aeropuerto (carrera 1) e incluye en sus características sólo las construcciones ubicadas a lado y lado de la misma correspondientes al barrio la Playa y un sector del barrio Santa Fe. Es un barrio sin planificación, estructurado a partir de una vía hacia la cual las construcciones se dedicaban básicamente al comercio de vocación turística sin dar cabida a otros usos ocasionando que los usos de vivienda se desarrollaran hacia la parte trasera de los locales. Hoy en la zona de la Playa el deterioro es protagonista de las construcciones comerciales que alguna vez fueron suntuarias.

En términos de prospectiva la zona de la playa tiene una definida vocación turística y como tal debe fortalecerse durante el tiempo de ejecución del plan y luego del mismo. Debe inscribirse dentro del suelo de protección del municipio (junto con la zona de la bahía y la zona noroccidental) con particular declaratoria como unidad de actuación urbanística de interés público. En ella debe afectarse cualquier intervención hasta tanto no se definan las políticas conjuntas de manejo del área de protección del municipio y,

concretamente para la zona de la playa, se hayan diseñado programas para legalización de predios y consolidación de infraestructura existente para fines turísticos o de vivienda suntuaria. Esto supone también reglamentación especial para el manejo de áreas de retiro, normas técnicas para construcción en terrenos costeros y usos permitidos dentro del área de protección para fines turísticos. En esta misma intención se inscribe la propuesta de declarar como parque ecológico el sector litoral entre la zona de La Playa y El Uno con lo que se extendería el suelo de protección hacia el norte del casco urbano.

El alto valor paisajístico de la zona debe aprovecharse de manera óptima, racional y ecológica como acción estratégica en el tiempo de ejecución del plan. Deben gestionarse por vía oficial o particular los recursos necesarios para una acción sobre las playas, que tienda a conservarlas como patrimonio de la ciudad. Para esto pueden estudiarse alternativas que vayan desde la intención de recuperarlas mediante procesos técnicos hasta la opción de reestructurar el sector como lugar de recorridos y sitios de estar para contemplación del paisaje (albarrada, malecón, etc), con toda una propuesta de amoblamiento urbano que fortalezca la esencia pública del sector y permita la simbiosis entre el valor natural del golfo y la propuesta estética del tejido urbano.

3.2.4 Políticas de asentamientos humanos

Estas políticas consideran una serie de estrategias y acciones de las cuales a continuación se presentan las relacionadas con el desarrollo del estudio:

Adecuación de centros poblados para el mejoramiento de la calidad de vida y el entorno

- Construcción de vivienda nueva para atender el déficit habitacional.
- Plan de mejoramiento integral de vivienda.
- Ampliación de cobertura en electrificación y servicios públicos

Manejo integral del espacio público:

- Estudio integral urbano – regional, de fajas y corredores estructurantes para determinar qué sectores específicos pueden vincularse a la propuesta de espacio público.
- Estudio de franjas y sectores ya afectados por considerarse suelos de amenaza o riesgo, o de retiros obligados por la ley, buscando su posible vinculación a la propuesta general interviniéndolas como áreas de uso y disfrute público.

Recuperación de espacio público invadido o deteriorado:

- Recuperación de zonas verdes y parques invadidos en los cascos urbanos con adecuación y/o dotación correspondiente
- Recuperación de espacio público para construcción de andenes y antejardines y otros corredores de circulación peatonal paralelos a las vías urbanas.
- Establecimiento de cobertura vegetal en las zonas de retiro a ríos.

Reubicación de asentamientos humanos

- Elaboración y Ejecución de Planes Parciales para la reubicación como mecanismo para elevar al corto y mediano plazo los niveles de vida de la población.

3.2.5 Política Para La Prevención, Atención y Recuperación de Desastres

La prevención de desastres es un instrumento de planificación con el cual a partir de la ejecución de un conjunto de medidas o acciones dispuestas con anticipación, se busca evitar la ocurrencia de un desastre, o de reducir las consecuencias que la presencia del mismo tendría sobre la población, el medio ambiente y los bienes y servicios.

Las estrategias y acciones por medio de las cuales se implementa esta política son:

Fortalecimiento de la organización y desarrollo institucional

- Programa y Acciones para la Promoción y Fortalecimiento de un Sistema Municipal Para La Prevención, Atención y Recuperación de Desastres. Los proyectos incluidos en este programa son:
 - a) Fortalecimiento del cuerpo de bomberos municipal
 - b) Fortalecimiento del Comité Local en Prevención, Atención y Recuperación de desastres
 - c) Elaboración de un plan municipal para la prevención, atención y recuperación de desastres.
- Programa y Acción para la Educación, Capacitación e Información Pública. Este programa será desarrollado por medio del siguiente proyecto:
 - a) Campaña de concientización a comunidades acerca de las amenazas naturales y la mejor manera de enfrentarlas.

Procesos para identificar, disminuir o evitar la vulnerabilidad de áreas y poblaciones susceptibles de ser afectadas por amenazas naturales.

- Programa para la Incorporación de la Prevención en la Planificación. El presente programa incluye los siguientes proyectos:
 - a) Evaluación y refuerzo de estructuras en edificaciones que prestan servicio en atención de desastres
 - b) Taller de capacitación en construcciones seguras para la mitigación de riesgos.
 - c) Evaluación estructural de viviendas y edificaciones
- Programa y Acciones para la Evaluación de Riesgos Naturales y Antrópicos. Los proyectos que hacen parte de este programa son:
 - a) Reubicación de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo
 - b) Estudio para la recuperación y protección de las playas en la espiga de Turbo.

Estrategia en Atención y recuperación de áreas afectadas por amenazas naturales

- Programa y Acciones para la Preparación, Atención y Recuperación de Desastres. Los proyectos de este programa, contenidos igualmente dentro de otros programas, son los siguientes:
 - a) Fortalecimiento del cuerpo de bomberos municipal

- b) Fortalecimiento del Comité Local en Prevención, Atención y Recuperación de desastres
- c) Elaboración de un plan municipal para la prevención, atención y recuperación de desastres

3.3 REQUERIMIENTOS DE LA LEY 388/97 EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE ORIGEN NATURAL

Se tienen las siguientes consideraciones generales:

1. Tener en cuenta las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales, que constituyen normas de superior jerarquía.
2. Componente general del Plan de Ordenamiento: determinar y ubicar en mapas las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas o riesgos naturales, así como las estrategias para su manejo (entendidas como los mecanismos para la reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo y para evitar su nueva ocupación).
3. Incluir en el componente urbano del plan de ordenamiento la delimitación, en suelo urbano y de expansión urbana, de las áreas expuestas a amenazas y riesgos naturales.
4. Clasificación del suelo: Se define como suelo de protección aquel “Constituido por las zonas y áreas de terrenos..., que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse”.

3.4 PLAN DE ARTICULACIÓN DE LOS MAPAS DE AMENAZA Y RIESGO CON EL POT

Con el fin de identificar el momento en el cual se encuentra el POT y el procedimiento que deberá adelantar para la adecuada incorporación de la prevención y reducción del riesgo, en primer lugar se debe identificar en el ciclo del POT mostrado en la Figura 3-1, la etapa en la cual se encuentra el municipio.

A continuación se debe hacer un diagnóstico sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas y tendencias de la organización territorial del municipio. Es en este momento del proceso de planificación para el ordenamiento territorial, en donde se hace necesario involucrar dentro de los determinantes ambientales, además de otras variables, la caracterización de las amenazas y vulnerabilidades, es decir los riesgos, presentes en el territorio. La determinación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de erosión costera en el sector de Punta Las Vacas en la zona urbana del municipio de Turbo es lo que se ha llevado a cabo en desarrollo del presente estudio.

Una vez concluida esta etapa y consolidado el diagnóstico con una adecuada incorporación del riesgo, se podrá implementar las acciones en los procesos de formulación para la adopción o revisión del POT y en las etapas de implementación y evaluación.

A partir de las potencialidades y problemática identificadas se deben llevar a cabo talleres de concertación para consolidar la imagen actual del territorio y la imagen deseada, confrontándolas para definir las acciones del municipio en el corto, mediano y largo plazo (DDT, 2005). Con las etapas anteriores, se inicia la formulación de POT, que comprende los procesos de toma de decisiones fundamentales acerca del ordenamiento del territorio que se traducen en el desarrollo del contenido estructural del plan, los componentes general, urbano y rural y las acciones que serán incorporadas en el Plan de ejecución. (DDT, 2005).

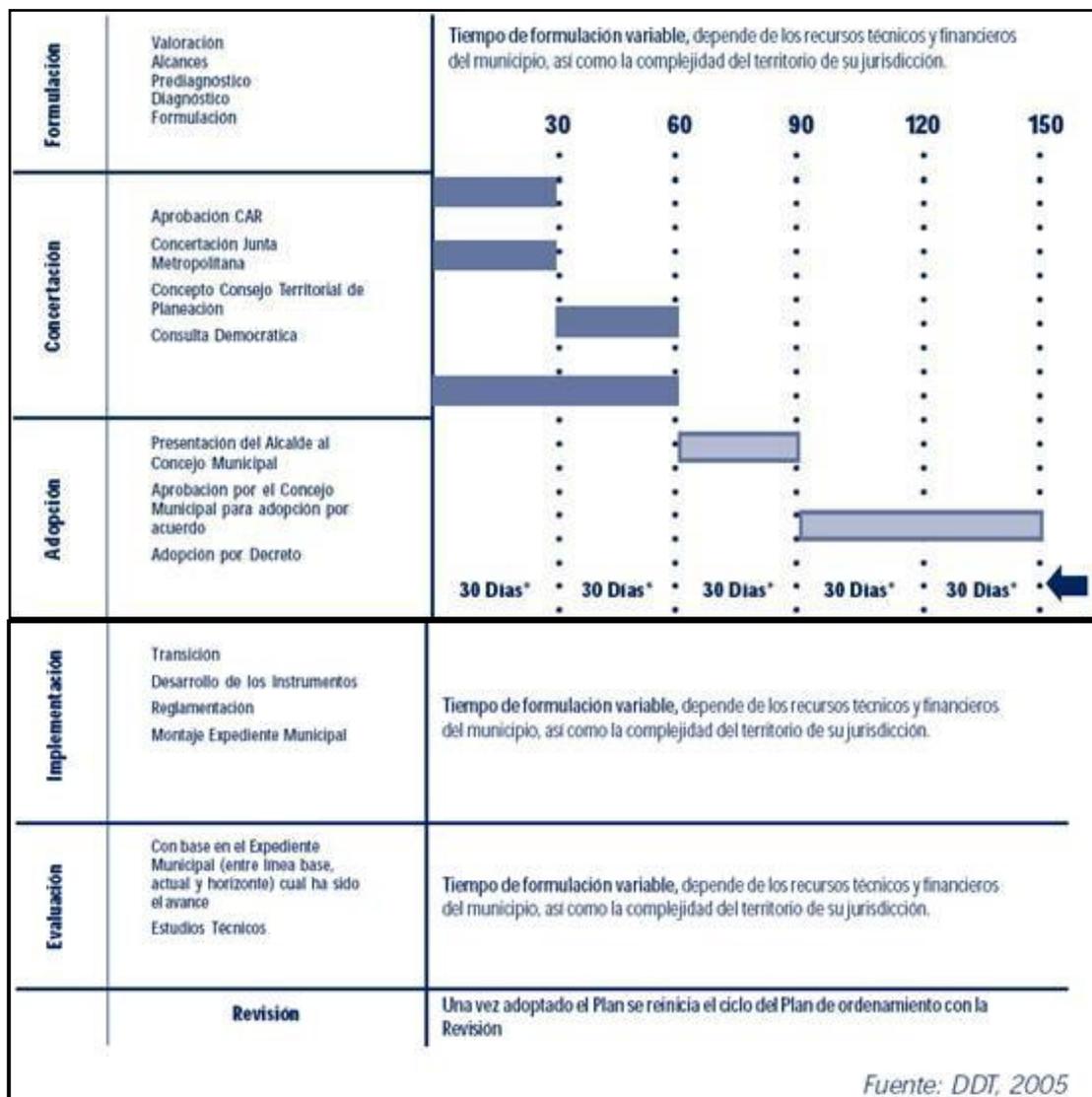


Figura 3-1 Procedimiento general para la incorporación del riesgo en los POT

Los resultados del proceso de ordenamiento territorial se deben consignar en los siguientes documentos, que se desarrollan en las etapas mencionadas y forman parte integral del Plan (DDT, 2005):

- Documento técnico de soporte (DTS), que debe realizarse de acuerdo con lo indicado en la ley 388/97
- Documento Resumen.
- Proyecto de Acuerdo presentado para aprobación de la Corporación Autónoma Regional.
- Acuerdo de adopción – Proceso de Planificación, Art 17 Decreto Reglamentario 879 de 1998 - o decreto en los casos que se presenten de conformidad con lo establecido en la Ley 388 de 1997.

Para incorporar la Prevención y Reducción de Riesgos en la formulación del POT se debe incorporar la zonificación de amenazas a partir de la elaboración de un mapa de aptitud para ocupación urbana, el cual resulta de la combinación de mapas primarios que incluyen los mapas de amenaza para diferentes eventos de acuerdo con las características del municipio. Además es importante integrar la distribución de los recursos para lograr una representación simultánea de los recursos y de las restricciones para el uso, que permita una escogencia racional del mejor aprovechamiento posible de la tierra en función de su vocación natural.

La localización de los aspectos específicos exigidos por al reglamentación de la Ley 388 (Decreto 879 de 1998, Art. 14) se obtiene también utilizando la información de los mapas anteriores y la inspección directa necesaria, a saber:

- Áreas de conservación y protección de los recursos naturales
- Conjuntos urbanos, históricos y culturales
- Áreas expuestas a amenazas y riesgos
- Infraestructura para vías y transporte
- Redes de servicios públicos
- Equipamientos colectivos y espacios públicos libres para parques y zonas verdes y el señalamiento de las cesiones urbanísticas gratuitas correspondientes a dichas infraestructuras.
- La estrategia de mediano plazo para programas de vivienda de interés social.
- Planes parciales y unidades de actualización urbanística.

El modelo territorial se debe sustentar en los sistemas estructurantes, que en la mayor parte de los casos se refieren a una estructura ecológica principal, a una estructura urbana y una estructura rural. La definición, delimitación y manejo de estos sistemas requiere el conocimiento de las amenazas y riesgos como elementos determinantes, dado que, por un lado dichos sistemas deben establecerse a partir de principios como la sostenibilidad y la seguridad y, por otro, se debe proteger la estructura ecológica principal, que tiene como base la estructura ecológica, geomorfológica y biológica original existente en el territorio.

Una vez definido el modelo territorial se realiza la clasificación del suelo que divide el territorio en suelo urbano, suelo rural y suelo de expansión urbana; al interior de estas clases podrán establecerse las categorías de suburbano y de protección. En este momento se establecen las normas estructurales, generales y complementarias y los proyectos estratégicos estructurantes de largo plazo.

También se debe tener en cuenta que la Prevención y Reducción de Riesgos y la planificación territorial son procesos dinámicos que requieren continuas revisiones y actualizaciones, y además se debe considerar que la incorporación de políticas de prevención de desastres y mitigación de riesgos en el Ordenamiento Territorial de los municipios debe estar ligada al plan de prevención y atención de emergencias que se desarrolla para cada municipio.

La implementación comprende al menos dos procesos: el desarrollo reglamentario de las normas definidas en el plan y el seguimiento. El seguimiento básicamente consiste en evaluar los avances entre la situación del municipio en el momento de elaboración del diagnóstico (línea base) y el escenario propuesto para el desarrollo del municipio (línea horizonte), este proceso se lleva a cabo de manera permanente a lo largo de la vigencia del POT, PBOT o EOT, por parte del municipio y con la participación de los actores interesados y en especial del Consejo Consultivo de Ordenamiento Territorial (DDT, 2005).

La evaluación comprende la apertura del espacio destinado a analizar y a ponderar los resultados de gestión del POT, a partir del seguimiento realizado a las acciones y proyectos -estructurales y no estructurales- de prevención de desastres y de mitigación de riesgos, con la participación de los actores del proceso, autoridades, funcionarios, técnicos y representantes de la comunidad, desde su propuesta, elaboración hasta su implementación. El instrumento indicado para el seguimiento es el expediente municipal. La operatividad del proceso deberá determinarse a través de la definición de indicadores de efectividad e impacto y la constitución de las veedurías ciudadanas por cada uno de las acciones y proyectos de prevención y reducción de riesgos.

El seguimiento y evaluación es un proceso ordenado por la ley 388 y está en relación directa con el montaje de expedientes municipales. Es además, condición imprescindible para iniciar el proceso de revisión del plan. La evaluación del Plan debe abordar solamente los aspectos que se consideren estratégicos en la perspectiva de desarrollo integral del municipio, y que sean fácilmente evaluables, porque cuentan con indicadores ya definidos o con la posibilidad de construirlos. Es fundamental tener en cuenta aspectos relacionados con déficits de suelo y de vivienda de interés social (VIS), cobertura de la prestación de servicios públicos, desarrollo del sistema vial y de transporte, equipamiento comunitario y estándares de espacio público.

3.5 MAPAS PROPUESTOS EN EL PRESENTE ESTUDIO

En este informe se presentan los siguientes mapas:

- Amenaza por erosión costera
- Riesgo físico y social por erosión costera

Se espera que estos mapas sean incorporados al POT del municipio con el fin de reemplazar los existentes. Adicionalmente resulta necesario que se definan las zonas de aislamiento en la playa con el fin de que se establezcan las correspondientes zonas de retiro y protección y se restrinja al uso de dichas áreas para la construcción de viviendas.

CONTENIDO

9	DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL	4-1
9.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
9.2	ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES	4-1
9.2.1	Consideraciones técnicas	4-1
9.2.2	Consideraciones ambientales	4-1
9.2.3	Consideraciones Urbanísticas.....	4-2
9.3	DISEÑO DE OBRAS.....	4-2
9.4	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	4-3

4 DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

4.1 INTRODUCCIÓN

A partir del planteamiento general de obras presentado en el Capítulo 7, las cuales se enmarcan dentro del plan general de acciones propuesto y cuyo objetivo específico es minimizar los niveles de amenaza a que está expuesta la comunidad que habita el sector de Punta De las Vacas, se presenta en este capítulo las obras propuestas y su priorización. En el Anexo I que corresponde al diseño de obras, se presentan los planos de localización, planos de diseño y cálculos de cantidades de obra y presupuesto realizados.

Es de resaltar que las obras aquí expuestas buscan la protección de la línea de costa en el sector de Punta de las Vacas - zona urbana del Municipio de Turbo. Se debe tener en cuenta que además de las obras planteadas para la mitigación y control de los procesos erosivos que afectan la línea de costa es necesario el mejoramiento de la vía de acceso al sector que incluya elementos del espacio público como son andenes y sistema de drenaje de las aguas de escorrentía.

4.2 ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES

4.2.1 Consideraciones técnicas

El sector de Punta de las Vacas se encuentra afectado por un proceso de erosión costera que ha traído el avance de la línea de costa afectando a la comunidad asentada y a la infraestructura urbana que conforma el sector.

La principal infraestructura afectada es la vía de acceso al sector que comunica con el batallón y el guarda costas, infraestructura esencial para la región. La dinámica del avance de la línea de costa por la erosión costera es alta y obedece a la pérdida del equilibrio natural y se ha visto controlada localmente por acciones de construcción de protecciones poco técnicas, las cuales no han evitado su avance. En la medida que pasa el tiempo el nivel de penetración de la línea de costa es mayor.

Lo anterior implica la necesidad de implementar obras que busquen controlar el proceso erosivo, bien actuando sobre los agentes que producen la erosión o protegiendo la playa con obras resistentes.

4.2.2 Consideraciones ambientales

El sistema de playa como un elemento que se constituye como espacio público de uso común se encuentra protegido por la legislación nacional tanto en el código de recursos naturales como en la constitución política nacional.

Condición que obliga a restituir esta zona al Municipio, para el disfrute de la comunidad. Por lo tanto la zona de playa recuperada debe ser protegida como zona de protección con un manejo ambiental que permita preservar su condición.

Lo anterior implica la reubicación de familias e instituciones que funcionan en esta zona e igualmente implica la demolición, adecuación y rehabilitación de la zona de playa.

4.2.3 Consideraciones Urbanísticas

El desarrollo urbano del sector de Punta de las Vacas, implicó que se construyera sobre la zona de playa de manera paralela de la línea de costa. Con el avance de la línea de costa los procesos erosivos han y están afectando a las construcciones, lo que ha configurado una situación de riesgo.

Como eje urbanístico del sector se encuentra la vía de acceso, sobre la cual se organizó la distribución de las manzanas de manera paralela a la misma. Las viviendas afectadas se encuentran de la vía hacia el sector de bajamar, mientras las viviendas localizadas en la parte interior de la costa a la fecha no se han afectado todavía, por la misma presencia de la vía y de las construcciones localizadas en la parte exterior de la misma.

Si se plantea la rehabilitación de la zona de playa, la vía sería la infraestructura que delimitaría la zona de playa con la zona urbana condición urbanísticamente favorable. Lo que implica la necesidad de rehabilitar la vía de acceso con la conformación de andenes y obras de protección contra el avance de la línea de costa.

4.3 DISEÑO DE OBRAS

A continuación se presentan los resultados de los diseños detallados de las obras planteadas como control del proceso erosivo de costa que deben ser implementadas en la zona de playa en el sector de Punta de las Vacas.

La intervención contempla la implementación de obras de mitigación y control del proceso erosivo y a su vez permitan la recuperación de playa y por ende la de mejorar las condiciones del entorno. Los planos de localización y diseño de obras se presentan en el Anexo I de este informe.

Obras para el control de erosión costera:

- Sistema de rompeolas

Se propone la construcción de un sistema de diez rompeolas localizados aproximadamente a 50 m de la línea actual de costa de manera paralela a la misma, excepto en la zona norte en donde se encuentra a una distancia cercana a los 100 m. La longitud total del sistema es de 1.45 km y conformados por tramos de 100 m y separados 50 m.

Se considera muy importante la continuidad de los tramos por lo que se buscó un sistema o tecnología que nos permitiera esta condición, se optó por el uso de los geotubos.

El dimensionamiento de estos se determinó buscando que la altura del sistema fuera capaz de controlar el frente de olas o de la marejada, de tal manera que redujera sustancialmente su energía, a tal punto que su efecto erosivo se minimizara.

La disposición geométrica del sistema igualmente busca revertir el proceso erosivo y generar una acumulación de sedimento recuperando playa. Esto aprovechando la pluma de sedimentos que genera la desembocadura del río Turbo, localizada en la parte norte del sector de Punta de las Vacas.

Teniendo en cuenta las características de los geotubos, se propone la protección de los mismos con un sistema tipo colchacreto en el nivel superior del rompeolas en geotubos, resistente especialmente a la acción del hombre.

4.4 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Tabla 4-1 Tabla 4-1 se presentan las cantidades de obra por ítem establecido y el presupuesto estimado para la construcción de las diferentes tipos de obras contempladas en los diseños; los precios unitarios establecidos para este fin, han sido generados de acuerdo con las condiciones que imponen las características del sector y de las mismas obras.

Tabla 4-1. Cantidades de obra y presupuesto

ITEM	ACTIVIDAD	UN	CANT	Vr. UNITARIO	VR. TOTAL
1	OBRAS DE MITIGACIÓN EROSIÓN COSTERA				
1,1	Suministro, transporte e instalación de geotubo, perímetro 12.90 m, altura 1.8 m, área transversal 8.6 m ² (incluye transporte derelleno, equipo y mano de obra)	M3	28.300	\$78.120	\$2.210.796.000
1,1	Suministro, transporte e instalación de revestimiento para geotubos con concreto colchacreto pf t (incluye transporte derelleno, equipo y mano de obra)	M2	850	\$52.100	\$ 44.285.000
SUB TOTAL					\$2.255.081.000

VALOR COSTO DIRECTO	\$ 2.255.081.000
A. ADMINISTRACIÓN	24,00% \$ 541.219.440
I. IMPREVISTOS	3,00% \$ 67.652.430
U. UTILIDAD	5,00% \$ 112.754.050
IVA	16,00% \$ 18.040.648
VALOR COSTO INDIRECTO	\$ 739.666.568

VALOR COSTO TOTAL	\$ 2.994.747.568
--------------------------	-------------------------

Las cantidades de obra se obtuvieron a partir de los planos de construcción, planta y detalles, empleando las unidades de medidas establecidas en las especificaciones adoptadas y ya referidas. El cálculo de cantidades de obra se adelantó en forma ordenada y sistemática como se muestra en las memorias correspondientes que se presentan en el Anexo I.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el sector de Punta Las Vacas la amenaza está directamente ligada al cambio climático y al calentamiento global, que trae como consecuencia el incremento del nivel del mar, el que a su vez, hace que las olas, mareas y corrientes penetren más en tierra firme, generando la inestabilidad de la línea de costa. Más específicamente, la erosión costera en Turbo sector Punta de Las Vacas, es causada principalmente por factores marinos - corrientes, olas y mareas - que al combinarse generan la inestabilidad física de la playa al incidir directamente sobre los sedimentos finos no consolidados que la conforman.
- La Inestabilidad de la Línea de Costa y en especial el cambio físico de una playa, se determinan por dos tipos de manifestaciones, una que ocurre en forma longitudinal (Transporte litoral de sedimentos) y otra en forma transversal (Cambio estacional del perfil de la playa). Cuando no se presentan cambios significativos en la morfología de la playa, se dice que la playa está en un equilibrio Dinámico o Perfil de Equilibrio. Para nuestro caso este equilibrio dinámico no ocurre en las playas de Punta las Vacas y por el contrario se han presentado cambios muy significativos en el volumen del material de arrastre (arena) y el perfil de la playa está cambiando permanentemente, por la acción erosiva de vientos, olas y mareas.
- Algunas acciones antrópicas que se aprecian en las playas de Punta las Vacas y que inciden en la ocurrencia de los procesos de erosión costera son: la presencia de rellenos y compactación indiscriminada de lotes costeros, la eliminación paulatina de la cobertura vegetal, la falta de manejo de las descargas de las aguas negras y pluviales a la costa, la construcción de la vía a Punta Las Vacas sin ningún tipo de estudio que ocasionó el hundimiento y compactación de la bancada y la pérdida de las antiguas dunas, la urbanización costera sin planeamiento o desarrollo urbanístico y de servicios públicos y la construcción empírica e inadecuada de defensas de playa.
- Dado que el sector de Punta las Vacas es una zona muy plana y que no es un terreno consolidado, formado por arenas sedimentarias aportadas por el río Turbo, que son fácilmente erosionables, se establece que el incremento del nivel del mar traerá graves consecuencias en la estabilidad del sector, ya que los trenes de olas provenientes de la entrada del Golfo de Urabá serán llevados paulatina e inexorablemente a reventar cada vez más al interior de la pluma sedimentológica de Punta las Vacas. Esta acción ocasionará el incremento de las olas al golpear sobre la playa y al incremento de los volúmenes de la erosión costera.
- De acuerdo con los datos obtenidos en el terreno y mediante el análisis de las fotografías aéreas, se ha podido determinar que se han perdido aproximadamente 50 metros de playa a lo largo de todo el sector en los últimos cincuenta años y si se compara esta acción, con el incremento del nivel del mar en este mismo periodo de tiempo, que es de unos 0,50 metros, se puede determinar que por cada centímetro que se incrementa el nivel del mar, se pierde un metro de playa y avanza el mar esta misma distancia hacia el interior de esta franja costera.

- Dadas las características permanentes y progresivas del fenómeno de erosión costera por incremento del nivel del mar, no se puede determinar un periodo de retorno sobre el cual calcular tasas de ocurrencia o modelos de mitigación, ya que no hay ciclos de repetición o recurrencia estimada que se puedan medir, simplemente se tiene una tasa aproximada de 1 a 1.5 centímetros por año de incremento del nivel mundial. Desafortunadamente ante esto, es muy poco lo que se puede hacer a nivel local, ya que este fenómeno es a nivel mundial, causado por el efecto de invernadero que cubre a todo el planeta.
- La vulnerabilidad física de las construcciones se estableció con base en la matriz de afectación y el nivel de exposición de los elementos expuestos. Así las construcciones localizadas entre la vía y la playa se definen como de alta vulnerabilidad, mientras las construcciones localizadas en la parte interna de la vía se clasifican de vulnerabilidad media. Ahora, los sectores donde la comunidad ha construido protecciones en las base de los cimientos de las edificaciones, con elementos de concreto, la vulnerabilidad se reduce a media. La vía presenta una alta vulnerabilidad en la zona o sectores donde no existen construcciones entre esta y la playa, y donde estas existen el nivel de vulnerabilidad se reduce a media o baja porque su nivel de exposición baja.
- En lo que se refiere a la vulnerabilidad social, para las manzanas ubicadas en el área de estudio en este municipio se obtuvo una distribución de la vulnerabilidad social predominantemente “Muy alta” y “Alta”. Esto indica que las medidas de mitigación deben contemplar acciones que minimicen esta vulnerabilidad, de tal forma que repercutan en una mejor calidad de vida de los habitantes de este sector.
- En el municipio de Turbo se encuentra constituido y en funcionamiento el Comité Local de Prevención y Atención de Desastres – CLOPAD y se cuenta con un Plan Local de Emergencias y Contingencias, pero no se han definido estrategias de mitigación de riesgos, ni se cuenta con un sistema de alarmas. No se realiza una sistematización de los reportes que se generan en cada uno de los eventos de inundaciones que ocurren, con el fin de estimar los daños ocurridos y las pérdidas ocasionadas por ellos. Adicional a esto, los recursos disponibles resultan insuficientes en muchos de los casos para la renovación y adquisición de equipos, así como para realizar obras de mitigación.
- En la evaluación del riesgo se consideró el nivel de afectación de las construcciones dada su localización y la presencia o ausencia de obras de protección. En zona de riesgo alto por erosión costera se encuentran algunas manzanas del Barrio El Progreso y Barrio La Playa, mientras que en zona de riesgo medio por erosión costera se encuentra una manzana del Barrio La Playa y en zona de riesgo bajo se encuentran algunas manzanas del Barrio La Playa de acuerdo con lo que se muestra en el Anexo H en el plano H-1.
- Se puede afirmar que el nivel de riesgo actual que afecta a la comunidad se puede mitigar e incluso revertir con la conformación de obras de protección de costa. En este caso se considera la construcción de rompeolas localizados en forma paralela a lo largo de la línea de costa con el fin de que causen la reducción de la energía de la onda al llegar a la línea de costa y que puedan llegar a recuperar playa. Obviamente este tipo de obra requiere ser complementada con acciones de control de uso del

suelo, que eviten que el área recuperada sea ocupada nuevamente y además se debe establecer y normatizar la zona de playa, de manera congruente con los resultados del presente estudio y con las obras propuestas para el control y mitigación del riesgo por erosión costera en el sector de Punta las Vacas - Turbo.

- Dentro de las medidas de mitigación no estructurales que se han considerado se encuentran la regulación del uso del suelo buscando que la playa sea respetada como zona de conservación y protección ambiental de uso recreativo, la reubicación de viviendas de las manzanas 002, 004, 008 y 009 del Barrio 021 La Playa, y parte de la manzana 002 del Barrio 020 El Progreso, y la recuperación urbanística y adecuación paisajística del área incluyendo el mejoramiento de las vías del sector y la construcción de andenes y/o alamedas. Finalmente dentro de las medidas no estructurales se ha considerado la información pública para suministrar mediante campañas educativas la información y capacitación necesaria para mejorar la actitud de la comunidad frente a su medio físico, su entorno habitacional y ambiental.

1 BIBLIOGRAFÍA

CONVENIO CORPOURABÁ, ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL, UNIVERSIDAD NACIONAL, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, ESAP, 2000. Plan de ordenamiento territorial municipio de Turbo.

CORPOURABÁ, 2008. Plan local de emergencias y contingencias municipio de Turbo.

CORPOURABÁ - INGEOMINAS, 1993. Evaluación de amenazas geológicas en el Municipio de Turbo.

DECLARACIÓN DE MANIZALES. 2004. Conferencia Interamericana sobre reducción del riesgo de los desastres. Reflexiones y propuestas para mejorar la efectividad de la gestión. Noviembre 17, 18 y 19, Manizales, Colombia.

DANE, 1993. Mapa zona urbana municipio de Turbo sectores, secciones, manzanas y vías.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE HYOGO. Erosión control in Hyogo.

DIRECCIÓN DE DESARROLLO TERRITORIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía metodológica 1 Incorporación y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial. Bogotá, 2005.

D.N.P.A.P., 1988. Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Bogotá.

HAFFER, J. & BEATTIE, D. 1959. On the Geology of the Uraba (Northwest Colombia). Mobil GGR 483. Bogotá.

HAFFER, J. 1967. On the Geology of the Urabá and northern Chocó report. 357 (mecanografiado). p. 1-105. Ecopetrol. Bogotá.

IGAC, 1972. Plancha topográfica 79-II-C Escala 1:25000.

IGAC, 1976. Fotografías aéreas 43, 44 Escala 1:9150. Vuelo R-735-9-76.

IGAC, 1989. Fotografías aéreas 492,493 Escala 1:12100. Vuelo R-1148.

IGAC, 2004 Fotografías aéreas 95-97 Escala 1:10410 y 105-107 Escala 1:10380. Vuelo C-2725.

IGAC - ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS. Proyecto Darién: Estudio para la orientación del desarrollo integral de la región del Darién colombiano, Medellín, 1978. 171 p.

IGAC – INGEOMINAS. 2006. Estudio Integral del Andén Pacífico Colombiano, Tomo I Geología, 168 p.; Tomo II Geomorfología, 66 p. Bogotá.

INGEOMINAS, 1993. Evaluación de amenazas geológicas en el área urbana del municipio de Turbo.

INGEOMINAS, 1995.- Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, Antioquia.

INGEOMINAS, 1999. Geología del departamento de Antioquia. Plancha Escala 1:400000.

INGEOMINAS, 2001. Mapa geológico del departamento de Antioquia Escala 1:400000. Memoria explicativa.

INGEOMINAS, 2003. Geología de los cinturones Sinú-San Jacinto. Planchas 50 Puerto Escondido, 51 Lorica, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta. Escala 1:100000. Memoria explicativa.

INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES. 1994. Plan de desarrollo de Urabá con énfasis en lo ambiental. Universidad de Antioquia. Medellín.

INVEMAR, 2004. Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (Sector Arboletes-Turbo) Costa Caribe colombiana. Iván D Correa y Georges Vernet. Boletín de Investigación Marina y Costera No 33, pp 7-28

JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE E.U., 2006. Guía Metodológica para la Evaluación, Zonificación y Reducción de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa a Escala de Detalle.

LEONE F., 1996. Concept de Vulnerabilite Applique a L. Evaluation Des Risques Generes par les Phenomenes de Mouvements de Terrain. Université Joseph Fourier Grenoble; These de Doctorat, Grenoble.

MILLAN J., 1988. Lineamientos Metodológicos Para la Evaluación de la Amenaza por FRM.

MILLAN J. GONZALEZ A, 2000. Evaluación Sistemática de Procesos y Efectos de Fenómenos de Remoción en Masa en Santa Fe de Bogotá - Propuesta Metodológica, VIII Congreso Geotecnia.

SANCHEZ SILVA, MAURICIO, 2005. Introducción a la Confiabilidad y Evaluación de Riesgos, U. de los Andes.

TERLIEN M.T.J. 2005. Modelling Spatial and Temporal Variations in Rainfall - Triggered Landslides. The Integration of Hidrology Models Slope Stability Models and Geographic Information Systems for the Hazard Zonation of Rainfall - Triggered Landslides whit Examples from Manizales (Colombia) ITC, Publication NO. 32.