

PLANOS

ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS DE ORIGEN NATURAL
DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE URABÁ
COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN LA PLANIFICACIÓN DEL
TERRITORIO

SAN PEDRO DE URABÁ



CONTRATO CONSULTORÍA 200-10-01-09-0178-11 -CORPOURABA



ABRIL DE 2012

CONTENIDO

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- 1 Localización general del municipio de San Pedro de Urabá. Fuente: sanpedrodeuraba-antioquia.gov.co	1-2
Figura 1- 2 Vista general del municipio de San Pedro (Zona Urbana Consolidada).	1-3
Figura 1- 3 Imágenes del Río San Juan (derecha) y Qda San Pedro (izquierda), los cuales han ocasionado inundaciones a zonas de la Cabecera Urbana del municipio de San Pedro de Urabá.....	1-4

ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS DE ORIGEN NATURAL DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE URABÁ

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Corpourabá, a través del Contrato de Consultoría No 200-10-01-09-0178-11 en el marco del Plan de Acción para la Atención de la Emergencia y la Mitigación de sus Efectos - PAAEME, acordó con el Consorcio JAM-IGR la realización de un estudio para la zonificación de amenazas y riesgos de origen natural en las áreas urbanas de los municipios de Frontino, Giraldo, San Juan de Urabá y San Pedro de Urabá, y en los centros poblados de Pavarandocito y Belén de Bajirá del municipio de Mutatá, 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 ha incrementado el riesgo causado por eventos de origen natural como inundaciones, erosión fluvial e inestabilidad de taludes, debido en gran parte al Fenómeno de la Niña que ha azotado al País en el año 2010 - 2011. En estos 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 y han afectado las comunidades de los barrios construidos en las zonas de riesgo.

El desarrollo de los trabajos contempla la realización de las siguientes actividades: levantamiento topográfico, levantamiento geológico, zonificación geomorfológica, análisis de información climática, hidrológica e hidráulica, análisis de antecedentes, e identificación de procesos, 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 municipio de San Pedro de Urabá se encuentra localizado en la zona noroccidental del país en el departamento de Antioquia, cerca al Golfo de Uraba, en la subregión del Urabá Antioqueño. Limita al norte con el municipio de Arboletes, al sur con el municipio de Tierralta (Córdoba), al occidente con el municipio de Turbo y al oriente con el municipio de Valencia (Córdoba). Su cabecera dista 409 kilómetros de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia.

Se ubica en las estribaciones de la Serranía de Abibe. Su ubicación le permite ser una región de clima tropical húmedo, con temperatura promedio de 27 grados centígrados y una altura de 200 metros sobre el nivel del mar.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la localización a nivel regional de la zona de estudio.



Figura 1- 1Localización general del municipio de San Pedro de Urabá. Fuente: sanpedrodeuraba-antioquia.gov.co

1.2.2 Generalidades

El Municipio de San Pedro de Urabá tiene una extensión de 476 km², de los cuales 3,15 km² corresponden al casco urbano.

La cabecera Municipal está ubicada a 200m.s.n.m. y sus coordenadas son 8° 16' 31" de Latitud Norte y 76° 22' 35" de Longitud Oeste. Su población actual es de 32.513 habitantes, donde 13000 corresponden a la zona urbana y su área de 315 Ha determinan una densidad poblacional de 41 Habitantes por hectárea, esta densidad se puede caracterizar como media y acorde con unas amplias áreas libres dentro del sector urbano que están dispuestas a ser consolidadas.

Su topografía es relativamente plana a ondulada en la zona urbana, y es atravesada por el Río San Juan y la Quebrada Pirú, los cuales tienen cierto comportamiento meándrico, presentando algunos procesos de inestabilidad de márgenes y desbordándose.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta una vista general del municipio de San Pedro.



Figura 1- 2 Vista general del municipio de San Pedro (Zona Urbana Consolidada).

Fuente: Municipio

1.2.3 Área de estudio

La zona de estudio, se encuentra dentro del casco urbano del Municipio de San Pedro de Urabá, siendo de principal interés el área de influencia del Río San Juan y la Quebrada El Pirú.

El desarrollo urbano se encuentra limitado al oeste por el río San Juan y la quebrada El Pirú, que lo atraviesan de sur a norte y que generan eventos amenazantes en épocas invernales asociados a la inundación y al desprendimiento de material en taludes contiguos a las áreas residenciales, ubicadas sobre su ribera. Ver Figura 1-3.



Figura 1- 3Imágenes del Río San Juan (derecha) y Qda San Pedro (izquierda), los cuales han ocasionado inundaciones a zonas de la Cabecera Urbana del municipio de San Pedro de Urabá.

Fuente: Elaboración Propia

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo general

Zonificar las amenazas y riesgos de origen natural del área urbana del municipio de San Pedro de Urabá como herramienta fundamental en la planificación del territorio.

1.3.2 Objetivos específicos

Se plantea realizar un proyecto de Zonificación por Amenazas y Riesgos en el área urbana del municipio de San Pedro de Urabá, siendo estructurado por los siguientes elementos:

- Realizar la zonificación de amenazas, vulnerabilidad y Riesgo en el área urbana del municipio de acuerdo a una evaluación multidisciplinaria y técnica.
- Realizar la evaluación geológica, geomorfológica e hidráulica que proporcione los criterios básicos para la determinación del grado de amenaza por inundación.
- Realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geotécnica que proporcione los criterios básicos para la determinación del grado de amenaza por procesos de inestabilidad de márgenes.
- Realizar un diagnóstico y caracterización de la zona urbana en cuanto a viviendas y población, asociando sus características a su respuesta frente a los eventos amenazantes.
- 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 la 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 del área urbana del municipio de San Pedro de Urabá, y contempla los siguientes aspectos:

1.3.3.1 Estudios básicos

Los estudios básicos considerados son los siguientes:

- Geología y geomorfología: Realización de un levantamiento geológico en una base cartográfica a escala adecuada (1:2000), además de un diagnóstico que contemple la descripción litológica, origen, espesor, distribución, perfiles y características estructurales. Además se considera la elaboración de una zonificación geomorfológica del área de estudio en donde se detallen los procesos morfodinámicos actuantes.
- Clima, Hidrología, hidráulica e Hidrogeología: Además del análisis de la información climática disponible, se considera una evaluación hidrológica e hidráulica, incluyendo la realización del levantamiento topográfico necesario del cauce y de las orillas del río San Juan y la quebrada Pirú, con detalles de taludes, barras, paramentos y vías en la zona de influencia o de alcance de los procesos de inundación y erosión fluvial y con secciones transversales a lo largo de las corrientes hídricas y perfil del mismo.
- Exploración Geotécnica: Se realizará en aquellas zonas donde se requiera caracterizar las condiciones geotécnicas de acuerdo a las recomendaciones del estudio geológico y geomorfológico.

1.3.3.2 Evaluación de amenazas

La evaluación de amenazas se realizará de acuerdo con la caracterización geológica, geomorfológica e hidráulica en las áreas urbanas de los municipios. La zonificación de amenazas será trabajada sobre una base cartográfica a escala adecuada.

1.3.3.3 Evaluación de vulnerabilidad

En el análisis de vulnerabilidad se determinará el grado de exposición y predisposición del área de estudio ante los fenómenos amenazantes identificados, y contempla la evaluación de la vulnerabilidad física, ambiental 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, económicas y ambientales 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 considera la realización de una serie de actividades según se describe a continuación:

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. Las fuentes de esta información secundaria incluyen IGAC, Ingeominas, Catastro, DANE, SISBEN, entre otros.

1.4.2 Elaboración de la cartografía base

Para la generación de la cartografía base se considera inicialmente la realización del levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de los sectores de interés, a partir una georeferenciación adecuada, incluyendo la toma de secciones transversales de las corrientes de agua a estudiar en cada sitio, y detallando las vías existentes, las obras de drenaje, protección y/o contención, además de la ubicación de los paramentos de la zona urbana aledaños a las corrientes de agua estudiadas.

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 para cada sitio, 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. Como resultado de esto se generará un mapa de zonificación geomorfológica del área de estudio.

1.4.4 Análisis hidrológico

El análisis hidrológico comprende inicialmente la caracterización física de la zona de estudio y la caracterización hidrológica general a partir de los aspectos observados en la visita de campo y de lo encontrado en la información secundaria consultada. Esta actividad también incluye la recopilación de información como valores de precipitación, temperatura, evaporación o brillo solar, con base en la cual se debe adelantar la respectiva evaluación de los aspectos climatológicos de la zona de estudio.

1.4.5 Análisis hidráulico

Este análisis incluye la revisión de antecedentes de inundación y socavación, el análisis del manejo actual de las aguas de escorrentía y la realización de un inventario de procesos de inundación y erosión, a partir de la información obtenida al inicio del estudio, de lo observado en la visita de campo y de los datos suministrados por los pobladores de los sectores afectados por estos fenómenos. También comprende el análisis del sistema de drenaje y el cálculo de crecientes para diferentes periodos de retorno. Como resultado

de la identificación de las zonas afectadas por fenómenos de inundación, socavación y procesos erosivos se generarán los planos de localización y zonificación respectivos.

1.4.6 Análisis geotécnico

Con base en la información geológica, geomorfológica y geotécnica disponible, y a partir de lo observado en la visita de campo, se llevará a cabo un inventario de los procesos de inestabilidad de las márgenes de las corrientes de agua u otros procesos considerados en el desarrollo del estudio. A partir de lo anterior 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 cada sector, con el fin de realizar posteriormente los análisis geotécnicos que se requieran, tanto para evaluación de la estabilidad de las márgenes como de capacidad de soporte para las obras de protección o mitigación que se diseñen.

1.4.7 Análisis detallado de la amenaza

El análisis de la amenaza se hace de acuerdo con los criterios geomorfológico e hidrológico 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.

1.4.8 Análisis detallado de la vulnerabilidad

Al inicio de esta actividad 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 la corriente de agua considerada. 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.

1.4.9 Evaluación 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.

1.4.10 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, su factibilidad y la relación costo/beneficio, 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.

1.4.11 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.

1.4.12 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.

1.4.13 Informe final

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

CONTENIDO

2 ANTECEDENTES, DIAGNÓSTICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	2-1
2.1 INTRODUCCIÓN.....	2-1
2.2 ANTECEDENTES	2-1
2.2.1 Aspectos geológicos descritos en el POT	2-1
2.2.2 Eventos y amenazas identificadas en el POT.....	2-1
2.2.2.1 Erosión lateral de ríos y quebradas	2-1
2.2.2.2 Sedimentación.....	2-2
2.2.2.3 Inundaciones	2-2
2.2.2.4 Erosión de suelos	2-3
2.2.2.5 Amenaza sísmica	2-3
2.2.3 Evento del 9 de Junio de 2010.....	2-4
2.2.4 Evento del 15 de diciembre de 2010.....	2-5
2.3 DIAGNÓSTICO: DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA	2-6
2.4 MARCO CONCEPTUAL	2-8
2.4.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE	2-8
2.4.1.1 Generación de Cartografía Base	2-8
2.4.1.2 Caracterización física	2-9
2.4.2 MODELOS DE ANÁLISIS.....	2-11
2.4.2.1 Evaluación de la Amenaza por inundación.....	2-11
2.4.2.2 Evaluación de la Amenaza por Avenidas Torrenciales.....	2-11
2.4.2.3 Evaluación de la Amenaza por inestabilidad de las márgenes y fenómenos de remoción en masa.....	2-11
2.4.2.4 Análisis de Vulnerabilidad.....	2-12
2.4.2.5 Riesgo frente a la ocurrencia de los eventos amenazantes	2-13
2.4.2.6 Plan de medidas de reducción del riesgo	2-13
2.4.3 MARCO METODOLÓGICO PARA EVALUACIÓN DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO.....	2-16
2.4.3.1 Análisis detallado de la amenaza	2-17
2.4.3.2 Análisis detallado de la vulnerabilidad	2-18
2.4.3.3 Análisis detallado del riesgo	2-20

LISTA DE FIGURAS

Figura 2- 1 Fotografía de la zona central del municipio de San Pedro de Urabá (cerca al cementerio) donde se evidencia el nivel que alcanzó el agua en esta zona el día de la emergencia.	2-4
Figura 2- 2 Fotografía de la zona central del municipio de San Pedro de Urabá (cerca al puente colgante que comunica la zona central con el barrio Urabá)	2-5
Figura 2- 3 Socavación lateral, Inestabilidad de Márgenes debido al comportamiento sinuoso o meándrico.....	2-7
Figura 2- 4 Río San Juan.	2-7
Figura 2- 5 Diagrama de flujo para la evaluación del riesgo	2-21

2 ANTECEDENTES, DIAGNÓSTICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación la conceptualización del estudio y la problemática de riesgo natural por inundación, avenidas torrenciales y/o fenómenos de remoción en masa, a partir de la valoración respectiva de la amenaza y la vulnerabilidad asociada a cada evento sobre los drenajes y laderas vecinas que delimitan el área urbana del Municipio de San Pedro de Urabá.

2.2 ANTECEDENTES

A continuación se describen los estudios anteriores, los eventos relevantes y demás acontecimientos que permitan aportar información primaria y caracterizar los posibles daños.

2.2.1 Aspectos geológicos descritos en el POT

La zona urbana del municipio de San Pedro de Urabá, esta localizada en su totalidad sobre depósitos aluviales del río San Juan; en estos sedimentos de edad cuaternaria se originaron tres niveles de terrazas y la llanura de inundación. Las diferencias en altura de estas superficies son muy pequeñas, motivo por el cual son difíciles de separar en fotos y en el campo se pasa casi insensiblemente de uno a otro.

El área donde se emplazan las edificaciones en la zona urbana consolidada es de característica topográfica plana con inclinaciones menores a 3° y donde existen geoformas algo definidas.

La llanura de inundación aparece como corredores estrechos a lo largo de las corrientes principales. Tiene altura relativa que varía entre menos de uno hasta dos metros. Las llanuras de inundación con mejor expresión cartográfica son las formadas por el Río San Juan y las quebradas Pirú, aguas Claras y del Medio, ya que las demás corrientes son apenas pequeños caños con muy poco caudal. Por su naturaleza y altura relativa son las zonas más propensas a inundaciones periódicas.

2.2.2 Eventos y amenazas identificadas en el POT

La ubicación geológica y geomorfológica de la zona urbana de San Pedro de Urabá, hace que este municipio tenga buenas facilidades para la expansión en condiciones de seguridad, desde el punto de vista de las amenazas geológicas; sin embargo, deben tenerse algunas precauciones con los siguientes aspectos:

2.2.2.1 Erosión lateral de ríos y quebradas

Por su ubicación en un valle aluvial ancho, de muy baja pendiente longitudinal y por la litología, compuesta esencialmente de material limo arcilloso y limo arenoso, producto de

la sedimentación, tanto del Río San Juan como de los afluentes principales que cruzan la zona urbana, estos han desarrollado un patrón sinuoso a meándrico.

Una de las características de este tipo de corriente es el desarrollo de curvas sucesivas que cambian de forma y se desplazan lateral y longitudinalmente debido a la erosión lateral de sus orillas:

- En una corriente meándrica, la parte externa o cóncava de una curva está sometida a continua erosión lateral mientras que la porción interna o convexa se expande gradualmente debido a la acumulación paulatina de sedimentos, conocida como una barra puntual.
- La continua erosión de las partes externas de curvas sucesivas hará que con el tiempo ambas concavidades se aproximen hasta unirse dando lugar a un nuevo canal y dejando separado el anterior cauce, el cual se conoce como un meandro abandonado o madre vieja, que se llenará en poco tiempo de sedimentos finos aportados por el río durante las crecientes.

Utilizando este esquema de comportamiento fluvial, se identificaron varios lugares donde es probable que presente erosión lateral, que pone en peligro algunas construcciones y donde se deben tomar correctivos a fin de evitar estos problemas.

En la Quebrada del Pirú se presentan la mayor parte de puntos donde hay construcciones que puedan ser afectadas; debido a que el río San Juan está algo retirado de la parte urbanizada, no se señalo en este ningún punto de interés aunque por su dinámica presenta las mismas características de la quebrada. En la Quebrada del Medio pueden existir igualmente puntos de erosión pero debido a su poco caudal este proceso no se considera importante.

2.2.2.2 Sedimentación

El Río San Juan presenta una fuerte sedimentación de su cauce debido seguramente al avanzado estado de deforestación a que fue sometida su cuenca en épocas bastantes recientes; ésta creciente sedimentación del río producirá la disminución de la velocidad de flujo y podrá ocasionar, además de problemas de erosión lateral adicionales, dificultades sanitarias.

2.2.2.3 Inundaciones

Debido a la ausencia de medidas sistemáticas de caudales, en el Río San Juan es difícil determinar la extensión de las zonas inundables; la llanura de inundación, delimitada mediante recorridos de campo y fotointerpretación, es la zona más propensa a inundaciones periódicas; además no se descarta la probabilidad de que la terraza (T₃) sea igualmente afectada por crecientes de mayor caudal.

En el mapa de amenazas naturales, se presenta la llanura de inundación del Río San Juan y las Quebradas La Pirú y del Medio, y la terraza tres, como las zonas con mayor

probabilidad de ser afectadas por inundación, motivo por el cual deberán reservarse para actividades diferentes a la construcción de viviendas.

2.2.2.4 Erosión de suelos

Aunque este no es un problema urbano, afecta la principal actividad económica de sus habitantes como es la agricultura. Este tipo de amenaza natural no catastrófica, tiene su origen en la intensa e indiscriminada deforestación de los bosques naturales los cuales no fueron remplazados por nuevas plantaciones.

El proceso de erosión de suelos afecta esencialmente las zonas de montañas y colinas circundantes del municipio donde la pendiente juega un papel importante. Estudios específicos de este aspecto podrán contribuir a diseñar estrategias encaminadas a la conservación del suelo, el cual constituye el principal recurso económico del área.

2.2.2.5 Amenaza sísmica

La zona norte de Urabá Antioqueño ha sido identificada como una de las menos sísmicas del país aunque es necesario aclarar que se han registrado históricamente bastante sismos, algunos de estos lo suficientemente fuertes como para ser tenidos en cuenta en los municipios de la región. Además, el nivel de sismicidad es suficientemente importante para que las autoridades locales garanticen el estricto cumplimiento de las normas nacionales al respecto.

Sarria (1982) presenta un mapa de Colombia donde se muestran las curvas de magnitud últimas o sea la magnitud máxima que razonablemente podría esperarse dentro de un área sísmicamente activa; la zona norte de Urabá a que se refiere este trabajo, experimentaría una magnitud máxima probable, para un periodo de retorno de 50 años, de 7.4. a 7.8 en escala Richter.

La mejor forma conocida de mitigar los efectos ocasionados por un sismo es una combinación de medidas estructurales, representadas en la construcción de viviendas y edificios sismo – resistentes y la preparación de la comunidad para que sepa cómo actuar en caso de temblor.

Debido a que en la región predominan las construcciones de madera y techo pajizo no resulta tan dramática la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud como los ya ocurridos; sin embargo, las nuevas construcciones en mampostería, edificios, etc, deberán adaptarse a las normas establecidas por el decreto 1400 de 1984, llamado código de construcciones sismo resistentes, el cual es de obligatorio cumplimiento. Según ese decreto (Asociación Colombiana de Ingenieros) la zona norte de Urabá es de riesgo sísmico medio.

2.2.3 Evento del 9 de Junio de 2010

El área de estudio estaba siendo afectada por fuertes precipitaciones algunos días antes de presentarse la emergencia, sin embargo, sumado a la magnitud de la intensidad y frecuencia de las lluvias, el 9 de junio su duración fue mas extensa que las anteriores, según dicen duro alrededor de las 6 horas, lo que originó el aumento de los niveles de agua en el Rio San Juan represando consigo algunas quebradas en la zona urbana como lo son la Quebrada el Pirú, La Quebrada Aguas Claras y la Quebrada La Venada.

La Quebrada el Pirú se desbordó en algunos tramos que alcanzaron a afectar 72 predios que se emplazan cerca de las riveras, sin embargo, el nivel de las aguas no alcanzó los 50 cm de altura al interior de las viviendas las cuales se ubican en los barrios 16 de Mayo, Alfonso López, Las Palmas y El Pirú.

De otra parte el represamiento de las quebradas Aguas Claras y La Venada afectaron alrededor de 25 predios en el barrio Zoila López y La Rivera-Zoila López, en algunos predios el nivel de agua supero los 50 cm, pero según dicen los habitantes, la inundación solo tardo unas pocas horas.

El Rio San Juan provocó la mayor emergencia al dejar bajo agua a más de 10 predios ubicados en el barrio Urabá donde el nivel de sus aguas alcanzó los 1,8 metros de altura, además afectó las vías y algunos predios del barrio el Centro, incomunicando varios sectores dentro de la misma zona urbana. También la mayor parte de los potreros incluyendo el cementerio estaban cubiertos de agua. (Ver Figura 2-1).



Figura 2- 1 Fotografía de la zona central del municipio de San Pedro de Urabá (cerca al cementerio) donde se evidencia el nivel que alcanzó el agua en esta zona el día de la emergencia.

Fuente: CLOPAD Municipio de San Pedro de Urabá

Según algunos habitantes y actas del CLOPAD del municipio de Urabá, la emergencia fue advertida por medio de la emisora local.

2.2.4 Evento del 15 de diciembre de 2010

Esta emergencia es de características similares a la anteriormente descrita, producto del régimen de precipitaciones en la zona ligado al fenómeno de la niña.

La ola invernal que azotó no solo la región de Urabá sino toda Colombia dejó gran parte de la población expuesta a la amenaza como damnificada, donde San Pedro de Urabá no fue la excepción. Según registros entregados por el CLOPAD del Municipio, 6 hogares fueron afectados en el barrio Zoila López – La Rivera, para un total de 30 personas damnificadas en este barrio; y 36 hogares en el barrio Urabá y Centro, para un total de 118 personas damnificadas en estos barrios. Por lo tanto el número de damnificados registrados fue de 154 personas en la cabecera municipal de San Pedro de Urabá. Ver Figura 2-2.



**Figura 2- 2 Fotografía de la zona central del municipio de San Pedro de Urabá (cerca al puente colgante que comunica la zona central con el barrio Urabá)
Fuente: CLOPAD Municipio de San Pedro de Urabá**

El barrio que mayormente se ve afectado en las épocas invernales cuando se inunda la cabecera municipal es el barrio Urabá, porque los niveles de agua sobrepasan las alturas de algunas viviendas las cuales se ubican entre la carrera 50 y carrera 50A, y las calles 48 y 45.

2.3 DIAGNÓSTICO: DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA

El municipio de San Pedro de Urabá se ve afectado por dos tipos de eventos amenazantes: el evento principal y de mayor interés es las inundaciones causadas por crecientes del Río San Juan que puede además represar la quebrada El Pirú, y el segundo evento es la inestabilidad de márgenes. Basados en los eventos anteriores y en los trabajos de campo, se describen las características de estas amenazas.

Inundación

Las crecientes del río San Juan producen un aumento súbito de caudal, el cual se desborda del cauce natural afectando parte de la población. Aunque la duración de la inundación no supera un día, la población se ve afectada por daños locales en viviendas e insalubridad.

Los barrios más expuestos a una emergencia por inundación son el barrio 16 de Mayo y el barrio Pirú por la creciente de la Quebrada El Pirú, y el barrio Zoila López por el río San Juan, información recolectada según percepción de los habitantes.

La topografía semiplana del terreno, con la presencia ocasional de bajos, favorecen el encharcamiento local por lluvias, tal y como se presentó recientemente en el barrio Centro. Además, existen deficiencias en la prestación de servicios públicos especialmente alcantarillado pluvial, hecho que se evidencia en el estancamiento del agua producto de un fuerte aguacero y un mal desagüe. Estas condiciones no son evaluadas en este estudio, teniendo en cuenta los conceptos, términos y diferencias entre inundación y encharcamiento. Es entonces donde se requiere el tratamiento del encharcamiento como un problema deservicios públicos.

Socavación lateral e inestabilidad de márgenes

A lo largo de la quebrada el Pirú y del río San Juan se observan diversos procesos de caída de material los cuales presentan diversos grados de actividad. Estos procesos son tratados como inestabilidad de márgenes y estudiados al detalle en la evaluación de amenaza.

También es notoria la dinámica fluvial de la quebrada y el río, los cuales en algunas zonas cambian de cauce principal, lo que causa el abandono de algunas zonas de inestabilidad pero el nacimiento de otras, las cuales afectan las viviendas contiguas. Por ejemplo y como se muestra en la figura 2-14, la Quebrada Pirú antes pasaba a 100 metros de este punto atrás del cultivo (madre vieja), y ahora se encausó por delante del cultivo, socavando lateralmente la margen y acercándose a pocos metros de una vivienda. Según relatos de los residentes, en un fuerte aguacero la altura de la lámina de agua inunda el cultivo y queda al límite del borde superior de la margen (3 metros).



Figura 2- 3 Socavación lateral, Inestabilidad de Márgenes debido al comportamiento sinuoso o meándrico.
Fuente: Propia

Estos procesos también se observan en el río San Juan (Figura 2-15), socavando las márgenes y ocasionando pérdida de material y vegetación, facilitando la continuación de un círculo vicioso de acción de la corriente – pérdida de vegetación – desprendimiento de material – exposición de material erodable – acción de la corriente.



Figura 2- 4 Río San Juan.
Fuente: Propia

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE

2.4.1.1 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 1:1000 definida en la formulación del estudio.

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

La cartografía base existente se consultó en Planeación municipal. Una vez verificada la calidad de la información y el tiempo en el cual fue realizada, se genera un mapa base. Lo importante es contar con las escalas adecuadas para los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

2.4.1.1.1 *Levantamiento topográfico*

El levantamiento topográfico comprende tanto la planimetría como la altimetría del terreno (curvas de nivel) así como la georreferenciación de los elementos cartográficos que se encuentren dentro del área, tales como cursos de agua, taludes, barras, edificaciones, vías, cercas, etc.

La información topográfica de la zona se levantará a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1 m. y debidamente amarrado a placas del IGAC bajo el nuevo sistema de georeferenciación Magna Sirgas. Con mayor detalle de los elementos cercanos a las riveras de los cuerpos y/o corrientes de agua ya mencionados.

2.4.1.1.2 *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, SISBEN 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.

2.4.1.1.3 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.).

2.4.1.2 Caracterización física

2.4.1.2.1 Caracterización Geológica – Geomorfológica

El estudio integrará la geología regional, local y de detalle, teniendo en cuenta aspectos de génesis, litología, estratigrafía y geología estructural, unidades de superficie, perfiles de meteorización y procesos de erosión.

Así el levantamiento geológico de detalle se hará a escala 1:2000, comprende el reconocimiento de campo con el levantamiento de columnas estratigráficas. La evaluación geológica se orienta principalmente hacia la obtención de un modelo geológico y estratigráfico de la zona que permita definir las dinámicas geomorfológicas que puedan generar eventos amenazantes sobre el Municipio.

La evaluación geomorfológica incluye los aspectos regionales mediante el análisis de información cartográfica regional y de imágenes o fotografías aéreas multitemporales y los aspectos locales a partir del levantamiento detallado de las características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas. En particular se realiza un levantamiento de los procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio.

En la caracterización geomorfológica se definen las unidades de terreno y se identifican los procesos de degradación presentes en el área en estudio. Un aspecto determinante en los estudios geomorfológicos con propósitos de evaluación de amenaza lo constituye el inventario de los procesos generadores de la amenaza como la erosión y los deslizamientos, por lo que se presentara un mapa de inventario de procesos o morfodinámico a lo largo del cauce y de las laderas adyacentes.

2.4.1.2.2 Caracterización climatológica e hidrológica

El régimen hidrográfico es el resultado de la interacción de variables como clima, morfología, litología del subsuelo, propiedades de los suelos desarrollados, vegetación y uso del terreno. Por lo tanto la caracterización hidrográfica de una zona puede realizarse

a través de criterios geomorfológicos, incluyendo el análisis del drenaje superficial y la caracterización del patrón de flujo en función de la longitud y rugosidad de las pendientes, y capacidad de infiltración de los suelos.

El sistema de drenaje de un valle o una vertiente se constituye en un factor primordial en la generación de procesos morfodinámicos y de inundación, los cuales son los responsables del modelado de la superficie del terreno. Los canales naturales constituyen los agentes más importantes de transporte de material desde áreas altas a zonas bajas y son parte integral del ciclo hidrológico.

Entonces, se busca mediante esta caracterización un análisis de la información climática e hidrológica del sector de estudio, donde se tengan en cuenta aspectos como las características de evapotranspiración, los histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, las curvas de intensidad-duración-frecuencia de lluvias y los análisis de las condiciones de drenaje natural. Esta información deberá emplearse para analizar su influencia en las amenazas por inundación, inestabilidad de las márgenes y fenómenos de remoción en masa que se pueden presentar en el área de estudio.

2.4.1.2.3 Caracterización hidráulica

La caracterización hidráulica del cauce se efectuará partiendo de la determinación de los caudales de crecientes, de acuerdo al periodo de retorno de caudales y niveles más altos en estaciones hidrométricas. Para ello se consultará información histórica confiable de registros de precipitación, caudales y niveles. Se construirá la curva de duración de caudales y de niveles. Se utilizará un modelo hidráulico apropiado para determinar los perfiles de flujo para los diferentes caudales, así como la obtención de los diferentes parámetros hidráulicos necesarios para el diseño de obras de mitigación y los cálculos de socavación de las mismas. Como resultado se busca obtener zonas de inundación para diferentes periodos de retorno, y por lo tanto, la probabilidad de ocurrencia.

2.4.1.2.4 Investigación Geotécnica

La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los diferentes materiales que conforman las márgenes y lecho de los cauces.

La investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc., adecuadamente distribuidos sobre el área de manera de garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas. El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades de los materiales.

La caracterización geotécnica de los materiales busca obtener parámetros para los análisis de estabilidad de las márgenes como para la proyección de obras de mitigación y/o control de los riesgos evaluados.

2.4.2 MODELOS DE ANÁLISIS

De acuerdo con la naturaleza de las amenazas identificadas inundaciones, avenidas torrenciales e inestabilidad de las márgenes, se realizará la evaluación y zonificación de cada una, con una representación gráfica a una escala 1:1000, aplicable para la evaluación de su magnitud, probabilidad de ocurrencia y/o excedencia y distribución espacial. La selección de los métodos de análisis está sujeto a los modelos 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.

La Zonificación de las Amenazas para cada evento identificado 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.

2.4.2.1 Evaluación de la Amenaza por inundación

La evaluación de la amenaza se adelanta con base en métodos determinísticos que permiten el tránsito de caudales en la zona de estudio. Se utilizará la aplicación del software HEC-RAS, el cual permite obtener niveles de inundación para cada uno de los períodos de recurrencia.

El HEC-RAS, es un software desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers). El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre, una de sus principales aplicaciones es la Modelación hidráulica en régimen permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

2.4.2.2 Evaluación de la Amenaza por Avenidas Torrenciales

Teniendo en cuenta las características de este tipo de eventos, la evaluación se basa en métodos heurísticos soportados en criterio de experto. Para lo cual se adelanta un trabajo geomorfológico específico no solamente de la zona en estudio sino de la parte alta de las corrientes de agua.

2.4.2.3 Evaluación de la Amenaza por inestabilidad de las márgenes y fenómenos de remoción en masa

Se aplicará una metodología cuantitativa de análisis y cálculo de reconocida validez, con una representación gráfica a una escala 1:1000, aplicable para la evaluación de la magnitud, probabilidad de excedencia y distribución espacial de la amenaza que esté acorde con las características de las márgenes de los ríos San Juan de Urabá y la quebrada Pirú. La distribución espacial del evento amenazante se realizara en función de

la tipología de evento, la morfometría de la margen o ladera y de las condiciones del entorno donde se modela el evento.

Para el estudio de la estabilidad de los taludes representativos de cada unidad, se establece un modelo de análisis a partir de la estratigrafía de la zona, los mecanismos de falla definidos de acuerdo con los tipos de deslizamientos observados, empleando los métodos de análisis Bishop Modificado, Rankine y Janbu, mediante el programa SLIDE. Para ello se tienen en cuenta los factores ambientales como la lluvia y el sismo.

2.4.2.4 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.

Para valorar la vulnerabilidad en los términos expuestos se acude a la definición de funciones de daño, por tanto el nivel de daño de un elemento expuesto está en función de la naturaleza del evento amenazante y del tipo del elemento expuesto y esta describe la interacción elemento /evento en términos de daño potencial.

Se definen 2 tipos de funciones de daño, cada una de ellas agrupando las 3 familias de elementos expuestos, así:

Elemento expuesto	Función de daño
Bienes físicos	Daños estructurales
Personas	Perjuicios corporales

Los niveles de daño asociados a los eventos 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 evalúa los perjuicios corporales y la perturbación funcional.

Al proceso de evaluación de la vulnerabilidad se introduce el concepto de vulnerabilidad de la sociedad, la cual permite establecer sobre el contexto socio – económico la capacidad de respuesta de una sociedad amenazada. Ante la ocurrencia de un evento potencialmente dañino, los hogares ubicados bajo la línea de pobreza presentan una mayor dificultad para su atención y recuperación que los de altos ingresos, ya que suelen tener menor diversidad de recursos.

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 e incluirá un plano de zonificación por vulnerabilidad en la escala de trabajo adoptada: 1:1000.

2.4.2.5 Riesgo frente a la ocurrencia de los eventos amenazantes

El riesgo corresponde a la estimación cualitativa o cuantitativa de las consecuencias físicas, sociales, o económicas, representadas por las posibles pérdidas de vidas humanas, daño en personas, en propiedades o interrupción de actividades económicas, debido a los eventos amenazantes que se presenten en el área en estudio, en su forma más precisa y cuantificada. Su objetivo es optimizar económicamente el plan de medidas de mitigación al permitir enmarcar la decisión sobre éstas en un análisis beneficio/costo. El riesgo se define con base en la amenaza y la vulnerabilidad en un mapa a escala 1:1000, 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.

Para la estimación cuantitativa del riesgo de los elementos físicos, partiendo de la definición de riesgo como la magnitud probable esperada de un cierto nivel de daño, puede evaluarse para cada elemento expuesto como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad:

$$R = F(A \times V)$$

Donde:

A: Amenaza en términos de probabilidad de falla (Pf) y

V: Vulnerabilidad como la pérdida potencial (Tasa de daño x Costo de daño).

Si conceptualmente se define la Vulnerabilidad como

$V = \text{Exposición (E)} / (\text{S})$ resistencia del elemento, entonces

$R = A \times (E / S)$

Con estas definiciones simplificadas se deduce que el riesgo puede disminuirse:

- a) Reduciendo o evitando la exposición de los elementos al fenómeno
- b) Reduciendo o controlando la amenaza del fenómeno
- c) Incrementando la resistencia del elemento al fenómeno

La valoración cualitativa del riesgo de los elementos corporales y funcionales se adelanta de manera descriptiva de acuerdo a la magnitud de los eventos amenazantes, a los modos de daño establecidos para los elementos físicos y de acuerdo a la importancia de 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 a 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.

2.4.2.6 Plan de medidas de reducción 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 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.

Entre los parámetros más importantes que deben tener en cuenta para el planteamiento de acciones y obras de mitigación, están los relacionados con la definición de funcionalidad frente al desarrollo social sostenible, la factibilidad y la relación costo/beneficio, de cada una de las alternativas planteadas.

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 San Pedro de Urabá 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 sujetos de estudio.

Como estrategia se diseña un plan de acciones que permite establecer las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que buscan bajar al mínimo los niveles de riesgo a que está expuesta la sociedad, bien sea controlando los procesos o anulando los niveles de exposición de las viviendas y a la vez posibilita la corrección de condiciones del entorno físico y ambiental que favorecen la ocurrencia de los procesos amenazantes.

Las alternativas de solución se plantean teniendo en cuenta el marco de acción de los actores involucrados en la gestión del riesgo de Municipio. Por esta razón, se contemplan dos tipos de actividades: Actividades Estructurales, que corresponden a las medidas de prevención y mitigación de los riesgos identificados, y las Actividades No Estructurales y que tienen básicamente que ver con actividades legislativas y organizativas que deberán abordar cada una de las entidades de acuerdo a su función. El grupo de medidas de mitigación se compone de las siguientes acciones:

2.4.2.6.1 Restricción del uso del suelo

Estas restricciones de uso para vivienda son diferenciadas según el riesgo existente o potencial y pueden definir con diferentes criterios a saber:

- Zonas de restricción de uso por zonas de amenaza alta a muy alta.
- Zonas de restricción de uso por invasión de ronda.

2.4.2.6.2 Congelación del desarrollo Urbanístico

Esta restricción hace referencia a la prohibición de la construcción de vivienda nueva y ampliación de las existentes en zonas de Ronda Hidráulica y zonas identificadas de Vulnerabilidad baja expuestas a un evento amenazante (Inundación o inestabilidad de las márgenes), sin impedir los usos presentes en las edificaciones actuales, lo que permite el emplazamiento de estas viviendas y así evitar la reubicación de algunos predios.

2.4.2.6.3 Reubicación de familias

Comprende el traslado de las familias y adquisición de predios que se localizan en áreas de alta amenaza o alto riesgo no mitigable. Esta acción debe ser complementada con el cambio de uso del suelo por las restricciones enunciadas en el numeral anterior. Para estos efectos se hará un inventario de viviendas localizadas en zonas definidas como de riesgo alto no mitigable o las viviendas localizadas en las zonas de ronda.

Las viviendas que deben reubicarse son aquellas que se encuentran localizadas en zona de riesgo no mitigable o donde el costo de tratamiento de la zona sea mayor que el costo de la edificación. Igualmente dentro de un tratamiento integral de la zona algunos predios o edificaciones pueden ser ingresados a los programas de reubicación para lograr la rehabilitación de la zona.

El proceso de reubicación de familias debe estar enmarcado dentro de un programa de gobierno que garantice el mejoramiento, o en su defecto el mantenimiento de las condiciones de vida de las familias a reubicar.

2.4.2.6.4 Obras de protección y control

Las áreas definidas de alto riesgo por lo general están asociadas a procesos de urbanización de hecho o que se ha construido sin contar con la infraestructura de servicios, situación que contribuye a magnificar la problemática de riesgo.

El plan de obras de protección y control contempla acciones tendientes a consolidar urbanísticamente un área con los servicios mínimos requeridos y el establecimiento de unas normas, también mínimas, que permitan un ordenamiento urbanístico tendiente a erradicar los agentes físicos de riesgo. Ello permite la regularización del sector dentro de los parámetros exigidos por la oficina de Planeación municipal, la preservación del entorno y la mejor convivencia ciudadana. De estas, se diseñaran las obras requeridas a corto plazo, que busquen controlar y minimizar los efectos de los riesgos inminentes.

2.4.2.6.5 Definición de zonas de aislamiento

Esta acción está encaminada a establecer dentro de los sectores urbanos las áreas que por su localización geográfica limitan con:

- Áreas forestales.
- Áreas de ronda de los cursos de agua.

2.4.2.6.6 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.
- Manejo ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

Dentro de la información pública, se pueden incluir programas que contemplen asesoramientos a la comunidad en aspectos de procesos constructivos de las viviendas. Las recomendaciones técnicas de construcción deben orientarse a minimizar las acciones que generan inestabilidad durante el proceso constructivo, especialmente durante la conformación de cortes y rellenos.

2.4.2.6.7 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.

2.4.3 MARCO METODOLÓGICO PARA EVALUACIÓN DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO.

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 San Pedro de Urabá.

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.

2.4.3.1 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 San Pedro de Urabá, 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.

2.4.3.2 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 solicitación:

- 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 solicitaciones 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

2.4.3.3 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. Ver Figura 2-16.

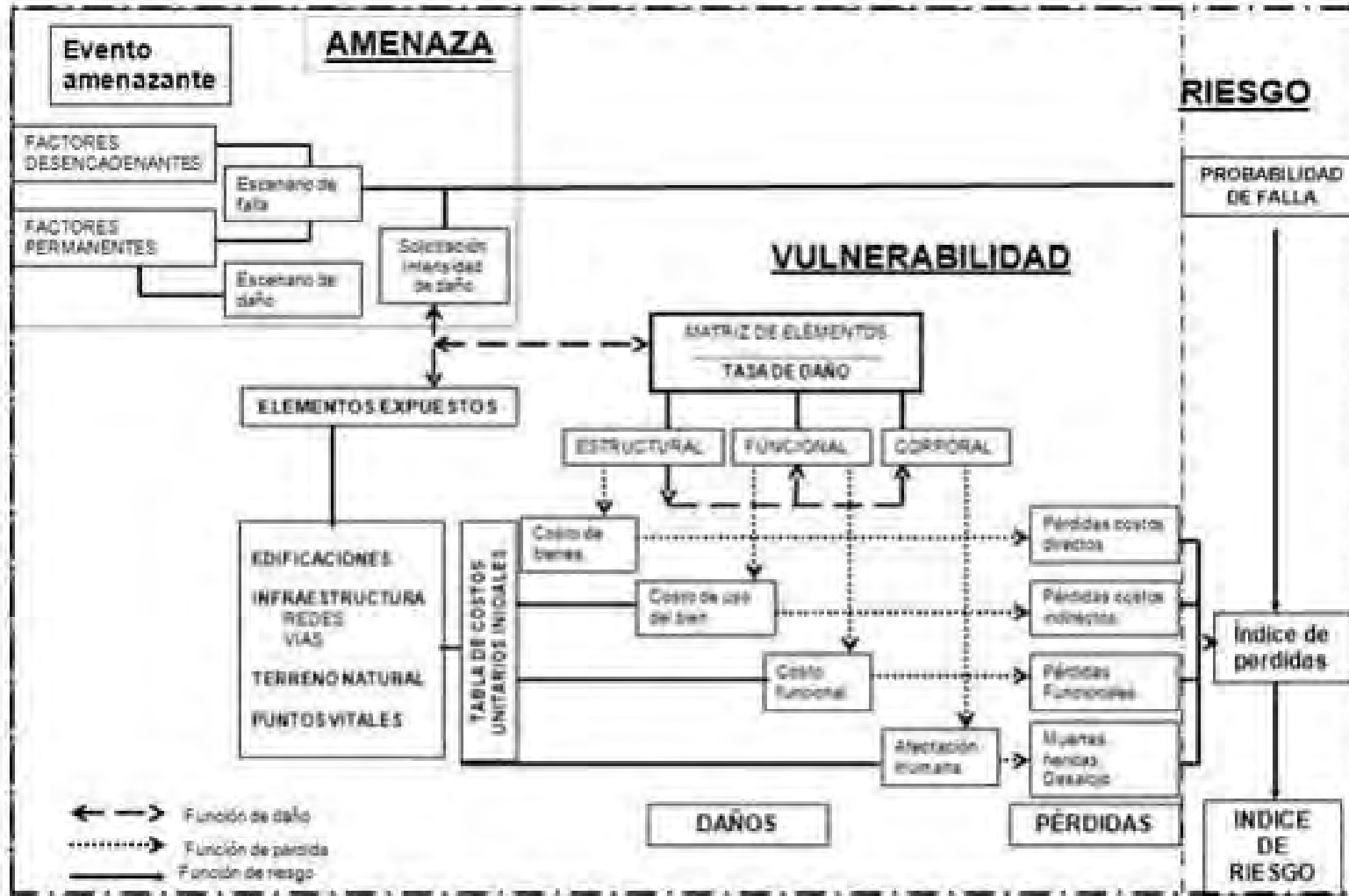


Figura 2- 5 Diagrama de flujo para la evaluación del riesgo

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 San Pedro de Urabá	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 Cartografía IGAC.....	3-3
3.3.3.4 Cartografía e Información Catastral	3-3
3.3.4 Levantamiento topográfico.....	3-3
3.3.4.1 Georreferenciación	3-3
3.3.4.2 Levantamientos topográficos	3-7
3.3.4.3 Generación Mapa Topográfico	3-8
3.3.5 Información predial a nivel de manzanas.....	3-9
3.3.6 Generación de mapa base.....	3-13
3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	3-13
3.4.1 Contexto Geológico Regional y Local.....	3-13
3.4.1.1 Formación Corpa areniscas monas (Ngam).	3-14
3.4.1.2 Aluviones recientes (Qal).....	3-14
3.4.2 Geomorfología regional y local	3-15
3.4.2.1 Colinas Bajas en areniscas.....	3-15
3.4.2.2 Planicie aluvial de San Pedro de Urabá.....	3-16
3.4.3 Procesos morfodinámicos.....	3-18
3.4.3.1 Procesos activos y progresivos	3-18
3.4.3.2 Procesos activos	3-19
3.4.3.3 Procesos estacionarios.....	3-20
3.4.3.4 Procesos incipientes.....	3-21
3.4.3.5 Procesos abandonados	3-22
3.4.3.6 Socavación de márgenes contiguas a puentes.....	3-22
3.4.3.7 Zonas de sedimentación.....	3-24
3.5 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....	3-25
3.5.1 Introducción.....	3-25
3.5.2 Hidrología	3-26
3.5.3 Hidráulica	3-28
3.6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	3-36
3.6.1 Investigación del subsuelo.....	3-36
3.6.1.1 Exploración con sondeos y trincheras	3-36
3.6.1.2 Ensayos In Situ.....	3-37

3.6.1.3	Ensayos de laboratorio	3-38
3.6.2	Caracterización geomecánica.....	3-38
3.6.3	Zonificación geotécnica	3-39
3.7	MEDIO BIÓTICO	3-39
3.7.1	Procedimiento cobertura vegetal	3-40
3.7.2	Interpretación de unidades de cobertura vegetal	3-40
3.7.3	Unidades de Cobertura vegetal	3-40
3.7.4	Simbología	3-41
3.7.5	Cobertura vegetal y uso actual del suelo	3-42
3.7.5.1	Pastos naturales sin manejo para la ganadería extensiva (P1a).....	3-42
3.7.5.2	Pastos naturales arbolados protectores productores (P1b).....	3-42
3.7.5.3	Cultivos temporales tecnificados de producción (A1a).....	3-43
3.7.5.4	Cultivos de pan coger no tecnificados de producción (A1b).....	3-43
3.7.5.5	Rastrojos altos en zonas de barbecho de protección (R1a).....	3-43
3.7.5.6	Rastrojos bajos en zonas de barbecho de protección (R1b).....	3-43
3.7.5.7	Bosque natural de ribera intervenido de protección producción (B1a) ..	3-43
3.7.5.8	Bosque natural de tierra firme intervenido de protección producción (B1b)	3-44

LISTA DE TABLAS

Tabla 3- 1	Coordenadas geodésicas wgs-84 (época 1995.4)	3-5
Tabla 3- 2	Coordenadas planas cartesianas	3-5
Tabla 3- 3	Elipsoide world geodetic system 1.984.....	3-5
Tabla 3- 4	Coordenadas Geodésicas Wgs-84	3-5
Tabla 3- 5	Coordenadas planas cartesianas magna	3-5
Tabla 3- 6	Coordenadas Gauss-Kruger Magna – Sirgas Origen Oeste	3-6
Tabla 3- 7	Manzanas del sector urbano según código DANE	3-9
Tabla 3- 8	Manzanas dentro de la franja de estudio según código Catastral.....	3-12
Tabla 3- 9	Valores totales mensuales multianuales de precipitación Estación El Carmelo	3-26
Tabla 3- 10	Caudales máximos mensuales de la recurrencia indicada Rio San Juan “El carmelo” .	3-27
Tabla 3- 11	Características del Flujo del Rio San Juan	3-30
Tabla 3- 12	Características del Flujo de la Quebrada El Pirú	3-31
Tabla 3- 13	Exploración del subsuelo	3-37

LISTA DE FIGURAS

Figura 3- 1	GPS TOPCON Hlper +	3-7
Figura 3- 2	Navegador Garmin GPSMAP60Cx.....	3-7
Figura 3- 3	Geología regional de la zona de San Pedro de Urabá (INGEOMINAS 2002).	3-14
Figura 3- 4	Vista panorámica de San Pedro de Urabá. Autor y fecha desconocidos. Se observa en primer plano la población asentada en la planicie y atrás el paisaje de colinas.....	3-16
Figura 3- 5	Detalle de los horizontes A y B del suelo inmaduros, sin diferencia entre sí.....	3-17
Figura 3- 6	Mapa geomorfológico del área urbana de San Pedro de Urabá.....	3-18
Figura 3- 7	Proceso activo en la margen derecha del río San Juan, pérdida de material evidente. .	3-19
Figura 3- 8	Detalle de proceso activo en la margen derecha del río San Juan, pérdida de material evidente.	3-20

Figura 3- 9 Proceso activo en la margen derecha de la quebrada el Pirú, pérdida de material y caída de vegetación.	3-20
Figura 3- 10 Proceso estacionario en la margen izquierda del río San Juan, se activa únicamente en temporada invernal anual.	3-21
Figura 3- 11 Procesos incipientes en la margen izquierda de la quebrada El Pirú, comienzo de la pérdida de material y vegetación.	3-21
Figura 3- 12 Proceso incipiente en la margen derecha de la quebrada El Pirú, pérdida de material y vegetación por intervención antrópica.	3-22
Figura 3- 13 Socavación lateral en cercanías a puentes. Se han realizado algunas obras de contención y mitigación como gaviones.	3-23
Figura 3- 14 Socavación lateral en cercanías a puentes. Afectación a las aletas de los estribos.	3-23
Figura 3- 15 Zonas de sedimentación, extracción de material tipo arena.	3-24
Figura 3- 16 Zonas de sedimentación con aguas bajas.	3-25
Figura 3- 17 Histograma de precipitación media mensual multianual – Estación El Carmelo.	3-26
Figura 3- 18 Análisis de frecuencia q max mensuales m ³ /s Rio San Juan “El Carmelo”.	3-27
Figura 3- 19 Graficas de las secciones objeto de análisis hidráulico.	3-36

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 la zonificación de áreas de comportamiento homogéneo o unidades de análisis particular.

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 San Pedro de Urabá

A continuación se presenta una relación de la información previa existente para el área de estudio:

- Plan de ordenamiento territorial municipio de San Pedro de Urabá. Alcaldía municipal,, 1999.
- Mapas varios incluyendo de amenaza relativa POT. Alcaldía municipal de Pedro de Urabá, 1999.
- Mapa zona urbana municipio de Pedro de Urabá sectores, secciones, manzanas y vías. DANE, 2005.

- Planchas topográficas, 70-III-D y 70-IV-C, escala 1:25000. IGAC, 1981
- Plancha topográfica 70, escala 1:100000. IGAC, 2008
- Fotografías aéreas, Vuelo C-1366 Fotos 0113-0115, escala 1:30000. IGAC, 1971
- Fotografías aéreas, Vuelo R-735 Fotos 0345-0347, escala 1:10000. IGAC, 1998
- Plano catastral del área urbana. Alcaldía municipal de San Pedro de Urabá.
- Ficha catastral del área urbana. Alcaldía municipal de San Pedro de Urabá.
- Valores máximos mensuales de caudales - estación 12037050 San Pedro. IDEAM.
- Valores medios mensuales de temperatura, valores totales mensuales de precipitación, valores medios mensuales de velocidad del viento, valores medios mensuales de humedad relativa - estación 12045010 Arboletes. IDEAM
- Estadísticas municipales SISBEN – hogares. Oficina del SISBEN municipio de Pedro de Urabá
- Registro de emergencia del CLOPAD del municipio.

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 San Pedro de Urabá:

N 1408812 m E 1075422 m en el extremo norte y N 1405792 m E 1077792 m en el extremo sur del municipio.

Altimétricamente se tiene una cota máxima de 135 msnm en cercanías a la iglesia y una cota de mínima de 128 msnm en la quebrada Pirú. La cabecera municipal presenta una altura promedio de 130 msnm.

3.3.3 Cartografía existente

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

3.3.3.1 Cartografía POT

Esta cartografía corresponde al mapa de amenaza relativa del municipio a escala 1:15000. Esta cartografía presenta una zona única de amenaza enmarcada en la distribución espacial de la zona urbana del municipio, y está relacionada con las zonas susceptibles a inundación.

3.3.3.2 Cartografía DANE

Esta cartografía corresponde a un mapa digital (2005), escala 1:15000, que contiene la zona urbana del municipio, a nivel de manzanas y vías, referenciadas a secciones y sectores urbanos, lo que permite obtener su código DANE completo.

3.3.3.3 Cartografía IGAC

Esta cartografía corresponde a las planchas topográficas 70-III-D y 70-IV-C que contienen curvas de nivel cada 50m en escala 1:25000, y la plancha general 70, escala 1:100000, 2008 donde se observa la ubicación general del municipio y la zona urbana, así como las vías de acceso.

3.3.3.4 Cartografía e Información Catastral

La cartografía catastral consultada al municipio corresponde a la actualización realizada en el año 2005 a partir de sobrevuelos aéreos y permite visualizar la distribución espacial de las manzanas, vías y edificaciones especiales. Adicionalmente se consultó el listado de predios del municipio en orden de cédula catastral de la Dirección de Sistemas de Información y Catastro del Departamento de Antioquia.

3.3.4 Levantamiento topográfico

3.3.4.1 Georreferenciación

3.3.4.1.1 Objetivo

Posicionamiento de 6 (Seis) puntos principales de primer orden “3 bases de salida, punto y su señal de azimut” por el sistema de GPS que nos 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 ubico al principio y fin de los tramos en estudio con el fin de controlar el recorrido total de las áreas del proyecto.

3.3.4.1.2 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 San Pedro de Urabá que en este caso es el Vértice MEDE en el municipio de Medellín (Antioquia) a 248 Km aproximadamente, para incluir los datos a la Red Magna-Sirgas, por el método Estático cumpliendo los requerimientos técnicos para ello exigidos:

- 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 ubico una estación principal de GPS de doble frecuencia en el GPS-6 de arranque de nuestros trabajos de amarre sobre la cual el día 24 de enero se le hizo un rastreo continuo de 7 horas y 54 minutos controlando paulatinamente la buena recepción de satélites que en nuestro caso oscilo de 17 satélites a más garantizando la precisión de nuestro punto de origen a 6.0 cm de precisión horizontal y 5 cm de precisión vertical con respecto a las coordenadas magna-sirgas de Colombia. Simultáneamente se colocaron el GPS-5 que es su señal de azimut de precisión milimétrica al occidente sobre la misma vía, otra pareja se coloco para controlar el cierre GPS-3 y GPS-4 con precisiones promedio en horizontal de 7 mm y 25mm en vertical cercanas a la estación de servicio y transporte de San Pedro y otra pareja para el cierre GPS-1 y GPS-2 con precisiones promedio en horizontal de 17 mm y 27mm en vertical sobre la carrera 32 aproximadamente a 15m llegando al rio.
- b) Para calcular las coordenadas del vértice GPS-6 en el sistema magna-sirgas se partió de los datos que presenta el IGAC del punto MEDE 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 3.0 de origen Oeste y la Ondulación Geoidal con el programa Geocol 2004, obteniendo los valores actualizados de:

Antena	Coordenadas Geocéntricas	Coordenadas Gauss	Alturas
MEDE	X=15796088.4574 Y=-6142783.8307 Z= 684352.4050	06°11'57.85758" -75°34'44.09951"	Elipsoidal: 1553.421 Geométrica: 1528.637 Ondulación: 26.64

Con estos valores y los rinex de cada punto hacemos el post-proceso entre MEDE y nuestra base GPS-2 con el programa original del equipo de gps Topcon Tools y a partir de

este se efectúa el postproceso para los tres (3) puntos restantes obteniendo las parejas de GPS de amarre.

a) *Parámetros Geodésicos y de Transformación:*

Tabla 3- 1 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- 2 Coordenadas planas cartesianas

COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS	
NORTE	ESTE
913332.746 m	1033070.188 m

b) *Procesamiento de la información:* Los parámetros de referencia del elipsoide WGS-84, utilizado por el sistema GPS al elipsoide Internacional.

Tabla 3- 3 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

Tabla 3- 4 Coordenadas Geodésicas Wgs-84

COORDENADAS GEODÉSICAS WGS-84 (época 2008.2)			
LATITUD (N)	LONGITUD (W)	ALTURA ELIPSOIDAL	ALTURA (msnm)
03°48'44.64140"	76°46'47.20656"	296.4936	275.80

Tabla 3- 5 Coordenadas planas cartesianas magna

COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS MAGNA	
NORTE	ESTE
913332.900 m	1033070.260 m

Los cálculos se realizan sobre el Elipsoide WGS-84 y luego son trasladados al Elipsoide Internacional, utilizando

Parámetros de traslación: $\Delta X: 307$ Factor de Escala: $\Delta = 0$
 $\Delta Y: 304$
 $\Delta Z: 318$

Parámetros de rotación: $\omega = 0$
 $\psi = 0$
 $\xi = 0$

Valores correspondientes a los presentados por la DMA en 1987.

Este proceso para el IGAC se denomina componente sistemática, pero además se incluye una corrección por componente aleatoria, la cual compensa la deformación del Vértice APTO debido a desplazamientos de los vértices geodésicos por movimientos tectónicos,

disminución de precisión de las posiciones a medida que aumenta la distancia del punto Datum y la baja cualificación del Geoide cuando la Red clásica fue establecida. Es llamada aleatoria porque presenta diferentes comportamientos a lo largo del país y sus valores dependen completamente de la zona de interés.

La altura geométrica se calcula partiendo de la Ondulación Geoidal de cada sector en el municipio de San Pedro que en este caso oscila entre 7.01 y 7.2 m.

Es importante aclarar que estos valores resultan de un proceso matemático aproximado a cada zona del país y obtenemos la altura ortométrica que tal como la garantiza el IGAC tiene más o menos 80 cm de diferencia con la geométrica de este punto.

- Nuestro programa arroja los siguientes valores de GPS:

Tabla 3- 6 Coordenadas Gauss-Kruger Magna – Sirgas Origen Oeste

COORDENADAS GAUSS-KRUGGER MAGNA-SIRGAS ORIGEN OESTE			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA ORTOMETRICA (snm)
GPS-1	1405866.799	1077377.498	144.989
GPS-2	1405982.403	1077418.950	145.070
GPS-3	1407088.137	1076491.728	132.903
GPS-4	1407113.982	1076560.543	134.423
GPS-5	1408363.295	1075487.630	158.202
GPS-6	1408360.073	1075583.945	149.769

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

3.3.4.1.3 Equipos Utilizados

- GPS TOPCON HIPER+: Tres equipos de GPS 2 de Doble Frecuencia L1/L2 y uno de una frecuencia L1 Description: 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. Ver Figura 3-1.

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 Hlper +

- b) *Navegador Garmin GPSMAP60Csx*: 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. Ver Figura 3-2.



Figura 3- 2 Navegador Garmin GPSMAP60Cx

3.3.4.2 Levantamientos topográficos

3.3.4.2.1 Objetivo

Determinar la magnitud y forma real (planimétrica y altimétrica) del río cada uno de los frentes de trabajo tanto en la zona urbana como en el cauce y riera de los ríos y quebradas de este estudio como base de los trabajos de diseño y construcción de las obras de protección, control y mitigación a adelantar en cada uno de ellos.

3.3.4.2.2 Metodología

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 la zona en estudio, puntos como vías, construcciones, jarillones, cercas, terrazas, taludes, obras de arte, canales, gaviones, muros de contención, riveras, lecho de las fuentes de agua, taludes, puentes, árboles y demás existentes generando la base cartográfica georreferenciada de la zona.

Datos técnicos:

Localización del Proyecto: Municipio de San Pedro – Antioquia (Colombia)
Longitud: - Sobre el río San Juan en una extensión de 7170 m y
La Quebrada Pirú

Características Topográficas: El río y la quebrada se hallan en terrenos planos pero son bien meándricos generando erosiones y socavación en las curvas y por lo tanto inundaciones en especial donde se intersecta la quebrada con el río y en la zona del cementerio. La vegetación está compuesta por vegetación nativa, pastos y cultivos de plátano.

3.3.4.2.3 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.

3.3.4.3 Generación Mapa Topográfico

Los datos de campo se bajaron 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:

- a) Post proceso de la información recolectada por los GPS.
- b) Cálculo y procesamiento de datos.
- c) Dibujo del levantamiento en sistema CAD.
- d) Modelo digital del terreno
- e) Informe

3.3.5 Información predial a nivel de manzanas

Teniendo en cuenta que se requiere una numeración básica que permita identificar las manzanas del municipio, se realiza un inventario de manzanas de diversas fuentes.

En primera medida, según el mapa DANE se encuentran 160 manzanas como se describe en la Tabla 3-7. Esta información esta discriminadas por sectores y secciones Urbanas, según Código DANE.

Tabla 3- 7 Manzanas del sector urbano según código DANE

Código DANE								
Dpto	Municipio	Clase	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	Manzana
05	665	199	000	00	000	0001	01	11
05	665	199	000	00	000	0001	01	12
05	665	199	000	00	000	0001	01	13
05	665	199	000	00	000	0001	01	14
05	665	199	000	00	000	0001	01	15
05	665	199	000	00	000	0001	01	16
05	665	199	000	00	000	0001	01	17
05	665	199	000	00	000	0001	01	18
05	665	199	000	00	000	0001	01	19
05	665	199	000	00	000	0001	01	20
05	665	199	000	00	000	0001	01	21
05	665	199	000	00	000	0001	01	22
05	665	199	000	00	000	0001	01	24
05	665	199	000	00	000	0001	01	25
05	665	199	000	00	000	0001	01	26
05	665	199	000	00	000	0001	01	27
05	665	199	000	00	000	0001	01	29
05	665	199	000	00	000	0001	01	52
05	665	199	000	00	000	0001	01	53
05	665	199	000	00	000	0001	01	54
05	665	199	000	00	000	0001	01	55
05	665	199	000	00	000	0001	01	56
05	665	199	000	00	000	0001	01	59
05	665	199	000	00	000	0001	01	60
05	665	199	000	00	000	0001	01	61
05	665	199	000	00	000	0001	02	01
05	665	199	000	00	000	0001	02	02
05	665	199	000	00	000	0001	02	03
05	665	199	000	00	000	0001	02	04
05	665	199	000	00	000	0001	02	05
05	665	199	000	00	000	0001	02	06
05	665	199	000	00	000	0001	02	07
05	665	199	000	00	000	0001	02	08

Código DANE								
Dpto	Municipio	Clase	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	Manzana
05	665	199	000	00	000	0001	02	09
05	665	199	000	00	000	0001	02	10
05	665	199	000	00	000	0001	02	11
05	665	199	000	00	000	0001	02	13
05	665	199	000	00	000	0001	02	14
05	665	199	000	00	000	0001	02	15
05	665	199	000	00	000	0001	02	17
05	665	199	000	00	000	0001	02	18
05	665	199	000	00	000	0001	02	19
05	665	199	000	00	000	0001	02	20
05	665	199	000	00	000	0001	02	21
05	665	199	000	00	000	0001	02	44
05	665	199	000	00	000	0001	02	46
05	665	199	000	00	000	0001	02	47
05	665	199	000	00	000	0001	03	14
05	665	199	000	00	000	0001	03	15
05	665	199	000	00	000	0001	03	16
05	665	199	000	00	000	0001	03	17
05	665	199	000	00	000	0001	03	29
05	665	199	000	00	000	0001	03	34
05	665	199	000	00	000	0001	03	44
05	665	199	000	00	000	0001	03	45
05	665	199	000	00	000	0001	03	46
05	665	199	000	00	000	0001	03	47
05	665	199	000	00	000	0001	03	48
05	665	199	000	00	000	0001	03	49
05	665	199	000	00	000	0001	03	50
05	665	199	000	00	000	0001	03	51
05	665	199	000	00	000	0001	04	01
05	665	199	000	00	000	0001	04	02
05	665	199	000	00	000	0001	04	03
05	665	199	000	00	000	0001	04	04
05	665	199	000	00	000	0001	04	05
05	665	199	000	00	000	0001	04	06
05	665	199	000	00	000	0001	04	07
05	665	199	000	00	000	0001	04	08
05	665	199	000	00	000	0001	04	09
05	665	199	000	00	000	0001	04	10
05	665	199	000	00	000	0001	04	11
05	665	199	000	00	000	0001	04	12
05	665	199	000	00	000	0001	04	13
05	665	199	000	00	000	0001	04	14
05	665	199	000	00	000	0001	04	15
05	665	199	000	00	000	0001	04	16
05	665	199	000	00	000	0001	04	17
05	665	199	000	00	000	0001	04	18
05	665	199	000	00	000	0001	04	19
05	665	199	000	00	000	0001	05	01
05	665	199	000	00	000	0001	05	02
05	665	199	000	00	000	0001	05	04
05	665	199	000	00	000	0001	05	05
05	665	199	000	00	000	0001	05	06
05	665	199	000	00	000	0001	05	07

Código DANE								
Dpto	Municipio	Clase	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	Manzana
05	665	199	000	00	000	0001	05	08
05	665	199	000	00	000	0001	05	37
05	665	199	000	00	000	0001	05	38
05	665	199	000	00	000	0001	05	39
05	665	199	000	00	000	0001	05	40
05	665	199	000	00	000	0001	05	41
05	665	199	000	00	000	0001	05	42
05	665	199	000	00	000	0001	05	43
05	665	199	000	00	000	0001	05	44
05	665	199	000	00	000	0001	05	45
05	665	199	000	00	000	0001	05	46
05	665	199	000	00	000	0001	05	47
05	665	199	000	00	000	0001	05	48
05	665	199	000	00	000	0001	05	49
05	665	199	000	00	000	0001	05	58
05	665	199	000	00	000	0001	06	09
05	665	199	000	00	000	0001	06	10
05	665	199	000	00	000	0001	06	30
05	665	199	000	00	000	0001	06	31
05	665	199	000	00	000	0001	06	32
05	665	199	000	00	000	0001	06	33
05	665	199	000	00	000	0001	06	34
05	665	199	000	00	000	0001	06	36
05	665	199	000	00	000	0001	06	57
05	665	199	000	00	000	0001	07	12
05	665	199	000	00	000	0001	07	22
05	665	199	000	00	000	0001	07	23
05	665	199	000	00	000	0001	07	24
05	665	199	000	00	000	0001	07	25
05	665	199	000	00	000	0001	07	26
05	665	199	000	00	000	0001	07	27
05	665	199	000	00	000	0001	07	29
05	665	199	000	00	000	0001	07	30
05	665	199	000	00	000	0001	07	33
05	665	199	000	00	000	0001	07	34
05	665	199	000	00	000	0001	07	36
05	665	199	000	00	000	0001	07	37
05	665	199	000	00	000	0001	07	38
05	665	199	000	00	000	0001	07	39
05	665	199	000	00	000	0001	07	40
05	665	199	000	00	000	0001	07	41
05	665	199	000	00	000	0001	07	42
05	665	199	000	00	000	0001	07	43
05	665	199	000	00	000	0001	07	45
05	665	199	000	00	000	0001	08	01
05	665	199	000	00	000	0001	08	02
05	665	199	000	00	000	0001	08	05
05	665	199	000	00	000	0001	08	06
05	665	199	000	00	000	0001	08	07
05	665	199	000	00	000	0001	08	08
05	665	199	000	00	000	0001	08	09
05	665	199	000	00	000	0001	08	10
05	665	199	000	00	000	0001	08	11
05	665	199	000	00	000	0001	08	12

Código DANE								
Dpto	Municipio	Clase	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	Manzana
05	665	199	000	00	000	0001	08	13
05	665	199	000	00	000	0001	08	18
05	665	199	000	00	000	0001	08	20
05	665	199	000	00	000	0001	08	21
05	665	199	000	00	000	0001	08	23
05	665	199	000	00	000	0001	08	24
05	665	199	000	00	000	0001	08	26
05	665	199	000	00	000	0001	08	28
05	665	199	000	00	000	0001	08	35
05	665	199	000	00	000	0001	08	36
05	665	199	000	00	000	0001	08	37
05	665	199	000	00	000	0001	08	38
05	665	199	000	00	000	0001	08	39
05	665	199	000	00	000	0001	08	40
05	665	199	000	00	000	0001	08	42
05	665	199	000	00	000	0001	08	43
05	665	199	000	00	000	0001	08	44
05	665	199	000	00	000	0001	08	45
05	665	199	000	00	000	0001	08	46

Por otro lado, se tomó la información catastral la cual considera 1 sector en el municipio y sobre la cual se consideran 221 manzanas en total. La tabla 3.8 presenta la numeración de las manzanas catastrales.

Ya que la información catastral tanto en distribución espacial como en numeración es más reciente, se toma como base de trabajo para los posteriores análisis de vulnerabilidad. Para trabajar con códigos resumidos, se le asignó un código de trabajo que consta de los cuatro últimos dígitos de código catastral, completados en algunos casos donde eran inexistentes.

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

Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód
0133	0168	0337	0429	0510	0614	0726	0808	0906	1023	1110
0134	0169	0338	0430	0511	0615	0737	0809	0907	1024	1111
0142	0201	0339	0444	0512	0616	0738	0810	0920	1025	1237
0144A	0202	0340	0445	0513	0617	0739	0811	0931	1026	1238
0144B	0203	0341	0446	0514	0618	0740	0812	0932A	1027	1239
0151	0204	0345	0449	0515	0619	0741	0813	0932B	1028	1240
0152	0205	0346	0450	0516	0620	0742	0814	0933	1029	1241
0153	0206	0347	0451	0517	0623	0743	0820	0934	1030	1242
0154	0207	0348	0452	0518A	0624	0748	0825	0935	1033	1243
0155	0208	0349	0453	0518B	0625	0758	0832A	0936	1034	1244
0156	0209	0350	0462	0518C	0626	0759	0832B	0954	1035	1245
0158	0310	0357	0463	0519	0627	0760	0846	0955	1036	
0159	0311	0413	0501	0601	0708	0761	0847	0956	1101	
0160	0313	0414	0502	0602	0709	0801	0848	0957	1102	
0161	0321	0415	0503	0603	0710	0802	0849A	1016	1103	
0162	0322	0416	0504	0604	0711	0803	0849B	1017	1104	
0163	0328	0417	0505	0605	0712	0804A	0901	1018A	1105	

Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód	Cód
0164	0330	0418	0506	0606	0722	0804B	0902	1018B	1106	
0165	0331	0419	0507	0607	0723	0805	0903	1019	1107	
0166	0332	0427	0508	0608	0724	0806	0904	1021	1108	
0167	0336	0428	0509	0609	0725	0807	0905	1022	1109	

3.3.6 Generación de mapa base

A partir de los resultados de la georeferenciación, levantamiento topográfico y cartografía predial y social, se generó el mapa base para los estudios de zonificación.

El mapa base de la zona urbana del municipio contiene:

- Curvas de nivel obtenidas a partir del levantamiento topográfico, cada metro.
- Cauces obtenidos a partir del levantamiento topográfico y contrastado con el mapa catastral.
- Polígonos de manzanas obtenidas del mapa catastral y verificadas con topografía
- Vías urbanas y de acceso, obtenidas del mapa catastral y topografía.
- Numeración de manzanas, según mapa catastral y completada con levantamiento de campo.

El plano No 1 muestra el mapa base.

3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los aspectos geológicos regionales se tomaron de información publicada de INGEOMINAS y se complementaron en el marco local con observaciones de campo realizadas específicamente para este trabajo y la interpretación de las siguientes aerofotografías:

Vuelo	Año	Escala	Aerofotografías
IGAC C-1366	1971	1:30.000	113 - 115
IGAC R-735	1998	1:8.100	345 - 347

Fisiográficamente, la cabecera municipal se encuentra desarrollada sobre una serie de depósitos aluviales subrecientes depositados en la parte superior de la cuenca alta del río San Juan, rodeados por colinas bajas con vertientes cortas y rectas. El valle del río se presenta en esta zona como una planicie aluvial amplia, atravesada por cauces meándricos.

3.4.1 Contexto Geológico Regional y Local

La geología regional de la zona se encuentra publicada por INGEOMINAS (2002) ver figura 3-3 y en ella se destacan dos unidades sedimentarias, una de edad neógena que corresponden a areniscas, limolitas y arcillolitas pertenecientes a la Formación Corpa (Ngam) y un depósito aluvial reciente del río San Juan (Qal).

3.4.1.1 Formación Corpa areniscas monas (Ngam).

De acuerdo con INGEOMINAS – IGAC, esta formación rodea completamente el valle del río San Juan en inmediaciones de San Pedro de Urabá, formando una serie de colinas resultantes del plegamiento de las rocas originales, las cuales afloran en los extremos noreste y noroeste del área urbana. Esta formación se compone en el área por una sucesión de areniscas y en especial arcillolitas y limolitas de color gris, que superficialmente se oxidan a colores pardo claro a crema, con formación de óxidos de hierro a través de las fracturas, ocasionalmente se encuentran lentes de conglomerados de gravas finas a muy gruesas compuestos de chert, areniscas y basaltos, los cuales se constituyen en la única fuente de material de construcción grueso de la zona.

Esta unidad se encuentra plegada, formando inclinaciones suaves del orden de 20 a 30°, que cuando coinciden con la inclinación de la vertiente tienden a mostrar fenómenos de reptación planar.

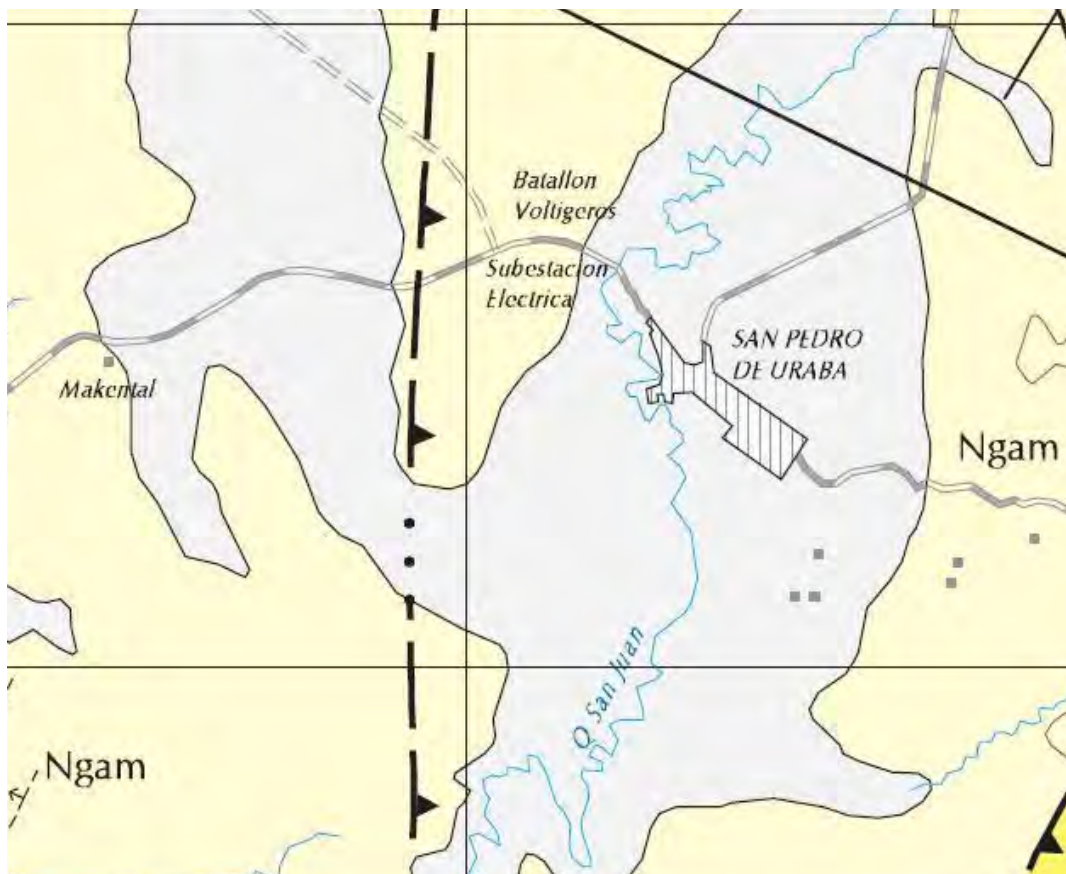


Figura 3- 3 Geología regional de la zona de San Pedro de Urabá (INGEOMINAS 2002).

3.4.1.2 Aluviones recientes (Qal).

La planicie aluvial del río San Juan está formada en la zona de San Pedro de Urabá por una sucesión de arenas finas, limos y arcillas de color pardo claro a crema, sueltas pero

cohesivas, con resistencias al penetrómetro de mano del orden de 2.5 a 2.75 kg/cm², de manera esporádica se encuentran lentes irregulares de acumulaciones de gravas provenientes de la Formación Corpa. El espesor del aluvión en este lugar, por prolongación de las geoformas circundantes es mayor de 20 m. y en consecuencia los suelos son licuables ante la presencia de sismos cercanos de magnitudes moderadas a altas ($M > 5$). Por la misma razón anterior, el aluvión tiene un potencial hidrogeológico que en un futuro puede constituirse en una importante fuente de agua potable para el municipio, lo que implica la revisión de los trabajos realizados en la zona en décadas anteriores y reevaluar su importancia.

3.4.2 Geomorfología regional y local

No existe un mapa sistemático publicado que describa la geomorfología local de San Pedro ni de la región circundante, con excepción del 1:100.000 realizado por el INER (1994), en el cual, dadas las características singulares del paisaje de la zona, para el objetivo específico de éste trabajo, las unidades geomorfológicas coinciden con las geológicas y consisten básicamente en: Colinas bajas en areniscas y planicie aluvial subcreciente.

3.4.2.1 Colinas Bajas en areniscas.

Esta unidad se corresponde con la geológica de areniscas de la Formación Corpa, las cuales por su mediana litificación, forman un macizo rocoso moderadamente resistente a la meteorización, por lo que forman un perfil de meteorización y suelos delgado, menor de dos metros. Este perfil, de superficie a profundidad consta de un horizonte A areno – limoso, de unos 15 a 20 cm de espesor, de color gris, con abundantes raíces, que cubre un horizonte B de 10 a 15 cm, limoarenoso a limoarcilloso, de color pardo a pardo rojizo por oxidación del hierro presente en los sedimentos originales, en profundidad se presenta un horizonte c-VI de 20 cm. De espesor, que a su vez cubre como 1,8 m restantes de suelo tipo III (menos de 50% de fragmentos de roca, en avanzado estado de meteorización). En algunos sitios donde predominan los estratos de areniscas, es posible encontrar el substrato rocoso a menos de un metro, pero en general se requiere excavar 2 o más metros para encontrar la roca parcialmente fresca.

Las colinas tienen forma alargada, con topes redondeados de perfil irregular. Las vertientes son rectas y forman valles planos rellenos con sedimentos. Genéticamente, las colinas como elemento más antiguo, formaban un paisaje solamente de colinas, que por efectos de levantamientos de la corteza, sedimentos derivados de su propia erosión fueron llenando el valle inicial para formar la planicie aluvial actual (Figura 3- 4).



Figura 3- 4 Vista panorámica de San Pedro de Urabá. Autor y fecha desconocidos. Se observa en primer plano la población asentada en la planicie y atrás el paisaje de colinas.

3.4.2.2 Planicie aluvial de San Pedro de Urabá.

Se le dio a esta planicie el nombre de la población en vista de que ella es la de mayor importancia que se asienta sobre ella. Se trata de una planicie de acumulación de sedimentos subreciente, con baja incisión, al punto que el río San Juan, su principal drenaje lo corta en menos de 4 m en su nivel de aguas medias. Se extiende en dirección N-NW por más de 50 Km, con un ancho que no excede los 7 km.

Estratigráficamente muestra en la base lentes de gravas de tamaño medio a grueso, hasta de 10 cm. de diámetro, compuestas de chert, cuarzo, jaspes, areniscas y basaltos, la mayor parte de ellos retrabajados de la Formación Corpa. Los tres metros hacia la superficie se componen casi invariablemente de arenas finas y limos dispuestos en láminas delgadas, la mayoría de las veces difíciles de diferenciar. Tales materiales son cohesivos, pero no han tenido ningún proceso de litificación o compactación, por lo tanto son susceptibles de erosión por escorrentía o corrientes aluviales.

El desarrollo de los horizontes A y B del suelo es relativamente incipiente si se tiene en cuenta que es difícil diferenciarlos uno de otro, pues muestran el mismo color pardo y textura areno – limosa, con cantidades subordinadas de arcillas (Figura 3- 5).



Figura 3- 5 Detalle de los horizontes A y B del suelo inmaduros, sin diferencia entre sí.

Los diferentes episodios de crecientes han cortado en partes la planicie principal y formado al menos dos niveles de terraza (Figura 3- 6), el más bajo de los cuales se inunda aparentemente en todas las temporadas invernales, en tanto que el más alto parece tener un intervalo de recurrencia de las inundaciones ligeramente mayor, del orden de 7 a 10 años, de acuerdo con el testimonio de algunos habitantes vecinos a la quebrada.

Es necesario tener en cuenta que el nivel de terraza T2, cartografiado para la mayor parte del casco urbano actual, ha tenido sustanciales intervenciones antrópicas en el sentido de que ha sido objeto de varios llenos a diferentes alturas. El lleno más notorio es el que subyace a la iglesia del parque principal, que tiene al menos 2 m por encima del nivel de la planicie aluvial, igualmente notable es el de la vía a Apartadó, que se construyó sobre un terraplén y posteriormente sus lados fueron objeto de llenos para definir lotes de vivienda. Esta situación se repite en otras partes de la población, lo que de por sí indica la susceptibilidad a las inundaciones que tiene buena parte del casco urbano de la población.

Como observación adicional del mismo nivel T2, en el sector noreste, todavía sin urbanizar, parece definirse un bajo o transición a T1 (interrogado en el mapa), que es más susceptible a las inundaciones y por lo tanto, tiene mayores limitaciones para urbanización por cuanto las construcciones deben tener un mayor realce con respecto al nivel de la planicie, a fin de no verse afectadas por inundación con mayor frecuencia.

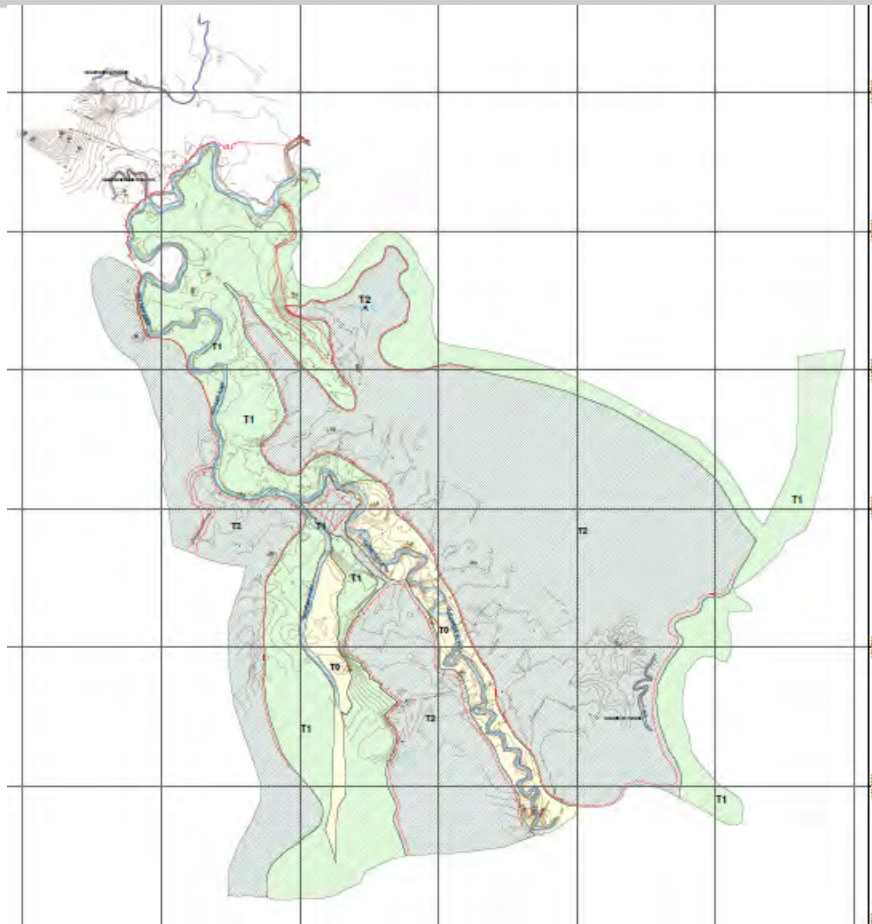


Figura 3- 6 Mapa geomorfológico del área urbana de San Pedro de Urabá

3.4.3 Procesos morfodinámicos

Con el fin de caracterizar los procesos de remoción en masa asociados principalmente a inestabilidad de márgenes de la quebrada el Pirú y el río San Juan, se realizó un inventario detallado de los eventos actuales. Estos procesos fueron clasificados por nivel de actividad y tipo, siendo esta clasificación útil para los análisis de amenaza y riesgo posteriores.

Los procesos existentes se clasifican en procesos activos y progresivos, activos, estacionarios, incipientes, abandonados, socavación de márgenes en cercanías a puentes y zonas de sedimentación.

3.4.3.1 Procesos activos y progresivos

Son eventos relacionados con la erosión hídrica permanente, donde existe caída continua de material en la parte superior de la margen por pérdida de soporte de la base. Se observa ausencia total de la vegetación por intervención natural o antrópica, acelerando el

proceso, siendo relevante mencionar que se han visto afectados algunos elementos adyacentes.

3.4.3.2 Procesos activos

Son eventos relacionados con la erosión hídrica permanente, donde existe caída aleatoria de material en la parte superior de la margen por pérdida de soporte de la base. Se observa pérdida de la vegetación por intervención natural o antrópica, lo que acelera el proceso, siendo relevante mencionar que existe posibilidad de afectación de algunos elementos adyacentes. Ver Figura 3- 7, Figura 3- 8 y Figura 3- 9.



Figura 3- 7 Proceso activo en la margen derecha del río San Juan, pérdida de material evidente.



Figura 3- 8 Detalle de proceso activo en la margen derecha del río San Juan, pérdida de material evidente.



Figura 3- 9 Proceso activo en la margen derecha de la quebrada el Pirú, pérdida de material y caída de vegetación.

3.4.3.3 Procesos estacionarios

Son eventos que se presentan únicamente en la temporada invernal, con o sin recurrencia anual, asociados a la erosión hídrica en crecientes. El material cae por pérdida de soporte, sin el sostenimiento adicional que produce la ausencia de vegetación, afectando la parte superior de la margen. No se ha presentado afectación de los elementos adyacentes. Ver Figura 3- 10.



Figura 3- 10 Proceso estacionario en la margen izquierda del río San Juan, se activa únicamente en temporada invernal anual.

3.4.3.4 Procesos incipientes

Corresponden a aquellos procesos de erosión en etapa de inicio, donde existe una pérdida de vegetación parcial (intervención antrópica) y algún desprendimiento de material. No se ha presentado afectación de los elementos adyacentes. Ver Figura 3- 11 y Figura 3- 12.



Figura 3- 11 Procesos incipientes en la margen izquierda de la quebrada El Pirú, comienzo de la pérdida de material y vegetación.

3.4.3.5 Procesos abandonados

Caída de material de la parte superior, sin rastros de actividad actual y crecimiento de vegetación en la zona de depósito. Estos procesos deben su nombre al cambio de curso principal de la corriente, con suspensión del proceso en forma temporal.



Figura 3- 12 Proceso incipiente en la margen derecha de la quebrada El Pirú, pérdida de material y vegetación por intervención antrópica.

3.4.3.6 Socavación de márgenes contiguas a puentes

Este proceso está relacionado con la erosión hídrica local que se genera en cercanías a los puentes, donde existe un estrechamiento del cauce natural. Esta erosión se presenta de forma lateral, necesitando incluso obras de protección ya construidas. Ver Figura 3- 13y Figura 3- 14.



Figura 3- 13 Socavación lateral en cercanías a puentes. Se han realizado algunas obras de contención y mitigación como gaviones.



Figura 3- 14 Socavación lateral en cercanías a puentes. Afectación a las aletas de los estribos.

3.4.3.7 Zonas de sedimentación

Corresponden a aquellos sectores dentro del cauce donde se observa acumulación de material transportado, especialmente gravas y arenas. Estas zonas son fácilmente observables en épocas de verano pero son ocultas parcial o totalmente por el agua en épocas de invierno. En estas zonas se lleva a cabo una extracción de material en forma artesanal, lo que implica una afectación del proceso natural del río y por ende de la dinámica del mismo. Ver Figura 3- 15 y Figura 3- 16.



Figura 3- 15 Zonas de sedimentación, extracción de material tipo arena.



Figura 3- 16 Zonas de sedimentación con aguas bajas.

3.5 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

3.5.1 Introducción

El municipio de San Pedro en el Urabá Antioqueño, se localiza en la margen derecha del río San Juan. Este curso de agua, que tiene sus orígenes en la serranía de Abibe, dada su alta pendiente en la parte superior de la cuenca, se caracteriza por presentar crecientes súbitas y de corta duración, que en los últimos años han causado inundaciones en algunos sectores de la población debido al desbordamiento de sus aguas.

Puesto que el fenómeno de inundaciones por desbordamiento ha tenido ocurrencia en los últimos años y ha puesto en evidencia la posibilidad de generar pérdidas no sólo materiales si no de vidas humanas, CORPOURABA se ha propuesto determinar de manera concisa el grado de amenaza a que está expuesta la población por efecto de este fenómeno, mediante el análisis cuidadoso de sus causas, la posibilidad y frecuencia probable de ocurrencia, amén de otros aspectos de carácter social y ambiental no menos importantes

En este capítulo de los estudios y análisis adelantados dentro del marco anteriormente descrito, se presentan los análisis adelantados en los campos de la Hidrología y la Hidráulica, tendientes a caracterizar el régimen de crecientes del río y los resultados obtenidos.

3.5.2 Hidrología

Los estudios hidrológicos adelantados tuvieron como objetivo fundamental determinar y caracterizar el régimen de crecientes o de caudales máximos del río San Juan en inmediaciones del municipio de San Juan.

Para la realización de esta tarea, se cuenta con información de caudales máximos registrados en las estaciones hidrométricas de El Carmelo, La Candelaria y Hacienda Las Lajas.

Aunque se pretendió adelantar la caracterización del clima de la región, no fue posible hacerlo, dada la carencia de información climatológica. Únicamente se contó con información de valores totales mensuales de precipitación en la estación pluviométrica de El Carmelo.

Con base en la información citada, se estableció que la precipitación media anual multi anual es de 1360 mm, con distribución dentro del año bimodal, en la cual se observan períodos de alta precipitación en los meses de abril y mayo al inicio del año y en agosto, septiembre y octubre al final del mismo.

En el Cuadro siguiente se presentan los valores mensuales y anuales multianuales de precipitación y en la Figura que le sigue, la distribución de ésta dentro del año.

Tabla 3- 9 Valores totales mensuales multianuales de precipitación Estación El Carmelo

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	TOTAL ANUAL
24.3	14.7	55.0	118.6	177.1	130.5	135.8	152.4	184.6	163.9	122.8	76.1	1355.9

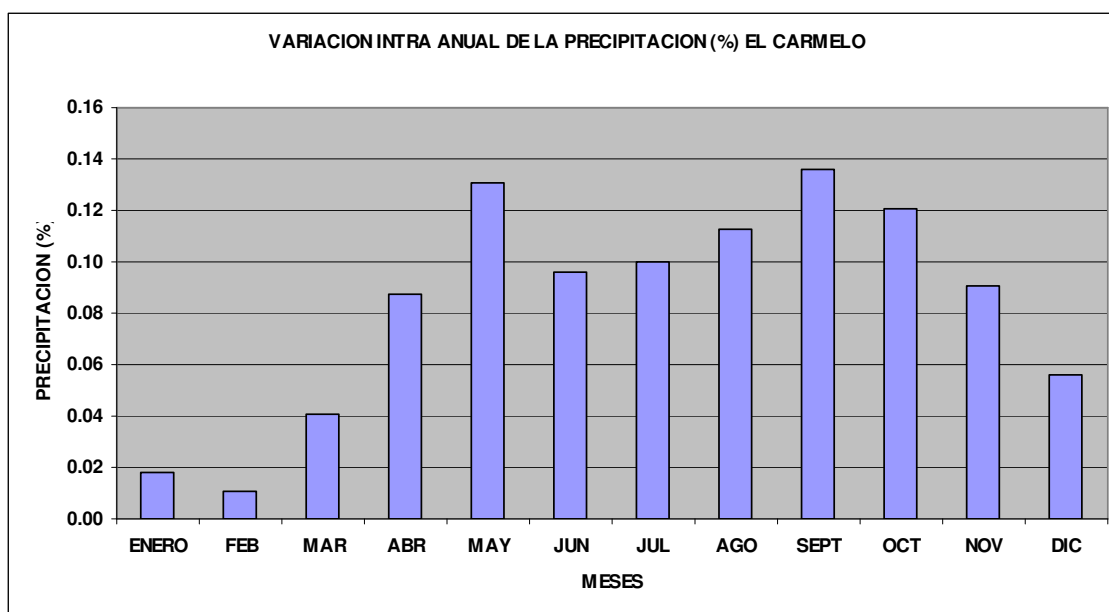


Figura 3- 17 Histograma de precipitación media mensual multianual – Estación El Carmelo.

La información hidrológica corresponde a series de caudales máximos de las estaciones citadas, con los siguientes períodos de información:

- El Carmelo 1977 -1994
- La Candelaria 1978-1994
- Hacienda Las Lajas 1978-1994.

Como puede apreciarse de lo consignado con respecto a la información existente, ésta se caracteriza por un notable atraso en su procesamiento, situación que hace difícil, si no imposible, incluir en los análisis los eventos extraordinarios ocurridos en los últimos años que han sido los causantes de inundaciones de gran efecto negativo para la población.

Para efectos de caracterizar el régimen de crecientes del río en San Pedro, se tomó la serie de caudales de la estación El Carmelo, localizada aguas abajo de la población. Esta serie se sometió a análisis de frecuencia mediante su ajuste a distribuciones teóricas. La que mejor ajuste presentó fue la Pearson Tipo III.

De la distribución de frecuencia que se presenta en la siguiente Figura, se obtuvieron los caudales de diferentes recurrencias, tal como se presenta en el Cuadro que se muestra después de la Curva de distribución de Frecuencias

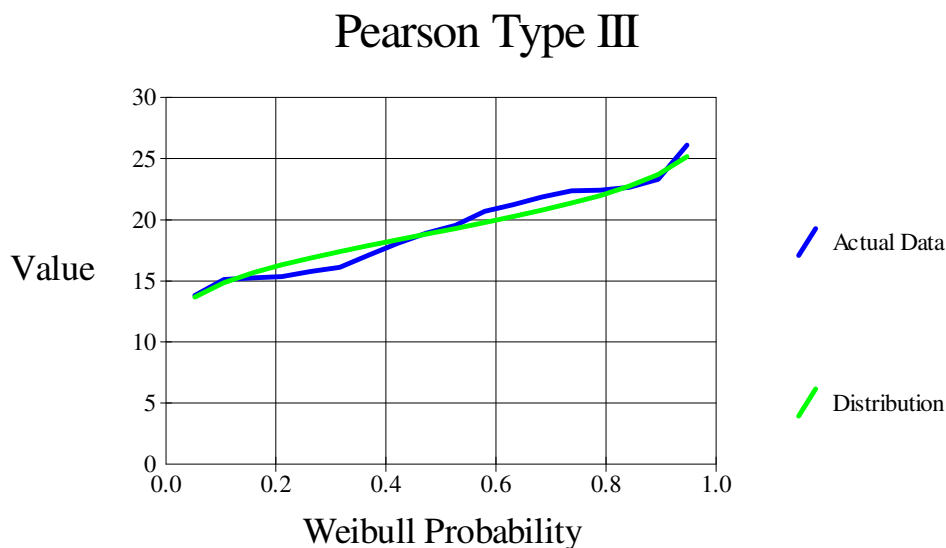


Figura 3- 18 Análisis de frecuencia q max mensuales m3/s Rio San Juan “El Carmelo”

Tabla 3- 10 Caudales máximos mensuales de la recurrencia indicada Rio San Juan “El Carmelo”

PROBABILIDAD	RECURRENCIA	CAUDAL MAXIMO	DESVIACION
%	AÑOS	(m3/s)	ESTANDAR
0.995	200	29.12	3.06
0.99	100	28.06	2.59
0.98	50	26.92	2.14
0.96	25	25.69	1.73

0.9	10	23.82	1.27
0.8	5	22.13	1.04
0.667	3	20.61	0.94
0.5	2	19.06	0.91

Si definimos la amenaza por efectos de inundación causada por desbordamiento del río en función de la probabilidad o de la frecuencia de ocurrencia de este tipo de eventos, tomaremos como amenaza alta, la correspondiente a eventos que tienen una frecuencia de ocurrencia de 2,3 o menos años, es decir, la creciente que puede presentarse una vez en este término de tiempo. Los eventos que tienen recurrencia entre 2,3 y 10 años, como amenaza media y los de más de 20 años como de amenaza baja, tendríamos que acordar que la magnitud de los caudales asociados a estos períodos de retorno corresponden a 19,1, 23,8 y 26 m³/s, respectivamente.

Un factor más de amenaza podría ser la quebrada Pirú, la cual desemboca al río –san Juan frente a la población.

Realizados los análisis de información, se constató la total carencia de datos sobre los caudales de la quebrada.

De los análisis realizados sobre la extensión de la cuenca de la quebrada, de la morfología de sus orillas en el tramo que coincide con el pueblo y de la información obtenida de los moradores del área, se llegó a la conclusión que los caudales máximos de la misma pueden ser evacuados por la sección de flujo sin que se presenten desbordamientos. Su régimen de niveles está gobernado por el régimen de niveles del río San Juan, es decir, los desbordamientos que ocurren son producidos por los caudales de avenida del San Juan, que represan el flujo de la quebrada. De aquí que la importancia de estos caudales no es significativa. Por otra parte, lo anterior se hace evidente dado que los desbordamientos sólo ocurren en inmediaciones de la desembocadura al río San Juan.

3.5.3 Hidráulica

Mediante la aplicación de técnicas hidráulicas se determinaron los niveles del río San Juan correspondientes a los caudales de interés y que han definido los grados de amenaza.

Para lograr el objetivo propuesto se utilizó el modelo HEC RAS 4.1 desarrollado por el US ARMY CORPS OF ENGINEERS CENTER, el cual mediante balance de energía y cantidad de movimiento, genera, para diferentes caudales y secciones de geometría, pendiente y rugosidad conocidas, los niveles de agua, para estados subcrítico y supercrítico del flujo o una combinación de éstos, a lo largo del río.

Para proveer la información antes citada, se practicaron levantamientos topográficos que permitieron establecer la geometría de la sección de flujo a lo largo del río San Juan, en una longitud de 4400 m, de los cuales 3600 corresponden al tramo hacia aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Pirú, el cual incluye un sector localizado abajo de la

desembocadura de la quebrada Aguas Claras, y 800 m hacia aguas arriba de la quebrada Pirú. Por otra parte, con el mismo objetivo, estos trabajos se realizaron a lo largo de 2500 m en la quebrada Pirú.

La aplicación del modelo para los caudales obtenidos de los análisis hidrológicos soportados por la información suministrada por el IDEAM, que como se anotó antes sólo cubren el período 1978 a 1994, en el mejor de los casos, no mostró desbordamientos del río, aún para el caudal de 100 años de recurrencia.

Puesto que es conocido que el río se desbordó en los años 2010 y 2011, se procedió a determinar las cotas de agua correspondientes a esta última inundación en lugares fácilmente identificables y por el método de ensayo y error, encontrar la magnitud del caudal que la produjo.

De las diferentes corridas del modelo, se logró establecer que para que la inundación alcanzara la cota 132 en la calle que comunica con el puente peatonal al norte del parque, el caudal debería ser del orden de 118 m³/s.

La aplicación del modelo para este caudal coincide con los datos obtenidos en campo durante la inundación de 2011, por lo cual, se determinaron las áreas afectadas por esta inundación.

Si se incluye este caudal en la serie de datos suministrada por el IDEAM y se realiza el análisis de frecuencia a la serie obtenida, se encuentra que este caudal de 118 m³/s tiene una recurrencia de cerca de 25 años. Sin embargo, estudiados los registros de inundaciones que afectaron las mismas áreas en el pueblo, se logró establecer que éstas tienen una recurrencia que se localiza entre los seis (6) y diez (10) años, lo cual conduce a establecer que estos eventos constituyen una amenaza de grado medio, de acuerdo con las definiciones establecidas.

Los resultados de la corrida del modelo se presentan en el Cuadro de CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO, en el cual se aprecian los niveles o cotas del fondo del río y de la quebrada, las cotas de agua en las diferentes secciones cuya ubicación se aprecia en el plano topográfico, la velocidad del flujo y demás información relacionada con las características del flujo en cada una de las secciones topográficas a lo largo tanto del río San Juan como de la quebrada Pirú.

La magnitud de la inundación causada por el desbordamiento del río San Juan se puede apreciar en las secciones transversales que se presentan a continuación, localizadas en el sector localizado frente a San Pedro.

Tabla 3- 11 Características del Flujo del Rio San Juan
CARACTERISTICAS DEL FLUJO RIO SAN JUAN AGUAS ABAJO DE SAN PEDRO

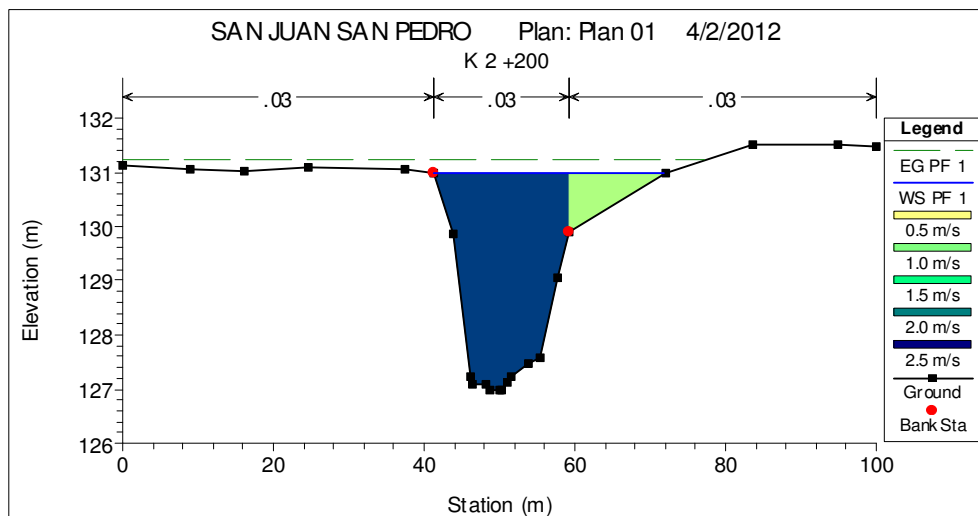
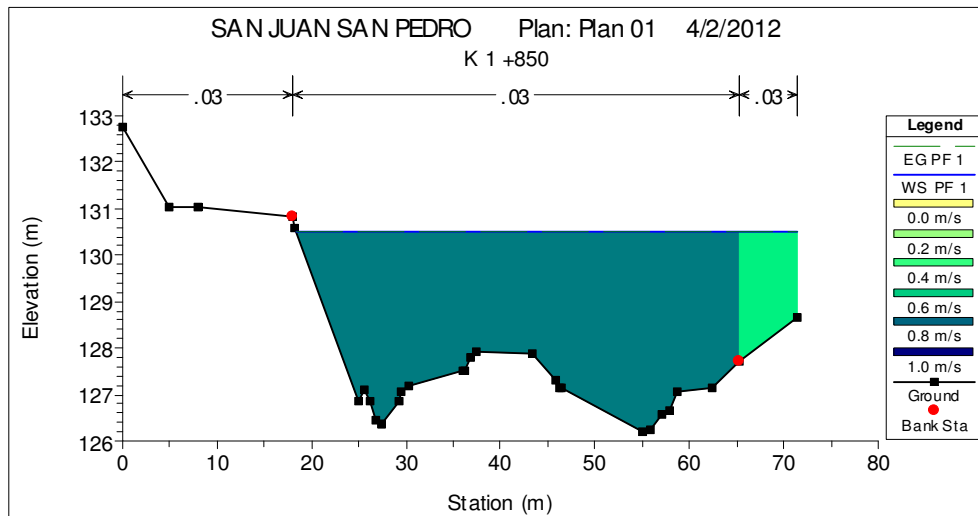
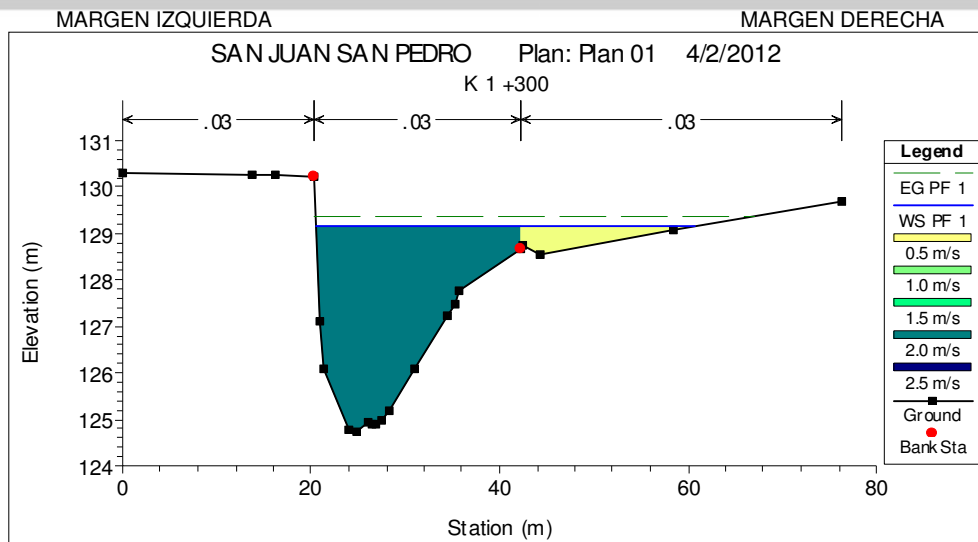
TRAMO	SECCION	Q TOTAL (m3/s)	COTA DE FONDO (msnm)	COTA DE AGUA (msnm)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	AREA DE FLUJO (m2)	ANCHO DE SECCION (m)	NUMERO DE FROUDE
FINAL	1050	118	125.42	128.45	2.56	46.11	22.87	0.58
FINAL	1000	118	125.44	128.46	1.99	62.46	30.36	0.45
FINAL	950	118	124.43	128.18	2.60	45.46	24.20	0.60
FINAL	900	118	124.74	128.06	2.56	46.06	21.36	0.56
FINAL	850	118	123.95	128.13	1.63	72.31	34.42	0.36
FINAL	800	118	124.42	127.78	2.75	43.85	25.69	0.64
FINAL	750	118	124.92	127.91	1.42	83.12	37.25	0.30
FINAL	700	118	124.78	127.89	1.34	90.53	45.58	0.31
FINAL	650	118	123.89	127.86	1.29	98.14	49.71	0.27
FINAL	600	118	124.36	127.77	1.67	76.44	39.87	0.37
FINAL	550	118	124.10	127.47	2.57	45.89	20.31	0.55
FINAL	500	118	124.45	127.45	2.05	57.49	31.04	0.48
FINAL	450	118	123.79	126.96	3.25	36.35	18.74	0.74
FINAL	400	118	124.68	126.41	3.85	30.65	20.48	1.00
FINAL	350	118	123.88	126.59	1.74	67.65	44.78	0.45
FINAL	300	118	124.12	126.60	1.25	94.67	54.81	0.29
FINAL	250	118	123.40	126.48	1.68	70.44	50.99	0.45
FINAL	200	118	124.07	126.35	1.93	63.97	51.42	0.47
FINAL	150	118	123.90	126.29	1.79	65.94	36.95	0.43
FINAL	100	118	123.57	126.21	1.95	69.08	49.37	0.44
FINAL	50	118	123.36	126.17	1.56	75.42	45.43	0.39
FINAL	0	118	122.94	126.04	1.85	63.92	44.06	0.49

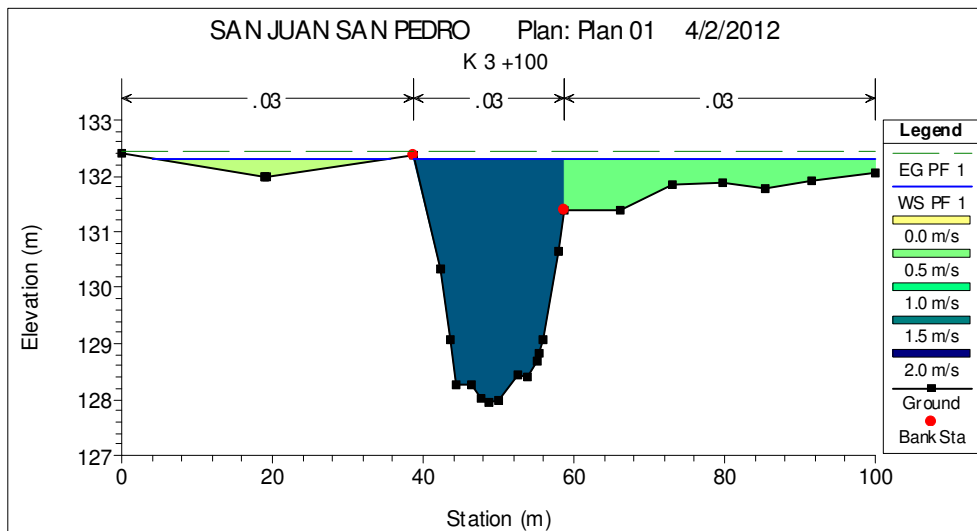
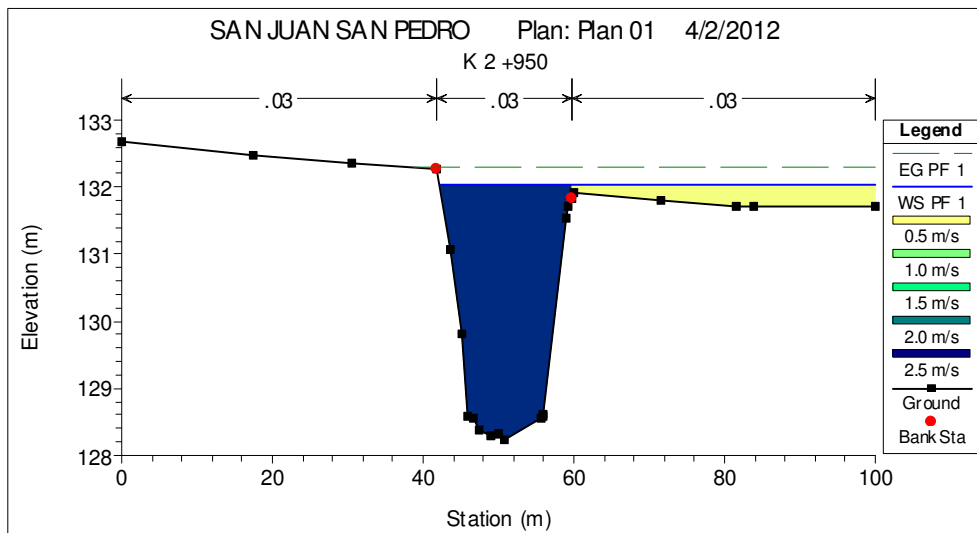
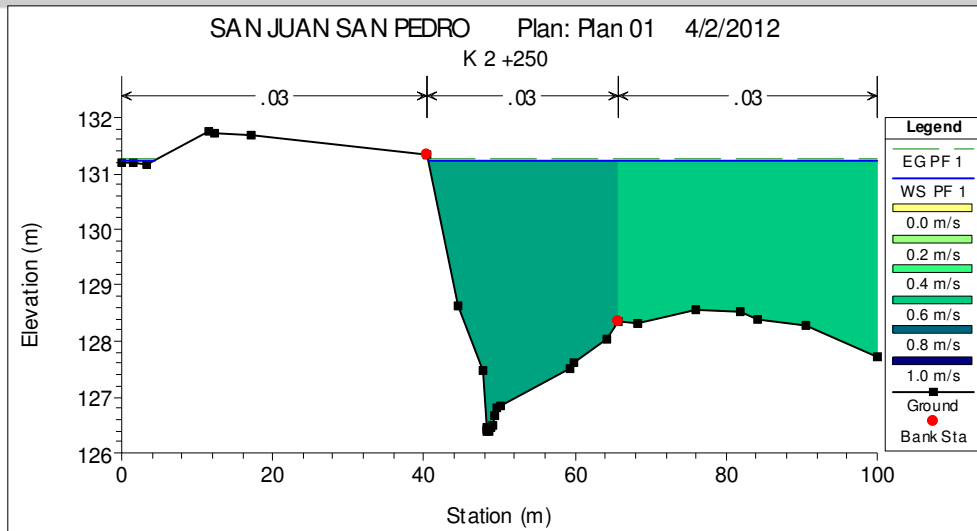
CARACTERISTICAS DEL FLUJO RIO SAN JUAN SAN PEDRO ARRIBA DE LA DESEMBOCADURA DE Q PIRU

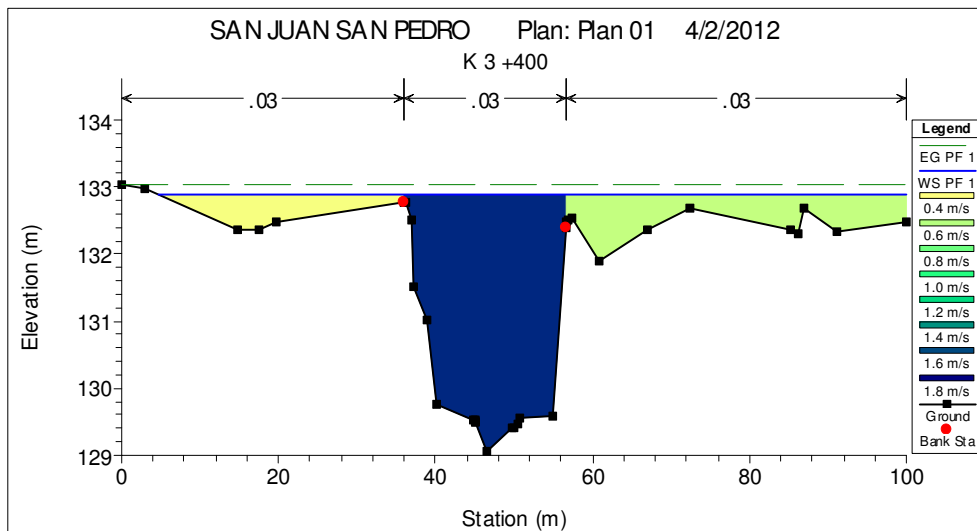
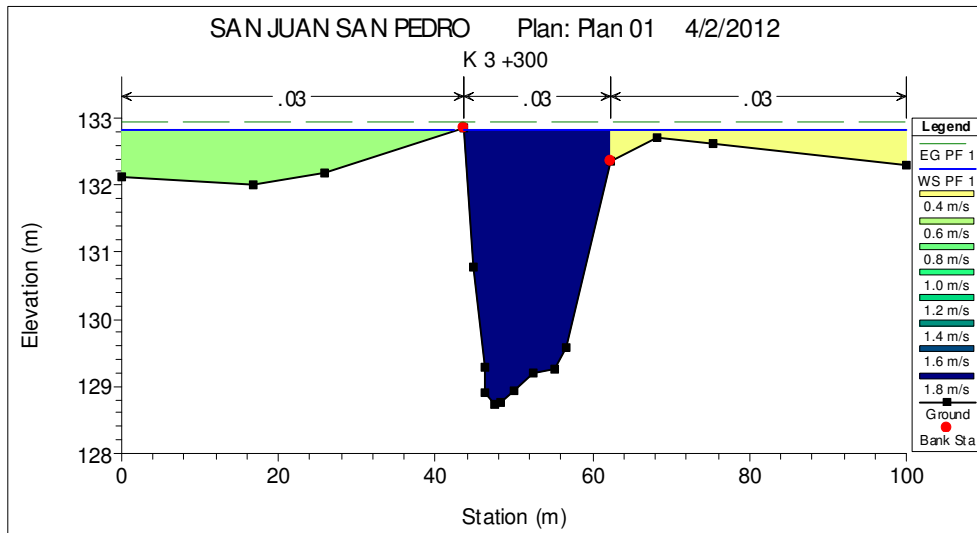
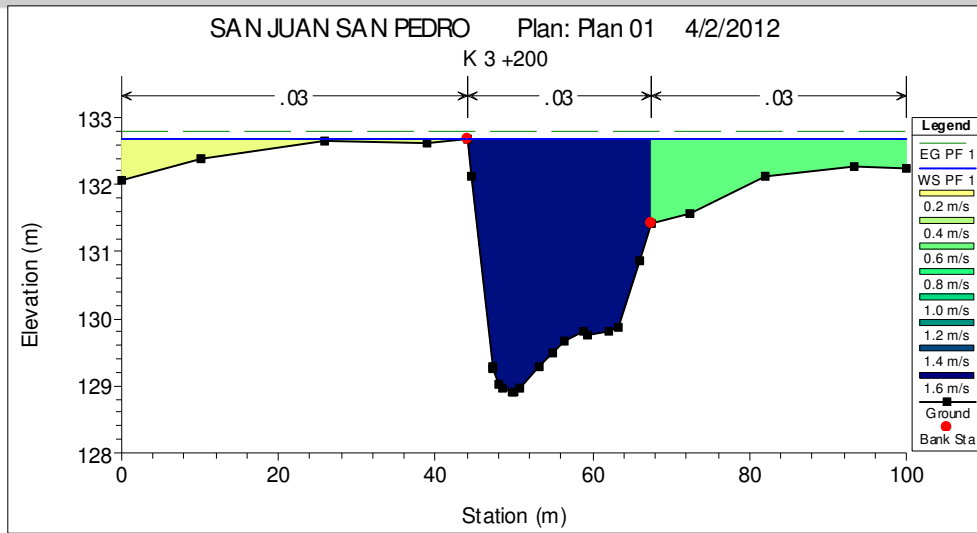
TRAMO DE RIO	SECCION	Q TOTALI (m3/s)	COTA DE FONDO (msnm)	COTA DE SUP AGUA (msnm)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	AREA DE FLUJO (m2)	ANCHO DE SECCION (m)	NUMERO DE FROUDE
ARRIBA	4400	100	131.77	134.55	2.23	45.43	20.54	0.47
ARRIBA	4350	100	131.48	134.40	2.45	41.42	21.98	0.51
ARRIBA	4300	100	131.20	134.33	2.33	46.66	54.53	0.51
ARRIBA	4250	100	131.47	134.09	2.72	36.73	16.65	0.59
ARRIBA	4200	100	131.29	134.11	2.02	55.48	61.01	0.44
ARRIBA	4150	100	130.92	133.84	2.63	38.54	28.43	0.62
ARRIBA	4100	100	130.96	133.96	1.51	84.92	74.01	0.31
ARRIBA	4050	100	131.03	133.83	1.91	63.61	61.29	0.43
ARRIBA	4000	100	130.73	133.70	2.02	50.45	50.86	0.42
ARRIBA	3950	100	130.50	133.70	1.78	70.58	68.01	0.36
ARRIBA	3900	100	130.35	133.62	1.91	67.63	83.74	0.40
ARRIBA	3850	100	130.37	133.22	2.92	34.21	16.52	0.65
ARRIBA	3800	100	130.06	133.31	1.92	61.11	78.30	0.41
ARRIBA	3750	100	130.02	133.17	2.20	49.68	52.83	0.48
ARRIBA	3700	100	129.93	133.01	2.42	46.77	55.24	0.56
ARRIBA	3650	100	130.24	133.11	1.30	89.67	65.22	0.28
ARRIBA	3600	100	129.80	133.01	1.72	76.03	91.37	0.36

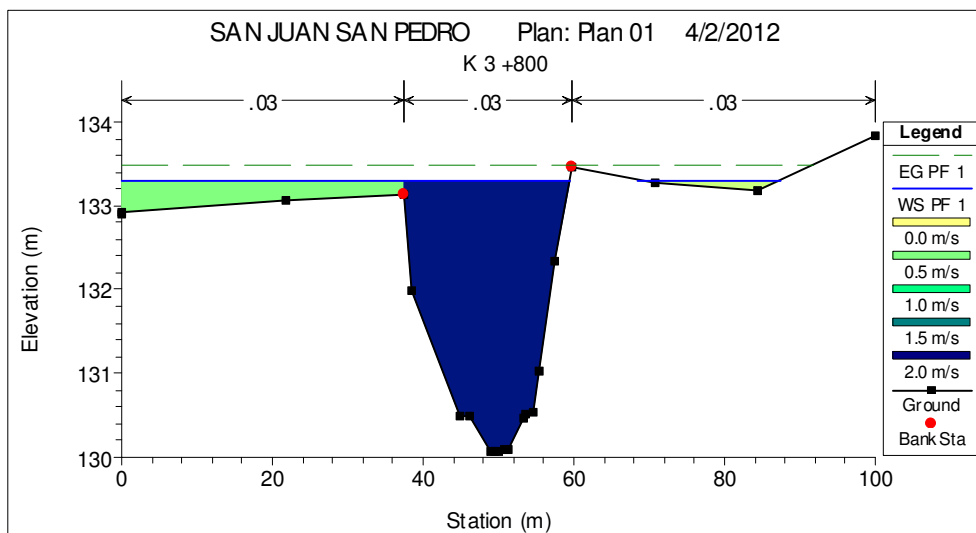
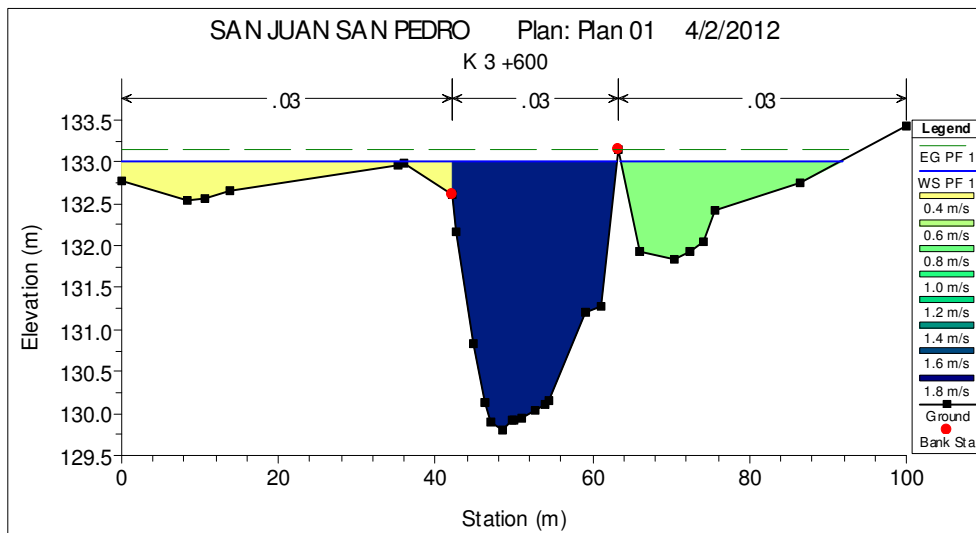
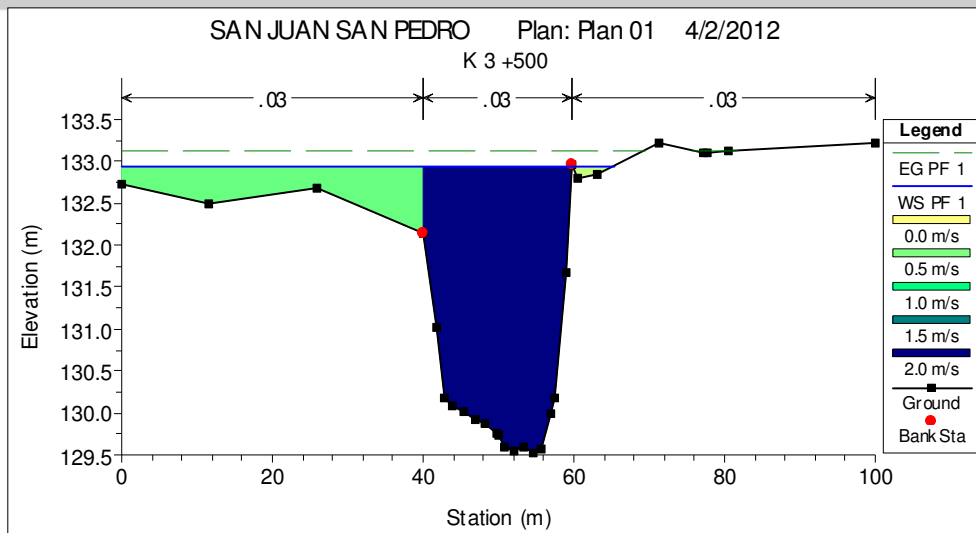
Tabla 3- 12 Características del Flujo de la Quebrada El Pirú
CARACTERISTICAS DEL FLUJO QUEBRADA PIRU

TRAMO	SECCION	Q TOTAL (m3/s)	COTA DE FONDO (msnm)	COTA DE AGUA (msnm)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	AREA DE FLUJO (m2)	ANCHO DE SECCION (m)	NUMERO DE FROUDE
ARRIBA	2500	18	138.16	140.21	0.96		19.5	0.28
ARRIBA	2450.00	18.00	138.14	140.08	1.43	12.57	9.77	0.4
ARRIBA	2400.00	18.00	137.92	139.72	2.41	7.46	6.83	0.74
ARRIBA	2350.00	18.00	138.05	139.37	2.4	7.49	9.41	0.86
ARRIBA	2300.00	18.00	137.92	139.28	1.6	11.26	10.63	0.5
ARRIBA	2250.00	18.00	137.43	139.25	1.21	20.56	32.87	0.33
ARRIBA	2200.00	18.00	137.57	139.21	1.05	19.57	22.91	0.3
ARRIBA	2150.00	18.00	137.57	138.74	2.74	6.56	8.28	0.98
ARRIBA	2100.00	18.00	136.45	138.75	1.55	11.63	8.22	0.42
ARRIBA	2050.00	18.00	137.11	138.40	2.4	7.49	7.61	0.77
ARRIBA	2000.00	18.00	136.55	138.12	2.18	8.27	10.18	0.77
ARRIBA	1950.00	18.00	137.16	138.20	0.58	24.59	26.82	0.23
ARRIBA	1900.00	18.00	136.19	138.17	0.93	21.51	21.65	0.26
ARRIBA	1850.00	18.00	136.39	138.03	1.49	12.06	10.25	0.44
ARRIBA	1800.00	18.00	136.49	137.87	1.74	10.34	10.19	0.55
ARRIBA	1750.00	18.00	136.55	137.70	1.76	10.22	11.72	0.6
ARRIBA	1700.00	18.00	136.08	137.15	2.79	6.45	8.28	1.01
ARRIBA	1650.00	18.00	135.22	137.15	0.76	24.39	22.14	0.22
ARRIBA	1600.00	18.00	135.56	137.13	0.56	27.81	25.05	0.19
ARRIBA	1550.00	18.00	135.57	137.11	0.73	24.23	22.93	0.23
ARRIBA	1500.00	18.00	134.92	136.93	1.68	10.70	8.46	0.48
ARRIBA	1450.00	18.00	135.67	136.86	1.34	13.47	15.60	0.46
ARRIBA	1400.00	18.00	135.45	136.73	1.42	12.79	20.07	0.51
ARRIBA	1350.00	18.00	135.22	136.72	0.93	24.75	37.21	0.27
ARRIBA	1300.00	18.00	134.76	136.24	3.07	6.97	8.92	0.88
ARRIBA	1250.00	18.00	134.20	135.72	1.18	18.34	31.52	0.41
ARRIBA	1200.00	18.00	134.15	135.64	1.14	16.66	20.82	0.37
ARRIBA	1150.00	18.00	133.66	135.67	0.32	56.00	33.44	0.08
ARRIBA	1100.00	18.00	133.64	135.58	1.28	14.47	13.77	0.39
ARRIBA	1050.00	18.00	133.63	135.07	2.80	6.42	8.35	1.02
ARRIBA	1000.00	18.00	133.41	134.67	1.73	10.40	12.14	0.60
ARRIBA	950.00	18.00	133.24	134.47	1.86	10.01	11.89	0.60
ARRIBA	900.00	18.00	131.90	134.44	1.41	13.83	10.94	0.33
ARRIBA	850.00	18.00	132.36	134.34	1.52	11.90	10.56	0.43
ARRIBA	800.00	18.00	132.68	134.12	1.96	9.19	9.77	0.63
ARRIBA	750.00	18.00	132.44	134.14	1.09	18.83	21.04	0.31
ARRIBA	700.00	18.00	132.52	133.70	2.64	6.81	9.84	1.01
ARRIBA	650.00	18.00	131.41	133.37	2.28	9.46	12.43	0.65
ARRIBA	600.00	18.00	131.80	133.35	1.22	14.81	15.28	0.39
ARRIBA	550.00	18.00	131.41	133.27	1.25	14.38	13.75	0.39
ARRIBA	500.00	18.00	131.65	133.22	1.20	15.25	13.42	0.34
ARRIBA	450.00	18.00	131.35	133.20	0.87	20.79	17.66	0.25
ARRIBA	400.00	18.00	131.35	133.19	0.72	28.25	31.82	0.20
ARRIBA	350.00	18.00	130.81	133.16	0.82	22.25	17.18	0.22
ARRIBA	300.00	18.00	130.22	133.16	0.60	30.12	16.52	0.14









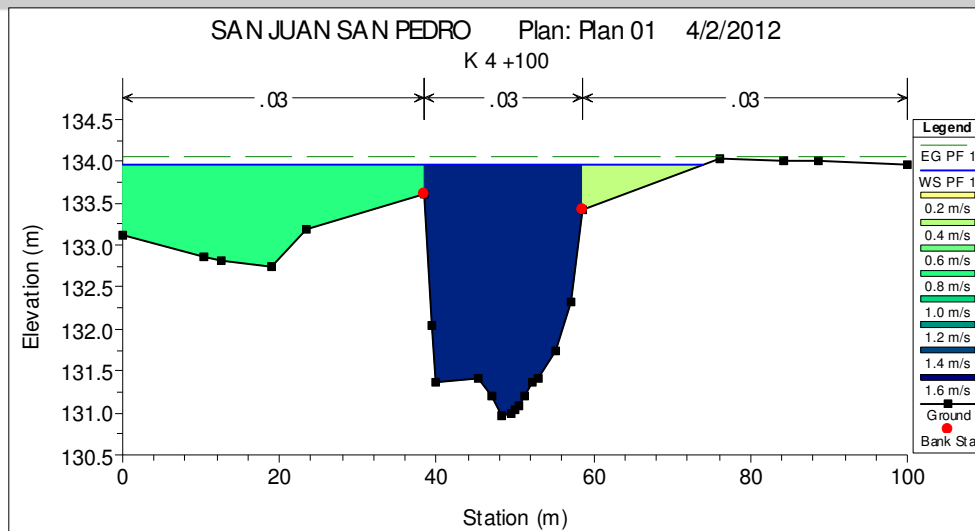


Figura 3- 19 Graficas de las secciones objeto de análisis hidráulico.

3.6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Para determinar las características y propiedades mecánicas del suelo en el sitio del proyecto, se ejecutaron diversas actividades que se presentan en esta sección: 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 Investigación del subsuelo

Teniendo en cuenta las características geológicas del sitio y las unidades geomorfológicas identificadas, se proyectó la ejecución de la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización geomecánica de los materiales. La exploración se efectuó por medio de sondeos y trincheras como se explica a continuación.

Adicionalmente, se realizaron pruebas de laboratorio para clasificación y obtener parámetros de resistencia que permitan conocer el comportamiento de los materiales existentes.

3.6.1.1 Exploración con sondeos y trincheras

La exploración del subsuelo consistió en la ejecución de 2 perforaciones (sondeos) y 14 trincheras, distribuidos convenientemente en el área de estudio, los cuales se ejecutaron 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.

Las profundidades de los sondeos y trincheras se presentan en la Tabla 3-9.

Tabla 3- 13 Exploración del subsuelo

Punto ejecutado	Profundidad	Ubicación
Sondeo 1	4.30 m	Terraza 0
Sondeo 2	3.00 m	Terraza 0
Trinchera 1	4.50 m	Terraza 1
Trinchera 2	4.80 m	Terraza 1
Trinchera 3	5.00 m	Terraza 1
Trinchera 4	3.10 m	Terraza 1
Trinchera 5	3.50 m	Terraza 1
Trinchera 6	4.00 m	Terraza 1
Trinchera 7	2.80 m	Terraza 1
Trinchera 8	2.40 m	Terraza 0
Trinchera 9	3.00 m	Terraza 2
Trinchera 10	3.50 m	Terraza 0
Trinchera 11	2.00 m	Terraza 0
Trinchera 12	2.50 m	Terraza 0
Trinchera 13	2.40 m	Terraza 0
Trinchera 14	7.10 m	Terraza 0

Mediante una detenida inspección de trincheras se caracterizaron los materiales que afloran en los taludes. El sondeo se llevo a cabo con equipo manual e igualmente se obtuvieron muestras de los materiales en tubo Shelby para algunas profundidades y en forma remoldeada para las muestras más sueltas.

En cada uno de los registros de exploración de campo se generó un registro continuo del perfil estratigráfico (Ver Anexo D) y se obtuvieron muestras representativas de los materiales encontrados para adelantar pruebas de clasificación y de resistencia, y en lo posible identificar las zonas o materiales débiles sobre las cuales se desarrollan los fenómenos más importantes.

3.6.1.2 Ensayos In Situ

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los materiales que conforman el área de estudio y como complemento de la exploración de campo, se realizaron ensayos in situ de penetración estándar o SPT los cuales permiten conocer el perfil del número de golpes y complementar la caracterización geomecánica de los materiales de los diferentes estratos superficiales.

Una vez establecidos los valores N de campo, obtenidos del ensayo SPT, se realizaron las respectivas correcciones por confinamiento, longitud de varillaje y nivel de agua, de tal forma que se pudieran normalizar dichos valores a un determinado nivel de energía.

Utilizando el método de estimación de parámetros efectivos de resistencia con SPT establecido por González (1997), fueron estimados los parámetros geomecánicos de resistencia para cada material encontrado a lo largo del perfil de la exploración. En la ANEXO C – parámetros geomecánicos, se presenta la evaluación de parámetros en

función del SPT y en el Anexo C se muestran las envolventes de resistencia de los diferentes materiales superficiales.

3.6.1.3 Ensayos de laboratorio

Observando la variación del perfil del subsuelo en cada sitio de exploración, se definieron los puntos y niveles de muestreo de manera que se logró una representación de todos los materiales encontrados. Se tomaron muestras alteradas en bolsa, se recuperaron muestras del ensayo de penetración estándar y se tomaron algunas muestras de tubo Shelby.

Las muestras obtenidas se identificaron visualmente y con base en la estratigrafía se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, el cual consistió en la ejecución de pruebas para clasificación (límites de consistencia, granulometrías y lavado sobre tamiz No 200), determinación del contenido de humedad natural, peso unitario, compresión confinada. En el Anexo C se presenta el resumen general de resultados y en el Anexo C los Resultados de los ensayos de Laboratorio individuales.

3.6.2 Caracterización geomecánica

Basados en toda la información recolectada y producida hasta este punto del estudio, como es la definición del modelo geológico imperante en el área y los resultados de laboratorio, se realizó la clasificación de los materiales y se evaluaron los parámetros geomecánicos que gobiernan su comportamiento ingenieril.

Los materiales encontrados son típicos de ambientes aluviales y de depositación. Estos se pueden dividir en cuatro grupos:

- **Limos arenosos o arcillosos de color café**

Estos suelos aluviales se presentan en superficie y están asociados a la depositación más reciente del río. Estos materiales presentan raíces y oxidaciones, en estado seco forma grumos o terrones sueltos que son susceptibles a la caída. Este estrato presenta espesores entre los 1.20 y los 3.80 metros, siendo el estrato más común en las orillas del río y quebradas.

- **Arcillas limosas y arenosas grises, de consistencia media.**

Estos suelos al igual que los limosos provienen de la depositación más reciente del río, aunque son menos frecuentes. Se presentan bajo el estrato limoso superficial, con gran presencia de oxidaciones y raíces, y generalmente ocurren en forma de lentes de 0.5 a 1.0 metros.

- **Gravas grises en matriz arenosa de alta humedad.**

Este material tiene su origen en la depositación antigua del Río San Juan y asociada a eventos de gran magnitud. La génesis de estos materiales es fundamentalmente gravas

gruesas, embebidas dentro de una matriz arenosa y/o limosa (como es el caso del material descrito), con un grado de litificación relativamente bajo.

En las perforaciones realizadas así como en las trincheras excavadas, se encontraron estratos de este material a una profundidad mayor a los 2.00 metros, con espesores de estrato del orden de los 2,00 m. sobre estos materiales se reportó rechazo en el ensayo de penetración estándar SPT.

- **Arena fina gris con gravas**

Este material se presenta en forma de lentes como transición hacia el estrato de gravas, producto de un evento de depositación antiguo. Esta es la capa mas erodable ya que no presenta plasticidad, aunque en algunos casos puede presentar una matriz arcillosa que le da estabilidad localmente.

Durante los trabajos de exploración del subsuelo este material fue encontrado a profundidades mayores a los 2.00 metros, bajo los materiales arcillosos y limosos y pocas veces presenta espesores mayores a 1.0 metros.

3.6.3 Zonificación geotécnica

La zonificación geotécnica permite identificar zonas de comportamiento homogéneo sobre las cuales se puedan realizar análisis locales. Esta zonificación se realiza utilizando las unidades geológicas y geomorfológicas definidas y los resultados de la exploración del subsuelo.

Para el municipio de San Pedro de Urabá, las zonas quedarán definidas en forma similar y con la misma nomenclatura de las unidades geológicas, así:

- Terraza 0
- Terraza 1
- Terraza 2

3.7 MEDIO BIÓTICO

Colombia, debido a su complejo historial geológico, geomorfológico, edafológico, ecológico, étnico y social, al igual que sus condiciones climáticas, diversidad orográfica y fisiográfica, se puede considerar como una mezcla bastante heterogénea, tanto de especies vegetales como de hábitat y ecosistemas y, a pesar que aún no se dispone de inventarios taxonómicos completos, se puede calcular con razonable certeza, que su biota, excluida la marina, comprende aproximadamente al 10% de la biota mundial, por lo cual se le estima como país con uno de los patrimonios más diversificados del mundo.

Sobre estos recursos físicos, bióticos y sociales, íntimamente relacionados, el hombre ha incidido en forma positiva mediante el uso adecuado de los recursos naturales renovables; o en forma negativa, conduciendo a su agotamiento, aniquilamiento y condicionamiento, en forma creciente, de sus componentes. Es un hecho abrumador la devastación y degradación de los ambientes nativos que ha venido ocurriendo en

Colombia, con grave merma de su patrimonio natural, junto con la generación de graves problemas de índole social y económico, que requieren de la identificación y ejecución de estrategias de desarrollo socioeconómico efectivas, mediante un desarrollo sostenible, propugnando por que los objetivos de conservación de los recursos naturales renovables sean alcanzados con prontitud y se integren permanentemente a tal desarrollo.

Es así, que sin establecer un orden jerárquico, la ampliación de la frontera agrícola, la colonización, la infraestructura vial y eléctrica, la minería, los cultivos “lícitos” e “ilícitos”, la utilización de madera para producir energía (dendroenergía), la industrialización, el sobre pastoreo, la migración de comunidades rurales a los centros urbanos, la inadecuada planeación en el ordenamiento territorial y la acción de los amenazas y fenómenos naturales, son algunos de las causas que han llevado, en forma de reacción en cadena, al deterioro del medio ambiente y en especial a los ecosistemas de alta fragilidad (vegetación, fauna, suelos, agua).

La importancia y significancia de la vegetación, en proyectos de desarrollo o de producción, radica en el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar constituyéndose, no solo, en productor primario de casi todos los ecosistemas, sino también sus importantes relaciones con el resto de los componentes abióticos, bióticos y sociales del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas locales, filtra la atmósfera, atenúa el ruido, es el hábitat de las especies animales, y entre otras, el sustento de la comunidad rural, mediante el uso de productos y subproductos del bosque.

3.7.1 Procedimiento cobertura vegetal

Con el propósito de facilitar el levantamiento de la información de la cobertura y uso actual de las tierras y su representación cartográfica, el mapa temático de cobertura vegetal, se elaboró con base en la clasificación establecida, desarrollada y estandarizada por Vargas (1.992).

3.7.2 Interpretación de unidades de cobertura vegetal

El mapa de cobertura vegetal, se generó con base en fotografías aéreas que recubrían el área de influencia directa del proyecto.

3.7.3 Unidades de Cobertura vegetal

En la cartografía temática de cobertura y uso del suelo, toda unidad que aparece delimitada se define como una unidad de mapeo. A su vez, esta unidad de mapeo puede contener una o varias de las clases de cobertura y usos del suelo.

De acuerdo con la escala de trabajo y de la complejidad de la zona de estudio, se encontraron en la delimitación de las unidades de mapeo, unidades tanto puras como a nivel de consociaciones.

Puras: Cuando la cobertura terrestre corresponde al ciento por ciento de la unidad mapeada.

Consociaciones: Es aquella unidad que encierra uno o más clases siendo siempre mayor o igual al 70 % la clase dominante.

Igualmente, para la elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo del área de influencia directa del estudio, se estimaron tres categorías de clasificación: Gran Grupo, grupo y subgrupo; los cuales se han diferenciado según los aspectos de la cobertura y uso de la tierra y según los elementos identificables de la fotografía.

Es importante mencionar, que la cobertura vegetal por ser un sistema complejo y, el uso del suelo una unidad dinámica y variable se presentan varias limitaciones en la clasificación de las unidades; tales como: no se han ideado unidades de clasificación que permitan decidir cuándo se está en una unidad de clasificación, cuándo en otra o en una transición; no se han especificado detalladamente unidades de mapeo, de manera que identifique la pureza de la unidad que se delimita.

Gran grupo: Esta categoría, la más general, hace referencia a la cobertura vegetal y terrestre.

Grupo: La segunda categoría de la clasificación lo constituyen aquellos aspectos de la cobertura de la tierra que tienen mayor expresión sobre la imagen; indican en forma general, la actividad principal que el hombre efectúa sobre la superficie terrestre.

Subgrupo: Esta tercera categoría hace referencia a la actividad particular que el hombre realiza sobre la tierra o al de la cobertura vegetal o terrestre.

Los términos utilizados para las clases dentro de cada una de las categorías que se identificaron, se han seleccionado y ordenado con base en las clasificaciones sobre la cobertura y uso que se consultaron; lógicamente, con sus respectivas modificaciones y adaptaciones para la zona de estudio.

3.7.4 Simbología

Los estudios de cobertura vegetal y uso actual del suelo no presentan en el ámbito nacional un sistema de símbolos estandarizados, dando como resultado la utilización de cualquier sistema que permita la identificación de las unidades cartográficas de cobertura y uso del suelo.

Con base en las diferentes clasificaciones a escala nacional e internacional se siguió la simbología adoptada por el IGAC (Vargas, 1.992) con el propósito de estandarizar dicha simbología. Por lo tanto, el símbolo de la unidad cartográfica se compone de tres caracteres alfanuméricos, así:

El primer carácter a la izquierda corresponde a una letra mayúscula, que nemotécnicamente identifica la cobertura terrestre (Gran Grupo).

B: tierras con bosque; R: tierras con rastrojos; A: tierras agrícolas y así sucesivamente.

Los dos caracteres siguientes están compuestos por un número (Grupo) seguido de una letra minúscula (Sub Grupo), los cuales corresponden al uso actual del suelo. Es así como: A1b, indica una tierra agrícola con cultivos permanentes tecnificados.

3.7.5 Cobertura vegetal y uso actual del suelo

Se entiende por cobertura vegetal a la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado, es decir es el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos biológicos vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales.

Para el área de interés, el estudio de la vegetación debe fundamentarse principalmente en las necesidades prioritarias de la comunidad, ya que la idiosincrasia, la cultura, las necesidades básicas y la densidad de población hace que prevalezca una determinada cobertura o uso (las cuales satisfacen los requerimientos de subsistencia de dicha comunidad), entrando en conflicto con el verdadero uso potencial o aptitud de uso de los suelos en determinada área.

En el área de estudio, la cobertura vegetal y uso actual del suelo se encuentra encaminada a la presencia de pastos naturales sin manejo para la ganadería extensiva (P1a); pastos naturales arbolados protectores productores (p1b); cultivos temporales tecnificados de producción (A1a); cultivos de pan coger no tecnificados de producción (A1b); rastrojos altos en zonas de barbecho de protección (R1a); rastrojos bajos en zonas de barbecho de protección (R1b); bosque natural de ribera intervenido de protección producción (B1a); bosque natural de tierra firme intervenido de protección producción (B1b).

3.7.5.1 Pastos naturales sin manejo para la ganadería extensiva (P1a)

La vegetación herbácea o pastos naturales, que se desarrollan en la zona de estudio, corresponde a aquella vegetación de porte bajo (menor de un metro de altura), caracterizada y compuesta, especialmente, por hierbas y gramíneas.

Los pastos naturales sin manejo para la ganadería extensiva (P1a), están destinados a la ganadería vacuna, caprina y caballar. Son producto de la regeneración natural de las gramíneas que conforman y se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio, especialmente en las terrazas aluviales y en los bajos o bassines que hacen parte de los valles interfluviales.

3.7.5.2 Pastos naturales arbolados protectores productores (P1b)

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa.

Los pastos naturales arbolados protectores productores (P1b), están destinados a la protección de los suelos y a la producción de la ganadería, mediante el sombrero. Son relictos del aprovechamiento de las masas boscosas que predominaron en la región.

3.7.5.3 Cultivos temporales tecnificados de producción (A1a)

Estos cultivos, agrupan todos aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de alimento. Por lo general, estos cultivos, presentan un ciclo vegetativo (germinación, inflorescencia, fructificación y senectud) entre uno y dos años.

3.7.5.4 Cultivos de pan coger no tecnificados de producción (A1b)

Se refiere a la cobertura vegetal que se está encaminada a la producción agrícola, ya sean para alimentos de animales o personas. Por lo general, su ciclo vegetativo dura un año o menos y solo produce una cosecha durante este periodo.

3.7.5.5 Rastrojos altos en zonas de barbecho de protección (R1a)

Los rastrojos altos en zonas de barbecho de protección, presentan una estructura o fisonomía que oscilan entre 1 a 3 metros de altura; su estructura es de tallo delgado y leñoso (DAP < 10 cm.), fuertemente ramificado desde la base y empieza a definirse su copa. Así mismo, se encuentran algunas especies vegetales que alcanzan los 5 metros de altura total y presentan características de especies leñosas, dando origen a una transición entre la sucesión rastrojo alto y bosque de galería (secundario intervenido).

3.7.5.6 Rastrojos bajos en zonas de barbecho de protección (R1b)

Los rastrojos bajos en zonas de barbecho de protección, se caracterizan por presentar individuos vegetales cuyo porte es el arbusto bajo. Este, corresponde a plantas o especies pioneras de rápido crecimiento, monocotiledóneas, herbácea, perenne, de 30 a 100 cm. de altura. La raíz es fasciculada (macolla o haces), tallo rizomatoso (horizontal) y hojas lanceoladas.

Esta vegetación, es producto del abandono de los terrenos destinados a la agricultura o el resultado de prácticas inadecuadas del suelo. Actualmente, este tipo de cobertura no presenta ningún uso productivo en especial; sin embargo, se considera que esta vegetación, ofrece un uso de conservación de suelos, refugio de fauna silvestre y de regulación de las aguas de escurrimiento.

3.7.5.7 Bosque natural de ribera intervenido de protección producción (B1a)

Estos bosques, corresponde a la vegetación natural que se encuentra ubicado de manera paralela a los cursos y riberas de agua, con ancho irregular; presentan un alto grado de intervención antrópica, ya que las especies de alto valor comercial han desaparecido y, en ellos predominan especies de rápido crecimiento. Los árboles maderables que aún existen, en promedio, no sobrepasan los 35 cm. de diámetro.

3.7.5.8 Bosque natural de tierra firme intervenido de protección producción (B1b)

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, Estos bosques, no se encuentran asociados a cuerpos de agua y han perdido su estructura, o algunas especies vegetales originales.

El origen de este tipo de coberturas, se remonta a la expansión tanto de la frontera agrícola como de la ganadería extensiva.

TABLA DE CONTENIDO

4	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA URBANA	4-1
4.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
4.2	CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA POBLACIÓN	4-1
4.2.1	POBLACIÓN	4-2
4.2.2	HOGARES.....	4-4
4.2.3	EQUIPAMIENTOS URBANOS E INFRAESTRUCTURA ESPECIAL .	4-5
4.3	CARACTERIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES.....	4-11
4.4	CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS	4-17
4.5	FACTOR ANTRÓPICO	4-18
4.5.1	Urbanismo y catastro	4-18
4.5.2	Vías.....	4-19

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4- 1	Tipo de discapacidades y número de personas afectadas, según DANE.	4-3
Tabla 4- 2	Tipo de discapacidades y número de personas afectadas, según SISBEN.	4-4
Tabla 4- 3	Datos de Interés del Hospital Oscar Emirio Vergara Cruz	4-7
Tabla 4- 4	Tabla resumen de las Instituciones y Jardines existentes en el área de estudio.....	4-8
Tabla 4- 5	Calidad del agua en el Municipio de San Pedro de Urabá	4-17
Tabla 4- 6	Concentración de los Usos Comercial, de Servicios e Institucional.	4-19
Tabla 4- 7	Estado de las vías Urbanas.	4-20
Tabla 4- 8	Estado Red Vial Municipal	4-21

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4- 1	Población del Municipio de San Pedro de Urabá.	4-2
Figura 4- 2	Distribución poblacional por grupo de edad. Municipio de San Pedro de Urabá 2011.....	4-3
Figura 4- 3	Hogar Infantil La Manga - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-San Pedro de Urabá.....	4-5
Figura 4- 4	Algunos de los Hogares comunitarios en la cabecera urbana del municipio de San Pedro de Urabá.....	4-6

Figura 4- 5 Sede Principal (izq.), Sede Hernández Castillo (der.) y Sede Zoila López (inferior) de la Institución Educativa Camilo Torres.	4-6
Figura 4- 6 Sede Principal (izq.) y Sede Policarpa (der.), de la Institución Educativa Camilo Torres.....	4-7
Figura 4- 7 Hospital E.S.E Oscar Emiro Vergara Cruz (izq) y Centro de Salud Barrio 16 de Mayo (der).	4-9
Figura 4- 8 Algunos parques y Placas deportivas ubicadas en los barrios 16 de Mayo (superior), Zoila López (inferior-izq) y Carreras 44-45 Calles 50A-50B (inferior-der).....	4-9
Figura 4- 9 Coliseo (izq) y Parque Principal Jorge Eliécer Gaitán (der).	4-10
Figura 4- 10 Instalaciones del SENA – Casa Campesina.	4-10
Figura 4- 11 Usos en el predio	4-11
Figura 4- 12 Tipo de Vivienda	4-11
Figura 4- 13 Estrato Socio-Económico y tenencia de vivienda.....	4-12
Figura 4- 14 Vista general de algunas viviendas – San Pedro de Urabá.	4-12
Figura 4- 15 Cimentación de las viviendas barrio 16 de Mayo – Alfonso López. ..	4-13
Figura 4- 16 Viviendas en Mampostería (Bloque o ladrillo).....	4-13
Figura 4- 17 Materiales predominantes en los muros de las viviendas	4-13
Figura 4- 18 Viviendas en madera con techo en palma que caracterizan el Municipio de San Pedro de Urabá.....	4-14
Figura 4- 19 Materiales predominantes en los pisos de las viviendas.....	4-14
Figura 4- 20 Viviendas con pisos en tierra – barrio San Antonio.....	4-14
Figura 4- 21 Viviendas de 4 pisos ubicadas en el corredor comercial del Municipio.	4-15
Figura 4- 22 Acceso a las viviendas.....	4-15
Figura 4- 23 Proceso Constructivo.	4-16
Figura 4- 24 Año de construcción de las viviendas.	4-16
Figura 4- 25 Material de la Cubierta.	4-17
Figura 4- 26 Fotografías del estado de las vías.	4-20
Figura 4- 27 Estado de la Vía San Pedro – El Tres en el Alto de los Mulatos... ..	4-22

4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA URBANA

4.1 INTRODUCCIÓN

El perímetro que delimita el Área Urbana del Municipio de San Pedro de Urabá posee una superficie superior a 310 hectáreas (3,1 Km²). En un número aproximado de 180 manzanas viven alrededor de 3.200 hogares para una población aproximada de 13.400 habitantes.

Se sitúa entre las cotas de 160 msnm (cota cercana al barrio Zoila López - parte alta), 145 msnm (cota cercana al barrio San Antonio), 135 msnm (cota cercana al barrio el Centro) y 124 msnm (cota del fondo del Río San Juan a la altura del puente vehicular situado en el barrio Zoila López salida El Tres - Turbo), con una temperatura promedio de 27°C.

A continuación se describen de manera muy breve las características de los elementos que conforman la infraestructura existente y la población ubicada dentro de la zona de estudio.

4.2 CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA POBLACIÓN

Las variables socioeconómicas del municipio y de la población que vive en el área de influencia directa de alguna amenaza derivada de un fenómeno natural en el área urbana, 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 un evento potencialmente dañino, los hogares ubicados bajo la línea de pobreza presentan una mayor dificultad para su atención y recuperación, ya que no cuentan con los recursos necesarios para hacerle frente a la calamidad sufrida y, por tanto, su capacidad de respuesta puede llegar a ser nula, caso contrario, a los hogares que de cierta forma cuenten con recursos necesarios para afrontar los daños e ir recuperándose de manera progresiva, mientras suplen sus necesidades básicas.

Por esta razón, a continuación se describen las principales variables socio-económicas del municipio 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.

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. BUSSO G. 2002. La vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: Un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Naciones Unidas. CEPAL. CELADE.

4.2.1 POBLACIÓN

San Pedro de Urabá en 1948 se comenzó a poblar debido al desplazamiento de sus primeros colonos huyendo de la violencia de la época e hizo parte de la jurisdicción del Municipio de Arboletes, hasta el año de 1978 que empezó a regir como municipio.

Según las proyecciones efectuadas por el DANE en 2012 la población total del municipio es de 30.536 personas, de ellas, 44% (13.414) ocupan el casco urbano y 56 % (17.122) viven en el área rural. Se evidencia un crecimiento urbano elevado (43%) entre 1993 y 2005, que se atenúa en la proyección (15%). Ver Figura 4- 1.

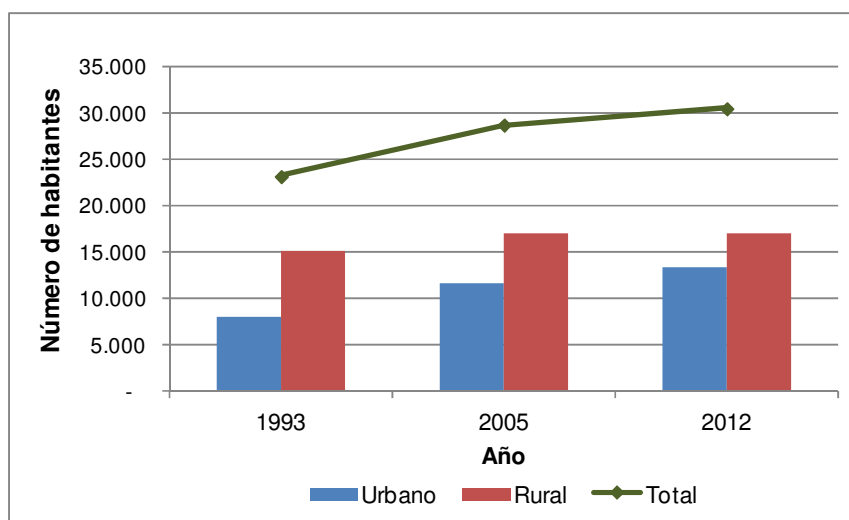


Figura 4- 1 Población del Municipio de San Pedro de Urabá.

Fuente: Censos, proyecciones DANE. Elaboración propia

Al examinar la estructura poblacional, según la proyección del DANE para el 2011, es posible decir que 13,3 % de la población tiene edades entre 0 y 4 años, 38,1 % de los habitantes municipales está entre los 5 y 19 años de edad, la población entre 20 y 64 años de edad representa el 44,0% y 4,6% de la población es mayor de 64 años. Además, existe una distribución porcentual muy similar entre hombres y mujeres, con una representación de 52,4% y 47,6% de cada género respectivamente, comportamiento que se mantiene en todos los rangos de edad estudiados. Ver Figura 4- 2.

En el 2011, la razón de dependencia del municipio de San Pedro de Urabá³ es de 28, es decir que por cada 100 personas en edad de trabajar, hay 28 personas que se encuentran en una edad de dependencia económica.

³ Estimado como “la razón de personas en edades en las que “dependen” (generalmente personas menores de 15 y mayores de 64 años de edad) de personas en edades “económicamente productivas” (entre 15 y 64 años de edad) en una población”. Tomado de: Arthur Haupt y Thomas T. Kane. 2003. Guía Rápida De Población Del Population Reference Bureau. 4ª edición. Washington, DC. Pág. 11.

La pirámide de edades presentada, Figura 4- 2, indica que a edades mayores de 80 años son más mujeres que hombres y que se trata de una población progresiva, es decir que tiene una población con elevados índices de natalidad, con predominio de los grupos en edades jóvenes.

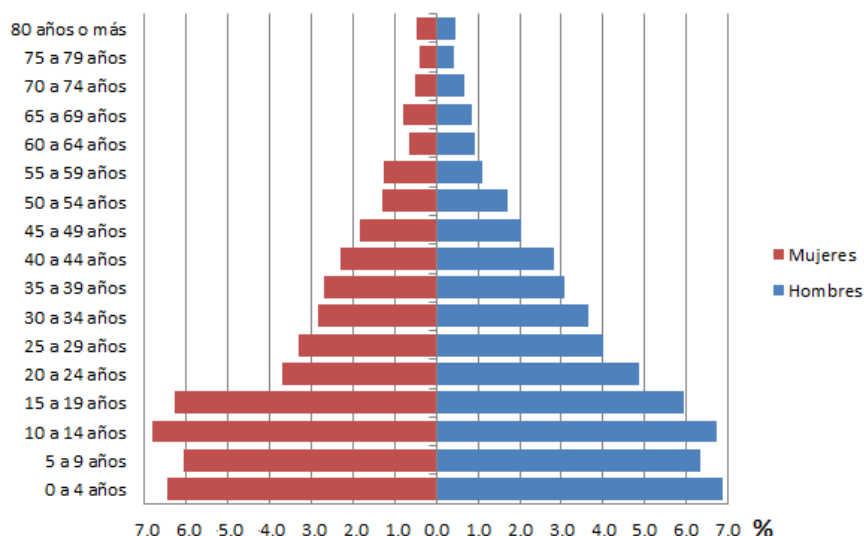


Figura 4- 2 Distribución poblacional por grupo de edad. Municipio de San Pedro de Urabá 2011.

Figura 4 - 1 Fuente: Información DANE y SISBEN. Elaboración propia.

Un aspecto que llama la atención de la población en San Pedro de Urabá es significativo el número de discapacitados, así como las variadas causas de discapacidad, según se aprecia en las cifras reportadas en el Censo del DANE (2005) y en el SISBEN de 2011. Estos valores indican que se requiere la elaboración de estudios que determinen las causas de las mismas, la necesidad de mejorar los niveles de atención a esta población y elevan la vulnerabilidad de la sociedad. Ver Tabla 4- 1y 4 -2.

Tipo de Discapacidad	Número de personas	Porcentaje (%)
Problemas en sus extremidades inferiores	181	19,2
Problemas en sus extremidades superiores	77	8,2
Para ver	223	23,6
Para oír	99	10,5
Para hablar	85	9,0
Para Aprender	76	8,1
Para socializar	78	8,3
Para bañare por si solo	58	6,1
Otro Tipo de Limitación	67	7,1
Total	944	100

Tabla 4- 1 Tipo de discapacidades y número de personas afectadas, según DANE.

Fuente: Censo DANE. Elaboración: Propia

Tipo de Discapacidad	Número de personas	Porcentaje (%)
Problemas en sus extremidades inferiores	56	30,1
Problemas en sus extremidades superiores	7	3,8
Para ver	16	8,6
Para oír	30	16,1
Para hablar	13	7,0
Para aprender	46	24,7
Para salir solo	18	9,7
Total	186	100

Tabla 4- 2 Tipo de discapacidades y número de personas afectadas, según SISBEN.

Fuente: Base SISBEN. Elaboración: Propia

4.2.2 HOGARES.

Con relación a la información de sobre déficit de vivienda, reportada por el DANE en la cabecera municipal para el año 2005, 1.977(77.3%) hogares tenían déficit de vivienda de los cuales 600 (23.5%) eran por déficit cuantitativo, mientras 1.377 (53.8%) eran por déficit cualitativo. Indicando con ello un déficit habitacional cualitativo y cuantitativo alto.

Por otra parte, según la base de datos del SISBEN⁴, 32.684 personas del municipio se encontraban inscritas y validadas, es decir que podrán 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. Esto indica que la población que ha sido reconocida por el SISBEN supera en un 8% la población proyectada por el DANE así como un elevado nivel de vulnerabilidad, valor que puede verse incrementado con el hecho que el NBI de la cabecera municipal es de 65.2%⁵, con unos indicadores de miseria y pobreza municipal de 97.3%.

De otra parte, según lo reportado en el SISBEN el número de hogares registrados y validados fue de 7.798, indicando un número de personas por hogar de 4.2⁶, en 2005, según el DANE este valor era de 4.8, mostrando por tanto un leve descenso.

⁴ El Sisbén es el Sistema de Identificación de Potenciales beneficiarios de Programas Sociales. <http://www.sisben.gov.co/>. Base certificada septiembre de 2011.

⁵ El "Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas" (INBI) corresponde a un método directo para la medición de la pobreza, que diferencia de manera dicotómica entre los hogares con al menos una necesidad insatisfecha y los que no presentan carencias críticas, e indica cuántos hogares tienen al menos una necesidad insatisfecha y se consideran, en consecuencia, pobres. Tomado de: Juan Carlos Feres, Xavier Mancero. 2001. El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. CEPAL.

⁶ El promedio de personas por hogar en el país, según el Censo de 2005, era de 3.9.

4.2.3 EQUIPAMIENTOS URBANOS E INFRAESTRUCTURA ESPECIAL

Dentro de los Equipamientos Urbanos⁷ se encuentran:

HOGARES COMUNITARIOS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR.

Son varios los Hogares Comunitarios ubicados la zona urbana del Municipio, en su mayoría viviendas en sectores residenciales, las cuales por lo general poseen un cupo de 12 a 14 niños menores de 4 años, generando cierta preocupación las características de algunas de las viviendas que presentan deterioro de sus elementos estructurales y no estructurales que la conforman, además las atenciones al menor por cada hogar es realizado por una sola madre comunitaria, sin embargo, hay una sede principal llamada “La Manga” que maneja alrededor de 60 niños y una sede donde se les da capacitación y atención a las madres comunitarias (Hogar Comunitario FAMI). Ver Figura 4- 3.



Figura 4- 3 Hogar Infantil La Manga - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar- San Pedro de Urabá.

INSTITUCION EDUCATIVA CAMILO TORRÉS

La Institución educativa Camilo Torres es de carácter público y se encuentra ubicado en la zona urbana del municipio de San Pedro de Urabá y esta dividido en tres sedes: La principal que se localiza en la dirección Calle 52A Carrera 47A en el barrio Camilo Torres y ofrece los cursos desde preescolar hasta el bachillerato – Media Vocacional en las jornadas mañana, tarde y noche; La sede Hernandez Castillo localizada en el barrio Uraba, ofreciendo el nivel de primaria en jornada continua; y la sede Zoila Lopez ubicada en el barrio del mismo nombre ofreciendo los niveles de Preescolar y Primaria en jornada continua de 8:00 am a 4:00 pm. Ver Figura 4- 4 y Figura 4- 5.

⁷ Conjunto de edificaciones y espacios, predominantemente de uso público, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en las que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas. Glosario de Términos sobre Asentamientos Humanos, México, 1978



Figura 4- 4 Algunos de los Hogares comunitarios en la cabecera urbana del municipio de San Pedro de Urabá.



Figura 4- 5 Sede Principal (izq.), Sede Hernández Castillo (der.) y Sede Zoila López (inferior) de la Institución Educativa Camilo Torres.

INSTITUCION EDUCATIVA SAN PEDRO DE URABA

La Institución educativa San Pedro de Urabá es de carácter público y se encuentra ubicado en la zona urbana del municipio de San Pedro de Urabá y esta dividido en tres sedes: La principal que se localiza en el barrio Camilo Torres donde se ofrecen los grados de bachillerato, con profundización vocacional - Técnico en la jornada de la mañana y tarde; La sede Policarpa localizada en el barrio 16 de Mayo, ofreciendo los grados de primaria en jornada continua; y la sede ubicada en Brisas de Urabá para Prescolar de 8:00 am a 4:00 pm. Ver Figura 4- 6.



Figura 4- 6 Sede Principal (izq.) y Sede Policarpa (der.), de la Institución Educativa Camilo Torres.

Tabla 4- 3 Datos de Interés del Hospital Oscar Emirio Vergara Cruz

III. Hospitales y centros de salud								
Descripción	Nombre	Ubicación	Directivos	Médicos	Enfermeras	Auxiliares	Mantenimiento	Jornada
Hospital Nivel 1	Hospital Oscar Emiro Vergara Cruz	Calle 54 No. 47-102	3	13	8	27	6	07:00-12:00 y 02:00-05:00
* poseen una sede en el barrio 16 de Mayo - Nivel 1								

HOSPITAL OSCAR EMIRO VERGARA CRUZ

En la tabla anterior se relacionan algunos datos de interés. Es un Hospital de Nivel 1, lo que quiere decir que solo presta los servicios de consulta externa médica y odontológica, atención de urgencias y hospitalización para patologías de baja complejidad, las patologías mas complejas son remitidas a la ciudad de Montería. Cuenta con un centro de salud en el barrio 16 de Mayo.

ZONAS RECREATIVAS – PARQUES, COLISEOS Y CANCHAS.

Tiene Varios parques, los cuales se encuentran en su mayoría aceptables, sin desconocer que hay algunos en estado regular, cuenta con varios coliseos, placas deportivas y canchas en buenas condiciones. Ver Figura 4- 8 y Figura 4- 9.

COMPLEJO TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL, PECUARIO Y TURÍSTICO – SENA

Las instalaciones del SENA se encuentran ubicadas entre el barrio Zoila López y el Centro a la altura del cementerio central del Municipio, ofrece diferentes cursos técnicos. Ver Figura 4- 10.

En la Tabla 4- 3 y Tabla 4- 4 se resumen algunos datos de interés de las instituciones educativas relacionadas anteriormente y el Hospital Oscar Emiro Vergara Cruz. Ver Figura 4- 7.

Tabla 4- 4 Tabla resumen de las Instituciones y Jardines existentes en el área de estudio

I. Hogares comunitarios							
Descripción	Nombre	Código Ubicación	No. Alumnos	No. Directivos	No. Profesores	No. Personas u Otros Servicios	Jornada
Hogar Comunitario	Hogar Comunitario Fami	Zoila Lopez	14	1		1	8:00 - 16:00
Hogar Comunitario	Ternura	Zoila Lopez	13		1	1	8:00 - 16:00
Hogar Comunitario	Despertar	Zoila Lopez	12		1	1	8:00 - 16:00
Hogar Comunitario	La Manga	Calle 50 C No. 45-03	65	1	2	1	8:00 - 16:00
II. Instituciones Educativas							
Descripción	Nombre	Ubicación - Barrio	No. Alumnos (Aprox)	No. Directivos	No. Profesores	No. Personas u Otros Servicios	Jornada
Institucion Educativa Camilo Torres	Instituto Educativo Camilo	Zoila Lopez	120	1	4	1	8:00 - 16:00
	Instituto Educativo Camilo Torres - Hernandez Castillo - Prescolar y Primaria	Barrio Uraba	210	1	4	1	8:00 - 16:00
	Instituto Educativo Camilo Torres - Prescolar, Primaria, Secundaria Basica y Media	Barrio Camilo Torres	1500	4	50	6	Mañana, Tarde, Noche y Fin de Semana
Institucion Educativa San Pedro de Uraba	Sede Prescolar	Brisas de Uraba	100	4 GERMAN SALAZAR- Rector	3	1	8:00 - 16:00
	Sede Primaria - Policarpa	Barrio 16 de Mayo	300	DENIS FERNANDO- Coordinadores Secundaria	11	2	Jornada Mañana y Jornada Tarde
	Sede Bachillerato - Principal - Bachillerato Básico, Media Vocacional y Tecnico.	Barrio Camilo Torres	550	SMITH GUTIERREZ Coordinación Primaria y Preescolar	40	3	Jornada Mañana y Jornada Tarde



Figura 4- 7 Hospital E.S.E Oscar Emiro Vergara Cruz (izq) y Centro de Salud Barrio 16 de Mayo (der).



Figura 4- 8 Algunos parques y Placas deportivas ubicadas en los barrios 16 de Mayo (superior), Zoila López (inferior-izq) y Carreras 44-45 Calles 50A-50B (inferior-der).



Figura 4- 9 Coliseo (izq) y Parque Principal Jorge Eliécer Gaitán (der).



Figura 4- 10 Instalaciones del SENA – Casa Campesina.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES.

En un 90% de los casos, las viviendas son empleadas únicamente como sitio de residencia, en tanto que en un 10% es empleada como unidad económica y solo 6 viviendas fueron clasificadas como un lugar especial de alojamiento LEA⁸. Ver Figura 4-11.



Figura 4- 11 Usos en el predio
Fuente: Encuesta DANE. Elaboración: Propia

Según la información del SISBEN, un 81% (2.614) de las viviendas son casas o apartamentos, 19 % (616) son tipo cuarto, sin embargo, el DANE reporta que el número de casas y apartamentos es superior al 98% y que solo un 2% de las viviendas corresponden a tipo cuarto. Es diferencia puede estar marcada por el año de la información, aspecto que se puede reflejar la dinámica impuesta por las migraciones hacia San Pedro. Figura 4- 12.

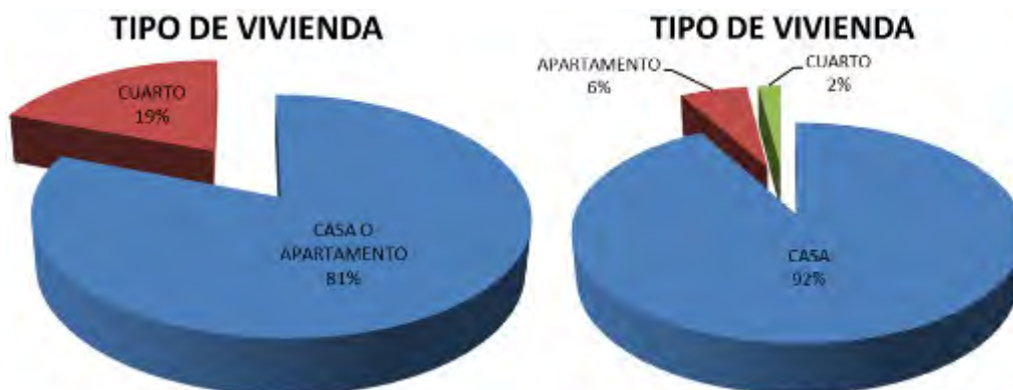


Figura 4- 12 Tipo de Vivienda

⁸ Son edificaciones en donde viven grupos de personas, por lo general no parientes, que participan de una vida común por razones de estudio, trabajo, culto religioso, disciplina militar, procesos de rehabilitación carcelaria o carencia de hogar, entre otras.

Fuente: Encuesta SISBEN-Izquierda y DANE-Derecha. Elaboración: Propia

Como se aprecia en el Figura 4- 13, según la información del SISBEN, el Estrato socio-económico predominante es el estrato 1, sin embargo, hay un porcentaje considerable de personas en estrato 0. Además menos del 50% de la población cuenta con vivienda propia.

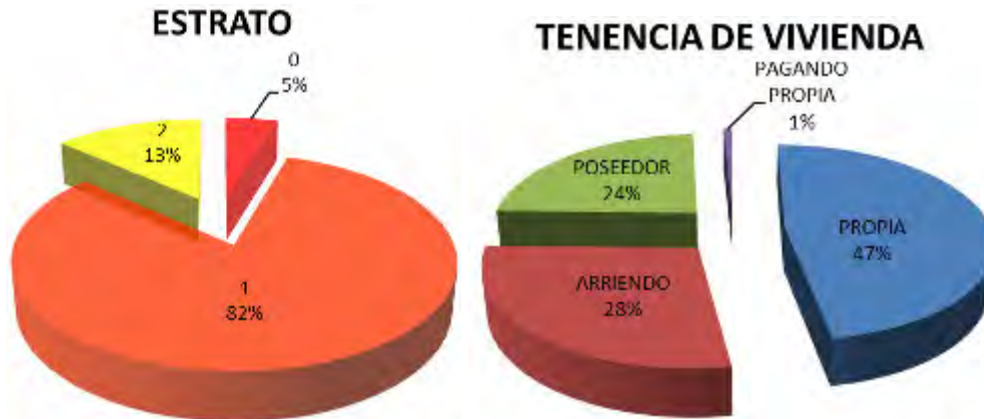


Figura 4- 13 Estrato Socio-Económico y tenencia de vivienda.

Fuente: Encuesta SISBEN. Elaboración: Propia

Muchas de las edificaciones son estructuras construidas sin intervención de profesionales en el diseño y construcción de las mismas, esto debido a la antigüedad de estas o a la necesidad de tenencia de vivienda sin contar con los recursos necesarios para un proyecto de urbanización, por consiguiente las construcciones fueron ejecutadas por los mismos habitantes, sin ningún tipo de estudio o seguimiento especializado, por tanto no cuentan con una adecuada planeación, poseen un proceso constructivo deficiente y carecen de normas sismoresistentes. Ver Figura 4- 14.



Figura 4- 14 Vista general de algunas viviendas – San Pedro de Urabá.

Por otra parte las viviendas fueron emplazadas directamente sobre el terreno, el cual es plano, donde predomina el relleno sobre el corte. Otro grupo de viviendas se cimentó sobre vigas de amarre o concreto ciclópeo. Ver Figura 4- 15.

El tipo de sistema estructural presente en la mayoría de las edificaciones son los muros cargueros y de madera, su principal material de construcción es el bloque y/o ladrillo con un porcentaje de 61 % de viviendas con muros en mampostería y 38 % en tablas de madera, sin embargo, el 1 % restante lo conforman casas en materiales como el tapia pisada, bahareque, prefabricados y de recuperación. Ver Figura 4- 16, Figura 4- 17y Figura 4- 18.



Figura 4- 15 Cimentación de las viviendas barrio 16 de Mayo – Alfonso Lopéz.



Figura 4- 16 Viviendas en Mampostería (Bloque o ladrillo).



Figura 4- 17 Materiales predominantes en los muros de las viviendas

Fuente: Encuesta SISBEN. Elaboración: Propia



Figura 4- 18 Viviendas en madera con techo en palma que caracterizan el Municipio de San Pedro de Urabá.

Los materiales predominantes en los pisos son el cemento, gravilla y/o madera. A continuación se muestra un grafico porcentual de los diferentes materiales que componen los pisos de las unidades residenciales, sin embargo, en el trabajo realizado en campo en los barrios San Antonio y Zoila López es considerable el número de predios donde sus pisos son en tierra (material del sitio). Ver Figura 4- 19 y Figura 4- 20

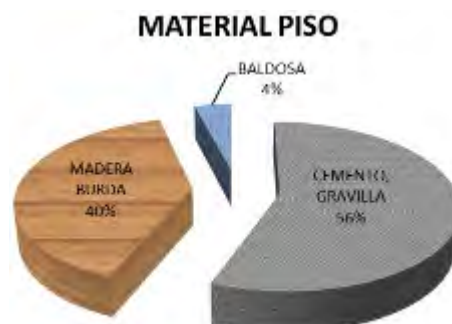


Figura 4- 19 Materiales predominantes en los pisos de las viviendas
Fuente: Encuesta SISBEN. Elaboración: Propia



Figura 4- 20 Viviendas con pisos en tierra – barrio San Antonio.

El número de pisos en más del 98% de las edificaciones es de 1 piso, sin embargo podemos encontrar edificaciones de 3 o 4 pisos como los de la siguiente Figura 4- 21.



Figura 4- 21 Viviendas de 4 pisos ubicadas en el corredor comercial del Municipio.

Los predios por lo general cuentan con una buena área, en promedio los espacios construidos cuentan con área superior a 70 m², y buenos solares o patios, además por su clima las viviendas son altas, en promedio la altura piso techo es de 2,60 metros.

Con base en la encuesta realizada en campo se complemento la caracterización de las viviendas, la cual se relaciona a continuación:

Las calles en la cabecera urbana del Municipio de San Pedro de Urabá por lo general son amplias y de topografía plana, lo que genera una buena movilidad de vehículos automotores por la mayoría de sus vías, sin embargo, esta mayoría de vías son destapadas y solo en sus corredores principales pavimentadas, aunque ciertos tramos pavimentados se encuentran en regular o mal estado. A continuación relacionamos en un grafico el tipo de acceso a las viviendas que es importante conocerlo para establecer los tiempos de reacción y/o atención al presentarse la emergencia. Ver Figura 4- 22



Figura 4- 22 Acceso a las viviendas

Fuente: Propia.

La mayoría de los predios fueron construidos por los mismos propietarios o con ayuda de sus vecinos, sin embargo, otro gran porcentaje de predios poseen características constructivas propias de las practicas de los maestros de obra o personal técnico en construcción, esto al observarse que algunas de las construcciones en mampostería están soportadas o asentadas sobre vigas de amarre, y que sus muros están confinados de cierta forma, pero debe tenerse en cuenta que dichas construcciones carecen de normas sismo-resistentes. Ver Figura 4- 23.



Figura 4- 23 Proceso Constructivo.

Fuente: Propia.

Relativamente el Municipio de San Pedro de Urabá es reciente, no tiene más de 64 años (1948), desde la llegada de su primer colono y como municipio menos de 34 años (1978), sin embargo su aumento de población se dio en el años de 1970 a 1980, lo que genero un aumento de las construcciones informales en esa época, muchas de las cuales en la actualidad han sido remplazadas y/o adecuadas. También hay un aumento considerable en las construcciones en los años de 1900 a 2000 debido al cese de la violencia, en especial en el casco urbano. A continuación relacionamos en una grafica los periodos en los cuales se construyeron las viviendas, periodos definidos por las normas en construcción existente en su momento, conociendo de antemano que la primera norma sismo resistente del país se adoptó mediante el Decreto-Ley 1400 en el año de 1984. Ver Figura 4- 24

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

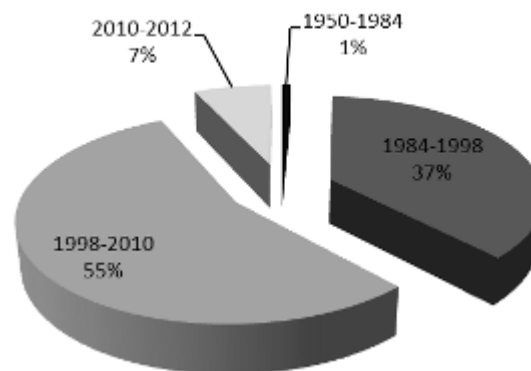


Figura 4- 24 Año de construcción de las viviendas.

Fuente: Propia.

En el 95% de los predios la estructura de cielo raso es en madera y su cubierta puede variar de material como lo indica la siguiente Figura 4- 25.



Figura 4- 25 Material de la Cubierta.

Fuente: Propia.

4.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

La cobertura de servicios públicos, especialmente de agua potable y saneamiento básico⁹, inciden directamente en la salud de la población y por tanto en su vulnerabilidad. A menor cobertura de estos servicios o 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 área urbana del municipio eran 91%, 67% y 93% 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 dos años se ha mantenido en el rango correspondiente a un agua no apta para consumo humano y que es susceptible de mejoramiento cuyo consumo representa un riesgo para la salud¹⁰,

Tabla 4- 5 Calidad del agua en el Municipio de San Pedro de Urabá

Municipio	Numero de muestras	% de muestras tratadas	Promedio de número de parámetros evaluados	Parámetros no aceptados	Promedio de IRCA
SAN PEDRO DE URABA	18	100.0%	5	3,14,18,21,22,	8.7%

* Los parámetros no aceptados son: **3**.Ph; **14**.Hierro; **18**.Aluminio; **21**. Coliformes totales; y **22**.Ecoli

⁹ Según el numeral 14.1 de la Ley 142 de 1994, el saneamiento básico hace referencia a las actividades propias del conjunto de los servicios domiciliarios de alcantarillado y aseo.

¹⁰ Decreto 1575 de 2007. Artículo 15. <http://www.ins.gov.co/?idcategoria=6110>. Consultada 27 Marzo 2012

Los elementos que corresponden a las redes de servicios públicos son los tramos de las redes de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica que pueden estar compuestos por tuberías, pozos, cables, postes y/o transformadores. La apreciación de la comunidad respecto a la prestación del servicio es favorable, no poseen mayor queja.

El único servicio del cual carecen es el de gas domiciliario, por lo cual en la mayoría de las unidades residenciales utilizan como fuente de combustible para la preparación de alimentos las pipetas de gas propano o leña.

Debido a la falta de alcantarillado muchas viviendas vierten directamente sus aguas servidas al Río o Quebrada, sin embargo, el Municipio tampoco cuenta con una Planta de tratamiento de aguas servidas.

4.5 FACTOR ANTRÓPICO

4.5.1 URBANISMO Y CATASTRO

Como se expuso con anterioridad, La cabecera urbana del Municipio de San Pedro de Urabá se ubica en un terreno plano, pendientes entre el 0% y 3%, que es atravesado por dos corrientes de agua, lo cual generó procesos de asentamiento urbanos que presentan discontinuidad por el morfodinamismo de los cauces. A su vez el barrio Zoila Lopez y La Rivera son atravesados por dos corrientes menores que son Quebrada La Venada y Quebrada Aguas Claras. Sin embargo, existen algunas viviendas que pueden ser afectadas por inundación, las cuales serán objeto de evaluación.

La estructura Urbana se desarrollo alrededor de un corredor vial interno, que es la vía que de El tres conduce a Montería y se articula en un punto central, Parque Principal, a partir del cual se organizan y distribuyen todas las actividades sociales, económicas y de servicios en la cabecera urbana municipal, los limites estaban establecidos por las zonas de ronda de los cauces que atraviesan el Municipio, sin embargo, dichos limites no se respetaron, invadiendo las rondas hidráulicas, lo que genero zonas de riesgo por inundación e inestabilidad de márgenes, además del conflicto socio-económico, toda vez que estos asentamientos surnormales en su mayoría fueron poblados por personas desplazadas de la violencia o que vivían en condición de miseria.

Los destinos económicos predominantes en San Pedro de Urabá son de tipo Agropecuario y de uso comercial, por lo que sus vías principales y su parque central, son ocupados en uso comercial y de servicios, además su ubicación geográfica lo demarca como un lugar de intercambio de productos entre los municipios del eje bananero y el Departamento de Córdoba.

A continuación relacionamos en una tabla donde se concentran los diferentes usos en cuanto a destinos económicos, comercial y de servicios e Institucional, conociendo de antemano que mas del 90% de los predios son de uso residencial.

Tabla 4- 6 Concentración de los Usos Comercial, de Servicios e Institucional.

ZONAS DE CONCENTRACIÓN DE USO COMERCIAL, DE SERVICIOS E INSTITUCIONAL.	
1	Alrededor del parque central y en un radio de 100 metros, donde se encuentran la Caja Agraria, Iglesia Católica, Iglesia Presbiteriana.
2	Alrededor de la Alcaldía Municipal donde están la Estación e Inspección de policía, la registraduría y la personería.
3	Se presenta otro sector de concentración de uso institucional (educativo, cultural, deportivo y de salud) donde se localizan Las Instituciones Educativas Camilo Torres y San Pedro de Urabá, la Casa de la Cultura, el Polideportivo y el Hospital.
4	Además de estos tres sectores, hay localizados de forma dispersa, usos de tipo institucional prestando sus servicios en las áreas residenciales de la zona urbana como: Plaza de Mercado, Matadero, Subestacion Eade, Cementerio.

4.5.2 VÍAS

El anillo primario de la red vial de la cabecera urbana del Municipio de San Pedro de Urabá se encuentra un 98% pavimentado y/o adoquinado, con algunos tramos en estado de deterioro progresivo, siendo necesario su mantenimiento y rehabilitación. El recorrido del anillo inicia en la calle 61 a la altura del barrio Zoila López, vía a la Tres – Turbo, cruzando el puente del barrio Zoila López continua por la carrera 50 hasta el parque principal Jorge Eliecer Gaitán tomando la calle 50 hasta la salida a Montería. La carrera 50 y la calle 50 es el recorrido obligatorio del transporte de carga y pasajeros hacia Montería y los municipios del Urabá por ser el eje vial del Municipio. Además al no existir una variante que desvíe el transporte de carga, se genera un efecto negativo para la población debido a la contaminación, congestión y deterioro de las vías.

La eje vial principal antes mencionado solo corresponde al 10% de la red vial del Municipio y la tendencia es la conformación de anillos secundarios alrededor de esta, ejes de mayor desarrollo sobre el que se construyen las viviendas de mejor calidad constructiva y habitacional, a partir de allí, y hacia el sector periférico, se va disminuyendo la calidad de la vivienda pero aumenta la densidad de ocupación y la conexión a los servicios públicos domiciliarios es mas baja.

Por otra parte solo el 13.85% de las vías, que corresponde a 3.37 km, se encuentran pavimentadas o adoquinadas, El 36.33% (8.83 km) están en Afirmado y su estado es bueno a aceptable, y el 49.81% (12.11 km) están en afirmado, pero su estado es malo

Tabla 4- 7 Estado de las vías Urbanas.

ESTADO DE LA RED VIAL	LONGITUD (km)	% ESTADO RED VIAL
Pavimentado o Adoquinado	3,37	13,85%
En Afirmado - Mal Estado	8,83	36,33%
En Afirmado - Buen Estado	12,11	49,81%
TOTAL	24,31	100,00%

Fuente: POT – San Pedro de Urabá 1999



Figura 4- 26 Fotografías del estado de las vías.

La red vial Interveredal-municipal se encuentra en afirmado y muchos de sus tramos en muy mal estado que incomunican la cabecera del municipio con sus veredas y otros

municipios en épocas de lluvia. A continuación se presenta una tabla que relaciona los tramos de vía con su estado.

Tabla 4- 8 Estado Red Vial Municipal

ESTADO DE LOS CORREDORES VIALES EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE URABA	
San Pedro - Alto San Juan	Mal estado
San Pedro - Santa rosa	Regular
San Pedro - San Juancito	Mal estado
San Pedro - Pueblito	Buen estado
Pueblito - Filo pancho	Mal estado
Quebra del Medio – zumbido arriba	Mal estado
San Pedro – Santa Catalina	Buen estado
San Pedro – Zumbido medio	Buen estado
Zumbido medio – Zumbido arriba	Mal estado
Zumbido – Las pavas	Buen estado
Apartada las pavas – Cuartinajo	Mal Estado
Apartada las Pavas – almagritas	Mal estado
Zumbido abajo – almagras	Mal estado
San Pedro – Caño – Brasil	Mal estado
San Pedro – tiodocto – san Pablo	Mal estado
San Pedro – Tomate	Buen estado
Tomate – Caimán	Mal estado
Tomate – San Pablo	Mal estado
San Pedro – Molinillo	Buen estado
Santa Catacatalina – Arenas monas	Regular estado
Arenas mona – Ralito	Mal estado
Ralito – cantagallo – Palma vino	Mal estado
Caracoli – La ceiba – Zapindonga	En construcción
Santa Catalina – San Miguel	En construcción
San Miguel – Morroa – Zapindonga	Mal estado

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, Municipio San Pedro de Urabá, 1999.

El corredor principal que comunica el Municipio de Turbo y Apartado con la ciudad de Montería (Córdoba), es la vía al Mar, en otras palabras la carretera Apartado -Turbo - Necoclí - Arboletes - Montería, sin embargo San Pedro se comunica directamente con estos Municipio, porque hay vía desde San Pedro a Turbo – Apartado, a Necoclí, a Arboletes y directamente a Montería por la vía San Pedro – Valencia – Montería. El recorrido a Montería en campero es de 3 horas, en bus, es de 4 horas, hacia Apartado el recorrido es de 2 horas y media y hacia Arboletes es de 3 horas.



Figura 4- 27 Estado de la Vía San Pedro – El Tres en el Alto de los Mulatos.

TABLA DE CONTENIDO

5 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA	5-3
5.1 INTRODUCCIÓN	5-3
5.2 AMENAZA POR INUNDACIÓN	5-3
5.2.1 Evaluación geológica	5-4
5.2.2 Evaluación hidráulica	5-5
5.2.3 Evaluación social – mapeo de inundación	5-9
5.2.4 Categorización de la Amenaza	5-12
5.2.5 Precisión de la modelación	5-14
5.2.6 Resultados	5-15
5.3 AMENAZA POR INESTABILIDAD DE MÁRGENES	5-15
5.3.1 Condiciones Actuales.	5-15
5.3.2 Evaluación de la Amenaza	5-16

LISTA DE TABLAS

Tabla 5- 1 Características de flujo en el río San Juan para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.	5-6
Tabla 5- 2 Características de flujo en la quebrada Pirú para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.	5-8
Tabla 5- 3 Características de flujo en la quebrada Pirú para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.	5-9
Tabla 5- 4 Matriz de intensidad del evento, parámetros hidráulicos altura y velocidad de flujo.....	5-13
Tabla 5- 5 Matriz de intensidad del evento del producto de los parámetros hidráulicos velocidad (v) y altura de flujo (y).	5-13
Tabla 5- 6 Matriz de calificación de la amenaza por inundación.	5-14

LISTA DE FIGURAS

Figura 5- 1 Geomorfología local, con T0 - T1 como zonas de amenaza alta por inundación.	5-4
Figura 5- 2 Nivel del agua en el interior del predio encuestado.....	5-10
Figura 5- 3 Tiempo de permanencia de la inundación.....	5-10
Figura 5- 4 Tiempo en alcanzar la altura máxima de lámina de agua durante la inundación.	5-11

Figura 5- 5 Relación del nivel máximo alcanzado en la inundación y las pérdidas económicas.	5-11
Figura 5- 6 Criterio de Inundación Peligrosa.	5-13

5 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

5.1 INTRODUCCIÓN

Con la información base presentada en los capítulos anteriores, especialmente la geológica y geomorfológica, de hidrológica e hidráulica y de geotécnica, se procede a establecer las zonas de amenaza por inundación e inestabilidad de márgenes en el sector del río San Juan y Quebrada Pirú, a la altura del casco urbano del municipio.

A continuación se explica de manera resumida y clara, para cada uno de los eventos la forma como se evaluó la amenaza. Igualmente se describen los criterios para la zonificación espacial de la misma de manera específica para cada evento, en función de las características del evento que amenaza y la vulnerabilidad de las viviendas y la población amenazada.

5.2 AMENAZA POR INUNDACIÓN

Una planicie o llanura de inundación es un área usualmente seca adyacente al río, la cual se inunda durante eventos de crecientes que resultan generalmente de tormentas severas. La planicie de inundación puede incluir el ancho total de valles angostos o áreas amplias localizadas a lo largo del río en valles amplios y planos.

El canal y la planicie de inundación son partes integrales de la conducción natural de una corriente, la planicie de inundación conduce el caudal que excede la capacidad del canal y a medida que el caudal crece, aumenta el flujo sobre la planicie de inundación. Se considera inundación a partir del desborde del agua que es conducida por el canal hacia las zonas adyacentes (llanuras de inundación).

El análisis de la amenaza por inundación se adelanta de manera cualitativa y cuantitativa usando tres criterios:

- Geológico: relacionando las terrazas definidas con un periodo de retorno de inundación
- Hidráulico: cuantitativa estableciendo por medio de técnicas numéricas los niveles de agua para diferentes periodos de retorno y estos a su vez se mapean sobre la cartografía base elaborada para obtener los límites de avance de la lámina de agua y establecer los niveles de inundación sobre la zona urbana del municipio de San Pedro de Urabá. Igualmente, la modelación permite establecer las alturas de agua en las zonas inundables y las velocidades del flujo, parámetros que permiten establecer el nivel de daño que puede causar el flujo o la creciente sobre las viviendas y personas que ocupan el territorio.
- Social / por entrevistados: usando la técnica de registro de eventos con información de los habitantes, se realizaron los levantamientos de alturas de agua y características del flujo el sector de estudio.

A continuación se presenta un recuento de los análisis adelantados y los resultados obtenidos.

5.2.1 Evaluación geológica

Basados en los estudios básicos de geología y geomorfología y el mapa de unidades, se revisaron la recurrencia o periodos de retorno posibles. Las terrazas descritas fueron catalogadas dentro de un intervalo de recurrencia así:

Terraza 0: inundable anualmente.

Terraza 1: inundable cada 7 a 10 años.

Terraza 2: inundable cada 25 a 50 años

La Figura 5- 1 muestra la disposición de las terrazas en el municipio. Si usamos el criterio de inundación de los 100 años de recurrencia para delimitar la zona de amenaza baja, todo el municipio quedaría catalogado dentro de los niveles media y alto, y estaría ubicado dentro de las zonas de ronda, por lo cual usaremos un criterio diferente: la zonas ubicadas en la terraza se identifican como amenaza alta, las ubicadas en la terraza 1 amenaza media y las ubicadas en terraza 2 sería amenaza baja. Ver Figura 5-1.

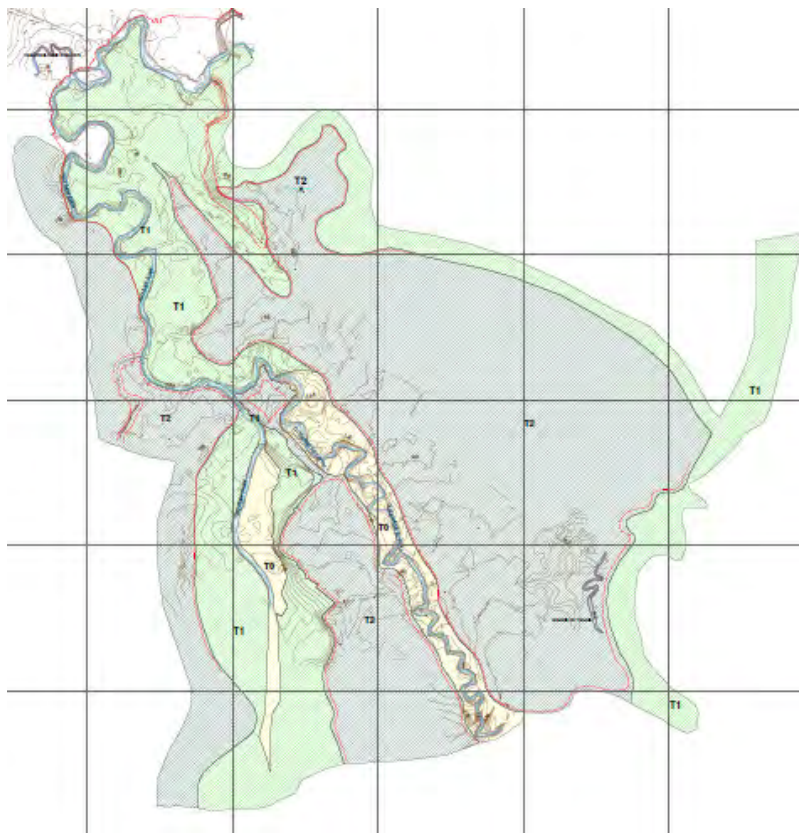


Figura 5- 1 Geomorfología local, con T0 - T1 como zonas de amenaza alta por inundación.

5.2.2 Evaluación hidráulica

Los análisis adelantados en el campo de la hidráulica se orientaron a la determinación de los niveles y las velocidades de flujo del río San Juan y quebrada Pirú asociados a los caudales de recurrencia 2, y 20 años, de manera que se pudieran establecer los grados de amenaza debida a inundación. Con este propósito se empleo el modelo HEC RAS 4, al cual se le suministraron datos de entrada específicos, relacionados con la geometría de las secciones del río transversales al flujo, la rugosidad y pendiente hidráulica.

La información sobre la geometría de las secciones de flujo, al igual que la pendiente se obtuvieron de los levantamientos topográficos adelantados en un tramo de río cuatro (4) kilómetros de longitud y de 2.5 kilómetros para la quebrada. Aunque se trato de obtener el valor de la rugosidad mediante la aplicación de formulas que involucran el diámetro representativo de los materiales que conforman el lecho de la corriente de agua, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios. Se optó por recurrir a la metodología de Harry Barnes, del Geological Survey de USA y se tomo el valor de 0,035.

La calibración del modelo se adelantó con base en el caudal y el nivel de la corriente correspondientes a crecientes ocurridas en el año 2010 registrados en los trabajos de campo.

Los resultados obtenidos de las corridas del modelo aun para el caudal de 100 años posible de recurrencia indicaron que el nivel de las aguas no era el que, de acuerdo con los moradores de la región y el testimonio de los integrantes de la comisión de topografía, se podría calificar como de inundación. Por tanto, no fue posible usar mediciones de caudales reportados por estaciones del IDEAM, además que las estaciones no han sido monitoreadas desde 1994 y en los registros no aparecen mayores caudales a los establecidos por calibración.

Se contempló la posibilidad de que la serie de datos de caudales máximos no contemplara valores de la magnitud que correspondiera a los niveles de inundación ocurridos. Se realizo el proceso de ensayo y error, hasta encontrar el caudal que corresponde al nivel de inundación registrado en el mes de diciembre de 2010 por la los habitantes.

Con la información topográfica antes citada y los niveles de agua reportados por los habitantes, se corrió el modelo y se obtuvieron los resultados de 100 m³/s para el río San Juan y 18 m³/s para la quebrada el Pirú. Estos resultados condujeron a establecer la validez del modelo, por lo cual se procedió a correrlo para los caudales preestablecidos para determinar la amenaza por inundación.

De este análisis se obtuvieron valores de caudal de una magnitud mucho mayor que la del máximo de la serie registrada y cuyo nivel supera la cota de del borde del río en algunas secciones. A continuación se presentan las características de flujo para un caudal de 20 años de recurrencia. Tabla 5- 1 y Tabla 5- 2.

Tabla 5- 1 Características de flujo en el río San Juan para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.

SECCION	Q TOTAL (m ³ /s)	COTA DE FONDO (msnm)	COTA DE SUPERF DE AGUA (msnm)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	AREA DE FLUJO (m ²)	ANCHO DE SECCION	NUMERO DE FROUDE
3500	118	129,52	132,94	1,99	71	65,34	0,38
3450	118	129,81	132,99	1,28	111,51	99,59	0,25
3400	118	129,05	132,9	1,69	91,35	95,35	0,32
3350	118	129,13	132,87	1,69	94,03	90,62	0,32
3300	118	128,74	132,81	1,79	89,79	98,95	0,34
3250	118	128,89	132,62	2,37	60,08	55,77	0,45
3200	118	128,9	132,68	1,56	95,32	99,73	0,3
3150	118	129,12	132,03	3,75	40,84	59,73	0,76
3100	118	127,95	132,31	1,66	90,46	92,78	0,3
3050	118	128,71	132,29	1,54	91,82	93,48	0,31
3000	118	128,39	132,23	1,66	87,82	99,60	0,33
2950	118	128,22	132,03	2,34	58,64	57,82	0,45
2900	118	128,22	131,88	2,52	46,84	17,30	0,49
2850	118	128,05	131,79	2,51	46,95	18,26	0,5
2800	118	128,14	131,96	0,94	136,71	69,00	0,18
2750	118	127,42	131,85	1,56	81,73	79,80	0,32
2700	118	127,87	131,55	2,6	45,33	17,35	0,51
2650	118	127,17	131,68	1,38	90,04	63,08	0,27
2600	118	127,64	131,58	1,79	70,41	45,04	0,35
2550	118	127,29	131,46	2,08	57,92	30,30	0,41
2500	118	127,28	131,25	2,59	45,56	16,71	0,5
2450	118	127,37	131,19	2,39	49,94	28,91	0,48
2400	118	127,16	131,18	2,01	66,85	71,41	0,43
2350	118	127,35	131,18	1,56	84,04	94,11	0,33
2300	118	127,35	131,23	0,85	155,01	69,52	0,15
2250	118	126,4	131,23	0,68	184,81	63,57	0,12
2200	118	126,99	130,97	2,26	56,5	30,41	0,43
2150	118	126,98	130,81	2,48	47,58	19,33	0,5
2100	118	126,59	130,79	2,21	58,48	30,80	0,42
2050	118	125,89	130,74	2,09	58,1	27,01	0,37
2000	118	126,88	130,44	2,88	40,95	15,10	0,56
1950	118	126,16	130,39	2,61	50,09	30,33	0,51
1900	118	127,18	130,33	2,35	50,22	22,07	0,5
1850	118	126,21	130,49	0,76	160,33	52,87	0,14
1800	118	126,62	130,47	0,93	130,07	56,31	0,19
1750	118	126,51	130,33	1,72	68,41	28,81	0,36
1700	118	126,03	130,29	1,64	71,74	29,46	0,34
1650	118	125,56	130,25	1,67	70,53	21,08	0,29
1600	118	125,94	130,08	2,25	52,59	24,32	0,45
1550	118	125,86	129,91	2,5	47,13	23,11	0,56
1500	118	126,07	129,58	3,13	37,74	15,86	0,65
1450	118	125,79	129,01	3,96	29,83	14,89	0,89
1400	118	125,34	129,33	1,79	66	33,14	0,4
1350	118	126,11	129,3	1,62	77,62	44,61	0,36
1300	118	124,72	129,16	2,02	62,6	40,27	0,4
1250	118	125,73	128,64	3,37	34,98	17,87	0,77
1200	118	125,44	127,92	4,31	27,37	14,70	1,01
1150	118	125,61	127,83	2,02	58,43	36,18	0,51

Continuación - Características de flujo en el río San Juan para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010

SECCION	Q TOTALI	COTA DE FONDO	COTA DE SUP AGUA	VELOCIDAD DE FLUJO	AREA DE FLUJO	ANCHO DE SECCION	NUMERO DE FROUDE
	(m3/s)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(m2)	(m)	
4400	100	131,77	134,55	2,23	45,43	20,54	0,47
4350	100	131,48	134,40	2,45	41,42	21,98	0,51
4300	100	131,20	134,33	2,33	46,66	54,53	0,51
4250	100	131,47	134,09	2,72	36,73	16,65	0,59
4200	100	131,29	134,11	2,02	55,48	61,01	0,44
4150	100	130,92	133,84	2,63	38,54	28,43	0,62
4100	100	130,96	133,96	1,51	84,92	74,01	0,31
4050	100	131,03	133,83	1,91	63,61	61,29	0,43
4000	100	130,73	133,70	2,02	50,45	50,86	0,42
3950	100	130,50	133,70	1,78	70,58	68,01	0,36
3900	100	130,35	133,62	1,91	67,63	83,74	0,40
3850	100	130,37	133,22	2,92	34,21	16,52	0,65
3800	100	130,06	133,31	1,92	61,11	78,30	0,41
3750	100	130,02	133,17	2,20	49,68	52,83	0,48
3700	100	129,93	133,01	2,42	46,77	55,24	0,56
3650	100	130,24	133,11	1,30	89,67	65,22	0,28
3600	100	129,80	133,01	1,72	76,03	91,37	0,36

SECCION	Q TOTAL	COTA DE FONDO	COTA DE AGUA	VELOCIDAD DE FLUJO	AREA DE FLUJO	ANCHO DE SECCION	NUMERO DE FROUDE
	(m3/s)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(m2)	(m)	
1050	118	125,42	128,45	2,56	46,11	22,87	0,58
1000	118	125,44	128,46	1,99	62,46	30,36	0,45
950	118	124,43	128,18	2,60	45,46	24,20	0,60
900	118	124,74	128,06	2,56	46,06	21,36	0,56
850	118	123,95	128,13	1,63	72,31	34,42	0,36
800	118	124,42	127,78	2,75	43,85	25,69	0,64
750	118	124,92	127,91	1,42	83,12	37,25	0,30
700	118	124,78	127,89	1,34	90,53	45,58	0,31
650	118	123,89	127,86	1,29	98,14	49,71	0,27
600	118	124,36	127,77	1,67	76,44	39,87	0,37
550	118	124,10	127,47	2,57	45,89	20,31	0,55
500	118	124,45	127,45	2,05	57,49	31,04	0,48
450	118	123,79	126,96	3,25	36,35	18,74	0,74
400	118	124,68	126,41	3,85	30,65	20,48	1,00
350	118	123,88	126,59	1,74	67,65	44,78	0,45
300	118	124,12	126,60	1,25	94,67	54,81	0,29
250	118	123,40	126,48	1,68	70,44	50,99	0,45
200	118	124,07	126,35	1,93	63,97	51,42	0,47
150	118	123,90	126,29	1,79	65,94	36,95	0,43
100	118	123,57	126,21	1,95	69,08	49,37	0,44
50	118	123,36	126,17	1,56	75,42	45,43	0,39
0	118	122,94	126,04	1,85	63,92	44,06	0,49

Tabla 5- 2 Características de flujo en la quebrada Pirú para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.

SECCION	Q TOTAL (m ³ /s)	COTA DE FONDO (msnm)	COTA DE AGUA (msnm)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	AREA DE FLUJO (m ²)	ANCHO DE SECCION (m)	NUMERO DE FROUDE
2500	18	138,16	140,21	0,96		19,5	0,28
2450,00	18,00	138,14	140,08	1,43	12,57	9,77	0,4
2400,00	18,00	137,92	139,72	2,41	7,46	6,83	0,74
2350,00	18,00	138,05	139,37	2,4	7,49	9,41	0,86
2300,00	18,00	137,92	139,28	1,6	11,26	10,63	0,5
2250,00	18,00	137,43	139,25	1,21	20,56	32,87	0,33
2200,00	18,00	137,57	139,21	1,05	19,57	22,91	0,3
2150,00	18,00	137,57	138,74	2,74	6,56	8,28	0,98
2100,00	18,00	136,45	138,75	1,55	11,63	8,22	0,42
2050,00	18,00	137,11	138,40	2,4	7,49	7,61	0,77
2000,00	18,00	136,55	138,12	2,18	8,27	10,18	0,77
1950,00	18,00	137,16	138,20	0,58	24,59	26,82	0,23
1900,00	18,00	136,19	138,17	0,93	21,51	21,65	0,26
1850,00	18,00	136,39	138,03	1,49	12,06	10,25	0,44
1800,00	18,00	136,49	137,87	1,74	10,34	10,19	0,55
1750,00	18,00	136,55	137,70	1,76	10,22	11,72	0,6
1700,00	18,00	136,08	137,15	2,79	6,45	8,28	1,01
1650,00	18,00	135,22	137,15	0,76	24,39	22,14	0,22
1600,00	18,00	135,56	137,13	0,56	27,81	25,05	0,19
1550,00	18,00	135,57	137,11	0,73	24,23	22,93	0,23
1500,00	18,00	134,92	136,93	1,68	10,70	8,46	0,48
1450,00	18,00	135,67	136,86	1,34	13,47	15,60	0,46
1400,00	18,00	135,45	136,73	1,42	12,79	20,07	0,51
1350,00	18,00	135,22	136,72	0,93	24,75	37,21	0,27
1300,00	18,00	134,76	136,24	3,07	6,97	8,92	0,88
1250,00	18,00	134,20	135,72	1,18	18,34	31,52	0,41
1200,00	18,00	134,15	135,64	1,14	16,66	20,82	0,37
1150,00	18,00	133,66	135,67	0,32	56,00	33,44	0,08
1100,00	18,00	133,64	135,58	1,28	14,47	13,77	0,39
1050,00	18,00	133,63	135,07	2,80	6,42	8,35	1,02
1000,00	18,00	133,41	134,67	1,73	10,40	12,14	0,60
950,00	18,00	133,24	134,47	1,86	10,01	11,89	0,60
900,00	18,00	131,90	134,44	1,41	13,83	10,94	0,33
850,00	18,00	132,36	134,34	1,52	11,90	10,56	0,43
800,00	18,00	132,68	134,12	1,96	9,19	9,77	0,63
750,00	18,00	132,44	134,14	1,09	18,83	21,04	0,31
700,00	18,00	132,52	133,70	2,64	6,81	9,84	1,01
650,00	18,00	131,41	133,37	2,28	9,46	12,43	0,65
600,00	18,00	131,80	133,35	1,22	14,81	15,28	0,39
550,00	18,00	131,41	133,27	1,25	14,38	13,75	0,39
500,00	18,00	131,65	133,22	1,20	15,25	13,42	0,34
450,00	18,00	131,35	133,20	0,87	20,79	17,66	0,25
400,00	18,00	131,35	133,19	0,72	28,25	31,82	0,20
350,00	18,00	130,81	133,16	0,82	22,25	17,18	0,22
300,00	18,00	130,22	133,16	0,60	30,12	16,52	0,14
250,00	18,00	130,26	133,14	0,78	23,15	12,28	0,18
200,00	18,00	130,24	133,15	0,21	74,35	36,36	0,05
150,00	18,00	130,26	133,15	0,31	58,25	28,10	0,07
100,00	18,00	130,02	133,14	0,51	39,66	38,32	0,12

Los resultados de los análisis realizados conducen a afirmar que las inundaciones que se presentan en los barrios afectados obedecen a desbordamientos del río ocurridos en épocas donde no existen registros de caudales, sin embargo la modelación muestra coherencia con las observaciones de campo y con los resultados de los análisis con el modelo HEC RAS.

Es importante anotar que los resultados de modelación muestran que la quebrada Pirú no genera inundaciones en las zonas adyacentes y transcurre en su cauce delimitado mientras que el río San Juan sí es susceptible a inundaciones, las cuales en algunos casos son de tal magnitud que represan el agua de la quebrada y puede llegar a afectar zonas cercanas a la confluencia de estas dos corrientes.

Además, como consecuencia del nivel de las aguas de desbordamiento, el sistema de alcantarillado sanitario tendrá una operación deficiente mientras dure la inundación, con las consecuencias lógicas que esta circunstancia implican.

Tabla 5- 3 Características de flujo en la quebrada Pirú para un caudal de 100 años de recurrencia considerando el caudal hallado para la creciente de diciembre de 2010.

5.2.3 Evaluación social – mapeo de inundación

El tercer criterio usado para la definición de áreas de amenaza fue la recolección de información de campo que permitiera establecer la altura de agua y las características de la inundación en los elementos afectados.

Este trabajo se realizó usando las marcas de agua; los testimonios de los pobladores y los registros fotográficos de los eventos. La información referida corresponde al tiempo de permanencia de la inundación o duración, altura o nivel de agua en el predio y el tiempo de concentración o tiempo en el cual el agua llegó a su nivel máximo.

A continuación se describen las características de la inundación.

Nivel o altura de agua

Según la información recolectada en la muestra de 63 viviendas, el nivel de agua varía entre los 0 y 1.0 metros, siendo menor al 5%, las viviendas encuestadas que son afectadas por alturas de agua que llegarían a las cubiertas de las viviendas. La Figura 5-2 muestra la distribución porcentual.

Esta distribución está ligada a la cercanía de la vivienda al cauce o su exposición directa al evento, por lo cual se realizó el **mapeo de inundación por entrevistados**, el cual muestra la altura de agua en la zona urbana. Esta información es de vital importancia para la calibración de los modelos hidráulicos

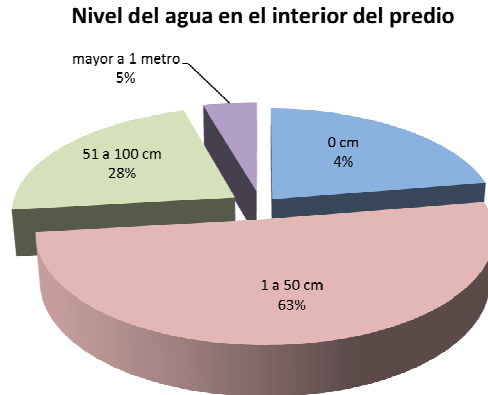


Figura 5- 2 Nivel del agua en el interior del predio encuestado.

Tiempo de permanencia de la inundación

Para caracterizar la amenaza por inundación, es pertinente conocer dos variables de mucha importancia: El tiempo en que tardó la altura del agua en alcanzar el nivel máximo luego de haber sobrepasado la corona de la margen del río y el tiempo de permanencia de la inundación.

Las Figura 5- 3 y Figura 5- 4 muestran el comportamiento de la corriente. El tiempo que tarda en alcanzar el nivel máximo la lámina de agua luego de sobrepasar los límites del río e inundar las viviendas es la mitad del tiempo que tarda en volver a encauzarse. Según lo investigado la inundación en su mayoría de los casos no tarda más de 36 horas en las zonas más afectadas, y según la población la inundación se deben a la poca capacidad del río de transportar dicho caudal y represar sus afluentes, sin embargo, al dejar de llover el río y sus afluentes empiezan a drenar aceptablemente.

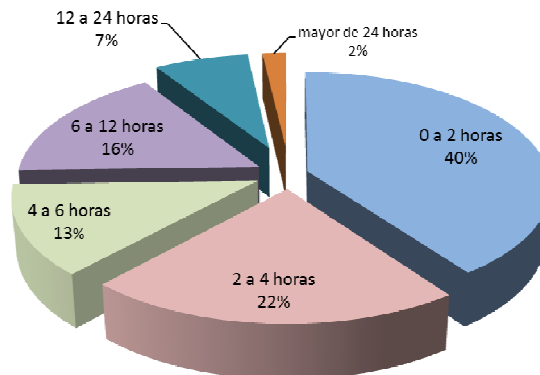


Figura 5- 3 Tiempo de permanencia de la inundación.

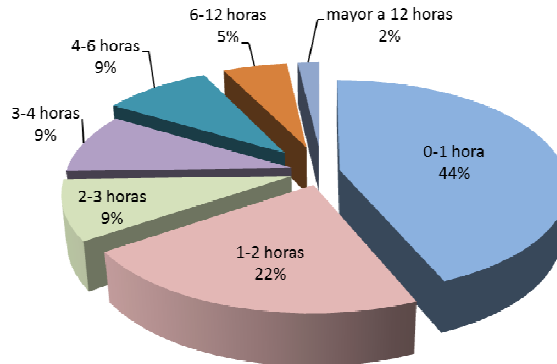


Figura 5- 4 Tiempo en alcanzar la altura máxima de lámina de agua durante la inundación.

En términos de riesgos, es importante verificar la relación entre la altura de lámina de agua y las pérdidas económicas sufridas en los predios. La Figura 5- 5 muestra la relación directa entre altura de agua y pérdidas, sin embargo son muy pocas las viviendas que registran pérdidas, siendo crítico la pérdida para las viviendas con niveles de agua mayores a 1.0 metros.

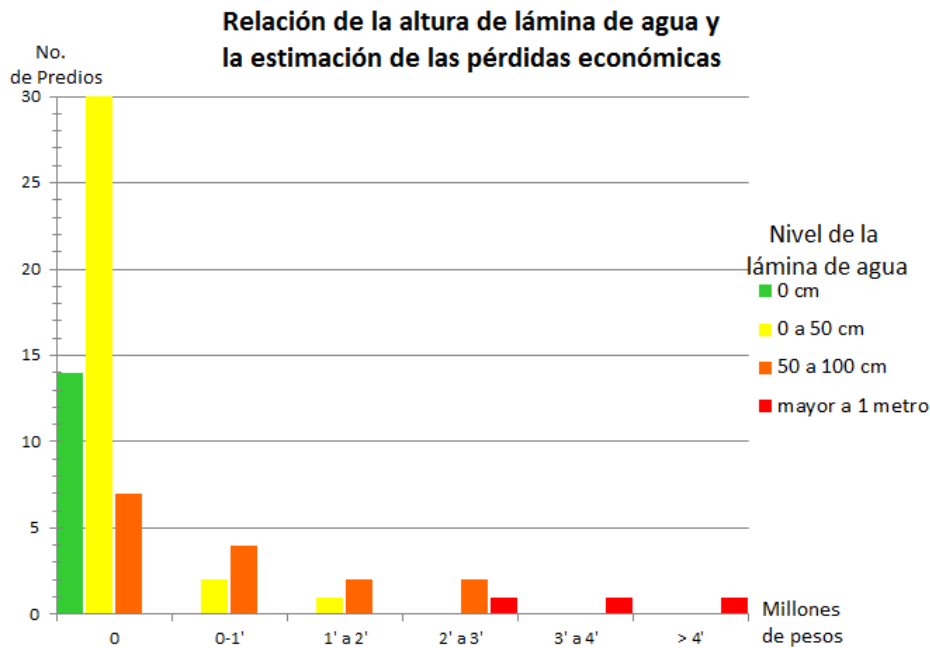


Figura 5- 5 Relación del nivel máximo alcanzado en la inundación y las pérdidas económicas.

5.2.4 Categorización de la Amenaza

Se considera inundación a partir del desborde del agua que es conducida por el cauce hacia las zonas adyacentes (llanuras de inundación). Para delinear espacialmente la llanura de inundación se usó el software HEC-RAS que permitió establecer para cada sección de análisis las cotas que alcanza el nivel de agua mostrados en el numeral anterior, datos que fueron mapeados en el plano topográfico para generar las curvas de nivel de inundación para cada periodo de retorno. En el caso del río San Juan y la quebrada Pirú, se mapearon las curvas de inundación para el Tr de 20 años, el cual registró desborde del cauce y que se muestran en el plano de amenaza por inundación.

Es necesario recordar que la modelación hidráulica no se realizó para los 100 años de recurrencia por limitaciones en las series de datos que impiden determinar los caudales de baja probabilidad.

Para la zonificación espacial de la amenaza por inundación, se optó por tomar 3 categorías de amenaza: alta, media y baja, que se determinaron a partir de las variables: probabilidad de falla, distancia de afectación de inundación y nivel de peligrosidad del flujo, a continuación se explican cada una de ellas:

Probabilidad de falla: La falla por inundación del cauce, se define como la probabilidad del evento en el cual el cauce alcanza su banca llena, y a partir de este nivel el río se desborda y causa inundación. Y la probabilidad de ocurrencia está asociada directamente a los periodos de retorno. Para el río San Juan y quebrada Pirú, las crecientes que generan inundación son las correspondientes al periodo de retorno de 20 años, que corresponde a probabilidad de ocurrencia de 0.05, catalogadas como media.

Para efectos de la categorización de la amenaza, la zona no inundable con tr de 20 años se define como amenaza baja, mientras la zona de inundación para el tr de 2.33 a 20 años se define como media.

Distancia de afectación inundación: La amenaza de inundación normalmente va reduciéndose a medida que aumenta la altitud de la superficie terrestre en relación con el nivel de agua de la orilla del río. Generalmente la altitud de la superficie terrestre aumenta a medida que nos alejamos de la orilla del río y esto suele significar que la amenaza por inundación tiende a disminuir.

La distancia inundación se estimó a partir de la topografía de cada sección transversal según el reporte del modelo hidráulico, por lo tanto se definió cartográficamente la distancia de afectación de la inundación sobre la zona urbana de San Pedro, como se puede observar en el mapa de amenaza.

Nivel de peligrosidad del flujo de agua: La amenaza queda determinada de manera completa con la estimación de la capacidad de daño de esta sobre el entorno donde se manifiesta. Se define severidad de la inundación o inundación peligrosa a aquellos eventos en donde existe una posibilidad de que se produzca pérdidas de vidas humanas o graves daños personales y daños a las edificaciones.

Mediante experimentos realizados por Bewick (1988) y Jaeggi (1990), sobre la resistencia y estabilidad de seres humanos ante el flujo de agua, se ha propuesto considerar inundaciones peligrosas, a los eventos de crecientes máximas con condiciones hidráulicas de: altura de flujo (y) mayor a un metro, velocidad (v) mayor a 1 m/s y el producto de ambas (vy) mayor de $0.5\text{ m}^2/\text{s}$, según se muestra en la Figura 5- 6.

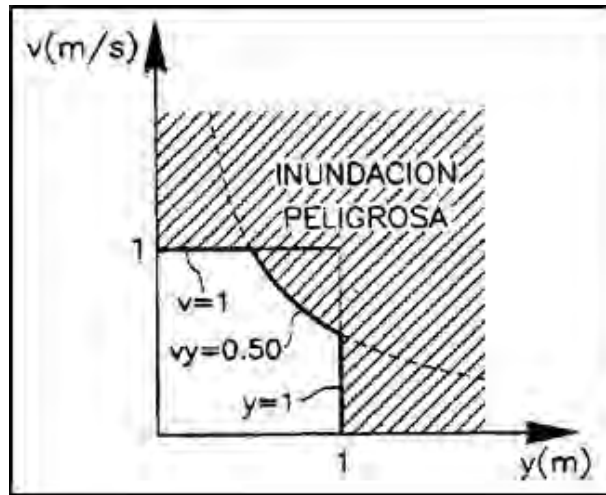


Figura 5- 6 Criterio de Inundación Peligrosa.

La severidad de la inundación se categorizó en tres grados o intensidades a saber: baja, media y alta, de acuerdo con los valores de altura de flujo y velocidad para los diferentes periodos de retorno en cada sección transversal, el cálculo de los anteriores resultados se resumen en las siguientes matrices presentadas en la Tabla 5- 4 y Figura 5- 5:

Tabla 5- 4 Matriz de intensidad del evento, parámetros hidráulicos altura y velocidad de flujo.

Categoría	Símbolo	Altura de flujo y (m)	Velocidad de flujo v (m)
Baja	B	$y < 0.5$	$v < 1$
Alta	A	$y > 1$	$v > 1$

Tabla 5- 5 Matriz de intensidad del evento del producto de los parámetros hidráulicos velocidad (v) y altura de flujo (y).

Categoría	Símbolo	Altura de flujo y x velocidad de flujo v (m^2/s)
Baja	B	$yxv < 0.5$
Alta	A	$yxv > 0.5$

Clasificación de la Amenaza: Ahora, para determinar la calificación de la amenaza por inundación teniendo en cuenta los criterios mencionados se recurre a la siguiente matriz representada en la Tabla 5- 6:

Tabla 5- 6 Matriz de calificación de la amenaza por inundación.

Probabilidad de falla	Nivel de peligrosidad del flujo de agua		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Baja	Baja

Los resultados de las anteriores variables permitieron establecer las siguientes categorías de amenaza por inundación para la zona urbana, que se muestran en el mapa de amenaza por Inundación.

Amenaza alta por inundación: Aquella zona de la llanura de inundación que se considera como área de desagüe de las crecientes con periodo de retorno $Tr < 2.33$ años y prácticamente corresponde al cauce actual, alturas de agua mayores a 1 m o las velocidades del flujo mayores a 1 m/s^2 .

Amenaza media por inundación: Es la zona de la llanura de inundación donde las crecientes presentan periodos de retorno $2.33 \leq Tr < 20$ años, las alturas de agua son menores a 1 m o las velocidades de flujo menores a 1 m/s^2 .

Amenaza baja por inundación: Esta zona de la llanura de inundación se caracteriza por una ocurrencia de crecientes de probabilidad media, con periodos de retorno igual o mayor a $Tr \geq 25$ años. Las alturas de agua son menores a 50 cm o las velocidades de flujo menores a 0.50 m/s^2 .

El plano de amenaza por inundación muestra los resultados finales.

5.2.5 Precisión de la modelación

Como ya se mencionó anteriormente la precisión de los resultados obtenidos se definió en función de la comparación cartográfica de los diferentes temáticos relacionados, así se comparó el mapa geomorfológico que establece el cauce activo con los niveles de inundación del modelo hidráulico.

Contrastando las cartografías generadas bajo los tres criterios se puede observar una buena correspondencia entre las terrazas inundables y los límites de inundación para Tr de 20 años, lo que permite definir que los resultados obtenidos presentan una buena precisión.

Por otro lado se comparó el mapa de inundación con información de campo y el mapa de amenaza por inundación del área urbana delimitado con los límites obtenidos de la modelación hidráulica. La comparación muestra una buena concordancia con los límites de inundación del área inundables para Tr de 20 años.

En conclusión se puede concluir que los resultados presentados son precisos, es decir reflejan la condición de inundación de la zona urbana del Municipio de San Pedro de Urabá.

5.2.6 Resultados

El evento de inundación de la zona urbana de San Pedro de Urabá se presenta para periodos de retorno de 20 años, que se consideran probabilidades de ocurrencia medias.

El nivel de peligrosidad varia, en las áreas cercanas al cauce principal, donde las viviendas se han invadido las márgenes de las orillas del río, se presentan alturas de agua mayores de 1 m y velocidades del orden de 1 m/s^2 , considerada como zona peligrosa, mientras nos alejamos de la orilla esta condición disminuye a una zona considerada de baja afectación con alturas de agua menores a 0.5 m.

Las zonas más afectadas son el barrio Urabá en la margen izquierda del río San Juan y la zona del río San Juan después de la desembocadura de la quebrada Pirú. La existencia de bajos cercanos al río hacen mayor la manaza, especialmente en cercanías a la vía hacia Turbo.

5.3 AMENAZA POR INESTABILIDAD DE MÁRGENES

La amenaza por inestabilidad de las márgenes se enfoca a la identificación de sectores inestables de las márgenes del río San Juan y quebrada Pirú a la altura del casco urbano del municipio, que por sus características generen riesgo para la comunidad.

La evaluación de esta amenaza se sustenta en el inventario de procesos actuales y evidencias de procesos antiguos que han afectado las márgenes del río. En el capítulo de información Base, en los aspectos geomorfológicos se presenta la dinámica actual del cauce y se realiza un inventario detallado de puntos inestables y sectores con obras de contención.

5.3.1 Condiciones Actuales.

El cauce del río San Juan a la altura del casco urbano del municipio, presenta baja pendiente y se encuentra parcialmente definido, donde sus márgenes de baja altura delimitan un comportamiento meándrico y una gran acción erosiva de la corriente; eventualmente se observan zonas de antigua divagación conocidas como madres viejas. En el río San Juan se observan procesos activos relacionados con socavación y desprendimiento de material por pérdida de soporte, los cuales son acelerados por el proceso de deforestación de la cobertura de galería que han sufrido las márgenes; el detonante de los procesos de inestabilidad de las márgenes corresponde a la erosión lateral del cauce sobre las márgenes que actúa en la base de los taludes en las partes curvas del cauce (margen exterior de la curva principalmente).

El cauce de la quebrada Pirú, en toda su longitud adyacente a la zona urbana del municipio, presenta una forma perfectamente definida por sus márgenes en un canal hidráulico con comportamiento meándrico, las márgenes se conforman con taludes de mayor pendiente del orden de los 45 grados y donde se observan procesos incipientes y activos, siendo su principal detonante la acción del agua y la corriente sobre taludes desprovistos de vegetación, la cual fue retirada principalmente por acción antrópica.

5.3.2 Evaluación de la Amenaza

A partir de los criterios geomorfológicos establecidos y utilizando la técnica de criterio de experto se caracteriza la amenaza de inestabilidad de las márgenes en la zona urbana del municipio, de la siguiente manera:

Zonas de amenaza alta por FRM: Son aquellas márgenes en zonas donde existen procesos activos, sobre la zona meándrica y en zonas de poca o nula vegetación, donde los procesos erosivos de la corriente son frecuentes.

Zona de amenaza media: Son aquellas márgenes en zonas donde las corrientes discurren por el canal bien definido, donde existen procesos incipientes y existe vegetación en forma parcial o total.

Zona de Amenaza baja: Corresponde a las márgenes de las corrientes donde el cauce presenta una zona de divagación amplia, con taludes de altura menor a 2 m.

Es de notar que los niveles de amenaza se ven mayorados por la intervención del hombre realizado descarga de aguas negras sin control, realizando tala de árboles o siembra de cultivos y a la disposición localizada de basuras y escombros sobre los taludes.

6	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	6-1
6.1	INTRODUCCIÓN	6-1
6.2	IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	6-1
6.3	CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	6-2
6.3.1	Identificación general de tipología de viviendas	6-3
6.3.2	Muestreo de Viviendas	6-4
6.4	IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS GENERADORES DE DAÑO	6-5
6.4.1	Procesos de daño por inundación	6-5
6.4.2	Procesos de daño por deslizamiento	6-5
6.5	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	6-5
6.5.1	Matrices de daño	6-5
6.5.2	Valoración de la vulnerabilidad	6-7
6.5.3	Resultados	6-8
6.6	PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD Y DAÑOS ASOCIADOS A EVENTOS OCURRIDOS	6-8
6.6.1	Condición de las personas	6-10
6.6.2	Eventos naturales y antrópicos - Daños	6-10
6.7	Vulnerabilidad de la sociedad	6-12
6.7.1	Valoración de la vulnerabilidad social.	6-14
6.7.2	Vulnerabilidad institucional	6-25

LISTA DE TABLAS

Tabla 6- 1	Listado de manzanas consideradas en el análisis de vulnerabilidad.	6-2
Tabla 6- 2	Calificación asignada (en una escala de 0 a 1) para realizar un cálculo del nivel de vulnerabilidad.	6-6
Tabla 6- 3	Matriz de afectación por deslizamientos.	6-7
Tabla 6- 4	Categorización niveles de vulnerabilidad.	6-7
Tabla 6- 5	Factores de vulnerabilidad de la valoración de vulnerabilidad social.	6-14
Tabla 6- 6	Fragilidad social y factor de resiliencia por manzana.	6-15
Tabla 6- 7	Clasificación de la fragilidad social por vivienda.	6-16
Tabla 6- 8	Fragilidad social y factor de resiliencia por familia.	6-16
Tabla 6- 9	Clasificación de la fragilidad social por familia entrevistada.	6-17
Tabla 6- 10	Vulnerabilidad social de las manzanas del área de estudio en el Municipio de San Pedro de Urabá.	6-19

LISTA DE FIGURAS

Figura 6- 1	Solicitaciones por deslizamientos.	6-7
Figura 6- 2	Formato de Encuesta para conocer la percepción del Riesgo directamente de los afectados.	6-9
Figura 6- 3	Tiempo en años de permanencia de los encuestados en la cabecera Municipal de San Pedro de Urabá.	6-10

Figura 6- 4 Daños asociados a una amenaza de origen natural en la cabecera urbana del municipio de San Pedro de Urabá.	6-11
Figura 6- 5 Nivel del daño.	6-11
Figura 6- 6 Estimación de pérdidas económicas.	6-12
Figura 6- 7 Arrastre de la vivienda por inundación.	6-12
Figura 6- 8 Distribución porcentual de las categorías de vulnerabilidad.	6-18

6 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

6.1 INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Vulnerabilidad se adelanta a partir de la identificación de los elementos urbanos localizados sobre las márgenes y valle de inundación del río San Juan y la quebrada Pirú. Es así como a partir del inventario de manzanas, la zonificación por los eventos de inundación e inestabilidad de las márgenes, se definen los elementos amenazados en cada zona y su nivel de exposición.

Así, en forma semi cuantitativa se establece el nivel de vulnerabilidad física, corporal y social de cada una de las manzanas que se encuentran dentro de las franjas de inundación, en función de los posibles daños que pueden llegar a sufrir los elementos expuestos situados en la zona de afectación previsible por los eventos amenazantes.

El nivel de daño de los elementos expuestos se define en función de la tipología característica de cada una de las manzanas establecida en la caracterización del área en estudio y los modos de daño asociados a la solicitación impuesta por la corriente de agua y por los procesos de inestabilidad.

6.2 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS

La identificación de los elementos expuestos para los eventos de inundación e inestabilidad de las márgenes del río San Juan y quebrada Pirú, 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.

Para tal efecto el área de estudio se delimitó urbanísticamente, con las manzanas que se identificaron que posiblemente podían ser afectadas por la ocurrencia de eventos de inundación. En los anexos se presenta el mapa base en el que aparece la delimitación del área de estudio. La Tabla 6- 1 muestra el listado de las manzanas involucradas en los análisis de vulnerabilidad, de acuerdo con la codificación catastral.

En resumen para el análisis de vulnerabilidad se toman como elementos expuestos, las unidades habitacionales y las personas. Sobre las unidades habitacionales se define la vulnerabilidad física como posible daño de las mismas, sobre las personas su afectación corporal y sobre la comunidad su vulnerabilidad social.

6.3 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS

La caracterización de los elementos expuestos permite hacer una evaluación sobre el estado de cada una de las unidades habitacionales construidas, con un carácter más cualitativo que cuantitativo, sobre aspectos como la tipología estructural y la condición de los habitantes, con el objetivo primordial de identificar de manera conceptual su resistencia y capacidad de respuesta ante eventos de inundación o de deslizamientos. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 6- 1Listado de manzanas consideradas en al análisis de vulnerabilidad.

SP_0158	SP_0501	SP_0616	SP_0812	SP_1018A	SP_1317
SP_0164	SP_0502	SP_0623	SP_0813	SP_1019	SP_1318
SP_0165	SP_0503	SP_0624	SP_0814	SP_1021	SP_1320
SP_0166	SP_0504	SP_0625	SP_0820	SP_1022	SP_1321
SP_0167	SP_0505	SP_0626	SP_0825	SP_1026	SP_1322
SP_0201	SP_0506	SP_0635	SP_0832A	SP_1027	SP_1323
SP_0202	SP_0507	SP_0801	SP_0832B	SP_1101	SP_1324A
SP_0203	SP_0511	SP_0802	SP_0846	SP_1301	SP_1324B
SP_0206	SP_0514	SP_0803	SP_0847	SP_1302	
SP_0207	SP_0518A	SP_0804	SP_0848	SP_1303A	
SP_0336	SP_0601	SP_0805	SP_0849A	SP_1303B	
SP_0345	SP_0602	SP_0806	SP_0849B	SP_1304	
SP_0346	SP_0603	SP_0807	SP_0901	SP_1307	
SP_0347	SP_0614	SP_0808	SP_1016	SP_1308	
SP_0357	SP_0615	SP_0809	SP_1017	SP_1309	

NOTA: Se presenta el listado de manzanas de acuerdo con la codificación que aparece en el plano catastral del municipio

Sobre este aspecto, conviene agregar que en general, casi ninguna edificación y mucho menos las que ocupan la atención de este estudio son diseñadas, ni construidas específicamente para resistir empujes o fuerzas laterales generadas por la corriente de agua, ni soportar desplazamientos producto de la acción de un deslizamiento y que por lo tanto, la evaluación que sobre el particular puede hacerse con base en el inventario es muy limitada. Más aún si las edificaciones del área en su construcción responden a una necesidad primaria de vivienda y esta además responde a la capacidad de respuesta de su propietario, a las necesidades de espacio, reflejando el nivel socio económico y cultural del mismo.

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.

Las variables de mayor interés y sobre las cuales se realiza el análisis de vulnerabilidad son el sistema estructural, la localización de la vivienda en terrazas y la implantación de la vivienda, aspectos que son tratados en la identificación general de tipología de viviendas.

6.3.1 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 el empuje hidrostático de la corriente de agua o la pérdida de soporte por la ocurrencia de un deslizamiento. Una estructura en concreto seguramente presenta una mayor capacidad de resistencia que una estructura hecha con madera.

Es por esto, que la capacidad de respuesta o la vulnerabilidad física se evalúa de acuerdo a tres criterios así:

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 recuperación, se caracterizan por tener un estructura de poca estabilidad y estar construidas en materiales perecederos como madera, lata, plástico, poli sombra, etc.

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.

Por su localización se identificaron tres unidades de vivienda: la primera la que se construye sobre la margen del río o dentro del cauce, la segunda ubicada sobre terrazas bajas y la tercera construida en las terrazas altas del río. Esta localización no implica necesariamente que la vivienda requiera de construcción de columnas o pilas para alcanzar los niveles arquitectónicos– lo que comúnmente se le denomina palafito. Esta condición es tenida en cuenta para calificar la vulnerabilidad dentro del criterio de implantación.

Por su implantación se identificaron tres unidades de vivienda: la primera vivienda implantada a nivel, es decir sin cortes o rellenos que modifiquen sustancialmente la cota de la vivienda respecto a la vía o el terreno circundante, la segunda vivienda implantada en relleno, con piso de vivienda a mas de 50 centímetros del terreno y la tercera vivienda palafítica la cual presenta columnas o pilas de apoyo que elevan su nivel.

Vale la pena anotar que las viviendas se referenciaron espacialmente en el área de estudio, de tal forma que resulta sencillo asignarles el tipo de evento amenazante al que están expuestas, según su localización y su implantación.

6.3.2 Muestreo de Viviendas

Con base en la anterior identificación de tipología de viviendas se adelantó 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 D.

Para tal fin se utilizó 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 a inundaciones o Fenómenos de remoción en masa.

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 inundación o FRM, 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.

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 D, 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.

6.4 IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS GENERADORES DE DAÑO

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

6.4.1 Procesos de daño por inundación

Una inundación puede producir arrastre, empujes, flotación, socavación, traslación o volcamiento sobre una estructura, estas acciones están dadas en función de las características de la creciente, especialmente la altura de lámina de agua o cálao y velocidad de misma.

Teniendo en cuenta las características de las crecientes en términos de altura y velocidad de agua, para la zona en estudio se definieron tres tipos de solicitaciones para las estructuras (vulnerabilidad física):

- Fuerza de arrastre o golpeteo – FA
- Presión hidrostática – PH.
- Socavación - SV

Ahora para tener en cuenta la afectación sobre las personas, vulnerabilidad corporal, se tuvo en cuenta la fuerza de arrastre definida cualitativamente con la velocidad de flujo y la altura de agua.

6.4.2 Procesos de daño por deslizamiento

Para este evento y teniendo en cuenta la localización geográfica de las construcciones, corona de las márgenes del río, y los mecanismos de falla de los taludes que conforman las márgenes, la acción sobre las estructuras de las viviendas es la de desplazamiento vertical por pérdida de soporte en la base o cimientos.

Los desplazamientos verticales son experimentados por los elementos localizados sobre la corona de las áreas inestables y su posible área de retroceso; su valoración se hace a partir de la dinámica de los movimientos, que para este caso específico se considera que se desencadenarían de manera súbita y rápida.

6.5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

6.5.1 Matrices de daño

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

6.5.1.1 Matriz de afectación por Inundación

Se establecieron las matrices de afectación de forma semicuantitativa, usando los criterios de tipología estructural. Ver Tabla 6- 2.

Tabla 6- 2 Calificación asignada (en una escala de 0 a 1) para realizar un cálculo del nivel de vulnerabilidad.

	CALIFICACIÓN
Localización	
margen	0,9
terrazas bajas	0,6
terrazas altas	0,2
No aplica	0
Implantación	
En corte	
A Nivel	0,9
Palafítica	0,3
En relleno	0,3
Material - sistema	
Madera - Recuperación	0,6
Mampostería - Muros portantes	0,3

Una vez realizada la calificación por criterio de tipología se procede a realizar la ponderación de los puntajes de la siguiente forma:

Localización	Implantación	Material - Sistema
40%	30%	30%

Esta ponderación asigna mayor peso a la variable localización, sin demeritar las demás variables. El resultado se define como el nivel de vulnerabilidad, el cual permite ser incluido dentro de una categorización de vulnerabilidad que a su vez facilita el mapeo de los resultados.

6.5.1.2 Matriz de afectación por deslizamientos

Para la zona en estudio se definieron dos tipos de solicitaciones: Desplazamientos verticales – **DV** y Empujes o presión lateral – **E**. Ver Figura 6- 1

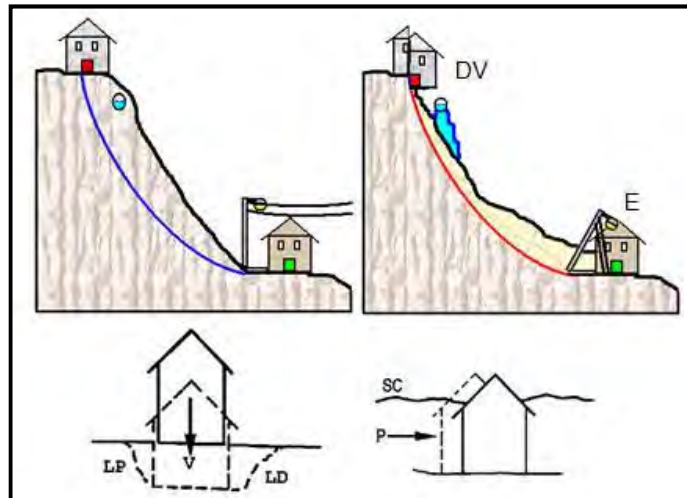


Figura 6- 1Solicitaciones por deslizamientos.

Para los eventos tipo deslizamientos y teniendo en cuenta que los procesos generadores de daño en el caso de la zona de estudio son los desplazamientos verticales, el nivel de afectación de este tipo de solicitación se considera alto toda vez que el efecto sobre la edificación es la pérdida de su sistema de cimentación. La matriz (Ver Tabla 6- 3) de afectación se define:

Tabla 6- 3Matriz de afectación por deslizamientos.

Tipo de vivienda	Afectación por desplazamientos verticales
Madera – Sistema de recuperación	Alta
Mampostería – Muros portantes	Alta

6.5.2 Valoración de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad por Inundación:La valoración de la vulnerabilidad para las manzanas se adelanta en función de los niveles de daño en términos de afectación definidos en los numerales anteriores. Los intervalos de clasificación de la vulnerabilidad se establecen según la información contenida en la Tabla 6- 4.

Tabla 6- 4Categorización niveles de vulnerabilidad.

Niveles	Vulnerabilidad
MB Muy Bajo	<0.1
B Bajo	$0.1 \leq B < 0.3$
M Medio	$0.3 \leq M < 0.6$
A Alto	$0.6 \leq A < 0.8$

Los resultados de la cualificación de la vulnerabilidad se presentan en el Anexo, discriminando la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social definida para cada manzana.

La representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en los planos vulnerabilidad por inundación y por fenómenos de remoción en masa, empleando el criterio semáforo, esto es:

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

Vulnerabilidad por deslizamientos: Dadas las características de los procesos que afectan las márgenes del río y quebrada, se considera que la vulnerabilidad de las viviendas localizadas sobre las coronas de la márgenes y que se encuentren afectadas por inestabilidad de las mismas, es alta con un nivel de vulnerabilidad 1.

6.5.3 Resultados


De acuerdo a los resultados obtenidos se puede establecer que la vulnerabilidad física y corporal por los eventos tipo inundación tiene el mismo nivel, esto debido a la similitud en la forma de evaluación. Las zonas más vulnerables y categorizadas como alta son aquellas manzanas con viviendas predominantemente en madera e implantadas a nivel. Los niveles se reducen a medios cuando las viviendas continúan implantadas a nivel pero con sistema de mampostería. Estas viviendas de categorías media y alta generalmente están ubicadas en terrazas bajas.

Las zonas categorizadas como de vulnerabilidad baja concentran viviendas ubicadas en terrazas altas o que se implantaron sobre rellenos que le impide ser expuestas a la inundación. Además algunas viviendas no están directamente expuestas ya sea porque se ubican detrás de otra manzana o porque están retiradas del río.

Es importante recordar que la vulnerabilidad se midió conociendo como crítica la línea de inundación por 20 años, y que en un posible evento de mayor periodo de retorno todo el pueblo se vería expuesto, lo cual aumentaría en grado el nivel de vulnerabilidad (de bajo a medio y de media a alto)

6.6 PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD Y DAÑOS ASOCIADOS A EVENTOS OCURRIDOS

La percepción de la comunidad frente a la amenaza es de importancia en el estudio, por lo cual se realizó una encuesta para adquirir información directamente de las personas que fueron afectadas por la inundación y así mismo identificar los conocimientos y el manejo de los conceptos relacionados sobre el tema de gestión de riesgos. El formato utilizado se muestra a continuación en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Zonificación de amenazas y riesgos de origen natural en las áreas urbanas de los municipios de Frontino, Giraldo, San Juan de Urabá y San Pedro de Urabá, y en los centros poblados de Pavarandocito y Belén de Bajirá del municipio de Mutatá, como herramienta fundamental en la planificación del territorio. v.9

FORMULARIO PARA LA EVALUACION DE DAÑOS EN EDIFICACIONES EN CASO DE DESLIZAMIENTO E INUNDACION ID: XXXXXXXXXX

<p>DIRECCION:</p> <p>I. DATOS BASICOS</p> <p>1. Código </p> <p>Identificación de la construcción:</p> <p>Nombre: Estrato: </p> <p>2. 1. Propietario 2. Poseedor 3. Arrendatario</p> <p>3. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años) </p> <p>4. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años) </p> <p>5. Estado de la construcción: 1. Completa </p> <p>2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje % </p> <p>6. Estado de ocupación: 1. Ocupada 0. No ocupada </p> <p>7. Número de apartamentos en la edificación </p> <p>8. Número de familias en la edificación </p> <p>9. Número de residentes en la edificación </p> <p>10. Edad de la construcción (años) </p> <p>11. Servicios Públicos 0.No 1.Si</p> <p>Acueducto </p> <p>Alicantarillado </p> <p>II. DAÑOS</p> <p>12. Ha sufrido anteriormente daño por: 0.No 1.Si</p> <p>1. Deslizamiento de terreno por FRM </p> <p>2. Temblores </p> <p>3. Inundación </p> <p>4. Otro (especificar) </p> <p>13. Cuando? </p> <p>14. Nivel de daño en la estructura</p> <p>1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo </p> <p>15. Estimativo de pérdidas económicas.</p> <p>Mas o menos, cuales fueron las pérdidas economicas? (miles) </p> <p>16. Hubo perdidas de vidas humanas? 0.No 1.Si</p> <p>Cantidad </p> <p>17. Que hizo cuando se presento la emergencia?</p> <p>A que entidad solicito ayuda? Le ayudaron?</p> <p></p> <p>18. Actualmente el predio está expuesto a:</p> <p>1. Deslizamientos 2. Caída de rocas 3. Flujos 4. Inundación 5. Ninguno</p> <p>6. Otro Cual? </p> <p>19. Nivel de exposición (FRM)</p> <p>1. Bajo 2. Medio 3. Alto </p> <p>20. Nivel de daño en la construcción si ocurre el evento</p> <p>1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo </p> <p>III. Aspecto social</p> <p>21. Alguien de la vivienda pertenece a alguna organización?</p> <p>1. Si 2. No </p> <p>Cual? Cargo? Nombre </p> <p>22. Conoce o ha sido participe de algun programa de la alcaldia u otra entidad sobre Atencion y Prevencion del Riesgo?</p> <p>1. Si 2. No </p> <p>Entidad Cual? Cuando? </p> <p>23. Monto mensual de ingresos</p> <p>1. <1smmlv 2. 1-2smmlv 3. 2-4 smmlv 4. >4smmlv </p> <p>24. Valor de bienes y enseres (miles de pesos) </p> <p>25. Valor estimado del inmueble (miles de pesos) </p> <p>26. Valor estimado pago servicios (miles) </p> <p>27. Considera que corre algún peligro? </p> <p>28. Que es lo primero que hace si se presenta una emergencia?</p> <p></p> <p>Observaciones: </p>	<p>29. El municipio cuenta con un sistema de alarma en caso de emergencia? Quien esta a cargo?</p> <p>Si No Cual? Quien? </p> <p>IV. DAÑOS POR INUNDACIÓN</p> <p>30. Elevación del nivel del agua</p> <p>Mayor 1 metro </p> <p>De 50 cm a 1 metro </p> <p>Menor de 50 cm </p> <p>31. Socavación de la base de la vivienda</p> <p>1. Nula 2. Baja 3. Media 4. Alta </p> <p>32. Arrastre estructuras de soporte de la vivienda</p> <p>1. Presente 2. Ausente </p> <p>33. Arrastre de la vivienda</p> <p>1. Nula 2. Baja 3. Media 4. Alta </p> <p>34. Cuanto tarda en lograr el nivel mas alto la inundacion (hora) </p> <p>35. Cuanto tarda la inundacion en desaparecer (hora) </p> <p>V. NIVEL DAÑOS POR INUNDACIÓN Y/O FRM</p> <p>36. Daños en los elementos estructurales</p> <p>0.No aplica 1.Ninguno 2.Ligero 3.Moderado 4.Fuerte 5.Severo</p> <p>27.1 Muros portantes </p> <p>27.2 Columnas </p> <p>27.3 Vigas </p> <p>27.4 Nudos de los pórticos </p> <p>27.5 Muros de cortante </p> <p>27.6 Escaleras </p> <p>27.7 Pisos </p> <p>27.8 Cubierta </p> <p>37. Daño en elementos no estructurales e instalaciones</p> <p>0.No aplica 1.Ninguno 2.Ligero 3.Moderado 4.Fuerte 5.Severo</p> <p>30.1 Tabiques divisorios </p> <p>30.2 Instalaciones eléctricas </p> <p>30.3 Instalaciones sanitarias </p> <p>30.4 Plomería canalización (gas) </p> <p>38. Recomendaciones para medidas urgentes</p> <p>1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local </p> <p>3. Protección de la edificación del colapso </p> <p>4. Protección de las calles vecinas </p> <p>5. Reubicación </p> <p>39. Esquema (patios, bajos, límites, ladera)</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 150px; background-image: linear-gradient(to right, dashed 1px, transparent 1px), linear-gradient(to bottom, dashed 1px, transparent 1px); background-size: 20px 20px;"></div> <p>Fecha de inspección (mes, día, año) </p> <p>Registro No </p> <p>Elaboró: </p>
--	--

Figura 6- 2Formato de Encuesta para conocer la percepción del Riesgo directamente de los afectados.

La Encuesta arrojó los siguientes resultados:

6.6.1 Condición de las personas

La mayor parte de los hogares damnificados pertenecen al estrato 1 siendo superior al 95%, de los cuales el 72% de las familias encuestadas vive con menos de un salario mínimo, el 20% vive con 1 a 2 salarios mínimos y el 1% vive con más de 2 salarios mínimos, en otras palabras la mayor parte de los damnificados viven en la pobreza. El 88% son propietarios de sus viviendas, el 6 % son poseedores y el otro 6% viven en arriendo.

En la mayor parte de las viviendas encuestadas, sus miembros pertenecían a una misma familia, solo en el 4% de las viviendas vivían 2 familias y en el 2% vivían 3 familias. En los hogares encuestados vivía un promedio de 6 personas por vivienda, lo que se traduce en un alto grado de hacinamiento. Solo el 9% de los predios no tenía el servicio público de acueducto, mientras que el 53 % de los predios carecían de alcantarillado, la mayoría descargan sus aguas servidas directamente al cuerpo de agua. Ver Figura 6- 3.

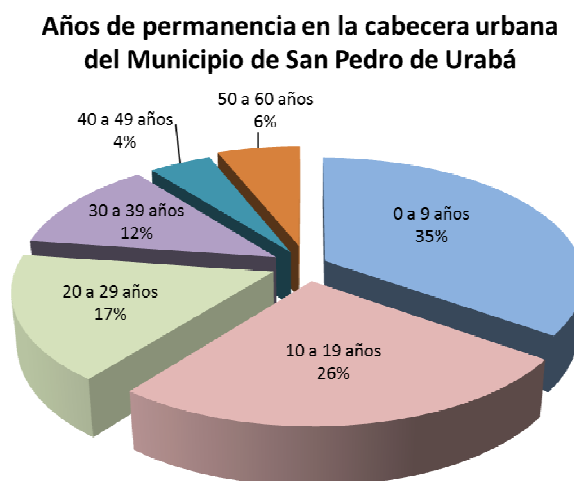


Figura 6- 3Tiempo en años de permanencia de los encuestados en la cabecera Municipal de San Pedro de Urabá.

El 35% de los encuestados viven en San Pedro de Urabá hace menos de 10 años, el 26% viven allí de 10 a 20 años, el 17% de 20 a 30 años y el otro 22 % más de 30 años.

6.6.2 Eventos naturales y antrópicos - Daños

Seguido a esto se les pregunto sobre sus vivencias en el Municipio y las emergencias que mas los ha afectado, respondiendo en su mayoría que lo que más afectó a la población fue la violencia y con respecto a las emergencias de origen natural comentaron que una de las más fuertes crecientes ocurrió en el año 2010, lo que llevaría a estimar que esta emergencia ha sido una de las más destructivas en la cabecera Urbana del Municipio, donde además también mencionaron la emergencia por el sismo y la actividad volcánica del día 19 de octubre de 1992, además de la inundación que anegó unas 80 viviendas en octubre del 2008, entre otras emergencias varias como algunos vendavales que

destecharon algunas viviendas y afectaron a unas 700 personas, pero de la cual no hay registro. Ver Figura 6- 4.

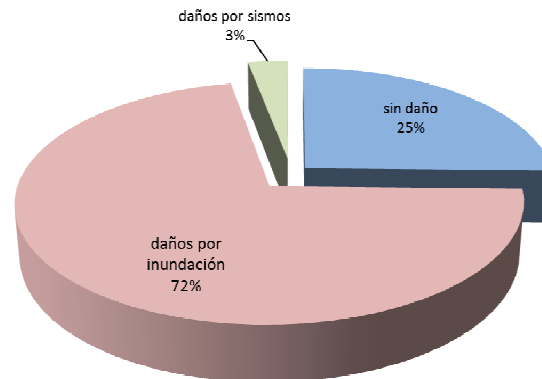


Figura 6- 4 Daños asociados a una amenaza de origen natural en la cabecera urbana del municipio de San Pedro de Urabá.

Según los hogares encuestados el 25% consideró que no hubo daños en su predio debido a algún tipo de amenaza, el 3% dijo que hubo daños asociados a un sismo y el restante 72% dijo que hubo daños por inundación, sin embargo, el nivel de daño fue leve o ligero, más de 82% aceptaron que solo hubo daños muy leves o ligeros en su predio, el 15% consideró el nivel de daño como moderado mientras que solo un 3% lo consideró fuerte. Ver Figura 6- 5.

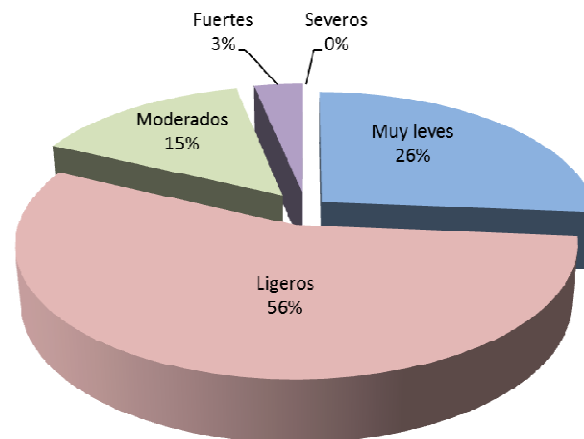


Figura 6- 5 Nivel del daño.

La estimación de las pérdidas económicas en el evento se distribuye como lo muestra la Figura 6- 6. No se han presentado pérdidas de vidas humanas.

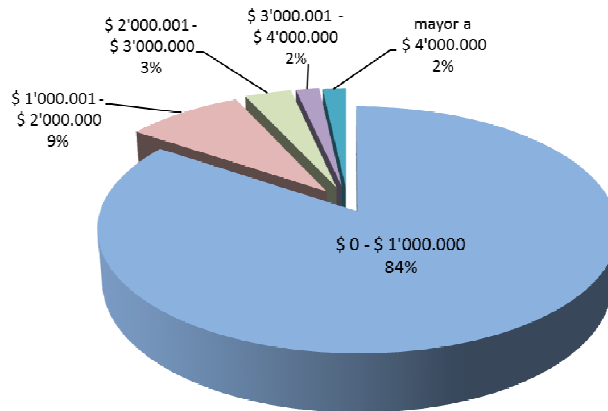


Figura 6- 6 Estimación de pérdidas económicas.

La mayoría de los predios están expuestos a la amenaza por inundación, sin embargo, hay algunos predios muy cercanos a las márgenes de los ríos o quebradas que están expuestos a un deslizamiento producto de la inestabilidad de las márgenes al ser erosionadas por las corrientes de agua. La Figura 6- 7 muestra la percepción del riesgo de la comunidad frente a la posibilidad de arrastre de su vivienda.

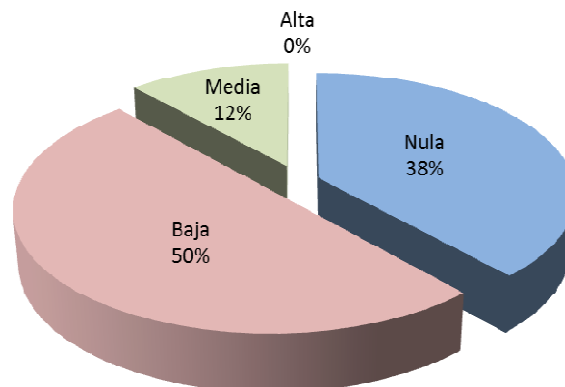


Figura 6- 7 Arrastre de la vivienda por inundación.

De otra parte solo el 6% de la población encuestada ha sido participe de algún programa de la alcaldía u otra entidad sobre atención y prevención del riesgo, además solo la emisora y algunos vecinos avisan cuando se está aumentando los niveles del río y las quebradas convirtiendo a este como su sistema de alarma.

6.7 Vulnerabilidad de la sociedad

Adicional a la vulnerabilidad física de las viviendas ante una amenaza 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 amenazada¹. Ante la ocurrencia de un evento 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.

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 humano², 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 **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 sostenibilidad³.

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.

1 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.

2 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 BLAICKIE, otros. 1996. Vulnerabilidad. La Red.

3 LAVELL, 2003

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.

6.7.1 Valoración de la vulnerabilidad social.

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 un evento potencialmente dañino.

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 6- 5.

Tabla 6- 5 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.
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” y “apartamento” en la manzana.	Indica un mayor grado de hacinamiento de los habitantes de una manzana.
Porcentaje de viviendas sin acceso a servicios públicos de “acueducto” y “alcantarillado”	Una mayor proporción de viviendas sin estos servicios indica una clara fragilidad de la familia para el abastecimiento de agua de consumo, así como la disposición inadecuada y contaminación por las agua servidas, aumentando con ello su vulnerabilidad.

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 6- 6a los factores definidos.

Tabla 6- 6Fragilidad social y factor de resiliencia por manzana.

Factor de vulnerabilidad	Rangos /Valoración para ponderación		
	≤ 15	16 -70	>70
Número de personas por manzana	0	1	2
Proporción de niños y adultos mayores	< 0.5 0	0.5 – 0.7 1	> 0.7 2
Proporción de personas con discapacidad	< 0.06 0	0.07 – 0.17 1	> 0.17 2
Nivel de escolaridad	Alto 0	Medio 1	Bajo 2
Relación hombres/mujeres	≥ 1 0	< 1 1	
Presencia de lugares especiales de alojamiento - LEA	NO 0	SI 1	
Proporción de viviendas “tipo cuarto” y “apartamento”	≤ 2 0	3 – 4 1	> 4 2
Porcentaje de viviendas sin alcantarillado	< 26% 0	26 – 34% 1	> 34 2
Porcentaje de viviendas sin acueducto	< 7% 0	7 – 11% 1	> 11% 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” y “apartamento”, porcentaje de viviendas sin acceso a los servicios de acueducto y alcantarillado. Los extremos están dados por una fragilidad social muy alta con un puntaje máximo de 16 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 6- 7.

Tabla 6- 7 Clasificación de la fragilidad social por vivienda.

FRAGILIDAD SOCIAL	CALIFICACIÓN
Baja	< 4
Media	4 – 7
Alta	8 – 9
Muy alta	> 9

Adicionalmente, con el fin de corroborar y complementar la anterior información se estudiaron 2.060 registros de la base de datos del SISBEN, que permitieron analizar la información de 486 familias ubicadas en 44 manzanas del área urbana que no contaban con información del DANE, la calificación de la manzana se realizó mediante un análisis de frecuencias que permitió establecer la preponderancia de una u otra calificación familiar.

Teniendo en cuenta que, según Núñez y Espinosa (2005)⁴, 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 y en donde la cabeza de hogar es una mujer. De otra parte, los hogares donde menos de una cuarta parte de los miembros trabaja son más vulnerables así como aquellos en los que hay una persona discapacitada.

Además se tomó como factor que aumenta la vulnerabilidad el relacionado con la existencia de más de una familia por vivienda, por reflejar el hacinamiento y la dependencia económica.

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 6- 8

Tabla 6- 8 Fragilidad social y factor de resiliencia por familia.

Variables	Rangos /Valoración para ponderación			
No. Personas/ vivienda	Más de 8	7 a 8	4 a 6	De 1 a 3
	3	2	1	0
Ingresos (en SMMLV)	Menor a 1	Entre 1 y 2	Entre 2 y 4	Más de 4
	3	2	1	0
Escolaridad Jefe de Familia	Ninguna	Primaria	Secundaria	Técnica o Universitaria
	3	2	1	0
Proporción personas que trabajan en la familia	Menor a ¼	Igual o mayor a ¼		
	1	0		

6 4NÚÑEZ 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)

Número de núcleos familiares en la vivienda	Más de dos	Dos	Uno
	2	1	0

Género Jefe de Familia	Mujer	Hombre
	1	0

Ocupación Jefe de Familia	Sin actividad Buscando trabajo	E. Domésticas	Empleado Pensionados; Rentistas
	2	1	0

Edad Jefe de Familia (años)	Menor de 25	Mayor de 25
	1	0

Proporción niños por adulto en la familia	$\geq \frac{1}{2}$	Menor a $\frac{1}{2}$
	1	0

Discapacitados en la vivienda	Si	No
	1	0

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 6- 9

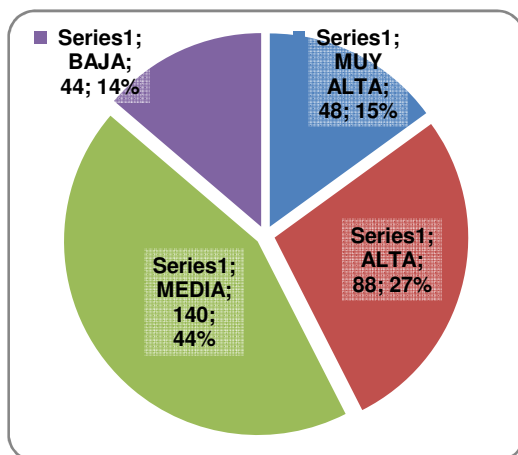
Tabla 6- 9 Clasificación de la fragilidad social por familia entrevistada.

FRAGILIDAD SOCIAL	CALIFICACIÓN
Baja	< 4
Media	4 – 7
Alta	8 – 9
Muy alta	> 9

El resultado final de la calificación de la fragilidad social a nivel de manzana y de familia para el Municipio de San Pedro de Urabá se aprecia en la Tabla 6- 10

Para las 335 manzanas estudiadas en este municipio se obtuvo una distribución de la vulnerabilidad social predominantemente “Media” y “Alta” como puede apreciarse en la Figura 6- 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.

Figura 6- 8 Distribución porcentual de las categorías de vulnerabilidad.



Elaboración propia

Tabla 6- 10 Vulnerabilidad social de las manzanas del área de estudio en el Municipio de San Pedro de Urabá.

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0133	0401	010133	MEDIA		MEDIA
0133	0401	010333	MEDIA		MEDIA
0134	0402	010134	BAJA		BAJA
0134	0402	010134	BAJA		BAJA
0142	0406	010142	MEDIA		MEDIA
0142	0406	010342	MEDIA		MEDIA
0143	0405	010143	BAJA		BAJA
0143	0405	010343	BAJA		BAJA
0151	0407	010151	ALTA		ALTA
0151	0407	010351	ALTA		ALTA
0152	0408	010152	MEDIA		MEDIA
0152	0408	010352	MEDIA		MEDIA
0153	0409	010153	ALTA		ALTA
0153	0409	010353	ALTA		ALTA
0154	NA	010154		ALTA	ALTA
0155	NA	010155		MEDIA	MEDIA
0156	NA	010156		ALTA	ALTA
0158	0414	010158	ALTA		ALTA
0158	0414	010358	ALTA		ALTA
0158	0414	015858	ALTA		ALTA
0159	0413	010159	ALTA		ALTA
0160	0412	010160	ALTA		ALTA
0160	0412	010360	ALTA		ALTA
0161	0411	010161	ALTA		ALTA
0161	0411	010361	ALTA		ALTA
0162	0410	010162	MUY ALTA		MUY ALTA
0162	NA	010362			
0163	NA	010163		MEDIA	MEDIA
0164	0416	010164	ALTA		
0164	0416	010364	ALTA		
0165	0417	010165	ALTA		ALTA
0165	0417	010365	ALTA		ALTA
0166	0418	010166	MUY ALTA		MUY ALTA
0166	0418	010266	MUY ALTA		MUY ALTA
0167	0419	010167	ALTA		ALTA
0168	NA	010168		MEDIA	MEDIA
0169	NA	010169		ALTA	ALTA
0201	0315	020201	MUY ALTA		MUY ALTA
0202	0314	020202	MUY ALTA		MUY ALTA
0203	0351	020203	MUY ALTA		MUY ALTA
0203	0351	030203	MUY ALTA		MUY ALTA
0204	NA	010204		MEDIA	MEDIA
0204	NA	020204		MEDIA	MEDIA
0205	NA	010205		MEDIA	MEDIA
0205	NA	010205		MEDIA	MEDIA
0205	NA	020205		MEDIA	MEDIA
0206	NA	010206		MEDIA	MEDIA
0206	NA	020206		MEDIA	MEDIA
0207	NA	010207		ALTA	ALTA
0207	NA	020207		ALTA	ALTA
0208	NA	010208		ALTA	ALTA
0208	NA	020208		ALTA	ALTA
0209	NA	010209		ALTA	ALTA
0209	NA	010209		ALTA	ALTA
0310	0722	010310	BAJA		BAJA
0310	0722	020310	BAJA		BAJA
0311	0726	010311	MEDIA		MEDIA
0313	0738	010313	ALTA		ALTA
0321	0723	010321	BAJA		BAJA
0322	0727	010322	MEDIA		MEDIA
0322	0727	020322	MEDIA		MEDIA
0328	0724	010328	MEDIA		MEDIA
0330	0733	010330	BAJA		BAJA
0331	0736	010131	MEDIA		MEDIA

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0331	0736	010331	MEDIA		MEDIA
0332	0740	010132	MEDIA		MEDIA
0332	0740	010332	MEDIA		MEDIA
0336	0213	010336	MEDIA		MEDIA
0337	0712	010337	MEDIA		MEDIA
0338	0729	010338	MEDIA		MEDIA
0339	0734	010139	MEDIA		MEDIA
0339	0739	010339			
0340	0737	010140	MEDIA		MEDIA
0340	0737	010340	MEDIA		MEDIA
0341	0741	010141	MEDIA		MEDIA
0341	0741	010341	MEDIA		MEDIA
0345	0244	010345	MUY ALTA		MUY ALTA
0346	0725	010146	MUY ALTA		MUY ALTA
0346	0725	010346	MUY ALTA		MUY ALTA
0347	0730	010147	ALTA		ALTA
0347	0730	010347	ALTA		ALTA
0348	0745	010348	MEDIA		MEDIA
0349	0743	010149	BAJA		BAJA
0350	0742	010150	ALTA		ALTA
0350	0742	010350	ALTA		ALTA
0357	0415	010357	MUY ALTA		MUY ALTA
0413	0161	010413	MEDIA		MEDIA
0414	0121	010414	MEDIA		MEDIA
0414	0121	020414	MEDIA		MEDIA
0415	0114	010415	MUY ALTA		MUY ALTA
0416	NA	010416		MEDIA	MEDIA
0417	0120	010417	MUY ALTA		MUY ALTA
0418	0115	010418	MEDIA		MEDIA
0419	NA	010419		ALTA	ALTA
0427	0160	010427	MEDIA		MEDIA
0427	0160	020427	MEDIA		MEDIA
0428	0119	010428	ALTA		ALTA
0429	0116	010429	MUY ALTA		MUY ALTA
0430	NA	010430		MEDIA	MEDIA
0444	0159	010444	MEDIA		MEDIA
0445	0118	010445	MEDIA		MEDIA
0446	0117	010446	MEDIA		MEDIA
0449	NA	010449		BAJA	BAJA
0450	0154	010450	MEDIA		MEDIA
0451	0153	010451	MEDIA		MEDIA
0452	0152	010452	ALTA		ALTA
0453	NA	010453		MEDIA	MEDIA
0462	NA	010462		ALTA	ALTA
0463	NA	010463		MEDIA	MEDIA
0501	NA	030501		ALTA	ALTA
0502	NA	010502		ALTA	ALTA
0503	NA	020503		BAJA	BAJA
0503	NA	030503		BAJA	BAJA
0504	0329	020504	MEDIA		MEDIA
0504	0329	030504	MEDIA		MEDIA
0505	0329	020505	MEDIA		MEDIA
0505	0329	030505	MEDIA		MEDIA
0506	0329	020506	MEDIA		MEDIA
0506	0329	030506	MEDIA		MEDIA
0507	0344	020507	ALTA		ALTA
0507	0344	020507	ALTA		ALTA
0508	NA	020508		MEDIA	MEDIA
0508	NA	030508		MEDIA	MEDIA
0509	0317	020509	MUY ALTA		MUY ALTA
0509	0317	030509	MUY ALTA		MUY ALTA
0510	0334	010510	BAJA		BAJA
0510	0334	020510	BAJA		BAJA
0510	0334	030510	BAJA		BAJA

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0511	0345	020511	ALTA		ALTA
0511	0345	030511	ALTA		ALTA
0511	0345	040511	ALTA		ALTA
0512	0347	020512	ALTA		ALTA
0512	0347	030512	ALTA		ALTA
0513	0346	20513	MEDIA		MEDIA
0513	0346	030513	MEDIA		MEDIA
0514	0348	020514	MUY ALTA		MUY ALTA
0514	0348	030514	MUY ALTA		MUY ALTA
0515	NA	020515		MEDIA	MEDIA
0515	NA	030515		MEDIA	MEDIA
0516	0350	030516	MUY ALTA		MUY ALTA
0517	0349	020517	MUY ALTA		MUY ALTA
0517	0349	030517	MUY ALTA		MUY ALTA
0518A	0316	021518	MUY ALTA		MUY ALTA
0518A	0316	030518	MUY ALTA		MUY ALTA
0518B	0316	021518	MUY ALTA		MUY ALTA
0518B	0316	030518	MUY ALTA		MUY ALTA
0518C	0316	021518	MUY ALTA		MUY ALTA
0518C	0316	030518	MUY ALTA		MUY ALTA
0519	NA	020519		BAJA	BAJA
0519	NA	030519		BAJA	BAJA
0601	0246	020601	MEDIA		MEDIA
0602	NA	020602		ALTA	ALTA
0602	NA	020602		ALTA	ALTA
0603	0247	020603	BAJA		BAJA
0604	0202	020604	MEDIA		MEDIA
0605	0206	010305	MEDIA		MEDIA
0605	0206	020305	MEDIA		MEDIA
0605	0206	020605	MEDIA		MEDIA
0606	0207	010306	MEDIA		MEDIA
0606	0207	010606	MEDIA		MEDIA
0606	0207	020606	MEDIA		MEDIA
0606	0207	026506	MEDIA		MEDIA
0607	0210	010307	MEDIA		MEDIA
0607	0210	020607	MEDIA		MEDIA
0608	0217	010206	BAJA	MEDIA	BAJA
0609	0219	010309	MEDIA		MEDIA
0609	0219	020609	MEDIA		MEDIA
0614	0201	020414	MEDIA		MEDIA
0615	0203	010315	MEDIA		MEDIA
0615	0203	020615	MEDIA		MEDIA
0616	0205	010316	MEDIA		MEDIA
0616	0205	020616	MEDIA		MEDIA
0616	0205	020716	MEDIA		MEDIA
0616	0205	020916	MEDIA		MEDIA
0617	0208	010224	MEDIA		MEDIA
0617	0208	010324	MEDIA		MEDIA
0617	0208	020624	MEDIA		MEDIA
0618	0214	010318	MEDIA		MEDIA
0618	0214	020618	MEDIA		MEDIA
0619	0211	010103	MEDIA		MEDIA
0619	0211	010206	MEDIA		MEDIA
0620	0220	010620	BAJA		BAJA
0620	0220	020620	BAJA		BAJA
0623	0204	010323	BAJA		BAJA
0623	0204	020623	BAJA		BAJA
0624	0209	010224	MEDIA		MEDIA
0624	0209	010324	MEDIA		MEDIA
0624	0209	020624	MEDIA		MEDIA
0625	0215	010325	MEDIA		MEDIA
0625	0215	020325	MEDIA		MEDIA
0625	0215	020625	MEDIA		MEDIA
0626	0218	010326	MEDIA		MEDIA

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0626	0218	020626	MEDIA		MEDIA
0627	0221	010627	MEDIA		MEDIA
0708	0610	010708	MEDIA		MEDIA
0709	0630	010709	MEDIA		MEDIA
0710	0111	010710	MEDIA		MEDIA
0711	0113	010743	BAJA		BAJA
0712	0122	010712	MEDIA		MEDIA
0722	0634	010722	MEDIA		MEDIA
0723	0631	010723	MEDIA		MEDIA
0724	0129	010724	MEDIA		MEDIA
0725	0126	010725	MEDIA		MEDIA
0726	0124	010726	MEDIA		MEDIA
0737	0633	010737	MEDIA		MEDIA
0738	0632	010738	MUY ALTA		MUY ALTA
0739	0632	010739			
0740	0632	010740	MUY ALTA		MUY ALTA
0741	0112	010741	ALTA		ALTA
0742	0127	010742	MEDIA		MEDIA
0743	0125	010743	ALTA		ALTA
0748	0155	010748	MEDIA		MEDIA
0748	0155	020748	MEDIA		MEDIA
0758	0657	010758	MEDIA		MEDIA
0759	0657	010759	MEDIA		MEDIA
0760	NA	010760		ALTA	ALTA
0761	0156	010761	ALTA		ALTA
0801	0812	010801	BAJA		BAJA
0801	0812	020801	BAJA		BAJA
0801	0812	030801	BAJA		BAJA
0801	0812	320801	BAJA		BAJA
0802	0813	020802	MEDIA		MEDIA
0802	0813	030802	MEDIA		MEDIA
0803	0843	030803	ALTA		ALTA
0805	0811	020805			
0805	0811	030805			
0806	0810	020806			
0807	0809	020807	BAJA		BAJA
0807	0809	030807	BAJA		BAJA
0808	0842	030808	BAJA		BAJA
0809	0828	NA	BAJA		BAJA
0809	0828	030809	BAJA		BAJA
0810	0808	030810	MEDIA		MEDIA
0811	0807	020811	ALTA		ALTA
0811	0807	030811	ALTA		ALTA
0812	0845	020812	MUY ALTA		MUY ALTA
0812	0845	030812	MUY ALTA		MUY ALTA
0813	0826	030813	MEDIA		MEDIA
0814	0802	020814	ALTA		ALTA
0814	0802	030814	ALTA		ALTA
0820	0806	030820	ALTA		ALTA
0825	0805	030825	MEDIA		MEDIA
0825	0805	080825	MEDIA		MEDIA
0846	0802	NA	ALTA		ALTA
0847	NA	NA			
0848	0844	NA	MUY ALTA		MUY ALTA
0901	NA	020901		MEDIA	MEDIA
0901	NA	050901		MEDIA	MEDIA
0902	0504	020902	MEDIA		MEDIA
0903	0543	020903	ALTA		ALTA
0903	0543	080903	ALTA		ALTA
0903	0543	080903	ALTA		ALTA
0904	0505	020904	MEDIA		MEDIA
0905	0539	020905	ALTA		ALTA
0906	0508	020906	ALTA		ALTA
0907	0609	020907	MEDIA		MEDIA

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0920	0537	010920	MUY ALTA		MUY ALTA
0920	0537	020920	MUY ALTA		MUY ALTA
0931	0502	020931	MEDIA		MEDIA
0933	0506	020933	ALTA		ALTA
0934	0540	020934	MEDIA		MEDIA
0935	0507	020935	MEDIA		MEDIA
0936	0636	010936	ALTA		ALTA
0936	0636	020936	ALTA		ALTA
0954	0544	020954	ALTA		ALTA
0955	0541	020955	BAJA		BAJA
0956	0538	020956	MEDIA		MEDIA
0957	0657	020957	MEDIA		MEDIA
1016	0802	021016	ALTA		ALTA
1016	0802	031016	ALTA		ALTA
1017	0802	021016	ALTA		ALTA
1017	0802	031016	ALTA		ALTA
1019	0821	011019	ALTA		ALTA
1019	0821	031019	ALTA		ALTA
1021	0802	021021	ALTA		ALTA
1021	0802	031021	ALTA		ALTA
1022	0802	021022	ALTA		ALTA
1022	0802	031022	ALTA		ALTA
1023	0838	021023	BAJA		BAJA
1023	0838	031023	BAJA		BAJA
1024	0839	031024	BAJA		BAJA
1025	0818	021025	BAJA		BAJA
1025	0818	031025	BAJA		BAJA
1026	0802	021026	ALTA		ALTA
1026	0802	031026	ALTA		ALTA
1027	0802	021026	ALTA		ALTA
1027	0802	031027	ALTA		ALTA
1028	0838	021028	BAJA		BAJA
1029	0838	031029	BAJA		BAJA
1030	823	031030			
1033	0838	021033	BAJA		BAJA
1033	0838	031033	BAJA		BAJA
1034	0838	031034	BAJA		BAJA
1035	0824	031035	MEDIA		MEDIA
1036	0820	031036	MEDIA		MEDIA
1101	0548	021101	MEDIA		MEDIA
1102	0546	021102	MUY ALTA		MUY ALTA
1103	0501	021103	ALTA		ALTA
1104	0501	021104	ALTA		ALTA
1105	0542	021105			
1106	0547	NA			
1107	0501	021107	ALTA		ALTA
1108	0549	021107	MUY ALTA		MUY ALTA
1108	0549	021108	MUY ALTA		MUY ALTA
1109	0549	021109	MUY ALTA		MUY ALTA
1110	0558	021110	MEDIA		MEDIA
1110	0558	021110	MEDIA		MEDIA
1111	NA	021111		MEDIA	MEDIA
1237	0801	021237	ALTA		ALTA
1238	0801	021238	ALTA		ALTA
1239	0801	021239	ALTA		ALTA
1240	NA	NA			
1241	0846	021241	MEDIA		MEDIA
1242	0837	021242	MEDIA		MEDIA
1243	NA	021243		ALTA	ALTA
1244	NA	021244		MEDIA	MEDIA
1245	NA	021245		MEDIA	MEDIA
0144A	0404	010144	ALTA		ALTA
0144A	0404	010344	ALTA		ALTA
0144B	0403	010144	MUY ALTA		MUY ALTA
0144B	0403	010344	MUY ALTA		MUY ALTA

Codigo Propio	Codigo DANE	Codigo Sisben	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana DANE	Calificación de la Vulnerabilidad social a nivel de manzana SISBEN	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL POR MANZANA
0804A	0835	NA			
0804B	0836	NA			
0832A	NA	030832		MUY ALTA	MUY ALTA
0832A	NA	030832		MUY ALTA	MUY ALTA
0832A	NA	360832		MUY ALTA	MUY ALTA
0832B	NA	030832		MUY ALTA	MUY ALTA
0832B	NA	030832		MUY ALTA	MUY ALTA
0832B	NA	360832		MUY ALTA	MUY ALTA
0849A	NA	030849		MUY ALTA	MUY ALTA
0849B	NA	030849		MUY ALTA	MUY ALTA
0932A	0545	020932	MEDIA		MEDIA
0932B	0545	020932	MEDIA		MEDIA
1018A	0840	031018	MEDIA		MEDIA
1018B	0802	031018	ALTA		ALTA

6.7.2 Vulnerabilidad institucional

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 relativa a los aspectos administrativos y operativos se revisó el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio que se encuentra vigente⁵, con el fin de conocer el alcance de la incorporación del componente de amenazas y riesgos, así como el plan local de emergencia y contingencias elaborado por la Junta de Defensa Civil así como las actas del CLOPAD de los años 2010 y 2011.

Además de lo anterior se adelantó una evaluación del conocimiento de la gestión del riesgo y su aplicación por parte de los directivos en los equipamientos colectivos a saber: centros educativos (cuatro hogares comunitarios y un colegio) y el hospital.

Se puede decir que en el PBOT fueron identificadas las amenazas naturales que pueden causar daños tanto en el área urbana como rural, identificando las viviendas localizadas en las riveras de los ríos Pirú y San Juan así como de la Quebrada Aguas Claras en amenaza alta por inundación. De esta forma se define como necesaria la reubicación de las viviendas de los Barrios Pirú (25), Urabá (10), Las Palmas (15), 16 de Mayo (27), Alfonso López (5) y Zoila López (15), para un total de 97 viviendas, lo que indica una necesidad de 2 hectáreas de suelo para su construcción⁶. Indicando además como Plan Parcial “Zona de amenaza alta y de protección” la reubicación de las viviendas y la entrega de los predios a la Corporación Autónoma Regional – CORPOURABA para su administración⁷.

A partir de las actas revisadas, es posible corroborar que existe un Comité Local de Prevención y Atención de Desastres - CLOPAD constituido en el municipio, que se reúne en caso de existir alertas o daños. Razón por la cual en durante 2010 y 2011 se reunieron 5 veces y definieron las estrategias a seguir para alertar y atender a la población damnificadas, así como para la priorización de los proyectos a presentar a Colombia Humanitaria. Sin embargo no se menciona en estas actas los presupuestos asignados por el municipio o los recursos obtenidos como cofinanciación o apoyo de la Nación.

Con relación a la incorporación de actividades de prevención de desastres en los equipamientos colectivos, es posible decir que en los hogares comunitarios no existe un plan de emergencias, no se han realizado simulacros de evacuación, no se cuenta con un sistema de alarma, no hay una demarcación de las rutas de evacuación y dos de ellos no se cuentan con extintores ni equipos para la atención de emergencias. Es preciso

⁵El PBOT fue elaborado en 1999 y aun no se ha adelantado su actualización.

⁶Formulación del plan básico de ordenamiento territorial municipio de San Pedro de Urabá, pág. 37.

⁷Ibíd. Pág. 44

mencionar que tres de estas instituciones han recibido capacitación de los bomberos para la preparación ante una emergencia.

El I.E. Camilo Torres – Sede Primaria, cuenta con un comité de riesgos psicosociales y prevención de desastres, ha recibido capacitación para la preparación ante una emergencia pero no ha realizado simulacros de evacuación, no cuenta con un sistema de alarma, no tiene una demarcación de las rutas de evacuación y no ha adquirido extintores ni equipos para la atención de emergencias.

Por su parte, el Hospital Oscar Emiro Vergara Cruz si cuenta con un plan de emergencias que exige la empresa aseguradora, no ha realizado un simulacro de evacuación, han recibido capacitación del tema de la Cruz Roja, no se encuentran demarcadas las rutas de evacuación, no tienen un sistema de alarma, cuentan con una ambulancia en funcionamiento, 8 camillas, 9 extintores y linternas como equipos de atención, no participan en el CLOPAD⁸, ni realizan campañas de capacitación en materia de prevención y atención de desastres.

En todos los casos, las instituciones desconocen el CLOPAD y las actividades que realiza.

Esta evaluación refleja que no se ha realizado un esfuerzo institucional por adelantar campañas dirigidas a disminuir la vulnerabilidad social ante una amenaza y que no se han realizado las actividades que permitan implementar un programa permanente de prevención, preparación, mitigación de desastres, así como mejorar el grado de conocimiento que del tema tienen los directivos de los equipamientos indispensables.

Además se hace indispensable mejorar la disponibilidad de equipos de alarma, comunicación, así como rutas de evacuación, herramientas y extintores que permitan atender de forma oportuna la ocurrencia de un evento. La disponibilidad de recursos monetarios para los bomberos, los programas de gestión del riesgo son indispensables para mejorar la resiliencia del municipio en general.

⁸Refieren que el alcalde del periodo anterior disolvió el CLOPAD y los bomberos.

TABLA DE CONTENIDO

7 VALORACIÓN DEL RIESGO	7-1
7.1 DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	7-1
7.1.1 <i>Riesgo por inundación</i>	7-1
7.1.1.1 Riesgo físico por Inundación	7-1
7.1.1.2 Riesgo corporal por Inundación	7-2
7.1.2 <i>Riesgo por Inestabilidad de márgenes</i>	7-2
7.2 MITIGABILIDAD DE RIESGO	7-3

LISTA DE TABLAS

Tabla 7- 1 Matriz de Riesgo físico por Inundación.....	7-1
Tabla 7- 2 Matriz de Riesgo corporal por Inundación.	7-2

7 VALORACIÓN DEL RIESGO

Una vez definida la amenaza por inundación y por inestabilidad de las márgenes y haber establecido los índices de vulnerabilidad (física y corporal) en términos de nivel de daño, el riesgo por se define cualitativamente como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. Se establecen los mapas de riesgo de manera separada tanto para los aspectos físicos como de afectación a la población – aspectos corporales.

7.1 DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

7.1.1 Riesgo por inundación

La categorización de los niveles de riesgo por inundación se presenta en el plano de riesgo por inundación y se definieron con la aplicación de las siguientes matrices:

7.1.1.1 Riesgo físico por Inundación

Tabla 7- 1 Matriz de Riesgo físico por Inundación.

Amenaza	Vulnerabilidad		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Baja	Baja

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

Tono Rojo - 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 a flujos de agua con alturas y/o velocidades de agua mayores a 1 m y/o 1 m/s. Está asociada principalmente a vivienda de recuperación (madera). Se encuentran en zona de riesgo físico alto por inundación algunas manzanas del Barrio Urabá y El Centro.

Tono amarillo - Niveles de riesgo medio (M): Nivel de afectación de la construcción es medio, y está asociado a sectores donde las construcciones son en ladrillos o las intensidades de flujos en términos de velocidad son menores a 1 m/s. Se encuentran en zona de riesgo físico medio por inundación algunas manzanas del barrio 16 de Mayo, El Pirú, Las Palmas, Urabá, El Centro y Zoila López – La Rivera.

Tono verde - Niveles de riesgo bajo (B): Nivel de afectación de la construcción es bajo. Corresponde a zonas que solo se inundan para eventos con Tr del orden de los 20 años o más, las velocidades de flujo son bajas, menores a 0.5 m/s y alturas de agua menores a 0.5 m y las construcciones son por lo general en mampostería. Se encuentran en zona de riesgo físico bajo por inundación algunas Manzanas del barrio 16 de Mayo, Alfonso López, El Centro.

7.1.1.2 Riesgo corporal por Inundación

Tabla 7- 2 Matriz de Riesgo corporal por Inundación.

Amenaza	Vulnerabilidad		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Alta	Media
Baja	Media	Media	Baja

Para la estimación del riesgo corporal por las inundaciones, afectación a personas, la matriz se estimó asignando un mayor nivel de riesgo dada la presencia de una población infantil numerosa. El criterio utilizado es la altura de agua de inundación, que a partir de los 0.5 m ya representa peligro para los niños, independientemente del tipo de construcción.

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

Tono Rojo - Niveles de riesgo alto (A): El nivel de afectación de la persona es alto, las personas en estas zonas estarán sometidas a flujos de agua con alturas iguales o mayores a 1 m. Se encuentran en zona de riesgo corporal alto por inundación algunas manzanas del Barrio Urabá y El Centro.

Tono amarillo - Niveles de riesgo medio (M): Nivel de afectación de las personas es medio, y está asociado a sectores donde el nivel de agua esta por debajo de 1 m y cercano a los 0,5 m. Se encuentran en zona de riesgo corporal medio por inundación algunas manzanas del barrio 16 de Mayo, El Pirú, Las Palmas, Urabá, El Centro y Zoila López – La Rivera.

Tono verde - Niveles de riesgo bajo (B): Nivel de afectación de las personas es bajo. Corresponde a zonas que solo se inundan para eventos con tr del orden de los 20 años, y alturas de agua menores a 0.5 m.

Como se puede observar en los planos de riesgo por inundación presentados las manzanas con altos niveles de riesgo, corporal o físico, se encuentran ubicadas en los barrios Urabá y El Centro.

7.1.2 Riesgo por Inestabilidad de márgenes

La delimitación de las áreas de riesgo por inestabilidad de las márgenes se realiza en función del mapa de amenaza y con la identificación de las edificaciones e infraestructura que estaría expuesta a este tipo de procesos. En el plano 15 se presenta el plano de riesgo por inestabilidad de márgenes.

Así, teniendo en cuenta el grado de exposición ante el evento los niveles de riesgo se definen como:

Riesgo alto: No se considera ninguna manzana en Riesgo Alto, sin embargo, hay predios muy cercanos a las márgenes de la Quebrada o Río que pueden verse afectadas seriamente en un futuro al cambiar el morfodinamismo del río.

En estos sectores se recomienda redefinir la zona urbana, dejando unos aislamientos entre la margen del río y las viviendas, que puede ser la zona de protección y manejo ambiental incluida la ronda.

Riesgo Medio: Están en esta categoría los predios cercanos a las márgenes de la Quebrada El Pirú de las manzanas SP_0206, SP_0624, SP_0623, SP_0202, SP_0201, SP_0602, SP_0804; y los predios cercanos a la margen del Río San Juan de las manzanas SP_0201, SP_0832A.

Riesgo Bajo: Están en esta categoría las manzanas que en la actualidad no se identifica la generación de riesgo por inestabilidad de las márgenes, si no se realiza la gestión del riesgo adecuada son susceptibles a este, estos son los predios cercanos a la margen de la Quebrada El Piru que se ubican en las manzanas SP_0167, SP_0166, SP_0165, SP_0164, SP_0158, SP_0357 y SP_0207.

En general se recomienda proteger y mejorar la cobertura de ribera del cauce a todo lo largo del mismo, en las zonas donde esta mas intervenida la vegetación se han generado los problemas de inestabilidad de las márgenes.

7.2 MITIGABILIDAD DE RIESGO

Dadas las características de las inundaciones que afectan al casco urbano del Municipio de San Pedro de Urabá:

- Sus bajas velocidades en la planicie de inundación
- Alturas de lámina de agua menores a los 2 m,
- Tiempo de la inundación es muy bajo, la creciente dura del orden de las 4 a 6 horas.
- Las velocidades de flujo en la zona urbana son menores a 1 m/s

Se puede afirma que el nivel de riesgo actual que afecta a la comunidad es mitigable. Por tanto, las consecuencias de las inundaciones se pueden mitigar o atenuar con la conformación de zonas que aíslen los asentamientos humanos del cauce o valle de inundación del río, mediante la conformación de jarillones a lo largo de la margen derecha del cauce, estos confinan el cauce, modificando la cota de desborde, por tanto minimizando los eventos de inundación y sus efectos.

Por sectores, con la conformación de los jarillones, el proceso de inundación se controla totalmente, este control en el tiempo va a depender de un adecuado mantenimiento de los mismos y de la recuperación de la vegetación de ribera en las márgenes del cauce.

Adicionalmente, se debe aprovechar la oportunidad que brinda la gestión del riesgo, para establecer y normatizar la zona de ronda y de manejo y protección ambiental de las

márgenes del río, de manera congruente con los resultados del presente estudios y obras propuestas para el control y mitigación del riesgo por inundación e inestabilidad de las márgenes del río San Juan a la altura del casco urbano.