

## **CONTRATO 292 CORPOCALDAS – GEOSUB S.A.S**

### **IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LA AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y LAS ÁREAS DE DESARROLLO RURAL RESTRINGIDO**

#### **8. MUNICIPIO DE PALESTINA**

## CONTENIDO

1. MUNICIPIO DE PALESTINA .....	3
1.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa .....	3
1.1.1. Localización y Drenaje Superficial .....	3
1.1.2. Uso y Cobertura.....	3
1.1.3. Geología .....	4
1.1.4. Pendiente .....	4
1.1.5. Curvatura.....	5
1.1.6. Aspecto.....	5
1.1.7. Relieve Interno.....	6
1.1.8. Índice de Humedad.....	6
1.1.9. Puntos Críticos .....	6
1.1.10. Zonificación de Susceptibilidad .....	7
1.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos.....	9
1.1.12. Mapa Factor detonante por umbral lluvia .....	10
1.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa .....	11
1.2. Zonificación de Amenaza por Inundación .....	12
1.3. Zonificación de Vulnerabilidad para el Municipio de Palestina.....	12
1.4. Zonificación de Riesgo.....	14
1.4.1. Riesgo por Remoción en Masa.....	14
1.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Palestina	
16	
1.5.1. Centro Poblado La Plata.....	16
Bibliografía .....	21

## **1. MUNICIPIO DE PALESTINA**

En el municipio de Palestina se tomaron imágenes LIDAR y ortofotos de la cabecera urbana y el Corregimiento de Arauca. El centro poblado tipo caserío (CAS) La Plata, no cuentan con una cartografía básica por lo cual se obtuvieron fotografías panorámicas convencionales durante la etapa de campo que permiten presentar los resultados del análisis.

### **1.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa**

#### **1.1.1. Localización y Drenaje Superficial**

El municipio de Palestina se localiza en la parte centro-sur del departamento de Caldas, el Anexo 1, Mapa 8.1 presenta la ortofoto tomada para la cabecera municipal durante este proyecto.

En el Mapa 8.1 igualmente se muestran los drenajes superficiales en el casco urbano obtenidos por restitución cartográfica. Se puede apreciar que la cabecera se ubica en la parte más alta de una cuchilla deflectada con orientación NE-N, la cual constituye el nacimiento de los relativamente abundantes drenajes que se alejan radialmente sobre ambas vertientes en sentidos opuestos hacia el Noroeste y Suroeste. El patrón de la red hidrográfica en este sector es de tipo dendrítico erosional, característico de rocas resistentes y pendientes empinadas.

#### **1.1.2. Uso y Cobertura**

El Mapa 8.2 en el Anexo 1, presenta la clasificación de Usos y Cobertura para la cabecera del municipio de Palestina.

La distribución de las categorías encontradas muestra como el 38,2% de la zona construida se clasifica como Urbano I (6.8 Ha) el cual incluye el centro urbano consolidado a lo largo del eje de la cuchilla donde se asienta la cabecera y los nuevos desarrollos urbanísticos, la mayoría de vivienda de interés social, hacia la periferia. El núcleo del centro urbano se halla flanqueado al Este y Oeste por zonas clasificadas como Urbano II (7.6 Ha) o zonas donde el desarrollo aún no se ha consolidado completamente y que de paso constituye la categoría urbana predominante. La categoría Urbano III (3.4Ha) se halla muy dispersa en la periferia y corresponde a lotes con desarrollo restringido debido a las altas pendientes.

Una gran extensión del área determinada como cabecera urbana del municipio presenta rasgos rurales, con el 45% del área (82.4 Ha) dedicada a cultivos limpios y semi-limpios (básicamente café con y sin sombrero). Especialmente en los sectores Sur oeste y Noreste se observan relictos de Bosques (18.5 Ha). La categoría de Suelo Desnudo con 12.3 Ha corresponde a las explanadas y obras del Aeropuerto del Café. La distribución de la malla vial presenta un 47.3% de las vías pavimentado especialmente en la zona construida, con predominio de vías destapadas (52.7%) hacia los sectores y urbanizaciones periféricas y en las obras del aeropuerto.

### **1.1.3. Geología**

En el casco urbano de Palestina se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano un recubrimiento de una secuencia con varios paquetes de depósitos de flujos piroclásticos (Qto), suprayaciendo principalmente los diferentes niveles de meteorización del basamento metamórfico, esquistos cuarzo-micáceos grafitosos del Complejo Arquía (Kia), los niveles de meteorización del basamento metamórfico sólo se observaron en el sector Norte del casco urbano, Barrios Villa Asís y Popular y en un corte en el sector de la nueva cancha de fútbol en el centro sur del casco urbano. (Ver Anexo 1, Mapa 8.3).

Los depósitos de flujos piroclásticos (Qto) en el casco urbano del municipio de Palestina pueden ser divididos en tres niveles, superior, medio e inferior. El superior que es el más extendido en la superficie del caso urbano y puede alcanzar un espesor hasta de 9 m y corresponde a un depósito relacionada con una corriente de densidad piroclástica muy diluida correlacionable con el Depósito Volcánico de La Cabaña (edad: ~ 0,89 Ma) descrito por Borrero et al. (2005). El basamento solo se observó aflorando en un sector al centro norte de la cabecera en el barrio Villa Asís y al sur en los alrededores del barrio Los Nogales.

Los deslizamientos superficiales observados en el casco urbano de Palestina afectan casi exclusivamente los niveles superior y medio de los depósitos de flujos piroclásticos.

### **1.1.4. Pendiente**

En la realización del mapa de pendientes se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LIDAR, y se asignaron rangos de pendientes que van desde 0° a 11°, 11° a 22°, 22° a 33°, 33° a 46° y de 46° a 85°.

En el Anexo 1, Mapa 8.4, se observa como las pendientes bajas y moderadas son

escasas y se ubican en el centro y algunos sectores del oriente de la cabecera; restringidas principalmente a la parte superior de las cuchillas y a las zonas que han sido modificadas (explanaciones) para construcción de infraestructura bien sea de urbanizaciones o de las obras del Aeropuerto.

Las pendientes intermedias a empinadas ( $24^{\circ}$  a  $36^{\circ}$ ) predominan y se observan primordialmente en el sector centro y Suroccidental en las vertientes de las cuchillas suavizadas por los flujos piroclásticos y los depósitos coluviales.

Las pendientes más altas en la parte alta y media de las laderas en el sector Noroccidental en los alrededores del Barrio Villa Asís, la carretera que comunica con el caserío La Plata, las laderas del drenaje ubicado en la parte posterior de la Institución Educativa La Sagrada Familia y en las inmediaciones de los Barrios Las Colinas y Los Nogales

Es de resaltar que las laderas de la vertiente sur y oriental han sufrido extensas modificaciones en su topografía debido a las obras del Aeropuerto del Café.

#### **1.1.5. Curvatura**

En el Anexo 1, Mapa 8.5 se muestra el mapa de curvatura para la cabecera del municipio de Palestina.

El mapa de curvatura muestra valores bajos a intermedios (concauidad) en la zona centro del área urbanizada y en general en aquellos sectores donde la morfología original ha sido suavizada por cortes y llenos con miras a la construcción de infraestructura como en la vertiente Suroriental.

Los valores más altos que reflejan mayor convexidad de las geoformas, se hallan especialmente en la parte media de las vertientes Noroccidentales, así mismo en el sector sur de la vertiente oriental.

#### **1.1.6. Aspecto**

Este mapa obtenido a partir del DTM de la imagen LIDAR y presentado en el Anexo 1, Mapa 8.6 evidencia tres patrones para la cabecera del municipio de Palestina correspondiendo el primero a la vertiente Noroccidental de la cuchilla sobre la cual se asienta la cabecera; en esta se observa el predominio de laderas orientadas principalmente en sentido W-NW-N ( $247.5$  a  $360$ ) y en menor proporción al NNE ( $0$  a  $67.5$ ). El segundo patrón se observa en la vertiente oriental y presenta laderas con orientación predominante E-SE ( $67.5$  a  $157.5$ ). Hacia el sector centro sur donde se presentan una inflexión de la cuchilla donde se asienta

---

la zona urbana y modificaciones de la topografía para procesos constructivos se observa un patrón mezclado de orientación con alternancia de laderas orientadas tanto al W-NW como hacia el E-SE.

### **1.1.7. Relieve Interno**

Construido a partir del DTM de la imagen LIDAR, el mapa del Anexo 1, Mapa 8.7, presenta más claramente el contraste entre las zonas sobre las cuales se han llevado a cabo modificaciones drásticas del terreno para adecuarla a la construcción de infraestructura las cuales exhiben un relieve suave con pocas variaciones en rangos de 0 a 2,03 y las vertientes circundantes en las cuales se presentan zonas una mayor variación en los rangos (2.23 a 16.20) en zonas relativamente cercanas. La mayor variabilidad se observa hacia el extremo Norte de la vertiente occidental debida probablemente a las altas pendientes y la presencia de depósitos irregulares producto de procesos erosivos. En la vertiente oriental igualmente se observa la alteración del relieve producida por extensos procesos de remoción en masa originados en las excavaciones de las obras para el Aeropuerto del Café.

### **1.1.8. Índice de Humedad**

El cálculo de índice de humedad para la cabecera urbana del municipio de Palestina se presenta en el Anexo 1, Mapa 8.8. Los valores mayores en este mapa representan las áreas de acumulación natural de humedad y generalmente se corresponden con sectores planos. En la cabecera del municipio de Palestina y debido a la configuración topográfica estos sitios son escasos y se observaron básicamente alrededor de la plaza central y donde el terreno ha sido explanado para la construcción de infraestructura como en la cancha del polideportivo, los barrios Villa Asís, alrededores del cementerio, Barrio Uribe Uribe, Guayabal, Pablo Valdés, Los Nogales. Igualmente se observan a lo largo de calles y carreteras que actúan como zonas de acumulación de humedad.

### **1.1.9. Puntos Críticos**

En el Anexo 1, Mapa 8.9 y archivo de Excel Anexo 2.8, se pueden observar los sitios denominados como críticos y que fueron definidos mediante interpretación geomorfológica de las imágenes Lidar y las ortofotos así como la observación directa en campo.

Para el caso de Palestina la mayoría de puntos, tanto de alta como de media criticidad, se hallan hacia la porción Norte comprometiendo ambas vertientes de la

cuchilla sobre la cual se asienta la cabecera. En Palestina generalmente los puntos de alta criticidad están relacionados con dos factores: el primero se da en sectores donde la urbanización se ha llevado a cabo en coronas y depósitos coluviales activos, de retroceso o reactivados en las pasadas olas invernales del 2008 y 2010-2011. Dichos procesos de urbanización se han llevado a cabo o bien sin la construcción de obras de mitigación o prevención o estas no han sido adecuadas para la magnitud de la problemática. En este caso entran los sectores del Barrio Uribe Uribe donde la construcción sobre un coluvión activo el cual además es afectado por la presencia de un lineamiento activo asociado al sistema de fallas Cauca-Romeral y Palestina ha agrietado y dañado numerosas casas. Igualmente en el sector conocido como La Pista, La urbanización Los Nogales (en construcción) y los Barrios Oscar Danilo Mesa, Las Colinas y Popular.

El segundo factor al cual se asocian sitios de criticidad máxima está relacionado con infraestructura cercana o afectada por los procesos de remoción en masa originados en las obras y excavaciones para el Aeropuerto del Café y que se concentran en la parte Noroeste de la zona urbana. Algunos de estos sectores han sido intervenidos y el avance de los procesos se ha ralentizado, sin embargo sectores como el ubicado en la Cra 4 entre Clles 7 y 8 no han sido intervenidos. En ambos casos es factible que debido a la magnitud de dichos fenómenos se continúen presentando afectaciones.

Los sitios de criticidad media corresponden principalmente a taludes empinados resultado de cortes para vías y construcción de viviendas y a escarpes, coronas y flujos de suelo y escombros de antiguos procesos de remoción en masa que de reactivarse pueden comprometer infraestructura y viviendas.

#### **1.1.10. Zonificación de Susceptibilidad**

La Figura 8.1 muestra la Matriz AHP desarrollada para la zona urbana del municipio de Palestina. Dicha matriz facilita establecer el orden de importancia de los 6 parámetros involucrados en la modelación de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa en la Cabecera de este municipio.

**AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs)**  
K. D. Goepel Version 08.05.2013 <http://bpmsg.com>  
**Only input data in the light green fields and worksheets!**

n=  Number of criteria (3 to 10)      Scale:

N=  Number of Participants (1 to 20)       $\alpha$ :  Consensus:

p=  selected Participant (0=consol.)      2    7   

**Objective**

**Author**

**Date**       EVM check: 1,90037E-10

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Uso y Cobertura		20,8%	2
2	Geología		18,9%	3
3	Pendiente		37,6%	1
4	Curvatura		5,6%	6
5	Relieve Relativo		8,8%	4
6	Indice de Humedad		8,3%	5
7				
8				
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the		
10		question section ("+" in row 66)		

**Result**

**Eigenvalue**      lambda:

**Consistency Ratio**      0,37    GCI:       CR:

**Figura 8.1.** Matriz AHP para la zonificación de susceptibilidad a remoción en masa en la cabecera del municipio de Palestina.

Como puede observarse de acuerdo al juicio de expertos los factores determinantes en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en la zona urbana de Palestina son la Pendiente y el Uso del Suelo: La geología se consideró menos influyente debido a la uniformidad de la cubierta de flujos piroclásticos que recubren casi la totalidad de la cabecera. La Tabla 8.1 presenta los pesos finales usados en la Modelación Multi-Criterio en Ilwis al igual que el carácter positivo (contribuye) o negativo (no contribuye) de cada factor para la ecuación de la amenaza. Esta combinación sigue el orden de importancia de la matriz AHP pero presenta la combinación encontrada como óptima una vez la evaluación se hace con criterio espacial (mapas).

**Tabla 8.1.** Combinación y peso de factores usados en la modelación de Susceptibilidad en la cabecera de Palestina

Factor	Peso	Carácter
Pendientes	0.29	+
Uso Urbano	0.24	+
Geología	0.17	+
Relieve interno	0.17	+
Curvatura	0.005	+
Índice de Humedad	0.010	-

El Mapa 8.10 en el Anexo 1, presenta el mapa resultado de dicha modelación para el área determinada como cabecera urbana. Se observa como en Palestina la clase de Susceptibilidad Baja cubre 29,6 Ha las cuales representan el 16.2% del área urbana. Esta clase se encuentra concentrada hacia la parte superior de la cuchilla donde se ubica la cabecera coincidiendo con las zonas de menor pendiente natural o cuya topografía ha sido modificada por intervención antrópica (explanaciones) como en las canchas del polideportivo, Barrios Guayabal, Pablo Valdés, Villa Asís, Popular, Bello horizonte, igualmente donde el uso del suelo está consolidado con manzanas construidas en más del 80% (Urbano I) como en los alrededores del parque central. La categoría Susceptibilidad Media constituye la clase más representativa en la cabecera ocupando el 55.7% del terreno (101,3 Ha) y se halla ampliamente distribuida en las laderas periféricas a la zona construida especialmente en el sector Nor y Suroriental. Se debe anotar que gran parte de esta ladera ha sufrido modificaciones en la topografía original por la presencia de obras para el Aeropuerto del Café. La clase de Susceptibilidad Alta ocupa 51,2 Ha y representa el 28.1% de la cabecera. Esta clase predomina en la parte alta y media de las laderas al Nor y Suroccidente. Para destacar la presencia de dicha clase en los taludes dejados por procesos constructivos de cortes verticales en los flujos piroclásticos como en el sector La Pista, Calle 7 (Calle Muerta) y las laderas perimetrales de las nuevas urbanizaciones tanto al Norte como al Suroeste. Igualmente en las zonas donde ya se han realizado obras de estabilización y adecuación del terreno para las obras del Aeropuerto.

#### 1.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos

La zonificación de persistencia de la cabecera de Palestina se obtuvo a partir de la interpretación de fenómenos de remoción en masa con diferentes grados de actividad y se presenta en el Anexo 1, Mapa 8.11.

Para el área urbana de Palestina se encontró que los eventos de remoción en

masa ocurridos en diferentes épocas se encuentran distribuidos en ambas vertientes de la cuchilla sobre la cual se asienta la cabecera; con preponderancia de los eventos de grandes magnitudes y moderados signos de deformación (E3 y E4) en el sector Norte especialmente hacia el sector oriental en la cercanía de las obras del Aeropuerto del Café. En ambas laderas se observan extensos deslizamientos de tipo complejo que comprometen no solo la cubierta de cenizas sino también los niveles I y II de meteorización del basamento, la mayoría de ellos asociados a zonas de debilidad creada por la acción de fallamientos asociados al sistema Cauca-Romeral y de Palestina.

En la zona Sur se observan procesos más numerosos pero de menores dimensiones y grado de actividad (E1, E2 y E3) que han afectado probablemente solo la cubierta de flujos piroclásticos que recubren la cuchilla sobre la cual se asienta la zona urbana desgastándola progresivamente. Igualmente en la zona Oriental se observan principalmente evidencias de procesos de retroceso y profundización de cauces (cárcavas) que han desgastado la cobertera de cenizas.

#### **1.1.12. Mapa Factor detonante por umbral lluvia**

En el Anexo 1, Mapa 8.12 se muestra el mapa de factor detonante por umbral lluvia para la cabecera del municipio de Palestina. Como se menciona en la metodología general este mapa se construyó reclasificando los factores cobertura, suelos y pendientes y asignándoles nuevos pesos de acuerdo con la susceptibilidad de cada factor con respecto a los umbrales de lluvias encontrados para el municipio. Estos factores y pesos se muestran en la Tabla 8.2.

El mapa muestra mayor incidencia por el disparador de umbral de lluvias hacia los taludes largos y moderadamente empinados que rodean la cabecera municipal; muchos de ellos en la vertiente suroeste y originados en las modificaciones antrópicas para adecuar el terreno tanto para las obras del Aeropuerto del Café como para las nuevas urbanizaciones. Igualmente se observa mayor incidencia hacia las partes planas de la cabecera cercanas a las vías y en las partes bajas de los drenajes (sin nombre) que bajan de la misma.

**Tabla 8.2.** Pesos de los factores para los mapas de factores del mapa factor detonante por umbral de lluvias para el casco urbano de Palestina

---

		Peso		
	Uso Cobertura	5		
Impermeables		1		Peso
	Urbano 1		Pendientes en grados	5
	Urbano 2		0 - 10	9
	Parque		10 - 25	4
	Deportivo		> 25	1
	Escaleras			
	Cementerio		Geología	8
	Urbano 3	4	Kia	2
			Qto	5
Permeables	Bosque	6		
	Pasto			
	Cultivo semi-limpio y limpio		LLUVIAS tr-15	6
	Rastrojo		103 mm	6
	Vía Destapada			
	Botadero			
	Río			
	Suelo desnudo		8	

### 1.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa

Del cruce entre la zonificación de Susceptibilidad y el mapa de Persistencia se obtuvo el mapa de Amenaza actual por fenómenos de remoción en Masa para la cabecera del municipio de Palestina que se presenta en el Anexo 1, Mapa 8.13.

Los sectores identificados como de Amenaza Alta en esta cabecera están relacionados por un aparte con la existencia de fenómenos de remoción de grandes proporciones originados bien por causas naturales como la existencia de zonas de debilidad creadas por el trazo de las fallas regionales de Cauca-romeral y Palestina como por causas de origen antrópico como son los deslizamientos activos encontrados en la vertiente oriental y originados en las excavaciones y obras del denominado Aeropuerto del Café.

Por otro lado se encontraron problemáticas originadas en inadecuados sistemas de intervención antrópica especialmente en la constitución de terramplenes y

cortes verticales de grandes dimensiones para la construcción de nuevos desarrollos habitacionales como en los barrios Uribe Uribe, Oscar Danilo Mesa, Los Nogales y Popular.

## **1.2. Zonificación de Amenaza por Inundación**

En el municipio de Palestina no se encontraron evidencias de Amenaza por Inundación.

## **1.3. Zonificación de Vulnerabilidad para el Municipio de Palestina**

Para llevar a cabo la zonificación de Vulnerabilidad inicialmente se localizaron los datos de las encuestas del Sisben en un mapa de barrios elaborado a partir de la nomenclatura manejada en ese sistema. Este mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 8.14.

De acuerdo con la metodología general establecida para la evaluación de la vulnerabilidad los factores Físico y Socio-económico se dividieron en indicadores y categorías, en la modelación en el SIG Ilwis se establecieron pesos y carácter positivo o negativo dependiendo de si estas categorías contribuyen o no a aumentar la vulnerabilidad de los habitantes en los diferentes barrios de la cabecera. La Tabla 8.3 muestra los valores promedio (en porcentaje) para cada una de las categorías de vulnerabilidad para los diferentes Indicadores.

El **mapa de vulnerabilidad** para la zona urbana de Neira obtenido a partir de la modelación en Ilwis se presenta en el Anexo 1, Mapa 8.15. En este mapa puede observarse como la categoría de vulnerabilidad Baja se encuentra básicamente en la periferia de la cabecera donde no se encuentran concentraciones de población asentada.

**Tabla 8.3.** Valores promedio (porcentaje) de los indicadores de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de Palestina

Factores	VULNERABILIDAD		
	Baja	Media	Alta
<b>SALUD</b>			
Pagada	-	24	11
Subsidiada	-	55	66
Ninguna	-	20	23
<b>INGRESOS</b>			
< 1 SMLV	-	98	99
1 - 2 SMLV	-	1	0
> 2 SMLV	-	1	1
<b>TENENCIA</b>			
Propia	-	52	58
Arriendo	-	39	25
Otra	-	10	16
<b>EDUCACIÓN</b>			
Ninguna	-	18	26
Primaria	-	42	46
Secundaria	-	38	26
Superior	-	3	1
<b>GRUPOS ETÁREOS</b>			
Niños	-	18	25
Adultos	-	72	65
Mayores	-	10	10
<b>DENS. POBLAC.</b>			
Pers /m2	-	0,028	0,039
<b>TIPOLOGÍA</b>			
Mampostería	-	81	35
Bahareque	-	19	65
Mixto	-	0	0
<b>ALTURAS</b>			
VALOR en m	-	3-6 m	0-6 m

La vulnerabilidad Media es la clase predominante en la cabecera y se encuentra en la zona Norte (barrios 1, 6, 7, 8, 9, 10, 18 y 19) y Sur (barrios 12, 21 y 24) (ver Mapa 8.14). Son sectores donde la población pertenece en su mayoría (55%) al régimen de salud subsidiada (Sisben) y hay un importante porcentaje (20%) de

habitantes sin ninguna afiliación a régimen de salud. Los ingresos son casi en su totalidad bajos (99%), con un ligero predominio de casa propia (52%), los niveles de educación predominantes son muy bajos con un 26% de habitantes sin ninguna escolaridad y el 46% solo Primaria; además tienen un alto índice de población vulnerable (18% niños y 10% Mayores de 65 años), y un índice de densidad de población de 0,028 personas/m<sup>2</sup>. Los indicadores físicos muestran como la tipología de vivienda predominante es de mampostería (81%) y las alturas de las viviendas entre 3 y 6 m (1 a 2 pisos).

La categoría de vulnerabilidad Alta se localiza predominantemente en el sector Centro-Sur en los barrios 2, 13, 14, 16 y 17. En estos barrios prevalece la afiliación al régimen de salud subsidiada (66%) pero también hay un alto porcentaje de habitantes sin ningún tipo de afiliación (23%), la casi totalidad de la población (99%) reporta ingresos muy bajos de menos de 1 salario mínimo aunque la proporción de vivienda propia es relativamente alta (58%) probablemente debido a los planes de vivienda de interés social. Los niveles de Educación encontrados presentan altos niveles de analfabetismo (26%) y escolaridad muy baja (46% solo primaria), con altos porcentajes de población vulnerable (25% niños y 10% mayores de 65 años), y la densidad de población más alta para la cabecera con 0.039 personas/m<sup>2</sup>. En lo físico también se observaron las condiciones más frágiles con predominio de viviendas de tipo bahareque (65%) de 1 ó 2 pisos (alturas entre 0 y 6 m).

#### **1.4. Zonificación de Riesgo**

##### **1.4.1. Riesgo por Remoción en Masa**

El mapa de riesgo se origina al cruzar las zonificaciones de Amenaza por remoción en masa y el mapa de Vulnerabilidad de los barrios, cuyo resultado para la cabecera urbana de Palestina se presenta en el Anexo 1 Mapa 7.16. Los sitios denominados como de Riesgo Muy Alto son aquellos donde coinciden los dos factores de máxima amenaza y fragilidad física y socioeconómica (Vulnerabilidad) y se consideran prioritarios para su intervención. El Riesgo Alto se da en aquellos sectores donde se conjugan una Alta Amenaza con Vulnerabilidad Media.

En la cabecera de Palestina las zonas categorizadas como de Riesgo Muy Alto se encontraron en la Zona norte en el sector del Barrio Uribe Uribe y en la zona central en el sector entre las Carreras 13 a 16 Sector La Pista y en este mismo sector el talud entre la Calle 9 y la vía a La Plata. Estos sectores representan la conjugación de la pobre planeación territorial al permitir la ocupación de terrenos

no aptos con viviendas en pobres sistemas constructivos y cuya infraestructura de servicios como pavimentación de calles, alcantarillados y sistemas de colección, conducción y manejo de aguas superficiales son inexistentes en su mayoría. Todo esto aunado a una alta Vulnerabilidad de los habitantes, quienes aún antes de que ocurran eventos catastróficos se hallan en precarias condiciones sociales y económicas. Esta conjugación de factores físicos y humanos redonda en la baja resiliencia de las comunidades expuestas, donde no se requiere un evento de grandes magnitudes para disparar situaciones de crisis.

Igualmente en estos sectores no se llevan a cabo las necesarias medidas preventivas al momento de establecer urbanizaciones e infraestructura de interés comunitario (plantas de agua, electricidad, colegios, polideportivos etc.) incorporando obras de adecuación del terreno como perfilado de taludes, manejo de agua superficiales, implantación de adecuadas coberturas vegetales que las protejan de la acción de fenómenos como la remoción en masa. Ante esto solo quedan las acciones de mitigación y corrección que generalmente se llevan a cabo una vez el elemento expuesto ha sido dañado o se han generado pérdidas de vidas y bienes que una adecuada planeación y regulación pueden evitar.

Finalmente, y de acuerdo a los lineamientos de Corpocaldas, la posibilidad de implementar obras que al intervenir la amenaza ayuden a disminuir la exposición de los bienes y habitantes determina que el Riesgo se pueda considerar como Mitigable o No Mitigable (por Determinar).

Con el fin de cuantificar la exposición se llevó a cabo un conteo de casas expuestas en cada barrio, en la Tabla 8.3 se presenta un consolidado por categoría por barrio según el índice del Sisben. El listado completo con identificadores y coordenadas se presenta en el Anexo 5\_Palestina.

**Tabla 8.3.** Infraestructura en zonas de Riesgo Alto y Muy Alto en Palestina

Barrio Sisben	Número de Casas en Riesgo Alto	Número de Casas en Riesgo Muy alto	Número de Casas en Riesgo Mitigable	Número de Casas en Riesgo No Mitigable
---------------	--------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--

8	8		8	
9	14	75	14	75
13	5	45	50	-
14	73	-	73	-
16	23	-	23	-
21	54	-	54	-
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>120</b>	<b>222</b>	<b>75</b>

### 1.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Palestina

Los centros poblados de desarrollo restringido revisados en este proyecto para el Municipio de Palestina corresponden al asentamiento tipo caserío de La Plata y el Corregimiento de Arauca. El primero de ellos no dispone de cartografía básica por lo cual se presenta la información mediante fotografías convencionales tomadas directamente en campo. Para el Corregimiento de Arauca se tomó imagen LiDar y ortofoto para el análisis de amenazas tanto por remoción en masa como inundación.

#### 1.5.1. Centro Poblado La Plata

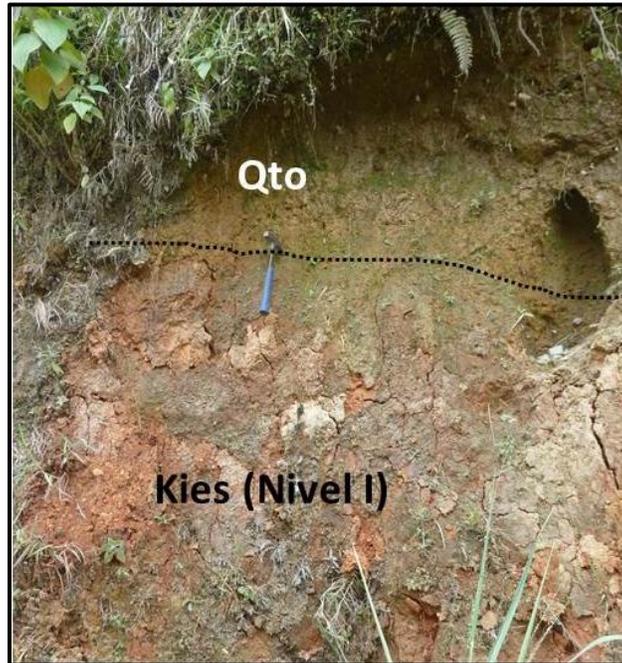
El centro poblado La Plata está catalogado por el DANE como Caserío. Se sitúa en la parte alta de una colina moderadamente empinada a la cual se llega por la vía Palestina-Santagueda. En la Figura 8.2 se puede apreciar una panorámica general del área donde se ubica el caserío.



**Figura 8.2.** Panorámica general del caserío La Plata (Palestina).

El caserío se encuentra distribuido a ambos lados de la vía; con predominio de viviendas en bahareque o combinaciones con ladrillo. En el barrio Nueva esperanza las casas un barrio de interés social en construcción las casas son totalmente en mampostería.

La Plata se halla asentado sobre una colina redondeada de pendientes suaves hacia el oriente y moderadamente empinadas hacia el occidente, orientada en sentido N-S, conformada por rocas metamórficas (esquistos negros) del Complejo Arquía (Kies) conformadas por el Cinturón Metamórfico Lisboa-Palestina (García y Tamayo, 2003). En el sector se observaron aflorando los niveles I y II del saprolito rojizo arcilloso de dichas rocas suavizados por depósitos de flujos Piroclásticos (Qto) de colores pardo a amarillo de los cuales se observaron mayores espesores - hasta 10 m, hacia la vertiente oriental del caserío (Ver Figura 8.3).



**Figura 8.3.** Afloramiento del Nivel I de regolito de las rocas del Grupo Arquia (Kies) suprayacidas por depósitos de flujos piroclásticos en la ladera occidental del caserío La Plata (Palestina).

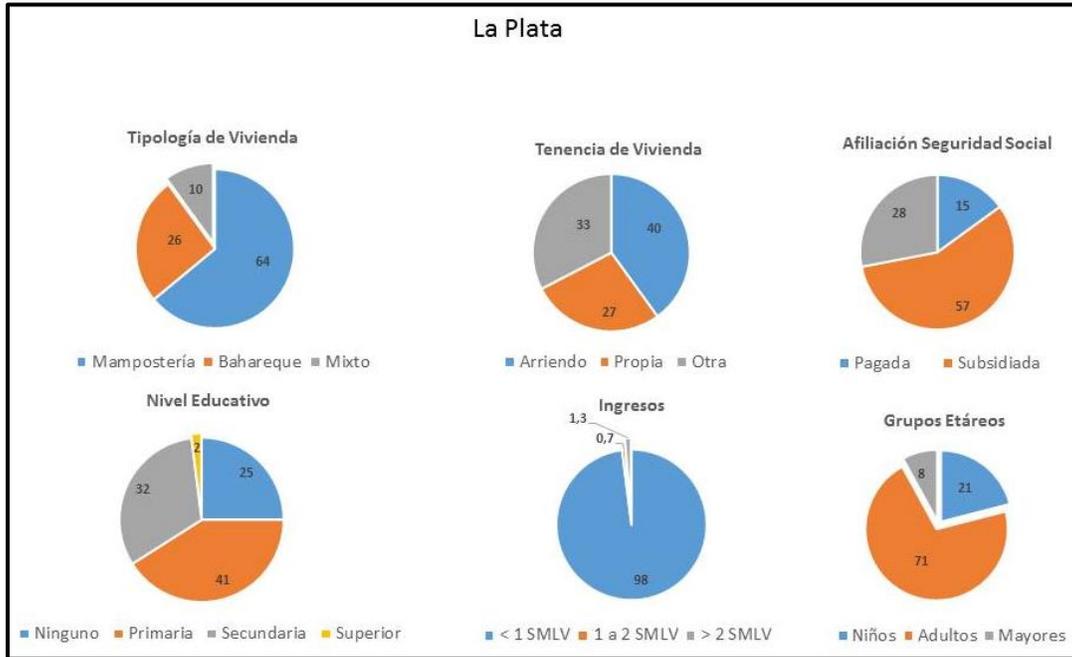
Desde el punto de vista de las amenazas en este centro poblado se encontró un sector de criticidad media por remoción en masa ubicado en el talud Norte de la Cancha de Fútbol. Allí debido a las obras de explanación para la construcción de la cancha de fútbol se creó un talud muy empinado sobre una ladera que tiene evidencias de haber sido afectada por procesos de remoción en masa. Estas evidencias son un escarpe actualmente inactivo y un depósito coluvial en cuya parte superior se construyó un sistema de gaviones para darle estabilidad al talud de la cancha. Esta estructura se encontró rota con los fragmentos rocosos disgregados sobre la pendiente como se observa en la Figura 8.4. En este caso se recomienda reparar los gaviones antes que se afecte el talud de la cancha y mantener la vegetación del talud en buen estado, igualmente proteger la tubería en PVC que drena la cancha ya que actualmente se observa descubierta en un sector sobre la ladera.



**Figura 8.4.** Sitio crítico LaP-1: escarpe y depósito en el talud Norte de la Cancha de fútbol (izq.) con un sistema de contención en Gaviones en mal estado (der.)

Para determinar la Vulnerabilidad de este caserío se llevó a cabo un análisis general involucrando factores de tipo Físico, Social y Económico con base en indicadores como tipología de viviendas, tenencia de la vivienda, afiliación a seguridad social, nivel educativo ingresos y grupos vulnerables; procesados a partir de la información del Sisben y que se presenta en los diagramas por indicador de la Figura 8.5

El análisis del sistema físico para La Plata muestra que en este caserío la Vulnerabilidad de las viviendas es media pues la mayoría (64%) son construidas en Mampostería de dos pisos con mantenimiento aceptable lo que incrementa su resistencia ante los efectos de un proceso erosivo. En cuanto al factor socio-económico se catalogó a los habitantes del Caserío en un nivel de Vulnerabilidad Medio a Alto con un muy bajo porcentaje de los habitantes reportando la propiedad de la vivienda (27%), el 57% de los habitantes afiliados al régimen de salud subsidiado y un 28% sin ningún tipo de cobertura. En cuanto a nivel educativo un porcentaje alto solo tiene primaria (41%) y el 32% reporta no tener escolaridad. Igualmente la casi totalidad (98%) reporta ingresos menores a un salario mínimo legal vigente y el grupo predominante es el menos vulnerable conformado por adultos entre 14 a 65 años (71%).



**Figura 8.5** Estado de los indicadores Físicos, Sociales y Económicos en el caserío La Plata con base en información Sisben (2013).

Finalmente aunque se determinó que la vulnerabilidad de los habitantes es Media a alta la no existencia de procesos erosivos críticos permite considerar este caserío como de Riesgo Bajo.

## **Bibliografía**

**Borrero, C., Ospina, J.C. & Parra, Y., (2.005).** El depósito volcánico de La Cabaña, evidencia de Vulcanismo Freatomagmático sobre el flanco centro-occidental de la Cordillera Central, Colombia. GEOLOGIA COLOMBIANA 30:15-32.

**Garcia, D. & Tamayo, P.(2003).** Zonificación de la susceptibilidad por movimientos en masa en el municipio de palestina (caldas). Tesis de Grado. Facultad de Geología. Universidad de Caldas.