CARACTERIZACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL SECTOR POBLADO DE LA LOMA DEL PASTEL COMO INSUMO PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT) POPAYÁN, CAUCA.

AUTOR:
Juan Camilo Villaquiran Lugo
Código No: 104911023851

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2019

CARACTERIZACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL SECTOR POBLADO DE LA LOMA DEL PASTEL COMO INSUMO PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT) POPAYÁN, CAUCA.

Propuesta de plan de trabajo de grado, modalidad de práctica profesional empresarial, como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director
Dr. Candidato Tulio Andrés Clavijo Gallego
Geógrafo

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2019

NOTA DE ACEPTACION

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchado a su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al postulante para que desarrolle las gestiones administrativas para optar el título de Ingeniero Ambiental.

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del Jurado

_____

Tulio Andrés Clavijo Gallego

Firma del Director

Popayán, _____ de _____ del 2020

Dedicatoria

Este proyecto de grado va dedicado principalmente a mis padres AIDA LUGO MONCAYO Y RAUL ORLANDO VILLAQUIRAN GOMEZ porque gracias a su amor, trabajo y sacrificio fueron pilares fundamentales en el transcurso de este camino en el que sin importar las circunstancias me brindaron amor y comprensión, igualmente con sus muchos consejos me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias a su ejemplo de esfuerzo y valentía

Agradecimientos

A mis padres y a mi familia por todo el esfuerzo y la confianza que depositaron en mí, por inculcarme los valores necesarios para llegar a este punto de mi vida y ofrecerme la oportunidad de estudiar para poder salir adelante, sé que no fue fácil y aunque existieron obstáculos me ayudaron a no decaer, es pero eso que tengo claro que sin su ayuda no hubiese podido culminar mi carrera universitaria.

A mi director de grado Tulio Andrés Clavijo quien siempre estuvo dispuesto a atenderme para aclarar mis inquietudes o desenvolver mis ideas compartiendo sus conocimientos y experiencias, infinitas gracias por su comprensión y apoyo al ayudarme a desarrollarme profesionalmente.

A la Secretaria Municipal de Planeación quien me brindó la oportunidad de realizar la pasantía, gracias al Ingeniero Ambiental Juan Manuel Moreno quien me acompaño en la primera parte de este proceso, el me brindo su tiempo y comprensión para aclararme muchas dudas y relacionarme con demás funcionarios de la alcaldía municipal de Popayán necesarios para desarrollar el proyecto.

También agradezco a la Ingeniera Makenly Tafurt Cardona quien me dio la opción de poder terminar la segunda parte de mi pasantía enseñándome en ese transcurso de tiempo nuevas cosas de índole laboral muy necesarios tanto para el proyecto como para mi vida personal.

RESUMEN

El presente tiene como por objeto determinar las características Socio-Ambientales del sector poblado de la “Loma del Pastel” (sur-Orienten de la ciudad de Popayán) y además brindar insumos para la actualización del POT del Municipio de Popayán, Cauca, por lo que se incluye el componente de riesgo físico por movimiento en masa, el cual en especial afecta al sector. Para llevar a cabo la parte Social vinculada el componente Ambiental se realizan encuestas mediante un modelo de un diagnóstico ambiental participativo que permite en la sistematización entablar relaciones entre estos dos componentes y así comprender a las características propias de la población del área de interés, el factor ambiental se analiza desde los elementos biótico, abiótico y químico, estos, dado que en el área de interés existe un ecosistema natural con una geomorfología particular, además que aledañamente al sector concurren dos Nacimientos de agua que se abordan y se incluyen al trabajo como áreas vinculantes al sector de estudio, para así poder analizar y dar a conocer conclusiones y/o recomendaciones para el mitigar o minimizar los impactos negativos asociados a la intervención antrópica originada por las poblaciones residentes del sector.

Tabla de contenidos

1. Introducción 1
2. Problema e Información General 4
   2.1. Justificación 4
   2.2. Objetivos 5
      2.2.1. Objetivo General. 5
      2.2.2. Objetivos Específicos 6
3. Marco Referencial 6
   3.1. Marco Teórico 6
   3.2. Marco Legal 7
   3.3. Antecedentes 9
4. Metodologia 12
   4.1. Delimitación del Polígono 12
   4.2. Reconocimiento actual y caracterización de los factores ambientales 12
      4.2.1. Caracterización del componente biologico 12
      4.2.2. Caracterización del componente fisico 13
      4.2.3. Caracterizacion del componente Quimico 13
   4.3. Caracterización del componente Socio-Economico y Ambiental 13
   4.4. Análisis de riesgo físico por movimiento en masa 14
   4.5. Zonificacion ambiental 15
5. Resultados 16
   5.1. Delimitación del polígono de la Loma del Pastel 16
   5.2. Reconocimiento actual y caracterización de los factores ambientales 18
      5.2.1. Caracterización del Componente biológico. 20
      5.2.2. Caracterización del Componente físico. 30
      5.2.1. Caracterización del Componente químico 36
   5.3. Caracterización del componente Socio-Economico y Ambiental 43
   5.4. Analisis de riesgo fisico por movimiento en masa 58
      5.4.1. Evaluación de Amenaza. 59
      5.4.2. Evaluacion de Vulnerabilidad 67
      5.4.3. Evaluación del Riesgo 79
   5.5. Zonificación ambiental 83
      5.5.1. Puntos de muestreo de agua 83
      5.5.2. Zonas de especial interes 86
6. Concluciones y Recomendaciones 90
7. Bibliografía 92
8. Anexos 95

Lista de tablas

Tabla 1. *Normativa referente a caracterización Socio-Ambiental* 8
Tabla 2. *Caracterización de evaluación-Medio Abiótico* 18
Tabla 3. *Caracterización de evaluación- Medio Biótico* 19
Tabla 4. *Caracterización de evaluación-Medio Socio-Económico* 19
Tabla 5.*Listado de especies vegetales encontrados en el sector Loma del Pastel.* 21
Tabla 6.*Listado de aves del Polígono Principal de Interés* 26
Tabla 7. *Identificación de las Muestras* 37
Tabla 8. *Resultados análisis de agua de nacimientos vereda Plateado.* 37
Tabla 9. *Procedencia del Individuo.* 46
Tabla 10. *Tabla cruzada, Tenencia y uso de la vivienda* 48
Tabla 11. *Tabla cruzada entre Nivel Educativo y Tenencia de la Vivienda* 49
Tabla 12. *Servicios Ambientales reconocidos en la zona* 54
Tabla 13. *Tabla cruzada entre Nivel Educativo e identificación de factores relacionados con la amenaza por movimiento en masa* 56
Tabla 14. *Tabla Cruzada entre Nivel Educativo y Afectaciones sufridas a causa de la Amenaza por Movimiento en Masa.* 58
Tabla 15.*Movimientos en masa en las zonas de Tejares - Loma del Pastel – Túnel (oriental y occidental)* 63

Lista de figuras

Figura 1. Zona de estudio inicial. 3
Figura 2.Delimitación final del área de estudio. 17
Figura 3.*Musa paradisiaca*. 23
Figura 4.*Agave*. 23
Figura 5. *Tibouchina.* 23
Figura 6. *Asteraceas.* 233
Figura 7. *Guadua angustifolia*. 24
Figura 8. *Cycadaceae*. 24
Figura 9. *Solanum quitoense*. 25
Figura 10. *Sapium glandulosum* 24
Figura 11. *Icterus crysater* 29
Figura 12. *Molothrus bonariensis* 29
Figura 13. *Ramphocelus flammigerus* 29
Figura 14. *Turdus fuscater*. 29
Figura 15.Clasificación por Geología. 31
Figura 16.Unidades Geológicas Municipio de Popayán. 32
Figura 17.Mapa de subunidades geomorfológicas. 33
Figura 18.Valor Total Anual y promedio de Precipitación Popayán, Cauca 34
Figura 19.Valores Mensuales de Precipitación Popayán, Cauca. 35
Figura 20.Temperatura Promedio Mensual Popayán, Cauca. 35
Figura 21.Humedad Relativa Mensual Popayán, Cauca. 36
Figura 22.Genero del Encuestado. 45
Figura 23.Edad del Individuo Encuestado 46
Figura 24.Nivel Educativo del Individuo 47
Figura 25.Tiempo que vive en el sector. 50
Figura 26.Lugar de obtención de agua. 51
Figura 27.Número de habitantes por vivienda. 52
Figura 28.Número de habitantes menores de edad por vivienda. 53
Figura 29.Identificacion del Encuestado de la causa principal de la existencia de Amenaza 55
Figura 30.Afectaciones a causa del riesgo físico por movimiento en masa. 57
Figura 31. Corte de Talud en la Loma del Pastel. 60
Figura 32. Depositon coluvial activo en la Loma del Pastel con una corona bien definida. 61
Figura 33.Laderas moderadas y escarpadas de cerro estructural de la Loma del Pastel 62
Figura 34.Mapa de Amenaza Por Movimiento en Masa 66
Figura 35. Fragilidad por tipología de estructura 70
Figura 36.Factor de fragilidad red vial 71
Figura 37.Fragilidad de las Personas 71
Figura 38.Zonas de exposición de los elementos ante un deslizamiento. 73
Figura 39.Intensidad de los movimientos en masa 74
Figura 40.Intensidad de deformación de la red vial. 75
Figura 41.Clasificación de la vulnerabilidad por movimientos en masa. 76

Figura 42. Vulnerabilidad física de las personas. 77
Figura 43.Mapa de vulnerabilidad por movimientos en masa. 78
Figura 44.Riesgo en edificaciones. 79
Figura 45.Riesgo en personas. 80
Figura 46.Riesgo en tramos viales homogéneos. 81
Figura 47.Mapa de riesgo por movimientos en masa. 82
Figura 48.Mapa de Zonificación Ambiental. 89

1. Introducción

En Colombia la planeación y el ordenamiento del territorio es función y responsabilidad de los municipios según lo dispuesto en la Ley 388 de 1997, siendo esta ley contribuyente al proceso de modernización del Estado para la descentralización y autonomía territorial, apoyado con los diferentes planes de ordenamiento que se diversifican según el nivel de la entidad territorial. (Ley 388, 1997) En este se trabajó sobre el Municipio de Popayán cuya magnitud y categoría la hacen correspondiente a la presentación y aplicación de un Plan de Ordenamiento Territorial, el cual en su dimensión ambiental considera el establecimiento de las áreas de reserva y conservación, conjuntamente con del inventario de zonas que presentan riesgos que amenacen la vida humana, siendo entonces de importancia social la búsqueda de características físicas y ambientales de zonas figuradamente como significativas.

La zona en la que se realizara el estudio, es un predio rural poblado conocido como la Loma del Pastel, que cuenta con un área aproximada de 7.79 ha, ubicado al Sur-Orienten de la ciudad de Popayán entre el museo Efraín Martínez y el barrio Los Tejares. (Figura 1)

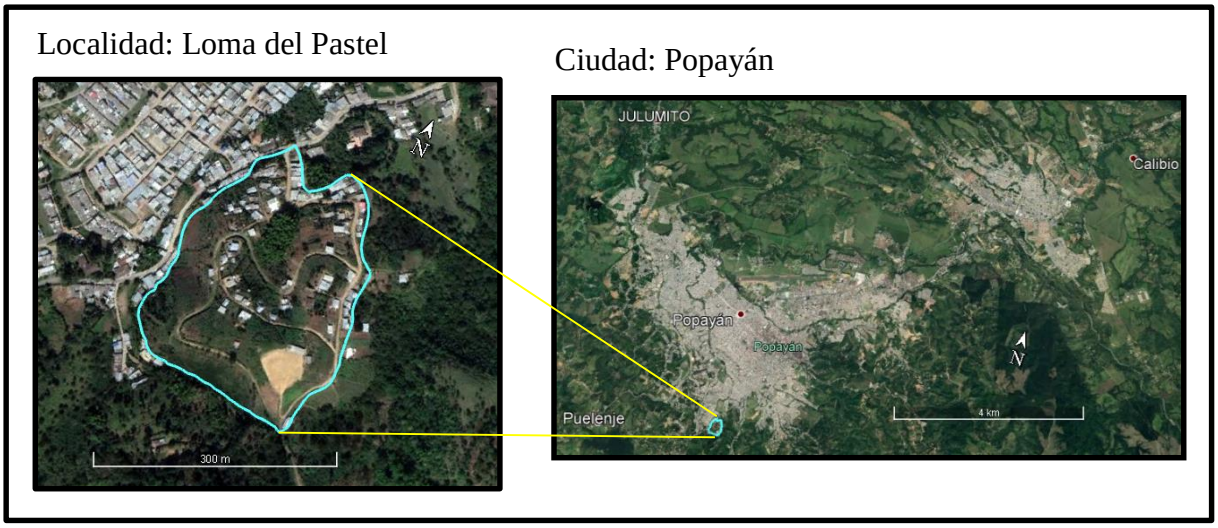


Figura 1. Zona de estudio inicial. Fuente Elaboración y Formulación propia

Teniendo en cuenta que una loma se caracteriza por presentar un patrón de drenaje de tipo rectangular, localizadas entre los 600 y 3000 msnm, se puede encontrar entonces usualmente ecosistemas de importancia para su conservación, dado que en esta existen innumerables especies animales y vegetales u otros recursos naturales. (Instituto Geografico Agustin Codazzi, 2009), además que en específico en cercanías a la Loma del Pastel se hallan nacimientos de agua y problemas ambientales no referenciados, causados por la intervención antrópica, que tiene como resultado el deterioro de estos recursos, a principio de la necesidad social de fundar un asentamiento humano.

Es importante resaltar que el proyecto por fuera de sus propósitos generales tiene como objetivo, brindar a la autoridad ambiental competente, la información necesaria y suficiente que permita evaluar y comparar diferentes alternativas para el manejo del sector. (MinaAmbiente, 2018).

Un ejemplo muy cercano del deterioro de estos ecosistemas, a falta en principio de una caracterización o un diagnóstico ambiental que permitan la comprensión de la problemática ambiental es el del barrio Loma de la Virgen, ubicado en la Carrera 12 del sector Sur de Popayán, comuna 6, que debido a causas antrópicas y por la construcción de urbanizaciones sin control en áreas que no contaban con las condiciones físicas se han ocasionado graves problemas de estabilización del talud y desprendimiento de suelo por ausencias de obras de estabilización y drenaje, observando estos fenómenos especialmente en épocas lluviosas, además una de las afectaciones ambientales que ocasiona este sector es la de vertimiento de aguas residuales domésticas y sólidos a la quebrada Pubús que recorre las comunas 6 y 7, hasta su desembocadura en el río Cauca afectando su calidad fisicoquímica y bacteriológica que la hace no apta para el consumo humano. (Alcaldia de Popayán POT, 2006)

2. Problema e Información General

2.1. Justificación

Se puede establecer entonces la certedad de realizar una caracterización socio ambiental en la zona de la Loma del Pastel, denominada así por su geoforma parecida a un pastel de diferentes pisos, como insumo para la actualización el POT del municipio de Popayán, puesto que este lugar no cuenta con ninguna información sistematizada que permita la identificación de las características Socio-Ambientales, que consecuentemente sirvan para determinar el uso del suelo del lugar y si es pertinente o no establecer la zona dentro del área de cerros tutelares de la ciudad de Popayán.

Es importante tener en cuenta que una caracterización Socio-Ambiental está destinada a describir las particularidades ambientales del área de estudio, enfocándose en cada uno de los componentes que hacen parte del medio, además de información del componente social que permite la visualización de la importancia de los servicios ambientales, culturales u conflictos por factores ambientales, siendo este instrumento fundamental para la determinación de acciones a tomar con respecto a el área de estudio. (Universidad Catolica de Cordoba, 2011)

Con la ayuda de la Secretaria de Planeación municipal de Popayán Cauca, y con la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) se pretende realizar la caracterización Socio-Ambiental del sector poblado de la Loma del Pastel para así servir posteriormente como insumo para la actualización POT y determinar si es viable la exclusión o inclusión de esta área dentro del polígono de los cerros tutelares de la ciudad de Popayán, que traería consecuentemente la aplicación del acuerdo local N.06 del 2002 el cual busca entre otras cosas garantizar la protección y conservación de estas zonas 2002 por sentencia interpuesta por el procurador Ambiental y Agrario del Municipio

2.2.Objetivos

2.2.1. Objetivo General.

Proyectar la información pertinente a la caracterización Socio-Ambiental del sector Poblado de la Loma del Pastel, que brinde insumos o indicadores que sirvan para determinar el uso del suelo del sector y así aportar a la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Popayán, Cauca.

2.2.2. Objetivos Específicos.

- Establecer y analizar el estado actual de los componentes Ambientales y Sociales del sector de estudio.
- Identificar el estado actual de riesgo, amenaza y vulnerabilidad con respecto al movimiento en masa del sector de estudio
- Generar propuestas para el manejo de los factores ambientales encontrados en el sector de interés que se asocien a su tipo de uso de suelo.

3. Marco Referencial

3.1.Marco Teórico

El intervencionismo del Estado surgió desde los inicios de los años 20 del siglo anterior, por la nueva concepción del Estado como regulador de la economía y la vida social, dando origen a la organización institucional y económica del país y de las políticas de planeación, este estuvo acompañado por un proceso de industrialización en los que se distinguen dos etapas; el modelo sustitutivo de importaciones en la década de los cincuenta hasta el año 1967 para posteriormente dar inicio a la segunda etapa de la industria Colombiana que ocasionó un desequilibrio en el país, aumentando la población urbana sobre la rural del país, concentrándose en ciudades con mayor dinamismo industrial: (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla), estos desequilibrios dieron nacimiento a la introducción de la planificación económica en los años sesenta, dando nacimiento y consolidación en la actualidad a la ley 388 de 1997 debido a que esta proporciona los fundamentos jurídicos más sólidos y precisos al derecho urbanístico (Cabeza, 2006).

La Ley 388 de 1997 establece que la planeación y el ordenamiento territorial es una función y responsabilidad de los municipios, atendiendo al mandato constitucional de dirigir el desarrollo territorial como un proceso que hace parte de la modernización, descentralización del estado y autonomía territorial. (Ley 388, 1997).

En consecuencia, esta ley establece la obligación de formular un plan de ordenamiento territorial municipal, para lo que se establecen tres niveles de estos (Plan de ordenamiento, Plan básico, y Esquema de ordenamiento) y que por magnitud y categoría el municipio de Popayán corresponde al caso de Plan de ordenamiento territorial, la cual integra una caracterización, evaluación y espacialización de los diferentes subsistemas que conforman la entidad territorial municipal. (Ley 388, 1997)

Por lo que con este trabajo se avanzó sobre la caracterización, determinada por aspectos conceptuales y metodológicos sobre los componentes biofísicos y sociales de un área en específico, como lo es la Loma del Pastel.

3.2.Marco Legal

Para el desarrollo de la propuesta se tuvo en cuenta la base normativa relacionada al presente estudio en relación a su vigencia y su estado nacional y local según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia, esto representado consecuentemente en la tabla 1.

Tabla 1. *Normativa referente a caracterización Socio-Ambiental*

ALCANCE	REFERENCIA NORMATIVA	MARCO LEGAL
NACIONAL	Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente.
	Ley 919 de 1989	Que ordena en su artículo 6 a las entidades territoriales la incorporación del componente de prevención de desastres.
	Ley 99 de 1993	Por el cual se dicta regular la conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales.
	Ley 152 de 1994	Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo.
	Ley 388 de 1997	Por la cual rige a los municipios del país a formular sus respectivos Planes de Ordenamiento Territorial y otras disposiciones.
	Ley 1454 de 2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y otras disposiciones.
	Resolución 631 del 2015	Por el cual se dictan los valores máximos permisibles a desecho en cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado.
LOCAL	Acuerdo 06 de 2002	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Popayán.

Fuente: Elaboración y Formulación propia

3.3. Antecedentes

A nivel internacional existen varios países que han efectuado una caracterización Socio-Ambiental para comprender y analizar la problemática ambiental de una zona, y así posteriormente plantear el desarrollo de estrategias de gestión basadas en la noción de sustentabilidad ambiental, que permitan dar soluciones a la problemática encontradas en el lugar, algunos de estos ejemplos son:

En el año 2011 en Argentina se presentó una Caracterización Socio-Ambiental del Sector Sur del Ejido por la secretaria de Investigación de la Universidad Católica de Córdoba, con objetivo de definir las bases técnico-científicas que aporten a la comprensión de la problemática ambiental para así relevar la perspectiva ambiental a la población del sector urbano de la ciudad de Córdoba, en el trabajo se identificaron conflictos por el encuentro entre medio ambiente y el espacio social comprometiendo la calidad de vida de sus habitantes, para lo que se sugirió la implementación de estrategias de gestión participativa sustentadas en políticas públicas orientadas por la noción de sustentabilidad ambiental con proyecciones de acciones a futuro en función de ello. (Maldonado, 2011)

En cuba en el año 2009 se efectuó una Caracterización Socio-Ambiental de la Comunidad La Güira del Consejo Popular Arroyo Seco en el Municipio Mayarí, Provincia Holguín, elaborado por Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, en el que se planteó la importancia ambiental debido principalmente a su posición geográfica alejada de la cabecera, haciéndola además centro de un grupo de asentamientos que ofrecen servicios comerciales y gastronómicos, encontrando en la comunidad una visión limitada del medioambiente por lo que

los habitantes del sector no identificaban a los actores que causaban daño ambiental al entorno comunitario, para lo cual se recomendó la implementación de un proyecto de educación ambiental comunitario que contribuyera a rectificar los patrones de conducta de los pobladores respecto al medio, además de la promoción y la aplicación de la legislación ambiental por las autoridades competentes a los infractores estatales y particulares entre otras. (Rojas, 2009)

En el año 2008 se presentó una caracterización Socio-Ambiental planteada por el Departamento de Geografía de la Universidad Nacional del Comahue de un paisaje transformado en la laguna Negra Trelew, Argentina. En la que se encontró que aproximadamente el 70% de los líquidos cloacales domiciliarios y pluviales eran vertidos desde principios de la década del 70 a este sistema lagunar, originalmente estas lagunas eran cuencas naturales, algunas permanentes y otras temporarias, alimentadas por aguas subterráneas y por precipitaciones. En aquel momento se encontró que el proceso se había revertido por lo que las lagunas aportan agua contaminada en forma constante por medio del sistema freático al ecosistema, observando así un escenario futuro con un impacto ambiental negativo, por tanto, como solución se plantea la consideración de la laguna dentro del desarrollo urbano con sustentabilidad, primando la conservación del recursos y del paisaje. (Gladys Analía Alcarraz, 2008)

A nivel nacional el Jardín Botánico de Bogotá adelantó acciones de investigación para la conservación y uso sostenible de la diversidad vegetal en la localidad 20 en el distrito capital para lo que se desarrolló una caracterización Socio-Ambiental mediante un Diagnóstico Ambientales Participativo (DAP) en el que se evidenció conflictos relacionados con la tenencia de tierra y su uso agropecuario dentro de un área de protección y manejo especial, además este mostro la

importancia del rol de la mujer rural en la conservación de la flora local y en el conocimiento sobre la comunidad, por lo que eran conscientes de su vinculación con el mundo rural y de la necesidad de cambios de acuerdo con las necesidades y demandas. Para lo que se vio necesario resaltar la importancia de significar la participación ciudadana, puesto que esta es determinante para lograr el alcance de objetivos de conocimiento y conservación de la diversidad vegetal. (Ardila-Cortés, Caracterización socioambiental de la localidad 20 de Bogotá, Colombia, 2013)

En la región sur oriental del municipio de San Antonio del Tequendama se realizó una investigación mediante el Proyecto Colectivo del Semillero de Investigación Desarrollo Ruralidad y Municipio, que permitió determinar los comportamientos Socio-Ambientales relacionados con la línea de conducción hidroeléctrica en el sector San Antonio y Laguneta. El trabajo se desarrolló considerando los procesos ambientales de manera sistémica en cuatro dimensiones; ambientales, Económica, Social e Institucional, encontrando así que el recurso más afectado por el corredor hidroeléctrico es el biótico, dada la pérdida de la diversidad del paisaje natural percibida por los habitantes del área de influencia directa, debido a que esta modificó su entorno social, económico y cultural, alcanzando así el objetivo del trabajo con la identificación y análisis de los actores rurales presentes en el territorio en cuanto a sus actividades productivas, uso del agua, manejo del recurso forestal y disposición de residuos, para así poder evaluar ambientalmente su comportamiento. (Helmut Espinosa Garcia, 2010)

4. Metodologia

4.1. Delimitación del Polígono

Para llevar a cabo esta etapa se realizó un recorrido por el sector con su debido registro fotográfico para facilitar el reconocimiento en mapas y visores digitales el área de interés y aunque en un principio se pensó en tener ayuda de pasantes del área de geografía, el trabajo se pudo realizar gracias a la información existente sobre temas como sistema orográfico al que hace parte el sector de estudio, dado el modelo digital de elevación que provee la distribución de las curvas de nivel e información predial sobre el terreno.

4.2.Reconocimiento actual y caracterización de los factores ambientales

Se realizó una caracterización ambiental del área de estudio teniendo en cuenta los componentes biótico y abiótico del sector, gracias al levantamiento de información primaria y secundaria de estudios previos del sector directamente o indirectamente relacionados, con el objetivo de establecer la caracterización y tener un punto de apoyo que permita indicar el estado ambiental de la zona.

4.2.1. Caracterización del componente biológico

Para el levantamiento de esta información respecto a la flora del sector se tuvo en cuenta los contenidos suministrados por libro Manto de la Tierra Flora de los andes (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez CAR, 1998) en el cual se brinda información que permite reconocer este tipo de recursos gracias a sus índices por clima, uso, forma de hojas entre otros.

Para el levantamiento de datos de información taxonómica de fauna se contrató ayuda externa de una profesional en el área, para así con dicha información determinar de mejor manera las características, condiciones, impactos, y servicios ambientales de la Loma del Pastel.

4.2.2. Caracterización del componente fisico

Este componente se realizó mediante el análisis de información geomorfológica, geológica, y climatología del sector, apoyándose en información secundaria brindada por estudios previos de sectores que incluyen al área de interés, extrayendo así algunos datos de importancia para el trabajo además de información brindada por la oficina de Planeación y de Gestión de Riesgo del municipio de Popayán y datos hidrometeorológicos consultados y obtenidos de la estación climática de la Universidad del Cauca.

4.2.3. Caracterizacion del componente Quimico

Se llevó a cabo el reconocimiento y la georreferenciación de dos puntos de nacimiento de agua y una quebrada ubicados alrededor del sector de interés, para esto se ejecutó una campaña de muestreo con finalidad de ser llevadas al laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) para evaluar los factores fisicoquímicos correspondientes a los tres puntos de estudio, esto debido a que la corporación estableció un estado de cooperación en este sentido, para así con estos datos llevar a cabo un análisis para de determinar el estado del servicio ambiental.

4.3.Caracterización del componente Socio-Económico y Ambiental

Esta etapa se llevó a cabo mediante un Diagnóstico Ambiental Participativo (DAP), el cual ha sido concebido como una herramienta de gestión del desarrollo sostenible, con el que se identifica información sobre la situación del medio y los recursos naturales de una zona y las

interacciones entre los diferentes actores sociales. (Ardila-Cortés, 2013) Por lo que esta información, constituyen una base del análisis cualitativo y cuantitativo que permitirá fijar prioridades y tomar decisiones en pro del desarrollo sostenible del sector.

Mediante entrevistas semiestructuradas se realizaron preguntas sobre los siguientes aspectos: a) Información general del entrevistado b) Información relacionada con el lugar de residencia c) Conflictos sociales que involucren algún factor ambiental d) Problemas relacionados con el medio físico y la diversidad de servicios ambientales de la zona .

4.4. Análisis de riesgo físico por movimiento en masa

La Identificación del riesgo en la Loma del Pastel y de muchos otros sectores del municipio de Popayán es un trabajo que se viene adelantando por el Servicio Geológico Colombiano, (SGC) gracias al convenio especial de cooperación n° 025-2017 entre este y el municipio, esta investigación conllevo a una zonificación de amenaza por movimientos en masa, cuyo contrato surge gracias a la necesidad de generar e integrar conocimientos, almacenar y suministrar, información sobre geología, recursos del subsuelo y amenazas geológicas en conformidad con las políticas del Gobierno Nacional, (Decreto 4131, 2011) por consiguiente este trabajo analiza el riesgo físico por movimiento en masa de las áreas urbanas y periurbanas del municipio de Popayán, por lo que el desarrollo de esta etapa consistió en solicitar información base y el estudio denominado como zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo físico por movimientos en masa escala 1:2.000 en referencia las zonas 11 -12 - tejares – loma el pastel – túnel (oriental y occidental) a la secretaria de gestión del riesgo del municipio de Popayán.

4.5. Zonificacion ambiental

A partir de los elementos identificados en la caracterización Socio-Ambiental del área de estudio y además con el análisis de riesgos por movimientos en masa, se establecerán unidades homogéneas y puntos espaciales de acuerdo con la sensibilidad y los factores ambientales más relevantes del área de estudio.

De manera más específica se elaboró un mapa de zonificación correspondiente a cada uno de los medios ambientales como lo son; abiótico, biótico para los que se esquematizaron los bienes y servicios ambientales encontrados dada la caracterización del medio Socio-Ambiental, de esta manera se presentaron diferentes áreas significativas al factor ambiental, social y físico (MinaAmbiente, 2018) lo que facilito la elaboración de análisis, conclusiones y propuestas para el manejo ambiental del área de estudio.

Con ayuda del software QGIS se efectuó el procesamiento geoespacial, con finalidad de realizar la superposición de información obtenida de cada medio ambiental, plasmados en mapas, para obtener la zonificación ambiental final del área de estudio, donde se sintetizaron espacialmente las condiciones ambientales y sociales más relevantes.

5. Resultados

5.1.Delimitación del polígono de la Loma del Pastel

Para la delimitación de la Loma del Pastel se tuvo en cuenta el sector poblado, para lo que se evaluó físicamente los limites vecindarios, enterándose gracias a los habitantes de estos sectores que algunos de estos pertenecían a juntas de acción comunal diferentes y dado que anteriormente se había dialogado con la asociación Altos de Calicanto cuya extensión es la más representativa del sector y pero que además ya se habían realizado las encuestas para su sistematización y análisis, se decide no tener en cuenta en las encuestas algunas áreas y así constar un polígono de estudio principal, no necesariamente equivalente al de la asociación anteriormente mencionada, aunque algunos de estos sectores se vinculan a este como áreas vinculantes al sector de estudio teniendo en cuenta su cercanía y por ejemplo su relación de beneficio más específicamente al concerniente a dos nacimientos, que favorecen a un sector conocido como la Cuerera perteneciente al barrio Boquerón.

Por otro lado, en cercanías a la Loma del Pastel, en la Vereda Plateado se identificaron dos nacimientos de agua, de los que algunos habitantes de la misma zona y del área de estudio se benefician, por lo que estos dos se relacionan como hallazgo vinculante al área de estudio.

Por lo que la delimitación queda divida en dos secciones, el polígono principal y las áreas vinculantes al sector que son; dos puntos de nacimiento de agua y las tres zonas limítrofes al área de estudio principal. (Figura 2.)

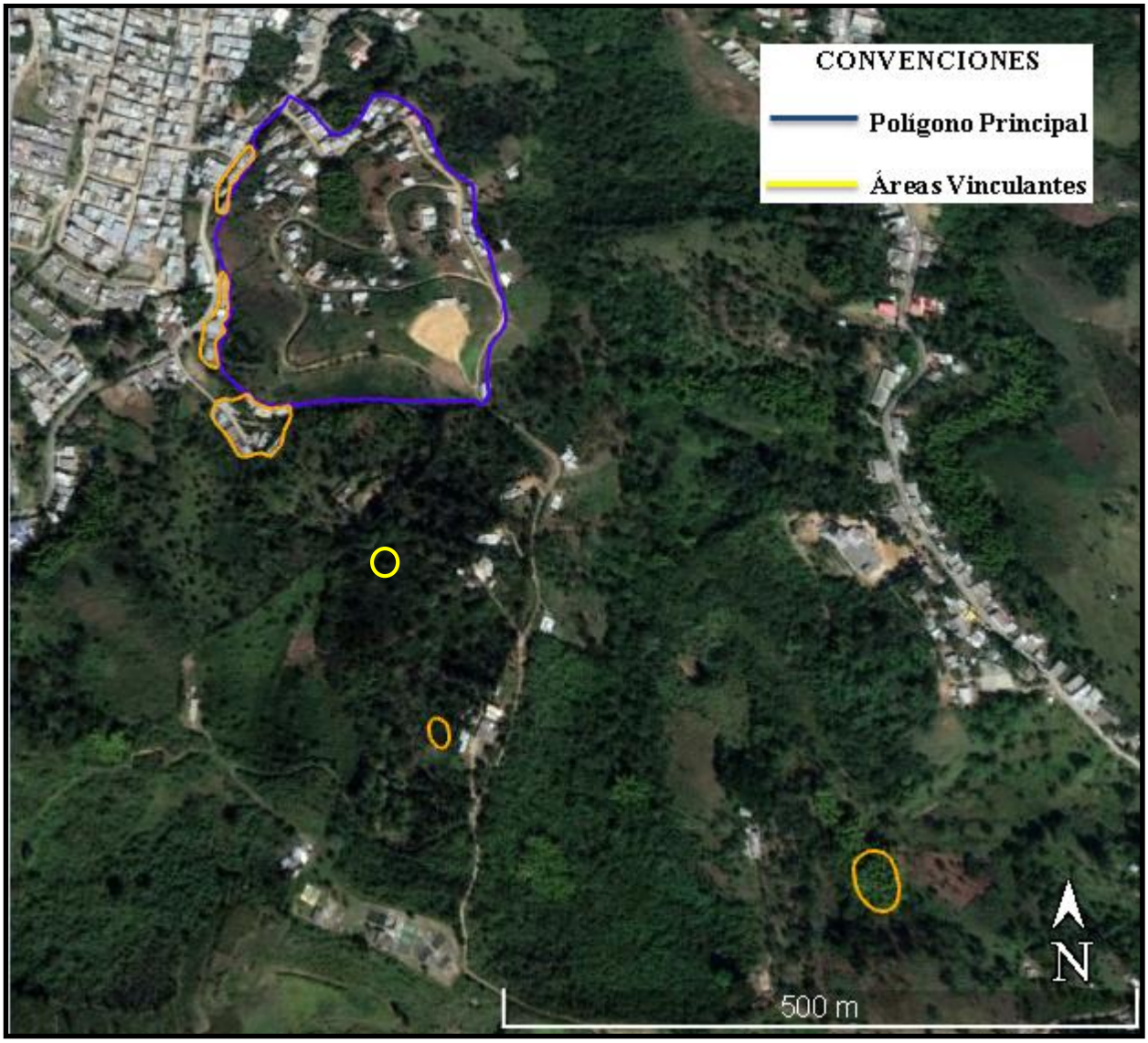


Figura 2.Delimitación final del área de estudio. Elaboración y Formulación propia.

El polígono principal cuenta con área de 6.76 ha y la suma de las 5 áreas vinculantes presentan un área aproximada de 0.67 ha

5.2. Reconocimiento actual y caracterización de los factores ambientales

Apelando como referencia a los componentes del medio físico y Socio-Económico para realizar el inventario de los factores ambientales, se puede discernir los aspectos correspondientes a estos para facilitar su identificación.

Pero además teniendo en cuenta la realización de diversas visitas al sector de interés y los conocimientos previos dispuestos en mapas temáticos actualizados sobre los temas afines, se observan ciertas características asociadas al sector mostrado en las tablas 2,3 y 4, basándose bibliográficamente en la identificación de los componentes ambientales de entornos susceptibles a recibir impactos, propuesto en el Documento de Técnico denominado como “Plan Parcial No.7”. (Gerencia Ambiental de Proyectos Ltda, 2017)

Tabla 2. *Caracterización de evaluación-Medio Abiótico*

Factor Ambiental	Aspecto	Caracterización
Suelos	Destino Económico	Agropecuario
	Uso del suelo	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Geotecnia	Estabilidad	Suelo susceptible a la erosión
		Variación en la estabilidad del terreno
Aguas superficiales	Características de las aguas superficiales	Régimen del drenaje superficial modificado
Atmósfera	Calidad del aire	Ninguna afectación significativa

Fuente: Adaptado de Amarillo s.a.s., Constructora Colpatria S.A., Non plus ultra S.A., Urbansa. (2017).

Tabla 3. *Caracterización de evaluación- Medio Biótico*

Factor Ambiental	Aspecto	Caracterización
Ecosistemas Terrestres	Flora	Modificación de la cobertura vegetal herbácea Modificación de la cobertura vegetal boscosa
	Fauna	Modificación de hábitats terrestres y corredores biológicos Modificación en la distribución de la Fauna

Fuente: Adaptado de Amarillo s.a.s., Constructora Colpatria s.a., Non Plus Ultra S.A., Urbansa. (2017).

Tabla 4. *Caracterización de evaluación-Medio Socio-Económico*

Factor Ambiental	Aspecto	Caracterización
Dimensión Demográfica	Calidad de vida	Riesgo de accidentes por movimientos en masa Tendencia a hacinamiento
Dimensión Espacial	Servicios sociales (salud, educación, vivienda, recreación, vías)	No existe equipamientos en el sector, lo que obliga a los habitantes a incurrir en desplazamientos considerables
	Servicios públicos (energía, acueducto, alcantarillado, manejo de residuos)	Alteraciones inadecuadas para obtener el servicio de acueducto Alcantarillado y Energía en servicio adecuado, sin embargo el sistema de acueducto no se encuentra formalizado.
Dimensión económica	Estructura de la propiedad	Mixtas, ligeras, y muy pocas en concreto
	Procesos productivos	Agricultura (Caracterizada principalmente por cultivos de Café, Yuca, Plátano con extensiones variables)

Factor Ambiental	Aspecto	Caracterización
Paisaje	Calidad visual	Cambio del paisaje por cobertura vegetal Calidad paisajística que permite por su altura una percepción panorámica de la ciudad, óptima para un mirador.

Fuente: Adaptado de Amarillo S.A.S., Constructora Colpatria S.A., Non Plus Ultra S.A., Urbansa. (2017).

5.2.1. Caracterización del Componente biológico.

5.2.1.1.Flora

Para la identificación de la vegetación se realizó un recorrido por el polígono principal del área de estudio, en donde la metodología que se planteó, radicó principalmente en realizar un registro fotográfico sobre la vegetación encontrada alrededor de los corredores y vías principales del sector, para así hacer su respectiva toma fotográfica para después identificar a que especie pertenecía utilizando la guía de campo “Guía de150 especies de la flora andina“ dado que esta describe las especies en referencia a índices globales como el clima, que lleva entonces a comparaciones más específicas que permiten la identificación de acuerdo con sus características morfológicas como la forma de las flores, hojas y frutos, esto representado en la tabla 5. Esta actividad no conllevo a un proceso de recolecta de especies.

.

Tabla 5.*Listado de especies vegetales encontrados en el sector Loma del Pastel.*

Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**
Musaceae	*Musa acuminata*	Plátano
Asparagaceae	*Agave*	fique
	Dracaena fragans	Árbol de la felicidad
Melastomataceae	*Tibouchina*	Arbusto de la gloria
Asteraceae	*Asteraceas*	Compuestas
	Emilia sonchifolia	Emilia
Poaceae	*Guadua angustifolia*	Guadua
Solanaceae	*Solanum quitoense*	Lulo
Cycadaceae	*Cicadacea*	Cicadáceas
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Lechero
	Manihot esculenta	Yuca
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aaquilinum*	Helecho
Urticaceae	*Urtica dioica*	Ortiga
Fabaceae	*Inga edulis*	Guama
lauraceae	*Nectandra reticulata*	Nacedero

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Iridaceae	*Gladiolus*	Gladiolo
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate
Malvaceae	*Hibiscus*	Resucitado
	Ochroma pyramidale	Balso
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayabo
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino
Pteridaceae	*Pteris sp*	Helecho
Rosaceae	*Rubus ulmifolius*	Mora
Rubiaceae	*Palicourea sp.*	No registrado
Lamiaceae	*Salvia splendens*	Salvia escarlata
Siparunaceae	*Siparuna aspera*	No registrado

Fuente: Elaboración y Formulación propia

Se identificaron 26 especies pertenecientes a 22 familias que corresponden a una cobertura de plantas relacionados con los factores climáticos del sector, siendo entonces además una vegetación de origen salvaje y de cultivo, esta última representada en el sector por una actividad con características poco invasivas que constituyen aproximadamente el 15 % del polígono principal de estudio con áreas particulares y con extensiones variables, es de notar además que en el sector la acción de las aves contribuye a la supervivencia de varias de estas especies actuando como

polinizadores y dispersores de semillas y aunque existen estas plantaciones de origen agrológico no se evidencia ningún tipo de competitividad entre las dos actividades; a continuación se presentaran algunas fotografías de la vegetación encontrada en el sector.

Figura 3.*Musa paradisiaca*. Fuente propia

Figura 4.*Agave*. Fuente propia

Figura 5. *Tibouchina.* Fuente propia

Figura 6. *Asteraceas.* Fuente propia

Figura 7. *Guadua angustifolia*. Fuente propia

Figura 8. *Cycadaceae*. Fuente propia

Figura 9. *Solanum quitoense***.** Fuente propia

Figura 10. *Sapium glandulosum***.** Fuente propia

5.2.1.2.Fauna

En referencia a las especies de animales observadas en el sector de interés, se puede resaltar cómo en la vía principal y en los corredores del sector de la Loma del Pastel prevalecen las mascotas o animales domésticos, es de notar además que en el polígono principal no existen especies de bovinos, por lo que se resalta la existencia una zona en la que se evidencia presencia y diversidad de aves. Para reconocer a estas especies con mayor precisión se optó por conseguir ayuda externa de una estudiante de Biología de decimo semestre con afinidad a esta área.

Para el avistamiento de estas aves se realizó una visita en horas de la mañana al sector mencionado y a sus áreas aledañas para así identificar la avifauna con ayuda de binoculares y una cámara fotográfica adecuada para tal fin, cuya identificación posteriormente fue corroborada mediante la guía ilustrada de Avifauna colombiana de Fernando Ayerbe cuya taxonomía además fue ratificada por la página *ebird* "*www.ebird.org*" la cual es una base de datos de observaciones sobre aves que proporciona datos en tiempo real sobre la distribución y abundancia de estas, utilizando la metodología de búsqueda libre por un sendero de 1.2 Kilómetros atreves del sector aledaño y propio a la Zona 1 entre las horas 6:30am y 9:30am, cuya información de las especies identificadas se especifica en la tabla 6.

Tabla 6.*Listado de aves del Polígono Principal de Interés*

Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán caminero
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera, garcita común
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo, chulo
Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Anguilla
Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica
	Columbina talpacoti	Tortolita, torcaza
	Zenaida auriculata	Torcaza nagüiblanca
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Quinquinas
Fringillidae	*Spinus xanthogastrus*	Semillero
Furnariidae	*Synallaxis azarae*	Piscuiz
Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina
Icteridae	*Icterus chrysater*	Chicao
	Molothrus bonariensis	Chamón parásito
	Psarocolius decumanus	Mochilero
Momotidae	*Momotus aequatorialis*	Barranquero / péndulo
Parulidae	*Setophaga fusca***	Reinita gorginaranja
Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	Gorrión común, copetón común

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero cari amarillo
	Dryobates fumigatus	Carpinterito oliváceo
	Pionus menstruus	No registrado
Psittacidae	*Ramphocelus flammigerus*	Asoma candela
Thraupidae	*Saltator striatipectus*	No registrado
	Sicalis flaveola	Canarito común
	Sporophila nigricollis	Semillero
	Stilpnia heinei	Tangara
	Stilpnia vitriolina	Tangara rastrojera
	Thraupis episcopus	Azulejo
	Volatinia jacarina	semillero volatinero
	Amazilia tzacalt	Esmeralda /colibrí
Trochilidae	*Amazilia saucerottei*	Esmeralda /colibrí
	Chlorostilbon melanorhynchus	Esmeralda coli azul
	Hylocharis grayi	Esmeralda / colibrí
	Troglodytes aedon	Cucarachero
Troglodytidae	*Myadestes ralloides*	Solitario andino
Turdidae	*Turdus ignobilis*	Mirla
	Turdus fuscater	Chiguaco / Mirla negra

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	Myiozetetes cayanensis	No registrado
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bichofué /Bienteveo
	Tyrannus melancholicus	Sirirí

Fuente. Paula Fernandez.2019

Se identificaron 40 especies de aves pertenecientes a 21 familias, encontrando que la mayoría de las estas corresponden a aves con tolerancia moderada a la antropización por lo que se puede explicar la diversidad de individuos en el sector, dada la heterogeneidad de la zona en cuanto a vegetación las que por ejemplo aprovechan los recursos de los humanos para su supervivencia como la familia Thraupidae, cuyos ejemplares se alimentan de especies como el banano (Musa paradisiaca), y los colibríes (Trochilidae) que aprovechan las plantas de jardín tales como el liberal y el resucitado (Malvaceae) como recurso alimenticio, además, la presencia de especies migratorias sugiere el lugar como una fuente de recursos (alimento, refugio) para las aves que llegan del norte, especialmente de bosques riparios, a continuación se presentan algunas fotografías (Figura 11,12,13,14) de las especies encontradas en el sector de estudio.

Figura 11. *Icterus crysater***.**
Paula Fernandez.2019

Figura 12. *Molothrus bonariensis*. Paula Fernandez. 2019

Figura 13. *Ramphocelus flammigerus y Thraupis episcopus*. Paula Fernandez.2019

Figura 14. *Turdus fuscater*. Paula Fernandez.2019

5.2.2. Caracterización del Componente físico.

5.2.2.1.Geología

La zona en donde se encuentra el Municipio de Popayán, la conforma el Valle Inter Andino del Alto Cauca, enmarcado entre el flanco occidental de la cordillera Central y el flanco oriental de la cordillera Occidental. En esta área se presentan dos expresiones topográficas: las zonas de fuertes pendientes en los flancos de las cordilleras y una zona suavemente ondulada en el Valle Inter Andino con profundos cañones originados por la disección de las principales corrientes fluviales. Esta topografía es el resultado del levantamiento de la cadena Andina
(SGS - Alcaldia Municipal de Popayan, 2015)

La intensa actividad volcánica, los fuertes movimientos orogénicos, y la acción exógena de los agentes relacionados con la intemperie, erosión y transporte que han interactuado en la zona de estudio provocan como resultado una gran diversidad de geoformas en el Municipio de Popayán, presentándose como unidades principales: laderas de montaña, colinas, Piedemonte de montañas, valles aluviales y valles coluvio-aluviales. (POT-Alcaldia Municipal de Popayan, 2005)

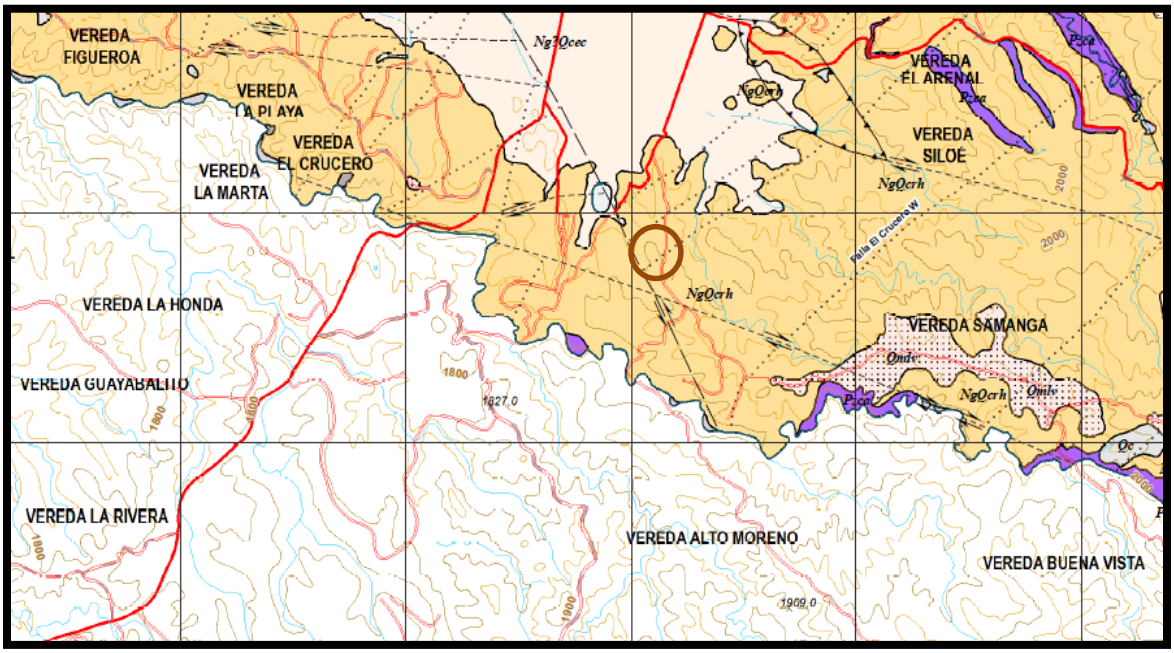


Figura 15.Clasificación por Geología. Convenio especial de cooperación SGC y Alcaldía Municipal. (2015). Nota: El interior del círculo en color rojo presente en la figura denota al área concerniente al sector de estudio.

Se define en términos de geología, que los suelos pertenecientes al área de interés comprendidos entre otros por la asociación altos de calicanto y vereda el plateado corresponde a la nomenclatura NgQcrh (Figura 15) que son suelos pertenecientes al Conjunto Río Hondo que están conformada por ignimbritas de la era cenozoica, periodo neógeno (SGS-Alcaldia Municipal de Popayan, 2015), sin embargo, según el acuerdo 006 de 2002 (de adopción del POT de Popayán), el área de estudio correspondiente a la vereda Plateado pertenece a la unidad TPpj (Figura 16.) que son rocas con Depósitos de flujos de ignimbritas de Julumito - Rio Hondo con una edad de 2.5 m.a. por otro lado el área correspondiente al Polígono de estudio Principal pertenece a la unidad Qplv que Son depósitos de flujos de ceniza de caída con espesores aproximadamente de 40 metros.

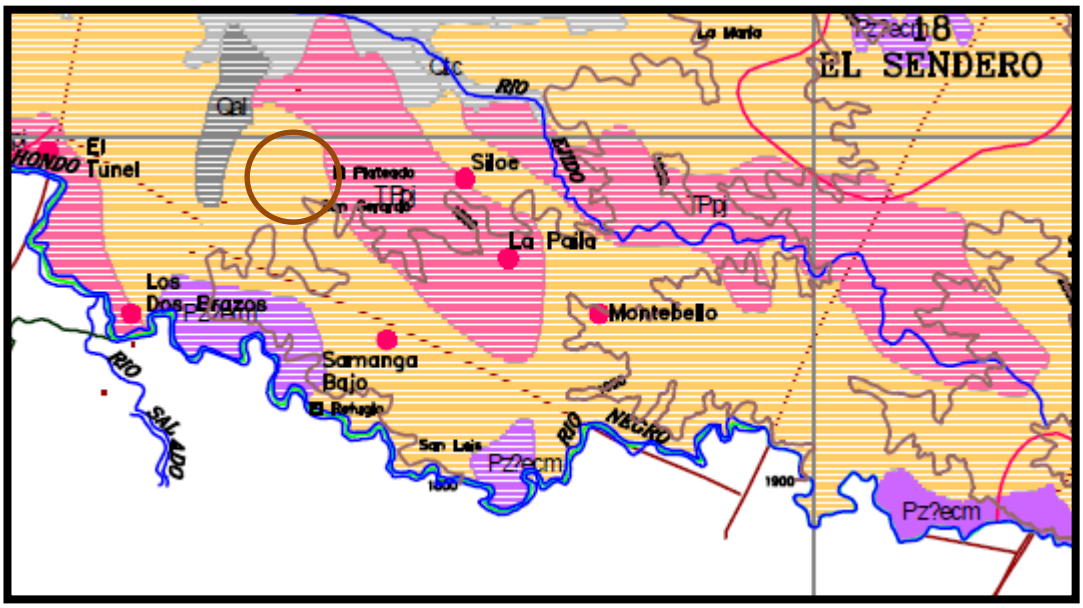


Figura 16.Unidades Geológicas Municipio de Popayán. Plan de Ordenamiento Territorial (2002).
Nota: El interior del círculo en color rojo presente en la figura denota al área concerniente al sector de estudio.

5.2.2.2.Geomorfología

El reciente Estudio de Amenaza por movimiento del municipio de Popayán en masa (SGS-Alcaldia Municipal de Popayan, 2015) clasificó geomorfológicamente los predios donde se ubican las áreas de interés como geoformas generadas por vulcanismo, las cuales han sufrido diversos grados de efectos por denudación.

Para el caso específico de las áreas vinculantes que contienen los nacimientos de agua se habla de una geoforma con nomenclatura vlr (Figura 17.) que son geoformas elongadas con un patrón de drenaje sub-paralelo, sobre materiales volcánicos, con lomas disectadas, convexas y cimas redondeadas limitadas por laderas cortas (50 m a 250 m) a moderadas (250 m a 500 m), con inclinación de moderada (11° a 20°) a abrupta (20° a 45°)

El área concerniente a la Loma del Pastel tiene como características la geoforma anteriormente descrita con nomenclatura vlr pero además también vcr (Figura 17.) que es una geoforma abombada de baja altura, que ha quedado parcialmente aislada de la zona montañosa por efectos de meteorización, erosión y movimientos en masa con alto grado de meteorización, generándose con frecuencia suelos residuales con laderas cortas (50 m a 250 m) a moderadas (250 m a 500 m) y su pendiente es de moderada (11°a 20°) a abrupta (20° a 45°).

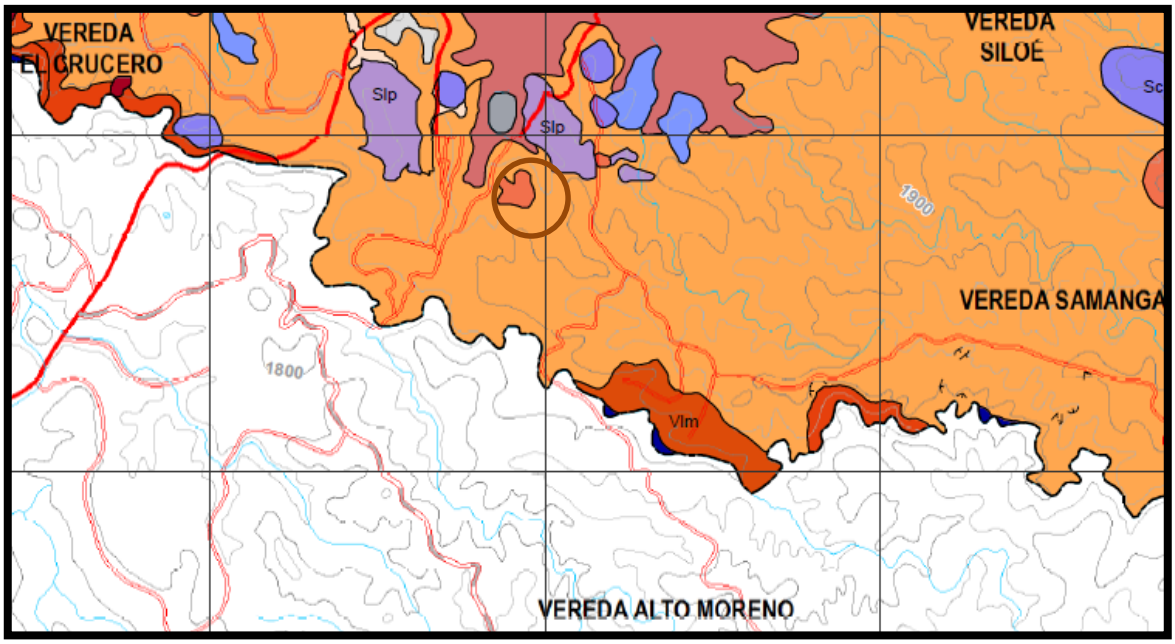


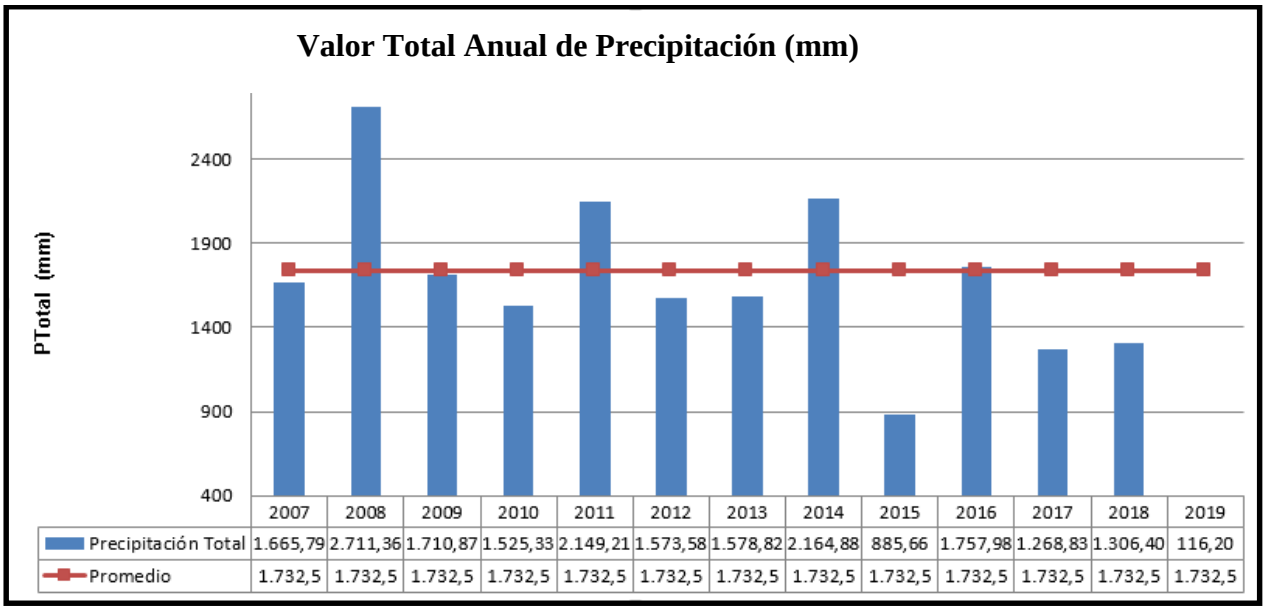
Figura 17.Mapa de subunidades geomorfológicas. Convenio especial de cooperación SGC y Alcaldía Municipal. (2015). Nota: El interior del círculo en color rojo presente en la figura denota al área concerniente al sector de estudio.

5.2.2.3.Clima

Para la obtención de las variables climáticas se opta por consultar la información existente dada la estación meteorología en funcionamiento de la universidad del cauca, la cual contiene

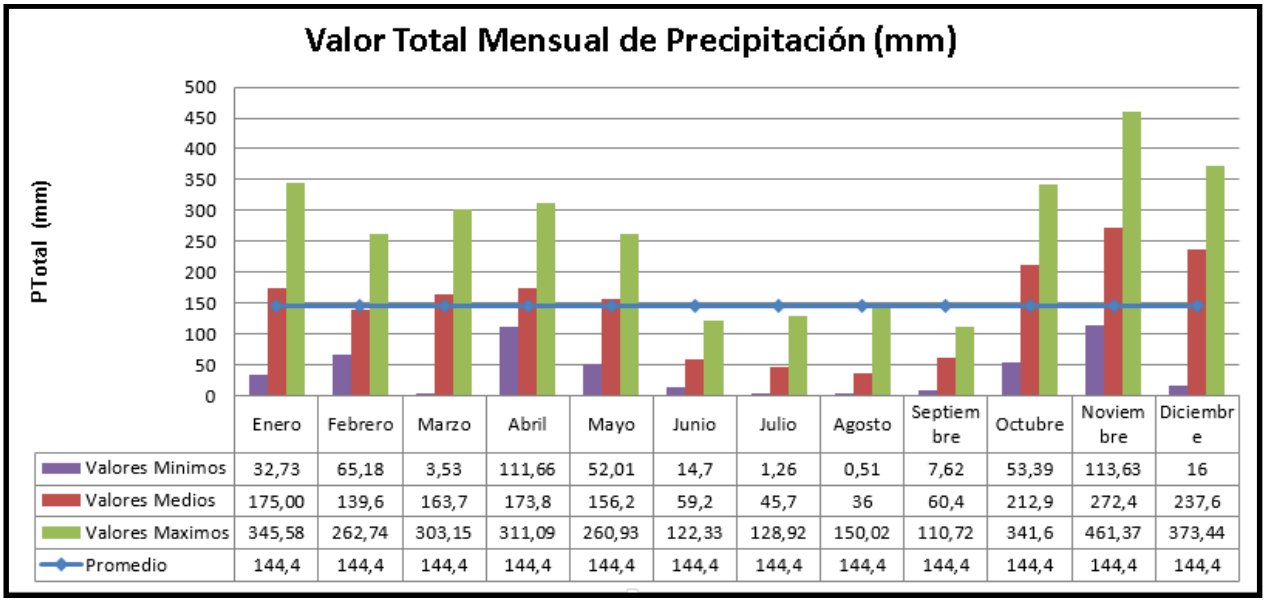
datos como Temperatura, Humedad relativa, Precipitación entre otros desde el año 2007 hasta el mes de diciembre del presente año.

Según los datos se puede observar como la precipitación promedio anual y total es de 1.732,5mm que los años 2008, 2011 y 2014 presentaron una precipitación total por encima de los 2.000mm, por otro lado se puede observar como los meses noviembre y diciembre del presente año han sido los más lluviosos generando un aumento de caudal de los nacimientos y quebradas pero sin repercusiones negativas en el sector poblado de la Loma del pastel, en cuanto a la temperatura se puede observar como el promedio desde los inicios de este estudio hasta la actualidad es de 18.7ºC, la temperatura máxima promedio es de 28.5ºC y la temperatura mínima es de 11.7ºC, mostrando esto en las figuras 18,19,20 y 21.



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Precipitación Total	1.665,79	2.711,36	1.710,87	1.525,33	2.149,21	1.573,58	1.578,82	2.164,88	885,66	1.757,98	1.268,83	1.306,40	116,20
Promedio	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5	1.732,5

Figura 18.Valor Total Anual y promedio de Precipitación Popayán, Cauca. Estación Climática Universidad del Cauca -Variables Climáticas



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Valores Minimos	32,73	65,18	3,53	111,66	52,01	14,7	1,26	0,51	7,62	53,39	113,63	16
Valores Medios	175,00	139,6	163,7	173,8	156,2	59,2	45,7	36	60,4	212,9	272,4	237,6
Valores Maximos	345,58	262,74	303,15	311,09	260,93	122,33	128,92	150,02	110,72	341,6	461,37	373,44
Promedio	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4	144,4

Figura 19.Valores Mensuales de Precipitación Popayán, Cauca. Estación Climática Universidad del Cauca - Variables Climáticas

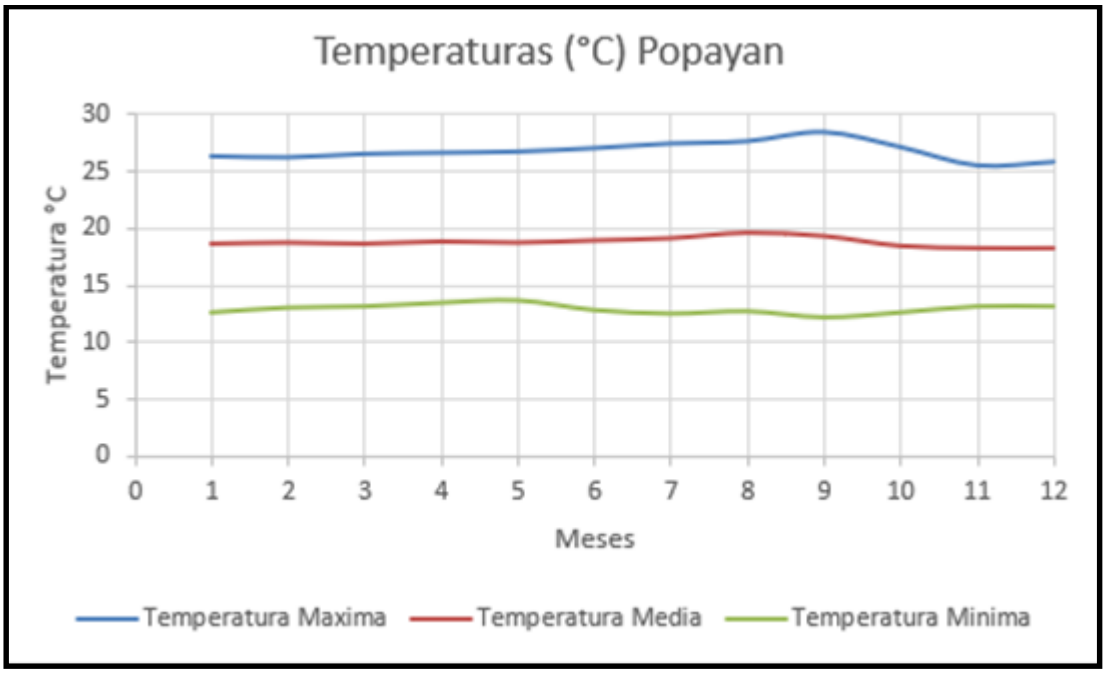
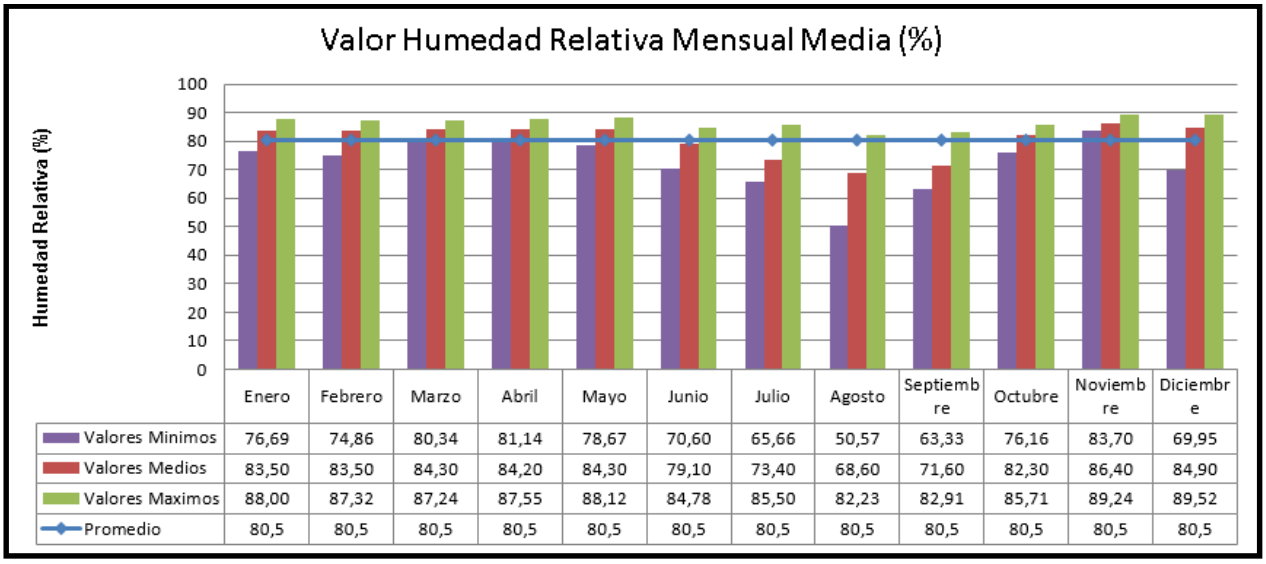


Figura 20.Temperatura Promedio Mensual Popayán, Cauca. Estación Climática Universidad del Cauca - Variables Climáticas



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Valores Minimos	76,69	74,86	80,34	81,14	78,67	70,60	65,66	50,57	63,33	76,16	83,70	69,95
Valores Medios	83,50	83,50	84,30	84,20	84,30	79,10	73,40	68,60	71,60	82,30	86,40	84,90
Valores Maximos	88,00	87,32	87,24	87,55	88,12	84,78	85,50	82,23	82,91	85,71	89,24	89,52
Promedio	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5

Figura 21.Humedad Relativa Mensual Popayán, Cauca. Estación Climática Universidad del Cauca - Variables Climáticas

5.2.1. Caracterización del Componente químico

Para la determinación de la calidad físico-química del agua de los dos nacimientos encontrados en la Vereda el Plateado, se llevaron a cabo tres muestreos correspondientes a los dos nacimientos y otro punto en referencia a un sector más bajo para determinar la incidencia de algunas viviendas sobre este.

Las muestras colectadas fueron analizadas por el personal de laboratorio de la Corporación autónoma regional del Cauca (CRC), cuyo reporte de resultados se presenta en la tabla 7 y en el anexo 8.

Tabla 7. *Identificación de las Muestras*

Código Muestra	Sitio de Muestreo	Coordenadas Geográficas de Muestreo
1192	Punto 1, Nacimiento	2.418042, -76.608306
1193	Punto 2, Nacimiento	2.419335, -76.611770
1194	Punto 3, Quebrada de Nacimiento dos	2.420199, -76.611954

Fuente: Modificado de Reporte de Resultados-Muestra de Agua, Solicitud No: 392. (2019).

Tabla 8. *Resultados análisis de agua de nacimientos vereda Plateado.*

Variable	Unidades	Resultados		
		1192	**1193**	**1194**
pH	Unidad	6.88	6.74	6.23
Conductividad	µS/cm	34.4	37.3	41.0
DBO_5	mg/L	<10	< 10	< 10
DQO	mg/L	16.6	< 15	< 15
SST	mg/L	317	71.3	240
Color	UPC	102	20	55
Turbiedad	UNT	5.77	0.69	4.18
Dureza	mgCaCO3/L	11.4	7.9	5.8
Alcalinidad	mgCaCO3/L	17.2	11.9	10.0
Ortofosfatos	mg PO4-P/L	<0.1	<0.1	<0.1
Nitritos	mg NO2-N/L	0.02	<0.02	<0.02
Nitratos	mg NO3-N/L	0.14	<0.1	0.17
Coliformes Totales	Ufc/100ml	42400	8500	3600
Coliformes Fecales	Ufc/100ml	300	100	100

Fuente: Reporte de Resultados-Muestra de Agua, Solicitud No: 392. (2019).

Es importante aclarar que el agua de estos dos nacimientos es usada para consumo humano y en algunos casos como fuente receptora de aguas residuales, por lo que sus características Físico-Químicas pueden ser analizadas tanto por la resolución 2115 del 2007 de agua potable y por la Resolución 631 del 2015 la cual establece los valores límites máximos permisibles sobre vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales.

pH: Para este caso se puede observar como el pH de estos puntos de muestreo es acido, siendo esto explicado probablemente por la adición de ácidos débiles al cuerpo de agua, provenientes del proceso de mineralización de la materia orgánica del suelo (Galvin, 2014) en diferente medidas para estos casos, observando como por el ejemplo en la muestra numero 1194 una acidez mayor debido a la notable presencia de materia orgánica en el suelo, pero además si se tiene en cuenta que el intervalo para la proliferación y desarrollo de la vida acuática esta entre 6.5-8 unidades de pH (Castro, 2014) se puede observar que los dos puntos de nacimiento favorecen este establecimiento satisfactoriamente.

Conductividad: Dado que los valores de conductividad del agua natural están principalmente asociados a el terreno que atraviesa y por la posibilidad de disolución de rocas o materiales, se puede observar como en este caso que los valores que arrojan los puntos muestreados están por debajo de las centésimas, por lo que se puede inferir por ejemplo que esta agua no atraviesa un medio calizo sino un medio de granito, representando entonces un agua pura o de montaña, debido a la baja presencia de especies iónicas o minerales con una carga eléctrica. (Galvin, 2014)

DBO_5: Si se tiene en cuenta que este parámetro es el de mayor significancia para determinar la carga polucional que puede ser generada por un vertimiento de desechos domésticos, se puede

observar como en la tabla 9 las tres muestras con No 1192, 1193 y 1194 presentan una demanda biológica de oxígeno en cinco días menor a 10 mg/L, indicando en primacía que estas muestras tienen condiciones bajas de contaminación, más sin embargo esto se puede verificar gracias a la función de calidad publicada por Viña G. (Viña G., 1997), en la que se verifican los valores de DBO_5 y mediante una gráfica o la formula $IDOB = -0{,}05 + 0{,}7LogDBO$ apreciando como para valores bajos que tiende a cero indican una buena calidad de agua o si tiende a uno se puede determinar muestra una calidad de agua contaminada. Las cuales para estos casos las muestras presentan un índice de calidad baja.

DQO: Es importante tener en cuenta que este parámetro determina el contenido de la materia orgánica de una muestra de agua y a diferencia de la DBO esta prueba oxida la mayoría de las sustancias orgánicas utilizando una sustancia química y no microorganismos por lo que la DQO presenta valores mayores que la DB0 debido generalmente a lo anteriormente mencionado, aunque la presencia de sustancias toxicas también hacen a la muestra resistente a la degradación, observando así que para estos puntos de muestreo estas presentaban valores inferiores a 15mg/L de demanda química de oxígeno a excepción de la muestra No 1192 que presento un valor de 16.6 mg/L pero que en conclusión estos valores no representan ninguna anormalidad y además no sobrepasan los niveles máximos estipulados en la resolución 631 de 2015 para aguas residuales domesticas

SST: Si se tiene en cuenta que el valor máximo permisible para este parámetro en cuanto a vertimientos puntuales de aguas residuales domesticas es de 100 mg/L según la resolución 631 del 2015 se puede considerar que los puntos 1 y 3 no cumplen con dicha normativa, esto debido

principalmente a que en el punto 1 al momento de tomar la muestra se encontró que el agua del nacimiento fue canalizada y con una caía al suelo desde una altura aproximada de dos metros, lo que provoca un flujo solidos sobre el cuerpo poco profundo de agua del que se tomó la muestra, en cuanto al punto tres se observa como posiblemente la incidencia humana que ocasiono una alteración al flujo natural del líquido con finalidad de instalar mangueras para obtener agua influyo en estos resultados.

Color: Si se tiene en cuenta que el color y los sólidos disueltos en el agua son variables que posiblemente estén relacionadas se puede entonces observar para este caso la existencia de una relación lineal en los resultados de las tres muestras, justificando entonces que ninguno de los tres valores cumple con la normatividad para agua de uso potable, pero que además según la RAS 2000 título c estos niveles de color evidencian como las muestras No 1192 y 1193 son fuentes de agua cruda muy deficientes en caso de desear un tratamiento para potabilización.

Turbiedad: Apoyándose en la resolución 2115 del 2007 para valores máximos de parámetros físicos de agua para consumo humano (máximo valore de turbiedad: 2 UNT), nos damos cuenta que solo la muestra del Nacimiento dos cumple con lo establecido, dado que su valor es de 0.69 Unidades Nefelometricas, en cuanto a las dos muestras restantes nos podemos dar cuenta como estas no superan 6 UNT lo que nos indica según la RAS 2000 Titulo c que esta fuente de agua es regular, indicando una posible afectación por descarga de aguas residuales domestica mínima o que estos valores se deben probablemente a el flujo de escorrentía provenientes de la erosión en la parte alta de los nacimientos evidenciando así la presencia de Solidos Suspendidos Disueltos.

Dureza: Teniendo en cuenta que los valores para la Dureza de las muestras No 1192, 1193 y 1194 están muy por debajo de los valores máximos permisibles según la resolución 2115 del 2007 se puede indicar que esta agua es de tipo blanda conteniendo mínimas cantidades de sales disueltas en el agua y que no es necesaria tratarla para contrarrestar dicho paramento en caso de uso doméstico por lo que esta no representa ningún problema sanitario.

Alcalinidad: Debido a que la dureza de las tres muestras es blanda no se espera una alcalinidad fuerte puesto que esta se refiere a la presencia de sustancias básicas, principalmente, sales de ácidos débiles o bases, (Ramirez, 2011) por lo que además estas se encuentran dentro del límite permisible por la resolución 2115 del 2007 (Valor máximo aceptable 200 mg/L) especificando que los valores para las muestras con No 1192, 1193 y 1194 son 17.2, 11.9 y 10.0 mg$CaCO_3$/L

Nitritos y Nitratos: El control de estos parámetros es de gran importancia puesto que las huellas de nitrito son formadoras de ácido nitroso en solución ácida, cuya mezcla con aminas secundarias forma las nitroso-aminas las cuales son cancerígenas, en cuanto a los nitratos la presencia de este parámetro en el agua puede causar metahemoglobina (color azul en la piel) en los infantes por lo que su control es de suma importancia.

En referencia a estos parámetros para las tres muestras se encontró que estos valores dentro de los valores límites permisibles para el consumo humano, pero además esto indica que existe muy poco o nula contaminación por pesticidas o por actividades agrícolas, por lo que además el valor bajo de nitratos indica poca descomposición de materia vegetal.

Coliformes Fecales: Este indicador es de suma importancia dado que este revela contaminación por bacterias o por virus de carácter patógeno comúnmente encontrado en las heces humanas y de animales, hallando entonces que en las muestras No 1193 y 1194 presentan 100 Ufc/100mL y la muestra 1192 tiene 300 Ufc/100mL indicando entonces una condición de alerta por contaminación de estas muestras, (Delgado, 2003) dado que la condición aceptable para agua potable es la ausencia de Coliformes por lo que estas pueden afectar la salud humana ocasionando trastornos gastro-intestinales, irritación de ojos.

La capacidad de reproducción de los Coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. Algunos géneros son autóctonos de aguas con residuos vegetales, como hojas en descomposición además pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable.

Coliformes Totales: Los Coliformes totales se relacionan con los fecales, dado que estos últimos forman parte de los primeros, encontrando que los coliformes totales comprenden a todos los bacilo Gramnegativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, conformado por 4 géneros principales *Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsiella,* mientras que los coliformes fecales no incluyen una especie determinada aunque la más prominente es *Escherichia coli,* por lo que estos valores son más altos y no necesariamente con la misma relación si se tratan entre las mismas muestras para estos parámetros. (Delgado, 2003)

Teniendo en claro que no se admite ninguna unidad formadora de colonia en 100 mL de la muestra según la resolución 2115 del 2007 notamos entonces que ninguna cumple con dicho

límite admisible, pero más sin embargo si se nota como la muestra 1192 cuenta con 42400 Ufc/100ml indicando una mala calidad de agua y una mayor probabilidad de transmisión de enfermedades especialmente si el uso de esta agua se da en estado crudo.

5.3. Caracterización del componente Socio-Economico y Ambiental

Primero se llevó a cabo el conteo de las viviendas que se encuentran dentro del perímetro principal de estudio de la Loma del Pastel, gracias a el mapa de Riesgos por movimientos en masa del trabajo (Zonificación de Amenaza, Vulnerabilidad y riesgo físico por movimientos en masa en 17 zonas del municipio de Popayán) el cual debido a su escala permite individualizar las viviendas existentes en el sector de estudio , obteniendo un resultado de 80 casas; para posteriormente determinar el tamaño de la muestra mínima mediante la fórmula de cálculo de muestra de poblaciones finitas (Torres,Paz, Salazar, 2018), del siguiente modo:

$$n = \frac{Z^2 * \mathrm{p} * \mathrm{q} * \mathrm{N}}{(\mathrm{N} * e^2) + (Z^2 * p * q)}$$

Dónde:

- Z = Nivel de confianza = 90% = 1,65
- q = Probabilidad de fracaso = 0,5
- p = Probabilidad de éxito = 0,5
- N = Población de estudio = 80
- e = Error de estimación = 0,1
- n = Tamaño de Muestra

$$n = \frac{1{,}65^2 * 0{,}5 * 0{,}5 * 80}{(80 * 0{,}1^2) + (1{,}65^2 * 0{,}5 * 0{,}5)} = 36{,}8 \approx 37$$

Pero dadas las condiciones favorables de los días en que se realizaron las encuestas se llevaron a cabo 42 muestras que elevan el nivel de confianza a casi un 95%, estando las encuestas compuestas inicialmente por 13 preguntas de las cuales se sistematizaron 11, puesto que las respuestas a estas dos restantes fueron todas respondidas unificadamente por lo que se especificara a continuación cada pregunta pertinente, con algunas convenientemente cruzadas para permitir analizar y entender el estado Socio-Económico y Ambiental del sector de interés.

1-**Genero**

Al momento de realizar la encuesta se nota una relación igualitaria entre el género sexual de los encuestados, esto debido principalmente a dos factores que son el hacinamiento tendencial del sector, puesto que en un poco más del 31% de las viviendas encuestadas viven seis o más personas en casas que en general cuentan con dos o tres habitaciones y el lugar de trabajo, y el factor de que muchas familias se dedican a la agricultura en el sector de interés , observando entonces como los resultados se sistematizan en 52.4% Hombres y 47.6% Mujeres. (Figura 22)

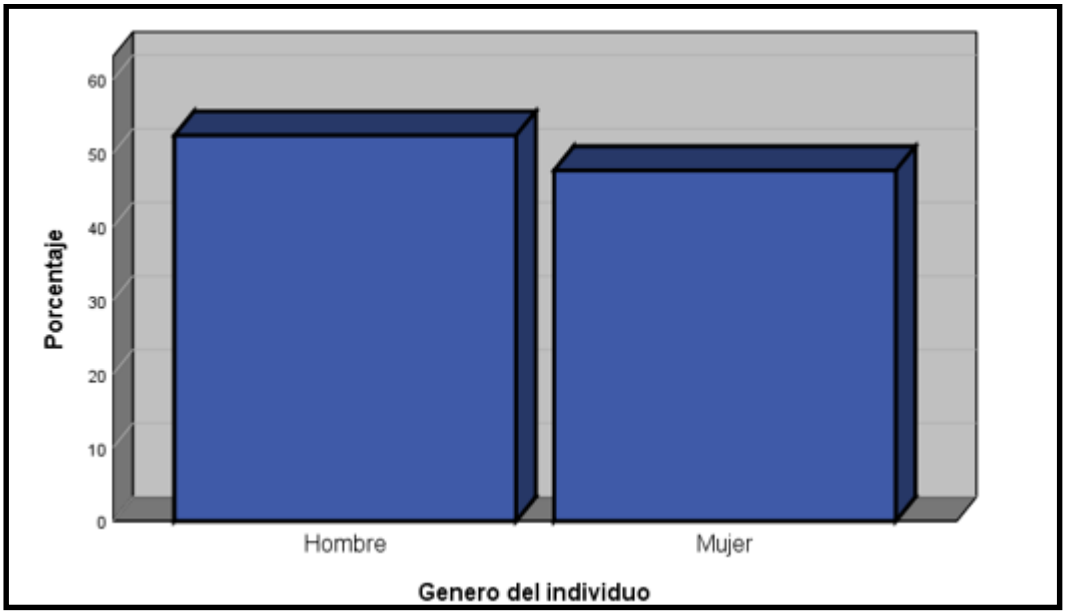


Figura 22. Genero del Encuestado. Elaboración y Formulación propia

2- **Edad del Individuo Encuestado**

Con esta no se puede determinar si la población es joven o no, sino que determina la disposición o estancia en la vivienda por tres rangos de edades de los individuos encuestados, es decir por ejemplo un 45.2% de los sujetos encuestados tenían un rango de edad entre 18 y 30 años (Figura 23.) y apaleando a que no encontré casos en que una persona por su edad avanzada o adultos delegaran la encuesta a una persona lozana se puede inferir que la población que permanecen el transcurso del día en las viviendas es joven o adulta.

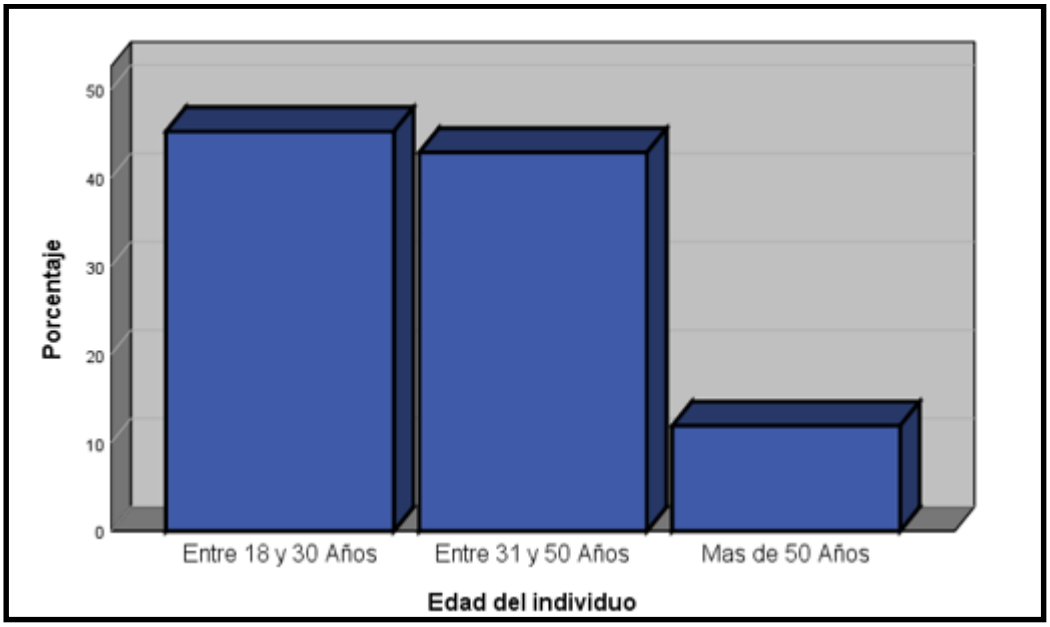


Figura 23. Edad del Individuo Encuestado. Elaboración y Formulación propia

3- **Procedencia del Individuo**

En la tabla 9 se puede observar la relación de procedencias del individuo o en analogía la procedencia de la familia del encuestado, encontrando que la mayoría de los habitantes provienen de otro municipio del Cauca con un 71.4% y los habitantes restantes de otros barrios de Popayán u otro municipio de Colombia con porcentajes equivalentes.

Tabla 9. *Procedencia del Individuo.*

Procedencia	**Frecuencia**	**Porcentaje**	**Porcentaje válido**	**Porcentaje acumulado**
Popayán	6	14,3	14,3	14,3
Otro Municipio del Cauca	30	71,4	71,4	85,7
Otro Municipio de Colombia	6	14,3	14,3	100,0
Total	42	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración y Formulación propia

4 - **Nivel Educativo**

Se puede tener en cuenta que las frecuencias de las edades de los individuos se agrupan en mayor medida entre los rangos 18 - 30 y 31 - 50 años y que además ocurre de forma similar esta agrupación de frecuencias con el nivel educativo, que se congregan entre Bachillerato y Primaria respectivamente, concibiendo entonces que para rangos de edades superiores los individuos respondieron mayoritariamente a que solo llegaron hasta primaria, más exactamente el 73 % de las personas respondieron siguiendo la anterior relación, por lo que esa costumbre educativa debido a su entorno social también se ve reflejada en la generación más joven del sector, mostrando una medida concerniente a que el 45,2 % de estos individuos encuestados cuentan con un nivel educativo que refiere al título de bachiller.

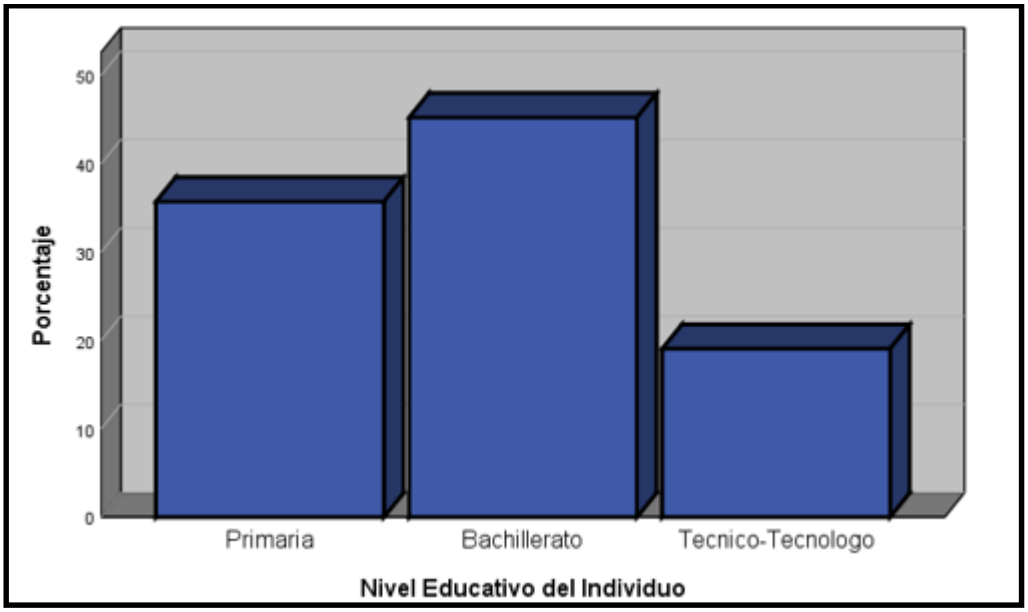


Figura 24. Nivel Educativo del Individuo. Elaboración y Formulación propia

5- **Tenencia y uso de la vivienda**

En la tabla 10 se puede ver como la porción de viviendas que son arrendadas cuenta con un porcentaje mayor de uso multipropósito, es decir casas con alguna actividad comercial que para el sector refiere a tiendas que beneficial el flujo económico del sector, por otro lado se observa entonces como el 81.8% de las personas que tienen casa propia no llevan a cabo ninguna actividad comercial.

Tabla 10. *Tabla cruzada, Tenencia y uso de la vivienda*

			Casa Propia o Arrendada		**Total**
			Propia	Arrendada	
Uso de la Vivienda	Solo Vivienda	Recuento	27	6	33
		% dentro de Uso de la Vivienda	81,8%	18,2%	100,0%
	Uso Multipropósito	Recuento	6	3	9
		% dentro de Uso de la Vivienda	66,7%	33,3%	100,0%
Total		Recuento	33	9	42
		% dentro de Uso de la Vivienda	78,6%	21,4%	100,0%

Fuente: Elaboración y Formulación propia

De la misma manera se puede analizar si en este caso existe una dependencia entre la pregunta sobre si la vivienda es propia o arrendada y el nivel educativo del individuo, puesto que este podría estar relacionado con las posibilidades de vinculación laboral y de ingreso del individuo y en esta medida la posibilidad de adquirir un servicio de vivienda propia o arrendada, por lo que se instaura y se analiza la tabla cruzada entre estas dos preguntas.

En la tabla 11 encontramos una tendencia, puesto que los individuos con el nivel educativo Primaria cuentan con vivienda propia en un 66.7% mientras que las personas encuestadas que son Bachilleres tiene un porcentaje de vivienda propia de 84.2% y las personas con un nivel educativo Técnico o Tecnólogo refieren a un 87.5% de vivienda propia, por lo que se observa una predisposición de tenencia en el lugar de estudio que dicta que entre el nivel educativo sea más alto aumenta el porcentaje de tenencia de individuos con vivienda propia.

Tabla 11. *Tabla cruzada entre Nivel Educativo y Tenencia de la Vivienda*

		Tenencia de vivienda		**Total**
		Propia	Arrendada	
Nivel Educativo del Individuo	Primaria	10	5	15
	Bachillerato	16	3	19
	Tecnico-Tecnologo	7	1	8
Total		33	9	42

Fuente: Elaboración y Formulación propia

6-**Tiempo que vive el encuestado en el sector.**

Es importante resaltar la importancia de la veracidad de las encuestas, y puesto que la mayoría de las personas indagadas han vivido en el sector de 1 a 5 años en adelante, (Figura 25) se puede afirmar que los resultados de las encuestas tienen fundamentos, puesto que los habitantes encuestados han podido observar los problemas y la forma en que se ha desarrollado el sector de estudio principal.

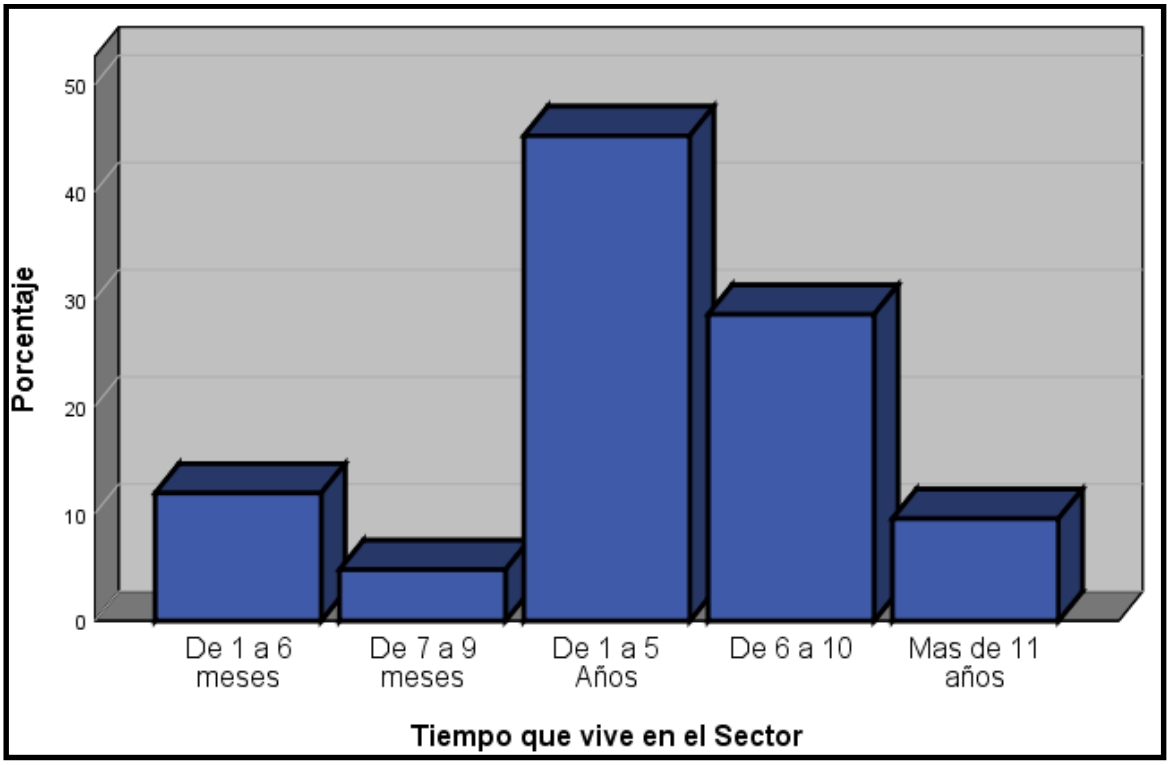


Figura 25. Tiempo que vive en el sector. Elaboración y Formulación propia

7-**Lugar de obtención del agua**

El sector de interés presenta ciertas características físicas y sociales que se representan en cierto fenómeno para la obtención de agua de consumo humano, gran parte en consecuencia de que la Loma del Pastel no es un barrio sino una asociación de viviendas por lo que la adquisición del líquido vital no se puede realizar de manera legal, derivando a que este servicio realice en mayor medida gracias a la derivación de un tubo acueducto que se dirige de forma más cercana al barrio Tejares.

Pero además, a causa de la topografía del terreno el agua no llega adecuadamente a los sectores más lejanos y/o altos del área de interés puesto que la que la presión del agua no es suficiente para abastecer a todo el sector de interés principal , ocasionándose que exista

periosidad para la obtención de este servicio, aunque para algunas viviendas esta no es una opción debido a su altura y lejanía ,optando entonces por abastecerse de alguno de los nacimientos de agua encontrados en cercanía al área de estudio.

El desconocimiento de algunas personas encuestadas del origen de la obtención de líquido, se puede deber a que como por el servicio no se devenga ningún dinero, este no es un tema de mucho interés para algunos habitantes y mucho más para individuos que hace poco viven en el sector en calidad de arrendatarios. La Figura 26 muestra las características anteriormente descritas.

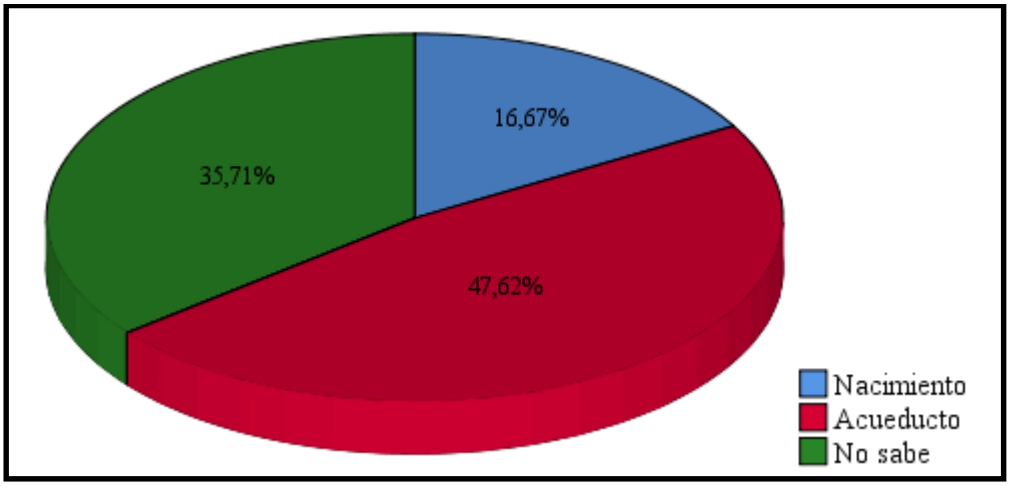


Figura 26.Lugar de obtención de agua. Elaboración y Formulación propia

8- **Número de habitantes por vivienda**

Según los datos obtenidos en la encuesta se puede observar como el número de habitantes por viviendas se agrupan entre 4 y 6 individuos, (Figura 27) sumando entre estos un 88% de la población total encuestada, además se puede recalcar como la mediana o el promedio es de 5.2

personas, siendo está más alta que el boletín técnico que refiere al tamaño promedio de los hogares en Colombia realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018) que es de 3.1 personas, encontrando entonces que el sector probablemente es susceptible a la existencia de hacinamiento.

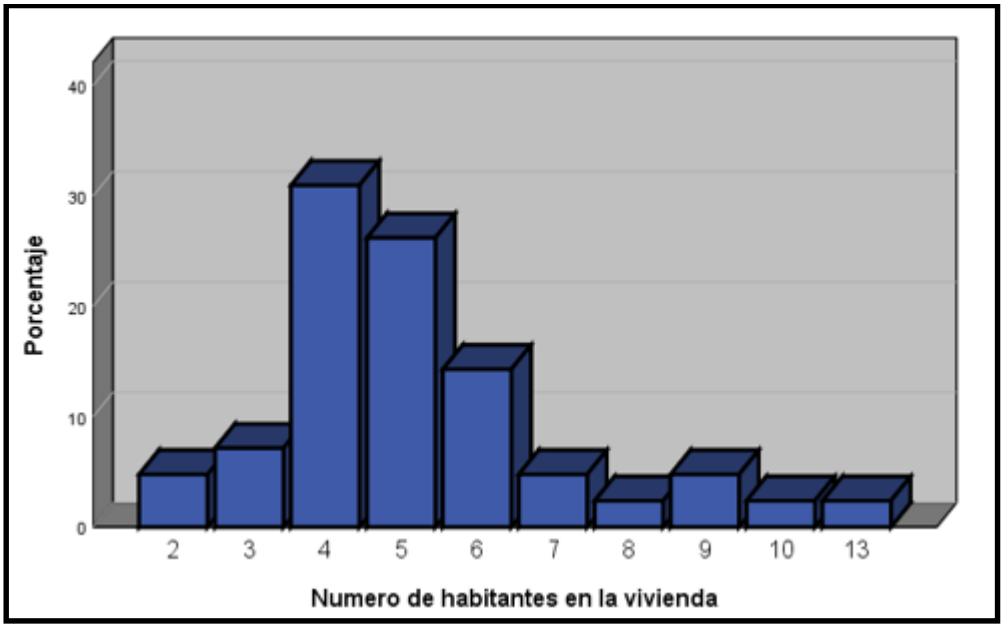


Figura 27.Número de habitantes por vivienda. Elaboración y Formulación propia

9- **Número de habitantes menores de edad por vivienda**

En la figura 28 se puede observar como el número de menores de edad que habitan las viviendas del sector de la Loma del Pastel se agrupa mayormente entre 1, 2 y 3 personas acumulando entre estos un 88.2%, también se puede especificar el dato de la media o promedio del sector que es de 2.0 personas menores de edad por vivienda.

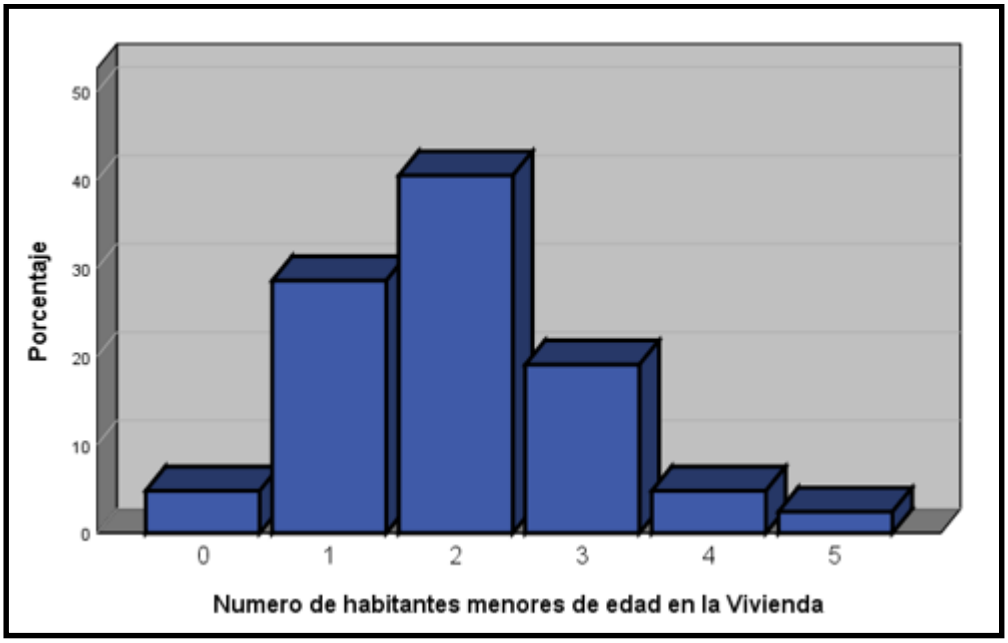


Figura 28.Número de habitantes menores de edad por vivienda. Elaboración y Formulación propia

10. **Servicios Ambientales reconocidos en la zona**

Como información relevante, en la tabla 12 se puede referir que el servicio ambiental de oferta recreacional fue el más identificado por los habitantes del sector dado que en la zona alta existe un área que es usada mayormente como cancha de futbol y lugar de avistamiento, en el que se puede observar a casi toda la ciudad de Popayán.

El servicio ambiental menos reconocido en el sector de interés es la oferta de Materia Prima como Madera, Leña y Forraje que aunque existe en el lugar es muy poco usado también se puede observar de manera similar que el servicio de oferta hídrica representado por los nacimientos de agua no es muy reconocido a consecuencia de su poco uso, puesto que la mayoría de la población del sector se abastece de agua gracias a una ramificación del sistema de acueducto como se mencionó de manera más detallada anteriormente.

Tabla 12. *Servicios Ambientales reconocidos en la zona*

Servicio Ambiental	**Reconoce el Servicio Ambiental**			
	Si		No	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Oferta Hídrica	15	35.7	27	64.3
Oferta Recreacional	35	83.3	7	16.7
Materia Prima, Madera, Leña, Forraje	10	23.8	32	76.2
Producción de Alimentos	30	71.4	12	28.6
Refugio de Especies	23	54.8	19	45.2

Fuente. Elaboración y Formulación propia.

11- **Identificación del encuestado como factor principal de la existencia de la Amenaza por movimiento en masa**

En la figura 29 advertir como el 52.4% de las personas encuestadas piensan que el factor principal de la existencia de la amenaza por movimiento en masa es debido a factores naturales, seguido por un 40.5% que representa la identificación de factores antrópicos y natural.

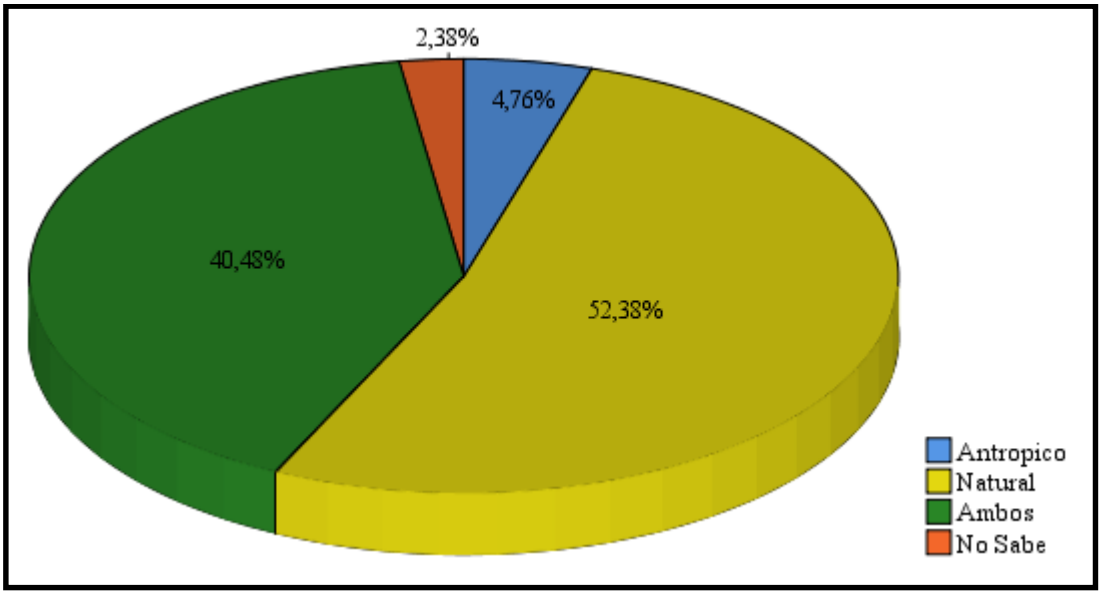


Figura 29.Identificacion del Encuestado de la causa principal de la existencia de Amenaza por movimiento en masa. Elaboración y Formulación propia.

Teniendo en cuenta que la amenaza natural también tiene elementos de participación humana que provocan que esta aumente su nivel de ocurrencia o se establezca, se determina la inclusión de este ítem en la encuesta debido a que en el sector de interés la intervención antrópica existe, como por ejemplo el de las actividades tales como el de cortes de talud en la parte baja de cimas y rellenos en costados de una loma para edificación.

Asumiendo la posibilidad de la existencia de un relacionamiento entre la pregunta de la encuesta anteriormente estudiada y el nivel educativo del encuestado, se establece una tabla cruzada entre estas dos, (Tabla 13) dado que el nivel educativo podría estar conectado con el conocimiento de la existencia de un evento amenazante.

Tabla 13. *Tabla cruzada entre Nivel Educativo e identificación de factores relacionados con la amenaza por movimiento en masa*

Nivel educativo		**Que causas identifica como factor principal de la existencia de amenaza por movimiento en masa**				**Total**
		Antrópico	Natural	Ambos	No Sabe	
Primaria	Recuento	1	8	5	1	15
	%	6,7	53,3	33,3	6,7	100,0
Bachillerato	Recuento	0	11	8	0	19
	%	0,0%	57,9%	42,1%	0,0%	100,0%
Tecnico-Tecnologo	Recuento	1	3	4	0	8
	%	12,5%	37,5%	50,0%	0,0%	100,0%
Total	Recuento	2	22	17	1	42
	%	4,8%	52,4%	40,5%	2,4%	100,0%

Fuente: Elaboración y Formulación propia

Observando la anterior tabla se puede establecer la existencia de un carácter tendencial en el que se evidencia que para el nivel educativo Primaria las personas respondieron en general que las afectaciones principalmente tenían origen natural seguido por ambos y una persona estableció no saber o entender sobre el tema, siguiendo el análisis se puede determinar que los individuos con nivel educativo Bachillerato establecieron una tendencia similar a la anterior pero con la salvedad de que ninguno opto por responder que no sabía o no entender sobre el tema, pero más sin embargo los habitantes que han obtenido algún título a nivel de técnico o tecnólogo respondieron en primacía que los factores principales de la existencia de amenaza por movimiento en masa son debidos tanto a factores naturales como antrópicos, continuado con la opción de origen natural y finalmente antrópico.

Cabe mencionar en este caso que el nivel educativo en el sector está relacionado con la vulnerabilidad causada por el desconocimiento frente a él origen y su relación con la ocurrencia de algún evento amenazante.

12- **Afectaciones sufridas a causa del riesgo por movimiento en masa, en la vivienda**

En la figura 30 se puede observar como en el lugar de estudio existe un porcentaje representativo de personas que manifestaron haber sufrido alguna de las consecuencias establecidas en la pregunta, por lo que no es una situación que se deba despreciar.

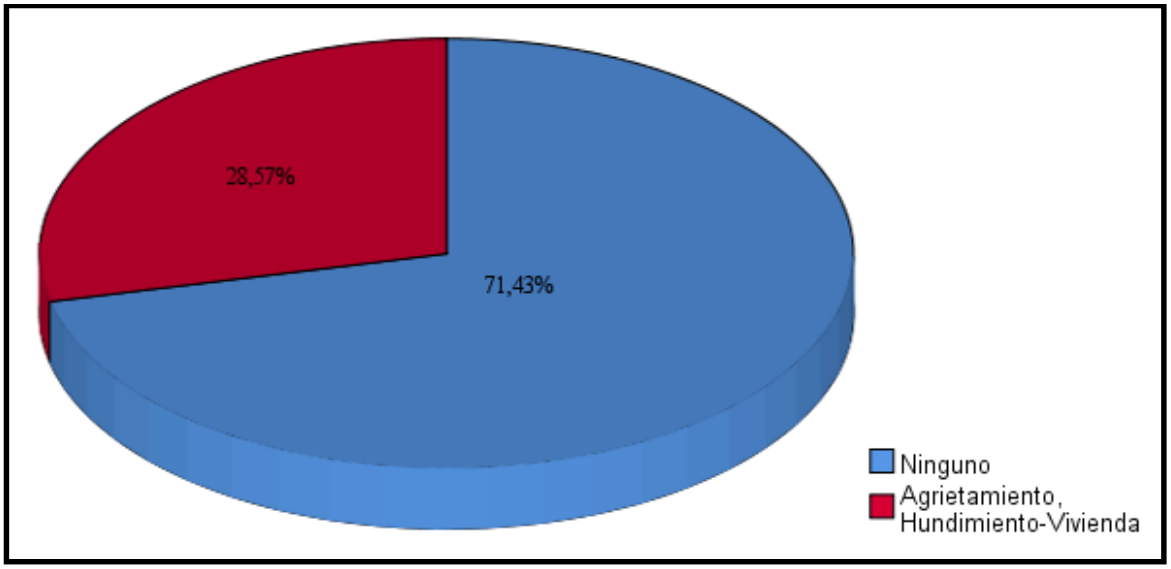


Figura 30.Afectaciones a causa del riesgo físico por movimiento en masa. Elaboración y Formulación propia.

Al momento de realizar las encuestas se encontraron viviendas con alto grado de vulnerabilidad a causa, principalmente, del lugar y forma de emplazamiento, es por esto que se puede suponer una relación entre el nivel educativo y las afectaciones sufridas a consecuencia del riesgo físico por movimiento en masa, por lo que se establece una tabla cruzada (Tabla 14) entre estas dos preguntas para posteriormente analizar esta hipotética situación.

Tabla 14. *Tabla Cruzada entre Nivel Educativo y Afectaciones sufridas a causa de la Amenaza por Movimiento en Masa.*

Nivel Educativo		**Afectaciones sufridas a causa de la amenaza por movimiento en masa**	
		Agrietamiento, Hundimiento-Vivienda	Ninguno
Primaria	Recuento	5	10
	%	33,3	66,7%
Bachillerato	Recuento	6	13
	%	31,6%	68,4%
Técnico-Tecnólogo	Recuento	1	7
	%	12,5%	87,5%

Fuente: Elaboración y Formulación propia.

En la tabla anterior se observa la existencia de la relación, dado que para niveles educativos más bajos aumenta el porcentaje de viviendas que han sufrido alguna afectación por un dinamismo amenazante por movimiento en masa, confirmando entonces que las personas que cuentan con niveles educativos bajos son más vulnerables a afectos amenazantes debido a su propio desconocimiento.

5.4. Analisis de riesgo fisico por movimiento en masa

Gracias al convenio especial de cooperación n° 025-2017 se elaboró el documento de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo físico por movimientos en masa escala 1:2.000, del Municipio de Popayán, (Ruiz, G et. al, 2019) el cual se dividió en 17 zonas priorizadas por la administración Municipal, contenidas por áreas urbanas y periurbanas, las cuales incluyen el área

de interés de estudio dentro de las zonas 11 – 12 Tejares – Loma El Pastel – Túnel (oriental y occidental).

Para lo que se particulariza sobre el sector Poblado de la Loma del Pastel, extrayendo información del documento mencionado y en algunos casos complementado datos precisos relacionados al sector, pero sin alterar los resultados finales de este, para así brindar la información más relevante sobre Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa de dicho sector

5.4.1. Evaluación de Amenaza.

5.4.1.1.Elementos geomorfológicos.

5.4.1.1.1. *Elementos de Origen Antropogénico.*

En el sector de estudio principal estas geoformas se producen como consecuencia de la intervención del hombre sobre el terreno para destinarlo al desarrollo de diferentes obras de construcción, principalmente con fines de vivienda y adecuación de vías, desvió de aguas lluvias o abrevaderos además de disposición de desechos orgánicos y escombros.

En consecuencia, en sector existen laderas que han sido cortadas en forma casi vertical (Figura 31) especialmente para construcción de viviendas y apertura de vías de comunicación, denominados como cortes de talud, además en el área de estudio existen cimas y laderas explanadas por la necesidad de adecuarlas para construir principalmente viviendas, polideportivos, vías, o con fines de estabilización de estas, mediante explanación o terraceos para disminuir la pendiente del terreno.

Figura 31. Corte de Talud en la Loma del Pastel. Elaboracion y Formulacion propia.

5.4.1.1.2. *Elementos de Origen Denudacional*

Estas geoformas están relacionadas con procesos exógenos que aplanan o destruyen el relieve y tienden a nivelar la superficie, mediante la meteorización, transporte de materiales y sedimentación. El agua en forma de lluvia y de escorrentía superficial es el agente principal en los procesos de erosión y remoción en masa que se desarrollan.

Por lo que en lugar existen depósitos de ladera o coluvial inactivo y activo que son zonas de acumulación de materiales completamente meteorizada que han sido transportados por acción de la gravedad o por movimientos en masa, lo cual para el caso de coluvial inactivo no existen evidencias de actividad reciente por lo que se presenta vegetación y ausencia de coronas y/o escarpes secundarios, para el caso de coluvial activo existen evidencias de movimientos en masa recientemente generados o reactivados por lo que se observa ausencia de vegetación, la presencia de coronas bien conservadas y escarpes secundarios.(Figura 32)

Figura 32. Deposito coluvial activo en la Loma del Pastel con una corona bien definida. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.1.1.3. *Elementos de Origen Volcánico – Denudacional*

Estas son geoformas que se han desarrollado sobre depósitos de flujos piroclásticos de diferentes edades, a partir de la acción climática que degrada el terreno, lo meteoriza, desgasta y entalla, hasta producir morfologías denudadas de expresión redondeada a relativamente suave.

En el polígono de interés especial existen laderas escarpadas, que son laderas muy abruptas con pendientes mayores a 31° de inclinación, generalmente desarrolladas por incisión profunda sobre material volcánico o por procesos denudativos.

La inclinación de estas laderas sobrepasa el ángulo de fricción interna de los materiales por lo cual se consideran altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa de tipo caídas de suelo y volcamientos, activos y latentes, que pueden moverse durante épocas invernales, o si son intervenidas para construcciones civiles.

5.4.1.1.4. *Elementos de Origen Estructural – Denudacional*

Estos se desarrollan a partir de la combinación de procesos endógenos y exógenos, en los cuales se combinan la inclinación de los estratos, fallamiento, diaclasamiento, plegamiento y foliación, pero a su vez, se encuentran afectadas por procesos denudacionales, donde la meteorización es un factor muy importante ya que borra muchas de las evidencias que dejan las fallas geológicas. De esta manera el relieve resultante es elevado pero suavizado con cimas redondeadas.

En el sector de estudio se presentan cerros estructurales que son geoformas que presentan morfología montañosa, con laderas de longitud corta y empinada, de forma colinada, disectadas profundamente, las cuales han sido parcialmente aisladas de las zonas montañosas por fallamiento.

Estos cerros presentan cimas amplias y laderas escarpadas, moderadas y suaves, dando un aspecto más redondeado. (Figura 33.)

Figura 33. Laderas moderadas y escarpadas de cerro estructural de la Loma del Pastel con Problemas de inestabilidad activos. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.1.2.Inventario de movimientos en masa.

En las áreas correspondientes a la zona de la Loma del Pastel se nota una caracterización geomorfológicamente con predominio de ladera moderada, ladera suave y cima de cerro estructural, asociadas con depósitos de caída piroclástica y suelos residuales arcillosos de ignimbritas, por lo que en concordancia se identificaron ocho movimientos en masa, cuya localización y principales datos asociados se incluyen en la Tabla 15.

Tabla 15.*Movimientos en masa en las zonas de Tejares - Loma del Pastel – Túnel (oriental y occidental)*

Norte	**Este**	**Sector**	**Tipo / subtipo MM**	**Long. (m)**	**B prom. (m)**	**UGI**
759731	1051713	Loma del Pastel Oriental	Deslizamiento rotacional de tierra	57	68	Stvcplv - Suelo Transportado de depósitos de Caída piroclastica y flujo piroclastico del Miembro La Venta
759624	1051676	Loma del Pastel Oriental	Deslizamiento rotacional de tierra	55	50	Stvcplv - Suelo Transportado de depósitos de Caída piroclastica y flujo piroclastico del Miembro La Venta

Norte	Este	Sector	Tipo/subtipo MM	Long (m)	B prom. (m)	UGI
759820	1051363	Loma del Pastel Occidental	Deslizamiento traslacional de tierra	18	Franja > 100 m	Stvcplv - Suelo Transportado de depósitos de Caída piroclastica y flujo piroclastico del Miembro La Venta
759829	1051313	Loma del Pastel Occidental	Caída de tierra	5	4	Stvcplv - Suelo Transportado de depósitos de Caída piroclastica y flujo piroclastico del Miembro La Venta
759774	1051328	Loma del Pastel Occidental	Caída de tierra	5	5	Stvcplv - Suelo Transportado de depósitos de Caída piroclastica y flujo piroclastico del Miembro La Venta
759777	1051031	Tejares-Loma El Pastel-Túnel Occidental	Deslizamiento rotacional de tierra	24	16	Srcicrh - Suelo residual cohesivo de Ignimbrita del Conjunto Rio Hondo

Norte	Este	Sector	Tipo/subtipo MM	Long. (m)	B prom (m)	UGI
759914	1050698	Tejares-Loma El Pastel-Túnel Occidental	Deslizamiento traslacional de tierra	30	45	Srncicrh - Suelo residual no cohesivo de Ignimbrita del Conjunto Rio Hondo
759801	1050730	Tejares-Loma El Pastel-Túnel Occidental	Deslizamiento traslacional de tierra	15	11	Srncicrh - Suelo residual no cohesivo de Ignimbrita del Conjunto Rio Hondo

Nota: UGI (Unidades de Geología para la Ingeniería). Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.1.3. Zonificación de amenaza

A partir de los análisis para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa efectuados mediante valoraciones de estabilidad para procesos superficiales y profundos, probabilidad de falla, categorización y caracterización, el documento bajo el cual se realiza este apartado presenta un mapa en el cual se precisa esta amenaza en relación a los diferentes sectores del polígono de este estudio ilustrando tres categorías de amenaza correspondientes a alta, media y baja. Figura 34.

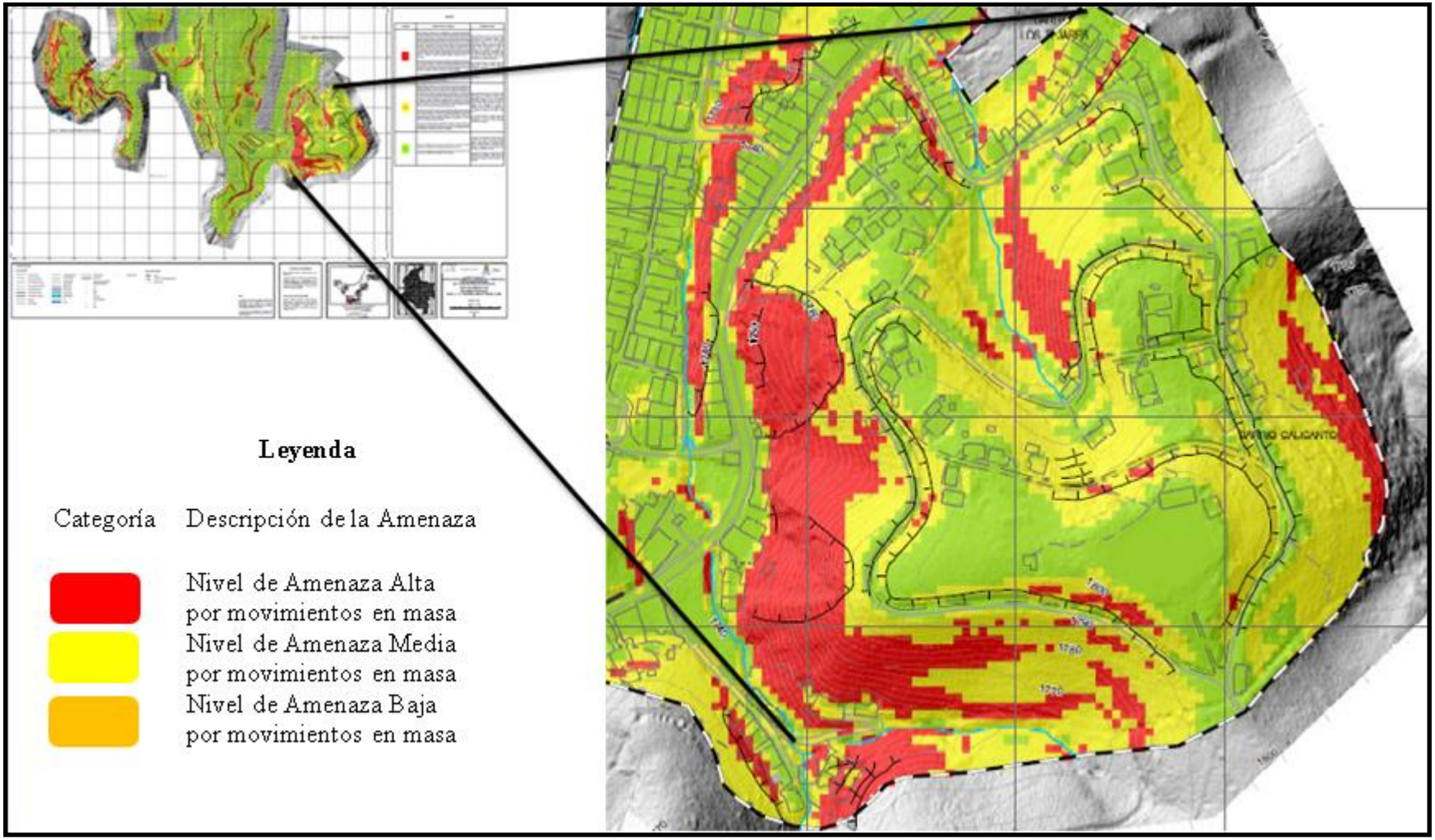


Figura 34.Mapa de Amenaza Por Movimiento en Masa. Modificado de (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2. Evaluación de Vulnerabilidad

5.4.2.1.Diagnostico urbano

El polígono de este estudio que contiene al área de interés está compuesto por los barrios/veredas Alto Recuerdo Sur, El Boquerón, Calicanto Loma el Pastel, Camino Real, El Manantial, Jorge Eliecer Gaitán, La Paz Sur, Las Monjas, Las Veraneras, El Recuerdo Sur, Loma de la Virgen, Loma el Pastel, Los Tejares, Madres Solteras, Palermo, San José de los Tejares, Santa Rita, Villanueva y Villanueva Sur en las que hay un aproximado de 3272 personas y 1467 edificaciones, las que presentan una tipología estructural conformada por mampostería reforzada con 390 edificaciones seguidas de edificaciones con confinamiento deficiente e hibridas con 169 edificaciones en la zona, 34 estructuras ligeras, 14 consideradas como estructuras simples, 10 edificaciones cuentan con pórticos de concreto reforzado y 4 son edificaciones con reforzamiento especial.

Para el caso específico del polígono principal de estudio se puede arrojar un estimado de 416 habitantes, dado que se conoce el promedio de habitantes por vivienda mostrado por la encuesta Socio-Económica y Ambiental y el número total de las viviendas del polígono principal de interés que son aproximadamente 80 viviendas, las cuales en su mayoría son estructuras con deficiente confinación, así como hibridas y simples.

5.4.2.1.1. *Espacios exteriores y espacios públicos*

La organización vial del polígono de este estudio está comprendido por carrera 12 como eje principal del polígono, pavimentada en su mayoría hasta la calle 32C, la carrera 11, 10, 9 y 4 cuentan con características similares, andenes de circulación interrumpida, la carrera 8 y 7 no se

encuentran pavimentadas y no cuentan con canales de aguas lluvias, las vías secundarias de acceso a la viviendas sin nomenclatura se encuentran sin pavimentar y sin andenes constituidos tienen un trazado irregular por la topografía del sector. Las calles de la 24ª a la calle 33 transversales a las carreras principales de acceso al sector están destinadas para el ingreso a las viviendas se encuentran algunas pavimentadas otras en trocha, son de trazado irregular en su mayoría.

El estado de las calles del polígono de este estudio , está conformado por la Carrera 12 con dimensiones aproximadas de 6.8 metros de ancho por 1.1 kilómetros de largo con andenes establecidos en algunos sectores de 1.3 metros, carrera 11 con 5.2 metros de ancho por 667 metros de largo con medidas de anden variables se encuentran espacios libres frente a las casas variables entre 1 metro y 1.5 metros, la carrera 10 con medidas aproximadas de metros de ancho por 435 metros de largo cuenta con andenes variables de 1.5 metros aproximadamente, la carrera 9 cuenta con 4.6 metros de ancho por 1.28 kilómetros de largo con andenes interrumpidos de aproximadamente 1.5 metros; el tramo no es homogéneo se encuentran sectores pavimentados y sectores tipo trocha a lo largo de la vía, la carrera 8 cuenta con 4.8 metros de ancho por 587 metros de largo se encuentra parcialmente pavimentada y sin andenes, la carrera 7 cuenta con 3.8 metros de ancho aproximadamente por 295 metros de largo, no cuenta con andenes y no se encuentra pavimentada,

En cuanto al polígono principal de estudio, se pudo observar como su ingreso principal se encuentra a un costado de la carrera 4, la que tiene dimensiones aproximadas de 5.6 metros de ancho por 0.89 kilómetros se encuentra pavimentada y con andenes sectorizados de 1.4 metros.

El desvió para ingreso a la Loma del Pastel se encuentra sobre la carrera 4 entre la carrera 7ª y la calle 30c en cercanía a La Viñera vino artesanal, en cuanto al interior del polígono principal de estudio interés, esta cuenta con una vía principal la cual está en placa huella, contando además con canales de agua lluvia, pero sin andenes, además se presentan diferentes desviaciones para facilitar la comunicación del sector que constan de caminos trazados por el paso de los habitantes del sector

Por otro lado en el área del polígono principal no se observan incidencias del sector comercial debido a que es una zona residencial, en cuanto a equipamientos y servicios públicos esta cuenta con un cubrimiento parcial de estos, puesto que el servicio de agua potable no cubre a todo el sector, aunque el servicio de luz si tiene cobertura, se encuentra variedad de equipamientos pero alrededor al sector mas no propios al polígono principal, encontrando entonces equipamientos como el de salud pública concerniente a el Centro de salud Loma de la Virgen, y en cuanto a educación podemos encontrar tres jardines infantiles también por fuera del área de interés especial.

5.4.2.2. Fragilidad

Entendiendo primero que la fragilidad hace referencia al tipo de respuesta que tienen los elementos estructurales y humanos que estén expuestos frente a la interacción por el efecto amenazante debido al movimiento en masa se puede proseguir con la información referente.

5.4.2.2.1. *Fragilidad de las edificaciones*

En el estudio se instaura el análisis del factor de fragilidad por tipo de estructura, estableciendo que la fragilidad más encontrada es la baja con un 44.50% y corresponde a

estructuras con mampostería reforzada para un total de 716 edificaciones, y que la fragilidad alta maneja porcentajes de 27.47% que corresponde a estructuras ligeras, consecutivamente la fragilidad media se establece en 18.02% y corresponde a estructura con confinamiento deficiente, para finalmente establecer un 6.22% para fragilidad muy alta y corresponde a construcciones simples, la fragilidad muy baja con el 3.6% y corresponde a edificaciones reforzadas y con el 0.19% se encuentra la fragilidad extremadamente baja que corresponde a edificaciones con reforzamiento especial; Como se observa en la Figura 35.

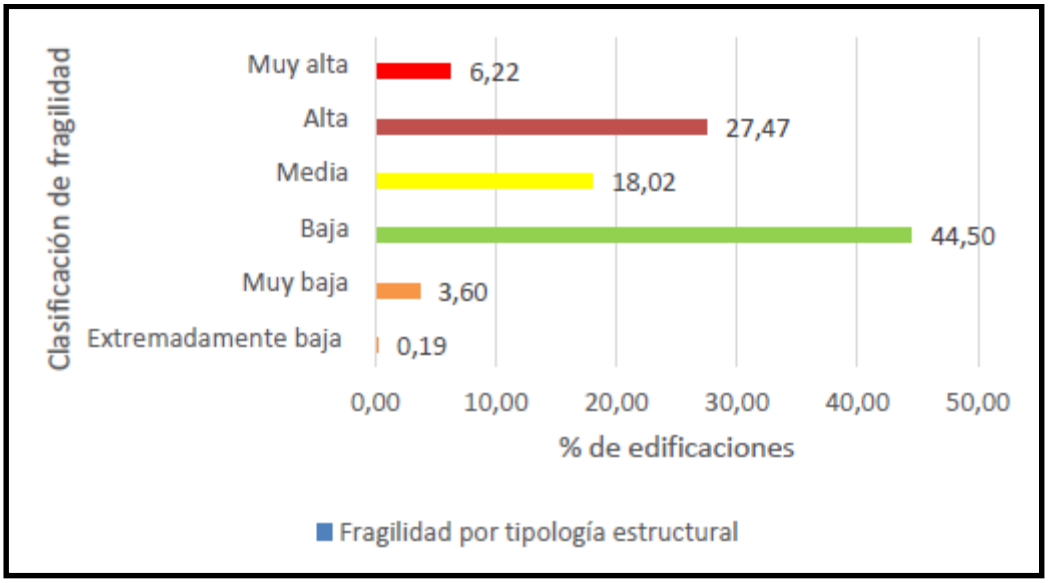


Figura 35. Fragilidad por tipología de estructura "Base de datos de vulnerabilidad".
Fuente:(Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.2.2. *Fragilidad de la red vial*

En la figura 36 se puede observar como el 93.92% de los tramos viales corresponden a fragilidad alta, con 309 tramos viales homogéneos, el restante a fragilidad media, además, el valor correspondiente al factor de fragilidad más bajo que se encontró fue de 0.27 atribuido al tramo de la vía Panamericana Entre (1050638N; 759972E) y (1051230N; 760885E).

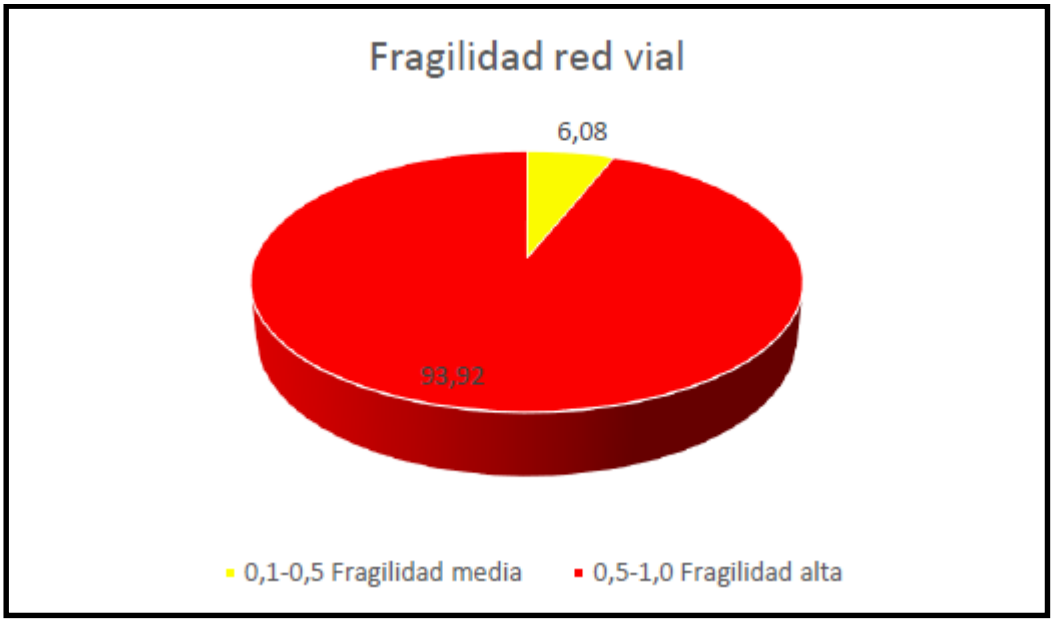


Figura 36.Factor de fragilidad red vial "Base de datos de vulnerabilidad**.** Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.2.3. Fragilidad en personas

El 34.11% de las Edificaciones ocupadas por personas están directamente correlacionadas con la fragilidad alta, el 17.73% con la fragilidad media y el 48.16% de la fragilidad de las personas es baja. (Figura 37)

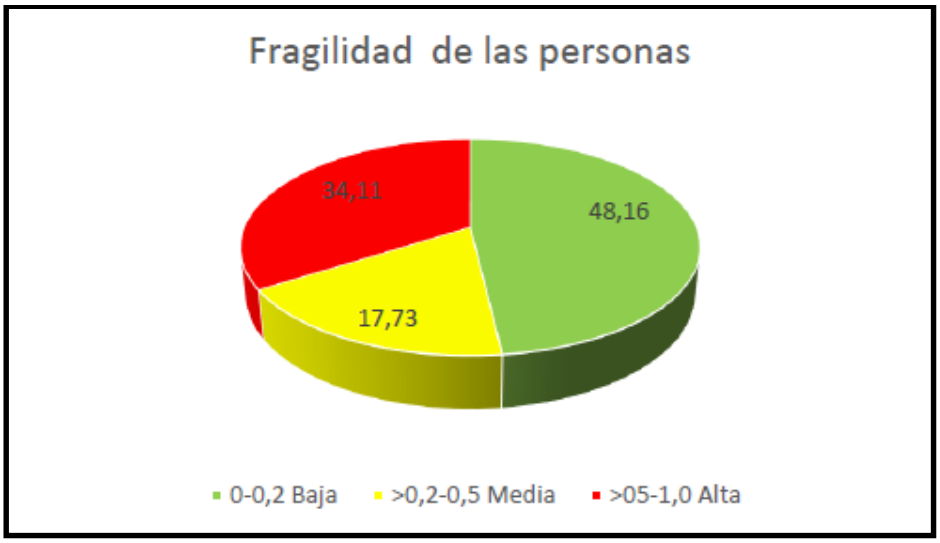


Figura 37.Fragilidad de las Personas "formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual Edificaciones". Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.3.Intensidad

5.4.2.3.1. Intensidad de deslizamientos sobre las edificaciones

El trabajo bajo el cual se basa este apartado considera tres escenarios de deformación del terreno global correspondiente a las zonas Tejares, Loma del Pastel – túnel (oriental y occidental) para estimar la intensidad de los eventos amenazantes:

- Un escenario de deslizamientos de baja deformación (movimientos lentos)
- Un escenario de deslizamientos en etapa de falla (movimientos rápidos)
- Un escenario de caída de rocas.

De acuerdo a lo anterior, se identificaron 377 edificaciones expuestos del área total de estudio en la zona de amenaza alta, 1023 edificaciones en la zona de amenaza media y 1482 edificaciones en la zona de amenaza baja, todos distribuidos en los escenarios A y B descritos en la figura 38.

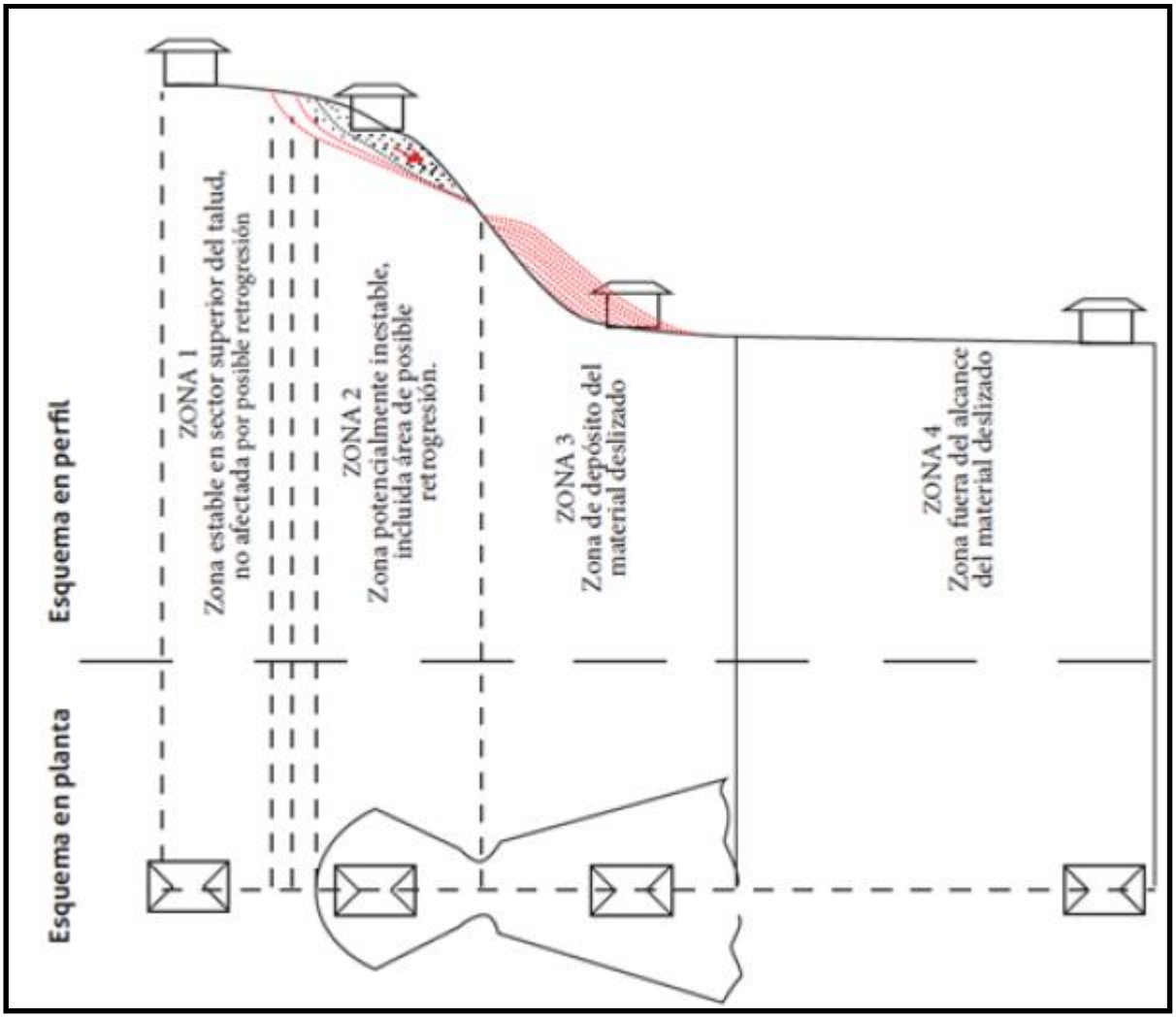


Figura 38.Zonas de exposición de los elementos ante un deslizamiento.
Fuente:(SGS-Alcaldia Municipal de Popayan, 2015)

En la figura 39 se presentan los resultados a la evaluación de intensidad de los movimientos sobre las edificaciones.

Donde un valor de intensidad 1.0 indica que el evento tiene el potencial de destruir todos los elementos en su trayectoria, los rangos de valores calificativos se dividen de la siguiente manera.

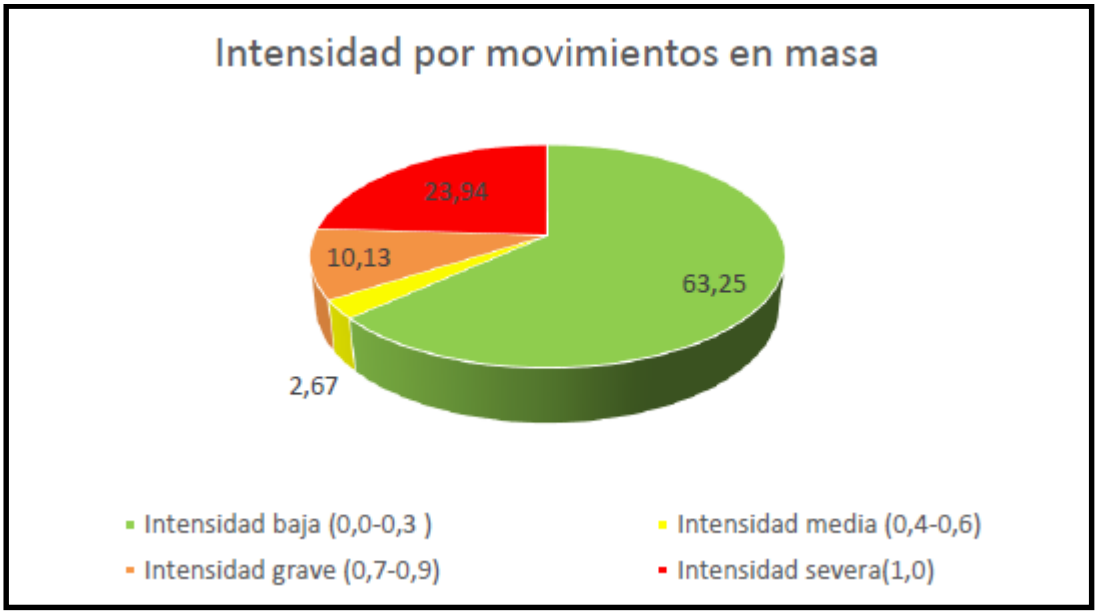


Figura 39.Intensidad de los movimientos en masa "Base de vulnerabilidad edificaciones". Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

El 63.25% de las edificaciones presentaría intensidad baja, correspondiente a 1823 edificaciones del total del área de estudio, el 2.67% de las edificaciones, intensidad media, el 10.13% presentaría intensidad grave y el 23.94% intensidad severa, correspondiente a 690 edificaciones.

Los factores que llevan a la calificación de intensidad severa son la velocidad del movimiento en masa, la pendiente de la ladera, las deformaciones y desplazamientos esperados, la profundidad de falla identificada y los grandes desplazamientos actuales y esperados.

5.4.2.3.2. *Intensidad de los deslizamientos en la red vial*

Para el cálculo de intensidad en la red vial, se tiene en cuenta la relación de las deformaciones tales como hundimientos, desplazamientos horizontales e inclinaciones con el umbral tolerable.

Una vez realizado el cálculo de la relación de deformación con el umbral tolerable que para las vías es 40 mm, "deformación" se obtuvo que en el área de estudio, el 99.70% de los tramos

de vía homogéneos levantados, tienen una intensidad de alta y el 0.30%, intensidad baja, correspondiente a un tramo vial. (Figura 40)

Figura 40.Intensidad de deformación de la red vial. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.4. Zonificación de la Vulnerabilidad

Para la zonificación de vulnerabilidad de las edificaciones, se tiene en cuenta los dos factores mostrados anteriormente que son la fragilidad de las edificaciones y la intensidad del movimiento en masa.

5.4.2.4.1. *Zonificación de la vulnerabilidad de las edificaciones*

De acuerdo con el levantamiento realizado por el estudio en campo y el cálculo de la vulnerabilidad de las viviendas según los escenarios considerados, en la figura 41 se presenta gráficamente la zonificación de la vulnerabilidad de las edificaciones para el área de estudio, en ella se observa que 36.43% de las edificaciones se encuentran en vulnerabilidad alta, correspondiente a 1050 edificaciones, el 63.25% presenta una vulnerabilidad baja,

correspondiente a 1823 edificaciones, este resultado obedece principalmente a que se encuentran en la zona de exposición 1, zona estable no afectada por fenómenos de retrogresión de los movimientos en masa y el 0.31, presenta vulnerabilidad media con 9 edificaciones.

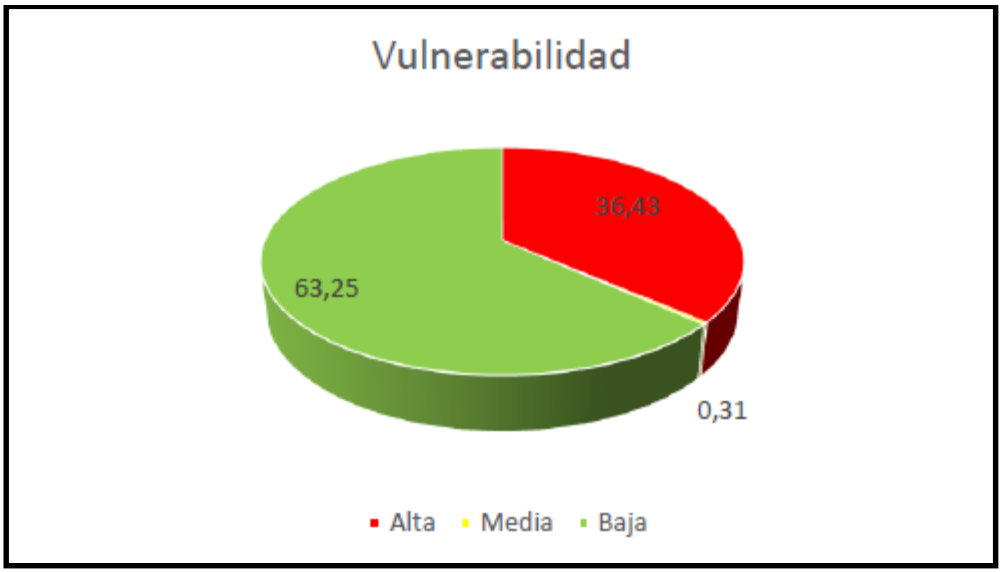


Figura 41. Clasificación de la vulnerabilidad por movimientos en masa en el área de estudio.
Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.4.2. *Zonificación de la vulnerabilidad de la red vial*

De forma similar a la empleada para las edificaciones, para el cálculo de vulnerabilidad se tienen en cuenta los factores de fragilidad e intensidad.

En el área de estudio, el 100% de los tamos viales homogéneos se encuentran en vulnerabilidad alta, por lo que los daños esperados frente a los movimientos en la zona corresponden a interrupción total de la vía y se afecta totalmente el tránsito de vehículos.

5.4.2.4.3. *Zonificación de la vulnerabilidad física de las personas*

La vulnerabilidad física de las personas está relacionada directamente con la vulnerabilidad de las edificaciones en las que se encuentran habitando, es por ello que el cálculo se realiza aplicando la misma metodología formulada para las edificaciones.

En tanto la Figura 42 muestra como el 54.20 % de las personas que habitan las edificaciones del área de estudio, es decir 5464 personas, se encuentran en vulnerabilidad baja, el 44.64% se encuentran en vulnerabilidad física alta y el restante en vulnerabilidad media.

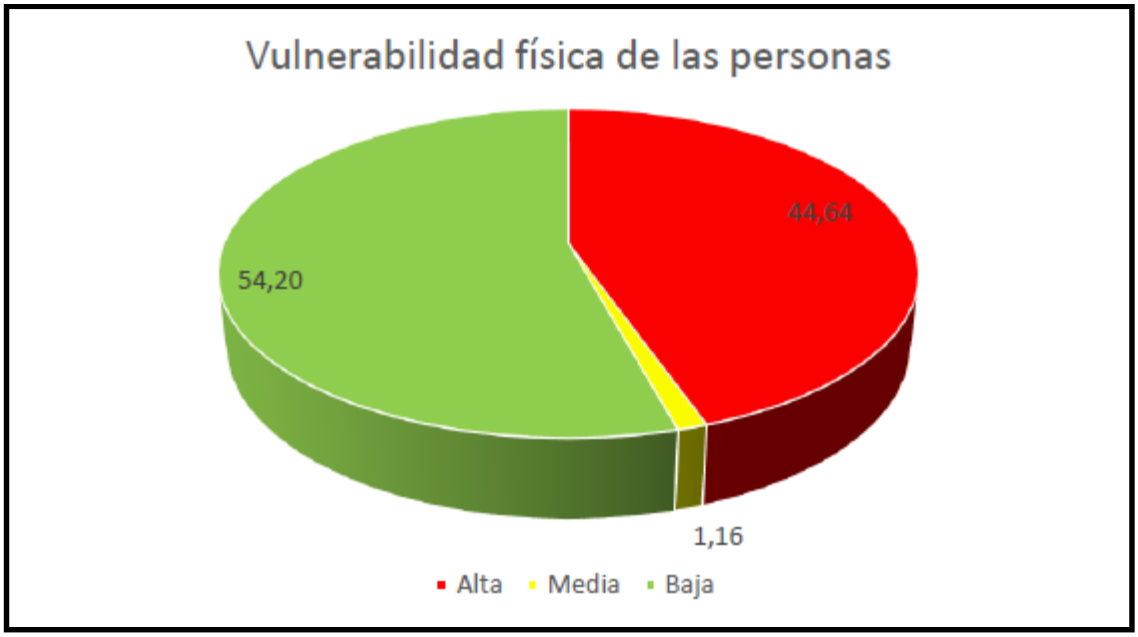


Figura 42. Vulnerabilidad física de las personas. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.2.4.4. *Vulnerabilidad total*

De acuerdo con la clasificación de vulnerabilidad para edificaciones, líneas vitales y personas, presentada en el documento base, (Ruiz, G et. al, 2019) la figura 43 de este trabajo muestra la ilustración para el sector de interés los resultados totales cartográficos con su respectiva leyenda.

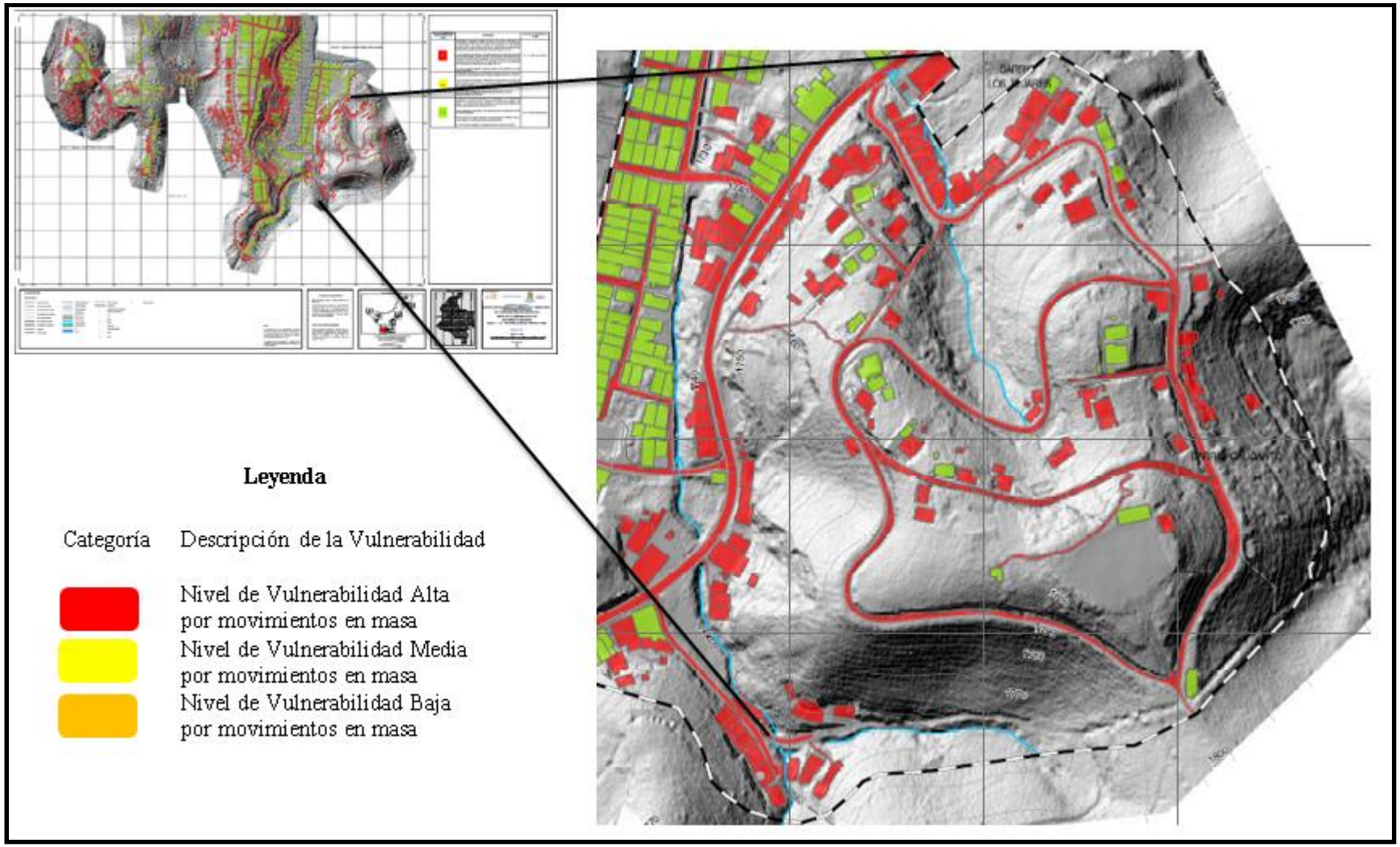


Figura 43.Mapa de vulnerabilidad por movimientos en masa. Modificado de (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.3. Evaluación del Riesgo

Este capítulo presenta los resultados de la evaluación del riesgo a partir de la metodología presentada en el documento general de este estudio y donde se integran los resultados tanto de la amenaza como la vulnerabilidad.

5.4.3.1. Riesgo en Edificaciones

En la zona 11 – 12 – Tejares – Loma del Pastel - Túnel se encuentran un total de 2.882 edificaciones de la cuales 2.135 están en riesgo bajo y representan el 74%, 375 edificaciones se encuentran en riesgo medio que representan el 13% y 372 edificaciones están en riesgo alto que representan el 13% del total, estas edificaciones se encuentran en zonas de amenaza alta, media y baja por movimientos en masa, al igual que la vulnerabilidad de las estructuras que se encuentra clasificada en alta, media y baja. (Figura 44)

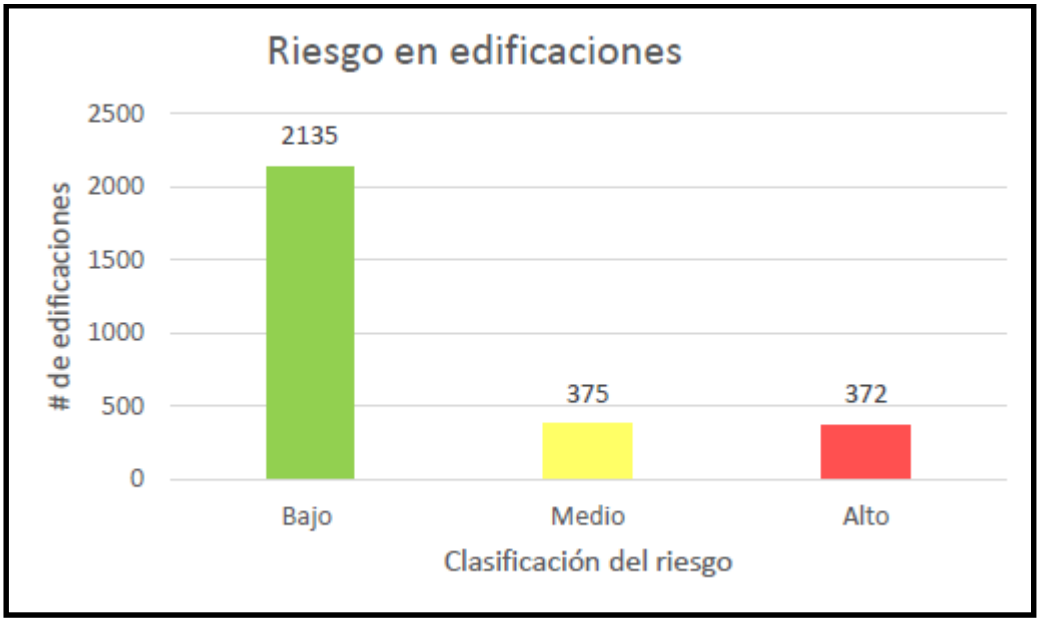


Figura 44.Riesgo en edificaciones. Fuente: Zonificación de amenaza. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.3.2. Riesgo en Personas

En cuanto al riesgo, de las 13.242 personas que habitan edificaciones se tiene que 10.061 personas están el riesgo bajo representando el 76%, 1.589 personas están en riesgo medio y representan el 12% y 1.592 personas están en riesgo alto lo que representa el 12% del total de personas del área en estudio, como se observa en la figura 45.

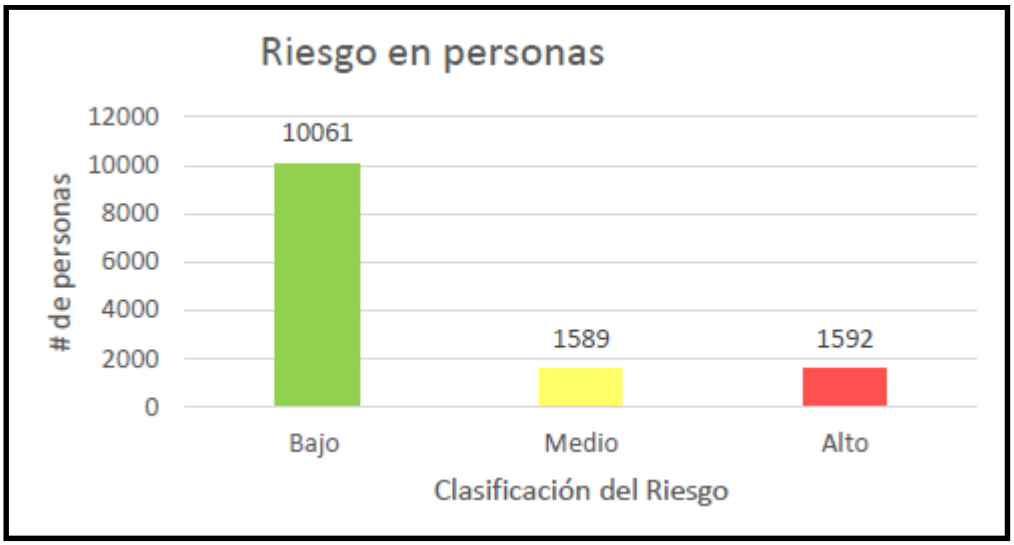


Figura 45.Riesgo en personas. Fuente: Zonificación de amenaza. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.3.3. Riesgo en Vías

De los 328 tramos viales homogéneos evaluados, 111 presentan riesgo bajo por movimientos en masa, 109 riesgo medio por movimientos en masa y 108 riesgo alto por movimientos en masa, tal como se observa en la siguiente figura 46.

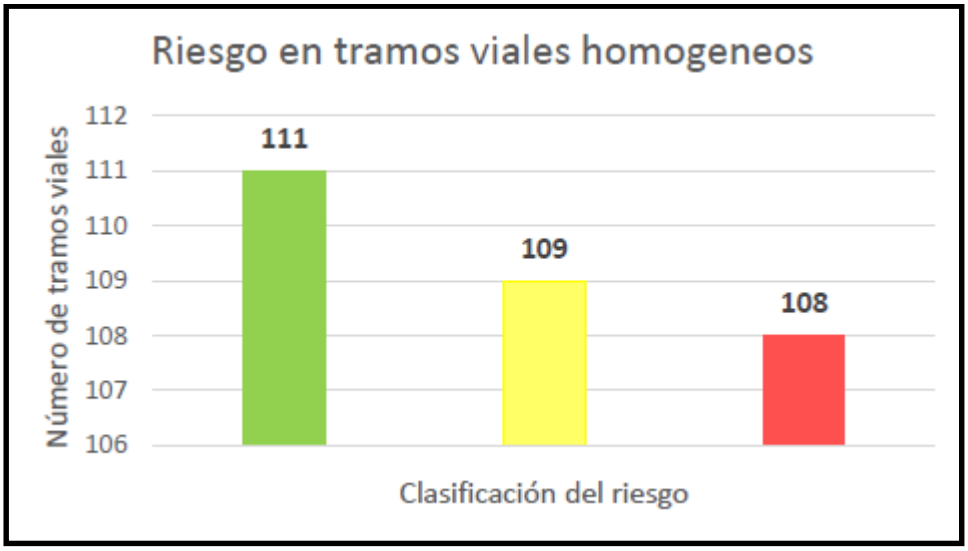


Figura 46.Riesgo en tramos viales homogéneos. Fuente: (Ruiz, G et. al, 2019)

5.4.3.4. Riesgo Total

De acuerdo con los rangos de probabilidad para el riesgo total, los autores del documento base procedieron a zonificar los valores en el mapa de riesgo por movimientos en masa representando los resultados cartográficos, como se muestra en la figura 47.

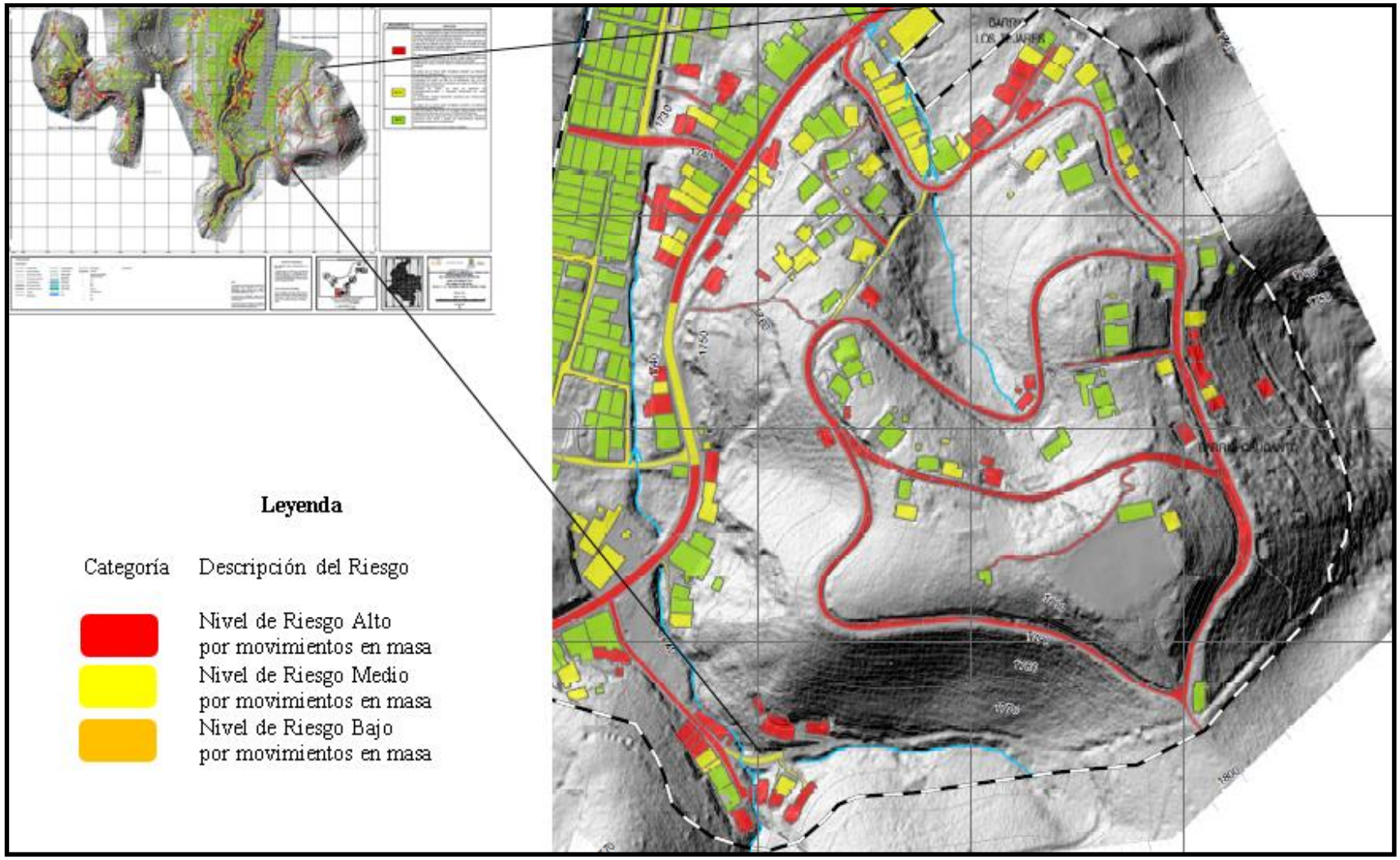


Figura 47.Mapa de riesgo por movimientos en masa. Modificado de (Ruiz, G et. al, 2019)

5.5. Zonificación ambiental ·

Esta zonificación tiene como base los elementos identificados en la caracterización Socio-Ambiental, y el análisis del Riesgo Físico por Movimiento en Masa, para así establecer las unidades espaciales de interés el establecimiento de los usos potenciales del área de estudio que velen por preservar las características ecológicas de este.

Para esta fase se determinaron dos zonas generales de manejo que corresponden al polígono principal y a las áreas vinculantes, más específicamente los puntos de muestreo de agua.

5.5.1. Puntos de muestreo de agua

Dado que los tres puntos de muestreo son de gran importancia ambiental para el sector de estudio, se particularizará en estos teniendo en cuenta la información pertinente a ellos, diferenciándolos como Nacimiento uno (N1), Nacimiento dos (N2) y Quebrada de Nacimiento 2 dos (QN2)

El nacimiento uno se caracteriza por estar dentro de un predio privado cuya vivienda se encuentra cerca de este, además en la parte alta existe una explanación con propósito de construir aproximadamente 15 viviendas, lo que podría afectar negativamente a la calidad de este, por otra parte el lugar propio del nacimiento ha sido aislado o protegido con un encercamiento en alambre de púas y canalizado mediante un tubo de pvc, lo que hace que se presente una caída de agua de aproximadamente de 2 metros de altura, produciendo fenómenos físicos como oxigenación y no permitiendo el proceso de sedimentación, dado que esta cae sobre rocas.

El nacimiento 2 se caracteriza por estar dentro de un predio privado, en el cual se evidencian alteraciones humanas debido a la actividad que permite la beneficencia de agua de un sector denominado la Cuerera para satisfacer necesidades elementales como se mencionó anteriormente. Este es un tipo de nacimiento por filtración y su permanecía refiere a un manantial perenne con un medio de surgencia por contacto, el que alude a la unión de dos unidades de permeabilidad diferente. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)

La quebrada del Nacimiento dos refiere al surgimiento del N2 aguas arriba, en algunas partes de la quebrada se observan cuerpos de agua pequeños aparentemente estancados con una cuenca en estado de mineralización,

Debido a la topografía del polígono principal las aguas superficiales de origen pluvial terminan y se acumulan en un sector denominado como zona dos (Z2) por lo que de este nace una quebrada que se denominará como Quebrada pluvial (Qp) que en temporadas de lluvias presenta un caudal considerable y de cuidado y más cuando este pasa por la parte trasera de algunas viviendas.

5.5.1.1. Principales usos

Conservación: Teniendo en cuenta que el agua representa la posibilidad de vida en este determinado ambiente, es necesario contribuir al mantenimiento del estado propio de los nacimientos o puntos de muestreo y también del área de recogimiento superficial aguas arriba, en la cual el agua de lluvia se filtra y se percola atraves del suelo, por lo que es necesario fomentar el equilibrio de estos ecosistemas naturales que permitan la preservación de la vegetación existente.

Preservación: Apelando a que esta va encaminada a la protección o cuidado del recurso natural para garantizar la perpetuación de este, es necesario contar con el apoyo de la comunidad y las entidades de orden local para que exista un sentido de pertenencia que reduzca las posibilidades de contaminación entre su afloramiento y área de captación, realizando primeramente limpieza del sector del nacimiento y áreas aledañas, construcción de una estructura que aislé la fuente del ambiente externo para el caso del N2 y QN2 y elaboración de sistemas que permitan el adecuado vertimiento de aguas residuales en todos los puntos de muestreo

Aprovechamiento: Según lo establecido en el Decreto 1076 del 2015 al cual le compete entre otras cosas las disposiciones para el Uso y Aprovechamiento del Agua que afirma que estas aguas son de dominio público dado que las aguas de potestad privada son aquellas que brotan naturalmente y que desaparecen por infiltración y evaporación en el mismo predio lo que no ocurre en el sector. Pero además teniendo en cuenta que, aunque de los tres puntos muestreo se hace aprovechamiento de este recurso ambiental es necesario aclarar que del N2 la intensidad de esta activada es un poco más fuerte, puesto que de este se benefician directamente alrededor de 10 viviendas ubicadas en la parte baja y limítrofe del Sector principal de estudio denominada como la Cuerera.

Por lo que es pertinente aclarar que estas aguas son de dominio público y que tienen derecho a utilizarla siempre y cuando sea como se establece por ley a continuación.

Para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia y las de sus animales, siempre que con ello no cause perjuicios a terceros

> El uso deberá hacerse sin establecer derivaciones, ni emplear máquina ni aparato, ni detener o desviar el curso de las aguas, ni deteriorar el cauce o las márgenes de la corriente, ni alterar o contaminar las aguas en forma que se imposibilite su aprovechamiento por terceros (Decreto 2811 Art 86, 1974)

Por tanto, es pertinente tener muy en claro lo anterior y adaptar o construir una estructura de almacenamiento que permita acumular el agua de la manera más sostenible y respetando lo establecido en la ley.

Monitoreo: Dado que con este trabajo se tiene un primer estado de los puntos de muestreo se pueden establecer actividades que permitan reconocer los cambios en aspectos Físico-Químicos de estos puntos de interés que estén afines a las metodologías y restricciones pertinentes a la normatividad, que favorezcan la preservación y conservación de los ecosistemas mencionados.

Usos Condicionados: Para los puntos de muestreo mencionados y la quebrada pluvial se puede constituir la posibilidad de la prohibición de ciertas actividades oportunas al sector y al ecosistema que conlleven a la contaminación del mismo como: quemas, remover el suelo, el uso de pesticidas, llevar a cobo actividades de vertimientos o descargas puntuales que contengan contaminantes tanto en el sector de los nacimientos y su área de captación.

5.5.2. Zonas de especial interes

Estas se encuentran dentro del polígono principal de estudio como se muestran en la figura 48 y refiere a dos sectores que corresponden a: Zona 1 (Z1)como el área que posee mayor diversidad de avifauna, esto debido principalmente a que esta zona se encuentra poco habitada dadas sus las características topográficas, la Zona dos (Z2) se encuentra cerca a la entrada

principal con un encerramiento total, esta consta principalmente de guaduas angustifolia y por su ubicación permite la acumulación de aguas lluvias lo que posibilita la existencia de un afluente de agua intermitente, el cual transcurre generalmente con un caudal pequeño por un canal parcialmente entubado que atraviesa la parte trasera de 7 viviendas, aunque en temporadas de lluvia un habitante afirma que el tubo de aproximadamente 8 pulgadas de diámetro se llena totalmente lo que podría accionar una situación de riesgo para las viviendas y los habitantes de este tramo, además en el polígono principal existen áreas de interacción social (AIS) comprendidas entre áreas de paso y contemplación además de áreas de encuentro (AE).

5.5.2.1.Principales usos

Conservación: Dado que en estas zonas existen especies de flora y fauna que conforman un ecosistema se deben formular una serie de lineamientos orientados a la conservación de estos recursos naturales por medio de actividades que contribuyan al sostenimiento del estado de los recursos naturales implicados.

Preservación: Puesto que estos ecosistemas son de especial significancia para la comunidad dado que en el sector estas aportan particularmente oxígeno y alimentos siendo entonces soporte vital de la tierra y de la sociedad, se ve necesario garantizar su perpetuación mediante planes que corresponden a los habitantes del sector y a las Corporaciones Autónomas Regionales y Corporaciones de Desarrollo Sostenible.

Monitoreo: Entendiendo que este trabajo aporta una base de fauna y flora sobre el sector, el monitoreo puede estar encaminado a este indicador para así poder reconocer en un futuro si existen cambios en los aspectos biofísicos de este.

Usos condicionados: Para las zonas anteriormente mencionadas (Z1, Z2) y con ideologías de conservación y protección, se pueden condicionar ciertas actividades que resultarían en afecciones negativas para el ecosistema o inclusive para la vida humana, consistiendo en mitigar o controlar las siguientes actividades: disposición de residuos sólidos, vertimientos de agentes contaminantes así como la construcción de viviendas en particular y las quemas descontroladas, en la Z1 dado que en esta además existe una amenaza alta por movimiento en masa y presenta el mayor ecosistema con avistamiento de aves, el sector Z2 que es una zona que también presenta una amenaza alta por movimiento en masa con unas características de condicionamiento iguales a las anteriormente descritas. Las áreas anteriormente puntualizadas se muestran en la figura 48.

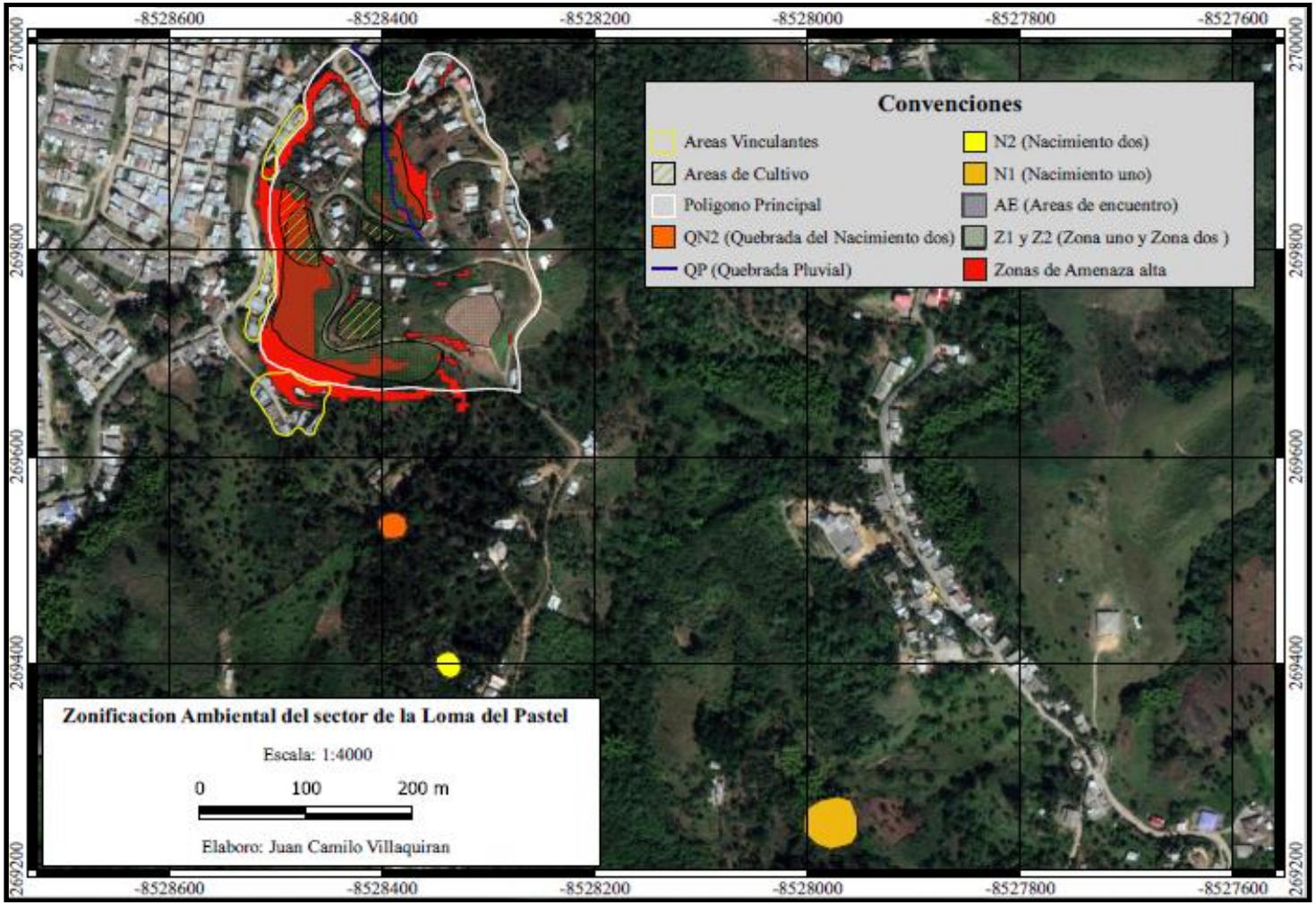


Figura 48.Mapa de Zonificación Ambiental. Elaboración y Formulación Propia

6. Concluciones y Recomendaciones

La Caracterización Socio-Ambiental del sector Poblado de la Loma del Pastel permitió proyectar y analizar la información pertinente en cuanto a los ítems ambientales, sociales y el estado actual de riesgo por movimiento en masa, y así además identificar y generar propuestas en las diferentes zonas de mayor interés para el manejo ambiental y social de estos, con finalidad de facilitar la adecuada incorporación del sector dentro de la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Popayán Cauca.

Los componentes ambientales del sector estuvieron comprendidos por los factores Biológico, Físico y Químico en los que se encontró que existen zonas de interés ambiental con diversos usos de suelos, debido a las actividades que el sector de estudio se presentan, principalmente de tipología residencial y de producción agrícola en pequeñas y variadas extensiones, pero además en el sector de interés y en algunas áreas vinculantes se presentaron áreas con categorización de conservación y preservación, como se mostró en la zonificación ambiental, puesto que en diversos casos la población encontrada en el polígono principal y en las áreas adyacentes no han intervenido abruptamente en los ecosistemas ocasionado entonces una moderada afectación sobre estos, recomendando así el manejo de estos factores según lo estipulado en la zonificación ambiental más específicamente en lo concernientes a actividades restringidas, además en relación a la quebrada pluvial se recomienda por el momento su entubación total, no sin antes determinar su caudal máximo para de esta manera poder determinar el diámetro y el tipo de tubería más adecuada

para esta actividad, con finalidad de que estas aguas no sean contaminadas por lo vertimientos de las casas aledañas y que además no afecte físicamente las viviendas colindantes.

El riesgo físico por movimiento en masa del sector de estudio se encuentra entre alto y medio, esto debido muchas veces a la vulnerabilidad alta de algunas las viviendas provocadas por su estructura de construcción y el desconocimiento de las amenazas existentes o de sus consecuencias por parte de la población, además se pudo observar como las costumbres de construcción de los habitantes y la necesidad de vivienda explican en cierta medida lo encontrado que en el área total de estudio, recordando entonces que en el sector existen 80 viviendas de las que se puede determinar que el 21% de las viviendas se encuentran en riesgo alto, para lo que se requeriría la reconstrucción completa de la estructura una vez se construyan las obras de estabilización sobre el terreno, el 54% de las viviendas se encuentran en riesgo medio para las que se aconseja o recomienda una intervención importante como reconstrucción parcial y/o reforzamiento de las viviendas, finalmente un 25% de las viviendas presentan un nivel bajo riesgo físico por movimiento en masa esto representado en la probabilidad por colapso baja para estas estructuras, esperando daños como fisuras o grietas para este riesgo.

7. Bibliografía

Alcaldia de Popayán POT. (2006). MUNICIPIO DE POPAYAN– PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Popayan, Colombia.

Ardila-Cortés, E. L. (2013). Caracterización socioambiental de la localidad 20 de Bogota. Bogota, Colombia: Ambiente y Desarrollo, Bogotá (Colombia).

Ardila-Cortés, E. L. (2013). Caracterización socioambiental de la localidad 20 de Bogotá, Colombia. Bogota: Ambiente y Desarrollo, 17(33), 13-27.

Cabeza, A. M. (22 de Mayo de 2006). Politicas Latioamericanas de Ordenamiento Territorial: Realidad y Desafios. Tunja, Boyaca, Colombia: Uptc.

Camacho.A, M. A. (2009). Tecnicas para el Analisis Microbiologico de Alimentos. Mexico: Facultad de Quimica, UNAM.

Castro, N. (2014). Diseño y simulacion de un proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas par la generacion simultanea de energia electrica mediante celdas de combustible microbianas. Cartagena. Recuperado el mayo de 2019, de http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/2359/1/Dise%C3%B1o%20y%20simulaci%C3%B3n%20de%20un%20Proceso%20de%20Tratamiento_Natalia%20Castro%20Gonz%C3%A1lez_USBCTG_2014.pdf

Corporacion Autonoma Regional de las Cuencas de los rios Bogota, Ubate y Suarez CAR. (1998). El Manto de la Tierrra. Bogota: GTZ, Eschborn.

DANE. (2018). Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Boletin Tecnico, Comunicacion informativa. Recuperado el 02 de Abril de 2019, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_Tecnico_ECV_2016.pdf

Decreto 2811 Art 86. (27 de Enero de 1974). DECRETO 2811. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogota, Colombia.

Decreto 4131. (3 de Noviembre de 2011). Diario Oficial No. 48.242. Bogota, Colombia: Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.

Delgado, C. D. (2003). Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. Mexico D.F: RIPDA-CYTED.

Galvin, R. M. (2014). Dinamica Fisicoquimica de Aguas . Madrid : Diaz de Santos .

Gerencia Ambiental de Proyectos Ltda. (2017). EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. En A. S.–C.–N.-U. S.A., COMPONENTE AMBIENTAL – DOCUMENTO TECNICO DE SOPORTE (pág. Capitulo 5). Bogota : Gerencia Ambiental de Proyectos Ltda.

Gladys Analía Alcarraz, M. A. (2008). CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL DE UN PAISAJE TRANSFORMADO: EL CASO DE LA LAGUNA NEGRA. TRELEW.CHUBUT. ARGENTINA. Trelew: Dpto. de Geografía, Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia, FHyCS, Universidad.

Helmut Espinosa Garcia, L. D. (2010). Caracterización Socio Ambiental del Corredor Hidroeléctrico San Antonio I Laguneta en el Municipio de San Antonio el Tequendama. San Antonio el Tequendama: Proyecto Colectivo del Semillero de Investigación Desarrollo Ruralidad y Municipio DRM.

Instituto Geografico Agustin Codazzi. (2009). Estudio general de suelos y zonificacion de tierras departamento del Cauca. Bogota: IGAC.

Ley 388. (24 de Septiembre de 1997). Diario Oficial No. 43.127. Bogota, Colombia: Congreso de la Republica de Colombia.

Maldonado, M. A. (2011). Caracterización Socio-ambiental del Sector Sur del Ejido Urbano de la ciudad de Cordoba. Cordoba: Universidad Catolica de Cordoba.

MinaAmbiente. (2018). Metodologia General para la Elaboracion y Presentacion de Estudios Ambientales. Bogota, Colombia: ANLA.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA. Bogota.

POT-Alcaldia Municipal de Popayan. (2005). Plan de Ordenamiento territorial Documento tecnico. Popayan.

Ramirez, C. A. (2011). Calidad de Agua, Evluacion y Diagnostico . Medellin: Ediciones de la U.

Rojas, C. R. (2009). Caracterización socioambiental de la Comunidad La Güira del Consejo Popular Arrollo Seco en el Municipio de Mayari, Provincia Holguín, Cuba. Mayari: Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET).

Ruiz, G. e. (2019). Zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo físico por movimientos en masa en 17 zonas del municipio de Popayán. Popayan : Servicio Geologico Colombiano.

SGC. (2017). Contratación Directa CIENCIA Y TECNOLOGIA CON PRECALIFICACION. Zonificación de Riesgo mov en masa Popayán. Popayan, Cauca, Colombia: Servicio Geologico Colombiano.

SGS - Alcaldia Municipal de Popayan. (2015). ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE POPAYAN - CAUCA. Popayan, Cauca. Recuperado el Marzo de 2019, de

http://recordcenter.sgc.gov.co/B7/21003002524656/Documento/Pdf/2105246561101000.pdf

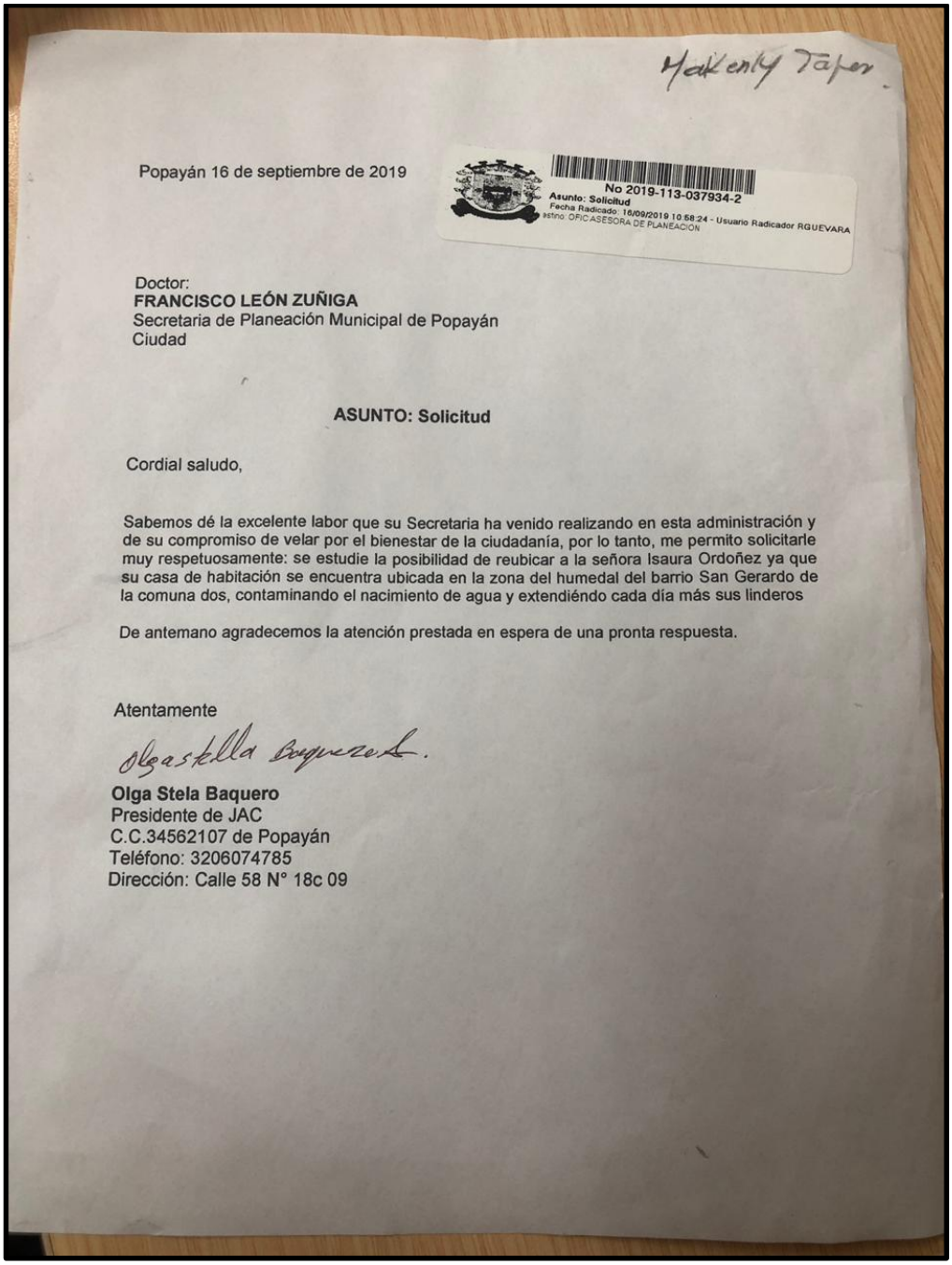
SGS-Alcaldia Municipal de Popayan. (2015). ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE POPAYAN-CAUCA. Popayan.

Torres,Paz, Salazar. (2018). Tamaño de una muestra para una investigacion de mercado. Boletin Electronico No.02, Universidad Rafael Landivar. Recuperado el 04 de 2019, de http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fi/ProbabilidadEstadistica/URL_02_BAS02%20DETERMINACION%20TAMA%C3%91O%20MUESTRA.pdf

Universidad Catolica de Cordoba. (Mayo de 2011). Caracterización Socio-ambiental del Sector Sur del Ejido. Cordoba, Argentina: SIP.

Viña G., R. A. (1997). Cuatro indices de contaminacion para la caracterizacion de aguas continentales . CT&F Ciencia, Tecnologia y Futuro , 147.

- **Anexo 5. Solicitud para estudiar la posibilidad de reubicar una vivienda, dado que se encuentra dentro del Humedal del barrio San Gerardo, para posteriormente presentar el Informe Técnico de visita por infracción Urbanística.**



Popayán 16 de septiembre de 2019

No 2019-113-037934-2
Asunto: Solicitud
Fecha Radicado: 16/09/2019 10:58:24 - Usuario Radicador RGUEVARA
Destino: OFICASESORA DE PLANEACION

Doctor:
FRANCISCO LEÓN ZUÑIGA
Secretaria de Planeación Municipal de Popayán
Ciudad

ASUNTO: Solicitud

Cordial saludo,

Sabemos dé la excelente labor que su Secretaria ha venido realizando en esta administración y de su compromiso de velar por el bienestar de la ciudadanía, por lo tanto, me permito solicitarle muy respetuosamente: se estudie la posibilidad de reubicar a la señora Isaura Ordoñez ya que su casa de habitación se encuentra ubicada en la zona del humedal del barrio San Gerardo de la comuna dos, contaminando el nacimiento de agua y extendiéndo cada día más sus linderos

De antemano agradecemos la atención prestada en espera de una pronta respuesta.

Atentamente

Olga Stela Baquero
Presidente de JAC
C.C.34562107 de Popayán
Teléfono: 3206074785
Dirección: Calle 58 N° 18c 09

- **Anexo 8. Reporte de resultado de las tres muestras de agua. Corporación Autónoma Regional del Cauca.**

Reporte N° 466

CRC	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: FT-POPA-LA027 Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1

Fecha: Noviembre 25 de 2019.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental Dirección: Carrera 7 # 1N-28, Popayán Teléfono: 8333232	Solicitud N°: 392
Municipio de muestreo: Popayán	Fecha de Recepción: Noviembre 6 de 2019. Fecha de Análisis: Noviembre 6 a Noviembre 22.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Vereda El Plateado
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1192	Punto 1, nacimiento
1193	Punto 2, nacimiento
1194	Punto 3, quebrada nacimiento

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			1192	1193	1194
pH	SM4500-H B	Unidad	6.88	6.74	6.23
Conductividad	SM 2510 B	µS/cm.	34.4	37.3	41.0
DBO_5	SM5210B/SM4500-OG	mg/L	< 10	< 10	< 10
DQO	SM5220D	mg/L	16.6	< 15	< 15
SST	SM2540D	mg/L	317	71.3	240
Color	SM 2120 C	UPC	102	20	55
Turbiedad	SM 2130 B	UNT	5.77	0.69	4.18
Dureza	SM 2340C	$mgCaCO_3/L$	11.4	7.9	5.8
Alcalinidad	SM 2320B	$mgCaCO_3/L$	17.2	11.9	10.0
Ortofosfatos	SM4500-P E, Modifica	mg PO_4-P/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Nitritos	SM 4500-NO_2^- B	mg NO_2-N/L	0.02	< 0.02	< 0.02
Nitratos	SM 4500-NO_3^- B	mg NO_3-N/L	0.14	< 0.1	0.17
Coliformes Totales	SM 9223 B	Ufc/100ml	42400	8500	3600
Coliformes Fecales	SM 9223 B	Ufc/100ml	300	100	100

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
-Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
Responsable Laboratorio Ambiental

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8333232 ext. 231

- **Anexo 9. Certificación del cumplimiento de horas de la práctica profesional realizada en la secretaria de planeación del municipio de Popayán.**

	ALCALDIA DE POPAYAN	GTH-112
	SECRETARIA GENERAL	Versión: 07
		Página 1 de 1

Radicación:20191120548681

Popayán, 2019-12-27

EL COORDINADOR DE LA OFICINA DE TALENTO HUMANO
DEL MUNICIPIO DE POPAYAN NIT 891-580006-4
CARRERA 6 No 4-21 TELÉFONO 8244234

HACE CONSTAR,

Que el Señor **JUAN CAMILO VILLAQUIRAN LUGO,** identificado con Cédula de Ciudadanía N° 1.061.754.281, estudiante de la Universidad del Cauca del programa de Formación Ingeniería Ambiental, realizó su Práctica en la Secretara de Planeación del Municipio de Popayán, ejecutando el proyecto "Caracterización Socio-Ambiental del sector Poblado de la loma del pastel, como insumo para la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T) Popayán - Cauca" en el periodo comprendido entre el 08 de Julio de 2019 al 30 de Octubre de 2019, para un total de 600 horas a entera satisfacción.

Esta certificación se firma en Popayán, 2019-12-27

CENARIO RODRIGUEZ HERNANDEZ
Profesional Especializado
Coordinador Talento Humano

Proyecto: Yesika Eliana Franco Cruz
Archivado en Constancias – constancias pasantes

Vive el CAMBIO POPAYÁN

Popayán © Edificio C.A.M. Carrera 6 # 4-21, Código Postal: 190003, Tel: (057+2) 8243075
Conmutador 8333033, www.popayan.gov.co e-mail: atencionalciudadano@popayan.gov.co