

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>		<b>Código</b>	FO-GS-15	
			<b>VERSIÓN</b>	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			<b>FECHA</b>	03/04/2017
				<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): YADIR ALEXANDER APELLIDOS: SÁENZ JEREZ

NOMBRE(S): JEFFERSON JOSÉ APELLIDOS: PARRA AYALA

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARLOS JAIR APELLIDOS: PORRAS MARTÍNEZ

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS Y DISEÑO TOPOGRÁFICO DE VÍA PARA INGRESO DE MAQUINARIA PESADA

### RESUMEN

Este proyecto se basó un análisis y diseño topográfico de vía para ingreso de maquinaria pesada. Para ello, se implementó una investigación cuantitativa y descriptiva, mientras que la información se obtuvo mediante las siguientes técnicas: levantamiento topográfico, modelado digital del terreno, software de diseño, pruebas de carga y supervisión y monitoreo. Se logró realizar un levantamiento topográfico del tramo de vía, con el cual se obtuvo un trazado urbano y curvas y cotas de nivel del terreno. Posteriormente, se diseñó el plano topográfico y se analizó el trazado de la vía optimizando el espacio adecuado teniendo en cuenta estudio de suelo. Finalmente, se llevó a cabo la creación de perfiles transversales, obteniendo áreas de corte y relleno analizando los movimientos de tierra.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño topográfico, áreas de corte, maquinaria pesada, levantamiento topográfico.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 43 **PLANOS:** \_\_\_\_\_ **ILUSTRACIONES:** \_\_\_\_\_ **CD ROOM:** 1

\*\*Copia No Controlada\*\*

ANÁLISIS Y DISEÑO TOPOGRÁFICO DE VÍA PARA INGRESO DE MAQUINARIA  
PESADA

YADIR ALEXANDER SÁENZ JEREZ

JEFFERSON JOSÉ PARRA AYALA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2023

ANÁLISIS Y DISEÑO TOPOGRÁFICO DE VÍA PARA INGRESO DE MAQUINARIA  
PESADA

YADIR ALEXANDER SÁENZ JEREZ

JEFFERSON JOSÉ PARRA AYALA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil

Director:

CARLOS JAIR PORRAS MARTÍNEZ

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2023

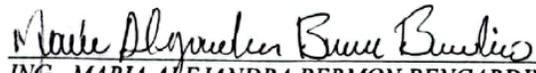
## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 21 DE ABRIL DE 2023 HORA: 9:00 a. m.  
LUGAR: FU304 - UFPS  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL  
TITULO DE LA TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO TOPOGRAFICO DE VIA PARA INGRESO DE MAQUINARIA PESADA".  
JURADOS: ING. JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO  
DIRECTOR: INGENIERO CARLOS JAIR PORRAS MARTINEZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
YADIR ALEXANDER SAENZ JEREZ	1113368	4,2	CUATRO, DOS
JEFFERSON JOSE PARRA AYALA	1113385	4,2	CUATRO, DOS

# A P R O B A D A

  
ING. JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ

  
ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO

Vo. Bo.   
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	11
1. Problema	12
1.1 Título	12
1.2 Planteamiento del Problema	12
1.3 Formulación del Problema	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
1.5 Justificación	13
1.6 Alcance y Limitaciones	14
1.6.1 Alcances	14
1.6.2 Limitaciones	15
1.7 Delimitaciones	16
1.7.1 Delimitación espacial	16
1.7.2 Delimitación temporal	17
1.7.3 Delimitación conceptual	17
2. Marco Referencial	19
2.1 Antecedentes Bibliográficos	19
2.2 Marco Teórico	20
2.2.1 Clasificación de las carreteras	20
2.2.1.1 Según su funcionalidad	21
2.2.1.2 Según el tipo de terreno	21

2.2.2	Diseño de carreteras rurales	23
2.2.3	Topografía del terreno	23
2.2.4	Materiales de construcción	23
2.2.5	Maquinaria pesada	23
2.2.6	Seguridad vial	24
2.2.7	Sistemas de drenaje	24
2.3	Marco Conceptual	24
2.4	Marco Contextual	25
2.4.1	Descripción del proyecto	25
2.4.2	Objetivo del proyecto	25
2.5	Marco Legal	25
2.5.1	Manual de diseño geométrico de carreteras del 2008	25
2.5.2	Ley 30 de 1992	25
2.5.3	Resolución N° 0020 24 de enero de 2020	26
2.5.4	Acuerdo 065 de 1996 de la UFPS	26
3.	Diseño Metodológico	27
3.1	Tipo de Investigación	27
3.1.1	Investigación según el propósito	27
3.1.2	Investigación según el nivel	27
3.2	Población y Muestra	27
3.2.1	Población	27
3.2.2	Muestra	27
3.3	Instrumentos para la Recolección de Información	27
3.3.1	Técnicas	27

3.3.1.1 Levantamiento topográfico	27
3.3.1.2 Modelado digital del terreno	28
3.3.1.3 Software de diseño	28
3.3.1.4 Pruebas de carga	28
3.3.1.5 Supervisión y monitoreo	28
4. Fases y Actividades Específicas del Proyecto	29
4.1 Fase I. Realizar Levantamiento Topográfico del Tramo de Vía con el Fin de Obtener Trazado Urbano, Curvas y Cotas de Nivel del Terreno	29
4.2 Fase II. Diseñar el Plano Topográfico y Analizar Trazado de vía Para Optimizar el Espacio Adecuado Teniendo en Cuenta Estudio de Suelo	31
4.3 Fase III. Realizar Perfiles Transversales Para Obtener Áreas de Corte y Relleno con el Fin de Analizar los Movimientos de Tierra	33
5. Conclusiones	40
6. Recomendaciones	41
Referencias Bibliográficas	42

## Lista de Figuras

	<b>pág.</b>
Figura 1. Foto aérea del lugar a delimitar	16
Figura 2. Área de corte del tramo de vía	34
Figura 3. Áreas de relleno del tramo de vía	35

## Lista de Tablas

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Áreas de corte y relleno de perfiles transversales de tramo de vía desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+200	33
Tabla 2. Abscisado de tramo de vía con las cotas rasante	36

## **Resumen**

Este proyecto se basó un análisis y diseño topográfico de vía para ingreso de maquinaria pesada. Para ello, se implementó una investigación cuantitativa y descriptiva, ya que se fundamentó en los análisis y las pruebas que se realizaron en la metodología del proyecto. La información se obtuvo mediante las siguientes técnicas: levantamiento topográfico, modelado digital del terreno, software de diseño, pruebas de carga y supervisión y monitoreo. La población y muestra correspondió al lote escogido del propietario, para el análisis y diseño de tramo de vía, que esta ubicado en la vereda Camilandia Municipio el Zulia. Se logró analizar y diseñar topografía de vía de acceso a lote, con el fin de mejorar la productividad de tiempo y costo a la trituradora. Seguidamente, se realizó un levantamiento topográfico del tramo de vía con el cual se obtuvo un trazado urbano y curvas y cotas de nivel del terreno. Posteriormente, se diseñó el plano topográfico y se analizó el trazado de la vía optimizando el espacio adecuado teniendo en cuenta estudio de suelo. Finalmente, se llevó a cabo la creación de perfiles transversales obteniendo áreas de corte y relleno analizando los movimientos de tierra.

## **Introducción**

La construcción y mantenimiento de vías de acceso es fundamental para el desarrollo económico y social de una región, especialmente en zonas rurales. En este sentido, el análisis y diseño topográfico de vías para maquinaria pesada se convierte en un proyecto de gran importancia, ya que se busca garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de las vías de acceso para el tránsito de vehículos pesados, que son necesarias para el transporte de bienes y servicios en zonas rurales. El presente proyecto tiene como objetivo llevar a cabo un análisis detallado del terreno y el diseño topográfico de una vía de acceso para maquinaria pesada, considerando aspectos como la capacidad de carga, la pendiente, la selección de materiales de construcción y la seguridad vial.

Asimismo, se trabajará en estrecha colaboración con las comunidades locales, con el fin de asegurar que la construcción de la vía de acceso responda a las necesidades y expectativas de la población local, y se realice de manera participativa y sostenible. La participación de la comunidad se considera esencial para asegurar la aceptación y el éxito del proyecto a largo plazo.

En resumen, este proyecto de análisis y diseño topográfico de vías para maquinaria pesada representa una oportunidad para generar soluciones innovadoras y sostenibles, que contribuyen al desarrollo socioeconómico de zonas rurales y al mismo tiempo, protegen el medio ambiente y promueven la participación y el bienestar de las comunidades locales.

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

ANÁLISIS Y DISEÑO TOPOGRÁFICO DE VÍA PARA INGRESO DE MAQUINARIA PESADA.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

La ausencia de una vía adecuada que permita el acceso de maquinaria pesada al lote, lo que dificulta la realización de actividades de transporte y carga de material de río, compra y venta de material triturado con granulometría variada.

La ausencia de una vía adecuada puede generar costos adicionales para el propietario del lote, ya que la maquinaria pesada tiene que transitar por caminos en mal estado, lo que puede generar daños a la maquinaria y aumentar el tiempo de ejecución de las actividades. Además, puede limitar el acceso a los servicios de emergencia en caso de ser necesario.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar una vía que permita el ingreso de maquinaria pesada de manera segura y eficiente al lote, teniendo en cuenta las características del terreno y las normativas y estándares de construcción de vías en zonas rurales.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Se podrá optimizar el rendimiento y operación de la trituradora para mejorar la calidad del servicio que se presta y reducir los costos asociados a la operación de la misma?

## **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general.** Analizar y diseñar topografía de vía de acceso a lote con el fin de mejorar la productividad de tiempo y costo a la trituradora.

**1.4.2 Objetivos específicos.** Los objetivos específicos se presentan a continuación:

Realizar levantamiento topográfico del tramo de vía con el fin de obtener trazado urbano y curvas y cotas de nivel del terreno.

Diseñar el plano topográfico y analizar trazado de vía para optimizar el espacio adecuado teniendo en cuenta estudio de suelo.

Realizar perfiles transversales para obtener áreas de corte y relleno con el fin de analizar los movimientos de tierra.

## **1.5 Justificación**

El problema que se plantea es la falta de una vía adecuada que permita el acceso de maquinaria pesada a la trituradora, lo que dificulte la operación de la misma y pueda generar costos adicionales para el propietario.

La falta de una vía adecuada puede generar costos adicionales para el propietario de la trituradora, ya que la maquinaria pesada tiene que transitar por caminos en mal estado, lo que puede generar daños a la maquinaria y aumentar el tiempo de ejecución de las actividades. Además, esta problemática limita la capacidad de la trituradora para procesar y trasladar los materiales de manera eficiente.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar una vía que permita el ingreso de maquinaria pesada de manera segura y eficiente a la trituradora, teniendo en cuenta las características del terreno y las normativas y estándares de construcción de vías en zonas rurales. Con ello se espera optimizar el rendimiento y operación de la trituradora, disminuir costos y mejorar la calidad del servicio que se presta.

Actualmente, la falta de una vía adecuada genera costos adicionales para el propietario de la trituradora, ya que la maquinaria pesada debe transitar por caminos en mal estado que pueden dañar la maquinaria y retrasar la ejecución de las actividades.

Por lo tanto, contar con una vía adecuada permitirá mejorar el rendimiento y la operación de la trituradora, lo que se traducirá en una mejora de la calidad del servicio y en una disminución de los costos asociados a la operación de la misma.

En este sentido, el proyecto busca diseñar una vía que cumpla con las normativas y estándares de construcción de vías en zonas rurales y que tenga en cuenta las características del terreno para garantizar la seguridad y eficiencia del ingreso de maquinaria pesada a la trituradora. En definitiva, la justificación del proyecto radica en la necesidad de mejorar la operación y rentabilidad de la trituradora a través del diseño de una vía de acceso adecuada.

## **1.6 Alcance y Limitaciones**

**1.6.1 Alcances.** La descripción de los alcances se evidencia a continuación:

**Análisis topográfico.** El proyecto puede involucrar un análisis topográfico detallado de la zona para determinar la altimetría y pendientes del terreno, identificando las posibles complicaciones para la construcción de la vía, así como los mejores puntos de acceso.

**Diseño de la vía.** A partir del análisis topográfico, se puede diseñar la vía de acceso para la maquinaria pesada, considerando las dimensiones y pesos de los vehículos que transitarán por ella. También se deben considerar las normas y estándares de construcción de vías en zonas rurales.

**Estudio de materiales.** Se tiene en cuenta las pruebas de suelo y análisis de materiales para determinar la calidad y resistencia del terreno, lo que ayuda a definir los materiales necesarios para la construcción de la vía.

**Planificación de la construcción.** Se deben planificar las actividades de construcción y establecer un cronograma detallado que considere las diferentes etapas de construcción de la vía, incluyendo los tiempos necesarios para la compactación del suelo, la instalación de drenajes y la colocación de los materiales de construcción.

**Supervisión de la construcción.** Es importante realizar un seguimiento y supervisión de las actividades de construcción, para garantizar que se cumplan las especificaciones técnicas y normas establecidas en el diseño de la vía.

**Evaluación de resultados.** Al finalizar la construcción de la vía, se debe realizar una evaluación para verificar el cumplimiento de los objetivos y especificaciones del proyecto, así como su eficacia en el acceso de maquinaria pesada al lugar de destino.

**1.6.2 Limitaciones.** A continuación, se visualiza la descripción de las limitaciones.

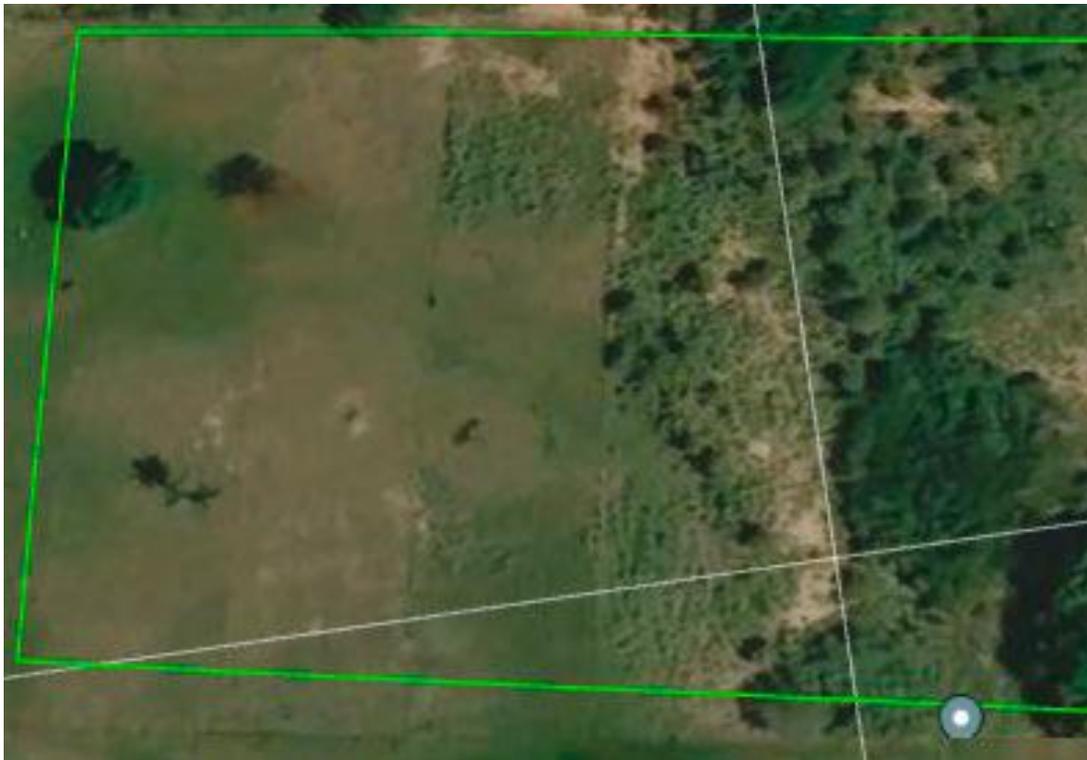
**Condiciones climáticas.** Las condiciones climáticas pueden retrasar o afectar la construcción de la vía, especialmente si se trata de una zona de lluvias intensas o clima extremo.

**Disponibilidad de recursos.** La disponibilidad de recursos como materiales de construcción y maquinaria puede ser limitada en ciertas zonas rurales, lo que podría afectar la ejecución del proyecto.

**Acceso a la ubicación del proyecto.** La ubicación del proyecto en una zona rural puede implicar dificultades en el acceso, en este caso el lote se encuentra sobre la vía principal asfaltada.

## 1.7 Delimitaciones

**1.7.1 Delimitación espacial.** A continuación, se visualiza el área del lugar a delimitar:



**Figura 1. Foto aérea del lugar a delimitar**

Fuente: Google Earth (2022).

**1.7.2 Delimitación temporal.** Por lo general, el proyecto puede tardar desde unos pocos meses hasta un año o más, dependiendo de la complejidad del análisis topográfico y el diseño de la vía, la disponibilidad de los materiales de construcción, la planificación y ejecución de las actividades de construcción y la supervisión del proyecto.

Es importante tener en cuenta que factores externos como cambios climáticos, problemas legales y de permisos, y otros imprevistos pueden afectar la duración del proyecto. Por lo tanto, es importante establecer un plan de trabajo realista y flexible que permita adaptarse a los cambios y garantizar la entrega del proyecto en el plazo establecido.

En caso en que se cuente con las mejores condiciones el proyecto está listo en 3 meses con el informe final terminado. En este caso se obtuvieron los permisos a tiempo y el clima fue variable, pero nada complejo para el levantamiento y diseño topográfico.

**1.7.3 Delimitación conceptual.** La delimitación conceptual se centra en la planificación, diseño y construcción de una vía de acceso segura y eficiente para el tránsito de maquinaria pesada en terrenos con altimetría y pendientes.

El proyecto se enfoca en el análisis detallado de la topografía del terreno y la identificación de las mejores opciones de ruta para la construcción de la vía, considerando las normas y estándares de construcción de vías en zonas rurales y la optimización del rendimiento y operación de la maquinaria pesada.

La delimitación conceptual también se centra en la selección adecuada de los materiales de construcción y la planificación y ejecución de las actividades de construcción, con una supervisión adecuada para garantizar que se cumplan las especificaciones técnicas y normas

establecidas en el diseño de la vía.

En resumen, la delimitación conceptual del proyecto se enfoca en la creación de una vía de acceso adecuada que permita el tránsito seguro y eficiente de maquinaria pesada, lo que a su vez mejorará la calidad del servicio prestado y reducirá los costos asociados a la operación de la maquinaria en zonas rurales.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes Bibliográficos

Marabi, Padhy & Mahto (2015). “Diseño de caminos rurales para vehículos pesados. Revista internacional de investigación innovadora en ciencia”. Este estudio presenta una metodología para el diseño de caminos rurales que permiten el tránsito de vehículos pesados. Se aborda la topografía, los materiales de construcción y la selección del tipo de carretera.

Misra, Patel & Patel (2017). “Diseño de caminos rurales para maquinaria agrícola”. Este estudio presenta una metodología para el diseño de caminos rurales que permiten el tránsito de maquinaria agrícola pesada, teniendo en cuenta las características del terreno y la seguridad de los usuarios.

Komba & Onyango (2014). “Diseño y construcción de caminos rurales en países en desarrollo”. Este estudio presenta una revisión de los procesos de diseño y construcción de carreteras rurales en países en desarrollo, con especial atención a la planificación y selección de materiales de construcción.

Maitra & Bhattacharje (2016). “Diseño y construcción de caminos rurales en India para el desarrollo sostenible”. Este estudio presenta un análisis del diseño y construcción de carreteras rurales en India, con enfoque en la optimización de la calidad de la construcción y la selección de materiales de construcción adecuados para terrenos difíciles.

Kiggundu & Potts (2014). “Evaluación de las prácticas de diseño y construcción de caminos rurales en Uganda”. Este estudio presenta una evaluación de las prácticas de diseño y construcción de carreteras rurales en Uganda, con enfoque en la calidad de la construcción y la

selección de materiales de construcción adecuados.

Simms, Koerner & Smith (2017). “Caminos rurales sin pavimentar reforzados con geosintéticos: pautas de diseño y construcción”. Este estudio presenta una guía para el diseño y construcción de carreteras rurales no pavimentadas reforzadas con geosintéticos, que permiten el tránsito de vehículos pesados en terrenos difíciles.

Oladapo & Olotuah (2013). “Un modelo para la planificación y el diseño de caminos rurales”. Este estudio presenta un modelo para la planificación y diseño de carreteras rurales, que tiene en cuenta las características del terreno y la seguridad de los usuarios, incluidos los vehículos pesados.

Gebrekidan, Tamirat & Hailu (2017). “Diseño de caminos rurales de bajo volumen en Etiopía”. Este estudio presenta una metodología para el diseño de carreteras rurales de bajo volumen en Etiopía, que tiene en cuenta las características del terreno y la selección de materiales de construcción adecuados para terrenos difíciles.

## **2.2 Marco Teórico**

El manual de diseño geométrico de carreteras 2008 el número 1.2, clasificación de carreteras, fue adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional por Resolución Número 0744 del 4 de marzo de 2009, y establece la clasificación de las carreteras con base en su funcionalidad y el tipo de terreno; especifica:

**2.2.1 Clasificación de las carreteras.** Para los efectos del presente Manual las carreteras se clasifican según su funcionalidad y el tipo de terreno.

**2.2.1.1 Según su funcionalidad.** Determinada según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles:

**Primarias.** Son aquellos puntos de acceso principales, transnacionales y departamentales que cumplen el propósito fundamental de integrar las regiones de producción y consumo primario de la nación, así como las de esta nación con otras naciones.

De acuerdo con los requisitos particulares del proyecto, este tipo de carreteras pueden tener calzadas separadas. Los caminos que se consideren primarios deberán estar pavimentados.

**Secundarias.** Son las vías que discurren entre las cabeceras municipales o que parten de una cabecera municipal y se conectan a una carretera principal. Hay carreteras secundarias pavimentadas y sin pavimentar.

**Terciarias.** Son los caminos de acceso que conectan los caminos de las cabeceras municipales entre sí o con otros caminos.

Los caminos que se consideren secundarios deben ser mejorados. Los requisitos geométricos establecidos para las carreteras secundarias deberán cumplirse si están pavimentadas.

**2.2.1.2 Según el tipo de terreno.** Según la topografía dominante en el tramo objeto de estudio, lo que hace que a lo largo del proyecto puedan aparecer tramos homogéneos sobre diversos tipos de terreno.

**Terreno plano.** Hay menos de cinco grados ( $5^\circ$ ) de pendiente transversal al eje del camino. Requiere mover la menor cantidad de tierra durante la construcción, por lo que no presenta desafíos para el diseño o nivelación. Típicamente, sus pendientes longitudinales no exceden el tres por ciento (3%) en ninguna dirección.

Conceptualmente, este tipo de vías se definen como la combinación de alineación horizontal y vertical que permite que los vehículos pesados mantengan aproximadamente la misma velocidad que los vehículos ligeros.

**Terreno ondulado.** Entre seis y trece grados ( $6^{\circ}$  -  $13^{\circ}$ ) son las pendientes transversales al eje de la vía. El proceso de construcción solo requiere una pequeña cantidad de movimiento de tierra, lo que permite alineaciones relativamente rectas y desafíos mínimos de diseño y nivelación. Los rangos del tres al seis por ciento (3–6%) son las pendientes longitudinales.

Este tipo de carretera se describe conceptualmente como una combinación de alineación horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir la velocidad significativamente por debajo de las velocidades de los vehículos ligeros sin que tengan que operar a velocidades sostenidas en las rampas durante un período prolongado de tiempo. se demoró.

**Terreno montañoso.** Tiene pendientes transversales al eje de la vía que van desde los 13 hasta los 40 grados. El diseño y la nivelación pueden ser un desafío porque generalmente requieren movimientos de tierra sustanciales durante la construcción. Sus pendientes longitudinales típicas oscilan entre el 6 y el 8 por ciento (6 - 8 por ciento).

Estas carreteras se describen conceptualmente como que tienen una alineación horizontal y vertical que requiere que camiones grandes conduzcan continuamente a altas velocidades en rampas a lo largo de largas distancias y con frecuencia.

**Terreno escarpado.** Están presentes pendientes transversales al eje de la vía y, por lo general, son mayores de cuarenta grados ( $40^{\circ}$ ). Demandan la mayor parte del movimiento de tierra durante la construcción, lo que plantea importantes desafíos de diseño y nivelación porque,

en la mayoría de los casos, las alineaciones están determinadas por cuencas hidrográficas. Sus pendientes longitudinales suelen ser superiores al ocho por ciento (8%) en la mayoría de los casos.

La combinación de alineaciones horizontales y verticales en este tipo de carreteras se describe conceptualmente como que requiere que los vehículos pesados viajen distancias más largas, con mayor frecuencia y velocidades sostenidas más bajas en rampas que en terrenos montañosos (INVIAS, 2016).

**2.2.2 Diseño de carreteras rurales.** Se pueden revisar los estándares normas nacionales e internacionales que rigen el diseño de carreteras rurales, especialmente en lo que se refiere a la capacidad de carga de las carreteras y la pendiente máxima permitida.

**2.2.3 Topografía del terreno.** Se puede hacer una revisión de los conceptos fundamentales de topografía, como la altimetría, la pendiente, el relieve y la cartografía. También se puede considerar la selección de los mejores métodos para la medición y análisis de la topografía del terreno.

**2.2.4 Materiales de construcción.** Se pueden revisar los tipos de materiales que se utilizan en la construcción de vías rurales, incluyendo su resistencia, capacidad y costo. Además, se pueden explorar las técnicas de compactación y alcance de suelos para mejorar la calidad de los materiales.

**2.2.5 Maquinaria pesada.** Se pueden considerar los diferentes tipos de maquinaria pesada que se utilizan en la construcción y mantenimiento de vías rurales, incluyendo excavadoras, retroexcavadoras, motoniveladoras, compactadoras, entre otras. Se puede revisar la capacidad de

carga de estas máquinas y cómo desactivar el diseño de la vía.

**2.2.6 Seguridad vial.** Se pueden revisar los conceptos de seguridad vial y cómo se aplican en la construcción de vías rurales, especialmente en lo que se refiere a la señalización y la visibilidad en zonas de alta pendiente.

**2.2.7 Sistemas de drenaje.** Se pueden considerar los diferentes sistemas de drenaje necesarios para garantizar al proyecto la adecuada evacuación del agua.

## **2.3 Marco Conceptual**

- Carreteras rurales.
- Topografía.
- Pendiente.
- Capacidad de carga.
- Compactación de suelos.
- Maquinaria pesada.
- Seguridad vial.
- Diseño geométrico.
- Materiales de construcción.
- Sistemas de drenaje.

## 2.4 Marco Contextual

**2.4.1 Descripción del proyecto.** Este proyecto consiste en el análisis y diseño topográfico de tramo de vía para tráfico pesado a ingreso de lote.

El trabajo en obra se realiza por:

- 1 Ingeniero residente.
- Auxiliar de ingeniería.
- 1 Ingeniero residente auxiliar.
- 1 Practicante de la universidad.
- 1 Siso.
- 1 Almacenista.

**2.4.2 Objetivo del proyecto.** Análisis del terreno y diseño topográfico de tramo de vía de carga pesada para ingresar a lote.

## 2.5 Marco Legal

**2.5.1 Manual de diseño geométrico de carreteras del 2008.** Adoptado como Norma Técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional, mediante la Resolución número 0744 del 4 de marzo del 2009, establece la clasificación de las carreteras según su funcionalidad y según el tipo de terreno.

**2.5.2 Ley 30 de 1992.** Artículo 3. “Garantiza la autonomía universitaria y vela por la calidad del servicio educativo a través del ejercicio de la suprema inspección y vigilancia de la Educación

Superior”.

**2.5.3 Resolución N° 0020 24 de enero de 2020.** Considerando que la Universidad Francisco de Paula Santander, requiere la construcción y adecuación de la planta física para el normal desarrollo de las actividades académicas y funcionamiento de la institución.

**2.5.4 Acuerdo 065 de 1996 de la UFPS.** El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander en el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, artículo 140, define las opciones que, del estudiante para realizar su trabajo de grado, los posibles proyectos, trabajos de investigación y sistematización del conocimiento, proyectos de extensión, pasantías, trabajos dirigidos y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997. En el inciso G de este acuerdo manifiesta que el trabajo dirigido consiste en el desarrollo, por parte del estudiante y bajo la dirección de un profesional en el área del conocimiento a la que es inherente el trabajo, de un proyecto específico que debe realizarse siguiendo el plan previamente establecido en el anteproyecto correspondiente, debidamente aprobado. Se deberá cumplir con todos los objetivos, requisitos, estatutos y procedimientos propios del contratista.

### **3. Diseño Metodológico**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Este estudio del proyecto se basa en un tipo de investigación cuantitativo y descriptivo.

**3.1.1 Investigación según el propósito.** Aplicada porque en la práctica se llevan a cabo la teoría estudiada en este proyecto, resuelve necesidades de la planificación en donde lleva a mejorar el proyecto en cuanto a planificación y programación.

**3.1.2 Investigación según el nivel.** Metodología descriptiva en esta etapa del trabajo investigativo se realiza una organización de los resultados de aquellas observaciones generadas, sus características y procesos que se fundamentan en las teorías investigadas. Esta investigación se fundamenta en los análisis y todas las pruebas que se pueden realizar en la metodología del proyecto para evaluar la estimación de los resultados obtenidos.

#### **3.2 Población y Muestra**

**3.2.1 Población.** La población de este estudio es la vereda Camilandia Municipio El Zulia.

**3.2.2 Muestra.** La muestra elegida es el lote escogido del propietario, para el análisis y diseño de tramo de vía.

#### **3.3 Instrumentos para la Recolección de Información**

**3.3.1 Técnicas.** Las técnicas utilizadas para este estudio son las siguientes:

**3.3.1.1 Levantamiento topográfico.** Se utiliza para medir y analizar la topografía del terreno y obtener información detallada sobre la altimetría, pendiente, relieve y otros datos necesarios

para el diseño de la vía.

**3.3.1.2 Modelado digital del terreno.** Se utiliza para crear modelos digitales tridimensionales del terreno, que permiten visualizar y analizar las características del terreno en detalle.

**3.3.1.3 Software de diseño.** Se utiliza software especializado para el diseño de vías de acceso, que permite crear modelos digitales de la vía y simular su comportamiento ante diferentes cargas y condiciones de uso.

**3.3.1.4 Pruebas de carga.** Se realizan pruebas de carga en la vía de acceso para medir la capacidad de carga y verificar la resistencia de los materiales de construcción.

**3.3.1.5 Supervisión y monitoreo.** Se lleva a cabo una supervisión y monitoreo constante durante la construcción de la vía, para garantizar que se cumplan las especificaciones técnicas y los estándares de calidad.

Estas técnicas permiten obtener información precisa y detallada sobre las características del terreno y las necesidades de la vía de acceso.

## 4. Fases y Actividades Específicas del Proyecto

A continuación, se presentan las fases del proyecto desarrollado:

### 4.1 Fase I. Realizar Levantamiento Topográfico del Tramo de Vía con el Fin de Obtener Trazado Urbano, Curvas y Cotas de Nivel del Terreno.

Actividades:

- Actividad 1. Levantamiento topográfico.

**Planificación del levantamiento.** Antes de realizar el levantamiento, es importante planificarlo cuidadosamente. Esto incluye la definición de los objetivos del levantamiento, se determinó el área a medir y la escala, así como el tipo de instrumentos y técnicas de medición que se utilizaron.

**Selección de equipos y herramientas.** Según las necesidades del levantamiento, se seleccionaron los equipos y herramientas adecuados. Estos incluyen niveles, estaciones totales, GPS, drones, prismas, trípodes, entre otros.

**Establecimiento de puntos de control.** Se establecen puntos de control en la zona a medir, que sirven como referencia para las mediciones posteriores. Estos puntos deben ser claramente identificables y estar lo suficientemente alejados de la zona a medir.

**Medición de la zona.** Se realizaron las mediciones necesarias para obtener información sobre la topografía de la zona a medir. Esto incluye detección de altimetría, pendiente, distancia horizontal, coordenadas GPS, entre otras.

**Procesamiento de datos.** Una vez obtenidos los datos, se procesaron para crear un mapa o modelo digital que representara la topografía de la zona medida. Esto puede incluir el uso de software especializado para procesamiento de datos topográficos.

**Generación de informes y resultados.** Una vez procesados los datos, se genera los informes y resultados que permitieron la interpretación y análisis de la información obtenida. Estos resultados incluyen mapas, modelos digitales, perfiles topográficos, entre otros.

**Validación y verificación.** Finalmente, se realiza las validaciones y verificaciones para asegurar la calidad y precisión de los datos obtenidos. Esto incluye pruebas de campo y comparar con otras pruebas o fuentes de información.

- Actividad 2. Levantamiento topográfico obtenido.

De acuerdo a los pasos realizados para el levantamiento topográfico se procede a mostrar a continuación el plano topográfico inicial, para la obtención de curvas y cotas de nivel.

Como se puede observar en la figura se muestra las curvas de nivel con sus respectivas cotas, el cual tiene características de un terreno plano, variando curvas desde la cota 156,0 hasta la 162,5, siendo la entrada al terreno más alto por el costado izquierdo a donde se encuentra el portón de entrada y el costado derecho siendo el terreno más bajo, llevando al terreno a descender lateralmente con una diferencia vertical de 6,5 metros de diferencia en altura entre la cota más alta y la más baja.

## 4.2 Fase II. Diseñar el Plano Topográfico y Analizar Trazado de vía Para Optimizar el Espacio Adecuado Teniendo en Cuenta Estudio de Suelo

Actividades:

- Actividad 1. Diseño topográfico de vía de acceso.

Para el diseño topográfico del tramo de vía se realiza:

**Estudio preliminar:** de la zona de construcción, el cual incluye la revisión de mapas topográficos, información geológica, hidrológica y ambiental, y la identificación de posibles restricciones y requisitos de diseño.

**Diseño geométrico:** se realiza el diseño geométrico de la vía, que incluye la definición de la alineación horizontal y vertical, el ancho de la calzada, los radios de curvatura y la pendiente.

**Selección de materiales de construcción:** se seleccionan los materiales de construcción adecuados para la vía, considerando las características del terreno, la capacidad de carga requerida, la durabilidad y el costo.

A continuación, en la siguiente figura se observa el diseño urbano el cual muestra las pendientes de la vía, ancho de vía, cunetas de evacuación de aguas, arborización, adecuación de entrada, entre otros.

- Actividad 2. Resultados obtenidos de Expansión CBR en estudio de suelo.

Los resultados de la expansión obtenida a partir del ensayo de CBR, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones, se clasifica como No crítica a Poco crítica:

**Expansiones negativas:** Originadas por suelos de naturaleza arenosa, los cuales producen un asentamiento instantáneo.

**Expansiones entre 1 y 2%:** Materiales con porcentaje de expansión moderada.

**Expansiones superiores al 2%:** Representan condiciones críticas de expansión.

Se presentan valores de 0% en los resultados de los % de expansión en los suelos caracterizados como subrasantes, lo que los clasifica como suelos con comportamiento NO CRITICO.

Los valores obtenidos de CBR después de inmersión muestran valores de 12%, por lo tanto, no se considera necesario realizar mejoramiento de la subrasante.

**Recomendaciones de espesores para el mejoramiento de la subrasante.** Con los resultados obtenidos en los valores de CBR, se determinará el CBR de diseño, mediante las siguientes formulas según el tipo de suelo:

Para  $CBR \leq 5\%$  se utilizará  $Mr \text{ (psi)} = 1500 \cdot CBR$  o  $Mr \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 100 \cdot CBR$

Para  $CBR > 5\%$  se utilizará  $Mr \text{ (psi)} = 2555 \cdot CBR^{0.64}$

La primera ecuación es usada y recomendada por la metodología AASHTO 93 para materiales finos, la cual fue adoptada por el manual de diseño de pavimentos para medios y altos volúmenes del INVIAS. Y la segunda ecuación, corresponde a la recomendación dada por AASHTO (2002) para los materiales granulares.

Dependiendo del corte requerido, para la construcción del tramo de estudio, es decir, del diseño geométrico, se tendrán disponibles distintos valores de CBR en las subrasantes.

La inclusión de un mejoramiento, permite alcanzar el valor planteado de diseño, este mejoramiento garantizara una subrasante homogénea para la construcción de la estructura del pavimento propuesta.

De acuerdo a las recomendaciones dadas por el estudio de suelo dice que los valores de CBR de laboratorio, obtenidos entre el 1.2% a 6.6% en el área del proyecto, donde se confirma que los suelos presentan una condición baja, cuando son sometidos a condiciones de saturación, su resistencia descende.

#### **4.3 Fase III. Realizar Perfiles Transversales Para Obtener Áreas de Corte y Relleno con el Fin de Analizar los Movimientos de Tierra**

Actividades:

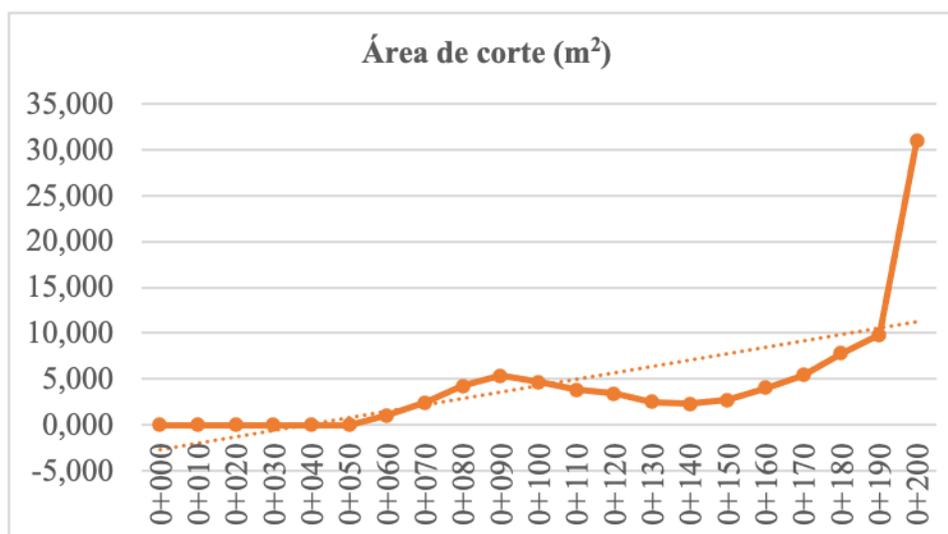
- Actividad 1. Áreas de corte y relleno de cada una de las secciones transversales del tramo de vía.

***Tabla 1. Áreas de corte y relleno de perfiles transversales de tramo de vía desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+200***

<b>Sección abscisa (m)</b>	<b>Área de corte (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de relleno (m<sup>2</sup>)</b>
0+000	0,000	10,020
0+010	0,000	50,200
0+020	0,000	14,420
0+030	0,000	11,370
0+040	0,000	7,500
0+050	0,040	3,620
0+060	1,070	1,720
0+070	2,430	0,550
0+080	4,280	0,005
0+090	5,340	0,000
0+100	4,660	0,000
0+110	3,830	0,000
0+120	3,400	0,070

Sección abscisa (m)	Área de corte (m <sup>2</sup> )	Área de relleno (m <sup>2</sup> )
0+130	2,520	0,080
0+140	2,280	0,050
0+150	2,750	0,000
0+160	4,030	0,000
0+170	5,470	0,000
0+180	7,790	0,000
0+190	9,800	0,000
0+200	30,860	94,540
<b>Total</b>	<b>90,550</b>	<b>194,145</b>

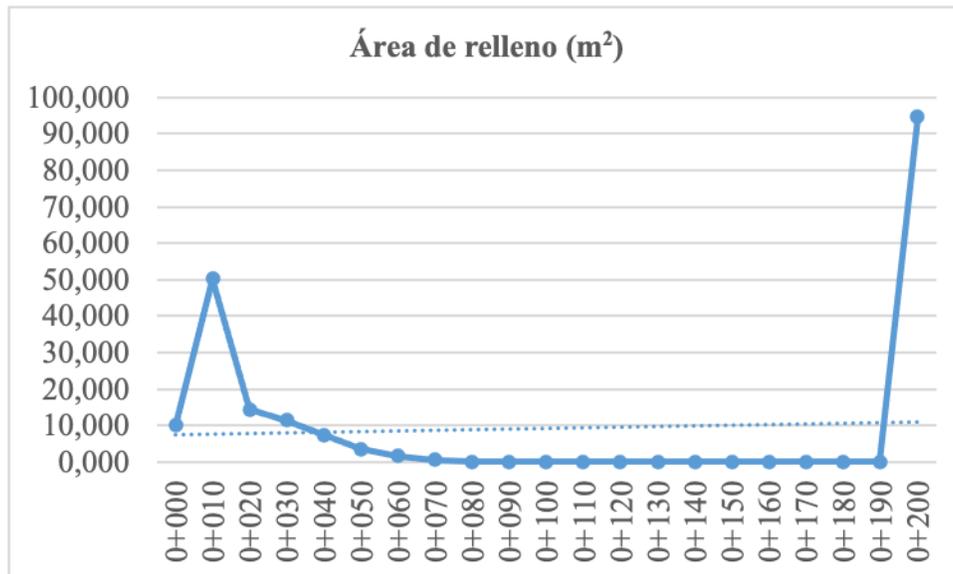
A continuación, se presenta en la siguiente figura gráficamente las áreas de corte del tramo de vía desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+200.



**Figura 2. Área de corte del tramo de vía**

Como se puede observar en la figura anterior es notable el incremento de área de corte a medida que se adentra el tramo de vía al lote, iniciando con 0 m<sup>2</sup> desde la abscisa 0+000 e incrementándose en la 0+060 llegando al final con un total de corte de 30,86m<sup>2</sup> en corte del lateral izquierdo del lote.

A continuación, en la siguiente figura se realiza gráficamente las áreas de relleno del tramo de vía desde la abscisa 0+000 hasta la 0+200, con el fin de obtener resultados con respecto a los movimientos de tierra y así proceder a programar los cortes y rellenos.



**Figura 3. Áreas de relleno del tramo de vía**

En la figura anterior se puede observar que el área de relleno solo se presenta en las abscisas 0+000 hasta la 0+060 mostrando un descenso a cero y un incremento en la abscisa 0+200.

A continuación, se muestra en las siguientes figuras las secciones transversales donde se observa el área de corte y relleno de cada tramo de vía de 10 m y longitud de ancho de vía, y elevaciones de perfiles.

A continuación, se especifican los puntos de cada abscisado para obtener la cota rasante en cada punto.

**Tabla 2. Abscisado de tramo de vía con las cotas rasante**

<b>ABSCISA 0+000,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
1	K0+003,50	162,14
2	K0+004	162,16
3	K0+008	162,24
4	K0+012	162,32
5	K0+016	162,40
6	K0+020	1692,48
7	K0+024	162,56
8	K0+028	162,64
9	K0+032	162,72
10	K0+036	162,8
11	K0+040,34	162,88
<b>ABSCISA 0+010,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
12	K0+003,50	162,17
13	K0+004	162,19
14	K0+008	162,27
15	K0+012	162,35
16	K0+016	162,43
17	K0+020	162,51
18	K0+024	162,59
19	K0+028	162,67
20	K0+032	162,75
21	K0+036	162,83
22	K0+040	162,91
23	K0+042,75	162,95
<b>ABSCISA 0+020,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
24	K0+003,50	161,44
25	K0+004	161,45
26	K0+008	161,53
27	K0+012	161,61
28	K0+016	161,69
29	K0+020	161,77
30	K0+024	161,85
31	K0+028	161,93
32	K0+032	162,01
33	K0+036	162,09
34	K0+040	162,17
35	K0+041,94	162,21

<b>ABSCISA 0+030,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
36	K0+003,50	161,08
37	K0+004	161,09
38	K0+008	161,17
39	K0+012	161,25
40	K0+016	161,33
41	K0+020	161,41
42	K0+024	161,49
43	K0+028	161,57
44	K0+032	161,65
45	K0+034,14	161,69

<b>ABSCISA 0+040,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
46	K0+003,50	160,84
47	K0+004	160,86
48	K0+008	160,94
49	K0+012	161,02
50	K0+016	161,10
51	K0+020	161,18
52	K0+024,34	161,26

<b>ABSCISA 0+050,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
53	K0+003,50	160,78
54	K0+004	160,79
55	K0+008	160,87
56	K0+012	160,95
57	K0+016	161,03
58	K0+018,89	161,09

<b>ABSCISA 0+060,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
59	K0+003,50	160,7
60	K0+004	160,71
61	K0+008	160,81
62	K0+012	160,87
63	K0+014,70	160,92

<b>ABSCISA 0+070,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
64	K0+003,50	160,59
65	K0+004	160,6
66	K0+008	160,68
67	K0+011,64	160,75

<b>ABSCISA 0+080,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
68	K0+003,50	160,46
69	K0+004	160,47
70	K0+008	160,55
71	K0+009,60	160,58
<b>ABSCISA 0+170,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
81	K0+016,84	159,39
82	K0+020	159,38
83	K0+030	159,15
84	K0+040	159,08
85	K0+050	158,68
86	K0+060	158,45
87	K0+070	158,21
88	K0+080	157,98
89	K0+090	157,75
90	K0+100	157,51
91	K0+110	157,28
92	K0+124,38	156,95
<b>ABSCISA 0+180,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
93	K0+014,30	159,33
94	K0+020	159,28
95	K0+030	159,04
96	K0+040	158,81
97	K0+050	158,58
98	K0+060	158,34
99	K0+070	158,11
100	K0+080	157,88
101	K0+090	157,64
102	K0+100	157,41
103	K0+110	157,18
104	K0+124,50	156,84
<b>ABSCISA 0+190,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
105	K0+013,75	159,28
106	K0+020	159,18
107	K0+030	158,95
108	K0+040	158,72
109	K0+050	158,48
110	K0+060	158,25
111	K0+070	158,02
112	K0+080	157,78
113	K0+090	157,55
114	K0+100	157,32
115	K0+110	157,08
116	K0+124,60	156,74

<b>ABSCISA 0+200,00</b>		
<b>Punto</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota Rasante</b>
117	K0+010,50	159,22
118	K0+020	159
119	K0+030	158,76
120	K0+040	158,53
121	K0+050	158,30
122	K0+060	158,06
123	K0+070	157,83
124	K0+080	157,60
125	K0+090	157,36
126	K0+100	157,13
127	K0+110	156,9
128	K0+124,66	156,56

A continuación, en la siguiente figura se observa los puntos de cada tramo desde el abscisado 0+000 hasta el 0+080 para mejorar las pendientes de ese espacio y que el agua no traiga problemas de filtraciones a la vía y esta pueda ser más duradera.

## 5. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la topografía del lote es bastante plana con diferencia de altitudes hasta de 6 metros, lo cual se caracteriza por ser un terreno plano, sin embargo, se deben realizar cortes y rellenos para adecuar las pendientes del tramo de vía y así darle un adecuado manejo de aguas lluvias y estancadas que corren naturalmente por el lote.

Del levantamiento topográfico se realizó organizando unos puntos de referencia para amarrar los siguientes puntos tomados como se muestra en el plano, lo cual muestra las curvas de nivel del terreno mostrando una estrategia de trazado de la vía con respecto a estas curvas arrojadas y así tener una mejor distribución de acuerdo a las necesidades del propietario y sus intereses.

Como se pudo observar en la tabla de áreas de corte y relleno y los perfiles transversales de la vía, se obtuvieron resultados de corte en total de  $90,55\text{m}^2$  y el área de relleno un total de  $194,145\text{m}^2$ . Siendo el relleno más del doble del corte. Sin embargo, los terraplenes para la vía deben realizarse con material de relleno con las características que especifica las normas del INVIAS.

El área total del tramo de vía es de  $2458,80\text{m}^2$ , del cual se diseña con el fin de darle un ancho adecuado para el tránsito de carga pesada como tipo gandolas, volquetas doble troque entre otras, con cargas de más de 30 toneladas.

## **6. Recomendaciones**

Se recomienda con respecto al diseño topográfico realizar las obras de drenaje de la vía una vez se replantee y construya la vía. Replantear la zona de entrada desde el costado lateral izquierdo del lote, es decir desde el lindero izquierdo, replantear los puntos del terreno fuera de la vía, debido a que solo se especifica la excavación y relleno de la vía, para así darle las pendientes adecuadas al terreno y que el agua lluvia o de escorrentía de los lotes vecinos no se deposite y esta sufra daños severos por la ausencia de drenajes o pendientes de drenaje. Teniendo en cuenta los puntos marcados en la figura para realizar estas pendientes mencionadas.

## Referencias Bibliográficas

- Gebrekidan, T., Tamirat, S. & Hailu, S. (2017). Diseño de caminos rurales de bajo volumen en Etiopía. *Revista Etiópe de Ingeniería y Ciencia*, 3(2), 53-60.
- Instituto Nacional de Vías. (2016). *Clasificación de las Carreteras*. Recuperado de:  
<https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>
- Kiggundu, A. & Potts, C. (2014). Evaluación de las prácticas de diseño y construcción de caminos rurales en Uganda. *Journal of Traffic and Transportation Engineerinn*, 1(5), 337-343.
- Komba, B. & Onyango, R. (2014). Diseño y construcción de caminos rurales en países en desarrollo. *Revista Internacional de Ciencia e Investigación*, 3(9), 2015-2022.
- Maitra, S. & Bhattacharjee, R. (2016). Diseño y construcción de caminos rurales en India para el desarrollo sostenible. *Actas de la Institución de Ingenieros Civiles-Transporte*, 169(1), 31-39
- Marabi, M. Padhy, A. & Mahto, D. (2015). Diseño de caminos rurales para vehículos pesados. *Revista Internacional de Investigación Innovadora en Ciencia, Ingeniería y Tecnología*, 4(4), 2604-2611
- Misra, P., Patel, A. & Patel, V. (2017). Diseño de caminos rurales para maquinaria agrícola. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4(3), 247-255.
- Oladapo, J. & Olotuah, O. (2013). Un modelo para la planificación y el diseño de caminos rurales. *Investigación Civil y Ambiental*, 3(5), 15-25.

Simms, L., Koerner, R. & Smith, D. (2017). Caminos rurales sin pavimentar reforzados con geosintéticos: pautas de diseño y construcción. *Registro de Investigación de Transporte*, 2627(1), 67-74.