



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

## **TRABAJO DE GRADO**

**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**BOGOTÁ D.C**  
**2016**



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

## **TRABAJO DE GRADO**

### **PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VARIANTE DEL MUNICIPIO DE VILLAGARZÓN, PUTUMAYO**

**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739

**TUTOR: Ing. EDGAR ALBERTO FONSECA HERRERA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C  
2016**



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado define la propuesta de diseño geométrico de una variante para el municipio de Villagarzón, en el departamento de Putumayo; a partir de un estudio de la zona que justifica su implementación por problemas de congestión, malos diseños, deterioro de calzada y dificultad por el paso comercial hacia uno de los puertos principales el sur de Colombia.

La realización del diseño corresponde al volumen II de “Estudio de trazado y diseño geométrico” del Instituto nacional de Vías para las fases de diseño definitivo en los proyectos de infraestructura vial. La propuesta se compone de alineamiento horizontal o en planta, alineamiento vertical o perfil, secciones transversales y análisis de volúmenes de corte y terraplén.

A partir de esto se muestra el impacto que la posible implementación del diseño provocaría en el municipio; en todo lo referente a beneficios para el crecimiento económico y cultural de la población de Villagarzón, la disminución de tiempos y costos del transporte comercial dirigido a Puerto Asís y el desarrollo que carreteras de cuarta generación impulsan en vías tan importantes para la economía nacional.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

## TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	...8
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	...8
2.1. OBJETIVO GENERAL	...8
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	...8
3. JUSTIFICACIÓN	...9
4. ANTECEDENTES	...9
5. ALCANCE O DELIMITACIÓN	...10
5.1. ALCANCE CONCEPTUAL	...10
5.2. ALCANCE GEOGRÁFICO	...11
5.3. ALCANCE CRONOLÓGICO	...11
6. MARCO REFERENCIAL	...12
6.1. MARCO CONCEPTUAL	...12
6.2. MARCO TEÓRICO	...12
6.2.1. QUE ES UNA CARRTETERA	...12
6.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS	...13
6.2.2. QUE ES UNA VARIANTE O PERIMETRAL	...14
6.2.3. QUE ES UNA INTERSECCIÓN VIAL	...15
6.2.4. QUE ES DISEÑO GEOMETRICO DE VÍAS	...15
6.2.4.1. DISEÑO EN PLANTA	...16
6.2.4.2. DISEÑO EN PERFIL	...17
6.2.4.3. DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL	...17
6.2.4.4. VELOCIDAD DE DISEÑO	...18
6.3. MARCO LEGAL	...18
6.3.1. MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, INVIAS (2008)	...18
6.3.2. A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, AASHTO (2004)	...18
6.4. MARCO HISTÓRICO	...19
6.5. MARCO AMBIENTAL	...21



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

7.	METODOLOGIA	...22
8.	DESCRIPCION RUTA NACIONAL 45, TRAMO 02	...23
8.1.	LOCALIZACIÓN, CARACTERISTICAS Y CONDICIONES	...23
8.2.	ÁREAS DE EMBOTELLAMIENTO Y CONGESTIÓN	...26
8.3.	TRÁNSITO COMÚN Y COMERCIO	...28
8.4.	GEOLOGIA	...32
8.5.	HIDROLOGÍA	...34
8.6.	POSCONFLICTO	...37
9.	PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO	...39
10.	LÓGICA DE LAS INTERSECCIONES	...39
10.1.1.	INTERSECCIÓN TIPO TRÉBOL PARCIAL	...39
10.1.2.	INTERSECCIÓN TIPO YE	...41
10.2.	CRITERIOS DE DISEÑO	...42
10.2.1.	EJE PRINCIPAL	...42
10.2.1.1.	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	...43
10.2.1.2.	VELOCIDAD DE DISEÑO	...45
10.2.1.3.	ANCHO DE CALZADA Y ANCHO DE CARRIL	...46
10.2.1.4.	ANCHO DE BERMA	...46
10.2.1.5.	RADIO DE CURVATURA MÍNIMO Y PERALTE MÁXIMO	...47
10.2.1.6.	ENTRETANGENCIAS MÍNIMAS	...47
10.2.1.7.	LONGITUDES TRAMO CIRCULAR Y ESPIRAL	...48
10.2.1.8.	PENDIENTE LONGITUDINAL	...48
10.2.1.9.	LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTE VERTICAL	...49
10.2.1.10.	LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL	...49
10.2.1.11.	VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMO DE K	...49
10.2.2.	INTERSECCIÓN TIPO TREBOL PARCIAL	...50
10.2.2.1.	ANCHO DE RAMALES	...51
10.2.2.2.	CARRIL DE DESACELERACIÓN	...52
10.2.2.3.	CARRIL DE ACELERACIÓN	...53
10.2.3.	INTERSECCIÓN TIPO YE	...54
10.2.3.1.	ANCHO DE RAMALES	...56



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

10.2.3.2. CARRIL DE DESACELERACIÓN	...56
10.2.3.3. CARRIL DE ACELERACIÓN	...57
10.3. TRAZADO LÍNEA DE CEROS	...57
10.4. SECCIONES TRANSVERSALES	...59
11. RESULTADOS	...60
12. CONCLUSIONES	...64
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	...65
14. ANEXOS	...69
ANEXO 1. REPORTE CURVAS ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
ANEXO 1.1. EJE PRINCIPAL	
ANEXO 1.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL	
ANEXO 1.3. INTERSECCIÓN TIPO YE	
ANEXO 2. REPORTE UBICACIÓN DE PI's EN ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
ANEXO 2.1. EJE PRINCIPAL	
ANEXO 2.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL	
ANEXO 2.3. INTERSECCIÓN TIPO YE	
ANEXO 3. REPORTE DE TRANSICIÓN DE PERALTES	
ANEXO 3.1. EJE PRINCIPAL	
ANEXO 3.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL	
ANEXO 3.3. INTERSECCIÓN TIPO YE	
ANEXO 4. REPORTE DE PENDIENTE LONGITUDINAL EN ALINEAMIENTO VERTICAL	
ANEXO 4.1. EJE PRINCIPAL	
ANEXO 4.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL	
ANEXO 4.3. INTERSECCIÓN TIPO YE	
ANEXO 5. REPORTE DE CURVAS VERTICALES EN ALINEAMIENTO VERTICAL	
ANEXO 6. REPORTE DE VOLUMENES	
ANEXO 6.1. EJE PRINCIPAL	
ANEXO 6.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL	
ANEXO 6.3. INTERSECCIÓN TIPO YE	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

ANEXO 7. MODELO DIGITAL DEL DISEÑO GEOMETRICO

ANEXO 8. PLANOS DEL DISEÑO GEOMETRICO



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Villagarzón es un municipio que se encuentra en el paso comercial entre Mocoa y Puerto Asís, en el departamento de Putumayo; de manera que los vehículos de carga pesada deben atravesar el municipio obligatoriamente, causando congestión vehicular y daño en sus vías urbanas, además, esto incrementa los costos para el transporte de mercancía y demoras en la entrega. Por ello, el presente trabajo plantea la necesidad de realizar el Diseño Geométrico para una Variante en el municipio de Villagarzón, frente a un eventual crecimiento en la red de corredores viales que integran la infraestructura del transporte del país.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de Diseño Geométrico vial para la Perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo) sobre la Ruta Nacional 45 que cumpla con los Parámetros de diseño de Carreteras que considera la normativa nacional e internacional.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Suministrar la información necesaria del diseño geométrico que se propone para la perimetral municipio de Villagarzón (Putumayo).
- Describir el área de influencia donde se propone la perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo).
- Resaltar el impacto socioeconómico que tendría la construcción de la perimetral del municipio de Villagarzón en el sur del país.
- Presentar planos planta-perfil del diseño geométrico propuesto para la perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo), en base a los requerimientos de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI).





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

- Entregar reporte de volúmenes de corte y terraplén de la variante propuesta, usando el software Autocad Civil 3D.

### 3. JUSTIFICACION

A raíz de la necesidad actual que existe en Colombia por modernizar la infraestructura vial y con ello, potenciar el desarrollo económico y social del país; es imperativo desarrollar planes de mejora en las vías existentes, además de nuevos diseños que complementen la malla vial nacional. Dado que el departamento de Putumayo se localiza en la zona fronteriza con el Ecuador, el comercio que allí confluye, demanda condiciones de infraestructura que faciliten la conexión del sur con el interior del país.

Al ser Villagarzón un municipio ubicado sobre la ruta comercial entre Mocoa y Puerto Asís, está expuesto al constante tránsito de vehículos de carga, por ello se plantea el Diseño Geométrico de una Variante que solucione el embotellamiento que se presenta al interior del municipio y optimice las actividades de comercio.

### 4. ANTECEDENTES

El presente trabajo busca solucionar una problemática que afecta a Villagarzón, a través del diseño de una variante; el único paso existente corresponde al corredor vial del interior del municipio, el cual se ve saturado por el tráfico de la zona y el paso comercial de vehículos de carga.

<sup>6</sup> La Secretaria de Planeación bajo dirección de la alcaldía de Villagarzón, en el desarrollo de sus proyectos ha intervenido en la infraestructura vial del municipio, con programas de mantenimiento rutinario, apertura de vías urbanas para el desarrollo local y mejoramiento de la calidad pavimento de los corredores. (ALCALDÍA DE VILLAGARZÓN, 2016).

<sup>26</sup> En el marco de las vías 4G, se celebró el contrato de concesión de la vía Santana-Mocoa-Neiva, bajo el esquema de APP, cuyo objeto son los “Estudios y diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión de la concesión Santana, Mocoa, Neiva”. Uno de los tramos

de estudio corresponde al corredor - sobre la Troncal del Magdalena - entre Santana y Mocoa con extensión de 72,1 Km, que comprende la rehabilitación, mejoramiento y construcción de la vía perimetral de Villagarzón. La fecha de inicio de ejecución del contrato es el 23 de Septiembre del año 2015 y su plazo de cumplimiento es de 348 meses (29 años) (SECOP, 2016)



*Ilustración 1: Concesión Santana - Mocoa - Neiva  
Fuente: ANI*

## 5. ALCANCE O DELIMITACIÓN

### 5.1. ALCANCE CONCEPTUAL

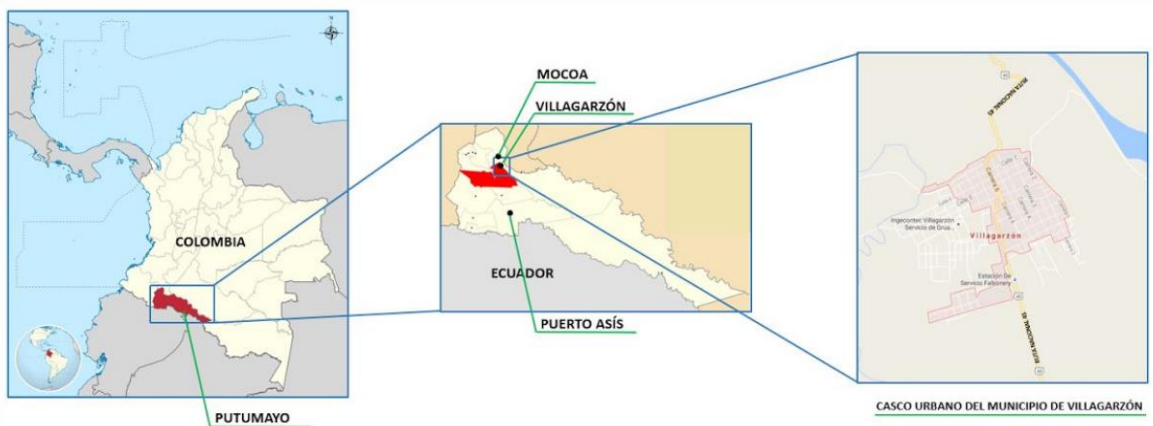
<sup>21</sup> El Instituto Nacional de Vías en sus requerimientos técnicos de Estudios y Diseños definitivos de carreteras - Fase III, estipula 15 volúmenes mínimos de presentación; este trabajo de investigación trabajará principalmente con el volumen II correspondiente al “Estudio de Trazado y Diseño Geométrico”, el cual en base a la determinación del nivel de servicio y capacidad (estudio previo de tránsito), continúa con la definición del tipo de vía que se requiere, la sección típica y el diseño final en planta perfil. (INVIAS, 2011)

Este trabajo se enfoca en plantear el Diseño Geométrico de la Variante del municipio de Villagarzón, Putumayo, la cual se puntualiza en los diseños

de los alineamientos horizontal y vertical, sección transversal, peraltes y reportes de volúmenes de corte y terraplén, por lo cual su aplicación se ciñe exclusivamente al área donde se propone este proyecto.

## 5.2. ALCANCE GEOGRÁFICO

El presente trabajo tiene por ubicación el municipio de Villagarzón, Putumayo, al sur de Colombia, realizando empalme vial con la ruta nacional 45 para desarrollar el Diseño Geométrico de la Variante que se propone, de manera que limite con el perímetro urbano de este municipio.



*Ilustración 2: Localización municipio Villagarzón, Putumayo*

*Fuente: Tomado y modificado de Wikipedia y Google Earth*

## 5.3. ALCANCE CRONOLÓGICO

<sup>20</sup> El trabajo de la propuesta de Diseño Geométrico de la Variante del municipio de Villagarzón, Putumayo se efectúa en un periodo de 15 semanas, siendo relevante destacar que en el transcurso de este tiempo, se desarrolla la modelación del Diseño Geométrico de la Variante por medio del software Autocad Civil 3D, <sup>19</sup>buscando garantizar la armonía entre cada uno de los elementos geométricos y optimizar el movimiento de tierras, de manera que la vía cumpla con las especificaciones indicadas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS 2008).



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1. MARCO CONCEPTUAL

<sup>8</sup> Según el registro de la Agencia Nacional de Infraestructura, Colombia tiene un retraso de 30 años en cuanto a Infraestructura Vial, tema que hace imperante el planteamiento y desarrollo de nuevos proyectos que mitiguen este déficit. Por ello, el Ministerio de Transporte de Colombia tiene proyectado a 2020 aumentar la malla vial a un 300% con respecto a la actual, cobrando importancia la conexión de lugares que involucren el comercio del País, obras como: las autopistas Pacífico 1,2 y 3; Ruta del sol y Autopista Río Magdalena, que han sido propuestas para generar dicho desarrollo en el país. (ANI, 2016).

Dichas vías están siendo rediseñadas para que funcionen de manera más eficiente, es decir, recorrer la mínima distancia para transportarse de un lugar a otro, invirtiendo poco tiempo y así mismo, que sean seguras y confortables. Una de las estrategias para cumplir dicho objetivo es la implementación de puentes, viaductos, túneles y perimetrales que por la topografía, hidrología o ciudades intermedias hacen que las distancias sean más largas. Y en el caso de vías perimetrales, hacen parte del diseño de autopistas importantes, tanto para disminuir los tiempos, costos y distancias como para evitar el constante tránsito de automóviles y vehículos pesados a través de un municipio o ciudad, ocasionando congestión y accidentalidad.

### 6.2. MARCO TEORICO

#### 6.2.1. QUE ES UNA CARRETERA

<sup>2</sup> *“Una carretera es un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, que requiere de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad”.* (AGUDELO, 2002)



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

<sup>20</sup> “Carreteras, consideradas en la mayoría de los casos como ejes articuladores de los diferentes procesos de poblamiento y expansión económica”. (INVIAS, 2008).

<sup>9</sup> Aunque el concepto técnico de carretera se conoce hasta inicios del siglo XX, con el invento y desarrollo del vehículo, desde nuestros antepasados se ha tenido la necesidad de comunicación y unión de diferentes lugares o puntos por medio de caminos. (AEC, 2006).

Esta necesidad de desarrollo económico y social, llevó a que los caminos y el tipo de transporte evolucionaran para hacerlos más seguros, cómodos y eficientes, creando lo que se conoce como las carreteras o vías que con el conocimiento de la ingeniería se han convertido en un sistema que permite la conexión e interacción de Países, Capitales, Municipios, Veredas y puntos importantes de comercio involucrando además puertos marítimos y fluviales por medio del transporte de vehículo.

Si analizamos los conceptos anteriores de carretera, siempre se relaciona el término de comunicación, unión e interacción por medio de un transporte, siendo la esencia principal de la definición de una vía.

#### 6.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

<sup>20</sup> Uno de los factores importantes en el diseño geométrico de una vía es identificar como primera instancia el tipo de carretera, con el fin de optar los criterios de diseño adecuados. En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS se propone una clasificación de acuerdo a su funcionalidad, sean primarias, secundarias y terciarias, y otra clasificación según el tipo de terreno que se presenta, sea plano, ondulado, montañoso y escarpado.

De manera que según su funcionalidad, las vías se clasifican de acuerdo al nivel de importancia en el desarrollo económico y social del país en:

- Vías primarias: las troncales de capitales departamentales que comunican las principales zonas de producción y consumo del país y de otros países.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

- Vías secundarias: aquellas que se conecten con las vías primarias, para unir dos cabeceras municipales se les atribuye este nombre.
- Vías terciarias: aquellas que conectan con veredas o municipios alejados.

(INVIAS, 2008).

<sup>20</sup> Y según el tipo de terreno, las vías se clasifican dada su topografía característica, pendiente y movimiento de tierras a la hora de construir la carretera; por consiguiente, se tiene que los tipos de terreno en función de los factores mencionados anteriormente son:

- De terreno plano: presentan topografía con pendiente transversal de 5°, mínimo movimiento de tierras y pendiente longitudinal <3%
- De terreno ondulado: presentan topografía con pendiente transversal de 6 a 13°, moderado movimiento de tierras y pendiente longitudinal de 3 a 6%
- De terreno montañoso: presentan topografía con pendiente transversal de 13 a 40°, grande movimiento de tierras y pendiente longitudinal de 6 a 8%.
- De terreno escarpado: presentan topografía con pendiente transversal de >40°, máximo movimiento de tierras y pendiente longitudinal >8%

(INVIAS, 2008).

### 6.2.2. QUE ES UNA VARIANTE O PERIMETRAL

<sup>18</sup> Es una vía que proporciona flujo completamente continuo y proyectadas para realizar maniobras a alta velocidad, con acceso y salida a través de intersecciones a nivel o desnivel; estas vías buscan disminuir las perturbaciones del tránsito dentro de una ciudad (HERNANDEZ, 2005).

<sup>1</sup> Una vía perimetral es diseñada para proveer eficiente operación en base a la necesidad del tráfico, siendo parte importante de un sistema de carreteras al evitar cruzar por un área urbana; además, pretenden que el tiempo



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

recorrido disminuya sin necesidad de entrar en la ciudad y a su vez, evite que vehículos pesados circulen por dentro de ella (AASHTO, 2004).

### 6.2.3. QUE ES UNA INTERSECCIÓN VIAL

<sup>20</sup> La intersección se define como una solución vial al tránsito en carreteras que allí se integran, dado que existen cruces o cambios de trayectoria de los vehículos que se derivan de estas. La concepción de una intersección en cierto sitio lleva consigo la necesidad de tener en cuenta elementos como carriles de aceleración y desaceleración, ramales de entrada y salida, y entrecruzamientos, principalmente (INVIAS, 2008).

<sup>20</sup> Para el diseño de una intersección, a parte de la creatividad e ingenio del ingeniero, cabe tener en cuenta criterios como la priorización de movimientos, volúmenes de tránsito, claridad para el usuario y perpendicularidad de trayectorias, entre otros (INVIAS, 2008).

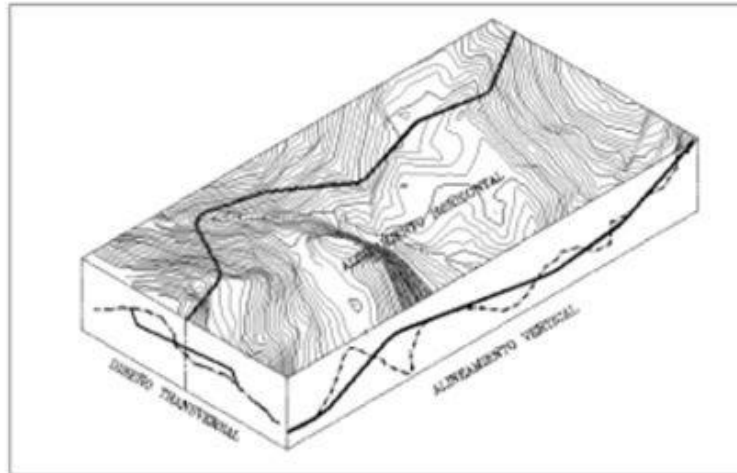
Estas intersecciones pueden ser a nivel o desnivel; estas últimas eliminan puntos de conflicto del tránsito por medio de estructuras de puente o túnel, siendo más eficientes que la intersección a nivel, donde existen tales puntos de conflicto que para prevenir choques entre vehículos utiliza sistemas de control como señales de tránsito o semáforos.

### 6.2.4. QUE ES DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

<sup>2</sup> El Diseño Geométrico es aquel que une el diseño en planta, el diseño en perfil y el diseño de sección transversal de una carretera, con el fin de obtener un análisis completo y real de una vía con elementos que son diseñados siguiendo parámetros como: Topografía, Velocidad y Estudio de tránsito, de manera que sea una vía confortable y segura para el usuario y a la velocidad de diseño determinada. (AGUDELO, 2002)

En el anterior párrafo se pueden identificar cuatro términos importantes en el diseño geométrico de una vía como son: diseño en planta, diseño en perfil, diseño sección transversal y velocidad de diseño, que analizados de manera integral, se obtiene un resultado coherente, que es

el Diseño Geométrico de una Vía; por lo tanto, es de gran importancia tener claro su concepto y cómo relacionarlos.



*Ilustración 3. Elementos Diseño Geométrico de una vía*

*Fuente: AGUDELO, Jhon. Diseño Geométrico de vías Ajustado al Manual Colombiano, 2002, pag 44*

#### 6.2.4.1. DISEÑO EN PLANTA

<sup>1</sup> El Diseño en Planta se refiere al alineamiento horizontal de la carretera, es decir, aquel que en proyección sobre un plano horizontal está conformado por alineamientos rectos y curvas de radio variable, localizados sobre un sistema de coordenadas y que permitan cambios suaves de dirección. (AASHTO, 2004)

<sup>20</sup> Este diseño, se caracteriza por emplear curvas horizontales de empalme circular, espiral o la combinación de ambas; en el caso de la primera, la curva presenta un valor de radio constante, mientras la segunda, la curva presenta un arco de transición con una deflexión no tan brusca en el cambio de dirección; la combinación de ambas, obtiene un producto de empalme espiral-círculo-espiral, que puede ser simétrico o asimétrico. (INVIAS, 2008)

<sup>20</sup> Cabe decir, que este diseño en planta se encuentra ligado a términos como peralte, que es la inclinación transversal de la vía necesaria en tramos de curva horizontal, así como a valores de entretagencias, como





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

aquella distancia en recta y entre curvas horizontales, que permita visualizar el sentido de tales curvas, sea igual o distinto. (INVIAS, 2008)

#### 6.2.4.2. DISEÑO EN PERFIL

<sup>1</sup> El Diseño en Perfil conocido como alineamiento vertical, se define como la proyección de la vía sobre una superficie vertical y que consta de rectas conectadas por arcos parabólicos; para el diseño en perfil es indispensable que el diseño en planta ya este creado. (AASHTO, 2004)

<sup>20</sup> Este diseño, se caracteriza por presentar pendientes longitudinales en tramos rectos que en función de la velocidad de diseño corresponden a un valor máximo, enlazando las llamadas curvas verticales, sean cóncavas o convexas, dado el cambio de pendiente en el perfil de la vía; las primeras forman una depresión, mientras las segundas forman una cresta. (INVIAS, 2008)

<sup>20</sup> Para el diseño en perfil, se debe tener en cuenta criterios de seguridad, operación y drenaje, que establezcan la longitud mínima y máxima de la curva vertical, que sin hacer omisión del valor K, garantizan un adecuado drenaje y control de visibilidad en la vía. (INVIAS, 2008)

#### 6.2.4.3. DISEÑO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

<sup>1</sup> La sección transversal está dada por una proyección normal al eje de la vía y constituida por las dimensiones de los elementos que forman la vía, que en relación con el alineamiento horizontal y vertical, define las secciones de corte y terraplén después de construido el corredor. (AASHTO, 2004)

<sup>20</sup> Este diseño se caracteriza por definir dimensiones correspondientes al derecho de vía, como ese ancho necesario para construcción, mantenimiento o futura ampliación de la carretera; de igual forma el ancho de calzada y ancho de bermas, que conforman los carriles y el borde hasta la cuneta, respectivamente. Aquí, también se determina los valores de sobreancho, que corresponde al ensanchamiento de la calzada en el borde interno de una curva horizontal. (INVIAS, 2008)



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

<sup>20</sup> En el diseño de sección transversal, cabe destacar la presencia de elementos como andenes, cunetas y taludes; los andenes que cumplen una función peatonal, las cunetas para canalizar de manera longitudinal las aguas de escurrimiento sobre la vía y los taludes como aquella inclinación formada por corte y terraplén a lo largo de la vía. (INVIAS, 2008)

#### 6.2.4.4. VELOCIDAD DE DISEÑO

<sup>20</sup> La velocidad de diseño es la máxima velocidad a la que puede ir un vehículo en una carretera y se determina teniendo en cuenta el tipo de terreno y categoría de la carretera (INVIAS, 2008).

Esta velocidad de diseño, busca garantizar la seguridad de los usuarios de manera que no sean sorprendidos por cambios bruscos a lo largo del trazado, siendo la velocidad de diseño un valor de suma importancia que toma control sobre parámetros a tener cuenta al realizar el diseño geométrico de la vía.

### 6.3. MARCO LEGAL

Dentro de la normativa legal existente en cuanto al Diseño Geométrico de Vías en Colombia, es imprescindible tener en cuenta:

#### 6.3.1. MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, INVIAS (2008)

Es un documento oficial expedido por el Ministerio de Transporte de Colombia, en el cual se presentan las especificaciones de diseño geométrico, con el fin de garantizar la armonía entre cada uno de los elementos geométricos adoptados en una carretera.

#### 6.3.2. A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, AASHTO (2004)

Es un documento oficial estadounidense que establece recomendaciones ingenieriles respecto al diseño geométrico de vías, siendo



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

base del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, nombrado en el párrafo anterior.

#### 6.4. MARCO HISTÓRICO

<sup>25</sup> El departamento de Putumayo, como la amazonía colombiana en general ha visto limitado su desarrollo socioeconómico desde tiempos de la Independencia de Colombia, dado el mal estado de sus vías y la no existencia de carreteras que comunicarán al departamento con el interior del país; este aislamiento se ha visto marcado por movimientos cívicos que se han hecho sentir y ser visibles ante el Estado, exigiendo derechos básicos para la población, trayendo consigo la construcción de infraestructura y vías para la región (RAMIREZ, 2001).

<sup>25</sup> El año 1906, se comenzaron a construir carreteras en el Putumayo, bajo el gobierno de Rafael Reyes y de la mano de misioneros católicos que realizaban la evangelización de grupos indígenas y colaboraban en el auge de extracción de caucho que vivía la región; pero estas carreteras quedaron inconclusas a raíz del conflicto colombo-peruano en la década de los 30 y a raíz de esta contienda bélica, el gobierno decidió conectar las ciudades de Mocoa y Pasto como una ruta necesaria para el transporte de equipos hasta Puerto Asís (RAMIREZ, 2001).

<sup>7</sup> Para 1946, se fundó Villagarzón como un corregimiento ligado a Mocoa, como una zona por donde cruzaba la carretera que conectaba Mocoa con Puerto Asís y en la cual ya había asentamientos de comunidades que migraban de la región andina y nariñense. Para el año 1977, Villagarzón se constituyó en municipio <sup>8</sup> ALCALDÍA DE VILLAGARZÓN, 2016)

<sup>25</sup> En la década de los 50 y 60, la economía del departamento de Putumayo se centró en la explotación maderera y comercio de pieles, donde los puertos fluviales de Puerto Asís y Puerto Leguízamo eran el eje de comercio de su rezagada economía. Hacia la década de los 70, tuvo lugar la fiebre del petróleo y con ello, la apertura de trochas dentro del departamento (RAMIREZ, 2001).

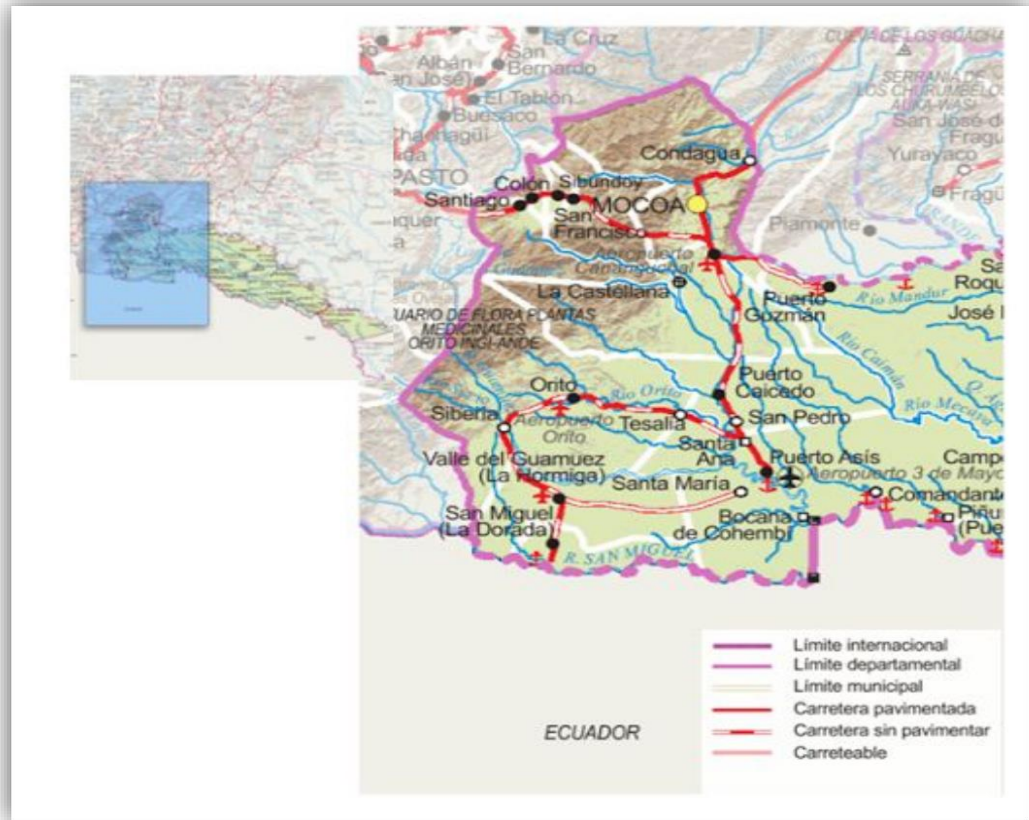


**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

Pero en la década de los 80 y en medio del aislamiento del departamento con el centro del país, su población se vió afectada por la presencia de grupos ilegales y siembras de cultivos de coca; con ello paros cívicos que exigían la atención del gobierno y mejores condiciones de vida para la población.

<sup>7</sup> Y fue hasta el año 2002 que el departamento de Putumayo salió del anonimato, debido a la construcción de una carretera que uniría la capital Mocoa con el municipio de Pitalito, al sur del Huila, y con ello, su vínculo al centro del país; a partir de ese momento y a pesar de las condiciones en que se encuentra actualmente la vía de Mocoa a Puerto Asís, esta carretera se ha convertido en la arteria y acceso principal al departamento, incorporando las ciudades fronterizas con el Ecuador al centro del país, haciendo parte de la Ruta Nacional 45 o Troncal del Magdalena dentro de la Red Nacional de Vías de Colombia ALCALDÍA DE VILLAGARZÓN, 2016).

De esta manera, el desarrollo histórico del municipio de Villagarzón ha dependido de su cercanía con Mocoa y por su especial ubicación sobre la ruta comercial entre Puerto Asís y la capital putumayense; así mismo, los ríos han sido pieza fundamental al facilitar el transporte fluvial y consigo, resistir el rezago socioeconómico que ha vivido el departamento. Y aunque hoy, las pocas vías que existen en el Putumayo no se encuentran en las mejores condiciones de diseño y pavimentación, la carretera primaria que cruza este departamento hasta Ecuador será objeto de intervención en el marco de las vías 4G.



*Ilustración 4: Estado actual de vías al occidente del departamento de Putumayo, Colombia*  
*Fuente: Tomada y modificada de Carreteras Colombia*

## 6.5. MARCO AMBIENTAL

El presente trabajo está orientado principalmente al Diseño Geométrico de la Variante del municipio de Viillagarzón, es de importancia mencionar que las entidades que regulan la gestión ambiental en el departamento de Putumayo, al tratarse de un proyecto de obra civil, esté reglamentado ambientalmente desde su planeación hasta su ejecución.

En cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, quien regula las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, estas tienen la obligación de administrar en su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables, así como también promover el desarrollo sostenible en cada región del país.

En el caso del departamento de Putumayo, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, <sup>13</sup> es la entidad ambiental



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

destinada a proteger y velar por los recursos ambientales del sur de la región amazónica, cuya misión es "Conservar y administrar el ambiente y los recursos naturales renovables, promover el conocimiento de la oferta natural representada por su diversidad biológica, física, cultural y paisajística. Orientar el aprovechamiento sostenible de sus recursos facilitando la participación comunitaria en las decisiones ambientales" (CORPOAMAZONÍA, 2016). Y de acuerdo con lo estipulado en la Ley 99 de 1993, el espacio jurisdiccional formal bajo la responsabilidad de CORPOAMAZONIA abarca la totalidad de los territorios departamentales de Amazonas, Caquetá y Putumayo.

## 7. METODOLOGIA

El presente trabajo de grado se enfoca directamente en el Diseño Geométrico de la Variante del municipio de Villagarzón, razón por la cual van a emplearse herramientas computacionales que aporten bases para desarrollar la investigación de carácter cuantitativo. Además el diseño se realiza de acuerdo a las especificaciones del Manual Geométrico de Vías - INVIAS y de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.

De esta forma, la metodología a seguir será la siguiente:

- Digitalización de la superficie del área de trabajo en el software AutoCAD Civil 3D con empleo del software Global Mapper y verificación con planos existentes en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.
- Recopilación de información y evaluación de estudios realizados en la zona.
- Determinación de los parámetros de diseño según la normatividad.
- Trazado de los conectores que empalman la Vía Perimetral con la carretera existente.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

- Planteamiento de Diseño Geométrico de la Variante del municipio de Villagarzon.
- Optimización de la propuesta de diseño y su cumplimiento con la normatividad.
- Estimación de los volúmenes finales de movimiento de tierras de corte y terraplén.
- Elaboración de planos

## 8. DESCRIPCION RUTA NACIONAL 45, TRAMO 02

Según la Red Nacional de Vías, la Ruta Nacional 45 ó también conocida como Troncal del Magdalena, atraviesa el municipio de Villagarzón a la altura del tramo 02, cuya descripción es carretera transitabile; este tramo empieza en Puerto Asís y termina en Mocoa, atravesando además el municipio de Puerto Caicedo, también en el Putumayo.

Su importancia para la infraestructura del transporte radica en conectar al país de sur a norte, desde el Puente Internacional San Miguel en Putumayo hasta la Ye de Ciénaga en Magdalena y específicamente en el tramo 02, dada su cercanía con la frontera al Ecuador; allí, la Ruta Nacional 45 toma mayor relevancia, puesto que las condiciones actuales de la vía y la congestión que se presenta tanto en los municipios de Villagarzón como Puerto Caicedo por falta de variantes, no pueden ser objeto de malestar y sobrecostos para el comercio que sale y entra de la región.

### 8.1. LOCALIZACIÓN, CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES

El municipio de Villagarzón se encuentra ubicado sobre la Ruta 45, específicamente en la red vial de código 4502 de la territorial del Putumayo. Esta red vial comprende dos tramos; el primero del sector vial Puente La Raya – Canangucho (PR Inicial 0+000, PR Final 60+300), administrado por la ANI. El segundo tramo corresponde al sector vial Canangucho – Mocoa (PR Inicial 60+300, PR Final 77+1000), administrado por el INVIAS.

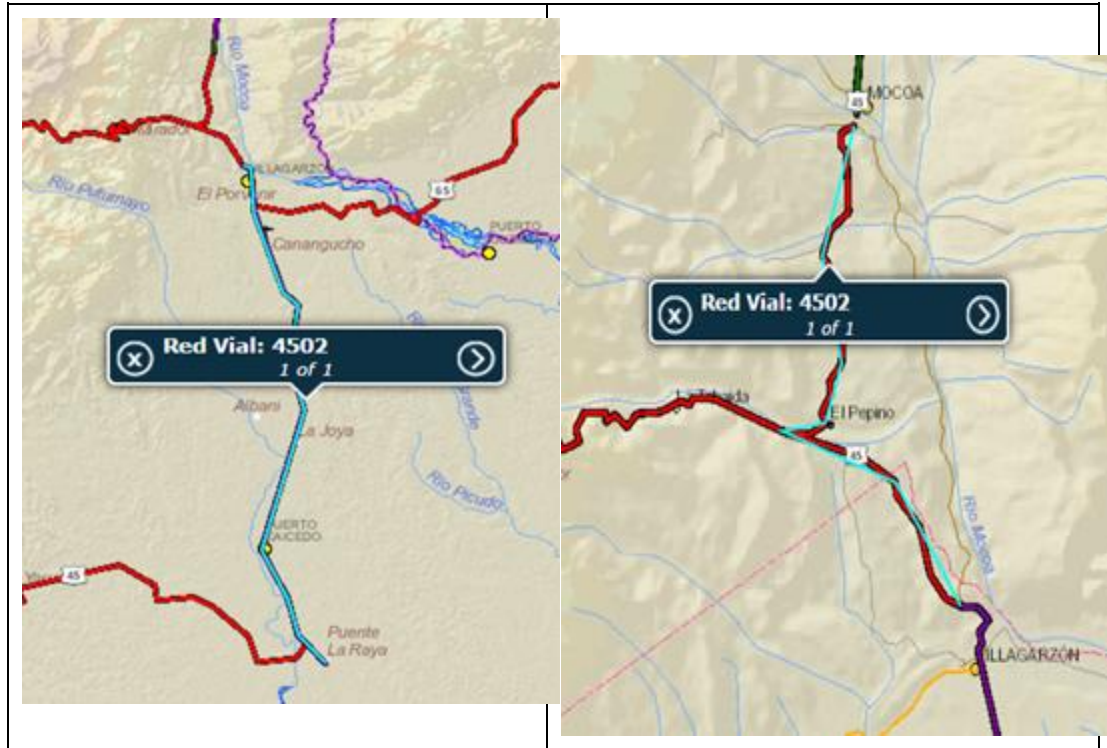


Ilustración 5: Tramos de la red vial 4502.  
 Fuente: Tomado de Mapa de carreteras, INVIAS.

Se trata de una vía primaria bidireccional de una calzada de dos carriles, con 77,23 Km de longitud, de los cuales 68,91 Km se encuentran pavimentados y los restantes 8,32 Km están sobre afirmado. Las características geométricas predominantes se presentan a continuación:

<b>Características del tramo existente</b>	
<b>Tipo de terreno</b>	Montañoso
<b>Ancho total de la vía</b>	9,30 m
<b>Ancho de carril</b>	3.65 m
<b>Ancho de berma</b>	1,00 m
<b>Peralte máximo</b>	8,00%
<b>Bombeo normal</b>	2,00 %

Tabla 1: Características de vía existente  
 Fuente: Estudios prefactibilidad Corredor 3. SANTANA-MOCHOA-NEIVA, ANI.

La infraestructura vial del Villagarzón cuenta con 177 Km aproximadamente, entre vías primarias, secundarias y terciarias. La ruta 45



atraviesa el casco urbano en su totalidad, por el norte inicia siendo la Carrera 6ta y termina como la Carrera 7ma a la salida sur hacia Puerto Caicedo.



*Ilustración 6: Malla vial Villagarzón.  
Fuente: Google Earth.*

<sup>16</sup> Las edificaciones que se ubican en la carrera 6ta y carrera 7ma, desde la calle 1ra hasta la avenida perimetral se convierten en un Corredor Vial y eje estructurador de desarrollo urbano, que ordena físicamente y articula la ciudad. Esta zona está compuesta por: Alcaldía, Plaza Principal, Parque Recreativo y Área Cultural, Plaza de Mercado, Coliseo de Ferias, Área para la Villa Olímpica, Área para el Centro de Educación Superior, Hospital Local, Puentes, Terminal de Pasajeros, edificaciones Comerciales e Industriales de bajo impacto ubicadas en el barrio San Diego. (DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO, 2016).

De acuerdo al plan de desarrollo municipal, la malla vial se encuentra en regular estado debido a problemas de diseño, falta de señalización y pavimento deteriorado; las principales falencias son la presencia de curvas muy cerradas a la entrada y al interior de la ciudad, ausencia de reductores de velocidad, semaforización escasa y deterioro de las losas de concreto – No en vano, los índices de accidentalidad del municipio son tan elevados –.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

Cabe resaltar que la velocidad indicada a la entrada de la vía que comunica con Mocoa es de 30 Km/h y que el ancho de la calzada no es adecuado por la magnitud de los vehículos de carga que allí transitan.

La mayor parte de la vía carece de andenes peatonales; las áreas que bordean la calzada son invadidas la mayoría del tiempo por vehículos de carga estacionados en ambos sentidos.

## 8.2. ÁREAS DE EMBOTELLAMIENTO Y CONGESTIÓN

Las áreas de embotellamiento y congestión se presentan principalmente al interior del Municipio de Villagarzón, Putumayo, para dar continuación a la Ruta 45 se debe cruzar por vías pertenecientes al Municipio, teniendo dos opciones: por la carrera 6, carrera 3 y carrera 7 o por la carrera 6 y carrera 7 como se aprecia en la Ilustración 7.

En estas vías se ubica el comercio del Municipio, por lo tanto, está constantemente saturado de habitantes y vehículos que genera saturación en estas zonas en específico. Adicionalmente, el Municipio no cuenta con señales de tránsito y un ordenamiento de las redes viales que identifique el sentido de las mismas, generando puntos de conflicto de alta accidentalidad, congestionamiento y embotellamiento.

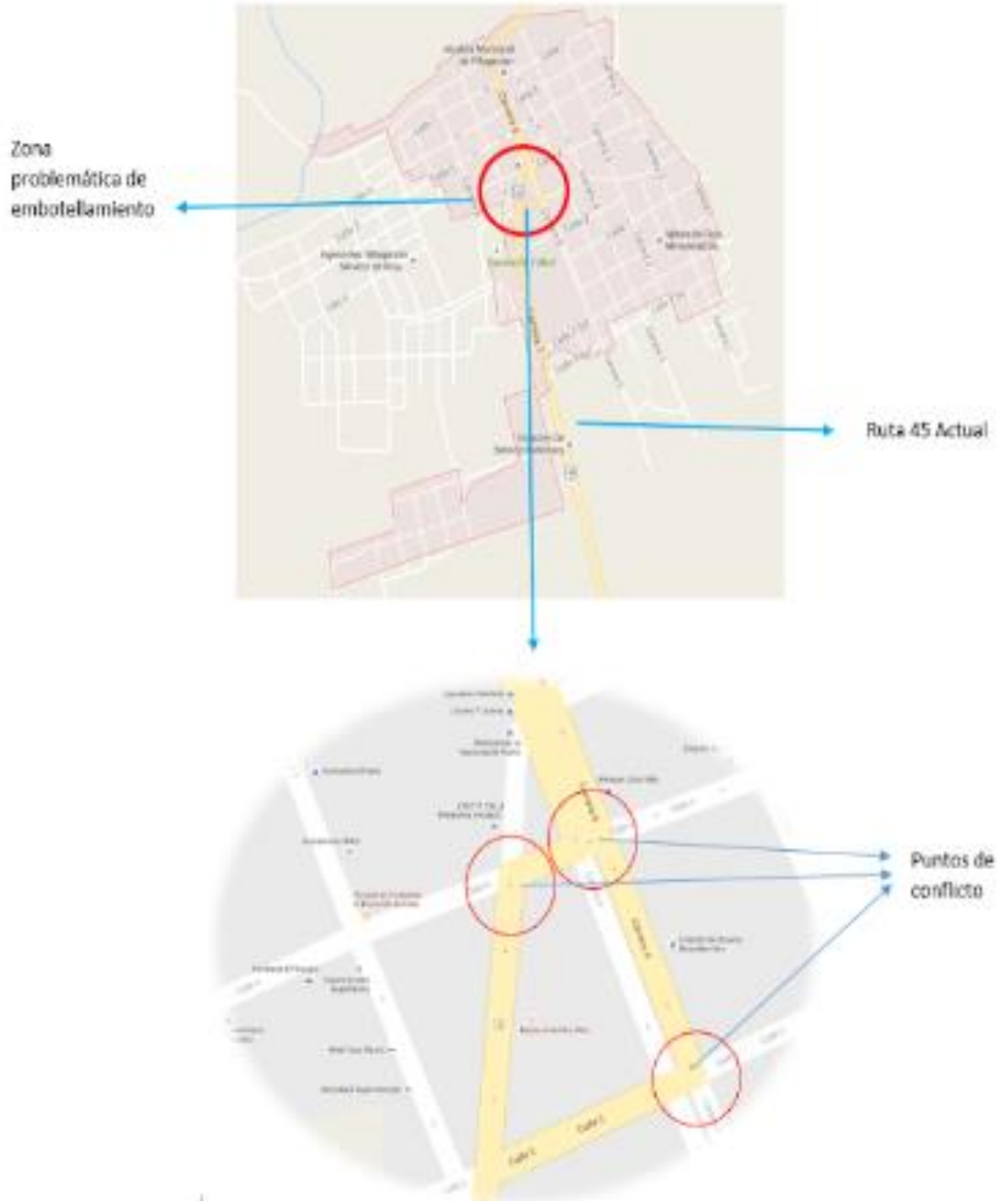


Ilustración 7. Áreas de Embotellamiento y Congestión  
Fuente: Google Earth

### 8.3. TRÁNSITO COMÚN Y COMERCIO

El tránsito vehicular en el tramo 02 de la Ruta Nacional 45, se caracteriza por tener un alto volúmen de transporte de carga, siendo un factor relevante que dinamiza la economía del Putumayo; <sup>17</sup> y aunque el departamento se encuentre en el puesto 24 de competitividad en Colombia y su participación del PIB Nacional sea 0,6%, sectores como la explotación minera, actividades sociales y financieras, agricultura y comercio cobran importancia como fuentes de empleo y desarrollo socioeconómico de la región (DNP, 2015).

El tramo en el cual se plantea la Perimetral de Villagarzón, da acceso a la zona petrolera del departamento de Putumayo, enlaza al Aeropuerto de Villagarzón con la capital, Mocoa, así como conecta al municipio de Puerto Asís y la frontera con el Ecuador.

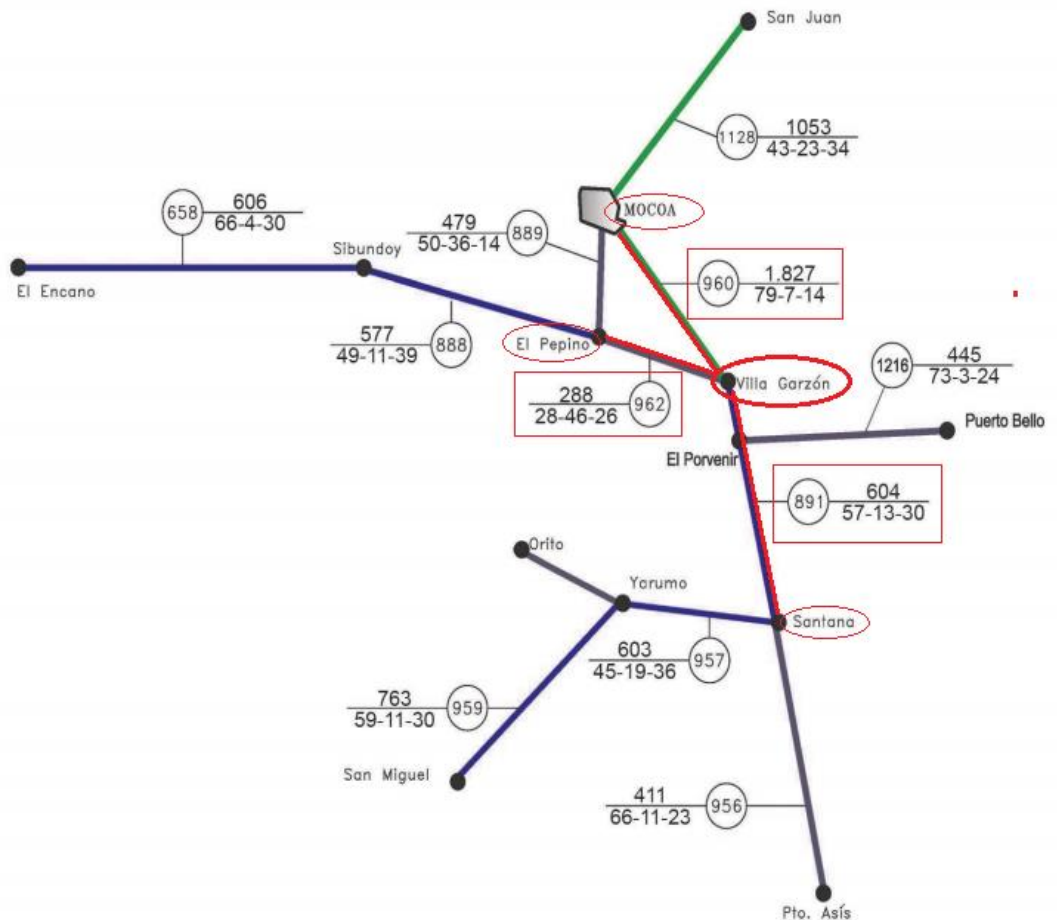





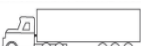


Ilustración 8. Volúmenes de tránsito 2010-2011.  
Fuente: INVIAS.

<sup>24</sup> Un estudio de volúmenes de tránsito realizado por el INVIAS, muestra el conteo manual realizado en tres estaciones que vinculan al municipio de Villagarzón con municipios o sectores vecinos del departamento, calculando el TPD y la composición vehicular (MinTransporte, 2011); los resultados se presentan a continuación:

ESTACIÓN No.	TRAMO	TPD	COMPOSICIÓN VEHICULAR (%)		
			Automóviles  	Buses  	Camiones  
<b>960</b>	Villagarzón - Mocoa	1827	79	7	14
<b>891</b>	Villagarzon - Santana	604	57	13	30
<b>962</b>	Villagarzón - El Pepino	288	28	46	26

*Tabla 2. TPD en carreteras que conectan al municipio de Villagarzon.  
Fuente: INVIAS.*

Cabe decir que, en el total de las 12 estaciones de conteo de la malla vial analizada por este estudio de tránsito en el departamento del Putumayo, el tramo Villagarzón-Mocoa es el que presenta mayor TPD y que el tramo Villagarzón-Santana es uno de los que presenta mayor composición de vehículo tipo camión.

<sup>24</sup> Según la serie histórica presentada por el INVIAS desde el año 1997 al 2011, muestra que los TPD's registrados en los últimos años respecto a tramos que conectan al municipio de Villagarzón, presentan valores de TPD relativamente altos frente a otros del departamento, especialmente en el vía Villagarzón-Mocoa, y además, en la vía Villagarzón-Santana se han alcanzado valores de TPD iguales a 1843 vehículos, en el caso del año 2009; mientras que en la vía Villagarzón-El Pepino, que empalma con la vía Mocoa-Sibundoy y que se dirige hacia Pasto, el TPD no es tan alto, pero la composición vehicular tipo camión para esta vía revela porcentajes mayores al 25% (MinTransporte, 2011).

Así mismo, se presenta la distribución del TPD semanal según la categoría del camión registrada en el año 2010 para los tres tramos que conectan al municipio de Villagarzón y que se enseñan en la siguiente tabla:

ESTACIÓN No.	TRAMO	TPDS	CATEGORÍA DE CAMIONES (%)				
			C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
960	Villagarzón - Mocoa	1543	41.09	31.95	8.49	5.90	12.57
891	Villagarzon - Santana	1816	28.63	43.67	14.92	4.24	8.54
962	Villagarzon - El Pepino	495	34.95	55.96	9.09	0	0

Tabla 3. TPD Semanal para camiones en las carreteras que conectan al municipio de Villagarzon. Fuente: INVIAS.

Se puede afirmar que camiones tipo C-2P y C-2G, presentan altos porcentajes de tránsito en los tres tramos analizados respecto a los otros tipos de camiones; además, en el caso de la vía Villagarzón-El Pepino no transitan camiones tipo C-5 y >C-5, y que en la vía Villagarzón-Mocoa, camiones tipo >C-5 muestran un porcentaje significativo.

En general, aunque el tránsito que existe en el departamento del Putumayo no es semejante con las grandes carreteras comerciales de nuestro país, su umbral de tránsito presenta un TPD igual a 2500 vehículos en el caso de la carretera Villagarzon-Mocoa, según el INVIAS, que proyectado para el año 2016, se puede decir que actualmente transitan volúmenes de tránsito cercanos a los 2361 vehículos, dado un incremento en la tasa anual de tránsito de 5.27%; en seguida, se presenta la proyección de tránsito actual que se estima en las carreteras que conectan a Villagarzón:

ESTACIÓN No.	TRAMO	TPD 2011	Tasa anual de tránsito (%)	TPD 2016
960	Villagarzón - Mocoa	1827	5.27	2361
891	Villagarzon - Santana	604	- 2.40	534
962	Villagarzon - El Pepino	288	3.35	339

Tabla 4. Proyección de TPD para el año 2016 de las vías que conectan directamente con el municipio de Villagarzón, Putumayo. Fuente: Propia



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Sin embargo, con la intervención vial que se realizaría en los próximos años sobre los corredores viales de este departamento, seguramente hará que las carreteras tanto primarias, como secundarias y terciarias que conectan no sólo con el municipio de Villagarzón, sino a toda esta región del sur del país, demanden de una infraestructura vial que tenga la capacidad de solventar este tránsito futuro y más.

<sup>15</sup> Y es que al atravesar la Ruta Nacional 45, la región del Piedemonte Amazónico, su papel en el comercio del departamento del Putumayo juega un papel sumamente importante, donde actividades económicas como el sector de hidrocarburos registran la mayor producción de petróleo en los municipios de Puerto Asís, Villagarzón y Mocoa, ubicando al Putumayo en el puesto 6 de producción petrolera en Colombia. Además, según el DANE, el petróleo crudo es el principal producto de exportación en el departamento, con un 99,2%; el destino de exportación predilecto es Panamá (99,2%) y se destaca convenios comerciales con Corea del Sur y Perú; y cabe notar que entre las importaciones que tienen mayor trascendencia para el departamento, están productos como el cemento hidráulico (59,3%), electrógenos (21,2%) y grifería o similares (11,3%), con origen principalmente del Ecuador (60,0%), Alemania (21,4%) y Estados Unidos (14,9%) (DANE, 2010)

En el caso de Villagarzón, se constituye como un paso obligado para el tránsito a otras zonas del departamento y según el DNP, el sector transporte es el que mayor aporte económico brinda a la región, con un 29%; <sup>10</sup> le siguen proyectos de inclusión social, que según la Agencia Nacional de Infraestructura se desarrollan especialmente en vías terciarias como apoyo a la etapa del posconflicto que vive el país, con el fin de integrar a comunidades de veredas y zonas apartadas del Putumayo por medio de un monto económico proveído por el Banco de Inversión Europeo, para que se invierta particularmente en estas zonas del Putumayo (CONFERENCIA, 2016). Pero también se encuentra el sector agropecuario que, según el Ministerio de Agricultura, en el departamento se distinguen cultivos permanentes como el plátano (46,24%), yuca (21,49%) y caña (9,93%) y cultivos transitorios como maíz (59,11%), arroz (24,56%) y frijol (5,67%).



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

<sup>11</sup> Así mismo, la Cámara de Comercio de Putumayo registró en el año 2015 en el municipio de Villagarzón, una medición de formalidad cercana al 70%, mientras la informalidad es de 30%; y esta última tiene un aumento de 6% respecto al año 2014 (CÁMARA DE COMERCIO DEL PUTUMAYO, 2016). El número de habitantes directamente impactados por la Ruta Nacional 45, particularmente por la realización de una futura Variante en el municipio de Villagarzón, se encuentran en la siguiente tabla, junto al presupuesto que manejó cada uno de los municipios para el año 2015

<b>MUNICIPIO</b>	<b>POBLACIÓN Proyección 2016 (hab)</b>	<b>POBLACIÓN Proyección 2016 (%)</b>	<b>PRESUPUESTO 2015 -2016 (millones de pesos)</b>	<b>PRESUPUESTO 2015 -2016 (%)</b>
<b>Mocoa</b>	42 882	30.74	26 978	27.27
<b>Villagarzón</b>	21 215	15.21	18 498	13.26
<b>Puerto Asís</b>	60 792	43.57	44 968	32.23
<b>Puerto Caicedo</b>	14 624	10.48	6 900	4.95
	139 513		97 344	

*Tabla 5. Aspectos socioeconómicos de los municipios impactados directamente por la propuesta de la Variante del municipio de Villagarzón, sobre la Ruta Nacional 45.  
Fuente: <sup>3, 4, 5, 7</sup> Alcaldía municipios de Mocoa, Villagarzón, Puerto Asís y Puerto Caicedo.*

Cabe notar que Puerto Asís es el municipio con mayor población y además, que maneja mayor presupuesto, por ende sería el que mayor incidencia tendría en el dinamismo del comercio del occidente del Putumayo, y especialmente con el interior del país.

#### 8.4. GEOLOGÍA

A continuación se presenta un esquema de la geología de la región con las descripciones correspondientes:



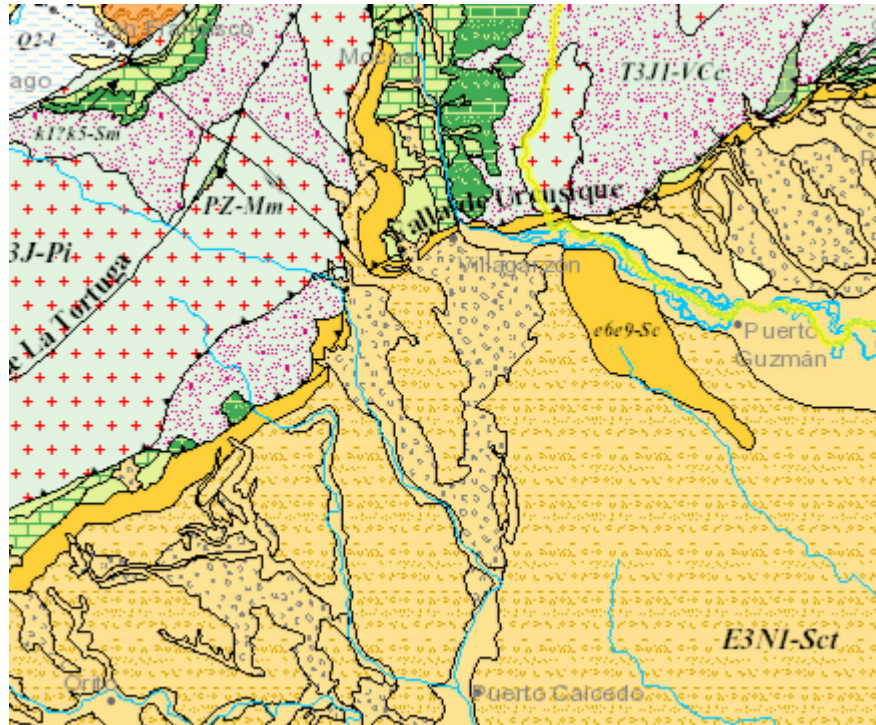
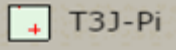


Ilustración 9. Geología de la zona de estudio.  
 Fuente: Portal de Servicio Geológico colombiano.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Q-ca	Abanico aluviales y depósitos coluviales.
E3N1-Sct	Lodolitas, arenitas líticas, e intercalaciones de conglomerados ferruginosos. Presenta costras de yeso y capas de carbón.
Q-al	Depósitos aluviales y llanuras aluviales.
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Localmente mantos de carbón a la base.
k1?k5-Sm	Lodolitas y margas con intercalaciones de calizas, cuarzoarenitas y limolitas silíceas.
b6k1?-Sctm	Cuarzoarenitas, glauconíticas o conglomeráticas; conglomerados de cuarzo. Intercalaciones de lodolitas grises a negras y de calizas bioclásticas.
T3J1-VCc	Tobas, aglomerados y lavas, ocasionalmente intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas (Formación Saldaña).



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.
---	--

*Tabla 6. Geología de la zona de estudio.*  
*Fuente: <sup>27</sup> Portal de Servicio Geológico colombiano (2007)*

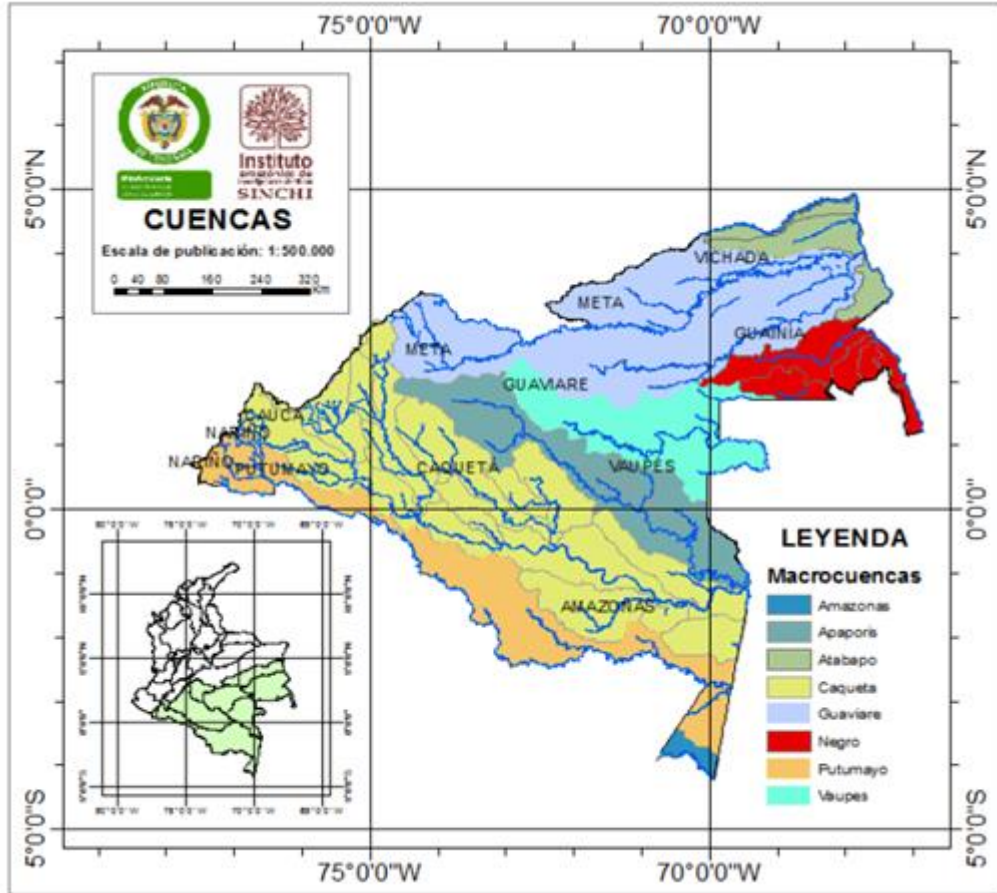
El basamento sobre el cual se encuentra la región de Mocoa es de origen vulcano-sedimentario, son depósitos de gran extensión que afloran llegando al municipio de Villagarzón; igualmente el basamento tiene rocas ígneas intrusivas, las cuales corresponden al Monzogranito de Mocoa, aunque presentan variedad composicional internamente; además, sobre este basamento yace una secuencia sedimentaria de material grueso hacia la base (cuarzoarenitas, arenitas, y lodolitas) y más fino hacia el tope, e incluso se encuentran capas de calizas y niveles calcáreos.

Hacia Mocoa, sobre esta secuencia cretácica afloran terrazas aluviales medias y altas de material sedimentario grueso en matriz arenosa; también cabe resaltar que al norte de Villagarzón, se ubica la falla inversa de Urcusique, que pone en contacto el basamento vulcano-sedimentario con rocas sedimentarias paleógenas predominantemente conglomerados con algunas intercalaciones de lodolitas, mientras que Villagarzón se encuentra sobre un depósito de terrazas medias que yace sobre los conglomerados.

Por otro lado, sobre la sección Villagarzón-PuertoCaicedo se encuentra una sucesión de lodolitas y limolitas correspondientes al Grupo Orito, así como depósitos aluviales de terraza media.

## 8.5. HIDROLOGÍA

El departamento del Putumayo se encuentra en la región Amazónica de Colombia, caracterizada por por una gran recepción de radiación solar casi vertical durante todo el año, siendo una zona de mayor calentamiento. <sup>19</sup> Esta región presenta un régimen de lluvias unimodal según datos registrados en el IDEAM con una precipitación media multianual de 3307 mm (IDEAM, 2016). <sup>28</sup>La temperatura promedio anual es de 25.3°C, la mínima promedio es de 21.5°C y máxima promedio de 30.2°C (SIAT-AC, 2015).



*Ilustración 10. Macrocuencas de la Región Amazonica*  
 Fuente: Sistema de información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana

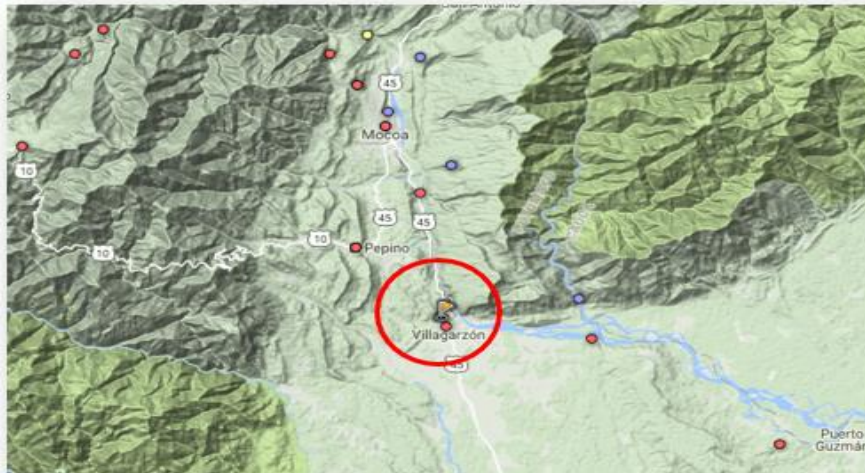
<sup>28</sup> Como se ilustra en la anterior imagen la Región de la amazonia cuenta con ocho cuencas importantes entre ellas la Cuenca de Amazonas, Apaporis, Caquetá, Guaviare, Negro, Vaupés y Putumayo, sumando un área total de 375.157 Km<sup>2</sup>, siendo la cuenca del Caquetá la de mayor área (155.643 Km<sup>2</sup>) y de menor la cuenca del Amazonas (3.242 Km<sup>2</sup>) según el sistema de información ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana. (SIAT-AC,2015)

<sup>14</sup> La cuenca del Putumayo con un área de 60.702 Km<sup>2</sup>, marca fronteras con Ecuador, Perú y Brasil, La cuenca alta empieza desde la Región del Valle de Sibundoy, por los Municipios de Sibundoy y Colón, la cuenca media la conforman Municipios como Mocoa, Villagarzón para finalmente

desembocar en La Castellana, Puerto Caicedo, San Pedro, Santana y Puerto Asís. (CORPOAMAZONIA, 2009)

<sup>14</sup> El área del proyecto hace parte de la Cuenca del Río putumayo, que cruza hacia el sur sobre la cuenca del Río Mocoa. Las principales corrientes que se encuentran cerca al Municipio de Villagarzón, son el río Mocoa y el río Naboyaco delimitando la zona urbana, característico por tener un patrón de drenaje dendrítico o desordenado. El principal afluente del río Mocoa es la quebrada de Chaquirayaco y su caudal medio mensual es de tipo monomial, siendo los meses de abril a agosto donde se presentan picos de caudales de alrededor de 107 m<sup>3</sup>/s (CORPOAMAZONIA, 2009).

<sup>28</sup> El caudal promedio es de 43.47 m<sup>3</sup>/s y el caudal es de 10.53 m<sup>3</sup>/s. (SIAT-AC, 2015)



*Ilustración 11. Estaciones Metereológicas e Hidrológicas*  
Fuente: IDEAM

Villagarzon presenta un clima ciclónico, fresco y lluvioso y anticiclónico donde el clima es caluroso y seco. Las temperaturas en los meses de Octubre a Febrero es en promedio de 27.2°C y en Junio, Julios y Agosto se presentan las temperaturas más bajas de 20.6°C.

<sup>19</sup> Las precipitación media total anual está entre 4000 mm y 5000 mm y la precipitación media mensual está entre 200 mm y 300 mm según los últimos datos tomados por el IDEAM en año 2010, es una de las zonas que presenta una precipitación normal ni tan alta ni baja con respecto a las precipitaciones máximas (11.000 mm, precipitación media anual y 1.000 mm, precipitación media mensual) y mínimas (5.000 mm, precipitación media anual y 50 mm, precipitación media mensual) del país. (IDEAM, 2010)

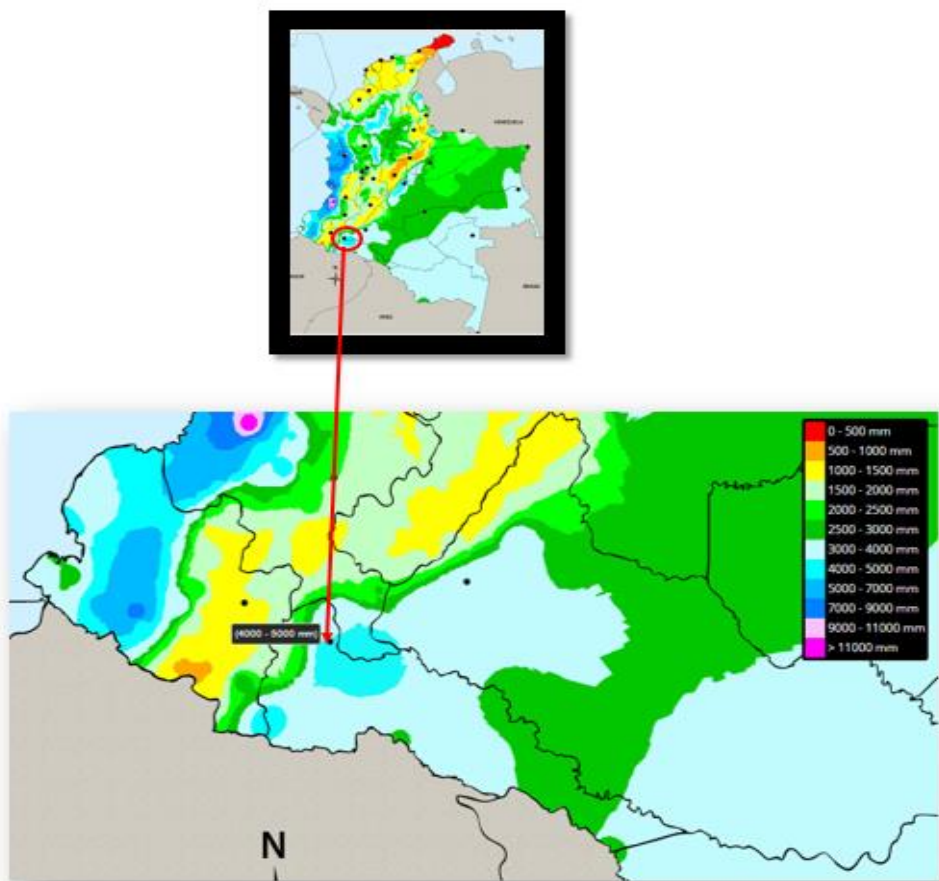


Ilustración 12. Precipitaciones medias Anuales del Putumayo  
Fuente: IDEAM

## 8.6. POSCONFLICTO

El Putumayo se ha caracterizado por vivir marginado del desarrollo existente en otras regiones que conectan con el interior del país, siendo un departamento olvidado y donde la violencia ha amedrentado por años la cotidianidad de su población; y es que fue hasta el año 2002 que se conectó



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

con el interior del país por medio de la carretera Mocoa-Pitalito y aunque la cruenta guerra con los grupos ilegales continuó, sus poblaciones ya no se encontraban tan sitiadas como antes, la presencia del Estado se empezaba a sentir.

Es hoy, que en medio de un anhelo de paz para la sociedad colombiana y en especial para aquellas regiones que más han sufrido el conflicto armado como el departamento del Putumayo, se vislumbran nuevos horizontes que permitan el desarrollo de estas regiones. De la mano de la ANI, el Gobierno Nacional busca intervenir las vías del Putumayo, no sólo la carretera primaria sobre la cual se plantea la variante del municipio de Villagarzón, también las vías terciarias y secundarias que conectan con esta, brindando soluciones técnicas para su construcción en el marco de la etapa de posconflicto que se avecina.

Actualmente, sólo el 12% de las vías del Putumayo se encuentran pavimentadas y en el caso de la única arteria que atraviesa al departamento, Ruta Nacional 45, 159 km poseen afirmado, mientras 179 km están pavimentados; organizaciones mundiales como la ONU y el Banco de Inversión Europeo han puesto sus ojos para impulsar el progreso del Putumayo en la etapa del posconflicto, y en cabeza de la Agencia Nacional de Infraestructura destinar dineros a proyectos de infraestructura que están planeados para la región, priorizando la conexión de los puertos fluviales y zonas de desarrollo agropecuario, sustitución de cultivos ilícitos, relación con la industria petrolera y prevención frente a olas invernales, y con ello consolidar la presencia del Estado colombiano.

<sup>10</sup> Según el presidente de la ANI, Luis Fernando Andrade, el posconflicto es la etapa de las oportunidades, pero también de desafíos, ya que se debe facilitar la reintegración a la vida civil de aquellas personas desmovilizadas con la generación de aproximadamente 13500 empleos en la realización de obras en el departamento del Putumayo y de esta manera, potenciar el desarrollo de esta región (CONFERENCIA, 2016).

Por ello, la intervención de la carretera primaria en el Putumayo es de suma importancia para esta región del piedemonte amazónico, no sólo para



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

conectar vías secundarias y terciarias, sino como una muestra que el posconflicto busca generar mayor inclusión, dando un vistazo a esas regiones donde el Estado antes no había llegado.

## 9. PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO

La variante propuesta para el municipio de Villagarzón presenta consigo el diseño geométrico de dos intersecciones viales: tipo Trébol parcial y tipo Ye, que dan continuidad a la ruta nacional 45, tramo 02, sin atravesar el municipio de Villagarzón; tales intersecciones poseen configuraciones que dan acceso al municipio por medio de soluciones viales propias de cada una, de manera que la variante se integre a las vías existentes con la premisa que la trayectoria de los vehículos que cruzan por estas intersecciones, no genere puntos de conflicto para el tráfico.

### 9.1. LÓGICA DE LAS INTERSECCIONES

Dentro del diseño de la perimetral, se encuentra el diseño de dos intersecciones que por el acceso norte y sur, conecten la nueva vía con las vías existentes en la zona; por el acceso norte, desde la ciudad de Mocoa, confluye a la conexión con Villagarzón, el corredor intermunicipal que comunica el sector de El Pepino. Razón por la cual, la intersección norte de la variante, se compone de 4 ramales principales correspondientes a cada uno de los sectores mencionados. Por su parte, el acceso sur que comunica con Puerto Asís, se constituye en el encuentro de la nueva vía perimetral y el corredor existente que atraviesa el municipio de Villagarzón.

#### 9.1.1. INTERSECCIÓN TIPO TRÉBOL PARCIAL

La intersección tipo trébol parcial se propone para solucionar la afluencia de los corredores que llegan al acceso norte de Villagarzón. Al inicio de la perimetral Mocoa-Puerto Asís, se conecta la ruta 45 de Mocoa-Villagarzón y la vía secundaria El Pepino-Villagarzón; de forma que contemplando las salidas que desde cada destino se pueden ejecutar de

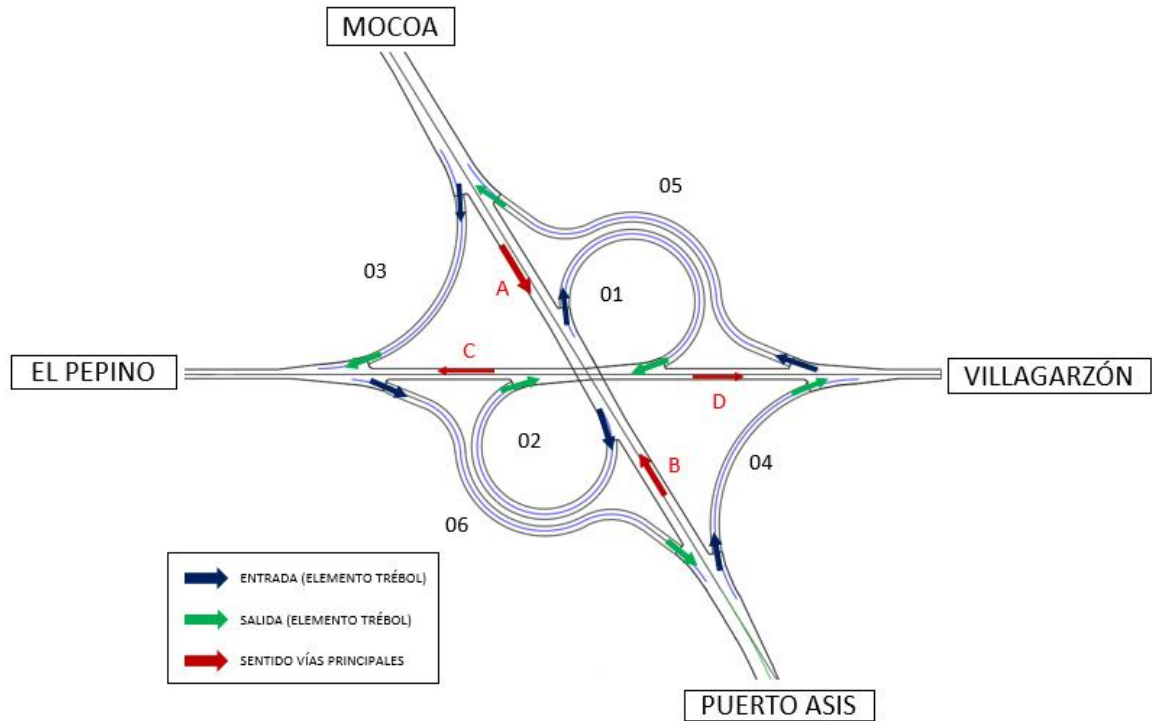


**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

acuerdo a los sentidos de trayecto y a la red vial existente, se llegó a la siguiente configuración:

- Desde Villagarzón: Hacia Mocoa, se plantea una conectante de tres curvas (05); hacia El Pepino, la ruta original planteada en desnivel (C), hacia Puerto Asís, se cuenta con el paso existente al interior del municipio de Villagarzón.
- Desde Mocoa: Hacia Villagarzón, se plantea una oreja (2); hacia El Pepino se plantea una conectante simple (3); hacia Puerto Asís, se plantea la perimetral (A).
- Desde El Pepino: Hacia Villagarzón, la ruta original planteada en desnivel (D); hacia Mocoa, la ruta existente que sobre la misma vía, kilómetros atrás, conecta ambos municipios; hacia Puerto Asís, se plantea una conectante de tres curvas (06).
- Desde Puerto Asís: Hacia Villagarzón, se plantea una conectante simple (04); hacia Mocoa, se plantea la perimetral (B); hacia El Pepino, plantea una oreja (01).





*Ilustración 13. Lógica de trayectorias en la intersección tipo Trebol parcial*

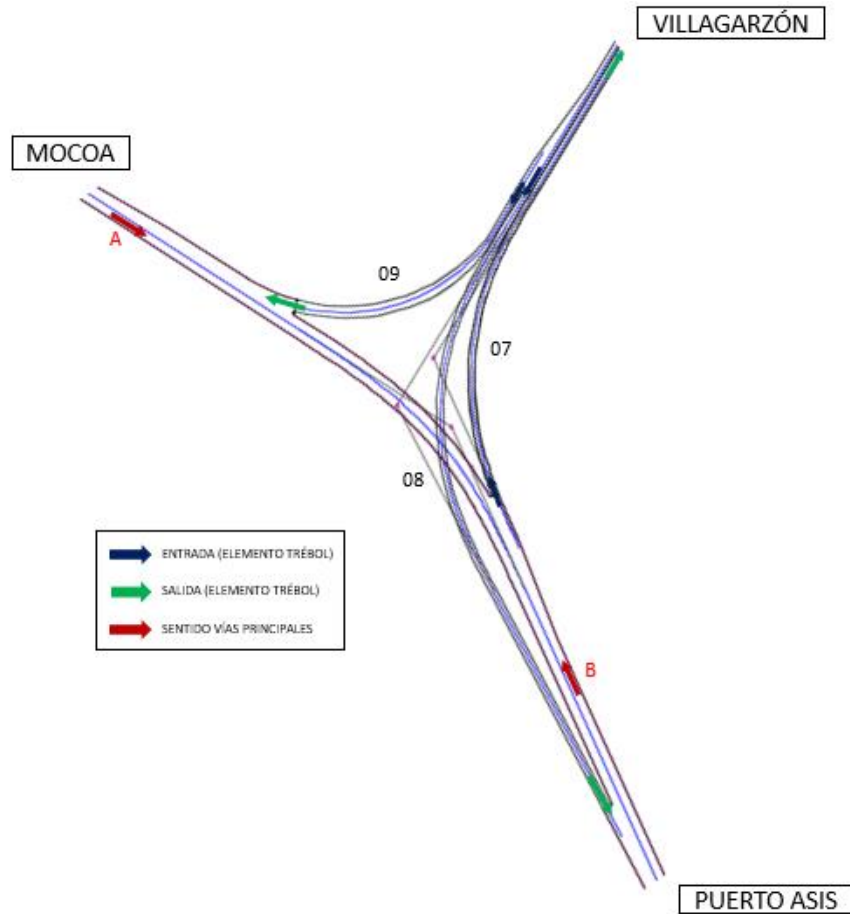
*Fuente: propia*

### 9.1.2. INTERSECCIÓN TIPO YE

La intersección propuesta al sur de Villagarzón, está conformada por la perimetral y la vía existente que atraviesa el interior del municipio. En este caso, dos conectores que llegan al mismo punto, se constituyen en una sola vía que comunica con Puerto Asís, por lo cual se llega a la siguiente configuración vial:

- Desde Villagarzón: Hacia Mocoa, se plantea una conectante simple (09); hacia Puerto Asís, se plantea un conectante elevada.
- Desde Mocoa: Hacia Villagarzón, se plantea una oreja en la intersección tipo trébol del acceso norte (02); hacia Puerto Asís, se plantea la perimetral.

- Desde Puerto Asís: Hacia Villagarzón, se plantea una conectante simple; hacia Mocoa, se plantea la perimetral.



*Ilustración 14. Lógica de trayectorias en la intersección tipo Ye*  
*Fuente: propia*

## 9.2. CRITERIOS DE DISEÑO

### 9.2.1. EJE PRINCIPAL

El eje principal corresponde al trazado de la Variante que se propone para el municipio de Villagarzón, compuesto por una calzada bidireccional, es decir, con dos carriles en distinto sentido. En la tabla 7, se enseñan los principales parámetros de diseño geométrico que se tienen en cuenta para la propuesta de la variante del municipio de Villagarzón, en base a las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras; estos



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

parámetros pretenden que la carretera sea moderna, de forma que cumpla con exigencias de seguridad a lo largo del trazado.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	<b>VALOR</b>
Número de calzadas (un)	1
Número de carriles (un)	2
Sentido de calzada	Bidireccional
Clasificación de la vía	Primaria
Velocidad de diseño (km/h)	80
Ancho mínimo de la calzada (m)	7.30
Ancho mínimo de carril (m)	3.65
Ancho mínimo de berma (m)	1.80
Radio mínimo (m)	229
Peralte máximo (%)	8
Pendiente máxima (%)	6

*Tabla 7. Parámetros de diseño mínimos y máximos para la perimetral del municipio de Villagarzón*

#### 9.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

Según la topografía del terreno por donde se propone la Perimetral de Villagarzón, se identifican dos tramos que no son homogéneos entre sí, por la diferencia de pendientes transversales que presenta el terreno, por lo tanto, como se ilustra en la ilustración 15, el AREA 1 es un *Terreno Montañoso* y el AREA 2 es un *Terreno Plano*.

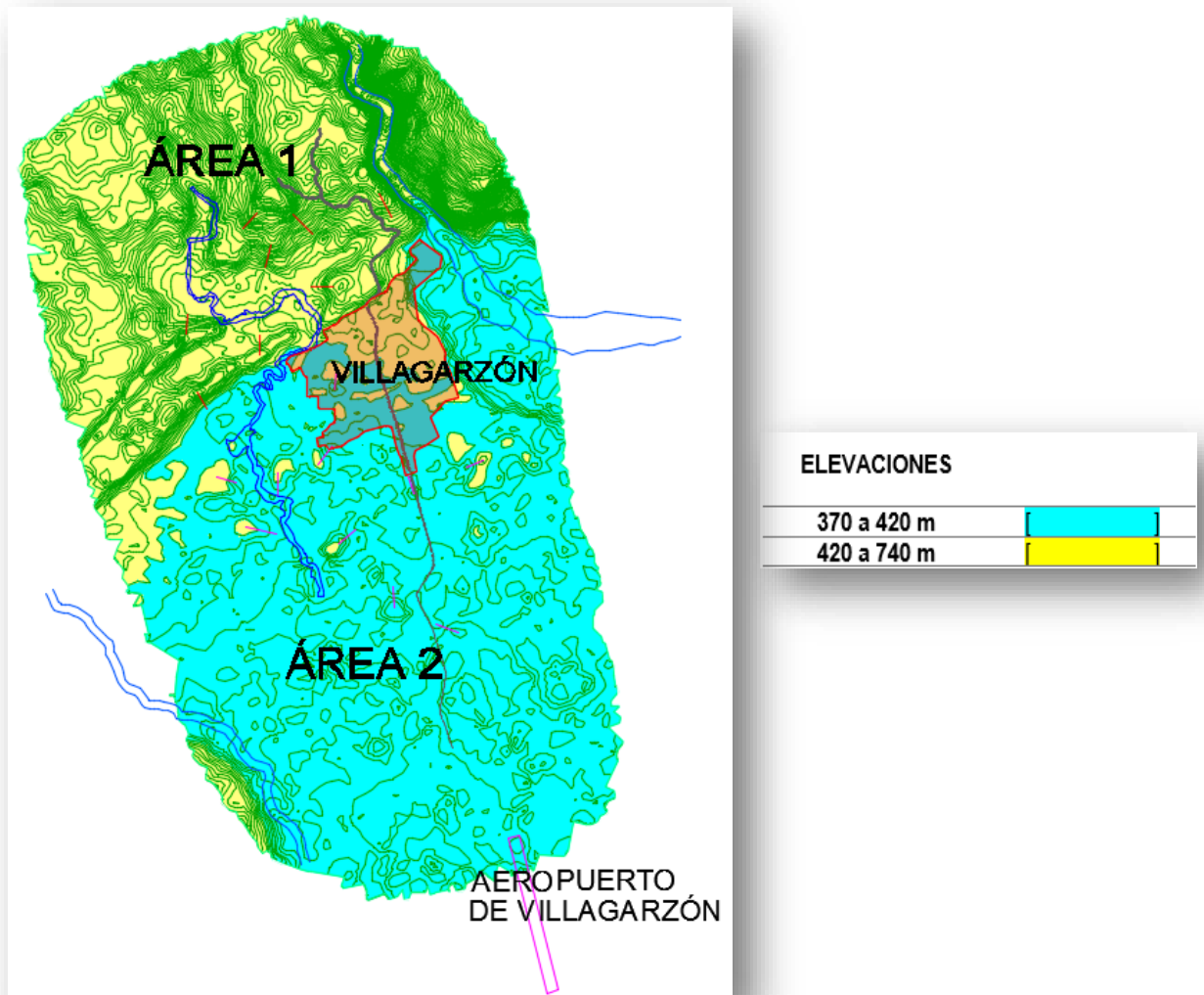


Ilustración 15. Análisis de elevaciones de la topografía alrededor del municipio de Villagarzón. Fuente: propia

La topografía predominante del área en estudio se define a partir de un promedio aritmético de pendientes transversales del terreno.

AREA 1

$$m_{\text{transversal}} = \frac{17^\circ + 14^\circ + 9^\circ + 17^\circ + 7^\circ + 9^\circ + 13^\circ + 20^\circ}{8}$$

$$m_{\text{transversal}} = 13,25^\circ$$

Debido que las pendientes transversales oscilan entre  $7^\circ$  a  $20^\circ$  en el AREA 1, donde algunas de ellas entran en el rango de 13 a  $40^\circ$ , afirmandose que este tipo de terreno es *montañoso*.

AREA 2

$$m_{\text{transversal}} = \frac{3^\circ + 3^\circ + 3^\circ + 2^\circ + 2^\circ + 3^\circ + 4^\circ + 7^\circ + 3^\circ + 3^\circ}{10}$$

$$m_{\text{transversal}} = 3,30^\circ$$

En el caso del AREA 2, las pendientes transversales oscilan entre 2° a 7°, siendo en su mayoría < 5°, por lo tanto, esta parte del terreno se caracteriza por ser un *terreno plano*.

Por otro lado, según la funcionalidad de la carretera donde se propone la Perimetral de Villagarzón, la Ruta Nacional 45 es una vía que comunica el sur con el norte del país, conectando capitales y puertos importantes para el comercio y producción de Colombia, siendo clasificada por el INVIAS como Vía Primaria, motivo por el cual la Perimetral propuesta al ser parte de la Ruta Nacional 45, es considerada como una Vía Primaria.

9.2.1.2. VELOCIDAD DE DISEÑO

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras propone una velocidad de diseño de acuerdo a la categoría de la vía y tipo de terreno, que para este caso se establece una misma velocidad de diseño tanto para en el Tramo 1 como para el Tramo 2, igual a 80 Km/h, tal como se indica en la tabla 8

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V <sub>TR</sub> (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Tabla 8. Velocidad de diseño propuesta para la perimetral del municipio de Villagarzón  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 9.2.1.3 ANCHO DE CALZADA Y ANCHO DE CARRIL

El ancho mínimo de la calzada propuesta para la Perimetral de Villagarzón es 7.30m, debido que la velocidad de diseño es 80km/h, la categoría de esta vía es primaria y el tipo de terreno es plano y montañoso, tal como se muestra en la Tabla 9. Y al ser una calzada de dos carriles, cada uno cuenta con un ancho de 3.65m.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V <sub>TR</sub> ) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 9. Ancho de la calzada para la perimetral del municipio de Villagarzón  
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 9.2.1.4. ANCHO DE BERMA

Para la Variante del municipio de Villagarzón se propone un ancho de berma en ambos lados de la vía, con un valor igual a 1.80m, en base a los mismos parámetros que definen el ancho de la calzada.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO ( $V_{TR}$ ), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas <sup>1</sup>	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria <sup>2</sup>	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 10. Ancho de berma para la perimetral del municipio de Villagarzón  
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

#### 9.2.1.5. RADIO DE CURVATURA MÍNIMO Y PERALTE MÁXIMO

El radio de curvatura es función de la velocidad de diseño, el peralte máximo y un coeficiente de fricción transversal máxima; de manera que el Manual de Diseño Geométrico de Vías del INVIAS asigna un valor mínimo de 229 m aplicable en el alineamiento horizontal y sabiendo que la velocidad de diseño es 80 km/h y el peralte máximo es 8%.

VELOCIDAD ESPECÍFICA ( $V_{CH}$ ) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Tabla 11. Radio mínimo de curvatura para la perimetral del municipio de Villagarzón  
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

#### 9.2.1.6. ENTRETANGENCIAS MÍNIMAS



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

Dado que a lo largo del alineamiento horizontal del eje principal se emplean en especial curvas Espiral-Circular-Espiral, entre ellas se debe tener en cuenta una cierta distancia recta que permita al conductor del vehículo maniobrar a tiempo el sentido que va tomando la Perimetral propuesta, de manera que el valor de entretangencia mínima especificados por el Manual de Diseño Geometrico de Carreteras son:

- Para curvas de distinto sentido:

“Se puede prescindir”

- Para curvas de mismo sentido:

$$5s * \left(80 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) = 111,1 \text{ m}$$

#### 9.2.1.7. LONGITUDES TRAMO CIRCULAR Y ESPIRAL

Además que el tramo circular cumpla con el radio de curvatura mínimo exigido, en el alineamiento horizontal también se debe satisfacer una longitud mínima aceptable dentro de la curva Espiral-Circular-Espiral, que es:

$$Lc \text{ min} = 2s * \left(\frac{80\text{km}}{\text{h}}\right) = 44.44 \text{ m}$$

De igual forma, la normatividad exige cumplir una longitud mínima y máxima de la espiral a la entrada y salida de curvas Espiral-Circular-Espiral, por lo cual se debe tener en cuenta que:

$$Le \text{ min} = 79.58 \text{ m}$$

$$Le \text{ max} = 277.09 \text{ m}$$

#### 9.2.1.8. PENDIENTE LONGITUDINAL

La pendiente longitudinal predominante para la Perimetral de Villagarzón propuesta en el alineamiento vertical son menores a 6%, dado que para vía primaria de una calzada con velocidad de diseño propuesta de 80km/h, la pendiente máxima debe ser 6% a lo largo del corredor, tal como se indica en la tabla 12.



CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO $V_{TR}$ (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-	-	-	-	7	7	6	6	5	-
Secundaria	-	-	7	7	7	7	6	-	-	-
Terciaria	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Pendiente longitudinal máxima a lo largo de la perimetral del municipio de Villagarzón. Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

Además, cabe decir que la pendiente longitudinal a lo largo de la Perimetral de Villagarzón debe garantizar un valor mínimo de 0.3%, para el satisfactorio escurrimiento de las aguas sobre la carretera.

#### 9.2.1.9. LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTE VERTICAL

Entendida la tangente vertical como la distancia horizontal entre PIV en el alineamiento vertical, se debe garantizar una valor mínimo de longitud igual a 225m, tomando con referencia la velocidad de diseño del eje principal, 80km/h, como se indica en la Tabla 13.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL $V_{TV}$ (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Tabla 13. Longitud mínima de tangente vertical para la perimetral del municipio de Villagarzón. Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

#### 9.2.1.10. LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL

Este parámetro de diseño trae a colación criterios de seguridad, operación y drenaje aplicables en los cambios de pendiente a lo largo del alineamiento vertical, donde siendo el criterio de operación el valor más crítico para adopción en el diseño de carreteras, la longitud mínima es 48m, ya que la velocidad de diseño es 80km/h, como se indica en la Tabla 14.

#### 9.2.1.11. VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMO DE K

El diseño debe cumplir con los valores mínimos de K, como parámetro

que controla la visibilidad de parada de un vehículo en caso de existir alguna dificultad a una distancia posterior de la posición en que se ubica, de manera que dentro del alineamiento vertical al requerir curvas verticales tanto convexas como cóncavas, los valores mínimos del parámetro K son 26 y 30, respectivamente, como se observa en la Tabla 14.

VELOCIDAD ESPECÍFICA $V_{cv}$ (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE $K_{min}$				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 <sup>(1)</sup>
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 <sup>(1)</sup>
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
⇒ 80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

Tabla 14. Valores mínimos de K a lo largo de la perimetral del municipio de Villagarzón  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

Pero así mismo, se debe cumplir con el valor máximo que toma parámetro K, por lo cual la normatividad específica que no sea mayor a 50.

### 9.2.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL PARCIAL

La intersección tipo Trebol parcial corresponde a una configuración vial compuesta por dos orejas y cuatro conectores que distribuyen las trayectorias de los vehículos que allí confluyen, dando preferencia a la continuidad de la Ruta Nacional 45 por la Perimetral de Villagarzón que se propone y conecta directamente Mocoa – Pto Asís; pero así mismo ofrece accesos al municipio y a la vía secundaria El Pepino – Villagarzón ya existente, por medio de calzadas unidireccionales, es decir, de un carril en único sentido.

En la tabla 15, se enseñan aquellos parámetros de diseño geométrico que son comunes para todos los ramales de esta intersección, siguiendo las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

PARÁMETROS DE DISEÑO	VALOR
Sentido de las calzadas	Unidireccional
Peralte máximo (%)	4
Pendiente máxima (%)	7

Tabla 15. Parámetros de diseño mínimos y máximos comunes en los ramales de la intersección tipo Trebol parcial

De manera que entre los valores comunes entre los ramales de esta intersección, se tiene peralte máximo es 4% y pendiente longitudinal no superior a 7%. En cuanto a la velocidad de diseño propuesta para los ramales de esta intersección existen dos en los cuales se propone 50km/h, Pto Asís – Villagarzón y Mocoa – El Pepino, mientras que los demás ramales consideran una velocidad de diseño de 40km/h; teniendo en cuenta estas velocidades en los ramales de la intersección tipo Trebol Parcial, el radio de curvatura mínimo que les corresponde es 73m y 41m, respectivamente.

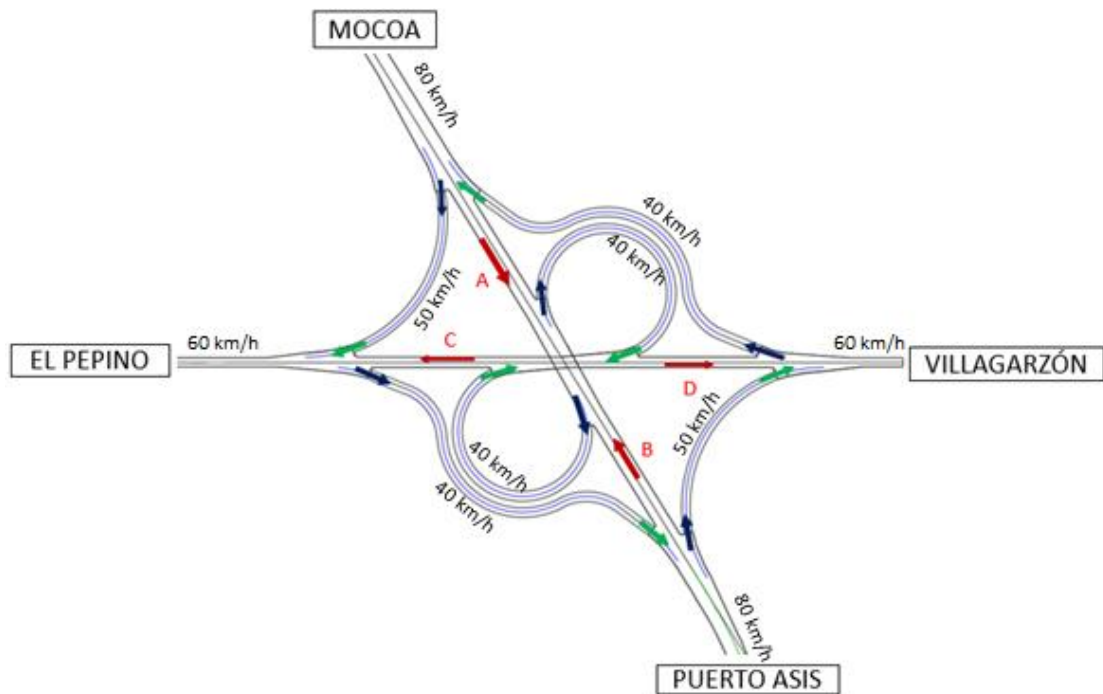


Ilustración 16. Velocidades de diseño propuestas en los ramales de la intersección tipo Trebol parcial

#### 9.2.2.1. ANCHO DE RAMALES

El ancho de la calzada de los ramales depende del radio de curvatura

propuesto para cada uno en la intersección tipo Trebol parcial, que al ser menores a 160m, consideran un sobreeancho, tal como se muestra en la Tabla 16; en el caso de esta intersección, se plantearon radios de curvatura de 45m para las dos orejas y los dos conectores próximos a ellas, mientras que para los otros dos conectores, el radio de curvatura es 100m; de esta forma, el ancho de los ramales es 7.20m y 6.20m, respectivamente.

RADIO INTERIOR (m)	ANCHO DE UN CARRIL SENCILLO, W (m)	ANCHO DE CALZADA CON UN ÚNICO CARRIL CON ESPACIO PARA SOBREPASAR UN VEHÍCULO ESTACIONADO, W (m)
15	6,20	9,50
20	5,70	8,90
25	5,30	8,40
30	5,00	8,00
45	4,60	7,40
50	4,50	7,00
75	4,50	6,50
100	4,50	6,20
150	4,50	6,10
Derecho	4,50	6,00

Tabla 16. Ancho de calzada considerando sobreeancho en ramales de la intersección tipo Trebol parcial. Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

#### 9.2.2.2. CARRIL DE DESACELERACIÓN

Antes que un vehículo se introduzca en algún ramal de la intersección tipo Trebol parcial, debe incorporarse en la longitud de un carril donde se reduzca su velocidad; y para la determinación de estas longitudes de desaceleración, se debe conocer que los ramales a los cuales ingresará el vehículo poseen una velocidad de 40km/h y 50km/h, mientras la velocidad de diseño de la carretera que provienen tales vehículos es 60km/h y 80km/h, tanto para la vía El Pepino–Villagarzón y Mocoa–Pto Asís, respectivamente; de forma que las longitudes de desaceleración sobre la para la vía secundaria El Pepino – Villagarzón es 55m, entretanto en la vía primaria Mocoa – Pto Asís, las longitudes de desaceleración son 75m y 90m, según sea el caso, tal como se indica en la Tabla 17.

Velocidad específica del ramal de salida <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
→ 60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
→ 80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90

Tabla 17. Longitud mínima para carriles de desaceleración en la intersección tipo Trebol parcial  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 9.2.2.3. CARRIL DE ACELERACIÓN

Al salir un vehículo de algún ramal de la intersección tipo Trebol parcial y se incorpora en una carretera, necesita de la longitud de un carril en la cual se aumente su velocidad; al igual que en el carril de desaceleración, para la determinación de estas longitudes de aceleración se debe tener en cuenta que las vías a las cuales se incorporará el vehículo poseen velocidades de diseño de 60km/h y 80km/h, así como la velocidad de los ramales de donde proviene el vehículo, que es 40km/h; por consiguiente, la longitud de los carriles de aceleración para la vía secundaria El Pepino – Villagarzón es 55m, mientras que para la vía primaria Mocoa – Pto Asís, esta longitud es igual a 185m, tal como se señala en la Tabla 18.

VÍA PRIMARIA (CALZADA DE DESTINO)								
Velocidad específica del ramal de entrada <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	90	70	55	45	-	-	-
60	55	140	120	105	90	55	-	-
70	60	185	165	150	135	100	60	-
80	65	235	215	200	185	150	105	-
100	75	340	320	305	290	255	210	105
120	90	435	425	410	390	360	300	210
VÍA SECUNDARIA (CALZADA DE DESTINO)								
50	45	55	45	45	45	-	-	-
60	55	90	75	65	55	55	-	-
70	60	125	110	90	75	60	60	-
80	65	165	150	130	110	85	65	-
100	75	255	235	220	200	170	120	75
120	90	340	320	300	275	250	195	100

Tabla 18. Longitud mínima para carriles de aceleración en la intersección tipo Trebol parcial  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 9.2.3. INTERSECCIÓN TIPO YE

La intersección tipo Ye hace referencia a una estructura vial integrada por tres ramales que al igual que la anterior intersección, busca repartir las trayectorias de los vehículos que por allí pasan, dándole prioridad al trazado que se propone de la Perimetral del municipio de Villagarzón en la Ruta Nacional 45 y a su vez, crea accesos al municipio con calzadas unidireccionales que conectan con la vía existente.

Para esta intersección, se tienen parámetros de diseño geométrico comunes para dos de sus tres ramales, que en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, se exponen en la Tabla 19.

PARÁMETROS DE DISEÑO	VALOR
Sentido de las calzadas	Unidireccional
Peralte máximo (%)	4
Pendiente máxima (%)	7

Tabla 19. Parámetros de diseño mínimos y máximos comunes en los ramales de la intersección tipo Ye

Cabe notar que el peralte máximo propuesto para todos los ramales de la intersección tipo Ye es 4%, siendo un parámetro de diseño común, al igual que la pendiente longitudinal que debido a velocidades de diseño de 50 km/h y 60km/h, se limita a un valor máximo de 7%. Por otro lado, dado que la velocidad de diseño propuesta para los ramales de esta intersección son distintas, proponiendo 50km/h en el caso del ramal Villagarzón – Mocoa, mientras que los ramales Villagarzón – Pto Asis y Pto Asís – Villagarzón guardan una velocidad de diseño de 60km/h, por lo cual el radio de curvatura mínimo exigido para el primer ramal es 73m, pero en el caso de los otros dos ramales se sujeta a un radio de curvatura mínimo igual a 113m.

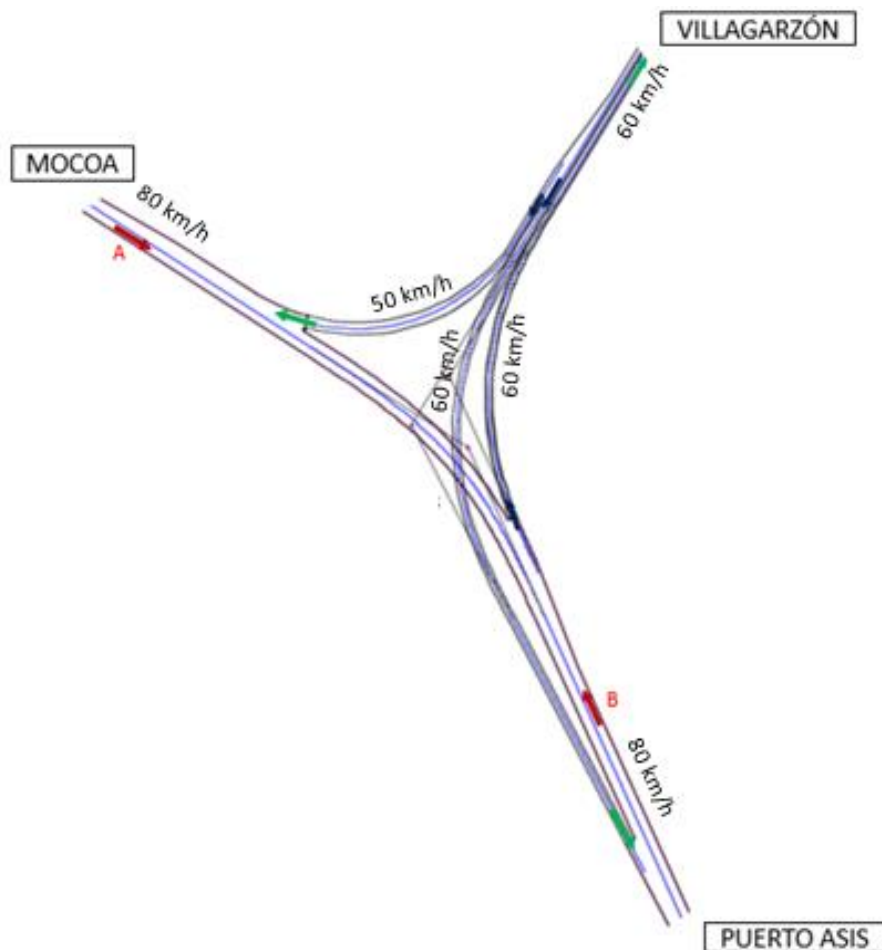


Ilustración 17. Velocidades de diseño propuestas en los ramales de la intersección tipo Ye

### 9.2.3.1. ANCHO DE RAMALES

El ancho de la calzada de los ramales, como se dijo en la anterior intersección depende del radio de curvatura propuestos en la intersección tipo Ye, que siendo mayores a 160m, no es necesario considerar un sobreancho para el carril, de manera que para esta intersección se plantearon radios de curvatura de 110m para el ramal que ingresa a la Perimetral de Villagarzón en dirección a Mocoa y 170m para los ramales que conectan a Pto Asís con Villagarzón y viceversa; así, el ancho recomendado para tales ramales es 6.20m y 3.65m, respectivamente; cabe notar que en el ramal con sentido Villagarzón – Pto Asís se toma un ancho de 4.15m por seguridad vial al ingresar al puente propuesto sobre este ramal.

### 9.2.3.2. CARRIL DE DESACELERACIÓN

Frente a la necesidad de una la longitud de carril donde se reduzca la velocidad de un vehículo que busca ingresar en algún ramal de la intersección tipo Ye, se sabe que la velocidad de diseño de estos ramales es 50km/h y 60km/h, mientras la velocidad en la carretera de donde resultan tales vehículos es 60km/h y 80km/h; de manera que las longitudes de desaceleración para esta intersección es 55m y 65m, según sea el caso, como se muestra en la Tabla 20.

Velocidad específica del ramal de salida <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90

Tabla 20. Longitud mínima para carriles de desaceleración en la intersección tipo Ye  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS



### 9.2.3.3. CARRIL DE ACELERACIÓN

Para que un vehículo se incorpore de nuevo en una carretera saliendo de un ramal en la intersección tipo Ye, requiere con ello aumentar su velocidad por medio de una longitud de carril para aceleración, donde se conoce que las vías a donde ingresará este vehículo poseen velocidades de diseño de 60km/h y 80km/h, y que la velocidad en los ramales de los cuales deriva es 50km/h y 60km/h; de forma que la vía primaria Mocoa – Pto Asís precisan de longitudes del carril de aceleración iguales a 150m y 105m, dependiendo el caso, como se presenta en la Tabla 21.

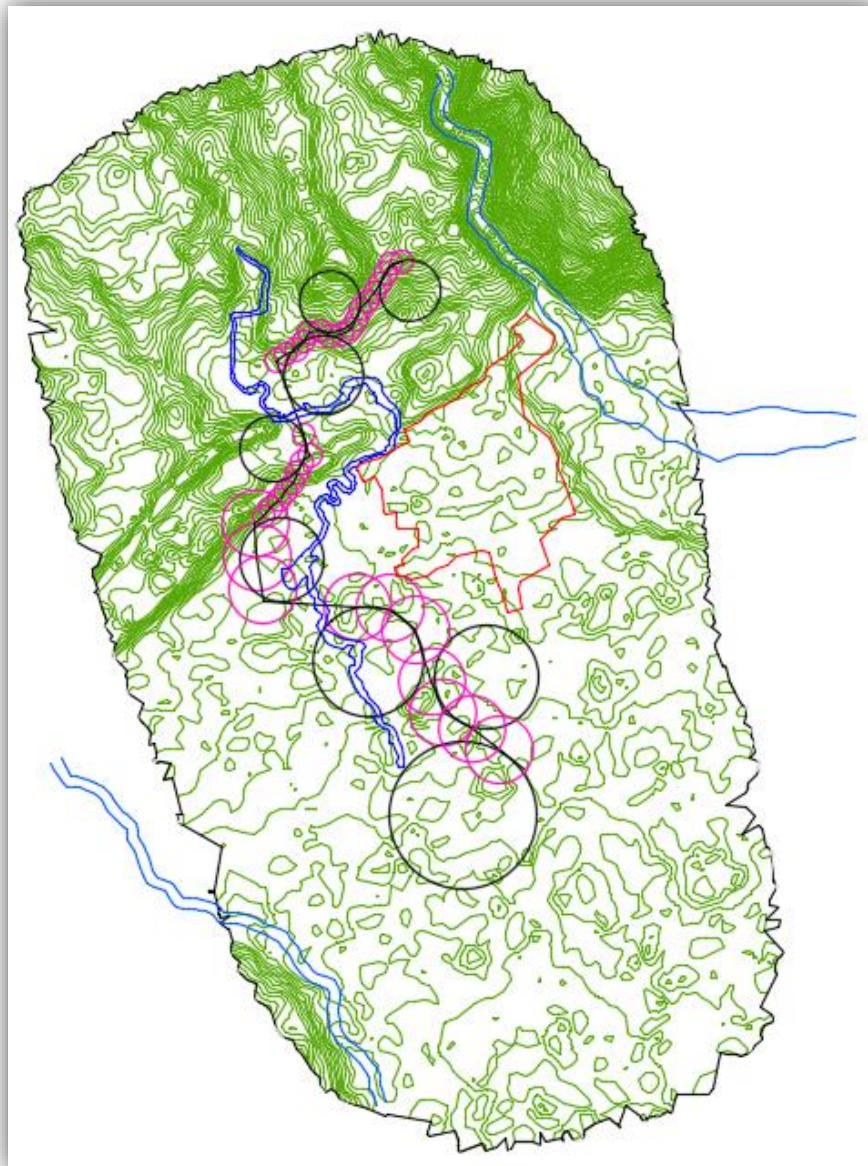
VÍA PRIMARIA (CALZADA DE DESTINO)								
Velocidad específica del ramal de entrada <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	90	70	55	45	-	-	-
60	55	140	120	105	90	55	-	-
70	60	185	165	150	135	100	60	-
80	65	235	215	200	185	150	105	-
100	75	340	320	305	290	255	210	105
120	90	435	425	410	390	360	300	210
VÍA SECUNDARIA (CALZADA DE DESTINO)								
50	45	55	45	45	45	-	-	-
60	55	90	75	65	55	55	-	-
70	60	125	110	90	75	60	60	-
80	65	165	150	130	110	85	65	-
100	75	255	235	220	200	170	120	75
120	90	340	320	300	275	250	195	100

Tabla 21. Longitud mínima para carriles de aceleración en la intersección tipo Ye  
 Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 9.3. TRAZADO LÍNEA DE CEROS

Siendo la línea de ceros un plantemiento inicial por donde irá el trazado de la carretera, basado en de los datos topográficos del terreno con curvas de nivel cada 1m y 5m, la propuesta para la Perimetral del municipio de Villagarzón presenta una diferencia en altitud igual a 112m entre BOP y EOP, es decir, los puntos origen y destino donde se quiere intersectar la

perimetral con las vías existentes y se realizaría por el margen occidental del municipio; de manera que este trazado presenta una pendiente relativamente alta en la tramo norte del trazado, dado el tipo de terreno montañoso propio del Área 1, como se expuso anteriormente, mientras que el tramo sur del trazado esta pendiente sería más suave, aprovechando el tipo de terreno en el Área 2 es plano.



*Ilustración 18. Trazado línea de ceros para la propuesta de la perimetral del municipio de Villagarzón*

*Fuente: propia*

Los puntos de origen y destino para el trazo de la línea de ceros presentan las siguientes cotas y coordenadas planas de Gauss-Kruger utilizadas por el IGAC:

BOP		EOP	
COTA	509 msnm	COTA	397 msnm
NORTE	1054177.37 m	NORTE	1049536.09 m
ESTE	604056.48 m	ESTE	605227.99 m

Tabla 22 y 23. Cotas y coordenadas del BOP y EOP para la propuesta de la perimetral del municipio de Villagarzón

#### 9.4. SECCIONES TRANSVERSALES

En cuanto al diseño de las secciones transversales, se tuvo en cuenta el ancho de la calzada y el ancho de berma principalmente; además se muestra una estructura convencional de pavimento en esta proyección normal al eje de la vía. De esta forma, se presenta a continuación las dimensiones de sección transversal a lo largo de la variante, así como de la vía secundaria existente, la intersección tipo Trébol parcial y la intersección tipo Ye:

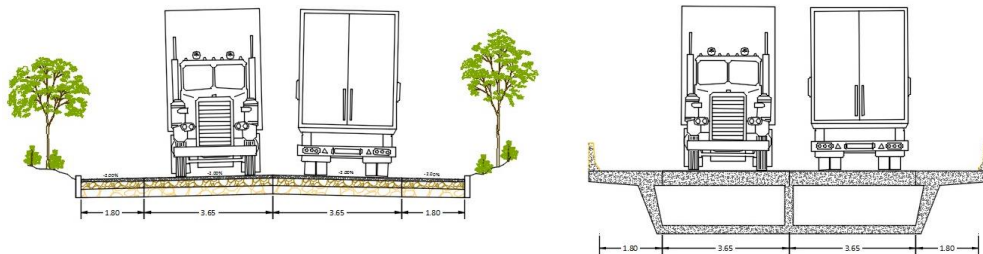
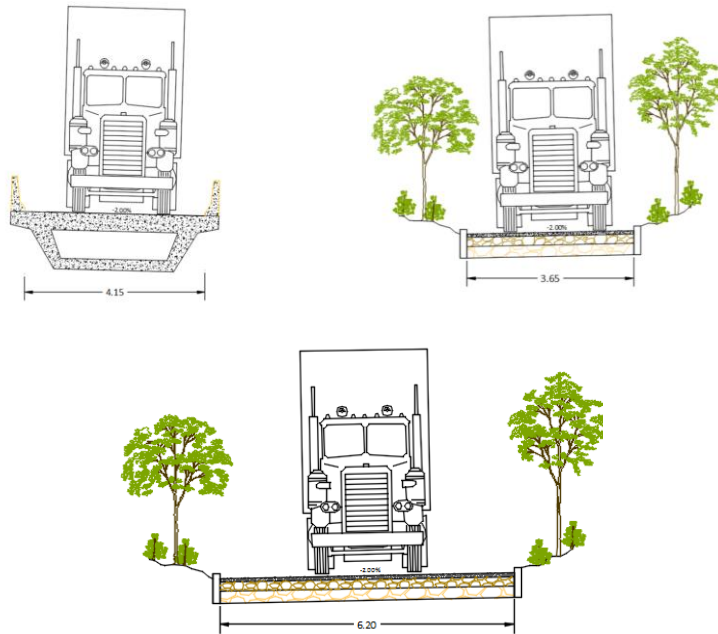


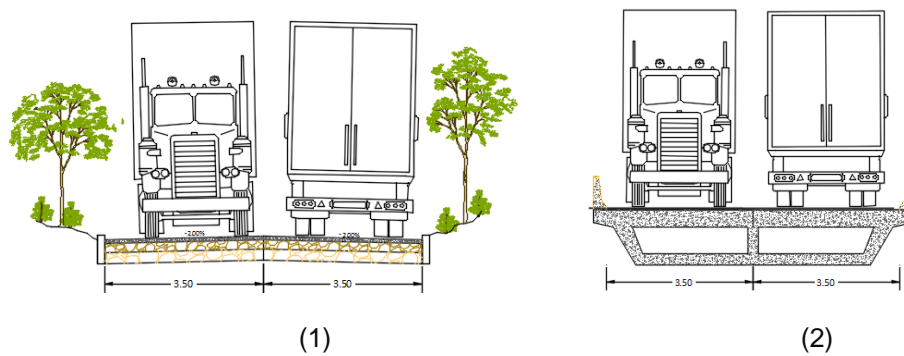
Ilustración 19. Secciones transversales propuestas a lo largo de la Perimetral de Villagarzón



Ilustración 20. Secciones transversales propuestas en ramales de la intersección tipo Trébol parcial



*Ilustración 21. Secciones transversales propuestas en ramales de la intersección tipo Ye*



*Ilustración 22. Secciones transversales propuestas para la vía secundaria El Pepino - Villagarzón*

## 10. RESULTADOS

De la alternativa de Diseño Geométrico propuesta para la Perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo) sobre la Ruta Nacional 45, se ha obtenido un producto digital en el software AutoCAD Civil 3D, en base a un análisis operacional de seguridad y economía, donde el diseño de cada elemento geométrico de la perimetral se encuentra estipulado para una velocidad de diseño de 80 km/h, siendo una calzada bidireccional.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

En cuanto al diseño en planta de la propuesta para la Perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo) correspondiente a alineamientos rectos y curvas ligados a la transición de peralte y entretangencias, cabe notar que el eje principal (variante) consta de 8 (ocho) curvas tipo espiral – circular – espiral, las cuales consideran radios de curvatura mayores a 229m y peralte máximo de 8%, creando un diseño cómodo y seguro para ingresar a curvas de mismo sentido como de sentido opuesto. Adicionalmente, la intersección tipo Trébol parcial esta conformada por 6 (seis) alineamientos horizontales de 2 (dos) orejas y 4 (cuatro) conectantes que se les designa una velocidad de diseño de 40 km/h, peralte máximo de 4% y consta de curvas tipo circular de radios mayores a 41 m, siendo una solución vial que conecta con otras carreteras, dando acceso al municipio de Villagarzon y zonas aledañas. Asimismo, se plantea una intersección tipo Ye, proyectada con una velocidad de diseño de 60 km/h, donde los ramales de acceso son amplios, 1 (uno) de tipo circular y 2 (dos) de tipo espiral – circular – espiral, con radios superiores a 100 m y peralte máximo de 4%; así pues, tales intersecciones son de único sentido y se diseñan con criterios de visibilidad. En el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3 se detallan los reportes de resultados con datos específicos del alineamiento horizontal propuesto, <sup>20</sup> resaltando ante todo el cumplimiento de especificaciones expuestas en el Manual de Diseño Geométrico de Carretera (INVIAS, 2008).

Entretanto, el alineamiento vertical propuesto para la Perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo) en base al diseño en planta, se obtuvo para el eje principal un planteamiento conformado por nueve (9) arcos parabólicos, separados por una distancia horizontal mayor a 225m entre puntos PIV para cambios en la pendiente longitud de la carretera, de los cuales el valor mínimo empleado es 0.3%, mientras el máximo es 6.0%, todo con el fin de garantizar el buen funcionamiento en la operación y drenaje de la vía y a su vez, la seguridad de los vehículos. De igual forma, el diseño en perfil en el caso de las intersecciones se realizan con el mismo propósito, pero aquí las distancias



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

entre PIV son mayores a 80 m para la intersección de trébol y 170 m para la intersección tipo YE, mientras la pendiente máxima es 7% en ambos casos, ya que las velocidades de diseño son menores en comparación con el trazado a lo largo de la variante. En el Anexo 4 y Anexo 5 y Anexo 3 se detallan los reportes de resultados específicos del alineamiento vertical.

Asímismo, se logra un análisis de volúmenes en el cual predominan los volúmenes de corte en el eje principal, al igual que en la intersección tipo Trebol parcial, donde el volumen de corte es 35 veces mayor al volumen de relleno y esto debido a que se ubican en el área montañosa en el cual se propone la Perimetral para el municipio de Villagarzón (Putumayo); en cambio los volúmenes son significativamente menores en la intersección tipo Ye, dado que se sitúa en el área plana del proyecto. A continuación, se aprecia la sumatoria de volúmenes de corte y relleno resultado del diseño propuesto, que se presentan con mayor detalle en el Anexo 6, con un análisis de volúmenes de corte y relleno cada 10m.

<b>EJE PRINCIPAL</b>		
<b>VARIANTE</b>	<b>Volumen Corte</b>	<b>Volumen relleno</b>
	<b>323,640.22</b>	<b>103,144.16</b>
<b>INTERSECCION (TREBOL)</b>		
	<b>Volumen Corte</b>	<b>Volumen relleno</b>
VILLAGARZON MOCOA	29,166.52	-
EL PEPINO - PUERTO ASIS	35,067.91	-
EL PEPINO - VILLAGARZON	50,422.95	4,841.30
MOCOA - EL PEPINO	4,612.30	-
MOCOA - VILLAGARZON	24,466.45	-
PUERTO ASIS - VILLAGARZON	979.81	26.58
PUERTO ASIS - EL PEPINO	23,429.39	-
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES</b>	<b>168,145.33</b>	<b>4,867.88</b>
<b>INTERSECCION (YE)</b>		
	<b>Volumen Corte</b>	<b>Volumen relleno</b>
<b>VILLAGARZON - MOCOA</b>	389.26	-
<b>PUERTO ASIS - VILLAGARZON</b>	979.81	26.58



LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN 1101735  
ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN 1101728  
JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

<b>VILLAGARZON - PUERTO ASIS</b>	<b>1,173.92</b>	<b>1,885.75</b>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES</b>	<b>2,542.99</b>	<b>1,912.33</b>

Por otro lado, la propuesta de una perimetral como esta, evita el paso por dentro del municipio, dándole prioridad al tránsito directo de vehículos de carga hacia los lugares de interés comercial; y aunque la puesta en marcha de estos proyectos presenta impactos negativos, al evaluar la situación actual de la vía existente que conecta a Mocoa – Villagarzón –Puerto Asís, existen factores como la alta accidentalidad, el deterioro de la estructura de pavimento urbano y congestiones permanentes que traen consigo contaminación auditiva y visual, al ser un paso obligado para los vehículos de carga, destacándose la necesidad de proponer una Perimetral para el municipio de Villagarzón (Putumayo), en este caso, desde el punto de visto del diseño geométrico de carreteras.

Y es que la importancia de este trazado, replantea la entrada y salida al municipio con intersecciones que satisfacen todos los movimientos posibles de un vehículo hacia su destino de interés, además de la comodidad para el usuario de la vía y disminución en los tiempos de recorrido.

La propuesta de Diseño Geométrico para la Perimetral del municipio de Villagarzón (Putumayo) potenciará el turismo y la actividad económica de la región, resaltando la etapa del posconflicto como el mejor momento en busca de generar mayor inclusión del departamento al interior del país y la oportunidad de dar un vistazo a esas regiones donde el Estado antes no había llegado.

De manera que en base a un diseño geométrico moderno de 6680m de longitud con 2 (dos) puentes, hacen más atractivo el departamento del Putumayo no sólo para el comercio, sino también para la llegada de visitantes que quieran conocer las maravillas que guarda esta región del piedemonte amazónico.



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

## 11. CONCLUSIONES

Se ha obtenido un diseño geométrico de excelentes características para una velocidad de 80 km/h, que consta de curvas amplias de radios mayores a 170 m y de tipo espiral – circular, espiral, así como curvas verticales cómodas que no presentan problemas de visibilidad y una calzada ancha bidireccional, con carriles de 3.65 m y bermas de 1.8 m de longitud a lo largo de la perimetral de longitud total 6.68 km, que siendo una carretera ubicada en un terreno de zona montañosa y plana, acarrea movimientos de tierra con volúmenes de corte de 323.640 m<sup>3</sup> y volúmenes de relleno de 103.144 m<sup>3</sup>.

Se presenta la digitalización de un diseño geométrico óptimo en planta y perfil de la variante Mocoa-Puerto Asís, mediante la utilización del software AutoCAD Civil 3D, cumpliendo con los parámetros exigidos por el Manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS.

Se destaca que la implementación de esta variante junto a las intersecciones diseñadas, simplifican las actividades económicas al sur del país y deben ser prioridad a la hora de apostarle a proyectos de infraestructura, dado su papel potencializador en el desarrollo socioeconómico y calidad de vida en las poblaciones de esta región; siendo importante mencionar que en el municipio de Villagarzon se dará solución al continuo congestionamiento presentado al interior de la cabecera, el porcentaje de accidentabilidad en los puntos en conflicto se reducirán y el transporte de vehículos pesados que transitan por la ruta nacional 45 al sur del país será eficiente, confortable y seguro.

Finalmente, se resalta que el desarrollo de este trabajo aporta al espíritu investigativo, de aprendizaje y enriquecimiento como futuros ingenieros civiles, siendo participes en la sociedad con nuevas ideas que favorecen en especial las regiones más apartadas del país y dan apoyo a los retos que enfrenta el país en el marco de la etapa de posconflicto que se avecina, donde la intervención de la infraestructura vial es un punto crucial tanto para garantizar la presencia del Estado, como para generar mayor inclusión de estas regiones.





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] AASHTO. A Polocy on Geometric Design of Highways and Streets. 2004. 864 p.

[2] AGUDELO, Jhon. Diseño Geometrico de Vias Ajustado al Manual Colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2002

[3] ALCALDÍA DE MOCOYA [en línea]. 2016. [Consultado el 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en:

<<http://www.mocoya-putumayo.gov.co/index.shtm>>

[4] ALCALDÍA DE PUERTO ASÍS [en línea]. 2016. [Consultado el 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://puertoasis-putumayo.gov.co/index.shtml#1>>

[5] ALCALDÍA DE PUERTO CAICEDO [en línea]. 2016. [Consultado el 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en:

<<http://puertocaicedo-putumayo.gov.co/index.shtml>>

[6] ALCALDÍA DE VILLAGARZÓN [en línea]. Secretaria de Planeación. Planeación y ejecución. Villagarzón, Putumayo. [Consultado el 10 de Agosto de 2016]. Disponible en: <[http://villagarzon-putumayo.gov.co/Nuestros\\_proyectos.shtml](http://villagarzon-putumayo.gov.co/Nuestros_proyectos.shtml)>

[7] ALCALDÍA DE VILLAGARZÓN [en línea]. 2016. [Consultado el 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://villagarzon-putumayo.gov.co/index.shtml>>

[8] ANI [en línea]. Carreteras Cuarta Generación. Ministerio de Transporte de Colombia. Bogotá DC [Consultado el 11 de Agosto de 2016]. Disponible en: <<http://www.ani.gov.co/carreteras2>>



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

[9] AEC [en línea]. The Road in 21st Century Society. Madrid, 2006. [Consultado el 5 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://www.aecarretera.com/Libro%20definitivo.pdf>>

[10] CONFERENCIA de Soluciones Técnicas para las Vías Terciarias del Posconflicto: Plan de Intervención Vías en Posconflicto Plan piloto en Municipios de Putumayo. Bogotá D.C., 20 de Septiembre, 2016. Universidad Santo Tomas.

[11] CÁMARA DE COMERCIO DEL PUTUMAYO [en línea]. Concepto sobre la situación económica del departamento del Putumayo – 2015. Puerto Asís, Putumayo, 2016. [Consultado el 29 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://ccputumayo.org.co/site/wp-content/uploads/2016/02/CONCEPTO-ECONOMICO-PUTUMAYO-2015-1.pdf>>

[12] CarreterasColombia.com [en línea]. Mapa completo de Putumayo. [Consultado el 18 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://www.carreterascolombia.com/putumayo/>>

[13] CORPOAMAZONÍA [en línea]. Objetivos y funciones. Mocoa, Putumayo. [Consultado el 21 de Agosto de 2016]. Disponible en: <<http://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/acerca-de-la-entidad/objetivos-y-funciones>>

[14] CORPOAMAZONIA [en línea]. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Rio Putumayo. 2009. [Consultado el 7 de Octubre de 2016]. Disponible en: <[http://www.corpoamazonia.gov.co/images/Publicaciones/11%202010\\_Pomca\\_cuenca\\_alta\\_rio\\_Putumayo/7%202010\\_POMCA\\_Cuenca\\_alta\\_Rio\\_Putumayo.pdf](http://www.corpoamazonia.gov.co/images/Publicaciones/11%202010_Pomca_cuenca_alta_rio_Putumayo/7%202010_POMCA_Cuenca_alta_Rio_Putumayo.pdf)>



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

[15] DANE [en línea]. Boletín Censo General 2005: Putumayo. Bogotá D.C., 2010. [Consultado el 29 de Septiembre de 2016]. Disponible en:  
<[http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/86000T7T000.PDF](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/86000T7T000.PDF)>

[16] DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO [en línea]. Plan de desarrollo municipal 2015-2019. Villagarzón, Putumayo. [Consultado el 11 de Octubre de 2016]. Disponible en:  
<<http://villagarzon-putumayo.gov.co/apc-aa-files/36623038353461633962633566663538/plan-de-desarrollo-municipal-de-villagarzon.pdf>>

[17] DNP [en línea]. Putumayo. BOGOTÁ D.C., 2015. [Consultado el 29 de Septiembre de 2016]. Disponible en:  
<<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Putumayo%2015-%20Ajustada.pdf>>

[18] HERNANDEZ, Fideligno. Diseño Geométrico de vías. Ed. Tercer Mundo. Universidad La Gran Colombia. 2005.

[19] IDEAM. Estaciones hidrológicas: Departamento de Putumayo, Colombia. 2016.

[20] INVIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Ministerio de Transporte de Colombia, 2008. 276 p.

[21] INVIAS. Requerimientos técnicos Fase III. Subdirección de apoyo técnico. Bogotá D.C., 2011.

[22] INVIAS [en línea]. Mapa de Carreteras. [Consultado el 20 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <<http://hermes.invias.gov.co/carreteras/>>



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

[23] MinCIT [en línea]. Departamento de Putumayo. Oficina de Estudios Económicos. Bogotá D.C., 2013. [Consultado el 29 de Septiembre de 2016].

Disponible en:

<[http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/oeo\\_\\_putumayo\\_agosto\\_2013.pdf](http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/oeo__putumayo_agosto_2013.pdf)>  
>

[24] MinTransporte [en línea]. Volúmenes de Tránsito 2010 - 2011. INVIAS, 2011. [Consultado el 07 de Octubre de 2016]. Disponible en:

<<https://mail.google.com/mail/u/0/#search/volumenes+transito/156cdded2bafa330?projector=1>>

[25] RAMIREZ, M<sup>a</sup> Clemencia. Entre el Estado y la guerrilla: identidad y ciudadanía en el movimiento de los campesinos cocaleros del Putumayo. Capítulo 3: Movimientos cívicos y su transformación en movimientos sociales y políticos en el Putumayo. Bogotá DC: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2001.

[26] SECOP [en línea]. Agencia Nacional de Infraestructura. Detalle del Proceso Número VJ-VE-IP-017-2013/VJ-VE-IP-LP-017-2013. Bogotá DC [Consultado el 19 de abril de 2016]. Disponible en:

<<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1954844>>

[27] SGC [en línea]. Mapa Geológico de Colombia. 2007. [Consultado el 9 de Octubre de 2016]. Disponible en:

<[http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Mapa\\_Geologico\\_Colombia/](http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Mapa_Geologico_Colombia/)>

[28] SIAT-AC [en línea]. Región: Hidrología. 2015. [Consultado el 9 de Octubre de 2016]. Disponible en:

<<http://siatac.co/web/guest/region/hidrologia>>



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

13. ANEXOS

**ANEXO 1. REPORTE DE CURVAS EN ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

**ANEXO 1.1. EJE PRINCIPAL**

Longitud	Radio	A	Angulo delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de Curvatura
----------	-------	---	--------------	------------------	----------------	--------------------	---------------------

CURVA 1	ESPIRAL	80	230	135.647	9.9645	0+542.09	74.721	7.4734	
	CIRCULAR				18.6968	0+622.09			0+697.14
	ESPIRAL	80		135.647	9.9645	0+697.14			0+777.14

CURVA 2	ESPIRAL	112	270	173.897	11.8836	0+888.30	58.661	6.3662	
	CIRCULAR				12.4728	1+000.30			1+059.08
	ESPIRAL	112		173.897	11.8836	1+059.08			1+171.08

CURVA 3	ESPIRAL	150	300	212.132	14.3239	1+197.51	341.643	5.7296
	CIRCULAR				69.4176	1+347.51		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

	ESPIRAL	150		212.132	14.3239	1+710.98	1+860.98		
--	---------	-----	--	---------	---------	----------	----------	--	--

CURVA 4	ESPIRAL	150		193.649	17.1887	2+119.62	2+269.62	99.68	6.8755
	CIRCULAR		250		22.999	2+269.62	2+369.97		
	ESPIRAL	150		193.649	17.1887	2+369.97	2+519.97		

CURVA 5	ESPIRAL	100		158.114	11.4592	3+107.96	3+207.96	387.77	6.8755
	CIRCULAR		250		101.708	3+207.96	3+651.75		
	ESPIRAL	100		158.114	11.4592	3+651.75	3+751.75		

CURVA 6	ESPIRAL	200		282.843	14.3239	4+408.70	4+608.70	271.336	4.2972
	CIRCULAR		400		39.6526	4+608.70	4+885.52		
	ESPIRAL	200		282.843	14.3239	4+885.52	5+085.52		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

CURVA 7	ESPIRAL	200		316.228	11.4592	5+241.02	5+441.02	118.203	3.4377
	CIRCULAR		500		13.5769	5+441.02	5+559.50		
	ESPIRAL	200		316.228	11.4592	5+559.50	5+759.50		

CURVA 8	ESPIRAL	80		135.647	9.9645	6+134.36	6+214.36	51.666	7.4734
	CIRCULAR		230		12.8979	6+214.36	6+266.13		
	ESPIRAL	80		135.647	9.9645	6+266.13	6+346.13		

**ANEXO 1.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL**

**EJE T EL PEPINO - VILLAGARZÓN**

	Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura	
CURVA 1	CIRCULAR	650	20.601	0+568.81	0+802.52	232.454	2.6444



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**EJE T MOCOA – EL PEPINO**

		Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
CURVA 1	CIRCULAR	101	20.601	0+000.00	0+218.92	180.05	16.6719

**EJE T PUERTO ASIS - VILLAGARZÓN**

		Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
CURVA 1	CIRCULAR	103	121.9393	0+000.00	0+219.42	180.294	16.6719

**EJE T MOCOA - VILLAGARZÓN**

		Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
CURVA 1	CIRCULAR	48.6	296.2028	0+000.00	0+251.25	51.362	35.3678





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**EJE T PUERTO ASIS – EL PEPINO**

Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
-------	--------------	------------------	----------------	--------------------	---------------------

CURVA 1	CIRCULAR	48.6	296.2028	0+000.00	0+251.25	51.362	35.3678
---------	----------	------	----------	----------	----------	--------	---------

**EJE T EL PEPINO – PUERTO ASIS**

Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
-------	--------------	------------------	----------------	--------------------	---------------------

CURVA 1	CIRCULAR	41.4	63.8761	0+055.08	0+101.24	43.801	41.5187
---------	----------	------	---------	----------	----------	--------	---------

CURVA 2	CIRCULAR	60.8	114.0279	0+101.24	0+222.24	101.998	28.2709
---------	----------	------	----------	----------	----------	---------	---------

CURVA 3	CIRCULAR	41.4	63.8761	0+222.24	0+268.39	43.801	41.5187
---------	----------	------	---------	----------	----------	--------	---------



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
OPCIÓN DE GRADO

**EJE T VILLAGARZÓN - MOCOA**

Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
-------	--------------	------------------	----------------	--------------------	---------------------

CURVA 1	CIRCULAR	41.4	63.8761	0+051.01	0+097.16	43.801	41.5187
---------	----------	------	---------	----------	----------	--------	---------

CURVA 2	CIRCULAR	60.8	114.0277	0+097.16	0+218.17	101.998	28.2709
---------	----------	------	----------	----------	----------	---------	---------

CURVA 3	CIRCULAR	41.4	63.8761	0+218.17	0+264.32	43.801	41.5187
---------	----------	------	---------	----------	----------	--------	---------



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

### ANEXO 1.3. INTERSECCIÓN TIPO YE

#### EJE YE VILLAGARZÓN - MOCOYA

		Radio	Angulo Delta	Estación Inicial	Estación Final	Longitud de cuerda	Angulo de curvatura
CURVA 1	CIRCULAR	109.069	20.601	0+062.73	0+208.48	135.14	15.7596

#### EJE YE VILLAGARZÓN – PUERTO ASIS

		Longitud	Radio	A	Angulo delta	Estacion Inicial	Estacion Final	Longitud de cuerda	Angulo de Curvatura
CURVA 1	ESPIRAL	60	170	100.995	10.111	0+133.20	0+193.20	113.048	10.11
	CIRCULAR				38.8405	0+193.20	0+308.44		
	ESPIRAL	60		100.995	10.111	0+308.44	0+368.44		

#### EJE YE PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Longitud	Radio	A	Angulo delta	Estacion Inicial	Estacion Final	Longitud de cuerda	Angulo de Curvatura
----------	-------	---	--------------	------------------	----------------	--------------------	---------------------

CURVA 1	ESPIRAL	60		100.995	10.111	0+005.47	0+065.47	104.012	10.11
	CIRCULAR		170		38.8405	0+065.47	0+171.18		
	ESPIRAL	60		100.995	10.111	0+171.18	0+231.18		

**ANEXO 2. REPORTE UBICACIÓN DE PI's EN ALINEAMIENTO HORIZONTAL**  
**ANEXO 2.1. EJE PRINCIPAL**

**EJE MOCOA – PUERTO ASIS**  
 Estación: 0+000.00 a 6+680.15

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0+000.00</b>	115,786.9129m	319,422.4095m		
			595.507m	N 183° 56' 13"
<b>0+595.51</b>	115,192.8110m	319,381.5242m		
			64.607m	N 193° 54' 05"
<b>0+659.95</b>	115,130.0960m	319,366.0023m		
			11.846m	N 113° 14' 59"
<b>0+663.06</b>	115,125.4199m	319,376.8864m		
			67.551m	N 222° 33' 45"
<b>0+723.89</b>	115,075.6663m	319,331.1955m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

			239.410m	N 222° 33' 45"
<b>0+963.14</b>	114,899.3313m	319,169.2594m		
			66.992m	N 234° 26' 46"
<b>1+029.80</b>	114,860.3777m	319,114.7567m		
			14.515m	N 150° 40' 57"
<b>1+033.21</b>	114,847.7217m	319,121.8639m		
			70.071m	N 258° 48' 09"
<b>1+096.56</b>	114,834.1147m	319,053.1272m		
			201.602m	N 258° 48' 09"
<b>1+297.84</b>	114,794.9657m	318,855.3633m		
			258.097m	N 244° 28' 43"
<b>1+555.31</b>	114,683.7652m	318,622.4498m		
			97.394m	N 299° 46' 12"
<b>1+621.46</b>	114,732.1231m	318,537.9091m		
			323.615m	N 160° 44' 14"
<b>1+761.28</b>	114,426.6261m	318,644.6702m		
			459.443m	N 160° 44' 14"
<b>2+220.10</b>	113,992.9048m	318,796.2415m		
			101.293m	N 177° 55' 33"



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

<b>2+320.48</b>	113,891.6778m	318,799.9076m		
			34.123m	N 99° 25' 31"
<b>2+333.25</b>	113,886.0897m	318,833.5699m		
			113.150m	N 218° 06' 49"
<b>2+420.41</b>	113,797.0648m	318,763.7313m		
			755.272m	N 218° 06' 49"
<b>3+174.77</b>	113,202.8258m	318,297.5604m		
			340.582m	N 206° 39' 16"
<b>3+515.08</b>	112,898.4381m	318,144.7724m		
			145.625m	N 245° 48' 02"
<b>3+637.51</b>	112,838.7439m	318,011.9441m		
			462.744m	N 93° 29' 14"
<b>3+685.21</b>	112,810.5967m	318,473.8315m		
			857.529m	N 93° 29' 14"
<b>4+542.47</b>	112,758.4361m	319,329.7726m		
			211.282m	N 107° 48' 40"
<b>4+752.91</b>	112,693.8088m	319,530.9280m		
			63.163m	N 37° 38' 15"
<b>4+782.64</b>	112,743.8273m	319,569.4996m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

			240.172m	N 161° 47' 16"
<b>4+952.59</b>	112,515.6868m	319,644.5625m		
			422.879m	N 161° 47' 16"
<b>5+374.63</b>	112,113.9915m	319,776.7284m		
			126.441m	N 150° 19' 43"
<b>5+500.54</b>	112,004.1300m	319,839.3198m		
			26.450m	N 233° 32' 25"
<b>5+506.83</b>	111,988.4118m	319,818.0467m		
			132.202m	N 125° 17' 33"
<b>5+626.42</b>	111,912.0317m	319,925.9519m		
			561.890m	N 125° 17' 33"
<b>6+187.77</b>	111,587.3985m	320,384.5739m		
			52.741m	N 135° 15' 25"
<b>6+240.35</b>	111,549.9377m	320,421.7000m		
			9.514m	N 51° 42' 22"
<b>6+242.41</b>	111,555.8335m	320,429.1669m		
			54.634m	N 158° 07' 10"
<b>6+292.88</b>	111,505.1350m	320,449.5276m		
			387.437m	N 158° 07' 10"



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

<b>6+680.15</b>	111,145.6079m	320,593.9147m
-----------------	---------------	---------------

### ANEXO 2.2. INTERSECCIÓN TIPO TREBOL

#### EJE T EL PEPINO – PUERTO ASIS

Estación: 0+000.00 a 0+328.59

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0</b>	115,523.8565m	319,257.3175m		
			14.153m	N 130° 38' 59"
<b>0+014.15</b>	115,514.6365m	319,268.0557m		
			66.951m	N 147° 50' 49"
<b>0+080.89</b>	115,457.9543m	319,303.6857m		
			119.481m	N 211° 43' 23"
<b>0+194.91</b>	115,356.3237m	319,240.8609m		
			119.481m	N 97° 41' 43"
<b>0+248.05</b>	115,340.3249m	319,359.2659m		
			68.932m	N 161° 34' 17"
<b>0+311.52</b>	115,274.9280m	319,381.0569m		





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

			17.468m	N 182° 42' 49"
<b>0+328.59</b>	115,257.4797m	319,380.2300m		

**EJE T EL PEPINO - VILLAGARZÓN**

Estación: 0+000.00 a 1+447.12

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0+000.00</b>	116,295.1125m	318,601.6502m		
			686.944m	N 146° 11' 55"
<b>0+686.94</b>	115,724.2817m	318,983.8076m		
			762.724m	N 125° 35' 51"
<b>1+447.12</b>	115,280.3082m	319,603.9979m		

**EJE T MOCOA – EL PEPINO**

Estación: 0+000.00 a 0+218.92

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0</b>	115,620.9282m	319,404.9724m		
			184.706m	N 183° 56' 13"



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

<b>0+184.71</b>	115,436.6582m	319,392.2912m		
			184.706m	N 305° 35' 51"
<b>0+218.92</b>	115,544.1734m	319,242.1023m		

**EJE T MOCOA – VILLAGARZÓN**

Estación: 0+000.00 a 0+251.25

<b>PI Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>Distance</b>	<b>Direction</b>
<b>0+000.00</b>	115,400.6963m	319,390.3176m		
			30.249m	N 3° 56' 13"
<b>0+030.25</b>	115,430.8741m	319,392.3944m		
			30.249m	N 300° 08' 23"
<b>0+251.25</b>	115,446.0625m	319,366.2347m		

**EJE T PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN**

Estación: 0+000.00 a 0+219.42

<b>PI Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>Distance</b>	<b>Direction</b>
<b>0+000.00</b>	115,234.5497m	319,390.3972m		
			185.765m	N 3° 39' 30"
<b>0+185.77</b>	115,419.9363m	319,402.2502m		
			185.765m	N 125° 35' 51"
<b>0+219.42</b>	115,311.8044m	319,553.3005m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**EJE T PUERTO ASIS – EL PEPINO**

Estación: 0+000.00 a 0+251.25

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0</b>	115,455.2715m	319,405.0994m		
			30.249m	N 183° 56' 13"
<b>0+030.25</b>	115,425.0937m	319,403.0226m		
			30.249m	N 120° 08' 23"
<b>0+251.25</b>	115,409.9053m	319,429.1822m		

**EJE T VILLAGARZÓN – MOCOA**

Estación: 0+000.00 a 0+327.09

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0</b>	115,334.4351m	319,534.4675m		
			7.662m	N 309° 55' 57"
<b>0+007.66</b>	115,339.3533m	319,528.5921m		
			69.280m	N 327° 51' 05"
<b>0+076.82</b>	115,398.0106m	319,491.7271m		
			119.481m	N 31° 43' 39"
<b>0+190.84</b>	115,499.6360m	319,554.5596m		
			119.481m	N 277° 41' 59"



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

<b>0+243.97</b>	115,515.6443m	319,436.1561m		
			70.546m	N 341° 34' 33"
<b>0+309.06</b>	115,582.5743m	319,413.8602m		
			18.500m	N 3° 56' 13"
<b>0+327.09</b>	115,601.0308m	319,415.1303m		

#### ANEXO 2.2. INTERSECCIÓN TIPO YE

#### EJE YE PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN

Estación: 0+000.00 a 0+334.62

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0+000.00</b>	111,481.2199m	320,466.9717m		
			45.535m	N 338° 07' 10"
<b>0+045.53</b>	111,523.4746m	320,450.0021m		
			74.684m	N 348° 13' 50"
<b>0+120.09</b>	111,596.5888m	320,434.7683m		
			14.839m	N 276° 02' 38"
<b>0+126.01</b>	111,598.1512m	320,420.0118m		
			80.474m	N 33° 58' 06"
<b>0+191.24</b>	111,664.8917m	320,464.9750m		
			143.510m	N 33° 58' 06"



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

<b>0+334.62</b>	111,783.9115m	320,545.1589m
-----------------	---------------	---------------

**EJE YE VILLAGARZÓN – MOCOA**

Estación: 0+000.00 a 0+208.48

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0+000.00</b>	111,719.2657m	320,491.5893m		
			148.633m	N 217° 14' 41"
<b>0+148.81</b>	111,600.9454m	320,401.6334m		
			86.078m	N 296° 11' 57"
<b>0+208.48</b>	111,638.9481m	320,324.3987m		

**EJE YE VILLAGARZÓN – PUERTO ASIS**

Estación: 0+000.00 a 0+535.24

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
<b>0+000.00</b>	111,785.9508m	320,542.1318m		
			173.264m	N 213° 58' 06"
<b>0+173.26</b>	111,642.2549m	320,445.3235m		
			79.994m	N 203° 51' 26"
<b>0+253.13</b>	111,569.0963m	320,412.9694m		
			16.140m	N 274° 26' 13"
<b>0+259.97</b>	111,570.3450m	320,396.8776m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

		86.707m	N 154° 54' 20"
<b>0+328.50</b>	111,491.8224m	320,433.6508m	
		206.865m	N 154° 54' 20"
<b>0+535.24</b>	111,304.4836m	320,521.3842m	

**ANEXO 3. REPORTE TRANSICIÓN DE PERALTES**  
**ANEXO 3.1. EJE PRINCIPAL**

**SUPERELEVATION MOCOA – PUERTO ASIS**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	0+549.64m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+549.64m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+564.13m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	0+578.63m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+578.63m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+622.09m	Begin Full Super	8.00%	8.00%	-8.00%	-8.00%
	0+697.14m	End Full Super	8.00%	8.00%	-8.00%	-8.00%
	0+740.60m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	0+740.60m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+755.10m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	0+769.59m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+769.59m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>2</b>	0+929.79m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+929.79m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+944.16m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	0+958.53m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	0+958.53m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+000.30m	Begin Full Super	7.81%	7.81%	-7.81%	-7.81%
	1+059.08m	End Full Super	7.81%	7.81%	-7.81%	-7.81%
	1+100.84m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+100.84m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+115.21m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	1+129.58m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	1+129.58m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>3</b>	1+278.74m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+278.74m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+292.88m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%
	1+307.02m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	1+307.02m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	1+347.51m	Begin Full Super	-7.73%	-7.73%	7.73%	7.73%
	1+710.98m	End Full Super	-7.73%	-7.73%	7.73%	7.73%
	1+751.48m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	1+751.48m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	1+765.62m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%
	1+779.76m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	1+779.76m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>4</b>	2+198.14m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	2+198.14m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+212.58m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	2+227.01m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+227.01m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+269.62m	Begin Full Super	7.90%	7.90%	-7.90%	-7.90%
	2+369.97m	End Full Super	7.90%	7.90%	-7.90%	-7.90%
	2+412.58m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+412.58m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+427.02m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	2+441.45m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	2+441.45m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>5</b>	3+136.48m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	3+136.48m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	3+150.92m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%
	3+165.35m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	3+165.35m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	3+207.96m	Begin Full Super	-7.90%	-7.90%	7.90%	7.90%
	3+651.75m	End Full Super	-7.90%	-7.90%	7.90%	7.90%
	3+694.36m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	3+694.36m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	3+708.79m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%
	3+723.23m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	3+723.23m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>6</b>	4+546.15m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+546.15m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+560.70m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	4+575.24m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+575.24m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+608.70m	Begin Full Super	6.60%	6.60%	-6.60%	-6.60%
	4+885.52m	End Full Super	6.60%	6.60%	-6.60%	-6.60%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	4+918.98m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+918.98m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+933.52m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	4+948.07m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	4+948.07m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>7</b>	5+383.27m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	5+383.27m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	5+399.46m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%
	5+415.65m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	5+415.65m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	5+441.02m	Begin Full Super	-5.13%	-5.13%	5.13%	5.13%
	5+559.50m	End Full Super	-5.13%	-5.13%	5.13%	5.13%
	5+584.86m	Low Shoulder Match	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	5+584.86m	Reverse Crown	-2.00%	-2.00%	2.00%	2.00%
	5+601.05m	Level Crown	-2.00%	-2.00%	0.00%	0.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	5+617.24m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	5+617.24m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>8</b>	6+141.90m	End Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+141.90m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+156.40m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	6+170.90m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+170.90m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+214.36m	Begin Full Super	8.00%	8.00%	-8.00%	-8.00%
	6+266.13m	End Full Super	8.00%	8.00%	-8.00%	-8.00%
	6+309.59m	Low Shoulder Match	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+309.59m	Reverse Crown	2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+324.09m	Level Crown	0.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
	6+338.58m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	6+338.58m	Begin Normal Shoulder	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Right Outside Shoulder	Right Outside Lane
	6+680.15m	End Alignment	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

### ANEXO 3.2. INTERSECCION TIPO TREBOL

#### SUPERELEVATION EL PEPINO – PUERTO ASIS

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	-0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
1	-0+021.64m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+011.55m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+001.45m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+005.77m	Begin Full Super	3.43%	-3.43%
	0+022.32m	End Full Super	3.43%	-3.43%
	0+024.34m	Manual station	1.80%	-2.00%
2	0+044.97m	End Normal Crown	2.00%	-2.00%
	0+055.64m	Level Crown	2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+065.48m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+083.97m	Begin Full Super	4.00%	-4.00%
	0+115.67m	End Full Super	4.00%	-4.00%
<b>3</b>	0+156.06m	Begin Full Super	-3.86%	3.86%
	0+209.74m	End Full Super	-3.86%	3.86%
<b>4</b>	0+254.81m	Begin Full Super	4.00%	-4.00%
	0+270.95m	End Full Super	3.80%	-3.80%
	0+298.88m	Manual station	3.45%	-3.45%
<b>5</b>	0+299.82m	Begin Full Super	3.43%	-3.43%
	0+322.82m	End Full Super	3.43%	-3.43%
	0+330.04m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+340.14m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+350.23m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+328.59m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION EL PEPINO – VILLAGARZON**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	0+544.45m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+556.37m	Level Crown	-2.00%	0.00%
	0+568.28m	Reverse Crown	-2.00%	2.00%
	0+575.03m	Begin Full Super	-3.13%	3.13%
	0+796.30m	End Full Super	-3.13%	3.13%
	0+803.05m	Reverse Crown	-2.00%	2.00%
	0+814.97m	Level Crown	-2.00%	0.00%
	0+826.88m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	1+447.12m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION MOCOA – EL PEPINO**



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	-0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	-0+021.07m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+011.07m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+001.07m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+005.53m	Begin Full Super	3.32%	-3.32%
	0+035.52m	Manual station	1.70%	-1.70%
	0+183.00m	Manual station	1.70%	-1.70%
	0+213.39m	End Full Super	3.32%	-3.32%
	0+219.99m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+229.99m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+239.99m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+218.92m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION MOCOA - VILLAGARZÓN**





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	-0+024.45m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+013.95m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+003.45m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+006.97m	Begin Full Super	3.98%	-3.98%
	0+022.49m	Manual station	1.00%	-1.00%
	0+233.09m	Manual station	1.90%	-1.90%
	0+244.28m	End Full Super	3.98%	-3.98%
	0+254.69m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+265.20m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+275.70m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+251.25m	End Alignment	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**SUPERELEVATION PUERTO ASIS – EL PEPINO**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	-0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	-0+024.45m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+013.95m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+003.45m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+006.97m	Begin Full Super	3.98%	-3.98%
	0+022.49m	Manual station	1.90%	-1.90%
	0+233.09m	Manual station	0.60%	-0.60%
	0+244.28m	End Full Super	3.98%	-3.98%
	0+254.69m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+265.20m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+275.70m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+251.25m	End Alignment	-2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**SUPERELEVATION PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	-0+021.07m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+011.07m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+001.07m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+005.53m	Begin Full Super	3.32%	-3.32%
	0+036.06m	Manual station	3.91%	-3.91%
	0+183.50m	Manual station	3.10%	-3.10%
	0+213.89m	End Full Super	3.32%	-3.32%
	0+220.49m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+230.49m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+240.49m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+219.42m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION VILLAGARZON – MOCOCA**



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	-0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	-0+024.45m	End Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	-0+013.95m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	-0+003.45m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+006.97m	Begin Full Super	3.98%	-3.98%
	0+008.23m	End Full Super	3.98%	-3.98%
	0+020.11m	Manual station	3.20%	-3.20%
<b>2</b>	0+041.61m	End Normal Crown	2.00%	-2.00%
	0+052.29m	Level Crown	2.00%	-2.00%
	0+062.86m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+082.60m	Begin Full Super	4.00%	-4.00%
	0+107.76m	End Full Super	4.00%	-4.00%
<b>3</b>	0+144.84m	Begin Full Super	-3.86%	3.86%
	0+194.82m	End Full Super	-3.86%	3.86%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

<b>4</b>	0+235.51m	Begin Full Super	4.00%	-4.00%
	0+268.80m	End Full Super	4.00%	-4.00%
	0+294.85m	Manual station	1.80%	-1.80%
<b>5</b>	0+302.20m	Begin Full Super	3.45%	-3.43%
	0+321.32m	End Full Super	3.43%	-3.43%
	0+328.54m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+338.64m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+348.73m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+327.09m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

### ANEXO 3.3. INTERSECCIÓN TIPO YE

#### SUPERELEVATION PUERTO ASIS VILLAGARZÓN

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	2.00%	-2.00%
<b>1</b>	0+035.16m	Manual station	-4.85%	4.85%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

0+084.94m	End Normal Crown	2.00%	-2.00%
0+098.31m	Begin Full Super	3.87%	-3.87%
0+171.18m	End Full Super	3.87%	-3.87%
0+190.13m	Begin Normal Crown	2.00%	-2.00%
0+334.62m	End Alignment	2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION VILLAGARZÓN – MOCOA**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	-2.00%	-2.00%
<b>1</b>	0+026.71m	Manual station	2.17%	-2.17%
	0+037.47m	End Normal Crown	2.00%	-2.00%
	0+048.51m	Level Crown	2.00%	-2.00%
	0+059.54m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%
	0+096.65m	Begin Full Super	3.87%	-3.87%
	0+193.28m	Manual station	1.82%	-1.82%
	0+201.36m	End Full Super	3.87%	-3.87%
	0+211.67m	Reverse Crown	2.00%	-2.00%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+222.70m	Level Crown	0.00%	-2.00%
	0+233.74m	Begin Normal Crown	-2.00%	-2.00%
	0+208.48m	End Alignment	-2.00%	-2.00%

**SUPERELEVATION VILLAGARZÓN – PUERTO ASIS**

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+000.00m	Begin Alignment	2.00%	-2.00%
<b>1</b>	0+163.02m	End Normal Crown	2.00%	-2.00%
	0+174.20m	Level Crown	0.00%	0.00%
	0+193.20m	Begin Full Super	-3.40%	3.40%
	0+308.44m	End Full Super	-3.40%	3.40%
	0+327.44m	Level Crown	0.00%	0.00%
	0+338.62m	Begin Normal Crown	2.00%	-2.00%
	0+515.31m	Manual station	2.01%	-2.01%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Superelevation Region	Station	Description	Left Outside Lane	Right Outside Lane
	0+535.24m	End Alignment	2.00%	-2.00%

#### ANEXO 4. REPORTE DE PENDIENTE LONGITUDINAL EN ALINEAMIENTO VERTICAL

##### ANEXO 4.1. EJE PRINCIPAL

##### RASAMTE MOCOA – PUERTO ASIS

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	508.901m		PVI
<b>0+020.00</b>	508.589m	-1.56%	
<b>0+040.00</b>	508.278m	-1.56%	
<b>0+060.00</b>	507.967m	-1.56%	
<b>0+080.00</b>	507.656m	-1.56%	
<b>0+100.00</b>	507.344m	-1.56%	
<b>0+120.00</b>	507.033m	-1.56%	
<b>0+140.00</b>	506.722m	-1.56%	
<b>0+153.94</b>	506.505m	-1.56%	PVC
<b>0+160.00</b>	506.414m	-1.50%	
<b>0+180.00</b>	506.167m	-1.23%	
<b>0+184.61</b>	506.122m	-0.99%	Sag
<b>0+200.00</b>	506.000m	-0.79%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+215.29</b>	505.927m	-0.48%	PVT
<b>0+220.00</b>	505.911m	-0.33%	
<b>0+240.00</b>	505.845m	-0.33%	
<b>0+260.00</b>	505.780m	-0.33%	
<b>0+280.00</b>	505.714m	-0.33%	
<b>0+300.00</b>	505.648m	-0.33%	
<b>0+320.00</b>	505.582m	-0.33%	
<b>0+340.00</b>	505.516m	-0.33%	
<b>0+360.00</b>	505.450m	-0.33%	
<b>0+376.34</b>	505.397m	-0.33%	PVC
<b>0+380.00</b>	505.382m	-0.41%	
<b>0+400.00</b>	505.194m	-0.94%	
<b>0+420.00</b>	504.829m	-1.83%	





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+440.00	504.286m	-2.71%	
0+440.00	504.286m	-3.26%	Crest
0+460.00	503.566m	-3.60%	
0+480.00	502.667m	-4.49%	
0+500.00	501.590m	-5.38%	
0+503.66	501.374m	-5.91%	PVT
0+520.00	500.395m	-5.99%	
0+540.00	499.198m	-5.99%	
0+560.00	498.000m	-5.99%	
0+580.00	496.802m	-5.99%	
0+600.00	495.604m	-5.99%	
0+620.00	494.406m	-5.99%	
0+640.00	493.208m	-5.99%	
0+660.00	492.010m	-5.99%	
0+680.00	490.812m	-5.99%	
0+700.00	489.614m	-5.99%	
0+720.00	488.416m	-5.99%	
0+740.00	487.218m	-5.99%	
0+760.00	486.021m	-5.99%	
0+780.00	484.823m	-5.99%	
0+800.00	483.625m	-5.99%	
0+820.00	482.427m	-5.99%	
0+840.00	481.229m	-5.99%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+860.00	480.031m	-5.99%	
0+880.00	478.833m	-5.99%	
0+900.00	477.635m	-5.99%	
0+920.00	476.437m	-5.99%	
0+940.00	475.239m	-5.99%	
0+960.00	474.042m	-5.99%	
0+980.00	472.844m	-5.99%	
1+000.00	471.646m	-5.99%	
1+020.00	470.448m	-5.99%	
1+040.00	469.250m	-5.99%	
1+060.00	468.052m	-5.99%	
1+080.00	466.854m	-5.99%	
1+100.00	465.656m	-5.99%	
1+120.00	464.458m	-5.99%	
1+140.00	463.260m	-5.99%	
1+160.00	462.062m	-5.99%	
1+180.00	460.865m	-5.99%	
1+200.00	459.667m	-5.99%	
1+220.00	458.469m	-5.99%	
1+240.00	457.271m	-5.99%	
1+260.00	456.073m	-5.99%	
1+280.00	454.875m	-5.99%	
1+300.00	453.677m	-5.99%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
1+320.00	452.479m	-5.99%	
1+340.00	451.281m	-5.99%	
1+360.00	450.083m	-5.99%	
1+380.00	448.885m	-5.99%	
1+380.60	448.849m	-5.99%	PVC
1+400.00	447.727m	-5.78%	
1+420.00	446.654m	-5.37%	
1+440.00	445.665m	-4.94%	
1+460.00	444.761m	-4.52%	
1+480.00	443.941m	-4.10%	
1+500.00	443.206m	-3.67%	
1+520.00	442.556m	-3.25%	
1+529.25	442.284m	-2.94%	Sag
1+540.00	441.990m	-2.73%	
1+560.00	441.509m	-2.40%	
1+580.00	441.113m	-1.98%	
1+600.00	440.801m	-1.56%	
1+620.00	440.574m	-1.14%	
1+640.00	440.432m	-0.71%	
1+660.00	440.374m	-0.29%	
1+677.89	440.394m	0.11%	PVT
1+680.00	440.400m	0.30%	
1+700.00	440.461m	0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
1+720.00	440.521m	0.30%	
1+740.00	440.581m	0.30%	
1+760.00	440.641m	0.30%	
1+780.00	440.702m	0.30%	
1+800.00	440.762m	0.30%	
1+820.00	440.822m	0.30%	
1+840.00	440.882m	0.30%	
1+860.00	440.943m	0.30%	
1+880.00	441.003m	0.30%	
1+900.00	441.063m	0.30%	
1+920.00	441.123m	0.30%	
1+940.00	441.184m	0.30%	
1+960.00	441.244m	0.30%	
1+980.00	441.304m	0.30%	
2+000.00	441.364m	0.30%	
2+020.00	441.425m	0.30%	
2+040.00	441.485m	0.30%	
2+060.00	441.545m	0.30%	
2+080.00	441.606m	0.30%	
2+100.00	441.666m	0.30%	
2+120.00	441.726m	0.30%	
2+140.00	441.786m	0.30%	
2+160.00	441.847m	0.30%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
2+180.00	441.907m	0.30%	
2+200.00	441.967m	0.30%	
2+220.00	442.027m	0.30%	
2+240.00	442.088m	0.30%	
2+260.00	442.148m	0.30%	
2+280.00	442.208m	0.30%	
2+300.00	442.268m	0.30%	
2+320.00	442.329m	0.30%	
2+340.00	442.389m	0.30%	
2+360.00	442.449m	0.30%	
2+380.00	442.509m	0.30%	
2+400.00	442.570m	0.30%	
2+420.00	442.630m	0.30%	
2+440.00	442.690m	0.30%	
2+460.00	442.750m	0.30%	
2+480.00	442.811m	0.30%	
2+500.00	442.871m	0.30%	
2+520.00	442.931m	0.30%	
2+525.34	442.947m	0.30%	PVC
2+540.00	442.962m	0.10%	
2+560.00	442.887m	-0.37%	
2+580.00	442.703m	-0.92%	
2+600.00	442.409m	-1.47%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
2+620.00	442.006m	-2.02%	
2+637.52	441.562m	-2.53%	Crest
2+640.00	441.493m	-2.80%	
2+660.00	440.871m	-3.11%	
2+680.00	440.139m	-3.66%	
2+700.00	439.298m	-4.21%	
2+720.00	438.347m	-4.75%	
2+740.00	437.286m	-5.30%	
2+749.71	436.732m	-5.71%	PVT
2+760.00	436.131m	-5.84%	
2+780.00	434.963m	-5.84%	
2+800.00	433.794m	-5.84%	
2+820.00	432.626m	-5.84%	
2+840.00	431.458m	-5.84%	
2+860.00	430.289m	-5.84%	
2+880.00	429.121m	-5.84%	
2+897.01	428.128m	-5.84%	PVC
2+900.00	427.954m	-5.80%	
2+920.00	426.855m	-5.49%	
2+940.00	425.863m	-4.96%	
2+960.00	424.978m	-4.43%	
2+980.00	424.200m	-3.89%	
3+000.00	423.528m	-3.36%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
3+000.83	423.502m	-3.08%	Sag
3+020.00	422.963m	-2.81%	
3+040.00	422.505m	-2.29%	
3+060.00	422.154m	-1.76%	
3+080.00	421.910m	-1.22%	
3+100.00	421.772m	-0.69%	
3+104.65	421.756m	-0.36%	PVT
3+120.00	421.710m	-0.30%	
3+140.00	421.651m	-0.30%	
3+160.00	421.592m	-0.30%	
3+180.00	421.533m	-0.30%	
3+200.00	421.474m	-0.30%	
3+220.00	421.414m	-0.30%	
3+240.00	421.355m	-0.30%	
3+260.00	421.296m	-0.30%	
3+280.00	421.237m	-0.30%	
3+300.00	421.178m	-0.30%	
3+320.00	421.119m	-0.30%	
3+340.00	421.059m	-0.30%	
3+360.00	421.000m	-0.30%	
3+380.00	420.941m	-0.30%	
3+400.00	420.882m	-0.30%	
3+420.00	420.823m	-0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
3+440.00	420.764m	-0.30%	
3+460.00	420.704m	-0.30%	
3+480.00	420.645m	-0.30%	
3+500.00	420.586m	-0.30%	
3+520.00	420.527m	-0.30%	
3+540.00	420.468m	-0.30%	
3+560.00	420.408m	-0.30%	
3+580.00	420.349m	-0.30%	
3+600.00	420.290m	-0.30%	
3+620.00	420.231m	-0.30%	
3+640.00	420.172m	-0.30%	
3+660.00	420.113m	-0.30%	
3+680.00	420.053m	-0.30%	
3+700.00	419.994m	-0.30%	
3+720.00	419.935m	-0.30%	
3+740.00	419.876m	-0.30%	
3+760.00	419.817m	-0.30%	
3+780.00	419.758m	-0.30%	
3+800.00	419.698m	-0.30%	
3+820.00	419.639m	-0.30%	
3+840.00	419.580m	-0.30%	
3+860.00	419.521m	-0.30%	
3+880.00	419.462m	-0.30%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
3+900.00	419.402m	-0.30%	
3+920.00	419.343m	-0.30%	
3+940.00	419.284m	-0.30%	
3+960.00	419.225m	-0.30%	
3+980.00	419.166m	-0.30%	
4+000.00	419.107m	-0.30%	
4+020.00	419.047m	-0.30%	
4+040.00	418.988m	-0.30%	
4+060.00	418.929m	-0.30%	
4+080.00	418.870m	-0.30%	
4+100.00	418.811m	-0.30%	
4+120.00	418.752m	-0.30%	
4+140.00	418.692m	-0.30%	
4+160.00	418.633m	-0.30%	
4+180.00	418.574m	-0.30%	
4+200.00	418.515m	-0.30%	
4+220.00	418.456m	-0.30%	
4+240.00	418.396m	-0.30%	
4+260.00	418.337m	-0.30%	
4+280.00	418.278m	-0.30%	
4+300.00	418.219m	-0.30%	
4+320.00	418.160m	-0.30%	
4+340.00	418.101m	-0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
4+360.00	418.041m	-0.30%	
4+362.14	418.035m	-0.30%	PVC
4+380.00	417.950m	-0.47%	
4+400.00	417.780m	-0.85%	
4+408.70	417.681m	-1.14%	Crest
4+420.00	417.529m	-1.34%	
4+440.00	417.198m	-1.65%	
4+455.25	416.893m	-2.01%	PVT
4+460.00	416.790m	-2.16%	
4+480.00	416.359m	-2.16%	
4+500.00	415.927m	-2.16%	
4+520.00	415.495m	-2.16%	
4+540.00	415.064m	-2.16%	
4+560.00	414.632m	-2.16%	
4+580.00	414.200m	-2.16%	
4+600.00	413.769m	-2.16%	
4+620.00	413.337m	-2.16%	
4+640.00	412.906m	-2.16%	
4+660.00	412.474m	-2.16%	
4+680.00	412.042m	-2.16%	
4+700.00	411.611m	-2.16%	
4+701.10	411.587m	-2.16%	PVC
4+720.00	411.215m	-1.97%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
4+740.00	410.899m	-1.58%	
4+747.43	410.802m	-1.31%	Sag
4+760.00	410.663m	-1.11%	
4+780.00	410.507m	-0.78%	
4+793.76	410.446m	-0.44%	PVT
4+800.00	410.427m	-0.30%	
4+820.00	410.366m	-0.30%	
4+840.00	410.305m	-0.30%	
4+860.00	410.244m	-0.30%	
4+880.00	410.183m	-0.30%	
4+900.00	410.122m	-0.30%	
4+920.00	410.061m	-0.30%	
4+940.00	410.000m	-0.30%	
4+960.00	409.939m	-0.30%	
4+980.00	409.878m	-0.30%	
5+000.00	409.817m	-0.30%	
5+020.00	409.756m	-0.30%	
5+040.00	409.695m	-0.30%	
5+060.00	409.634m	-0.30%	
5+080.00	409.573m	-0.30%	
5+100.00	409.512m	-0.30%	
5+120.00	409.451m	-0.30%	
5+140.00	409.390m	-0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
5+160.00	409.329m	-0.30%	
5+180.00	409.268m	-0.30%	
5+200.00	409.207m	-0.30%	
5+220.00	409.146m	-0.30%	
5+240.00	409.085m	-0.30%	
5+260.00	409.024m	-0.30%	
5+280.00	408.963m	-0.30%	
5+300.00	408.902m	-0.30%	
5+315.33	408.856m	-0.30%	PVC
5+320.00	408.839m	-0.35%	
5+340.00	408.720m	-0.60%	
5+360.00	408.520m	-1.00%	
5+360.22	408.517m	-1.20%	Crest
5+380.00	408.240m	-1.40%	
5+400.00	407.881m	-1.80%	
5+405.11	407.776m	-2.05%	PVT
5+420.00	407.463m	-2.10%	
5+440.00	407.043m	-2.10%	
5+460.00	406.623m	-2.10%	
5+480.00	406.203m	-2.10%	
5+500.00	405.783m	-2.10%	
5+520.00	405.363m	-2.10%	
5+540.00	404.943m	-2.10%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
5+560.00	404.523m	-2.10%	
5+580.00	404.103m	-2.10%	
5+600.00	403.683m	-2.10%	
5+620.00	403.262m	-2.10%	
5+640.00	402.842m	-2.10%	
5+645.23	402.733m	-2.10%	PVC
5+660.00	402.444m	-1.95%	
5+680.00	402.123m	-1.60%	
5+690.20	401.990m	-1.30%	Sag
5+700.00	401.882m	-1.10%	
5+720.00	401.721m	-0.80%	
5+735.18	401.652m	-0.45%	PVT
5+740.00	401.638m	-0.30%	
5+760.00	401.578m	-0.30%	
5+780.00	401.517m	-0.30%	
5+800.00	401.457m	-0.30%	
5+820.00	401.397m	-0.30%	
5+840.00	401.336m	-0.30%	
5+860.00	401.276m	-0.30%	
5+880.00	401.216m	-0.30%	
5+900.00	401.156m	-0.30%	
5+920.00	401.095m	-0.30%	
5+940.00	401.035m	-0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
5+960.00	400.975m	-0.30%	
5+980.00	400.914m	-0.30%	
6+000.00	400.854m	-0.30%	
6+020.00	400.794m	-0.30%	
6+040.00	400.734m	-0.30%	
6+060.00	400.673m	-0.30%	
6+080.00	400.613m	-0.30%	
6+100.00	400.553m	-0.30%	
6+120.00	400.493m	-0.30%	
6+140.00	400.432m	-0.30%	
6+160.00	400.372m	-0.30%	
6+180.00	400.312m	-0.30%	
6+200.00	400.251m	-0.30%	
6+220.00	400.191m	-0.30%	
6+240.00	400.131m	-0.30%	
6+260.00	400.071m	-0.30%	
6+280.00	400.010m	-0.30%	
6+300.00	399.950m	-0.30%	
6+320.00	399.890m	-0.30%	
6+340.00	399.829m	-0.30%	
6+360.00	399.769m	-0.30%	
6+380.00	399.709m	-0.30%	
6+400.00	399.649m	-0.30%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
6+420.00	399.588m	-0.30%	
6+440.00	399.528m	-0.30%	
6+460.00	399.468m	-0.30%	
6+480.00	399.407m	-0.30%	
6+500.00	399.347m	-0.30%	
6+520.00	399.287m	-0.30%	
6+540.00	399.227m	-0.30%	
6+560.00	399.166m	-0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
6+580.00	399.106m	-0.30%	
6+600.00	399.046m	-0.30%	
6+620.00	398.985m	-0.30%	
6+640.00	398.925m	-0.30%	
6+660.00	398.865m	-0.30%	
6+680.00	398.805m	-0.30%	
6+680.15	398.804m	-0.30%	

#### ANEXO 4.2. INTERSECCION TIPO TREBOL

##### RASANTE PEPINO – VILLAGARZON

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+000.00	561.405m		PVI
0+020.00	561.465m	0.30%	
0+040.00	561.525m	0.30%	
0+060.00	561.586m	0.30%	
0+080.00	561.646m	0.30%	
0+100.00	561.707m	0.30%	
0+120.00	561.767m	0.30%	
0+140.00	561.827m	0.30%	
0+160.00	561.888m	0.30%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+180.00	561.948m	0.30%	
0+198.95	562.005m	0.30%	PVC
0+200.00	562.008m	0.28%	
0+220.00	561.965m	-0.22%	
0+240.00	561.734m	-1.16%	
0+260.00	561.315m	-2.09%	
0+276.76	560.820m	-2.96%	Crest
0+280.00	560.709m	-3.43%	
0+300.00	559.915m	-3.97%	





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+320.00</b>	558.933m	-4.91%	
<b>0+340.00</b>	557.764m	-5.85%	
<b>0+354.57</b>	556.793m	-6.66%	PVT
<b>0+360.00</b>	556.413m	-7.00%	
<b>0+380.00</b>	555.013m	-7.00%	
<b>0+400.00</b>	553.613m	-7.00%	
<b>0+420.00</b>	552.213m	-7.00%	
<b>0+440.00</b>	550.813m	-7.00%	
<b>0+460.00</b>	549.413m	-7.00%	
<b>0+480.00</b>	548.013m	-7.00%	
<b>0+500.00</b>	546.613m	-7.00%	
<b>0+520.00</b>	545.213m	-7.00%	
<b>0+540.00</b>	543.813m	-7.00%	
<b>0+560.00</b>	542.413m	-7.00%	
<b>0+580.00</b>	541.013m	-7.00%	
<b>0+600.00</b>	539.613m	-7.00%	
<b>0+620.00</b>	538.213m	-7.00%	
<b>0+640.00</b>	536.813m	-7.00%	
<b>0+660.00</b>	535.413m	-7.00%	
<b>0+680.00</b>	534.013m	-7.00%	
<b>0+700.00</b>	532.613m	-7.00%	
<b>0+720.00</b>	531.213m	-7.00%	
<b>0+740.00</b>	529.813m	-7.00%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+760.00</b>	528.413m	-7.00%	
<b>0+780.00</b>	527.012m	-7.00%	
<b>0+800.00</b>	525.612m	-7.00%	
<b>0+820.00</b>	524.212m	-7.00%	
<b>0+840.00</b>	522.812m	-7.00%	
<b>0+860.00</b>	521.412m	-7.00%	
<b>0+880.00</b>	520.012m	-7.00%	
<b>0+900.00</b>	518.612m	-7.00%	
<b>0+917.59</b>	517.381m	-7.00%	PVC
<b>0+920.00</b>	517.214m	-6.93%	
<b>0+940.00</b>	515.949m	-6.32%	
<b>0+960.00</b>	514.904m	-5.23%	
<b>0+978.86</b>	514.118m	-4.17%	Sag
<b>0+980.00</b>	514.077m	-3.62%	
<b>1+000.00</b>	513.469m	-3.04%	
<b>1+020.00</b>	513.079m	-1.95%	
<b>1+040.00</b>	512.908m	-0.85%	
<b>1+040.14</b>	512.908m	-0.30%	PVT
<b>1+060.00</b>	512.848m	-0.30%	
<b>1+080.00</b>	512.788m	-0.30%	
<b>1+100.00</b>	512.728m	-0.30%	
<b>1+120.00</b>	512.668m	-0.30%	
<b>1+140.00</b>	512.608m	-0.30%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
1+160.00	512.548m	-0.30%	
1+180.00	512.488m	-0.30%	
1+191.17	512.455m	-0.30%	PVC
1+200.00	512.412m	-0.48%	
1+220.00	512.198m	-1.07%	
1+230.99	512.011m	-1.70%	Crest
1+240.00	511.821m	-2.11%	
1+260.00	511.280m	-2.71%	
1+270.80	510.920m	-3.33%	PVT
1+280.00	510.593m	-3.56%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
1+300.00	509.881m	-3.56%	
1+320.00	509.170m	-3.56%	
1+340.00	508.459m	-3.56%	
1+360.00	507.748m	-3.56%	
1+380.00	507.037m	-3.56%	
1+400.00	506.326m	-3.56%	
1+420.00	505.615m	-3.56%	
1+440.00	504.904m	-3.56%	
1+447.12	504.651m	-3.56%	PVI

**RASANTE EL PEPINO – PUERTO ASIS**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+000.00	512.992m		PVI
0+020.00	512.766m	-1.13%	
0+033.32	512.615m	-1.13%	PVC
0+040.00	512.521m	-1.41%	
0+053.32	512.222m	-2.24%	Crest
0+060.00	512.017m	-3.07%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+073.32	511.497m	-3.90%	PVT
0+080.00	511.199m	-4.46%	
0+100.00	510.307m	-4.46%	
0+120.00	509.416m	-4.46%	
0+140.00	508.524m	-4.46%	
0+160.00	507.632m	-4.46%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+180.00</b>	506.741m	-4.46%	
<b>0+200.00</b>	505.849m	-4.46%	
<b>0+220.00</b>	504.957m	-4.46%	
<b>0+240.00</b>	504.066m	-4.46%	
<b>0+260.00</b>	503.174m	-4.46%	
<b>0+260.39</b>	503.157m	-4.46%	PVC

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+280.00</b>	502.235m	-4.70%	
<b>0+280.14</b>	502.228m	-4.94%	Crest
<b>0+299.89</b>	501.205m	-5.18%	PVT
<b>0+300.00</b>	501.199m	-5.42%	
<b>0+320.00</b>	500.114m	-5.42%	
<b>0+328.59</b>	499.648m	-5.42%	PVI

**RASANTE MOCOA EL PEPINO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	506.211m		PVI
<b>0+020.00</b>	505.951m	-1.30%	
<b>0+030.93</b>	505.809m	-1.30%	PVC
<b>0+040.00</b>	505.736m	-0.80%	
<b>0+060.00</b>	505.900m	0.82%	
<b>0+068.52</b>	506.104m	2.40%	Sag
<b>0+080.00</b>	506.508m	3.51%	
<b>0+100.00</b>	507.560m	5.26%	
<b>0+106.11</b>	507.970m	6.71%	PVT

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+120.00</b>	508.950m	7.05%	
<b>0+140.00</b>	510.360m	7.05%	
<b>0+159.24</b>	511.717m	7.05%	PVC
<b>0+160.00</b>	511.770m	6.96%	
<b>0+171.24</b>	512.395m	5.56%	Crest
<b>0+180.00</b>	512.676m	3.22%	
<b>0+183.24</b>	512.735m	1.81%	PVT
<b>0+200.00</b>	512.975m	1.43%	
<b>0+218.92</b>	513.247m	1.43%	

**RASANTE MOCOA – VILLAGARZON**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	505.340m		PVI

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+020.00</b>	504.892m	-2.24%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+022.50</b>	504.836m	-2.24%	PVC
<b>0+040.00</b>	504.593m	-1.39%	
<b>0+060.00</b>	504.680m	0.44%	
<b>0+062.78</b>	504.723m	1.55%	Sag
<b>0+080.00</b>	505.157m	2.52%	
<b>0+100.00</b>	506.024m	4.33%	
<b>0+103.06</b>	506.190m	5.46%	PVT
<b>0+120.00</b>	507.140m	5.61%	
<b>0+140.00</b>	508.261m	5.61%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+160.00</b>	509.382m	5.61%	
<b>0+180.00</b>	510.503m	5.61%	
<b>0+199.72</b>	511.608m	5.61%	PVC
<b>0+200.00</b>	511.624m	5.58%	
<b>0+213.21</b>	512.189m	4.27%	Crest
<b>0+220.00</b>	512.348m	2.34%	
<b>0+226.70</b>	512.418m	1.04%	PVT
<b>0+240.00</b>	512.470m	0.39%	
<b>0+251.24</b>	512.514m	0.39%	PVI

**RASANTE PUERTO ASIS - VILLAGARZON**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	498.285m		PVI
<b>0+020.00</b>	499.391m	5.53%	
<b>0+036.06</b>	500.280m	5.53%	PVC
<b>0+040.00</b>	500.502m	5.64%	
<b>0+048.06</b>	500.983m	5.97%	Sag
<b>0+060.00</b>	501.760m	6.51%	
<b>0+060.06</b>	501.764m	6.84%	PVT
<b>0+080.00</b>	503.128m	6.84%	
<b>0+100.00</b>	504.495m	6.84%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+120.00</b>	505.863m	6.84%	
<b>0+139.19</b>	507.174m	6.84%	PVC
<b>0+140.00</b>	507.229m	6.74%	
<b>0+158.29</b>	508.027m	4.36%	Crest
<b>0+160.00</b>	508.059m	1.88%	
<b>0+177.39</b>	507.973m	-0.50%	PVT
<b>0+180.00</b>	507.903m	-2.66%	
<b>0+200.00</b>	507.372m	-2.66%	
<b>0+219.42</b>	506.856m	-2.66%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**RASANTE PUERTO ASIS – EL PEPINO**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	505.463m		PVI
<b>0+020.00</b>	505.408m	-0.27%	
<b>0+022.49</b>	505.402m	-0.27%	PVC
<b>0+038.49</b>	505.495m	0.58%	Sag
<b>0+040.00</b>	505.518m	1.52%	
<b>0+054.49</b>	505.861m	2.37%	PVT
<b>0+060.00</b>	506.034m	3.15%	
<b>0+080.00</b>	506.664m	3.15%	
<b>0+100.00</b>	507.293m	3.15%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+120.00</b>	507.922m	3.15%	
<b>0+140.00</b>	508.551m	3.15%	
<b>0+160.00</b>	509.180m	3.15%	
<b>0+180.00</b>	509.809m	3.15%	
<b>0+200.00</b>	510.438m	3.15%	
<b>0+220.00</b>	511.067m	3.15%	
<b>0+240.00</b>	511.696m	3.15%	
<b>0+251.25</b>	512.050m	3.15%	PVI

**RASANTE VILLAGARZON – MOCOA**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	507.807m		PVI
<b>0+020.00</b>	508.285m	2.39%	
<b>0+028.81</b>	508.496m	2.39%	PVC
<b>0+040.00</b>	508.739m	2.17%	
<b>0+060.00</b>	509.046m	1.54%	
<b>0+080.00</b>	509.193m	0.73%	
<b>0+090.81</b>	509.205m	0.11%	Crest
<b>0+100.00</b>	509.178m	-0.29%	
<b>0+120.00</b>	509.002m	-0.88%	
<b>0+140.00</b>	508.666m	-1.68%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+152.81</b>	508.365m	-2.34%	PVT
<b>0+160.00</b>	508.178m	-2.60%	
<b>0+180.00</b>	507.658m	-2.60%	
<b>0+200.00</b>	507.137m	-2.60%	
<b>0+220.00</b>	506.616m	-2.60%	
<b>0+236.14</b>	506.196m	-2.60%	PVC
<b>0+240.00</b>	506.100m	-2.49%	
<b>0+260.00</b>	505.747m	-1.77%	
<b>0+266.14</b>	505.686m	-0.98%	Sag
<b>0+280.00</b>	505.633m	-0.38%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+296.14</b>	505.717m	0.52%	PVT
<b>0+300.00</b>	505.756m	1.01%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+320.00</b>	505.957m	1.01%	
<b>0+327.09</b>	506.028m	1.01%	PVI

#### ANEXO 4.3. INTERSECCION TIPO YE

##### RASANTE PUERTO ASIS - VILLAGARZON

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	399.911m		PVI
<b>0+020.00</b>	400.233m	1.61%	
<b>0+034.91</b>	400.473m	1.61%	PVC
<b>0+040.00</b>	400.546m	1.44%	
<b>0+054.91</b>	400.657m	0.74%	Crest
<b>0+060.00</b>	400.660m	0.05%	
<b>0+074.91</b>	400.564m	-0.64%	PVT
<b>0+080.00</b>	400.506m	-1.16%	
<b>0+100.00</b>	400.275m	-1.16%	
<b>0+120.00</b>	400.043m	-1.16%	
<b>0+140.00</b>	399.812m	-1.16%	
<b>0+160.00</b>	399.581m	-1.16%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+180.00</b>	399.350m	-1.16%	
<b>0+200.00</b>	399.119m	-1.16%	
<b>0+204.76</b>	399.064m	-1.16%	PVC
<b>0+220.00</b>	398.919m	-0.95%	
<b>0+240.00</b>	398.822m	-0.48%	
<b>0+254.76</b>	398.820m	-0.02%	Sag
<b>0+260.00</b>	398.833m	0.25%	
<b>0+280.00</b>	398.950m	0.59%	
<b>0+300.00</b>	399.174m	1.12%	
<b>0+304.76</b>	399.243m	1.45%	PVT
<b>0+320.00</b>	399.474m	1.51%	
<b>0+334.62</b>	399.695m	1.51%	

##### RASANTE VILLAGARZON – MOCOA



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	399.128m		PVI
<b>0+020.00</b>	399.410m	1.41%	
<b>0+026.71</b>	399.504m	1.41%	PVC
<b>0+040.00</b>	399.671m	1.25%	
<b>0+050.39</b>	399.772m	0.98%	Crest
<b>0+060.00</b>	399.844m	0.74%	
<b>0+074.08</b>	399.910m	0.47%	PVT
<b>0+080.00</b>	399.928m	0.30%	

**RASANTE VILLAGARZON – PUERTO ASIS**

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+000.00</b>	399.695m		PVI
<b>0+020.00</b>	399.399m	-1.48%	
<b>0+035.78</b>	399.165m	-1.48%	PVC
<b>0+040.00</b>	399.107m	-1.37%	
<b>0+060.00</b>	398.968m	-0.69%	
<b>0+080.00</b>	399.051m	0.41%	
<b>0+100.00</b>	399.355m	1.52%	
<b>0+103.28</b>	399.426m	2.17%	Sag
<b>0+120.00</b>	399.881m	2.72%	
<b>0+140.00</b>	400.629m	3.74%	
<b>0+160.00</b>	401.599m	4.85%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+100.00</b>	399.989m	0.30%	
<b>0+120.00</b>	400.050m	0.30%	
<b>0+140.00</b>	400.111m	0.30%	
<b>0+160.00</b>	400.172m	0.30%	
<b>0+180.00</b>	400.233m	0.30%	
<b>0+200.00</b>	400.293m	0.30%	
<b>0+208.48</b>	400.319m	0.30%	PVI

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+170.78</b>	402.213m	5.70%	PVT
<b>0+180.00</b>	402.766m	6.00%	
<b>0+200.00</b>	403.966m	6.00%	
<b>0+204.28</b>	404.223m	6.00%	PVC
<b>0+220.00</b>	405.063m	5.34%	
<b>0+240.00</b>	405.834m	3.86%	
<b>0+260.00</b>	406.272m	2.19%	
<b>0+273.28</b>	406.379m	0.80%	Crest
<b>0+280.00</b>	406.377m	-0.03%	
<b>0+300.00</b>	406.148m	-1.14%	
<b>0+320.00</b>	405.586m	-2.81%	



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+340.00</b>	404.691m	-4.48%	
<b>0+342.28</b>	404.568m	-5.40%	PVT
<b>0+360.00</b>	403.593m	-5.50%	
<b>0+377.10</b>	402.653m	-5.50%	PVC
<b>0+380.00</b>	402.495m	-5.44%	
<b>0+400.00</b>	401.507m	-4.94%	
<b>0+420.00</b>	400.694m	-4.07%	
<b>0+440.00</b>	400.054m	-3.20%	

Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
<b>0+444.60</b>	399.932m	-2.66%	Sag
<b>0+460.00</b>	399.589m	-2.23%	
<b>0+480.00</b>	399.297m	-1.46%	
<b>0+500.00</b>	399.180m	-0.59%	
<b>0+512.10</b>	399.193m	0.11%	PVT
<b>0+520.00</b>	399.222m	0.37%	
<b>0+535.24</b>	399.279m	0.37%	PVI

**ANEXO 5. REPORTE DE CURVAS EN ALINEAMIENTO VERTICAL**  
**ANEXO 5.1. EJE PRINCIPAL**

**MOCOA - PUERTO ASIS**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+153.94	Elevation:	506.505m
PVI			
Station:	0+184.61	Elevation:	506.028m
PVT			
Station:	0+215.29	Elevation:	505.927m
Low			
Point:	0+215.29	Elevation:	505.927m
Grade			
Grade in:	-1.56%	out:	-0.33%
Change:	1.23%	K:	50.000m
Curve		Curve	
Length:	61.351m	Radius	5,000.000m

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+376.34	Elevation:	505.397m
PVI			
Station:	0+440.00	Elevation:	505.187m
PVT			
Station:	0+503.66	Elevation:	501.374m
High			
Point:	0+376.34	Elevation:	505.397m
Grade			
Grade in:	-0.33%	out:	-5.99%
Change:	5.66%	K:	22.492m





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Curve Length:	127.311m	Curve Radius:	2,249.152m
Passing Distance:	336.846m	Stopping Distance:	181.063m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	1+380.60	Elevation:	448.849m
PVI			
Station:	1+529.25	Elevation:	439.946m
PVT			
Station:	1+677.89	Elevation:	440.394m
Low			
Point:	1+663.65	Elevation:	440.373m
Grade			
Grade in:	-5.99%	out:	0.30%
Change:	6.29%	K:	47.258m
Curve Length:	297.289m	Curve Radius:	4,725.754m
Headlight			
Distance:	242.823m		
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	2+525.34	Elevation:	442.947m
PVI			
Station:	2+637.52	Elevation:	443.285m
PVT			
Station:	2+749.71	Elevation:	436.732m
High			
Point:	2+536.34	Elevation:	442.964m
Grade			
Grade in:	0.30%	out:	-5.84%

Change:	6.14%	K:	36.526m
Curve Length:	224.370m	Curve Radius:	3,652.606m
Passing Distance:	363.924m	Stopping Distance:	220.338m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	2+897.01	Elevation:	428.128m
PVI			
Station:	3+000.83	Elevation:	422.063m
PVT			
Station:	3+104.65	Elevation:	421.756m
Low			
Point:	3+104.65	Elevation:	421.756m
Grade			
Grade in:	-5.84%	out:	-0.30%
Change:	5.55%	K:	37.444m
Curve Length:	207.648m	Curve Radius:	3,744.409m
Headlight			
Distance:	204.101m		
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	4+362.14	Elevation:	418.035m
PVI			
Station:	4+408.70	Elevation:	417.897m
PVT			
Station:	4+455.25	Elevation:	416.893m
High			
Point:	4+362.14	Elevation:	418.035m



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Grade in:	-0.30%	Grade out:	-2.16%
Change:	1.86%	K:	50.000m
Curve Length:	93.110m	Curve Radius:	5,000.000m
Passing Distance:	876.952m	Stopping Distance:	403.432m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	4+701.10	Elevation:	411.587m
PVI Station:	4+747.43	Elevation:	410.587m
PVT Station:	4+793.76	Elevation:	410.446m
Low Point:	4+793.76	Elevation:	410.446m
Grade in:	-2.16%	Grade out:	-0.30%
Change:	1.85%	K:	50.000m
Curve Length:	92.660m	Curve Radius:	5,000.000m
Headlight Distance:	2,654.595m		
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	5+315.33	Elevation:	408.856m
PVI Station:	5+360.22	Elevation:	408.719m

PVT Station:	5+405.11	Elevation:	407.776m
High Point:	5+315.33	Elevation:	408.856m
Grade in:	-0.30%	Grade out:	-2.10%
Change:	1.80%	K:	50.000m
Curve Length:	89.774m	Curve Radius:	5,000.000m
Passing Distance:	906.143m	Stopping Distance:	415.026m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	5+645.23	Elevation:	402.733m
PVI Station:	5+690.20	Elevation:	401.788m
PVT Station:	5+735.18	Elevation:	401.652m
Low Point:	5+735.18	Elevation:	401.652m
Grade in:	-2.10%	Grade out:	-0.30%
Change:	1.80%	K:	50.000m
Curve Length:	89.948m	Curve Radius:	5,000.000m
Headlight Distance:	5,255.852m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**ANEXO 5.2. INTERSECCION TIPO TREBOL**

**EL PEPINO – VILLAGARZON**

Vertical Curve Information:(crest curve)			
-----			
PVC			
Station:	0+198.95	Elevation:	562.005m
PVI			
Station:	0+276.76	Elevation:	562.240m
PVT			
Station:	0+354.57	Elevation:	556.793m
High			
Point:	0+205.38	Elevation:	562.015m
Grade in:	0.30%	Grade out:	-7.00%
Change:	7.30%	K:	21.312m
Curve		Curve	
Length:	155.627m	Radius	2,131.241m
Passing		Stopping	
Distance:	289.581m	Distance:	168.824m
-----			
Vertical Curve Information:(sag curve)			
-----			
PVC			
Station:	0+917.59	Elevation:	517.381m
PVI			
Station:	0+978.86	Elevation:	513.092m
PVT			
Station:	1+040.14	Elevation:	512.908m
Low Point:			
Station:	1+040.14	Elevation:	512.908m

Grade in:	-7.00%	Grade out:	-0.30%
Change:	6.70%	K:	18.290m
Curve		Curve	
Length:	122.548m	Radius	1,829.029m
Headlight			
Distance:	123.227m		
-----			
Vertical Curve Information:(crest curve)			
-----			
PVC			
Station:	1+191.17	Elevation:	512.455m
PVI			
Station:	1+230.99	Elevation:	512.335m
PVT			
Station:	1+270.80	Elevation:	510.920m
High			
Point:	1+191.17	Elevation:	512.455m
Grade in:	-0.30%	Grade out:	-3.56%
Change:	3.26%	K:	24.459m
Curve		Curve	
Length:	79.624m	Radius	2,445.859m
Passing		Stopping	
Distance:	514.818m	Distance:	243.954m

**EL PEPINO – PUERTO ASIS**

Vertical Curve Information:(crest curve)			
-----			
PVC			
Station:	0+033.32	Elevation:	512.615m

PVI			
Station:	0+053.32	Elevation:	512.388m
PVT			
Station:	0+073.32	Elevation:	511.497m



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

High Point:	0+033.32	Elevation:	512.615m
Grade in:	-1.13%	out:	-4.46%
Change:	3.33%	K:	12.025m
Curve Length:	40.000m	Curve Radius:	1,202.494m
Passing Distance:	484.873m	Stopping Distance:	219.787m
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+260.39	Elevation:	503.157m

PVI Station:	0+280.14	Elevation:	502.276m
PVT Station:	0+299.89	Elevation:	501.205m
High Point:	0+260.39	Elevation:	503.157m
Grade in:	-4.46%	out:	-5.42%
Change:	0.97%	K:	40.900m
Curve Length:	39.500m	Curve Radius:	4,089.998m
Passing Distance:	1,620.919m	Stopping Distance:	707.879m

**MOCOA – EL PEPINO**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+030.93	Elevation:	505.809m
PVI Station:	0+068.52	Elevation:	505.319m
PVT Station:	0+106.11	Elevation:	507.970m
Low Point:	0+042.64	Elevation:	505.732m
Grade in:	-1.30%	Grade out:	7.05%
Change:	8.35%	K:	9.000m
Curve Length:	75.178m	Curve Radius:	900.000m
Headlight Distance:	77.787m		

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+159.24	Elevation:	511.717m
PVI Station:	0+171.24	Elevation:	512.563m
PVT Station:	0+183.24	Elevation:	512.735m
High Point:	0+183.24	Elevation:	512.735m
Grade in:	7.05%	Grade out:	1.43%
Change:	5.62%	K:	4.272m
Curve Length:	24.000m	Curve Radius:	427.170m
Passing Distance:	287.233m	Stopping Distance:	130.286m



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**MOCOA VILLAGARZON**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+022.50	Elevation:	504.836m
PVI			
Station:	0+062.78	Elevation:	503.933m
PVT			
Station:	0+103.06	Elevation:	506.190m
Low Point:	0+045.51	Elevation:	504.578m
Grade in:	-2.24%	Grade out:	5.61%
Change:	7.85%	K:	10.267m
Curve Length:	80.560m	Curve Radius:	1,026.661m
Headlight Distance: 84.584m			

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+199.72	Elevation:	511.608m
PVI			
Station:	0+213.21	Elevation:	512.365m
PVT			
Station:	0+226.70	Elevation:	512.418m
High Point:	0+226.70	Elevation:	512.418m
Grade in:	5.61%	Grade out:	0.39%
Change:	5.21%	K:	5.176m
Curve Length:	26.980m	Curve Radius:	517.614m
Passing Distance:	310.161m	Stopping Distance:	140.989m

**PUERTO ASIS – VILLAGARZON**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+036.06	Elevation:	500.280m
PVI			
Station:	0+048.06	Elevation:	500.944m
PVT			
Station:	0+060.06	Elevation:	501.764m
Low Point:	0+036.06	Elevation:	500.280m
Grade in:	5.53%	Grade out:	6.84%
Change:	1.30%	K:	18.398m
Curve Length:	24.000m	Curve Radius:	1,839.799m

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+139.19	Elevation:	507.174m
PVI			
Station:	0+158.29	Elevation:	508.480m
PVT			
Station:	0+177.39	Elevation:	507.973m
High Point:	0+166.69	Elevation:	508.115m
Grade in:	6.84%	Grade out:	-2.66%



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Change:	9.49%	K:	4.023m
Curve		Curve	
Length:	38.200m	Radius	402.319m

Passing	Stopping
Distance: 181.961m	Distance: 89.092m

**PUERTO ASIS – EL PEPINO**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+022.49	Elevation:	505.402m
PVI			
Station:	0+038.49	Elevation:	505.358m
PVT			
Station:	0+054.49	Elevation:	505.861m
Low Point:	0+025.05	Elevation:	505.398m
Grade in:	-0.27%	Grade out:	3.15%
Change:	3.42%	K:	9.360m
Curve		Curve	
Length:	32.000m	Radius	936.033m
Headlight			
Distance:	152.225m		

**VILLAGARZON – MOCOJA**

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+028.81	Elevation:	508.496m
PVI			
Station:	0+090.81	Elevation:	509.979m
PVT			
Station:	0+152.81	Elevation:	508.365m
High			
Point:	0+088.19	Elevation:	509.206m
Grade in:	2.39%	Grade out:	-2.60%

Change:	4.99%	K:	24.830m
Curve		Curve	
Length:	124.000m	Radius	2,482.952m
Passing	Stopping		
Distance: 371.641m	Distance: 195.073m		

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+236.14	Elevation:	506.196m
PVI			
Station:	0+266.14	Elevation:	505.416m



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

PVT			
Station:	0+296.14	Elevation:	505.717m
Low Point:	0+279.42	Elevation:	505.633m
Grade in:	-2.60%	Grade out:	1.01%
Change:	3.61%	K:	16.629m

Curve Length:	60.000m	Curve Radius:	1,662.906m
Headlight Distance:	165.488m		

### ANEXO 5.3. INTERSECCION TIPO YE

#### PUERTO ASIS – VILLAGARZON

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+034.91	Elevation:	400.473m
PVI			
Station:	0+054.91	Elevation:	400.796m
PVT			
Station:	0+074.91	Elevation:	400.564m
High Point:			
	0+058.20	Elevation:	400.661m
Grade in:	1.61%	Grade out:	-1.16%
Change:	2.77%	K:	14.455m
Curve Length:	40.000m	Curve Radius:	1,445.475m
Passing Distance:	578.807m	Stopping Distance:	260.157m

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+204.76	Elevation:	399.064m
PVI			
Station:	0+254.76	Elevation:	398.486m
PVT			
Station:	0+304.76	Elevation:	399.243m
Low Point:			
	0+248.05	Elevation:	398.814m
Grade in:	-1.16%	Grade out:	1.51%
Change:	2.67%	K:	37.459m
Curve Length:	100.000m	Curve Radius:	3,745.882m
Headlight Distance:	360.873m		

#### VILLAGARZON – MOCOA

Vertical Curve Information:(crest curve)
--



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

PVC			
Station:	0+026.71	Elevation:	399.504m
PVI			
Station:	0+050.39	Elevation:	399.838m
PVT			
Station:	0+074.08	Elevation:	399.910m
High Point:	0+074.08	Elevation:	399.910m
		Grade	
Grade in:	1.41%	out:	0.30%
Change:	1.10%	K:	42.946m
Curve Length:	47.370m	Curve Radius	4,294.551m
Passing Distance:	1,425.613m	Stopping Distance:	626.187m

**VILLAGARZON – PUERTO ASIS**

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+035.78	Elevation:	399.165m
PVI			
Station:	0+103.28	Elevation:	398.164m
PVT			
Station:	0+170.78	Elevation:	402.213m
Low Point:	0+062.53	Elevation:	398.966m
Grade in:	-1.48%	Grade out:	6.00%
Change:	7.48%	K:	18.045m
Curve Length:	135.000m	Curve Radius	1,804.495m

Headlight Distance: 122.107m			
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC			
Station:	0+204.28	Elevation:	404.223m
PVI			
Station:	0+273.28	Elevation:	408.362m
PVT			
Station:	0+342.28	Elevation:	404.568m
High Point:	0+276.28	Elevation:	406.382m
Grade in:	6.00%	Grade out:	-5.50%
Change:	11.50%	K:	12.002m





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Curve Length:	138.000m	Curve Radius:	1,200.197m
Passing Distance:	203.488m	Stopping Distance:	126.303m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC			
Station:	0+377.10	Elevation:	402.653m
PVI			
Station:	0+444.60	Elevation:	398.941m
PVT			
Station:	0+512.10	Elevation:	399.193m
Low Point:	0+503.51	Elevation:	399.177m
Grade in:	-5.50%	Grade out:	0.37%
Change:	5.87%	K:	22.988m
Curve Length:	135.000m	Curve Radius:	2,298.765m
Headlight			
Distance:	144.506m		



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

**ANEXO 6. REPORTE DE VOLUMENES**  
**ANEXO 6.1. EJE PRINCIPAL**

**VOLUME REPORT EL PEPINO – PUERTO ASIS**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	77.55	387.37	387.37	0	0	387.37	0	0	387.37
<b>0+040.00</b>	77.15	773.53	773.53	0	0	1,160.90	0	0	1,160.90
<b>0+050.00</b>	77.12	771.36	771.36	0	0	1,932.26	0	0	1,932.26
<b>0+060.00</b>	78.54	773.08	773.08	0	0	2,705.34	0	0	2,705.34
<b>0+070.00</b>	84.01	793.1	793.1	0	0	3,498.43	0	0	3,498.43
<b>0+080.00</b>	94.39	875.7	875.7	0	0	4,374.13	0	0	4,374.13
<b>0+090.00</b>	107.66	984.83	984.83	0	0	5,358.97	0	0	5,358.97
<b>0+100.00</b>	127.32	1,154.92	1,154.92	0	0	6,513.89	0	0	6,513.89
<b>0+110.00</b>	142.36	1,340.31	1,340.31	0	0	7,854.20	0	0	7,854.20
<b>0+120.00</b>	162.93	1,504.64	1,504.64	0	0	9,358.84	0	0	9,358.84
<b>0+130.00</b>	179.22	1,689.66	1,689.66	0	0	11,048.50	0	0	11,048.50
<b>0+140.00</b>	187.91	1,806.08	1,806.08	0	0	12,854.58	0	0	12,854.58
<b>0+150.00</b>	199.68	1,920.63	1,920.63	0	0	14,775.21	0	0	14,775.21
<b>0+160.00</b>	199.51	1,995.25	1,995.25	0	0	16,770.46	0	0	16,770.46
<b>0+170.00</b>	192.22	1,953.27	1,953.27	0	0	18,723.73	0	0	18,723.73
<b>0+180.00</b>	184.81	1,869.46	1,869.46	0	0	20,593.19	0	0	20,593.19



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+190.00</b>	172.45	1,757.46	1,757.46	0	0	22,350.66	0	0	22,350.66
<b>0+200.00</b>	168.63	1,688.34	1,688.34	0	0	24,038.99	0	0	24,038.99
<b>0+210.00</b>	154.95	1,604.83	1,604.83	0	0	25,643.82	0	0	25,643.82
<b>0+220.00</b>	145.09	1,482.56	1,482.56	0	0	27,126.38	0	0	27,126.38
<b>0+230.00</b>	131.61	1,378.71	1,378.71	0	0	28,505.09	0	0	28,505.09
<b>0+240.00</b>	120.26	1,230.72	1,230.72	0	0	29,735.81	0	0	29,735.81
<b>0+250.00</b>	112.2	1,147.95	1,147.95	0	0	30,883.76	0	0	30,883.76
<b>0+260.00</b>	101.1	1,053.42	1,053.42	0	0	31,937.18	0	0	31,937.18
<b>0+270.00</b>	94.82	968.34	968.34	0	0	32,905.52	0	0	32,905.52
<b>0+280.00</b>	87.85	913.34	913.34	0	0	33,818.86	0	0	33,818.86
<b>0+290.00</b>	81	844.23	844.23	0	0	34,663.09	0	0	34,663.09
<b>0+300.00</b>	0	404.82	404.82	0	0	35,067.91	0	0	35,067.91
<b>0+310.00</b>	0	0	0	0	0	35,067.91	0	0	35,067.91
<b>0+320.00</b>	0	0	0	0	0	35,067.91	0	0	35,067.91
<b>0+328.59</b>	0	0	0	0	0	35,067.91	0	0	35,067.91



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

**ANEXO 6.2. INTERSECCION TIPO TREBOL**

**VOLUME REPORT EL PEPINO – VILLAGARZÓN**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+000.00	0	0	0	9.88	0	0	0	0	0
0+010.00	0	0	0	10.24	100.59	0	100.59	100.59	-100.59
0+020.00	0	0	0	8.9	95.7	0	196.29	196.29	-196.29
0+030.00	0	0	0	7.6	82.51	0	278.8	278.8	-278.8
0+040.00	0	0	0	3.91	57.57	0	336.38	336.38	-336.38
0+050.00	1.65	8.27	8.27	0	19.55	8.27	355.93	355.93	-347.66
0+060.00	5.85	37.5	37.5	0	0	45.77	355.93	355.93	-310.16
0+070.00	9.91	78.76	78.76	0	0	124.53	355.93	355.93	-231.4
0+080.00	13.96	119.35	119.35	0	0	243.88	355.93	355.93	-112.05
0+090.00	18.02	159.93	159.93	0	0	403.81	355.93	355.93	47.87
0+100.00	22.08	200.51	200.51	0	0	604.32	355.93	355.93	248.38
0+110.00	26.14	241.09	241.09	0	0	845.41	355.93	355.93	489.48
0+120.00	30.2	281.67	281.67	0	0	1,127.08	355.93	355.93	771.15
0+130.00	33.91	320.54	320.54	0	0	1,447.62	355.93	355.93	1,091.69
0+140.00	36.43	351.69	351.69	0	0	1,799.32	355.93	355.93	1,443.38
0+150.00	38.94	376.85	376.85	0	0	2,176.16	355.93	355.93	1,820.23
0+160.00	40.94	399.41	399.41	0	0	2,575.57	355.93	355.93	2,219.64
0+170.00	40.43	406.82	406.82	0	0	2,982.39	355.93	355.93	2,626.46
0+180.00	34.8	376.13	376.13	0	0	3,358.52	355.93	355.93	3,002.59
0+190.00	29.17	319.86	319.86	0	0	3,678.39	355.93	355.93	3,322.46



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+200.00</b>	23.55	263.6	263.6	0	0	3,941.99	355.93	355.93	3,586.06
<b>0+210.00</b>	17.95	207.5	207.5	0	0	4,149.49	355.93	355.93	3,793.56
<b>0+220.00</b>	8.86	134.07	134.07	0	0	4,283.56	355.93	355.93	3,927.63
<b>0+230.00</b>	0	44.31	44.31	0.85	4.25	4,327.87	360.18	360.18	3,967.70
<b>0+240.00</b>	0	0	0	5.7	32.72	4,327.87	392.9	392.9	3,934.97
<b>0+250.00</b>	0	0	0	4.17	49.31	4,327.87	442.21	442.21	3,885.66
<b>0+260.00</b>	5.77	28.84	28.84	0	20.84	4,356.71	463.05	463.05	3,893.66
<b>0+270.00</b>	16.3	110.34	110.34	0	0	4,467.05	463.05	463.05	4,004.00
<b>0+280.00</b>	26.5	214.02	214.02	0	0	4,681.07	463.05	463.05	4,218.02
<b>0+290.00</b>	31.33	289.17	289.17	0	0	4,970.24	463.05	463.05	4,507.19
<b>0+300.00</b>	35.44	333.84	333.84	0	0	5,304.08	463.05	463.05	4,841.03
<b>0+310.00</b>	40.37	379.01	379.01	0	0	5,683.09	463.05	463.05	5,220.04
<b>0+320.00</b>	41.59	409.77	409.77	0	0	6,092.87	463.05	463.05	5,629.81
<b>0+330.00</b>	42.57	420.78	420.78	0	0	6,513.64	463.05	463.05	6,050.59
<b>0+340.00</b>	44.06	433.15	433.15	0	0	6,946.79	463.05	463.05	6,483.74
<b>0+350.00</b>	48.39	462.29	462.29	0	0	7,409.08	463.05	463.05	6,946.03
<b>0+360.00</b>	52.83	506.11	506.11	0	0	7,915.19	463.05	463.05	7,452.14
<b>0+370.00</b>	51.35	520.88	520.88	0	0	8,436.07	463.05	463.05	7,973.02
<b>0+380.00</b>	38.99	451.69	451.69	0	0	8,887.76	463.05	463.05	8,424.71
<b>0+390.00</b>	30.7	348.43	348.43	0	0	9,236.19	463.05	463.05	8,773.14
<b>0+400.00</b>	23.23	269.62	269.62	0	0	9,505.81	463.05	463.05	9,042.76



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+410.00</b>	15.56	193.93	193.93	0	0	9,699.74	463.05	463.05	9,236.69
<b>0+420.00</b>	7.59	115.74	115.74	0	0	9,815.48	463.05	463.05	9,352.43
<b>0+430.00</b>	1.51	45.48	45.48	1.89	9.44	9,860.97	472.49	472.49	9,388.47
<b>0+440.00</b>	0	7.54	7.54	9.53	57.09	9,868.50	529.58	529.58	9,338.92
<b>0+450.00</b>	0	0	0	15.66	125.94	9,868.50	655.53	655.53	9,212.98
<b>0+460.00</b>	0	0	0	19.4	175.28	9,868.50	830.81	830.81	9,037.69
<b>0+470.00</b>	0	0	0	23.17	212.82	9,868.50	1,043.63	1,043.63	8,824.88
<b>0+480.00</b>	0	0	0	26.93	250.49	9,868.50	1,294.12	1,294.12	8,574.38
<b>0+490.00</b>	0	0	0	25.01	259.74	9,868.50	1,553.86	1,553.86	8,314.65
<b>0+500.00</b>	0	0	0	20.73	228.74	9,868.50	1,782.60	1,782.60	8,085.90
<b>0+510.00</b>	0	0	0	16.45	185.95	9,868.50	1,968.55	1,968.55	7,899.95
<b>0+520.00</b>	0	0	0	9.9	131.78	9,868.50	2,100.33	2,100.33	7,768.17
<b>0+530.00</b>	1.51	7.55	7.55	2.83	63.68	9,876.05	2,164.01	2,164.01	7,712.04
<b>0+540.00</b>	7.14	43.25	43.25	0.07	14.5	9,919.30	2,178.51	2,178.51	7,740.80
<b>0+550.00</b>	14.7	109.18	109.18	0	0.33	10,028.49	2,178.83	2,178.83	7,849.65
<b>0+560.00</b>	22.18	184.38	184.38	0	0	10,212.87	2,178.83	2,178.83	8,034.03
<b>0+570.00</b>	29.74	259.61	259.61	0	0	10,472.48	2,178.83	2,178.83	8,293.65
<b>0+580.00</b>	36.99	333.64	333.64	0	0	10,806.12	2,178.83	2,178.83	8,627.28
<b>0+590.00</b>	44.85	409.17	409.17	0	0	11,215.29	2,178.83	2,178.83	9,036.45
<b>0+600.00</b>	53.28	490.63	490.63	0	0	11,705.91	2,178.83	2,178.83	9,527.08
<b>0+610.00</b>	60.59	569.34	569.34	0	0	12,275.25	2,178.83	2,178.83	10,096.42



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+620.00</b>	67.91	642.5	642.5	0	0	12,917.75	2,178.83	2,178.83	10,738.91
<b>0+630.00</b>	68.52	682.16	682.16	0	0	13,599.91	2,178.83	2,178.83	11,421.08
<b>0+640.00</b>	64.21	663.69	663.69	0	0	14,263.60	2,178.83	2,178.83	12,084.77
<b>0+650.00</b>	58.51	613.64	613.64	0	0	14,877.24	2,178.83	2,178.83	12,698.41
<b>0+660.00</b>	51.96	552.36	552.36	0	0	15,429.61	2,178.83	2,178.83	13,250.77
<b>0+670.00</b>	47.02	494.92	494.92	0	0	15,924.53	2,178.83	2,178.83	13,745.69
<b>0+680.00</b>	39.49	432.56	432.56	0	0	16,357.09	2,178.83	2,178.83	14,178.25
<b>0+690.00</b>	26.54	330.14	330.14	0	0	16,687.23	2,178.83	2,178.83	14,508.39
<b>0+700.00</b>	12.74	196.38	196.38	0	0	16,883.61	2,178.83	2,178.83	14,704.78
<b>0+710.00</b>	2.45	75.92	75.92	2.4	12	16,959.54	2,190.83	2,190.83	14,768.70
<b>0+720.00</b>	1.28	18.66	18.66	3.37	28.83	16,978.19	2,219.66	2,219.66	14,758.53
<b>0+730.00</b>	0.64	9.64	9.64	4.83	41	16,987.83	2,260.67	2,260.67	14,727.16
<b>0+740.00</b>	0.13	3.86	3.86	7.1	59.65	16,991.69	2,320.31	2,320.31	14,671.37
<b>0+750.00</b>	0	0.64	0.64	9.8	84.5	16,992.32	2,404.81	2,404.81	14,587.51
<b>0+760.00</b>	0	0	0	13.7	117.55	16,992.32	2,522.36	2,522.36	14,469.96
<b>0+770.00</b>	0	0	0	17.62	156.61	16,992.32	2,678.97	2,678.97	14,313.35
<b>0+780.00</b>	0	0	0	20.89	192.54	16,992.32	2,871.51	2,871.51	14,120.81
<b>0+790.00</b>	0	0	0	23.23	220.59	16,992.32	3,092.10	3,092.10	13,900.22
<b>0+800.00</b>	0	0	0	25.74	244.84	16,992.32	3,336.94	3,336.94	13,655.38
<b>0+810.00</b>	0	0	0	28.72	272.33	16,992.32	3,609.27	3,609.27	13,383.05
<b>0+820.00</b>	0	0	0	32.05	303.87	16,992.32	3,913.15	3,913.15	13,079.18



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+830.00</b>	0	0	0	32.56	323.07	16,992.32	4,236.21	4,236.21	12,756.11
<b>0+840.00</b>	0	0	0	24.19	283.77	16,992.32	4,519.99	4,519.99	12,472.34
<b>0+850.00</b>	0	0	0	14.13	191.59	16,992.32	4,711.57	4,711.57	12,280.75
<b>0+860.00</b>	0.91	4.53	4.53	5.29	97.09	16,996.85	4,808.66	4,808.66	12,188.19
<b>0+870.00</b>	5.64	32.73	32.73	0.6	29.48	17,029.58	4,838.13	4,838.13	12,191.44
<b>0+880.00</b>	14.46	100.48	100.48	0	3.02	17,130.06	4,841.16	4,841.16	12,288.90
<b>0+890.00</b>	24.65	195.53	195.53	0	0	17,325.59	4,841.16	4,841.16	12,484.43
<b>0+900.00</b>	34.63	296.38	296.38	0	0	17,621.97	4,841.16	4,841.16	12,780.81
<b>0+910.00</b>	44.35	394.9	394.9	0	0	18,016.87	4,841.16	4,841.16	13,175.72
<b>0+920.00</b>	53.9	491.28	491.28	0	0	18,508.15	4,841.16	4,841.16	13,667.00
<b>0+930.00</b>	63.03	584.67	584.67	0	0	19,092.82	4,841.16	4,841.16	14,251.66
<b>0+940.00</b>	69.29	661.59	661.59	0	0	19,754.41	4,841.16	4,841.16	14,913.25
<b>0+950.00</b>	70.94	701.11	701.11	0	0	20,455.52	4,841.16	4,841.16	15,614.36
<b>0+960.00</b>	71.63	712.83	712.83	0	0	21,168.35	4,841.16	4,841.16	16,327.19
<b>0+970.00</b>	71.35	714.9	714.9	0	0	21,883.25	4,841.16	4,841.16	17,042.09
<b>0+980.00</b>	79.91	756.31	756.31	0	0	22,639.55	4,841.16	4,841.16	17,798.40
<b>0+990.00</b>	95.41	876.58	876.58	0	0	23,516.14	4,841.16	4,841.16	18,674.98
<b>1+000.00</b>	109.26	1,023.32	1,023.32	0	0	24,539.45	4,841.16	4,841.16	19,698.30
<b>1+010.00</b>	123.71	1,164.84	1,164.84	0	0	25,704.29	4,841.16	4,841.16	20,863.13
<b>1+020.00</b>	142.24	1,329.72	1,329.72	0	0	27,034.01	4,841.16	4,841.16	22,192.85
<b>1+030.00</b>	159.84	1,510.36	1,510.36	0	0	28,544.37	4,841.16	4,841.16	23,703.22





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>1+040.00</b>	133.27	1,465.54	1,465.54	0	0	30,009.92	4,841.16	4,841.16	25,168.76
<b>1+050.00</b>	65.39	993.32	993.32	0	0	31,003.24	4,841.16	4,841.16	26,162.08
<b>1+060.00</b>	58.73	620.6	620.6	0	0	31,623.83	4,841.16	4,841.16	26,782.68
<b>1+070.00</b>	54.44	565.83	565.83	0	0	32,189.66	4,841.16	4,841.16	27,348.50
<b>1+080.00</b>	50.24	523.41	523.41	0	0	32,713.07	4,841.16	4,841.16	27,871.92
<b>1+090.00</b>	46.05	481.49	481.49	0	0	33,194.56	4,841.16	4,841.16	28,353.40
<b>1+100.00</b>	43.68	448.64	448.64	0	0	33,643.20	4,841.16	4,841.16	28,802.04
<b>1+110.00</b>	39.88	417.8	417.8	0	0	34,061.01	4,841.16	4,841.16	29,219.85
<b>1+120.00</b>	36.09	379.88	379.88	0	0	34,440.88	4,841.16	4,841.16	29,599.73
<b>1+130.00</b>	32.3	341.94	341.94	0	0	34,782.82	4,841.16	4,841.16	29,941.66
<b>1+140.00</b>	62	471.46	471.46	0	0	35,254.29	4,841.16	4,841.16	30,413.13
<b>1+150.00</b>	71.2	666	666	0	0	35,920.28	4,841.16	4,841.16	31,079.12
<b>1+160.00</b>	69.75	704.79	704.79	0	0	36,625.07	4,841.16	4,841.16	31,783.91
<b>1+170.00</b>	67.82	687.85	687.85	0	0	37,312.92	4,841.16	4,841.16	32,471.76
<b>1+180.00</b>	67.43	676.21	676.21	0	0	37,989.13	4,841.16	4,841.16	33,147.97
<b>1+190.00</b>	0	337.13	337.13	0	0	38,326.26	4,841.16	4,841.16	33,485.10
<b>1+200.00</b>	0	0	0	0	0	38,326.26	4,841.16	4,841.16	33,485.10
<b>1+210.00</b>	80.2	400.99	400.99	0	0	38,727.25	4,841.16	4,841.16	33,886.09
<b>1+220.00</b>	92.62	864.08	864.08	0	0	39,591.32	4,841.16	4,841.16	34,750.17
<b>1+230.00</b>	97.54	950.81	950.81	0	0	40,542.14	4,841.16	4,841.16	35,700.98
<b>1+240.00</b>	110.05	1,037.95	1,037.95	0	0	41,580.09	4,841.16	4,841.16	36,738.93



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>1+250.00</b>	57.41	837.27	837.27	0	0	42,417.35	4,841.16	4,841.16	37,576.20
<b>1+260.00</b>	57.3	573.53	573.53	0	0	42,990.88	4,841.16	4,841.16	38,149.73
<b>1+270.00</b>	57.19	572.43	572.43	0	0	43,563.32	4,841.16	4,841.16	38,722.16
<b>1+280.00</b>	57.39	572.9	572.9	0	0	44,136.22	4,841.16	4,841.16	39,295.06
<b>1+290.00</b>	57.35	573.7	573.7	0	0	44,709.92	4,841.16	4,841.16	39,868.76
<b>1+300.00</b>	48.6	529.72	529.72	0	0	45,239.64	4,841.16	4,841.16	40,398.48
<b>1+310.00</b>	45.36	469.79	469.79	0	0	45,709.43	4,841.16	4,841.16	40,868.27
<b>1+320.00</b>	42.31	438.37	438.37	0	0	46,147.80	4,841.16	4,841.16	41,306.64
<b>1+330.00</b>	39.26	407.89	407.89	0	0	46,555.69	4,841.16	4,841.16	41,714.53
<b>1+340.00</b>	70.15	547.08	547.08	0	0	47,102.77	4,841.16	4,841.16	42,261.61
<b>1+350.00</b>	65.31	677.31	677.31	0	0	47,780.09	4,841.16	4,841.16	42,938.93
<b>1+360.00</b>	63.2	642.56	642.56	0	0	48,422.65	4,841.16	4,841.16	43,581.49
<b>1+370.00</b>	48.61	559.06	559.06	0	0	48,981.71	4,841.16	4,841.16	44,140.56
<b>1+380.00</b>	36.75	426.82	426.82	0	0	49,408.53	4,841.16	4,841.16	44,567.38
<b>1+390.00</b>	27.39	320.73	320.73	0	0	49,729.26	4,841.16	4,841.16	44,888.10
<b>1+400.00</b>	19.08	232.37	232.37	0	0	49,961.63	4,841.16	4,841.16	45,120.47
<b>1+410.00</b>	12.97	160.24	160.24	0	0	50,121.87	4,841.16	4,841.16	45,280.71
<b>1+420.00</b>	10.03	114.97	114.97	0	0	50,236.84	4,841.16	4,841.16	45,395.68
<b>1+430.00</b>	7.85	89.41	89.41	0	0	50,326.25	4,841.16	4,841.16	45,485.09
<b>1+440.00</b>	5.39	66.21	66.21	0	0	50,392.46	4,841.16	4,841.16	45,551.30
<b>1+447.12</b>	3.18	30.5	30.5	0.04	0.14	50,422.95	4,841.30	4,841.30	45,581.66



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

**VOLUME REPORT MOCOA – PEPINO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+040.00</b>	30.71	153.47	153.47	0	0	153.47	0	0	153.47
<b>0+050.00</b>	29.06	298.77	298.77	0	0	452.24	0	0	452.24
<b>0+060.00</b>	27.51	281.87	281.87	0	0	734.11	0	0	734.11
<b>0+070.00</b>	26.21	267.01	267.01	0	0	1,001.11	0	0	1,001.11
<b>0+080.00</b>	23.94	249.58	249.58	0	0	1,250.69	0	0	1,250.69
<b>0+090.00</b>	20.77	222.27	222.27	0	0	1,472.95	0	0	1,472.95
<b>0+100.00</b>	22.76	216.88	216.88	0	0	1,689.84	0	0	1,689.84
<b>0+110.00</b>	25.65	241.88	241.88	0	0	1,931.72	0	0	1,931.72
<b>0+120.00</b>	28.57	270.58	270.58	0	0	2,202.29	0	0	2,202.29
<b>0+130.00</b>	31.53	299.35	299.35	0	0	2,501.65	0	0	2,501.65
<b>0+140.00</b>	34.47	328.05	328.05	0	0	2,829.70	0	0	2,829.70
<b>0+150.00</b>	37.78	360.06	360.06	0	0	3,189.76	0	0	3,189.76
<b>0+160.00</b>	40.73	392.46	392.46	0	0	3,582.22	0	0	3,582.22
<b>0+170.00</b>	41.92	412.73	412.73	0	0	3,994.94	0	0	3,994.94
<b>0+180.00</b>	40.8	413.27	413.27	0	0	4,408.21	0	0	4,408.21
<b>0+190.00</b>	0	204.09	204.09	0	0	4,612.30	0	0	4,612.30
<b>0+200.00</b>	0	0	0	0	0	4,612.30	0	0	4,612.30



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+210.00</b>	0	0	0	0	0	4,612.30	0	0	4,612.30
<b>0+218.92</b>	0	0	0	0	0	4,612.30	0	0	4,612.30

**VOLUME REPORT MOCOA – VILLAGARZON**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+000.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	109.71	540.29	540.29	0	0	540.29	0	0	540.29
<b>0+040.00</b>	105.39	1,060.36	1,060.36	0	0	1,600.65	0	0	1,600.65
<b>0+050.00</b>	117.29	1,106.29	1,106.29	0	0	2,706.94	0	0	2,706.94
<b>0+060.00</b>	123.69	1,184.97	1,184.97	0	0	3,891.91	0	0	3,891.91
<b>0+070.00</b>	134.83	1,258.39	1,258.39	0	0	5,150.31	0	0	5,150.31
<b>0+080.00</b>	144.49	1,366.80	1,366.80	0	0	6,517.10	0	0	6,517.10
<b>0+090.00</b>	150.62	1,436.61	1,436.61	0	0	7,953.71	0	0	7,953.71
<b>0+100.00</b>	162.09	1,540.21	1,540.21	0	0	9,493.92	0	0	9,493.92
<b>0+110.00</b>	159.6	1,586.67	1,586.67	0	0	11,080.59	0	0	11,080.59
<b>0+120.00</b>	162.92	1,574.66	1,574.66	0	0	12,655.25	0	0	12,655.25
<b>0+130.00</b>	162.77	1,607.22	1,607.22	0	0	14,262.47	0	0	14,262.47
<b>0+140.00</b>	139.99	1,497.41	1,497.41	0	0	15,759.87	0	0	15,759.87
<b>0+150.00</b>	159.33	1,486.49	1,486.49	0	0	17,246.36	0	0	17,246.36



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+160.00</b>	141.63	1,483.67	1,483.67	0	0	18,730.03	0	0	18,730.03
<b>0+170.00</b>	125.89	1,302.59	1,302.59	0	0	20,032.62	0	0	20,032.62
<b>0+180.00</b>	106.35	1,137.23	1,137.23	0	0	21,169.85	0	0	21,169.85
<b>0+190.00</b>	84.21	928.63	928.63	0	0	22,098.48	0	0	22,098.48
<b>0+200.00</b>	64.77	731.72	731.72	0	0	22,830.20	0	0	22,830.20
<b>0+210.00</b>	52.13	576.16	576.16	0	0	23,406.36	0	0	23,406.36
<b>0+220.00</b>	42.94	462.29	462.29	0	0	23,868.65	0	0	23,868.65
<b>0+230.00</b>	38.95	403.89	403.89	0	0	24,272.54	0	0	24,272.54
<b>0+240.00</b>	0	193.91	193.91	0	0	24,466.45	0	0	24,466.45
<b>0+250.00</b>	0	0	0	0	0	24,466.45	0	0	24,466.45
<b>0+251.25</b>	0	0	0	0	0	24,466.45	0	0	24,466.45

**VOLUME REPORT PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+000.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+040.00</b>	23.89	119.6	119.6	0	0	119.6	0	0	119.6
<b>0+050.00</b>	23.95	239.55	239.55	0	0	359.15	0	0	359.15
<b>0+060.00</b>	22.75	233.43	233.43	0	0	592.59	0	0	592.59
<b>0+070.00</b>	19.87	212.89	212.89	0	0	805.48	0	0	805.48



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+080.00</b>	15.36	176.07	176.07	0	0	981.55	0	0	981.55
<b>0+090.00</b>	8.84	120.75	120.75	0	0	1,102.30	0	0	1,102.30
<b>0+100.00</b>	6.77	78.15	78.15	0	0	1,180.45	0	0	1,180.45
<b>0+110.00</b>	7.11	69.79	69.79	0	0	1,250.24	0	0	1,250.24
<b>0+120.00</b>	6.86	70.11	70.11	0	0	1,320.34	0	0	1,320.34
<b>0+130.00</b>	5.83	63.61	63.61	0	0	1,383.96	0	0	1,383.96
<b>0+140.00</b>	4.26	50.67	50.67	0	0	1,434.63	0	0	1,434.63
<b>0+150.00</b>	5.49	49.06	49.06	0	0	1,483.68	0	0	1,483.68
<b>0+160.00</b>	7.4	64.58	64.58	0	0	1,548.26	0	0	1,548.26
<b>0+170.00</b>	9.88	86.45	86.45	0	0	1,634.71	0	0	1,634.71
<b>0+180.00</b>	12.51	112.24	112.24	0	0	1,746.95	0	0	1,746.95
<b>0+190.00</b>	0	62.75	62.75	0	0	1,809.70	0	0	1,809.70
<b>0+200.00</b>	0	0	0	0	0	1,809.70	0	0	1,809.70
<b>0+210.00</b>	0	0	0	0	0	1,809.70	0	0	1,809.70
<b>0+219.42</b>	0	0	0	0	0	1,809.70	0	0	1,809.70

**VOLUME REPORT VILLAGARZÓN – MOCOA**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+030.00</b>	57.94	289.69	289.69	0	0	289.69	0	0	289.69
<b>0+040.00</b>	66.72	623.27	623.27	0	0	912.96	0	0	912.96
<b>0+050.00</b>	75.74	712.29	712.29	0	0	1,625.25	0	0	1,625.25
<b>0+060.00</b>	85.84	793.75	793.75	0	0	2,419.00	0	0	2,419.00
<b>0+070.00</b>	98.75	900	900	0	0	3,319.00	0	0	3,319.00
<b>0+080.00</b>	108.65	1,014.75	1,014.75	0	0	4,333.76	0	0	4,333.76
<b>0+090.00</b>	120.8	1,113.90	1,113.90	0	0	5,447.66	0	0	5,447.66
<b>0+100.00</b>	139.26	1,290.08	1,290.08	0	0	6,737.74	0	0	6,737.74
<b>0+110.00</b>	150.24	1,432.84	1,432.84	0	0	8,170.57	0	0	8,170.57
<b>0+120.00</b>	159.07	1,521.08	1,521.08	0	0	9,691.65	0	0	9,691.65
<b>0+130.00</b>	163.99	1,593.88	1,593.88	0	0	11,285.53	0	0	11,285.53
<b>0+140.00</b>	166.55	1,625.14	1,625.14	0	0	12,910.68	0	0	12,910.68
<b>0+150.00</b>	171.54	1,673.92	1,673.92	0	0	14,584.59	0	0	14,584.59
<b>0+160.00</b>	163.63	1,674.53	1,674.53	0	0	16,259.12	0	0	16,259.12
<b>0+170.00</b>	162.38	1,622.73	1,622.73	0	0	17,881.85	0	0	17,881.85
<b>0+180.00</b>	154.75	1,569.55	1,569.55	0	0	19,451.41	0	0	19,451.41
<b>0+190.00</b>	140.23	1,450.65	1,450.65	0	0	20,902.06	0	0	20,902.06
<b>0+200.00</b>	128.89	1,331.68	1,331.68	0	0	22,233.74	0	0	22,233.74
<b>0+210.00</b>	112.88	1,202.61	1,202.61	0	0	23,436.35	0	0	23,436.35
<b>0+220.00</b>	104.2	1,082.37	1,082.37	0	0	24,518.72	0	0	24,518.72
<b>0+230.00</b>	91.07	967.72	967.72	0	0	25,486.44	0	0	25,486.44
<b>0+240.00</b>	78.2	836.55	836.55	0	0	26,322.99	0	0	26,322.99



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+250.00</b>	65.36	714.88	714.88	0	0	27,037.87	0	0	27,037.87
<b>0+260.00</b>	55.94	601.73	601.73	0	0	27,639.60	0	0	27,639.60
<b>0+270.00</b>	48.68	520.94	520.94	0	0	28,160.55	0	0	28,160.55
<b>0+280.00</b>	40.98	448.29	448.29	0	0	28,608.84	0	0	28,608.84
<b>0+290.00</b>	35.29	381.36	381.36	0	0	28,990.20	0	0	28,990.20
<b>0+300.00</b>	0	176.31	176.31	0	0	29,166.52	0	0	29,166.52
<b>0+310.00</b>	0	0	0	0	0	29,166.52	0	0	29,166.52
<b>0+320.00</b>	0	0	0	0	0	29,166.52	0	0	29,166.52
<b>0+327.09</b>	0	0	0	0	0	29,166.52	0	0	29,166.52

### ANEXO 6.3. INTERSECCIÓN YE

#### VOLUME REPORT PUERTO ASIS – VILLAGARZÓN

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+000.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+040.00</b>	0	0	0	0.32	1.62	0	1.62	1.62	-1.62
<b>0+050.00</b>	0	0	0	0.7	5.1	0	6.72	6.72	-6.72





**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+060.00</b>	0	0	0	0.79	7.43	0	14.15	14.15	-14.15
<b>0+070.00</b>	0	0	0	0.59	6.92	0	21.07	21.07	-21.07
<b>0+080.00</b>	0	0	0	0.25	4.24	0	25.31	25.31	-25.31
<b>0+090.00</b>	0.19	0.95	0.95	0	1.27	0.95	26.58	26.58	-25.62
<b>0+100.00</b>	0.58	3.84	3.84	0	0	4.79	26.58	26.58	-21.78
<b>0+110.00</b>	1.02	7.99	7.99	0	0	12.78	26.58	26.58	-13.79
<b>0+120.00</b>	1.45	12.37	12.37	0	0	25.15	26.58	26.58	-1.42
<b>0+130.00</b>	1.9	16.73	16.73	0	0	41.88	26.58	26.58	15.3
<b>0+140.00</b>	2.43	21.55	21.55	0	0	63.43	26.58	26.58	36.86
<b>0+150.00</b>	2.97	26.92	26.92	0	0	90.35	26.58	26.58	63.78
<b>0+160.00</b>	3.42	31.89	31.89	0	0	122.24	26.58	26.58	95.66
<b>0+170.00</b>	3.88	36.43	36.43	0	0	158.67	26.58	26.58	132.09
<b>0+180.00</b>	4.26	40.68	40.68	0	0	199.35	26.58	26.58	172.77
<b>0+190.00</b>	4.63	44.46	44.46	0	0	243.81	26.58	26.58	217.23
<b>0+200.00</b>	5	48.17	48.17	0	0	291.98	26.58	26.58	265.4
<b>0+210.00</b>	5.36	51.82	51.82	0	0	343.8	26.58	26.58	317.22
<b>0+220.00</b>	5.63	54.93	54.93	0	0	398.73	26.58	26.58	372.15
<b>0+230.00</b>	5.81	57.19	57.19	0	0	455.92	26.58	26.58	429.34
<b>0+240.00</b>	5.91	58.59	58.59	0	0	514.51	26.58	26.58	487.93
<b>0+250.00</b>	5.97	59.38	59.38	0	0	573.89	26.58	26.58	547.32
<b>0+260.00</b>	5.83	59	59	0	0	632.89	26.58	26.58	606.32
<b>0+270.00</b>	5.69	57.59	57.59	0	0	690.49	26.58	26.58	663.91



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+280.00</b>	5.43	55.58	55.58	0	0	746.06	26.58	26.58	719.49
<b>0+290.00</b>	5.04	52.34	52.34	0	0	798.41	26.58	26.58	771.83
<b>0+300.00</b>	4.66	48.5	48.5	0	0	846.91	26.58	26.58	820.33
<b>0+310.00</b>	4.12	43.87	43.87	0	0	890.78	26.58	26.58	864.2
<b>0+320.00</b>	3.6	38.56	38.56	0	0	929.34	26.58	26.58	902.76
<b>0+330.00</b>	3.39	34.95	34.95	0	0	964.28	26.58	26.58	937.71
<b>0+334.62</b>	3.33	15.52	15.52	0	0	979.81	26.58	26.58	953.23

**VOLUME REPORT VILLAGARZON – MOCOA**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+000.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+010.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+020.00</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0+030.00</b>	3.32	16.58	16.58	0	0	16.58	0	0	16.58
<b>0+040.00</b>	2.93	31.21	31.21	0	0	47.79	0	0	47.79
<b>0+050.00</b>	2.63	27.78	27.78	0	0	75.57	0	0	75.57
<b>0+060.00</b>	2.41	25.21	25.21	0	0	100.78	0	0	100.78
<b>0+070.00</b>	2.45	24.27	24.27	0	0	125.05	0	0	125.05
<b>0+080.00</b>	2.53	24.84	24.84	0	0	149.88	0	0	149.88



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+090.00	2.57	25.4	25.4	0	0	175.28	0	0	175.28
0+100.00	2.66	26	26	0	0	201.27	0	0	201.27
0+110.00	2.53	25.78	25.78	0	0	227.06	0	0	227.06
0+120.00	2.35	24.21	24.21	0	0	251.27	0	0	251.27
0+130.00	2.25	22.79	22.79	0	0	274.06	0	0	274.06
0+140.00	2.13	21.7	21.7	0	0	295.76	0	0	295.76
0+150.00	1.96	20.22	20.22	0	0	315.99	0	0	315.99
0+160.00	1.86	18.85	18.85	0	0	334.83	0	0	334.83
0+170.00	1.64	17.3	17.3	0	0	352.14	0	0	352.14
0+180.00	1.61	16.08	16.08	0	0	368.21	0	0	368.21
0+190.00	1.32	14.5	14.5	0	0	382.71	0	0	382.71
0+200.00	0	6.55	6.55	0	0	389.26	0	0	389.26
0+208.48	0	0	0	0	0	389.26	0	0	389.26

**VOLUME REPORT VILLAGARZÓN – PUERTO ASIS**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+000.00	3.68	0	0	0	0	0	0	0	0



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+010.00</b>	3.81	37.43	37.43	0	0	37.43	0	0	37.43
<b>0+020.00</b>	3.95	38.81	38.81	0	0	76.24	0	0	76.24
<b>0+030.00</b>	4.38	41.65	41.65	0	0	117.89	0	0	117.89
<b>0+040.00</b>	5.46	49.18	49.18	0	0	167.08	0	0	167.08
<b>0+050.00</b>	7.11	62.85	62.85	0	0	229.93	0	0	229.93
<b>0+060.00</b>	8.63	78.71	78.71	0	0	308.64	0	0	308.64
<b>0+070.00</b>	9.87	92.48	92.48	0	0	401.12	0	0	401.12
<b>0+080.00</b>	10.68	102.73	102.73	0	0	503.85	0	0	503.85
<b>0+090.00</b>	10.94	108.09	108.09	0	0	611.94	0	0	611.94
<b>0+100.00</b>	9.48	102.07	102.07	0	0	714.01	0	0	714.01
<b>0+110.00</b>	7.56	85.2	85.2	0	0	799.21	0	0	799.21
<b>0+120.00</b>	2.47	50.17	50.17	0	0	849.38	0	0	849.38
<b>0+130.00</b>	1.1	17.85	17.85	0	0	867.23	0	0	867.23
<b>0+140.00</b>	0	5.5	5.5	0.5	2.51	872.73	2.51	2.51	870.22
<b>0+150.00</b>	0	0	0	2.33	14.17	872.73	16.68	16.68	856.05
<b>0+160.00</b>	0	0	0	4.45	33.91	872.73	50.59	50.59	822.14



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+170.00</b>	0	0	0	6.88	56.68	872.73	107.27	107.27	765.46
<b>0+180.00</b>	0	0	0	9.42	81.58	872.73	188.85	188.85	683.88
<b>0+190.00</b>	0	0	0	11.99	107.17	872.73	296.02	296.02	576.71
<b>0+200.00</b>	0	0	0	0	60.02	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+210.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+220.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+230.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+240.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+250.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+260.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+270.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+280.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+290.00</b>	0	0	0	0	0	872.73	356.04	356.04	516.69
<b>0+300.00</b>	0	0	0	7.5	37.23	872.73	393.27	393.27	479.46
<b>0+310.00</b>	0	0	0	22.79	151.33	872.73	544.6	544.6	328.13
<b>0+320.00</b>	0	0	0	21.46	221.5	872.73	766.1	766.1	106.63



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
**OPCIÓN DE GRADO**

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+330.00</b>	0	0	0	19.79	206.44	872.73	972.54	972.54	-99.81
<b>0+340.00</b>	0	0	0	17.75	187.84	872.73	1,160.38	1,160.38	-287.65
<b>0+350.00</b>	0	0	0	15.47	166.19	872.73	1,326.57	1,326.57	-453.84
<b>0+360.00</b>	0	0	0	13.19	143.29	872.73	1,469.86	1,469.86	-597.13
<b>0+370.00</b>	0	0	0	10.95	120.68	872.73	1,590.54	1,590.54	-717.81
<b>0+380.00</b>	0	0	0	8.69	98.2	872.73	1,688.74	1,688.74	-816.01
<b>0+390.00</b>	0	0	0	6.57	76.33	872.73	1,765.06	1,765.06	-892.34
<b>0+400.00</b>	0	0	0	4.63	56.03	872.73	1,821.09	1,821.09	-948.36
<b>0+410.00</b>	0	0	0	2.85	37.43	872.73	1,858.52	1,858.52	-985.79
<b>0+420.00</b>	0	0	0	1.29	20.73	872.73	1,879.25	1,879.25	-1,006.52
<b>0+430.00</b>	0.1	0.51	0.51	0	6.48	873.23	1,885.74	1,885.74	-1,012.50
<b>0+440.00</b>	1.31	7.08	7.08	0	0.02	880.32	1,885.75	1,885.75	-1,005.44
<b>0+450.00</b>	2.35	18.33	18.33	0	0	898.65	1,885.75	1,885.75	-987.11
<b>0+460.00</b>	3.25	28	28	0	0	926.65	1,885.75	1,885.75	-959.1
<b>0+470.00</b>	3.94	35.95	35.95	0	0	962.6	1,885.75	1,885.75	-923.15
<b>0+480.00</b>	4.45	41.95	41.95	0	0	1,004.55	1,885.75	1,885.75	-881.2



**LAURA MARÍA HUELGAS QUITIAN** 1101735  
**ANA MARÍA GARCÍA ESCANDÓN** 1101728  
**JHEISSON ANDREY LÓPEZ MORENO** 1101739  
 OPCIÓN DE GRADO

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
<b>0+490.00</b>	4.8	46.23	46.23	0	0	1,050.78	1,885.75	1,885.75	-834.97
<b>0+500.00</b>	4.96	48.81	48.81	0	0	1,099.59	1,885.75	1,885.75	-786.17
<b>0+510.00</b>	4.95	49.58	49.58	0	0	1,149.17	1,885.75	1,885.75	-736.59
<b>0+520.00</b>	0	24.76	24.76	0	0	1,173.92	1,885.75	1,885.75	-711.83
<b>0+530.00</b>	0	0	0	0	0	1,173.92	1,885.75	1,885.75	-711.83
<b>0+535.24</b>	0	0	0	0	0	1,173.92	1,885.75	1,885.75	-711.83