



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 21 de septiembre de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad Neiva

El (Los) suscrito(s):

CRISTIAN CAMILO TRUJILLO BASTOS, con C.C. No. 1.075.302.170,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

Titulado: Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía terciaria de La Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de INGENIERO CIVIL;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

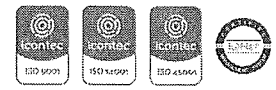
De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: CRISTIAN CAMILO TRUJILLO BASTOS

Firma: \_\_\_\_\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía terciaria de La Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Trujillo Bastos	Cristian Camilo

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Pérez Quemba	Wilson Yamel

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil

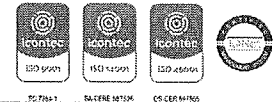
**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Civil

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2022

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 164



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_x\_ Fotografías\_x\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_  
 Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_x\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_  
 Tablas o Cuadros\_x\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno

**MATERIAL ANEXO:** Anexo A, Anexo B, Anexo C, Anexo D, Anexo E, Anexo 1 Externo presupuesto.

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

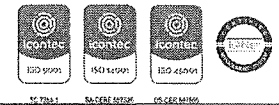
<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Carreteras	Roads	6. Vías terciarias	Tertiary roads
2. Geométrico	Geometry	7. _____	_____
3. Pavimento	Pavement	8. _____	_____
4. Aspecto Técnicos	Technical aspects	9. _____	_____
5. Normativa	Regulations	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

En la actualidad la humanidad se encuentra en constante expansión, de ahí nace la necesidad de crear carreteras que optimicen el transporte recorriendo grandes distancias en poco tiempo

En Colombia la mayoría de las vías secundarias y terciarias existentes no cuentan con las condiciones adecuadas para generar progreso e impacto en las regiones a nivel nacional, de aquí que es necesario realizar diseños geométricos, diseños de pavimentos, estudios de tránsito para mejorar la calidad de los habitantes que usan dichas vías.

Por lo anterior, se identificó la necesidad de realizar el diseño geométrico a partir de la utilización del programa AutoCAD Civil 3D, diseño de pavimento a partir del método de la ASSTHO 93 para el mejoramiento de la vía terciaria en el departamento del Caquetá en el



municipio de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

At present, humanity is constantly expanding, hence the need to create roads that optimize transportation by traveling long distances in a short time.

In Colombia, most of the existing secondary and tertiary roads do not have adequate conditions to generate progress and impact in the regions and at the national level, hence it is necessary to carry out geometric desing, pavement desing, traffic studies to improve the quality of life of the inhabitants who use these roads.

Due to the above, the need was identified to carry out the geometric design, pavement design for the improvement of the tertiary road from Montañita to the village of Cedro from kilometer k0+000 crossing the national road to kilometer k3+000 entrance to the waterfall road the Jordán.

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jackson Andrés Gil Hernández

Firma:

Nombre Jurado: Jackson Andrés Gil Hernández

Firma:

Nombre Jurado: Jaime Izquierdo Bautista

Firma:



Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía terciaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro K0+000 cruce vía nacional al kilómetro K3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

**Cristian Camilo Trujillo Bastos**

Universidad Surcolombiana de Colombia  
Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Civil  
Neiva, Colombia

2022



Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía terciaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro K0+000 cruce vía nacional al kilómetro K3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

**Cristian Camilo Trujillo Bastos**

Proyecto de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
Ingeniero Civil

Director (a):

Ing. Civil Especialista en Vías y Aeropistas Wilson Yamel Pérez Quemba

Línea de Investigación:

Vías, Geotecnia, estructuras de Pavimento.

Universidad Surcolombiana de Colombia

Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2022





*Esta tesis está dedicada a mi madre María Elena Bastos Muñoz, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez. También está dedicado a mi padre Ezequiel Trujillo Cabrera, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo.*



## Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Surcolombiana, a toda la Facultad de Ingeniería, a mis profesores en especial a él ing. Jackson Andrés Gill, ing. Jesús Rincón e ing. Jaime Izquierdo quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Wilson Yamel Pérez Quemba, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

## Resumen

En la actualidad la humanidad se encuentra en constante expansión, de ahí nace la necesidad de crear carreteras que optimicen el transporte recorriendo grandes distancias en poco tiempo.

En Colombia la mayoría de las vías secundarias y terciarias existentes no cuentan con las condiciones adecuadas para generar progreso e impacto en las regiones a nivel nacional, de aquí que es necesario realizar diseños geométricos, diseño de pavimentos, estudios de tránsito para mejorar la calidad de vida de los habitantes que usen dichas vías.

Por lo anterior, se identificó la necesidad de realizar el diseño geométrico a partir de la utilización del programa AutoCAD Civil 3D, diseño de pavimento a partir del método de AASHTO 93 para el mejoramiento de la vía terciaria en el departamento del Caquetá en el municipio de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro K0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán. Este diseño cuenta con cada uno de los aspectos técnicos y normativa para el diseño de carreteras tanto geométrico y de pavimento, además de la investigación realizada para identificación del problema y la mejor solución.

**Palabras clave:** (carreteras, geométrico, pavimento, aspectos técnicos y normativa, vías terciarias).



## Abstract

At present, humanity is constantly expanding, hence the need to create roads that optimize transportation by traveling long distances in a short time.

In Colombia, most of the existing secondary and tertiary roads do not have adequate conditions to generate progress and impact in the regions and at the national level, hence it is necessary to carry out geometric designs, pavement design, traffic studies to improve the quality of life of the inhabitants who use these roads.

Due to the above, the need was identified to carry out the geometric design, pavement design for the improvement of the tertiary road from Montañita to the village of El Cedro from kilometer k0 + 000 crossing the national road to kilometer k3 + 000 entrance to the waterfall road the Jordan.

This design includes each of the technical and regulatory aspects for the design of both geometric and pavement roads, in addition to the research carried out to identify the problem and the best solution.

**Keywords:** (roads, geometry, pavement, technical aspects and regulations, tertiary roads).

# Contenido

	Pág.
Resumen.....	VIII
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas.....	XV
Lista de Símbolos y abreviaturas .....	XVII
Capítulo 1 .....	19
1. Introducción.....	19
1.1 Antecedentes.....	20
1.2 Justificación .....	20
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivos General.....	21
1.3.2 Objetivo Específicos.....	21
1.4 Alcances y limitaciones. ....	22
1.5 Estructura del Documento .....	22
Capítulo 2.....	23
2. Marco teórico .....	23
2.1 Vías o carreteras .....	23
2.2 Diseño de carreteras.....	23
2.3 Topografía de la zona.....	24
2.4 Diseño Geométrico de Carreteras .....	24
2.4.1 AutoCAD Civil 3D licencia estudiantil.....	24
2.4.2 Parámetros de diseño.....	24

2.5	Diseño de Pavimento.....	25
2.5.1	Método AASTHO 93.....	25
2.5.2	Estructura del pavimento.....	26
<b>Capítulo 3</b>	.....	<b>27</b>
<b>3.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>27</b>
3.1	Recolección de información secundaria.....	28
3.1.1	Localización del proyecto.....	29
3.1.2	Topografía de la zona del proyecto.....	30
3.1.3	Estudio de suelos .....	30
3.1.4	Estudio de Transito “Transito Promedio Diario” .....	31
3.2	Diseño geométrico .....	35
3.2.1	Parámetros de diseño.....	35
3.2.2	Estudio del corredor .....	42
3.2.3	Determinación del alineamiento vertical y horizontal (Diseño Geométrico) .....	43
3.3	Diseño de Pavimento.....	61
3.3.1	Parámetros de diseño.....	62
3.3.2	Diseño.....	67
3.4	Obras Complementarias.....	69
3.5	Presupuesto general del Proyecto.....	69
3.6	Análisis de Resultados.....	69
3.6.1	Diseño geométrico.....	70
3.6.2	Diseño de pavimento .....	71
<b>Capítulo 4</b>	.....	<b>73</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>73</b>
4.1	Conclusiones.....	73
4.2	Recomendaciones.....	74
4.2.1	Recomendaciones diseño geométrico.....	74
4.2.2	Recomendaciones diseño de pavimento.....	74
<b>Bibliografía</b>	.....	<b>163</b>



## Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 2-1 Estructura del pavimento. ....	26
Ilustración 3-1 Metodología del desarrollo del proyecto.....	28
Ilustración 3-2 Ubicación municipio de La Montañita – Caquetá.....	29
Ilustración 3-3 Ubicación específica del proyecto (Google Earth).....	29
Ilustración 3-4: Angulo de deflexión curva 1. ....	44
Ilustración 3-5: Curva 1 espiral - espiral.....	44
Ilustración 3-6: Angulo de deflexión curva 2 .....	45
Ilustración 3-7: Curva 2 espiral - espiral.....	45
Ilustración 3-8: Angulo de deflexión curva 3 .....	46
Ilustración 3-9: Curva 3 espiral - espiral.....	46
Ilustración 3-10: Angulo de deflexión curva 4.....	47
Ilustración 3-11: Curva 4 espiral - círculo - espiral.....	47
Ilustración 3-12: Angulo de deflexión curva 5.....	48
Ilustración 3-13: Curva 5 espiral – espiral. ....	48
Ilustración 3-14: Angulo de deflexión curva 6.....	49
Ilustración 3-15: Curva 6 espiral - círculo – espiral.....	49
Ilustración 3-16: Angulo de deflexión curva 7.....	50
Ilustración 3-17: Curva 7 espiral - espiral.....	50
Ilustración 3-18: Angulo de deflexión curva 8.....	51
Ilustración 3-19: Curva 8 espiral - círculo – espiral.....	51
Ilustración 3-20: Angulo de deflexión curva 9.....	52
Ilustración 3-21: Curva 9 espiral – espiral.....	52
Ilustración 3-22: Angulo de deflexión curva 10.....	53
Ilustración 3-23: Curva 10 espiral – espiral.....	53

<b>Ilustración 3-24:</b> Curva vertical 1.....	54
<b>Ilustración 3-25:</b> Curva vertical 2.....	54
<b>Ilustración 3-26:</b> Curva vertical 3.....	55
<b>Ilustración 3-27:</b> Curva vertical 4.....	55
<b>Ilustración 3-28:</b> Curva vertical 5.....	55
<b>Ilustración 3-29:</b> Curva vertical 6.....	56
<b>Ilustración 3-30:</b> Curva vertical 7.....	56
<b>Ilustración 3-31:</b> Curva vertical 8.....	56
<b>Ilustración 3-32:</b> Curva vertical 9.....	57
<b>Ilustración 3-33:</b> Curva vertical 10.....	57
<b>Ilustración 3-34:</b> Curva vertical 11.....	57
<b>Ilustración 3-35:</b> Curva vertical 12.....	58
<b>Ilustración 3-36:</b> Curva vertical 13.....	58
<b>Ilustración 3-37:</b> Curva vertical 14.....	58
<b>Ilustración 3-38:</b> Curva vertical 15.....	59
<b>Ilustración 3-39:</b> Curva vertical 16.....	59
<b>Ilustración 3-40:</b> Curva vertical 17.....	59
<b>Ilustración 3-41:</b> ensamblaje de sección transversal en condiciones de corte y relleno. .....	60
<b>Ilustración 3-42</b> Coeficiente estructural a3, ábaco para Mr de la Subbase, aashto .....	64
<b>Ilustración 3-43</b> Coeficiente estructural a2, ábaco para el Mr de la base, aashto .....	65

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1 Coordenadas Geográficas GPS (Fuente: Sumytrans).....	30
Tabla 3-2 Resumen estudio de suelos (Sumytrans).....	31
Tabla 3-3 Disposición vehicular en el tramo estudiado (transito promedio diario) .....	32
Tabla 3-4 Factor direccional, INVIAS. ....	33
Tabla 3-5 Rata anual de crecimiento, INVIAS .....	34
Tabla 3-6 Factores de equivalencia, Ingeniería de pavimentos para carreteras....	34
Tabla 3-7 Resultado de parámetros del estudio de transito .....	35
Tabla 3-8 Valores de velocidad de diseño, INVIAS.....	37
Tabla 3-9 Anchos de calzada, INVIAS.....	37
Tabla 3-10 Radio mínimo de giro, INVIAS.....	38
Tabla 3-11 longitud mínima de curva vertical y valores de K mínimos, INVIAS	39
Tabla 3-12 Longitud mínima de la tangente vertical, INVIAS. ....	39
Tabla 3-13 Pendiente media máxima del corredor de ruta %, INVIAS .....	40
Tabla 3-14 Pendiente máxima del corredor de ruta %, INVIAS.....	40
Tabla 3-15 Parámetros de diseño geométrico.....	41
Tabla 3-16 Tipos de empalme.....	42
Tabla 3-17 Características del diseño geométrico.....	61
Tabla 3-18 Niveles de confiabilidad, aashto 93. ....	62
Tabla 3-19 Determinación de la desviación estándar normal Zr, aashto 93 .....	63
Tabla 3-20 Índice de servicio, aashto 93 .....	63
Tabla 3-21 Valores recomendados para la desviación estándar (So), aashto 93...	63
Tabla 3-22 Capacidad de drenaje, aashto 93 .....	66

<b>Tabla 3-23</b> Coeficientes de drenaje recomendados, aashto 93 .....	66
<b>Tabla 3-24</b> Parámetros de diseño de pavimento .....	67
<b>Tabla 3-25</b> Datos calculados relacionados para cada capa. ....	68

## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Símbolos con letras latinas

<b>Símbolo</b>	<b>Término</b>	<b>Unidad SI</b>
<i>R</i>	Confiabilidad	%
<i>Zr</i>	Desviación Estándar	Und
$\Delta PSI$	Serviciabilidad	und
<i>So</i>	Error estándar	und
<i>Mr</i>	Modulo resiliente	PSI

### Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>CBR</i>	California Bearing Ratio
<i>TPD</i>	Transito Promedio Diario
<i>SN</i>	Numero Estructural
<i>INVIAS</i>	Instituto Nacional de vías
<i>AASHTO</i>	The American Association of State Highway and Transportation.



# Capítulo 1

## 1. Introducción

Las vías son desde la antigüedad la forma más utilizada por el hombre para desplazarse de un lugar a otro con más seguridad, confort. De acuerdo con la normativa vigente las vías se clasifican en: Primarias, secundarias y terciarias, siendo esto un factor importante a la hora de diseñar ya que este marcará los tipos de estructuras y parámetros a seleccionar en cada diseño, todo lo anterior con base en el (Manual de diseño geométrico de carreteras - 2008 y Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías de bajos volúmenes de tránsito 2007.

En el departamento del Caquetá presenta una gran cantidad de vías terciarias que no cuentan con las exigencias básicas de nivel de servicio, seguridad y transitabilidad. Se evidenció que en los últimos años el departamento ha estado en un proceso de cambio, siguiendo las normas de diseño establecidas por el INVIAS en los diferentes proyectos de que presentan.

Siguiendo ese ideal el Manual de diseño geométrico de carreteras – INVIAS presenta las tablas correspondientes para la clasificación del tipo de vía, este proyecto se lleva a cabo el Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía terciaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán, teniendo en consideración las normas de diseño exigidas por el INVIAS (Instituto Nacional de vías) en los manuales de diseño.

Este proyecto se desarrolló por medio de una serie de actividades que son necesarias para todo proyecto como son la identificación del problema, alternativas de solución y la selección de la mejor alternativa.

## 1.1 Antecedentes

La primera vez que se emplea base granular es en Asia, en las vías que construyó el Imperio Hitita. En Creta en el Minoico Medio (2.300 – 1.700 a. de C.), se utilizó como pavimento en la vía procesional que discurre desde las proximidades del mar hasta el palacio de Knossos, grandes losas asentadas sobre capas de arcilla, piedra y yeso; En Babilonia (600 a. de C.), en la avenida procesional de AiburShabu, se emplean también losas como pavimento.

Las vías urbanas de más categoría se construían con un gran base granular. En primer lugar se efectuaba una excavación de tierras hasta encontrar una capa dura de cimentación, sobre la que se preparaba un lecho formado por arcillas y bolos o gravas de gran tamaño (statumen); sobre esta capa se extendía otra de hormigón de cal (rudus) y en otros casos piedra machacada con materiales sueltos de grano fino (nucleus), para sobre ésta, colocar como pavimento losas o lajas de piedra (summa crusta) colocadas con el máximo cuidado formando un extraordinario pavimento continuo, donde las juntas se cuidaban mucho ( Labrador 2004).

En el año 2016 latinoamericana de construcciones LATINCO S.A realizo el proyecto Gestión social, predial, ambiental y mejoramiento de los tramos no pavimentados entre FLORENCIA Y PUERTO RICO entre el PR 11+100 y el PR68+600., en el cual se realizó mediante el mejoramiento de la subrasante y mejoramiento con terraplén, mejorando la transitabilidad, todo lo anterior garantiza que el desplazamiento por esta vía genere gran cantidad de turismo ya que es una de las actividades económicas que generan ingreso para la comunidad aledaña a la obra (INVIAS 2016).

## 1.2 Justificación

Hoy en día, el diseño y construcción de vías juega un papel importante en el desarrollo social y económico en todo el mundo, ya que el mundo crece a un gran nivel de expansión y muchas ciudades originan el asentamiento de infraestructura urbana y vial en todo tipo de terrenos, inclinados de cadenas montañosas y planas adyacentes a dichas concentraciones urbanas. En ocasiones, la precaria identificación de las condiciones específicas para las cuales estos tipos de diseños viales pueden ser ejecutados de manera económica y eficiente, impiden un óptimo proceso de desarrollo.



Por lo anterior esta investigación busca hacer el diseño geométrico, de pavimento y demás obras complementarias en la vía la montaña - Cedro; la importancia del presente diseño vial permitirá un crecimiento económico y social en la zona, permitiendo desarrollar potencialmente las zonas de producción u bienestar a núcleos de población, ya que en esta zona se dificulta el transporte de productos agrícolas, agropecuarios; además que en la zona se viene ejecutando una gran cantidad de proyectos productivos de ganadería, piscícola, hortalizas entre otros, implementados en el proceso de paz para la recuperación de zonas productivas en el Caquetá, esta zona fue seleccionada para la inserción a la vida cotidiana de los desmovilizados de las FARC- EP . Se permitirá analizar y diseñar diferentes propuestas para la selección de más adecuada.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivos General

- Realizar el diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en el departamento del Caquetá en el municipio de la montaña en la vía terciaria Montañita – Cedro.

### 1.3.2 Objetivo Específicos

- Analizar información secundaria disponible para el proyecto.
- Realizar el diseño geométrico de tres kilómetros de la vía que comunica al municipio la montaña con la vereda Cedro.
- Crear el diseño del pavimento de tres kilómetros, además determinar el costo del proyecto en base a los aspectos de construcción.

## 1.4 Alcances y limitaciones.

Se propone entrega de diseños preliminares geométricos y de pavimentos con obras complementarios considerando la geotecnia de la zona, anexando planos y costos para 3 kilómetros de la vía comprendida entre el municipio de la Montañita y la vereda Cedro.

Este proyecto se encontrará limitado por el uso de información secundaria e información suministrada por el municipio de La Montañita en conjunto con Sumytrans.

El proyecto no cuenta con ningún apoyo económico de alguna entidad, teniendo en cuenta esto no se podrán realizar ensayos adicionales en caso tal que el proyecto lo requiera, debido a esta situación en algunos casos dentro de los diseños se asumieron parámetros para poder llevar a cabo el diseño geométrico y de pavimentos.

## 1.5 Estructura del Documento

El presente documento presenta cuatro capítulos y cuatro anexos. En el capítulo uno, se da a conocer el tema del presente trabajo mediante la introducción y se plasman las metas u objetivos a alcanzar estableciendo también los alcances y limitaciones de este. En el capítulo dos, se dan a conocer las generalidades del tema; desde las definiciones más generales del proyecto y todo lo relacionado con este. En el capítulo tres, se establece la metodología general de desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta la normativa actual y los requerimientos mínimos de presentación de este. Por otra parte, en el capítulo cuatro, se dan las conclusiones o metas planteadas al inicio, y, tienen en cuenta las disposiciones adicionales generadas a partir del análisis del resultado. Adicionalmente, se encuentran los anexos A, B, C, D, E; los cuales describen paso a paso la metodología planteada y soporta los resultados obtenidos y analizados como se mencionaba anteriormente. Por último, se encuentra la bibliografía del proyecto; la cual corresponde a toda la información que se investigó y utilizó en función del presente documento.

# Capítulo 2

## 2. Marco teórico

### 2.1 Vías o carreteras

Las vías son ampliamente usadas como el principal corredor para conectar diferentes localizaciones “puntos” sin perder el rumbo. De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como: Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales. (INVIAS, 2002)

En general una vía está conformada por una distancia de entre 5 a 7 metros aprox. Las vías pueden estar constituidas por pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento semi rígido, adoquines, entro otros.

### 2.2 Diseño de carreteras

En el diseño de carreteras debe tenerse en cuenta diferentes aspectos tales como caracterización topográfica de la zona, alineamiento vertical, alineamiento horizontal, velocidad de diseño, diseño de pavimento, etc. De acuerdo con el Instituto Nacional de Vías “INVIAS” en el cual se establecen requisitos técnicos de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el proyecto ya sea planeación, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación de la carretera, así como lo especifica (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008)

Con base en la información anterior se define los aspectos a seguir en el diseño de carreteras en el Departamento del Caquetá.

## 2.3 Topografía de la zona

Levantamiento topográfico del corredor de ruta La primera actividad es el establecimiento de una poligonal cuyos vértices serán bases de topografía a partir de las cuales, mediante radiación, se toman las coordenadas de puntos del terreno. Se aceptará el uso de equipos GPS para la realización de esta actividad, prescindiendo así de la poligonal conformada por las bases de topografía, siempre y cuando su precisión sea la suficiente para justificar su uso en lugar de equipos convencionales. El ancho de la faja de terreno a levantar en cada sector del corredor será definido por los ingenieros a cargo del diseño en función de las características topográficas del sitio. Para que el modelo digital elaborado a partir de la nube de puntos tenga una precisión suficiente es deseable que la distancia entre ellos no supere diez metros (10 m). (Manual de diseño geométrico de carreteras, p14, 2008).

## 2.4 Diseño Geométrico de Carreteras

Corresponden a los estudios relacionados con el diseño de las características geométricas de la vía en cuanto a velocidad de diseño, diseño horizontal, diseño vertical, sección transversal y demás aspectos técnicos relacionados con el diseño geométrico de una vía. (Agencia Nacional de Infraestructura).

### 2.4.1 AutoCAD Civil 3D licencia estudiantil.

Civil 3D es un programa de diseño de ingeniería civil que admite el modelado de información de construcción para realizar la modelación de diseños geométricos, movimientos de tierra, topografía, redes de tuberías, entre otras; de igual forma el programa integra funciones para el dibujo, diseño y la documentación para la construcción.

### 2.4.2 Parámetros de diseño

Se definen los diferentes parámetros que regirán el diseño, de acuerdo con las normas vigentes (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Invias 2008), teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias de los estudios realizados, de igual manera, se analizan

las características del trazado inicial con el fin de llevar a cabo los ajustes correspondientes de acuerdo con las especificaciones dadas.

## 2.5 Diseño de Pavimento

Un pavimento está conformado por un grupo de capas de material que se encuentran superpuestas, las cuales se diseñan y se construyen técnicamente, estas capas se apoyan sobre la subrasante de la vía y esta compuestas por una capa de rodadura, base, subbase y subrasante, con el fin de proporcionar al conductor confort, seguridad, servibilidad, etc. Y sus principales características son: resistir la acción de cargas, resistir la acción de la intemperie, disminución del tiempo.

La metodología utilizada en Colombia para el diseño de pavimentos flexibles es la AASHTO 93.

### 2.5.1 Método AASTHO 93

La metodología AASTHO 93 para diseño de pavimentos flexibles se presenta un método o algoritmo a través del cual se obtiene el parámetro llamado número SN cuyo valor además de ser indicativo del espesor total requerido del pavimento, se encuentra en función del tránsito, confiabilidad, CBR de las capas del pavimento, desviación estándar, índice de servicio, modulo resiliente del asfalto, condiciones de drenaje; a continuación, se presenta el algoritmo para el cálculo del parámetro SN:

$$\log N_{80kn} = Z_r * S_o + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \left[ \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{\frac{4.2-1.5}{1094}}\right)}{0.40 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log Mr - 8.07 \quad (2.1)$$

### 2.5.2 Estructura del pavimento

El pavimento se conforma por cuatro capas Subrasante, subbase, base, capa de rodadura las cuales son conformadas por material lo más cercanos al proyecto pero que a su vez cumplan con las especificaciones y ensayos.

- **Subrasante:** Está conformada por el terreno natural y es la capa que soporta el resto de la estructura del pavimento, en ocasiones se conforma por un corte o un relleno dependiendo del diseño geométrico.
- **Subbase:** La subbase se encarga de soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores, además en muchos casos la subbase drena el agua que se introduce a través de la capa de rodadura o bermas e impide el bombeo o ascensión capilar. (Fonseca,1998)
- **Base:** La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito. (Fonseca 1998)
- **Capa de rodadura:** La capa debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, ser impermeable hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento, su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento. (Fonseca 1998)



Ilustración 2-1 Estructura del pavimento.

# Capítulo 3

## 3. Metodología

En este capítulo se presenta la metodología usada para el diseño geométrico y de pavimentos, se determinó un tramo de vía terciaria en el departamento del Caquetá en el municipio de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro K0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

El programa que se usó para realizar el diseño geométrico fue el software AutoCAD Civil 3D, licencia estudiantil. El cual permite realizar un modelado de cada uno de los elementos del diseño geométrico como lo son: los alineamientos horizontales y verticales, secciones transversales, tipo de curva, planos; teniendo en cuenta cada uno de los parámetros de diseño seleccionados.

El método que se usó para el cálculo del tránsito promedio diario es el expuesto por el autor Alfonso Montejo Fonseca, caso 2, en el cual no existe registro histórico del tránsito promedio diario (TPD).

En el diseño del pavimento flexible se utilizó el método sugerido por el INVIAS que es el de AASTHO 93 el cual tiene como objeto el cálculo del parámetro SN con el cual se calcula la altura de cada una de las capas que conforman el pavimento flexible.

En la recolección de la información secundaria se refiere a información valiosa para el diseño geométrico y de pavimento. La cual fue suministrada por SUMYTRANS y por cuenta propia como es el caso del estudio de tránsito.

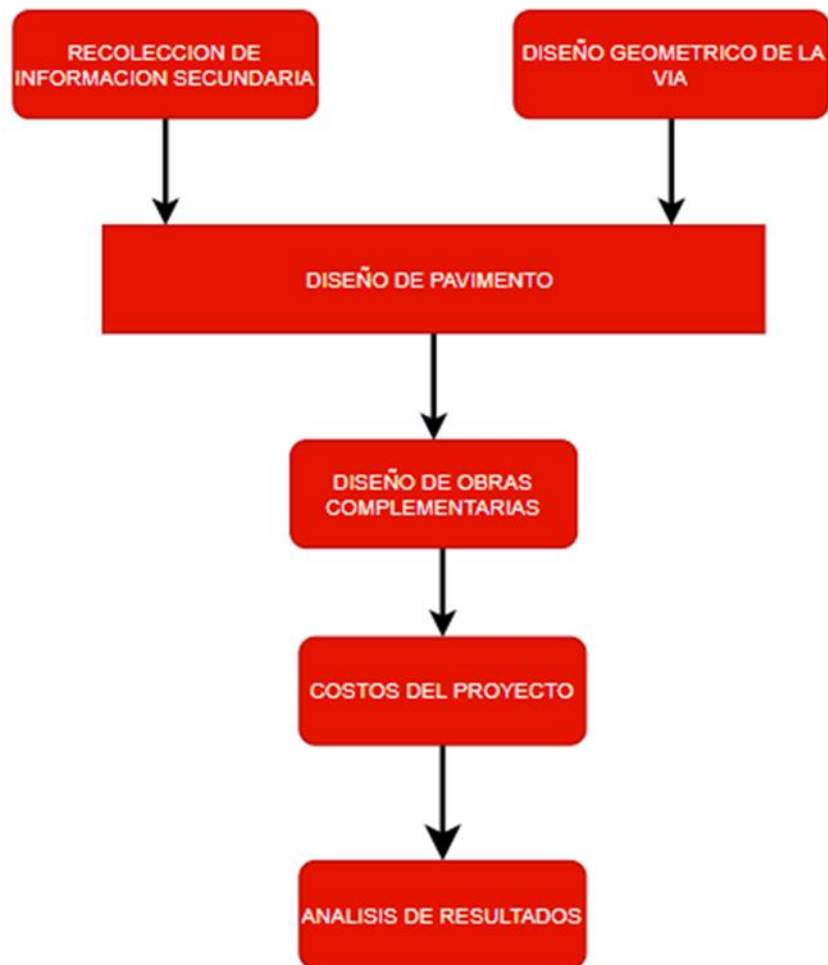


Ilustración 3-1 Metodología del desarrollo del proyecto

### 3.1 Recolección de información secundaria

La información secundaria se basa en la recolección de información necesaria para la realización de los diseños geométrico y de pavimento la cual es suministrada por terceros y de autoría propia; la información secundaria que se empleó en el diseño de geométrico y de pavimento es la siguiente: Localización del proyecto, estudio de tránsito, topografía de la zona del proyecto, estudio de suelos.



### 3.1.1 Localización del proyecto

El municipio de La Montañita se encuentra situado al Occidente del departamento de Caquetá, a una distancia de 32 km de Florencia, capital departamental. Su extensión territorial es de 1.484 km<sup>2</sup>, y la cabecera municipal se encuentra a una altitud de 450 m s. n. m.



**Ilustración 3-2** Ubicación municipio de La Montañita – Caquetá

El tramo se encuentra localizado en las coordenadas inicial 1°29'9.37" N -75°26'24.15W y final 1°30'33.50" N - 75°25'50.93"W



**Ilustración 3-3** Ubicación específica del proyecto (Google Earth)

### 3.1.2 Topografía de la zona del proyecto

La información sobre la topografía de la zona del proyecto fue suministrada por SUMYTRANS QSR S.A.S, la información fue recolectada mediante GPS doble frecuencia de alta precisión marca CHC 91X; los cuales se ubicaron en dos puntos ver tabla 3.1.1 por lo cual el levantamiento de los puntos GPS 01 y 02 se realizó los días 05 de marzo 2021, utilizando como base el LABO de la red perteneciente a GEORED en el municipio de Pitalito; y como Rover se usó equipo GPS CHC 91X, en los puntos GPS 01, 02. La información completa relacionada con la topografía de la zona del proyecto se encuentra en el anexo A “Recolección de información secundaria, Topografía de la zona del proyecto”.

Punto	Latitud	Longitud	Cota
GPS 01	1°29'48.60"N	75°26'2.91"W	257.80
GPS 02	1°29'54.03"N	75°26'1.41"W	265.20

**Tabla 3-1** Coordenadas Geográficas GPS (Fuente: Sumytrans)

### 3.1.3 Estudio de suelos

La entidad sumytrans ha venido realizando diferentes estudios de suelos en el municipio de la Montañita (los informes son un anexo del presente documento Anexo B “Recolección de información secundaria, Estudio de suelos” que datan del año 2020. El estudio de suelo presentado presenta similitudes con la ubicación del proyecto actual; por tanto, se tomarán estos datos como referencia para la obtención del CBR de la rasante. Así bien; a continuación, se presenta el análisis realizado de los informes presentados.

Sistema de clasificación S.U.C. S	Sistema de clasificación AASHTO	Clasificación y descripción del material	CBR%
CH	A-7-5	Arcilla de alta compresibilidad, de color naranja oscuro, con oxidaciones de colores amarillo oscuro, habano, con partículas subangulosas menores a 2", condición del suelo húmedo, pero sin agua visible, de consistencia blanda, de cementación moderada, de estructura homogénea, de resistencia en seco baja, de dilatancia nula, de tenacidad mediana y de plasticidad media.	2.51%

**Tabla 3-2** Resumen estudio de suelos (Sumytrans)

### 3.1.4 Estudio de Transito “Transito Promedio Diario”

El estudio de tránsito se realizó mediante un estudio de conteo diario por una semana en el tramo seleccionado para el diseño geométrico y de pavimento, ya que corresponde a una distancia de tres kilómetros lo cual se toma como un tramo homogéneo; en la sección de los anexos se encuentra de forma más detalla el proceso del estudio de tránsito “Anexo C recolección de información secundaria, Estudio de tránsito. Para la determinación del tránsito normal durante el período de diseño se pueden presentar dos alternativas:

- Caso 1: Cuando existe en el tramo de vía una estación de conteo con serie histórica de tránsito. El Instituto Nacional de Vías tiene asignada una estación de conteo vehicular controlada para cada tramo de vía a su cargo.
- Caso 2: Cuando en el tramo analizado no se tiene información de la historia del tránsito. Este caso corresponde generalmente a vías a cargo de Entidades diferentes al INV.

En el caso del proyecto en cuestión no se tiene información de una estación de conteo con serie histórica por lo tanto se opta por el caso 2.

El procedimiento propuesto para llevar a cabo el programa de conteos vehiculares en la carretera consta de:

- División del tramo en subtramos con tránsito homogéneo.
- En cada uno de los subtramos se llevará a cabo un conteo vehicular, un día típico de semana y un día típico de mercado.
- El conteo se debe realizar por sentido de circulación, hora del día y por tipo de vehículo, y en un periodo diario.
- El tránsito promedio diario se calculará en forma ponderada a los días normales y mercado.

#	total	A%	B%	C%	Categoría	tipo camión	%	Numero camiones
		0,32	0	0,68	C3	C2 pequeño	0,411	7
25	8		0	17	C4	C2 grande	0,352	6
					C5	C3	0,117	2
						C2S1	0	0
						C4	0,117	2
						C3S1	0	0
						C2S2	0	0
FC	2,9176470				C6	C3S2	0,028	0
					C7	C3S3		0
						Bus p600	0	0
						Bus p900	0	0
						Buseta	0	0
						total		17

**Tabla 3-3** Disposición vehicular en el tramo estudiado (tránsito promedio diario)

para el cálculo del tránsito acumulado en ejes equivalentes de 8.2 ton se procedió a tomar la distribución de vehículos arrojados del estudio de tránsito realizado y aplicando el método de la AASHTO y Alfonso Montejo Fonseca para calcular el número de ejes equivalentes con la siguiente ecuación:

$$N(w18) = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} * FC \quad Ec(1)$$

Para el cálculo del número de ejes equivalentes se deben tener en cuenta otros factores los cuales son:

- **TPD** (Transito Promedio diario): Para el cálculo, del tránsito se siguió el procedimiento recomendado por el INVIAS para el caso en el que no existe serie histórica de tránsito

Una situación bastante frecuente es la de carecer de la información de las características del tránsito en las carreteras de bajos volúmenes. Cuando este sea el caso, la componente de tránsito normal se puede estimar con la realización de un conteo vehicular y con ajustes por estacionalidad si se considera necesario.

- **A:** Porcentaje estimado de vehículos pesados entre camiones y/o buses, factor tomado del TPD
- **B** (Factor direccional): tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de calzada.

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total, en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5m y menos de 6 m	¾ del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	½ del total en los dos sentidos	0.50

**Tabla 3-4** Factor direccional, INVIAS.

- **r** (Rata anual de crecimiento): La tasa de crecimiento del tránsito se adopta teniendo en cuenta las recomendaciones del INVIAS para vías con bajos volúmenes de tránsito

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

**Tabla 3-5** Rata anual de crecimiento, INVIAS

- **n** (Periodo de diseño): Dado el bajo nivel de tránsito de las vías que caen dentro del ámbito del Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito y considerando las limitaciones de tipo operativo con que probablemente desarrollen su misión las entidades encargadas de su construcción y su mantenimiento, se ha considerado prudente adoptar un periodo de diseño estructural de diez (10) años.
- **FC** (Factor Camión): se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2 ton, correspondientes al paso de un vehículo comercial (camión o bus); para la obtención del factor camión en este proyecto se utilizará la metodología propuesta por la Universidad del Cauca.

tipo de vehículo	Factor de equivalencia
	Unicauca
C2 pequeño	1,14
C2 grande	3,44
C3	3,76
C2S1	3,37
C4	6,73
C3S1	2,22
C2S2	3,42
C3S2	4,4
C3S3	4,72
Bus p600	0,4
Bus p900	1
Buseta	0,05

**Tabla 3-6** Factores de equivalencia, Ingeniería de pavimentos para carreteras

Para el cálculo del factor camión se plantea la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{\sum \text{porcentaje de vehiculos comerciales} * \text{factores de equivalencia}}{\sum \text{porcentaje total de vehiculos comerciales}} \quad Ec(2)$$

$$FC = 2.92$$

Parámetro	Valor
TPD (Transito promedio diario)	25
A (porcentaje de vehículos pesados)	0.68
B (Factor Direccional)	0.5
r (rata anual de crecimiento)	2%
n (Periodo de diseño)	10 años
Fc (Factor camión)	2.92
N (W18)	100104.772

**Tabla 3-7** Resultado de parámetros del estudio de transito

## 3.2 Diseño geométrico

El diseño geométrico se realizó mediante el software AutoCAD Civil 3d licencia estudiantil, teniendo en cuenta el siguiente procedimiento e implementando los parámetros de diseño recomendados por el INVIAS en el Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008.

### 3.2.1 Parámetros de diseño.

Se definen los diferentes parámetros que regirán el diseño, de acuerdo con las normas vigentes (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS, 2008), teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias de los estudios realizados, de igual manera, se analizan las características del trazado inicial con el fin de llevar a cabo los ajustes correspondientes de acuerdo con las especificaciones dadas.

Los criterios y parámetros de Diseño Geométrico son los que definen los elementos de los alineamientos vertical y horizontal, de manera que brinden funcionalidad, comodidad y seguridad al usuario. De allí la importancia de realizar un análisis detallado de todos los factores que influyen en la determinación de estos, con el fin de obtener resultados que sean acordes al área de influencia directa del proyecto a continuación se realiza la selección de cada parámetro.

- **Clasificación de la vía:** la vía en estudio tiene la particularidad de ser una vía que comunica la cabecera municipal con sus veredas por lo que se clasifica como **terciaria**, según el manual de diseño geométrico de carreteras 2008 de INVIAS.
- **Tipo de terreno:** teniendo en cuenta que se va a trabajar en un sector donde la pendiente longitudinal será inferior o igual al 7% se determina que el terreno será **ondulado**.
- **velocidad de diseño:** Es el parámetro más importante para el desarrollo del estudio de trazado del corredor desde el punto de vista de diseño geométrico es el de la velocidad de diseño; de ella dependen las características de la vía a diseñar, de manera que garantice seguridad y comodidad al usuario, por lo cual para la selección de la velocidad de diseño se tiene en cuenta la clasificación de la vía y el tipo de terreno según lo indica el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS, en la siguiente tabla.



CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO $V_{TR}$ (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 3-8 Valores de velocidad de diseño, INVIAS

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó una velocidad de diseño de  $V_{tr}$ : 30 km/h

- **Ancho de calzada:** es el ancho de vía comprendido por los carriles; para la selección del ancho de calzada este se encuentra en función del tipo de terreno y de la velocidad de diseño, según lo indica el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS, en la siguiente tabla:

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	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 3-9 Anchos de calzada, INVIAS.

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó un ancho de calzada de 4.6 m incluyendo que el ancho de carril es de 2.30 m y la berma cuneta de 0.70 m tenemos la distancia requerida de 6 m.

- **Radio mínimo de giro:** El radio mínimo de giro de un vehículo es el radio de la trayectoria mínima externa de giro descrita por su llanta externa delantera, dicha trayectoria depende de la distancia entre ejes y del ancho entre las caras externas de las llantas; para la selección del radio mínimo de giro se tiene en cuenta la velocidad de diseño según lo indica el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS en la siguiente tabla:

VELOCIDAD ESPECÍFICA ( $V_{CH}$ ) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 <sup>(1)</sup>
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

Tabla 3-10 Radio mínimo de giro, INVIAS.

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó un radio mínimo de giro de 21m y un peralte máximo de 6%.

- **Longitud mínima de curvatura vertical y valores mínimos de K para curvas verticales:** En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad, La aplicación de este criterio evita el cambio súbito de pendiente y permite que el perfil de la vía en la curva vertical tenga una adecuada estética y apariencia. La longitud mínima de la curva vertical para cumplir con este criterio está en función de la Velocidad Específica según el manual de diseño geométrico de carreteras 2008, INVIAS, en la siguiente tabla:

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 3-11 longitud mínima de curva vertical y valores de K mínimos, INVIAS

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó una longitud mínima de curva vertical de **20m** y un K mínimo de curva cóncava de **6** y un K mínimo de curva convexa de **2**.

- **Longitud mínima de la tangente vertical:** La longitud mínima de las tangentes verticales con Velocidad Específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora ( $V_{TV} \leq 40$  km/h) será equivalente a la distancia recorrida en siete segundos (7 s) a dicha velocidad, medida como proyección horizontal, de PIV a PIV; la longitud mínima de la tangente vertical está en función de la velocidad específica de la tangente vertical como lo especifica el manual de diseño geométrico de carreteras 2008, INVIAS en la siguiente tabla:

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 3-12 Longitud mínima de la tangente vertical, INVIAS.

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó una longitud mínima de la tangente vertical de **60m**.

- Pendiente mínima, pendiente media máxima, pendiente máxima:** La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable, La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar, como lo especifica el manual de diseño geométrico de carreteras 2008, INVIAS; en la siguientes tablas:

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 3-13 Pendiente media máxima del corredor de ruta %, INVIAS

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL $V_{TV}$ (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-14 Pendiente máxima del corredor de ruta %, INVIAS.

Para el corredor propuesto y presentado en este informe se seleccionó una pendiente mínima del 0.3%, pendiente media máxima del 7% y una pendiente máxima del 12%.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Clasificación del terreno	Terciaria
Tipo de terreno	ondulado
Velocidad de diseño	30Km/h
Ancho de calzada vía	4.60m
Número de carriles	2
Carril	2.3m
Radio mínimo de curvatura	21m
Longitud mínima de la curva Vrt	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	60m
K mínimo curva cóncavas	6
K mínimo curva convexa	2
Peralte máximo	6.00%
Pendiente mínima	0.3%
Pendiente máxima longitudinal	12%
Pendiente media máxima longitudinal	7%
Bombeo normal	2.00%
Berma Cuneta	0.70m

Tabla 3-15 Parámetros de diseño geométrico

### 3.2.2 Estudio del corredor

Una vez estudiada la red vial existente y definidos todos y cada uno de los parámetros que rigen su diseño y especificaciones, se procede a precisar el corredor propuesto dimensionando todos los elementos que caracterizan los alineamientos horizontales, verticales y las secciones transversales, en el software AutoCAD Civil 3D.

- **Tipo de empalme**

$\Delta$	Tipo de empalme
$\Delta \leq 2^\circ$	No requiere empalme, se considera un punto de quiebre.
$2^\circ < \Delta \leq 6^\circ$	Circular Simple: los radios estarán de acuerdo con la tabla 3.10 del manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS
$6^\circ < \Delta \leq 20^\circ$	Espiral - Espiral
$\Delta > 20^\circ$	Espiral – Circulo – Espiral: la longitud en metros de la parte circular debe ser mínimo $0.556*V$ específica

**Tabla 3-16** Tipos de empalme

- **Entretangencia horizontal**

Entretangencia mínima

Para curvas de distinto Sentido: Considerando el empleo de curvas espirales, se puede prescindir de tramos de entretangencia rectos.

Si el alineamiento se hace con curvas circulares únicamente, la longitud de entretangencia debe satisfacer la mayor de las condiciones dadas por la longitud de transición, de acuerdo con los valores de pendiente máxima para rampa de peraltes y por la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos (5 s) a la menor de las Velocidades Específicas (VCH) de las curvas adyacentes a la entretangencia en estudio.

Para curvas del mismo sentido: En el diseño con curvas espirales la entretangencia no puede ser menor a la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos (5 s) a la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH).

Para diseños con curvas circulares, especialmente en terreno plano, la entretangencia no puede ser menor al espacio recorrido en un tiempo no menor de quince segundos (15 s) a la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH).

Por su misma naturaleza, las curvas del mismo sentido se deben considerar indeseables en cualquier proyecto de carreteras, por la inseguridad y disminución de la estética que representan. Ya que, por dificultades del terreno, son a veces imposibles de evitar, se debe intentar siempre el reemplazo de dos curvas del mismo sentido por una sola curva que las envuelva.

Finalizada esta etapa se cuenta con la información completa y precisa de todos los puntos de intersección (PI), alineamientos y demás elementos que permiten la localización del proyecto.

### 3.2.3 Determinación del alineamiento vertical y horizontal (Diseño Geométrico)

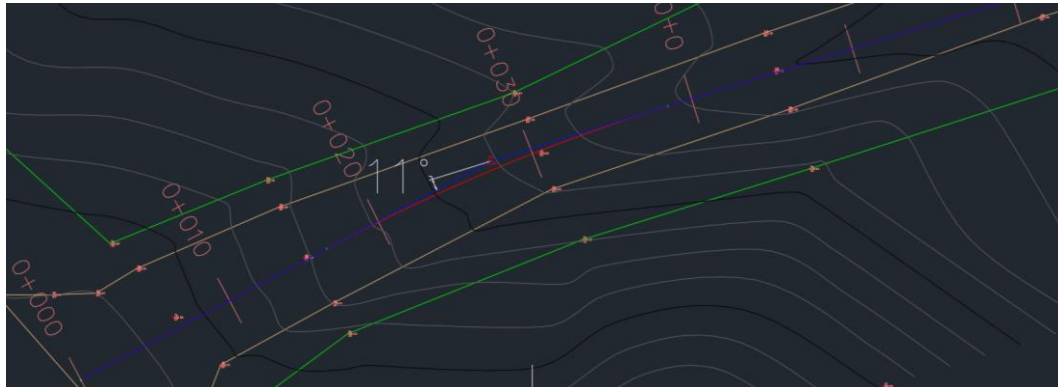
Finalmente se procede a realizar el diseño de los elementos que conforman las curvas verticales y horizontales (alineamientos) en el software AutoCAD Civil 3D en los cuales se procede a realizar el modelado de la vía implementando los parámetros para su correcto diseño, así como la creación de ensamblajes para las secciones transversales, representados gráficamente en planos Planta-Perfil y de secciones (los planos como los cuadros de elementos de las curvas horizontales y verticales se encuentran en el Anexo D “Planos Planta – Perfil, secciones transversales”) y como paquete de planos externos en pdf.

- **Alineamiento horizontal**

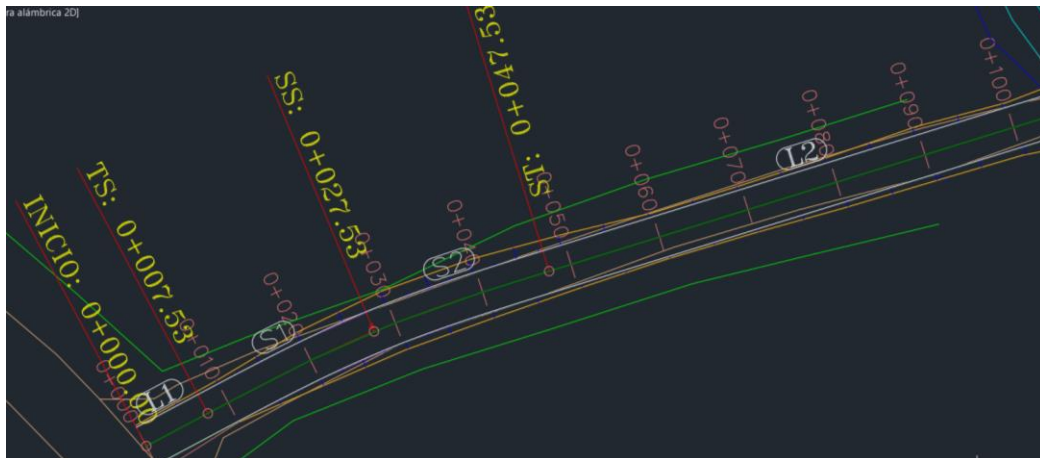
Para la selección del tipo de curva se analizan las deflexiones presentadas en los puntos de quiebre del eje de vía y dependiendo de su ángulo de deflexión se tomará la decisión del tipo de empalme y curva que se requiere en el proyecto, a continuación, se presentan los tipos de empalmes y curvas seleccionadas:

**Curva 1**

Presenta un ángulo de deflexión de  $11^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3- 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.



**Ilustración 3-4:** Angulo de deflexión curva 1.



**Ilustración 3-5:** Curva 1 espiral - espiral



### Curva 2

Presenta un ángulo de deflexión de  $18^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral - espiral.

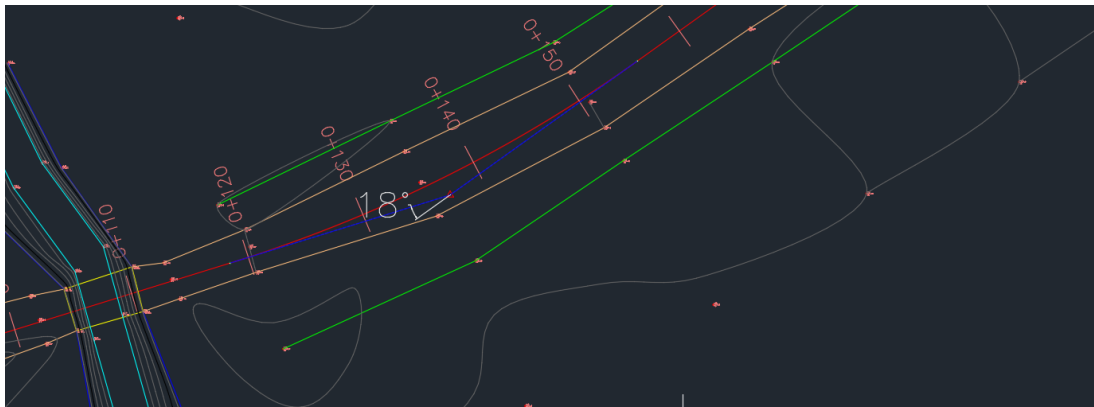


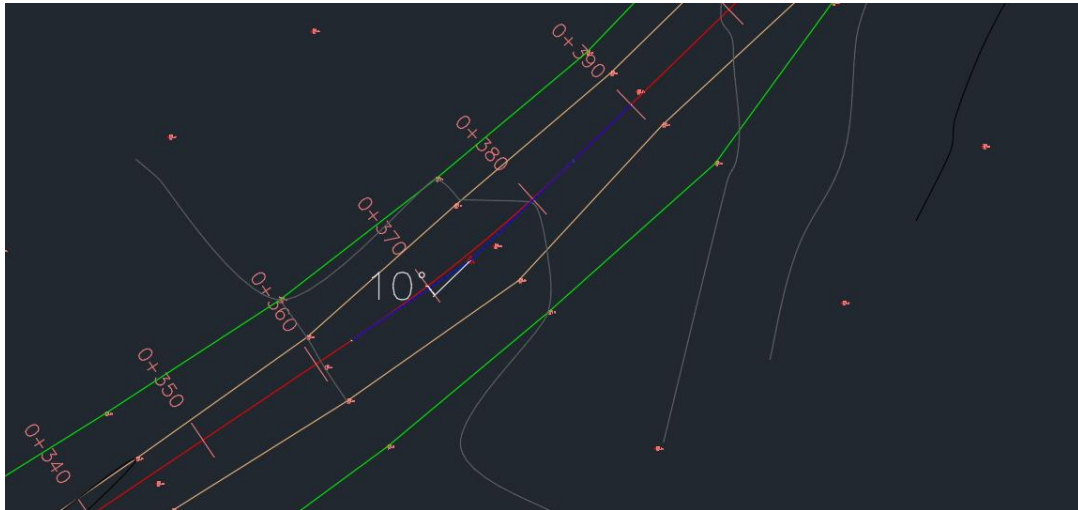
Ilustración 3-6: Angulo de deflexión curva 2



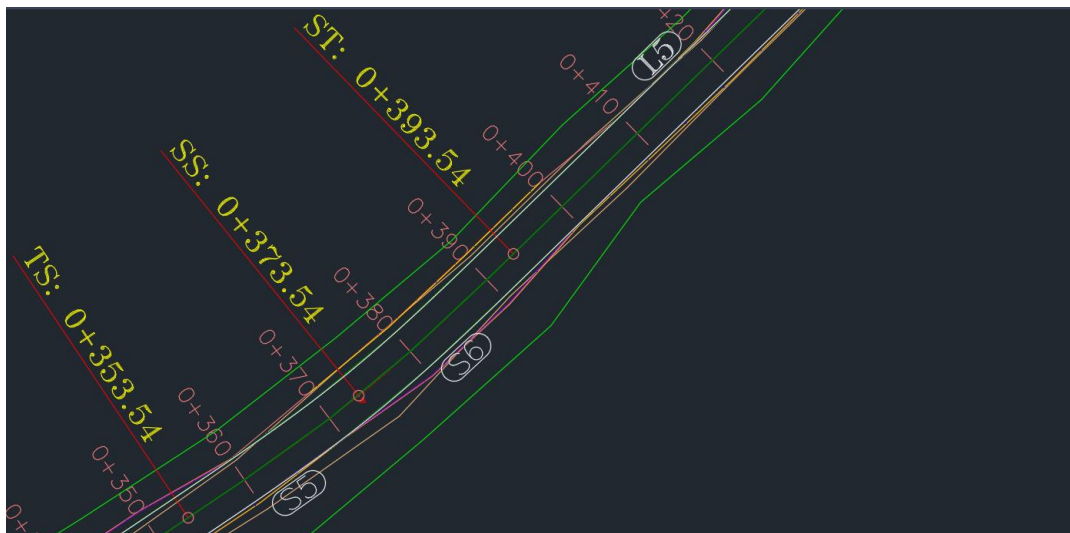
Ilustración 3-7: Curva 2 espiral - espiral.

**Curva 3**

Presenta un ángulo de deflexión de  $10^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.



**Ilustración 3-8:** Ángulo de deflexión curva 3



**Ilustración 3-9:** Curva 3 espiral - espiral.

### Curva 4

Presenta un ángulo de deflexión de  $29^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral - círculo - espiral.

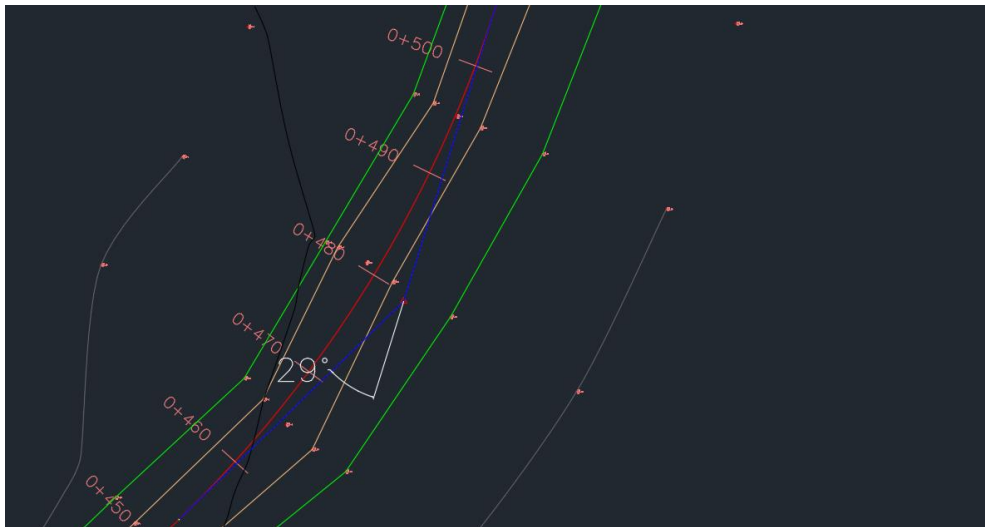


Ilustración 3-10: Angulo de deflexión curva 4

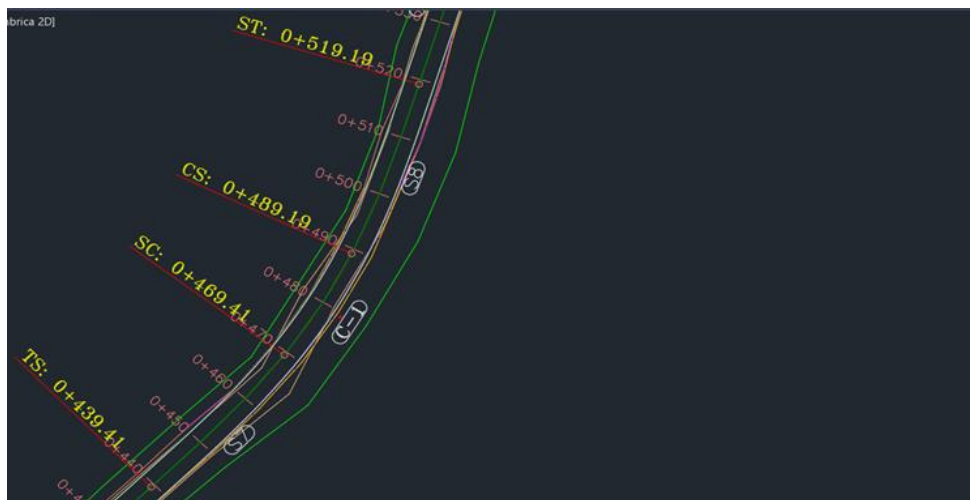
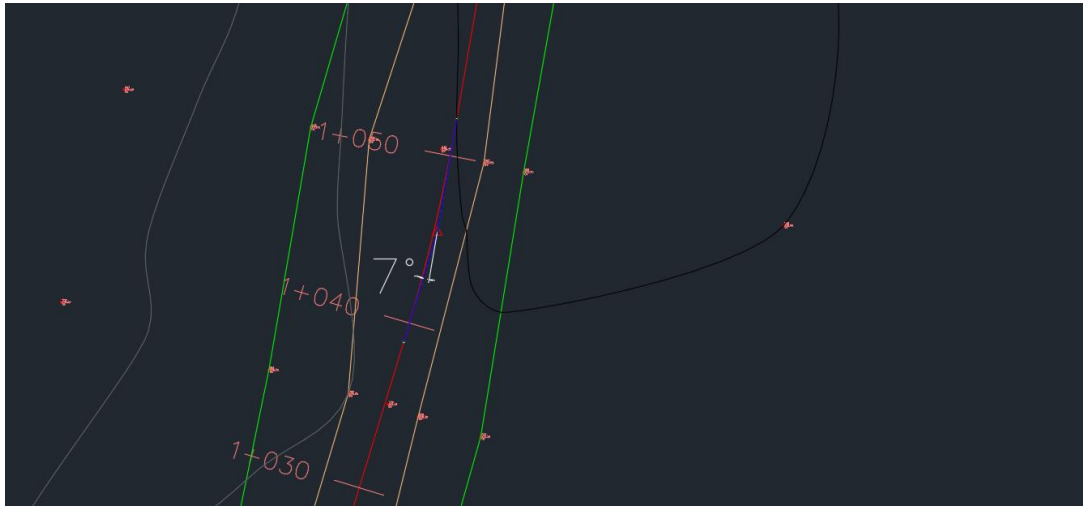


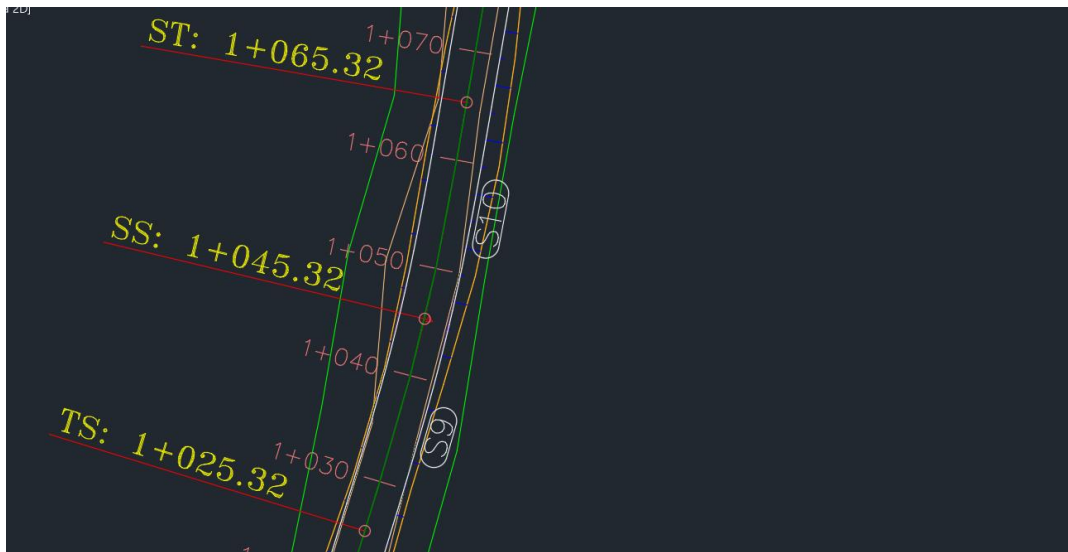
Ilustración 3-11: Curva 4 espiral - círculo - espiral.

**Curva 5**

Presenta un ángulo de deflexión de  $7^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.



**Ilustración 3-12:** Angulo de deflexión curva 5



**Ilustración 3-13:** Curva 5 espiral – espiral.

### Curva 6

Presenta un ángulo de deflexión de  $24^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral - círculo - espiral.

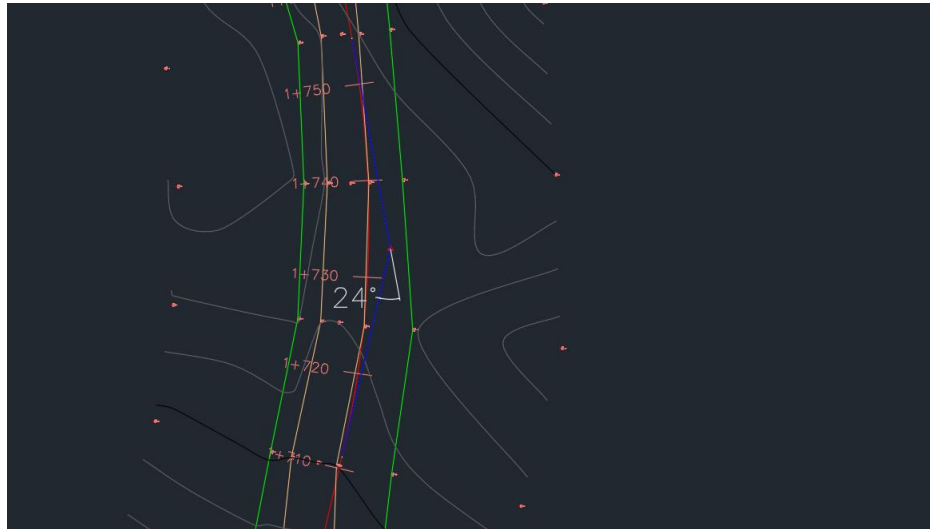


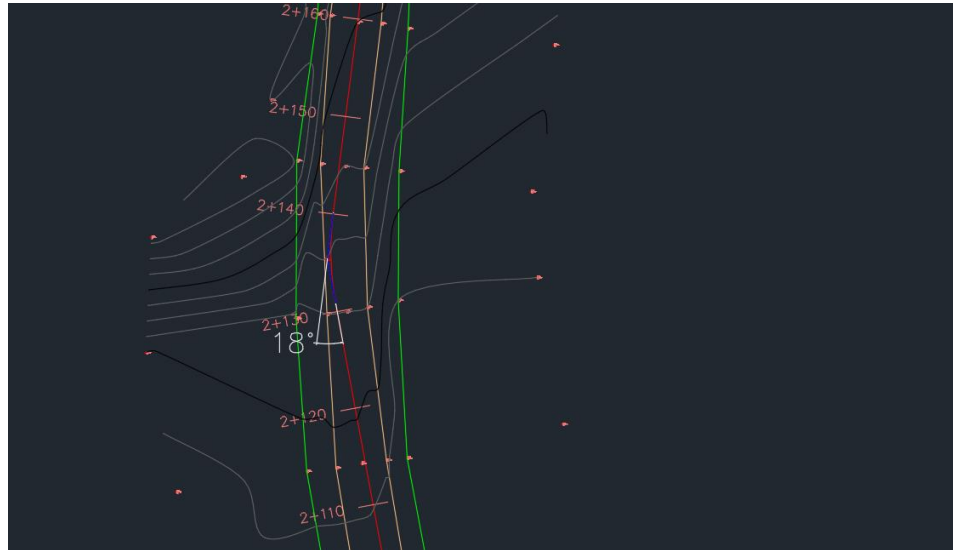
Ilustración 3-14: Angulo de deflexión curva 6



Ilustración 3-15: Curva 6 espiral - círculo - espiral

**Curva 7**

Presenta un ángulo de deflexión de 18° grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.



**Ilustración 3-16:** Angulo de deflexión curva 7



**Ilustración 3-17:** Curva 7 espiral - espiral.

### Curva 8

Presenta un ángulo de deflexión de  $49^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral - círculo - espiral.

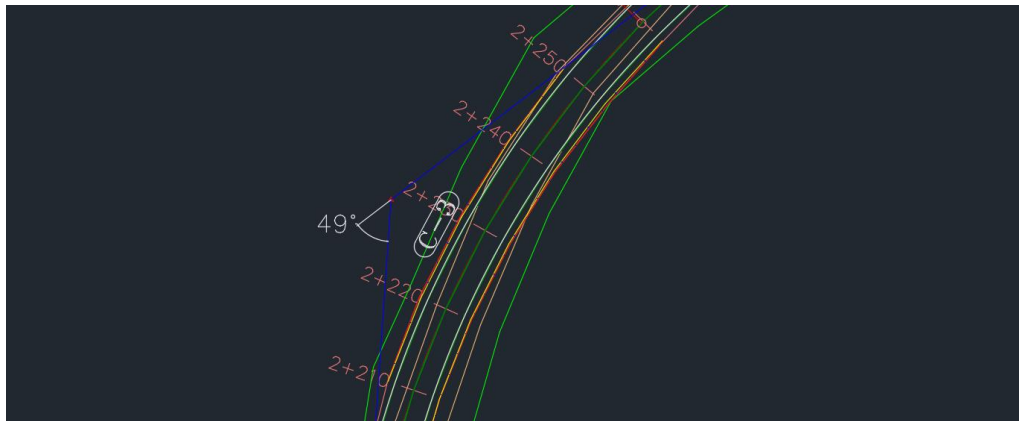


Ilustración 3-18: Angulo de deflexión curva 8

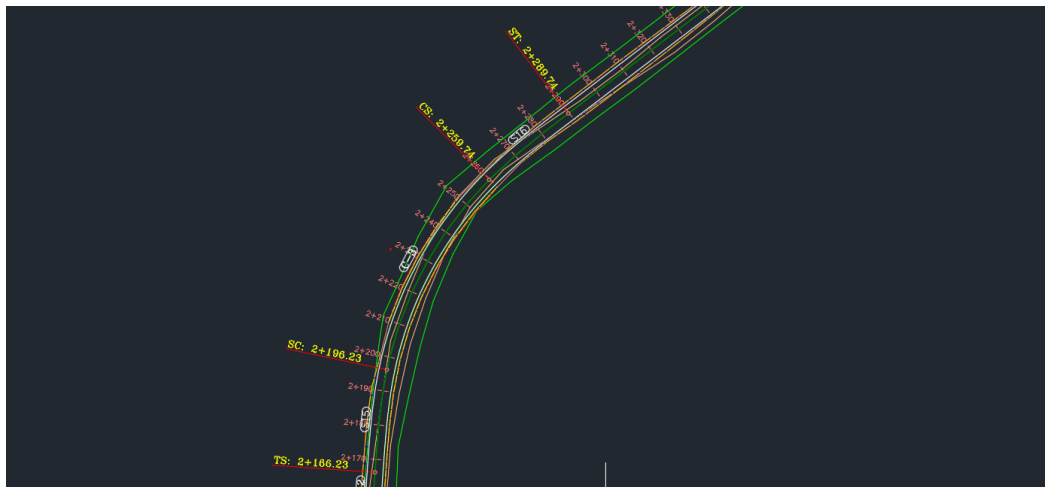


Ilustración 3-19: Curva 8 espiral - círculo - espiral

**Curva 9**

Presenta un ángulo de deflexión de  $12^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.

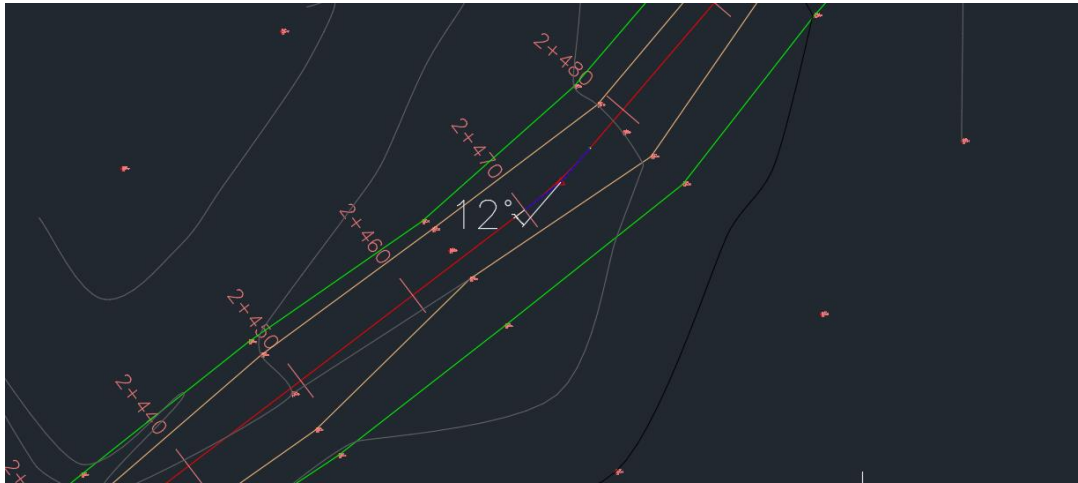


Ilustración 3-20: Angulo de deflexión curva 9



Ilustración 3-21: Curva 9 espiral – espiral



### Curva 10

Presenta un ángulo de deflexión de  $19^\circ$  grados por lo cual según la tabla 3 - 16 de tipos de empalme se selecciona una curva espiral – espiral.

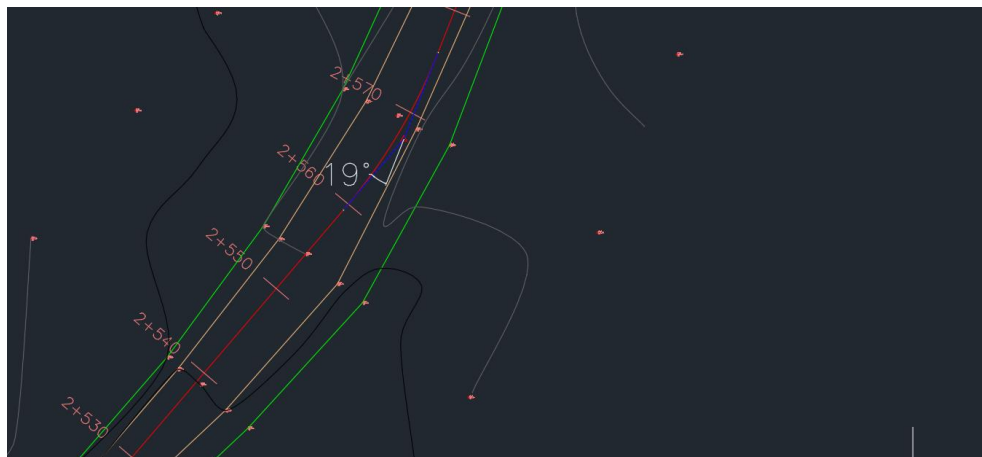


Ilustración 3-22: Angulo de deflexión curva 10



Ilustración 3-23: Curva 10 espiral – espiral

- Alineamiento vertical

Para el diseño del alineamiento vertical en el diseño de las curvas se tiene en cuenta los parámetros indicados en la tabla 3 – 15 parámetro de diseño como lo son valores mínimos de K, pendiente media y máxima longitudinal y longitud mínima de la tangente vertical, a continuación, se presentan las curvas diseñadas:

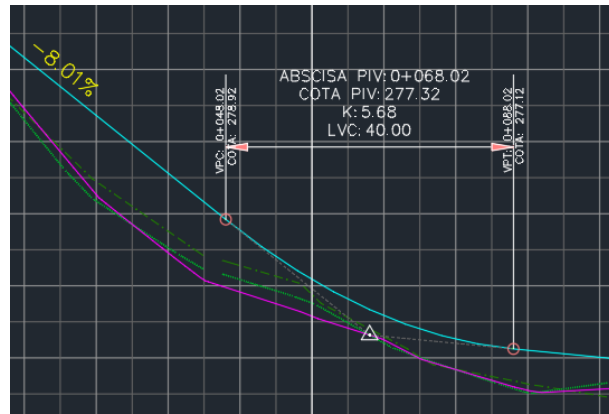


Ilustración 3-24: Curva vertical 1

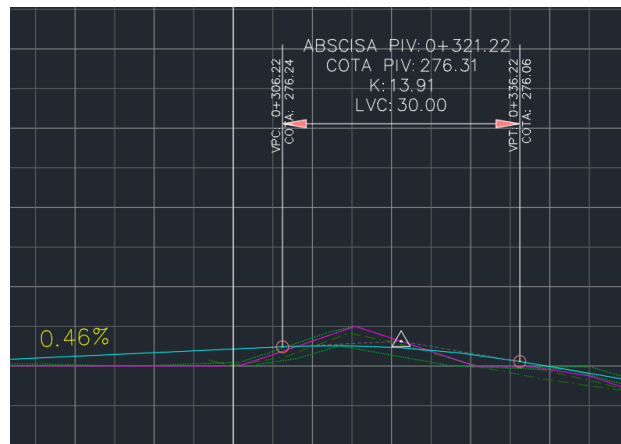


Ilustración 3-25: Curva vertical 2

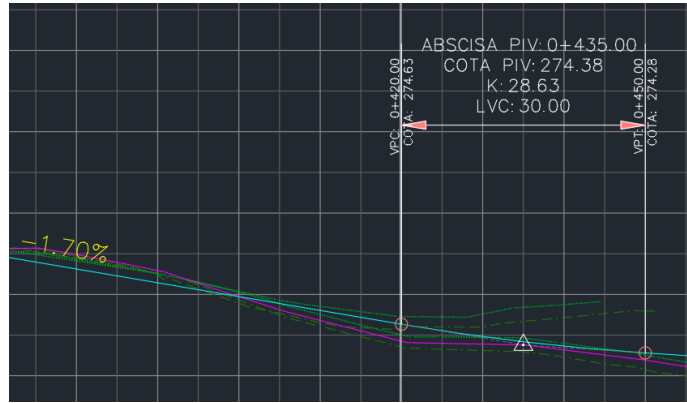


Ilustración 3-26: Curva vertical 3

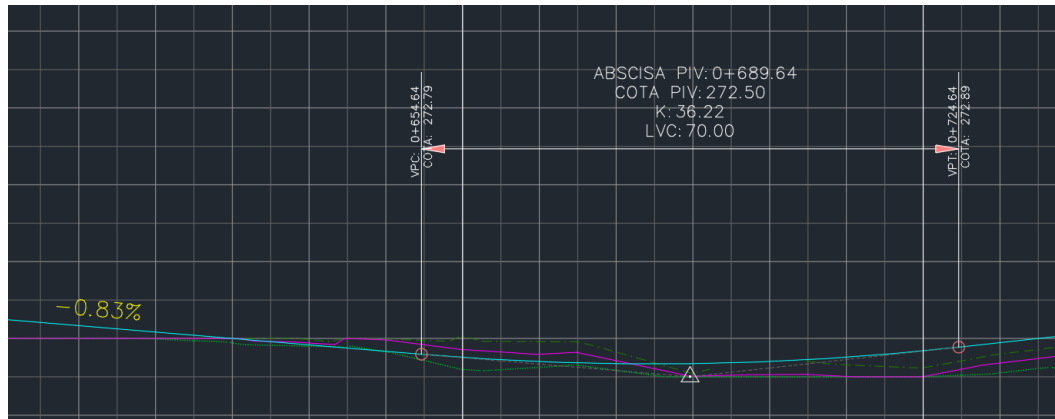


Ilustración 3-27: Curva vertical 4

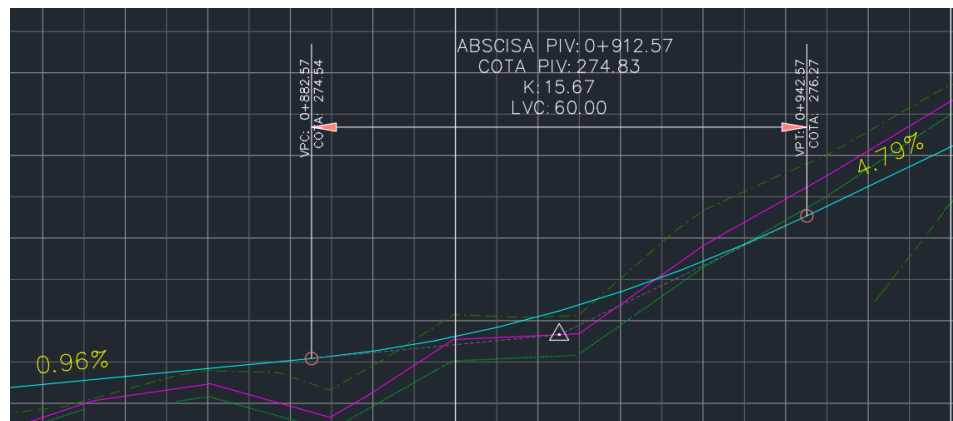


Ilustración 3-28: Curva vertical 5

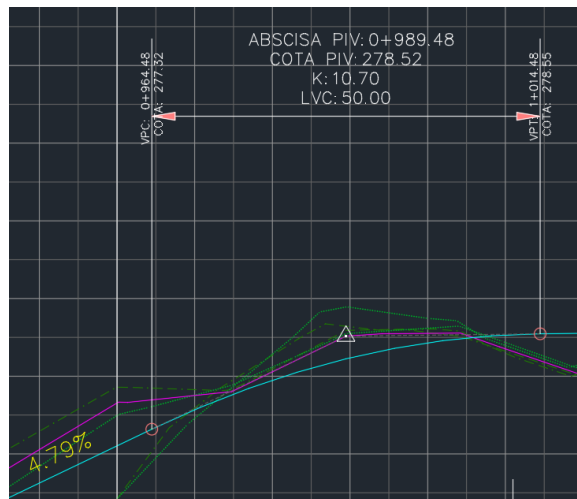


Ilustración 3-29: Curva vertical 6

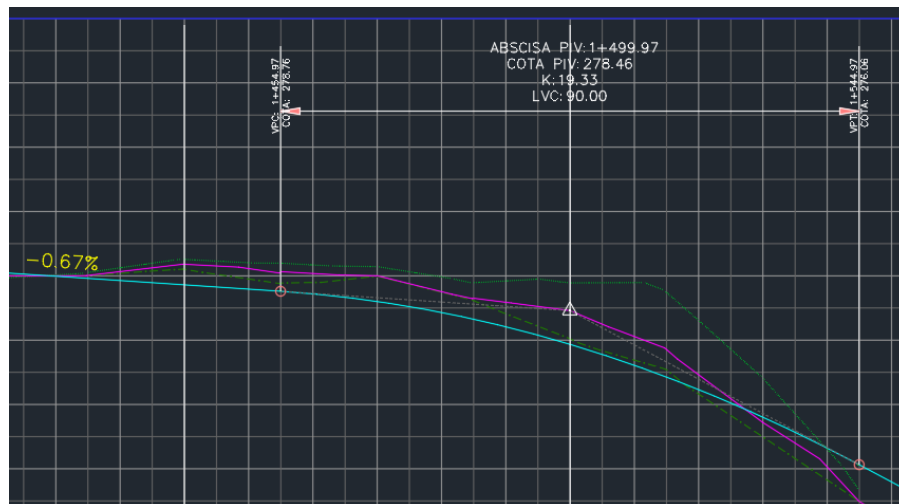


Ilustración 3-30: Curva vertical 7

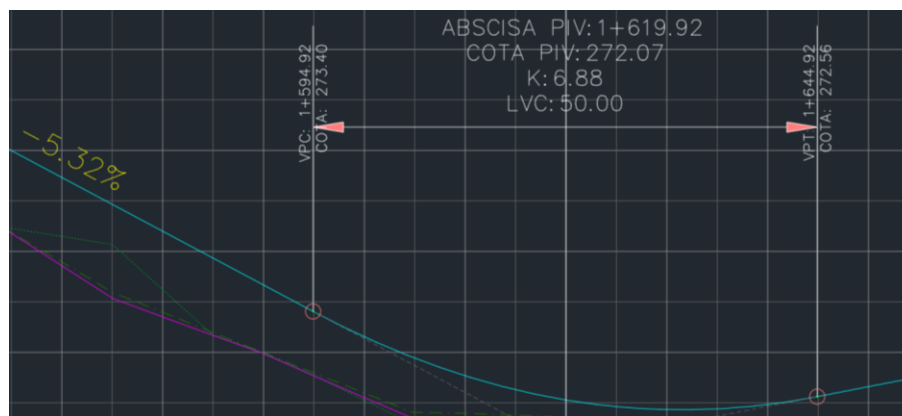


Ilustración 3-31: Curva vertical 8

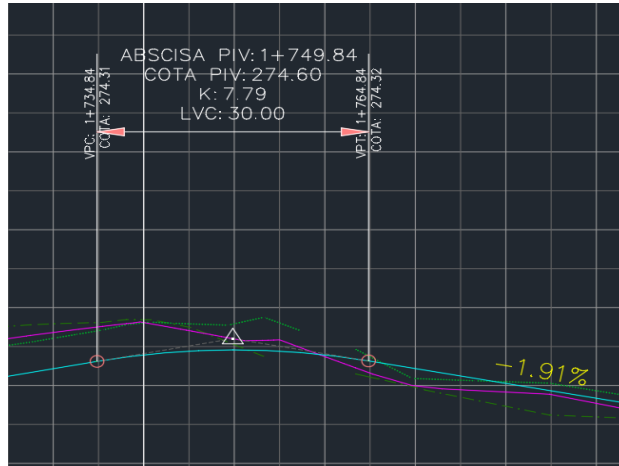


Ilustración 3-32: Curva vertical 9

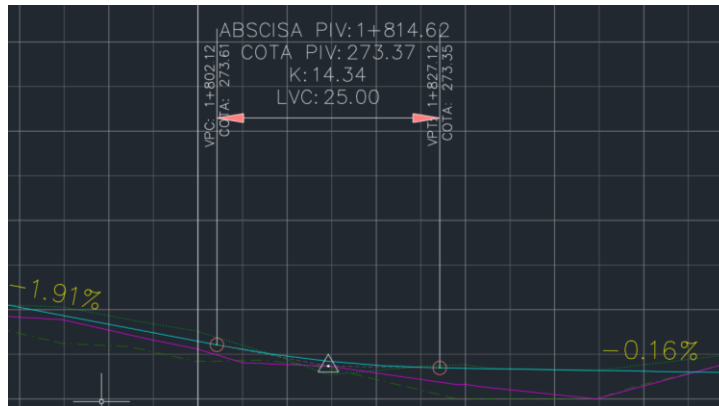


Ilustración 3-33: Curva vertical 10

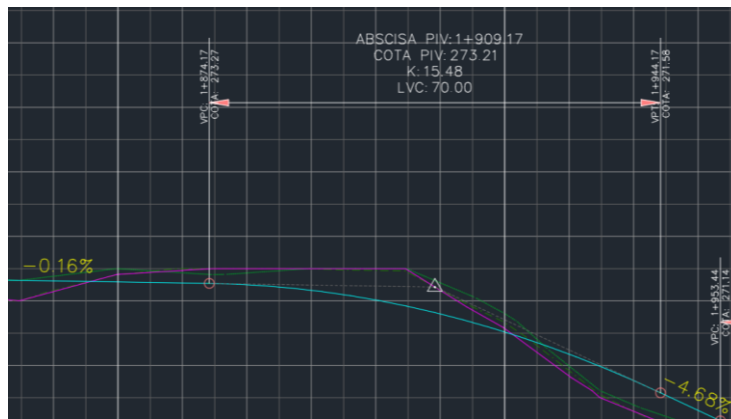


Ilustración 3-34: Curva vertical 11

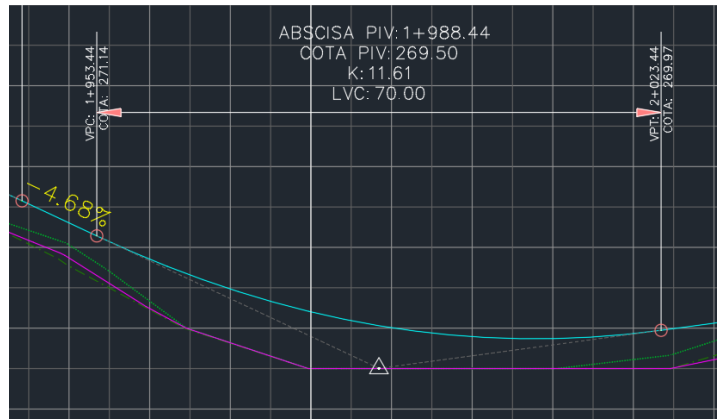


Ilustración 3-35: Curva vertical 12

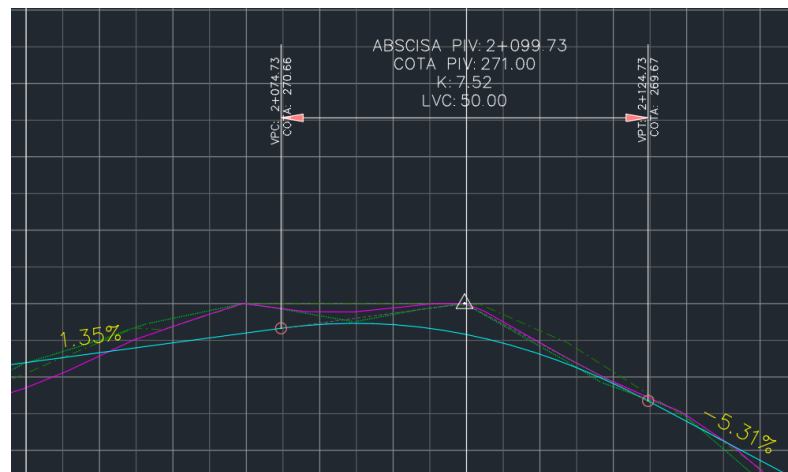


Ilustración 3-36: Curva vertical 13

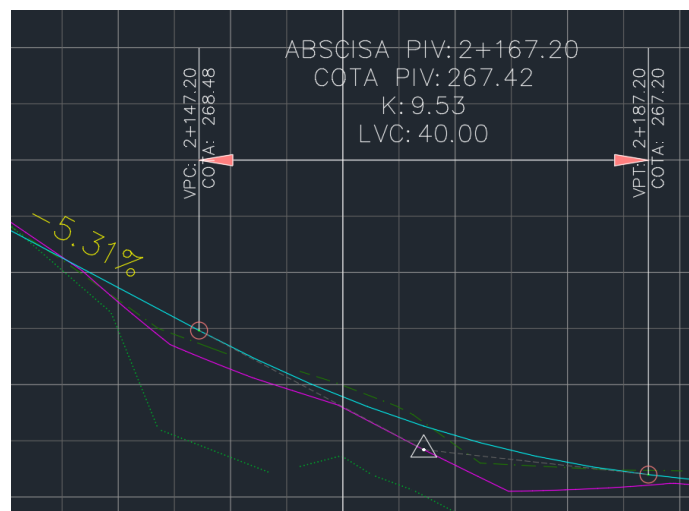


Ilustración 3-37: Curva vertical 14

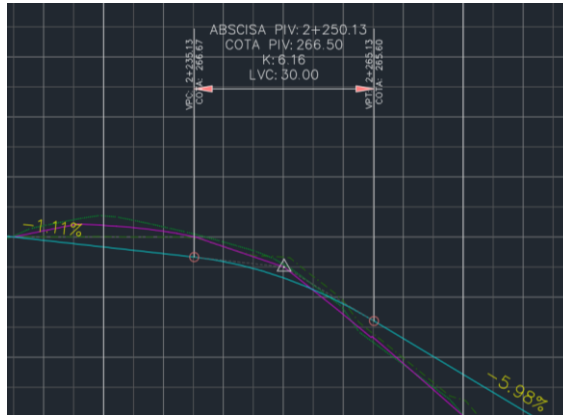


Ilustración 3-38: Curva vertical 15

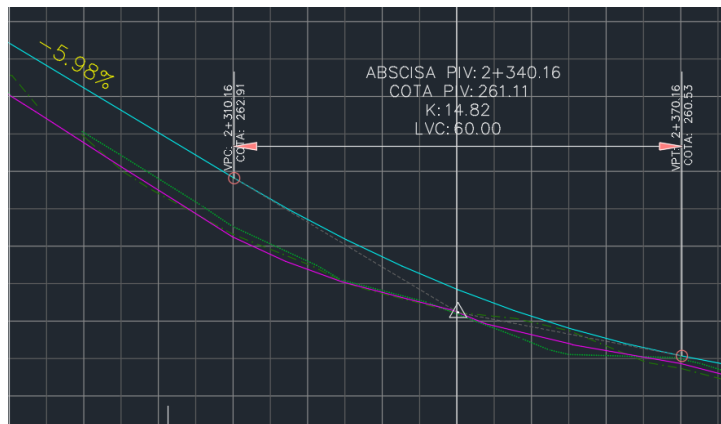


Ilustración 3-39: Curva vertical 16

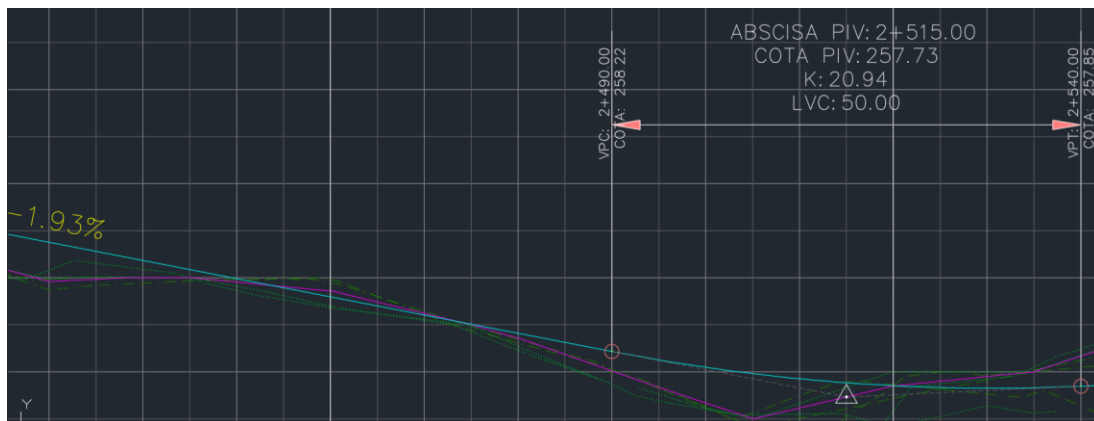


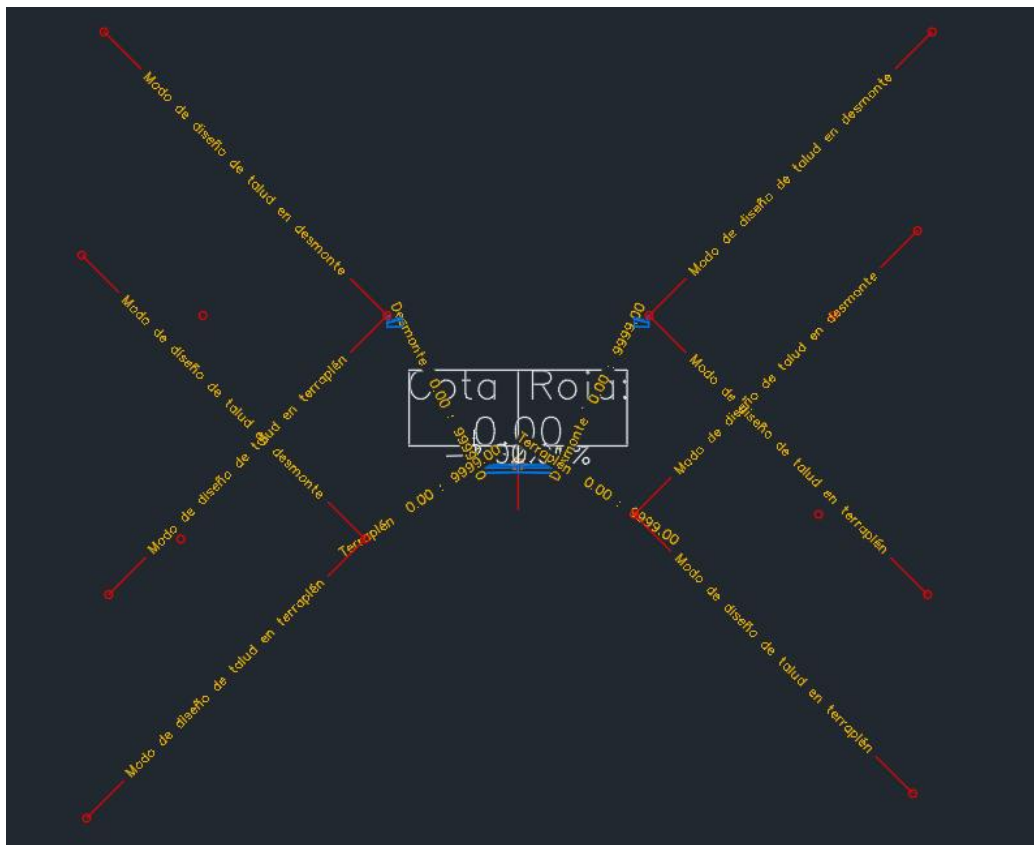
Ilustración 3-40: Curva vertical 17

- **Secciones transversales**

Para la sección transversal se crea un ensamblaje en el cual se especifican las dimensiones de las capas que componen el pavimento, a si como las condiciones en las que la sección transversal presente rellenos o cortes en la rasante.

Cortes: la sección transversal presenta una condición de corte en la cual se tiene que adicionar berma - cuneta, para evitar que las aguas socaven la vía al quedar expuesta a una escorrentía superficial en los bordes de la calzada, esta condición se puede presentar en ambos lados de vía o en un solo lado (izquierdo o derecho).

Relleno: la sección transversal presenta una condición de terraplén en la cual no se adopta por adicionar berma cuneta, debido a que el bombeo de la vía del 2% conduce el agua hacia las orillas del terraplén y esta fluye por el terraplén.



**Ilustración 3-41:** ensamblaje de sección transversal en condiciones de corte y relleno.



La representación gráfica de todos los elementos que conforman el diseño vial logran ser la base fundamental para llevar a cabo los análisis económicos y finalmente la etapa constructiva. Esta representación gráfica consiste en la elaboración de los planos Planta-Perfil y de secciones del corredor en estudio que contienen:

<b>Diseño en planta</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro de coordenadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de las curvas horizontales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abscisado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de chaflanes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenclatura vial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norte.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafica de peraltes</li> </ul>	
<b>Diseño en perfil</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de la nueva rasante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de la rasante actual.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abscisas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de curvas verticales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cota roja.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cota negra.</li> </ul>	

**Tabla 3-17** Características del diseño geométrico.

### 3.3 Diseño de Pavimento

Para el diseño del pavimento se empleará la normativa aplicada en el manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito del INVIAS el cual en la sección 2.2 se especifica componentes de tránsito – situación 3. define el diseño para vías secundarias y terciarias de bajo tráfico el método de AASTHO 93 es un método tradicional usado en Suramérica para pavimento flexible el cual presenta información

preliminar precisa y segura para un óptimo diseño, para la utilización del método de la AASTHO 93 es necesario seleccionará y recolectará los siguientes parámetros:

### 3.3.1 Parámetros de diseño

Para los estudios y diseños del proyecto mejoramiento de la vía terciaria mediante asfaltita natural en el municipio de la Montañita, Caquetá, se seleccionaron siguientes valores para cada parámetro, definiéndolos con las condiciones del proyecto, para la realización de la estructura del pavimento.

- **Confiabilidad:** Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento, para la selección de este parámetro se especifica en el método de la AASTHO 93 en las siguientes tablas:

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 – 95
Colectores	80 - 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 -80

**Tabla 3-18** Niveles de confiabilidad, aashto 93.

Confiabilidad R %	Desviación normal estándar Zr
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751

97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

**Tabla 3-19** Determinación de la desviación estándar normal  $Z_r$ , aashto 93

- **Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ):** Pérdida de Servicios (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial (po) y su planitud al final del periodo de diseño (Serviciabilidad Final (pt)). para la selección de este parámetro se especifica en el método de la AASTHO 93 en la siguiente tabla:

Índice de servicio	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

**Tabla 3-20** Índice de servicio, aashto 93

- **Error estándar ( $S_o$ ):** El valor de la desviación estándar ( $S_o$ ) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. Se recomienda para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local. para la selección de este parámetro se especifica en el método de la AASTHO 93 en la siguiente tabla:

Condición de diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.30 - 0.50

**Tabla 3-21** Valores recomendados para la desviación estándar ( $S_o$ ), aashto 93

- **Modulo resiliente para la subrasante:** Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y subbases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares). para la selección de este parámetro se especifica en el método de la AASTHO 93 en la siguiente ecuación:

$$Mr = 2555 * (CBR)^{0.64} Ec (3)$$

Donde:

Mr: valor del módulo resiliente, en libras por pulgada cuadrada (PSI)

CBR: en porcentaje

- **Modulo resiliente para la subbase, base y asphaltita**

Para la selección de módulos resilientes y coeficientes estructurales se tiene en cuenta las especificaciones generales de construcción de carretera del INVIAS, capitulo 3 – artículos 320 subbase granular y 330 base granular.

En la subbase se seleccionó una subbase granular clase C con un CBR del 30 % según el art 320 tabla 320-2 “requisitos de los agregados para subbases granulares.

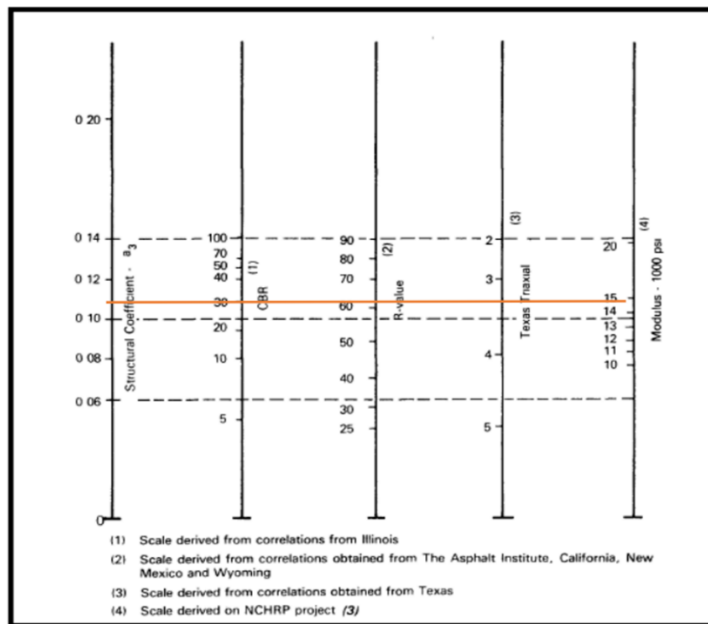


Ilustración 3-42 Coeficiente estructural a<sub>3</sub>, ábaco para Mr de la Subbase, aashto 93

En la base se seleccionó una base granular clase C con un CBR del 70% según el art 330 tabla 330-2 “requisitos de los agregados para bases granulares.

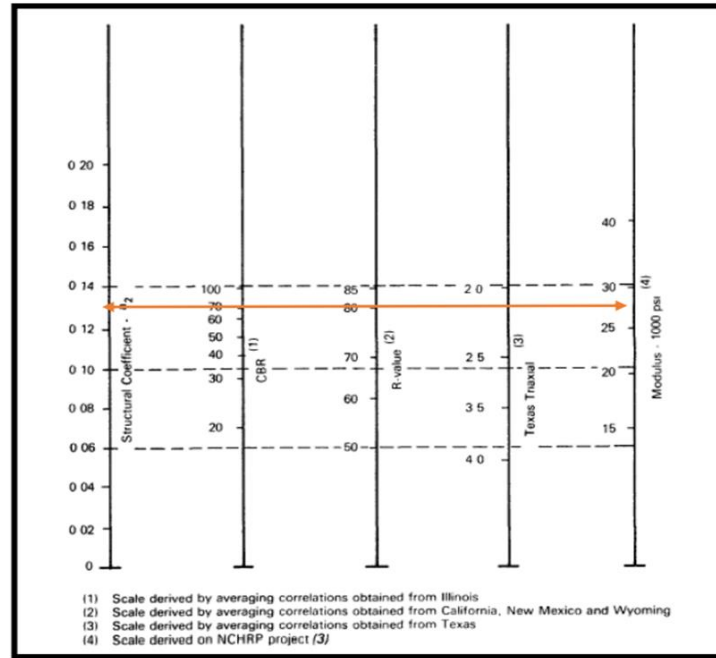


Ilustración 3-43 Coeficiente estructural  $a_2$ , ábaco para el Mr de la base, aashto 93

En la capa asfáltica se seleccionó una asfáltica natural con un Mr de 350000 psi tipo de mezcla MAN 19 según se especifica en el artículo 442p Especificación particular mezcla asfáltica natural del INVIAS, que para la obtención del módulo resiliente se deberá efectuar el ensayo INV E – 749-13 (Ensayo de tensión indirecta para determinar el módulo resiliente de mezclas asfálticas. Por lo anterior el dato seleccionado es tomado solo para el diseño de este ejercicio académico.

- **Condición de drenaje:** El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje, la AASHTO define cinco capacidades de drenaje, que

se muestran en la siguiente tabla y los datos seleccionados son tomados solo para el diseño de este ejercicio académico:

Calidad de drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Tabla 3-22 Capacidad de drenaje, aashto 93

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimentos está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5 %	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.2
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.8
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.6
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.4

Tabla 3-23 Coeficientes de drenaje recomendados, aashto 93

- **Numero de ejes equivalentes (N80kn):** Según el estudio de tránsito promedio diario (TPD) se tiene un numero de ejes equivalentes ideal a **100104.772**
- **Numero estructural (SN):** El diseño de pavimentos flexibles se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa a analizar; esta ecuación se relaciona a continuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \quad Ec(4)$$

Donde:

a: Coeficiente estructural

D: Espesor en Pulgadas

m: Coeficiente de drenaje.

Parámetro	Valor
Confiabilidad (ZR)	70%
Desviación estándar	-0,524
Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	2
Error estándar (So)	0,45
CBR de la subrasante	2,5%
CBR de la Subbase	30%
CBR de la base	70%
Modulo resiliente	350000
Condición de Drenaje capa de rodadura	1
Condición de Drenaje capa de base	0.8
Condición de Drenaje capa de Subbase	0.8
Numero de ejes equivalentes	100104.772

**Tabla 3-24** Parámetros de diseño de pavimento

### 3.3.2 Diseño

Para el número de ejes equivalentes se obtuvo los siguientes valores SN para cada capa de la estructura por medio del método de la AASHTO 93

“La ecuación básica de diseño empleado para el dimensionamiento de la estructura propuesta por la AASHTO 93, tiene en cuenta condiciones de tránsito, confiabilidad, serviciabilidad y resistencia de la subrasante” (Manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito INVIAS, 2008)

El algoritmo es:

$$\log N_{80kn} = Zr * So + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \left[ \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log Mr - 8.07 \quad Ec(4)$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por el método de la AASHTO 93:

Estructura del pavimento	a	SN	m
Carpeta asfáltica	0.39	1.21	1
Base	0.12	1.56	0.8
Subbase	0.10	2.48	0.8

Tabla 3-25 Datos calculados relacionados para cada capa.

- **Cálculo del espesor de la carpeta asfáltica:** Para calcular el espesor de la carpeta asfáltica se utiliza la siguiente expresión:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad Ec(5)$$

- **Cálculo del espesor de la base:** Para calcular el espesor de la base se utiliza la siguiente expresión:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 * m_2} \quad Ec(6)$$

- **Cálculo del espesor de la Subbase:** Para calcular el espesor de la base se utiliza la siguiente expresión:

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2}{a_3 * m_3} \quad Ec(7)$$

De lo anterior se concluye que cumple con la última condición por lo cual el diseño es válido y la altura de cada capa de la estructura son las siguientes:

Capa asfáltica natural: 0.08 m

Capa base granular: 0.10 m

Capa subbase: 0.25 m

Adicional se recomienda un mejoramiento de la subrasante con un material granular que ayude en la estabilidad de la subrasante ya que se presentan CBR por debajo del 3 % por esto se requiere una mejor capacidad portante para un mayor periodo de serviciabilidad de



la vía, teniendo en cuenta su porcentaje de crecimiento; para mayor detalle de todo el diseño guiarse al Anexo E “Memoria de cálculo diseño de pavimento”

### 3.4 Obras Complementarias

En la obras complementarias u obras de artes no se especifican debido a que no se contó con el estudio hidráulico de la zona, sin embargo, si se toman secciones típicas de alcantarilla, cuneta y box culvert que se incluyen en el presupuesto general del proyecto.

### 3.5 Presupuesto general del Proyecto

La construcción de vía junto con sus suministros y elementos especiales suponen un valor de seis mil ochocientos setenta y un millones setenta mil quinientos noventa y dos pesos (\$ 6.871.070.592 M/Cte). Se espera que el proyecto sea evaluado y ejecutado por entidades contratantes, por eso los suministros del costo de obra civil, se establece una administración en el AIU de la obra.

El AIU se establece del 40% debido a los impuestos y tasas, personal y costos que deberá correr el contratista.

Generalmente, la interventoría constituye un ocho (8) por ciento del costo total y se le adiciona la interventoría al suministro como un costo adicional. Para el presente proyecto, la interventoría tendrá un costo de doscientos sesenta y tres millones doscientos veintidós mil ochocientos cuarenta y siete pesos (\$ 263.222.847 M/Cte). Para más información del presupuesto se tiene el anexo externo 1 “Presupuesto”

### 3.6 Análisis de Resultados

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada unidad luego de realizar los procedimientos pertinentes de acuerdo con la metodología planteada para el proyecto y sustentada bajo los Anexos correspondientes a cada secuencia de la metodología:

### 3.6.1 Diseño geométrico

En el diseño geométrico se seleccionaron los parámetros adecuados para el tipo de vía y terreno que se presenta en el proyecto (terciaria, ondulado) por lo cual siguiendo el manual de Diseño geométrico de vías del INVIAS y mediante el software de diseño AutoCAD Civil 3D licencia estudiantil se logró un diseño óptimo que cumple con cada uno de los parámetros exigidos en dicho manual. a continuación, se presentan los parámetros seleccionados:

Parámetro	Valor
Clasificación del terreno	Terciaria
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30Km/h
Ancho de calzada vía	4.6m
Número de carriles	2
Ancho de Carril	2.3m
Radio mínimo de curvatura	21m
Longitud mínima de la curva Vrt	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	60m
K mínimo curva cóncavas	6
K mínimo curva convexa	2
Peralte máximo	6.00%
Pendiente mínima	0.3%
Pendiente máxima longitudinal	12%
Pendiente media máxima longitudinal	7%
Bombeo normal	2.00%
Berma Cuneta	0.70m

Tabla 3 – 15: Parámetros de diseño geométrico

### 3.6.2 Diseño de pavimento

En el diseño de pavimento se seleccionaron los parámetros adecuados para el tipo de vía y terreno que se presenta en el proyecto (terciaria, ondulado) por lo cual siguiendo el manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito del INVIAS y mediante el método de la ASSTHO 93 de diseño de pavimentos permitido por INVIAS se logró un diseño óptimo que cumple con cada uno de los parámetros exigidos en dicho manual. a continuación, se presentan los parámetros seleccionados:

Parámetro	Valor
Confiabilidad (ZR)	70%
Desviación estándar	-0,524
Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	2
Error estándar (So)	0,45
CBR de la subrasante	2,5%
CBR de la Subbase	30%
CBR de la base	70%
Modulo resiliente	350000
Condición de Drenaje capa de rodadura	1
Condición de Drenaje capa de base	0.8
Condición de Drenaje capa de Subbase	0.8
Numero de ejes equivalentes	100104.772

**Tabla 3 – 24:** Parámetros de diseño de pavimento

#### Dimensiones de las capas de la estructura del pavimento

Cumpliendo con las condiciones exigidas de diseño y normativa vigente por lo cual el diseño es válido y la altura de cada capa de la estructura son las siguientes:

Capa asfaltita natural: 0.08 m

Capa base granular: 0.10 m

Capa subbase: 0.25 m



# Capítulo 4

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se darán las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto, teniendo en cuenta la solución y desarrollo de cada uno de los objetivos planteados. Por otra parte, las recomendaciones están enfocadas hacia un mejor funcionamiento y duración de la vía.

### 4.1 Conclusiones

- Se diseñó una vía bajo los parámetros de la normativa vigente en cada uno de los manuales (Manual de diseño geométrico de carreteras - 2008, manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito) INVIAS, y disposiciones técnicas necesarias para un diseño preliminar geométrico y de pavimento en los tres kilómetros de vía que conduce de La Montañita a la Vereda El Cedro desde el K0+000 hasta K3+000
- Se recolectó la información secundaria necesaria para los diseños (topografía, estudio de suelos, estudio de tránsito) para la realización de los diseños de la vía.
- Se elaboraron los diseños y el presupuesto general del proyecto teniendo en cuenta su finalidad.

## 4.2 Recomendaciones

### 4.2.1 Recomendaciones diseño geométrico

- El diseño geométrico se encuentra en una fase I de mejoramiento, se recomienda que ya al pasarlo a una siguiente te fase se debe analizar cada segmento del diseño y hacer las correcciones pertinentes.
- En la sección de tramo que se comprende entre el kilómetro K2+114 hasta el K2+259 se presentó una problemática debido al trazado de la vía existente en el cual presente una serie de curvas continuas las cuales hace imposible en el nuevo trazado reemplazarlas por una sola curva, debido a esto se tomó la decisión de hacer dos curvas una espiral – espiral y otra espiral- círculo – espiral en el mismo sentido; primero porque en la zona no se tiene conocimiento si hay venta del predio para hacer un trazado diferente y segundo en el manual de diseño geométrico de vías se explica que no pueden a ver una distancia menor a la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos a la velocidad especifica en dos curvas del mismo sentido, la distancia entre las dos curvas es menor a 41.6 m pero al no encontrar otra alternativa se dispuso de esta solución, se recomienda que pasar una siguiente fase, se tome la alternativa de compra de predios para ajustar el diseño y cumplir con la normativa del Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008.

### 4.2.2 Recomendaciones diseño de pavimento

- Se recomienda realizar el estudio de suelo de la zona, ya que el utilizado en este trabajo de grado es una información secundaria de una zona continua a la zona del proyecto, sin embargo, para tener mayor exactitud para el diseño de pavimento se debe hacer el estudio de suelos.
- Se recomienda que para un diseño de pavimento definitivo del proyecto se debe realizar los ensayos especificados para los requisitos mínimos en el Artículo 320 subbase granular y 330 base granular de las normas y especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS, ya que los valores tomados en el diseño de pavimentos de este trabajo son los valores mínimos para subbase y base.

- Se recomienda que para un diseño definitivo del proyecto se tome un valor más ajustado en el módulo resiliente de la asfáltica natural con tipo de mezcla MAN 19 ya que el valor seleccionado es un valor escogido a criterio propio y siguiendo los valores máximos permitidos en el módulo resiliente según la norma de ensayo INVE - 749 - 13 (ensayo de tensión directa para determinar el módulo resiliente de mezclas asfálticas) INVIAS.
- No se realizó el diseño de las obras complementarias debido a la falta de estudio hidráulico de los afluentes de la zona, sin embargo, se anexo al presupuesto secciones típicas de alcantarillas, box culvert en zonas de posibles construcciones.

A. Anexo: Recolección de información secundaria, Topografía de la zona del proyecto”.



### **A.1. Estudio Topográfico de la zona**

Antes de iniciar cualquier trabajo de campo, lo primero que se hizo fue un reconocimiento de todo el lugar para ubicar los puntos de amarre GPS doble frecuencia de alta precisión marca CHC 91X.

Se ubicaron 2 puntos fijos y estables marcados con sus respectivos nombres sobre concreto, con coordenadas elipsoidales las cuales después con la ayuda del programa Magna Pro. 4.2 se transformaron a coordenadas Magna- Sirga Planas Gauss Krueger Origen Oeste

La red de mojones ubicados a lo largo del proyecto fue posicionada los días 05 de Marzo 2021, con equipos GNSS de doble frecuencia de última generación (CHC 91X) creando una red geodésica de alta precisión por medio del método estático diferencial. A partir de la georreferenciación se obtienen coordenadas de cada punto en el sistema de coordenadas geográficas mundial WSG84 (Latitud, Longitud y altura elipsoidal) donde posteriormente en oficina se transforman en coordenadas planas Gauss-Krüger Oeste para realizar el levantamiento topográfico. Para el amarre del proyecto al sistema de georreferenciación nacional, en este caso a la red Magna-sirgas se tomó como punto de apoyo para el rastreo se utilizó la estación fija de PITALITO denominada “LABO”, está localizada en el municipio de Pitalito HUILA perteneciente a geored.

El tiempo recomendado mínimo para la obtención de precisiones submétricas de acuerdo con las distancias entre las estaciones públicas y la red geodésica del proyecto según el IGAC es de 330 minutos.

El cálculo de coordenadas y la aplicación de ondulaciones para elevaciones se realizó utilizando el software Leica Geo Office 8.4 el cual ajustó las anomalías y los errores para hallar los vectores finales de la red GNSS. Al igual se realizó con el modelo geoidal Magna Pro-4.2 el cálculo de las cotas ortométricas para cada uno de los mojones materializados, para poder dar inicio al levantamiento topográfico.

La toma de puntos se efectuó por el método de radiación simple. La altimetría se realiza con información trigonométrica.

La información tomada en campo queda almacenada en las memorias internas de los equipos utilizados. Estas informaciones se descargan, se revisan y se verifican para

garantizar su valides y se procesará mediante software especializados para este fin, con el propósito de obtener

coordenadas X, Y, Z de los puntos radiados y poder de esta forma ser trasladados a una plataforma CAD para ser dibujados.

Los vértices principales del levantamiento topográfico se materializan en lugares de fácil acceso y donde se garantiza su conservación para trabajos posteriores.

Transformación de coordenadas elipsoidales a coordenadas origen Magna Oeste con la ayuda del software Magna Pro-4.2.



### Transformación de coordenadas de puntos de control

La transformación de coordenadas elipsoidales a coordenadas origen Magna Oeste con la ayuda del software Magna Pro-4.2. El levantamiento de los puntos GPS 01 y 02 se realizó los días 05 de marzo 2021, utilizando como base el LABO de la red perteneciente a GEORED en el municipio de Pitalito; y como Rover se usó equipo GPS CHC 91X, en los puntos GPS 01, 02

La distancia de la línea base es de aproximadamente es de 330 a 335 KM.

El traslado y la transformación de coordenadas se realizó por medio de la aplicación MAGNA PRO-4.2.

### Certificado de coordenadas gps lab geored época de referencia 2021.1

 SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		GRUPO DE INVESTIGACIONES GEODÉSICAS ESPACIALES Proyecto GeoRED		 GEORED				
Dirección de Geoamenazas		RED NACIONAL DE ESTACIONES GNSS/GPS CON PROPÓSITOS GEODINÁMICOS						
REPORTE DE COORDENADAS GEODÉSICAS								
Identificador estación	Nombre de la estación	Latitud			Longitud			Altura Elipsoidal (m)
		°	'	"	°	'	"	
LAB1	Aeropuerto Contador	1	51	18,8452	-76	5	29,6518	1311,607
La información contenida en este documento corresponde a un servicio gratuito del Servicio Geológico Colombiano a través del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, Proyecto GeoRED. El usuario debe tener en cuenta los siguientes aspectos								
Altura elipsoidal en metros		Expresada en función del Sistema geodésico de Referencia GR580						
Marco de referencia		Marco Internacional Terrestre de Referencia ITRF2008						
Las coordenadas suministradas corresponden al procesamiento de datos GPS mediante el uso del software científico GIPSY-6.3 empleado por el Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales del SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO mediante convenio con JPL-CALTECH-NASA, el cual es utilizado en el proyecto institucional "Aplicaciones geodésicas con propósitos geodinámicos" conocido como GeoRED, al cual corresponde la implementación de la Red Nacional de Estaciones Geodésicas Satelitales GPS con propósitos geodinámicos.								
Página web: <a href="http://geored.sgc.gov.co">http://geored.sgc.gov.co</a>								
<b>Advertencia:</b> Este documento NO constituye una certificación de coordenadas. Sin embargo, los resultados obtenidos son de muy alta precisión, debido a los procedimientos adoptados por GIGE para la instalación de estaciones geodésicas permanentes de operación continua, lo cual garantiza alta estabilidad de la antena, así como evaluación de la calidad de los datos obtenidos diariamente y el empleo de software científico. El uso de los mismos es responsabilidad únicamente del usuario.								

Punto	Latitud	Longitud	Cota
GPS 01	1°29'48.60"N	75°26'2.91"W	257.80
GPS 02	1°29'54.03"N	75°26'1.41"W	265.20

**Tabla A – 1:** Coordenadas Geográfica GPS (Fuente: Sumytrans)

### **Amarre horizontal**

A partir de la georreferenciación de la red geodésica se establece sobre toda la zona de estudio varias redes de control planimétrico y altimétrico (poligonales de control) desde las cuales se realizará el levantamiento topográfico de los elementos necesarios para el proyecto. Estas poligonales de control están constituidas por puntos materializados sobre el terreno con estacas de madera y pintura en forma de triángulo y con su respectiva numeración, estas poligonales de control comienzan siendo amarradas con coordenadas desde un par de placas de la red geodésica y se cierra la poligonal en otro par de placas de la misma red geodésica, al cerrar la poligonal se debe de llegar con la misma a con una aproximada coordenada de las placas de llegada obteniendo así un error de cierre que no puede ser menor de 1:10.000, según lo solicitado por la entidad.

### **Amarre vertical**

El amarre vertical se realizó teniendo en cuenta su cota ortométricas obtenida del posicionamiento del receptor GNSS, realizando un recorrido asignado a los deltas de las poligonales de control su respectiva cota ortométricas hasta llegar a cada mojón.

### **Modelación de superficie**

En la oficina se descara la información tomada en terreno, se descargan los datos crudos de la estación y las coordenadas delimitadas por coma para posteriormente exportarlas a Topo 3. Con las coordenadas en Topo 3 se comienzan a unir los puntos con igual código o descripción, luego se dibuja la superficie de terreno con los puntos exportados, se dibuja la triangulación de todos los puntos de terreno natural, y enseguida se dibujan las curvas de nivel cada (20) centímetros las curvas gruesas cada (100) centímetros las curvas delgadas.

La altimetría es la parte de la topografía que estudia los métodos y los procedimientos para la determinación de la distancia vertical entre diversos puntos del terreno, es decir

la representación del relieve de este. Las cotas o niveles de los diversos puntos, puede ser absoluta entre ellos o bien comparadas con un plano horizontal de origen: el nivel del mar.





Las curvas de nivel son empleadas para indicar el relieve en planos o mapas. Se denominan curva de nivel o una línea en la que todos los puntos en ella incluidos tienen la misma altura o cota. Para el proyecto topográfico se toman los puntos necesarios para representar el relieve del terreno en el plano.

Para el desarrollo de los proyectos se recopiló la información topográfica existente en sitio, adicionalmente se obtuvo datos de planta y perfil. Información con la cual se realizó la modelación del lote con el software Topo 3, conjugando todos los aspectos necesarios a tener en cuenta en la elaboración del modelo. Buscando siempre una congruencia tridimensional de la planta con el perfil y siendo consecuentes con la topografía existente

### **Conclusiones.**

El levantamiento topográfico de este proyecto se desarrolló cumpliendo los requisitos básicos establecidos en los términos de referencia. Obteniendo como productos finales: listados de puntos con coordenadas norte, este y cotas; plano topográfico general de planta y perfil a escala 1:500 y con curvas de nivel cada 50 CM.

B. Anexo: Recolección de información secundaria, Estudio de suelos.

	<b>DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL Y MANUAL) INV E – 102 – 13</b>		CÓDIGO: OPS-R-031				
			EMISIÓN: 01/02/2017				
			VERSIÓN: 1				
			CONSECUTIVO: EDY-ES N°534				
<b>ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES CARLOS NIETO S.A.S</b>							
<b>PROYECTO:</b>	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ		<b>MUNICIPIO:</b> LA MONTAÑITA - CAQUETÁ				
<b>CONTRATISTA:</b>	UNION TEMPORAL PAVIMENTACIÓN MONTAÑITA		<b>PROFUNDIDAD (m):</b> 0,00 A 2,00 Mts				
<b>LOCALIZACION:</b>	VEREDA LA ESTRELLA, K1+400		<b>NIVEL FREÁTICO (m):</b> SECO				
<b>CALICATA N°:</b> 4			<b>FECHA TOMA:</b> 20 JUN 2020				
			<b>FECHA ENTREGA:</b> 06 JUL 2020				
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>CONVENCIÓN M.O.P.T.</b>	<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN S.U.C.S</b>	<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN A.ASHTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b>	<b>CBR %</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>HUMEDAD EN %</b>
0,00				ASFALTO NATURAL			
0,10		GP-GM	A-1-a	GRAVA MAL GRADADA CON FINOS LIMOSOS, DE COLOR GRIS OSCURO, CON PARTICULAS SUBANGULOSAS MENORES DE 2", CONDICIÓN DEL SUELO HÚMEDO PERO SIN AGUA VISIBLE, DE CONSISTENCIA FIRME, DE CEMENTACIÓN MODERADA, DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, DE RESISTENCIA EN SECO MEDIANA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD BAJA Y DE PLASTICIDAD NULA.			6,5%
0,70		CH	A-7-5	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD, DE COLOR NARANJA OSCURO, CON OXIDACIONES DE COLORES AMARILLO OSCURO, HABANO, CON PARTICULAS SUBANGULOSAS MENORES A 2", CONDICIÓN DEL SUELO HÚMEDO PERO SIN AGUA VISIBLE, DE CONSISTENCIA BLANDA, DE CEMENTACIÓN MODERADA, DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, DE RESISTENCIA EN SECO BAJA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD MEDIANA Y DE PLASTICIDAD MEDIA.	2,51%		27,6%
2,00							
<b>OBSERVACIONES:</b>							
 ING. CARLOS ANDRES NIETO L. REPRESENTANTE LEGAL		 CO17/7710		 ING. RUBEN D. ORTEGA MAYORQUIN DIR. DE CAMPO Y LABORATORIO FLORENCIA			

	<b>RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR IN-SITU)</b> INV E - 169 - 13	EMISION: 01/02/2017 VERSIÓN: 1 CONSECUTIVO: EDY-ES N°534	
	<b>ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES CARLOS NIETO S.A.S</b>		
	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCERA MEDIANTE ASFALTA NATURAL, LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ LOCALIZACIÓN: VEREDA LA ESTRELLA K1+400 CALICATA N°: 2		
PROFUNDIDAD: 0.70 A 2.00 Mts MUNICIPIO: LA MONTAÑITA - CAQUETÁ FECHA T: 25 JUN 20 FECHA E: 05-07-20			
<b>EXPANSIÓN</b>			
Fecha de inmersión:	24/06/2020	Molde No. 1	% EXPANSIÓN
Hora:	9:20.00 a. m.	Lec. inicial: 13.08	1,4
Días transcurridos:	4	Lec. final: 14.71	
NOTA = altura de la muestra = 5 pulgadas = 12.70 cm			
<b>PENETRACIONES - CARGAS - (C.B.R. "IN SITU")</b>			
EQUIPO UTILIZADO: Balanza digital No. 01, Prensa marshall No. 01			
		Molde #1	
Tiempo	Penet. en mm.	Penet. en Pulg.	C.B.R.
		Lectura DIAL	L. Corregida
		Carga lb/pulg <sup>2</sup>	
00'	0	0,00	0
30'	0,64	0,025	7
60'	1,27	0,050	13
1' 30'	1,91	0,075	19
2'	2,54	0,100	25,1
2'30'	3,18	0,125	31
3'	3,81	0,150	37
3'30'	4,45	0,175	44
4'	5,08	0,200	50,335
6'	7,62	0,300	70
8'	10,16	0,400	85
10'	12,7	0,500	94
<b>VALORES DE (C.B.R."IN SITU") CORREGIDO</b>			
Pulgadas	0.1"	0.2"	
C.B.R. "IN SITU"	2,51	3,35	
HUMEDAD DESPUES DE INMERSION (%)	30,9		
<b>DENSIDAD</b>			
Peso molde + suelo compactado	Grs.	8.230	
Peso del molde	Grs.	3.928	
Peso del suelo	Grs.	4.302	
Volumen del molde	Cm <sup>3</sup>	2.358	
Densidad suelo húmedo	Grs./cm <sup>3</sup>	1.824	
Contenido de humedad	%	27,6	
Densidad suelo seco	Grs./cm <sup>3</sup>	1.430	
Densidad suelo seco	Lbs./pie <sup>3</sup>	89,2	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Peso recipiente + suelo húmedo	Grs.	176,8	
Peso recipiente + suelo seco	Grs.	149,9	
Peso del recipiente	Grs.	52,3	
Peso del suelo seco	Grs.	97,6	
Peso del agua evaporada	Grs.	26,9	
Contenido de humedad	%	27,6	
Contenido de humedad Natural	%	27,6	
<b>CURVAS DE PENETRACIÓN CBR</b>			
% GRAVAS: 1,4 % ARENAS: 8,0 % FINOS: 90,6 L. L.: 52,0 IP.: 17,9 CLASIFICACION: AASHTO= A-7-5, S.U.C.S= CH			
<b>OBSERVACIONES:</b> Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra sometida a ensayo. El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de este documento sin la debida autorización escrita de Edyconst S.A.S			
 ING. CARLOS ANDRÉS NIETO L. REPRESENTANTE LEGAL		 C0177710	
 ING. RUBÉN D. ORTEGA MAYORQUÍN DIR. DE CAMPO Y LABORATORIO FLORENCIA			





C. Anexo: Recolección de información secundaria, Estudio de tránsito.

### **Cronograma de aforos y trabajos de campo**

Los trabajos de campo de aforos vehiculares fueron realizados durante 12 horas diarias para la estación de conteo definida previamente, a partir del lunes 19 de abril al domingo 25 de abril de 2021 desde las 6:00 a.m. a 6:00 p.m.

Para la caracterización de las condiciones del tránsito del segmento vial a intervenir, previo a la toma de información se realizó una visita por parte de los encargados del estudio, con el fin de establecer la ubicación de las estaciones de conteo, la cual se Ubicó en K 2+000 de la misma vía objeto del mejoramiento. La toma de los volúmenes vehiculares, de acuerdo con los objetivos y lineamientos propuestos.

Es importante recalcar que durante los días escogidos para los trabajos tanto de aforos vehiculares como de encuestas origen - destino, se contó con condiciones de orden público y climáticas ideales, y no se presentó ninguna eventualidad que pudiese interferir con el flujo vehicular normal de los usuarios del corredor vial, logrando un alto grado de confiabilidad en los datos recopilados, por lo tanto se realizaron los trabajos de conteos vehiculares incluyendo los días esperados de máxima demanda, previstos que fueran los días de mercado para cada una de las poblaciones encontradas a lo largo del corredor.

Para la recopilación de información primaria o toma de información de campo, cada estación o sitio de trabajo, se adecuó correctamente en lo referente a la señalización e información apropiada para las labores de trabajo, mediante pancartas ilustrativas, conos reflectivos en la aproximación a las intersecciones, chalecos, y mesas para los aforadores, señales de “pare” manejadas por los encuestadores, iluminación nocturna, papelería y elementos de trabajo adicional, etc.

### **Toma de la información primaria**

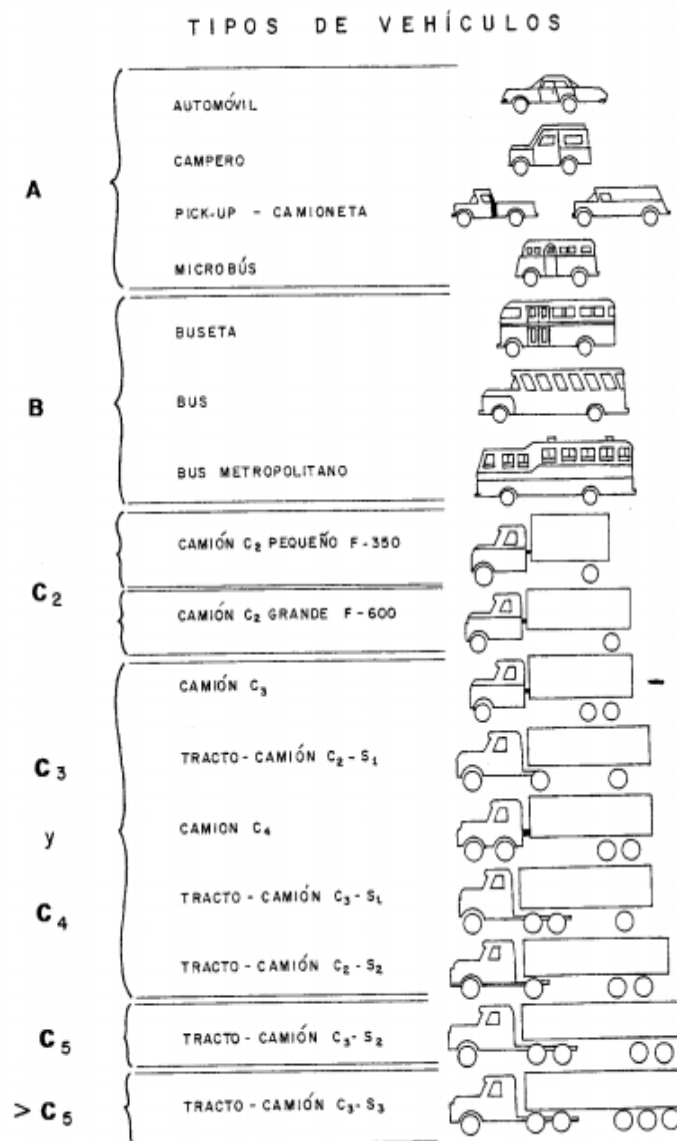
El objetivo del Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio es definir las características actuales del tránsito preponderante en la vía. Esta caracterización se compone básicamente de cuantificar esta variable, expresándose en el Tránsito Promedio Diario (TPD), la correspondiente composición y la distribución vehiculares con respecto a cada uno de los sentidos de tráfico en la vía. La información obtenida de definir la condición actual del tráfico es básica para la cuantificación del tránsito de diseño para las estructuras de pavimento y para la valoración de la Capacidad y del Nivel de Servicio de las condiciones actuales y futuras del corredor.

Los siguientes numerales detallan las diferentes actividades ejecutadas a lo largo del estudio y el procedimiento de cálculo realizado para este objetivo.

### **Categorización de los vehículos**

Se presentarán como categorías a estudiar aquellas que maneja el Instituto Nacional de Vías en los Manuales de Conteos, es decir:

- Autos A
- Buses B
- Camiones C
- De dos ejes pequeño C2 P
- De dos ejes grande C2G
- De tres y cuatro ejes C3 -C4
- De cinco ejesC5
- De seis ejesC6



**Figura C – 1:** Categorización vehicular

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras.

### Caracterización vial

La vía rural en estudio presenta un tipo de vía predominantemente catalogada como terciaria de acuerdo con su jerarquización. la jerarquización de las vías está en función de la funcionalidad (primaria, secundaria y terciaria) y la competencia según administración (nacionales, departamentales, distritales o municipales y veredales o vecinales). de acuerdo

con lo establecido en el apéndice a de los proyectos del plan 2500, la jerarquización se define como sigue:

### **Crecimiento de tránsito**

El tránsito de una vía está relacionado con el desarrollo y crecimiento general de la zona. Es importante considerar por una parte los aspectos relacionados con la planificación de la movilidad y el transporte y por otra los relacionados con el contexto político, económico y social. En materia de registro vehicular, se han dado grandes tasas de crecimiento anual en el contexto nacional, especialmente en los últimos cinco (5) años donde se presenta un aumento gracias a la Política de Seguridad Democrática del gobierno actual y Al programa “vive Colombia viaja por ella” “Rutas Seguras” que en conjunto con los Ministerios de Defensa, Transporte y Comercio, el INVÍAS, el Ejército Nacional, la Fuerza Aérea, La Armada Nacional Y la Policía de Carreteras con la colaboración de las autoridades regionales, garantizan seguridad a los viajeros que transitan hacia los distintos destinos de las rutas nacionales.

### **Transito normal**

Es el que se produce en la zona de influencia del proyecto como consecuencia de la evolución previsible de sus parámetros característicos y coincide, por tanto, con el que circulará por la red si no se realizara el proyecto. Esta componente se determina a través del análisis de la serie histórica de tránsito, si esta existe, o de un conteo vehicular.

### **Transito atraído**

Es el que utilizará el proyecto, por las ventajas o beneficios que ofrece, y hoy hace uso de otra infraestructura. Esta componente se determina a través de encuestas de preferencia a usuarios y modelos de selección modal o de ruta.

### **Transito generado**

Es el que se origina por el proyecto mismo, debido a mejores condiciones de oferta. Generalmente se refiere al tránsito nuevo por efecto del desarrollo del área de influencia. Esta componente se determina a través del análisis socioeconómico.

### **Recopilación y análisis de la información**

para los estudios y diseños del proyecto mejoramiento de la vía terciaria mediante asfaltito natural en el municipio de La Montañita, Caquetá, con el objeto de conocer los diferentes

tipos de tránsito en el horizonte de un proyecto, se realizan conteos manuales de tránsito por siete días durante 12 horas consecutivas. el objeto de los conteos manuales de tránsito es establecer la magnitud y la clase de vehículos que circulan por un sector de carreteras considerado homogéneo. los aforadores ubicados en un punto estratégico cuentan y clasifican los vehículos de acuerdo con las categorías vehiculares mencionadas anteriormente.

### Metodología desarrollada

#### Análisis de información proporcionada por conteos

Con los resultados obtenidos de los conteos manuales realizados en la estación de conteo utilizada, se calcula el volumen de tránsito vehicular en forma de TPDs. y su composición vehicular por tipo de vehículo, factor de equivalencia, el total de los camiones y su discriminación de acuerdo con las diferentes categorías.

#### Composición típica de vehículos

El INVIAS a través del Manual De Diseño De Pavimentos Asfálticos Con Bajos Volúmenes De Tránsito recomienda que, en caso de no disponer de datos de descomposición del tránsito, se utilice la información registrada en la Tabla 1, obtenida del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, que representa la composición promedio registrada en las vías de bajo tránsito con estaciones de conteo. Dicho análisis involucro periodos desde 1996 a 2006.

TPD	Distribución Promedio						
	A	B	C2p	C2g	C3 – C4	C5	>C5
180	74.4	9.1	12.2	4.1	0.1	0.0	0.0
300	61.7	8.4	13.0	14.3	2.2	0.3	0.1
410	56.0	12.0	14.1	16.6	1.2	0.1	0.0

**Tabla C – 1:** Composición Vehicular

para el caso del proyecto mejoramiento de la vía terciaria mediante asfáltica natural en el municipio de La Montañita, Caquetá, la distribución de vehículos obtenida mediante los aforos es presentada en las siguientes tablas de aforo.

HORA		CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
5:00 - 6:00		Nublado	xxx		xx				xxx	
6:00 - 7:00		Nublado	13	1	12	1	1	1	13	
7:00 - 8:00		Nublado	xx		12	11	11	1	12	
8:00 - 9:00		Nublado	xxxx		x		x	x	xxxx	
9:00 - 10:00		Nublado	14	1	11	1	11	11	14	
10:00 - 11:00		Nublado	x		xx	xx	x		x	
11:00 - 12:00		Nublado	11	1	12	12	11	1	11	
		Nublado	12	1	12	11	1	1	12	
		Nublado	x		xx	11	1	1	xx	
		Nublado	11	1	13	1	1	1	13	
		Nublado	xx			x			xx	
		Nublado	12	1	1	11	1	1	12	

OBSERVACIONES

Figura C – 2: Tabla de Aforo

HORA		CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
12:00 - 1:00		Nublado	x		xx				x	
1:00 - 2:00		Nublado	11	1	12	1	1	1	11	
2:00 - 3:00		Nublado				x			xx	
3:00 - 4:00		Nublado	1	1	11	11	1	1	12	
4:00 - 5:00		Nublado	xx		x		xx		x	
5:00 - 6:00		Nublado	12	1	11	1	12	1	11	
6:00 - 7:00		Nublado				xx			xxx	
7:00 - 8:00		Nublado	x		x		x		xxx	
8:00 - 9:00		Nublado	11	1	11	1	1	1	11	
9:00 - 10:00		Nublado	11	1	1	11	11	1	14	
10:00 - 11:00		Nublado	x		x		x		x	
11:00 - 12:00		Nublado	11	1	11	1	11	1	11	

OBSERVACIONES

Figura C – 3: Tabla de aforo

Fecha (d/m/a): 21/04/2021 Estación de Aforo: 1  
 Aforador: Christian Tuzillo Hoja 3 de 4  
 Coordinador: Ing. Nicandro Obelo Hora de inicio: 5:00 a. m. Hora final: 12:00 p. m.

HORA	CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
5:00	6:00	lluvia		xx					
				12					
6:00	7:00	lluvia			xxx				
					13				
7:00	8:00	lluvia	xx	x		xx		x	
			12		11	12			11
8:00	9:00	Nublado	x	x	xx	x		xxx	
			11		11	12			13
9:00	10:00	Nublado	x		x	x		xx	
			11		11	11			12
10:00	11:00	Nublado	xx	x		x		x	
			12		11	11			11
11:00	12:00	Nublado		x	x			xxxx	
				11	11	11			14

OBSERVACIONES

Figura C – 4: Tabla de aforo

Fecha (d/m/a): 22/04/2021 Estación de Aforo: 1  
 Aforador: Christian Tuzillo Hoja 4 de 4  
 Coordinador: Ing. Nicandro Obelo Hora de inicio: 12:00 p. m. Hora final: 7:00 p. m.

HORA	CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
12:00	1:00	Nublado	x	x		xxx		xxx	
			11		11	13			13
1:00	2:00	Nublado	xxx		xx			x	
			13		12				11
2:00	3:00	Nublado	xx	xxx		x		x	
			12		13	11			11
3:00	4:00	Nublado			xx			xxx	
					12				13
4:00	5:00	Nublado	x	x		x		xx	
			11		15	11			12
5:00	6:00	Nublado			x			xxxx	
					11			x	15
6:00	7:00	lluvia	x	xx	x	x		x	
			11		12	11			11

OBSERVACIONES

Figura C – 5: Tabla de aforo



Fecha (d/m/a): 23/04/2021 Estación de Aforo: 1  
 Aforador: Cristian Aguillo Hoja 5 de 4  
 Coordinador: Jorge Monja Honorable Hora de inicio 5:00 a. m. Hora final 12:00 p. m.

HORA	CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
5:00	6:00	Nublado xx		xx				xx	
		12		12				12	
6:00	7:00	Nublado xx			xx			x	
		12			13			11	
7:00	8:00	Nublado xxx		x		x		x	
		13		11		11		11	
8:00	9:00	Nublado xxxxx		x	xx		x	x	
		14		11	12		11	11	
9:00	10:00	Nublado				x		xxx	
						11		13	
10:00	11:00	Nublado		xx		x		xxx	
				12		11		13	
11:00	12:00	Nublado			x			xx	
					11			12	

OBSERVACIONES

Figura C – 6: Tabla de aforo

Fecha (d/m/a): 24/04/2021 Estación de Aforo: 1  
 Aforador: Cristian Aguillo Hoja 6 de 7  
 Coordinador: Jorge Monja Honorable Hora de inicio 12:00 p. m. Hora final 7:00 p. m.

HORA	CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
12:00	1:00	Nublado		xx		x		xx	
				12		11		12	
1:00	2:00	Nublado			xx	x		xxx	
					13	11		13	
2:00	3:00	Humido xx		x	x			x	
		12		11	11			11	
3:00	4:00	Humido		x	xx	x		x	
				11	12	11		11	
4:00	5:00	Nublado xxx		xx	x			xx	
		13		12	11			12	
5:00	6:00	Nublado				x		x	
						11		11	
6:00	7:00	Humido		xx	x			xxx	
				12	11			13	

OBSERVACIONES

Figura C – 7: Tabla de aforo

HORA		CONDICION CLIMATICA	Automoviles camperos camionetas	BUS INTERM	C-2P	C-2G	C-3-4	≥5C	MOTOS	OBSERVACIONES
5:00	6:00	Indefinido			xx		x		xx	
6:00	7:00	Indefinido	x		12	xxx			x	12
7:00	8:00	Indefinido	xx		x		xx		x	11
8:00	9:00	Indefinido	x		12		12		xxx	11
9:00	10:00	Indefinido			xx		12			14
10:00	11:00	Indefinido	xxx		12	x	13		xxx	13
11:00	12:00	Indefinido			x	x	17		xx	15

OBSERVACIONES

Figura C – 8: Tabla de aforo

# total TPD	A%	B%	C%	Categoría	tipo camión	%	numero camiones
	0,32	0	0,68	C3	C2 pequeño	0,411	7
25	8	0	17	C4	C2 grande	0,352	6
				C5	C3	0,117	2
					C2S1	0	0
					C4	0,117	2
					C3S1	0	0
					C2S2	0	0
FC	2,9176470				C6	C3S2	0,028
				C7	C3S3		0
					Bus p600	0	0

					Bus p900	0	0
					Busesta	0	0
						total	17

**Tabla C – 2:** Disposición vehicular en el tramo estudiado (transito promedio diario)

### Transito acumulado en ejes equivalentes de 8.2 ton

Para el cálculo del tránsito equivalente se procedió a tomar la distribución de vehículos arrojados del estudio de tránsito realizado y aplicado el método de la AASTHO y Alfonso Montejo Fonseca para calcular el número de ejes equivalente se tuvo en cuenta el periodo de diseño, la tasa de crecimiento, el porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño y el porcentaje estimado de vehículos pesados, factor camión y se utilizó la siguiente expresión:

$$N(w18) = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC \quad Ec(1)$$

### TPD: Transito promedio Diario

Para el cálculo, del tránsito se siguió el procedimiento recomendado por el INVIAS para el caso en el que no existe serie histórica de tránsito

#### Caso 2. No existe serie histórica de tránsito

Una situación bastante frecuente es la de carecer de la información de las características del tránsito en las carreteras de bajos volúmenes. Cuando este sea el caso, la componente de tránsito normal se puede estimar con la realización de un conteo vehicular y con ajustes por estacionalidad si se considera necesario.

**A:** Porcentaje estimado de vehículos pesados (camiones y/o buses)

**B:** Factor direccional

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total, en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5m y menos de 6 m	$\frac{3}{4}$ del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	$\frac{1}{2}$ del total en los dos sentidos	0.50

**Tabla C – 3:** Factor direccional, INVIAS.

**r: rata anual de crecimiento**

La tasa de crecimiento del tránsito se adopta teniendo en cuenta las recomendaciones del INVIAS para vías con bajos volúmenes de tránsito. Para el caso de estudio, se ha adoptado una tasa de crecimiento del tránsito del 2%.

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

**Tabla C – 4:** Rata anual de crecimiento, INVIAS

**n: periodo de diseño**

Dado el bajo nivel de tránsito de las vías que caen dentro del ámbito de este Manual y considerando las limitaciones de tipo operativo con que probablemente desarrollen su misión las entidades encargadas de su construcción y su mantenimiento, se ha considerado prudente adoptar un periodo de diseño estructural de diez (10) años.

**Fc: Factor camión:** se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2 ton, correspondientes al paso de un vehículo comercial (camión o bus); para la obtención del factor camión en este proyecto se utilizará la metodología propuesta por la Universidad del Cauca.

tipo de vehículo	Factor de equivalencia
	Unicauca
C2 pequeño	1,14

C2 grande	3,44
C3	3,76
C2S1	3,37
C4	6,73
C3S1	2,22
C2S2	3,42
C3S2	4,4
C3S3	4,72
Bus p600	0,4
Bus p900	1
Buseta	0,05

**Tabla C – 5:** Factores de equivalencia, Ingeniería de pavimentos para carreteras

Para el cálculo del factor camión se plantea la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{\sum \text{porcentaje de vehiculos comerciales} * \text{factores de equivalencia}}{\sum \text{porcentaje total de vehiculos comerciales}} \quad Ec(2)$$

$$FC = \frac{0.412 * 1.14 + 3.44 * 0.353 + 0.118 * 3.76 + 0.118 * 6.73}{0.412 + 0.353 + 0.118 + 0.118}$$

$$FC = 2.92$$

Los parámetros seleccionados para el cálculo del número de ejes equivalentes son:

$$TPD = 25$$

$$A = 0.68$$

$$B = 0.5$$

$$r = 2\%$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$Fc = 2.92$$

**Cálculo del número de ejes equivalentes**

$$N(w18) = 25 * (0.68) * (0.5) * 365 * \frac{(1+0.02)^{10}-1}{\ln(1+0.02)} * 2.92 = 100104.772 \quad Ec(1)$$

$$N(w18) = 100104.772$$

Para un sentido de circulación de tránsito de diseño corresponde ( $N(w18) = 100104.772$ ). De acuerdo con este número de ejes equivalentes, según el nivel de tránsito de la vía es T1 que corresponde a transitos menores a 150000 ejes equivalentes.

Nivel de transito	Numero de ejes equivalente de 80kn durante el periodo de diseño en el carril de diseño
T1	<150000
T2	150000 - 200000

**Tabla C – 6:** Niveles de tránsito

Finalmente, para el diseño de la estructura de asfáltica natural, se adoptó un tránsito de 100104.772 ejes equivalentes; ya que se desconoce la cantidad de tránsito adicional (generado y atraído) que pueda circular por la pavimentación de las vías, pero el número que soporte ampliamente el tránsito histórico presentado en las vías a intervenir y en cualquier municipio de la región.

### Conclusiones y recomendaciones

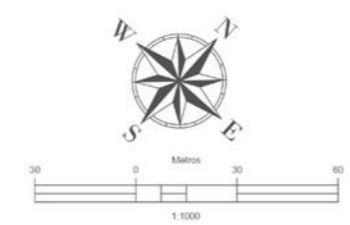
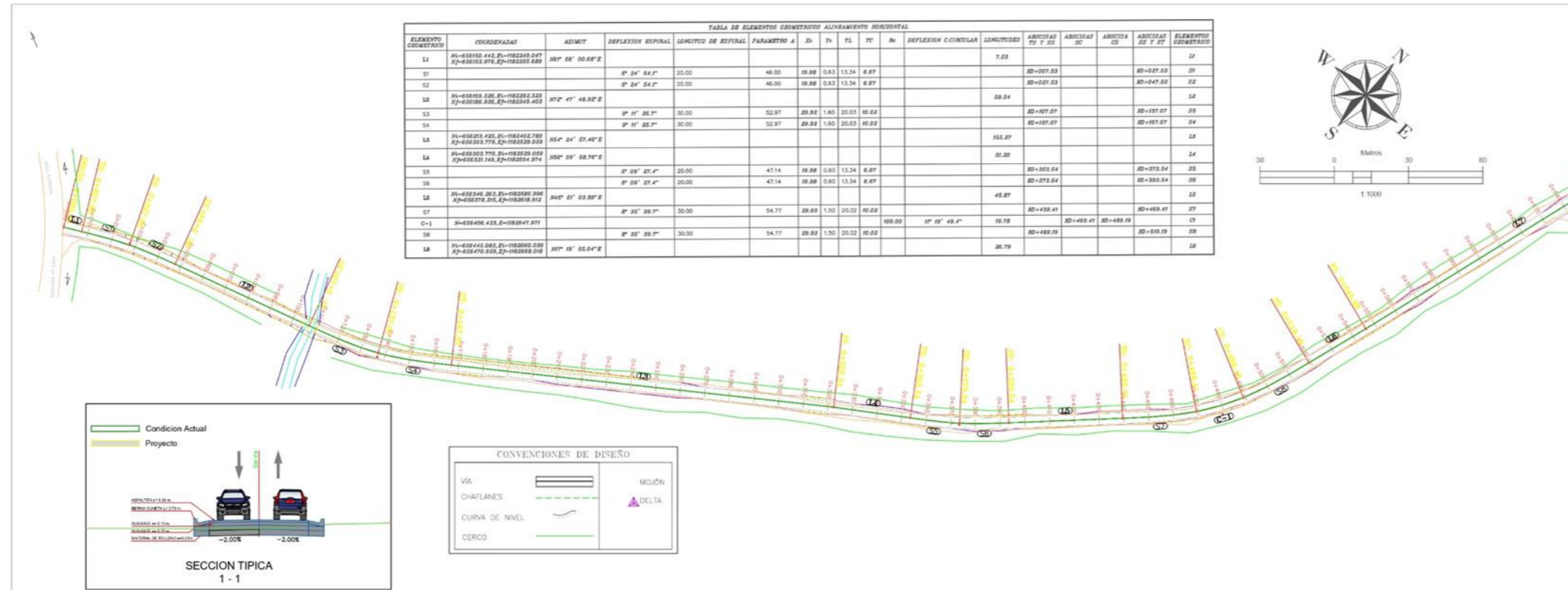
Con los valores establecidos en este estudio de diseño de tránsito se puede mencionar que para el diseño de los espesores de la capa de asfáltica natural prevalecerá la clasificación establecida por las normas del INVIAS para las vías rurales con bajos volúmenes de tránsito

El crecimiento vehicular que se tomó de acuerdo con el parque automotor, que es del 2% Se deben cumplir con las especificaciones técnicas de características y colocación de los materiales según lo establece el INVIAS.

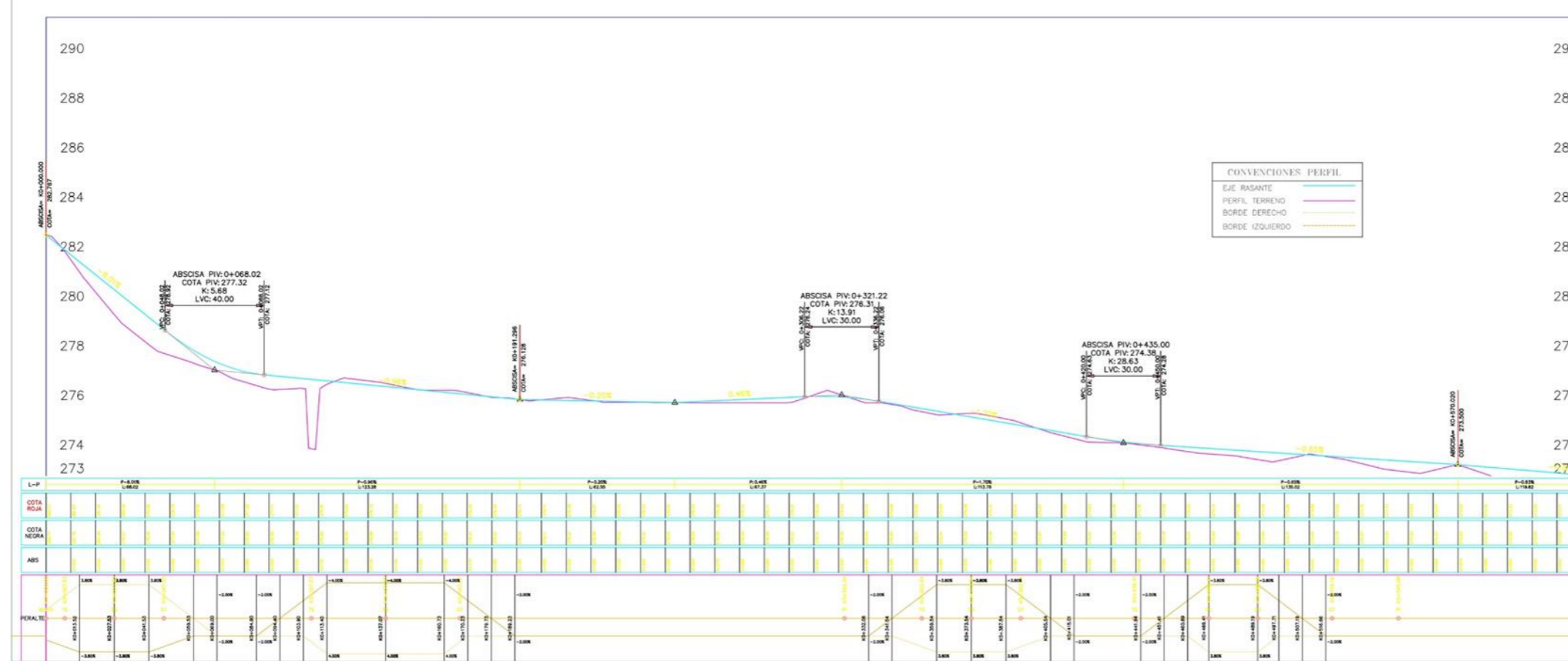
Parámetro	Valor
TPD (Transito promedio diario)	25
A (porcentaje de vehículos pesados)	0.68
B (Factor Direccional)	0.5
r (rata anual de crecimiento)	2%
n (Periodo de diseño)	10 años
Fc (Factor camión)	2.92
N (W18)	100104.772

**Tabla C - 7:** Resultado de parámetros del estudio de transito

D. Anexo: Planos Planta – Perfil, Secciones  
Transversales



PARÁMETROS DE DISEÑO	
Parámetro	Valor
Clasificación del terreno	Tercera
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30 km/h
Ancho de calzada de vía	4.6 m
Número de carriles	2
Ancho de carril	2.3 m
Radio mínimo de curvatura	21 m
Longitud mínima de la curva vertical	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	40 m
K mínimo curvas cóncavas	6
K mínimo curvas convexas	7
Peralte máximo	6.00 %
Pendiente mínima	0.30 %
Pendiente máxima longitudinal	12 %
Pendiente media máxima longitudinal	7 %
Bombeo normal	2 %
Barrera Corral	0.70 m



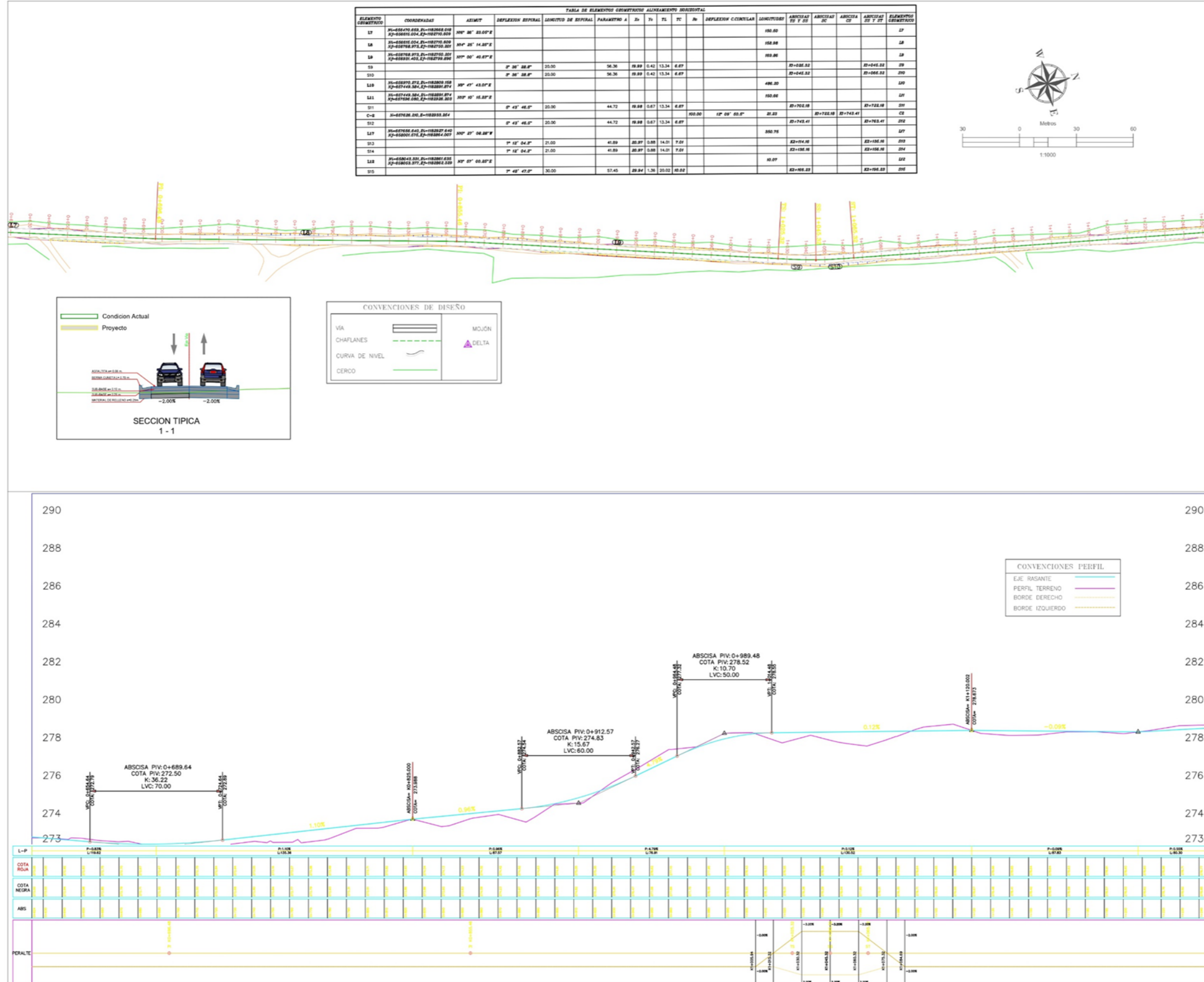
Proyecto:  
Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa de ingeniería Civil

Planta-Perfil  
27/04/2022  
1:1000



ACAD – PLANTA – PERFILVFG – EJE DE VIA – (1) – (2) – Model.dwg  
27.04.2022



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**PARAMETROS DE DISEÑO**

Parametro	Valor
Clasificación del terreno	Terciana
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30 km/h
Ancho de calzada de vía	4.8 m
Numero de carriles	2
Ancho de carril	2.3 m
Radio mínimo de curvatura	21 m
Longitud mínima de la curva vertical	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	60 m
K mínimo curva cóncava	6
K mínimo curva convexa	2
Peralte máximo	6.00 %
Pendiente mínima	0.30 %
Pendiente máxima longitudinal	12 %
Pendiente media máxima longitudinal	7 %
Bermeo normal	2 %
Bermeo Oureta	0.70 m

Proyecto:  
Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montaña a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce a la nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa de Ingeniería Civil

Planta-Perfil  
27/04/2022  
1:1000

2

ACAD – PLANTA – PERFILVFG – EJE DE VIA – (1) – (2) – Model.dwg  
27.04.2022

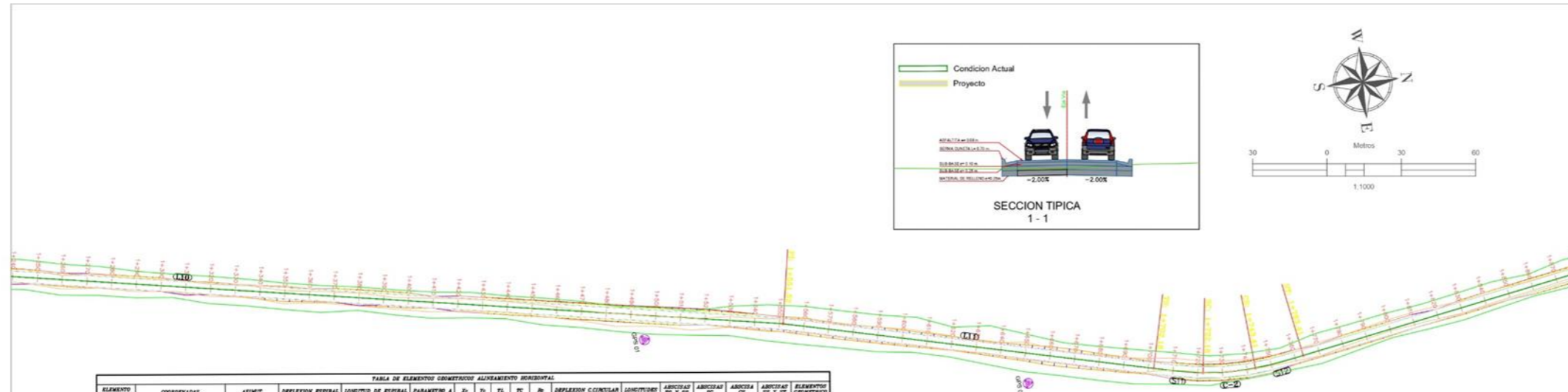
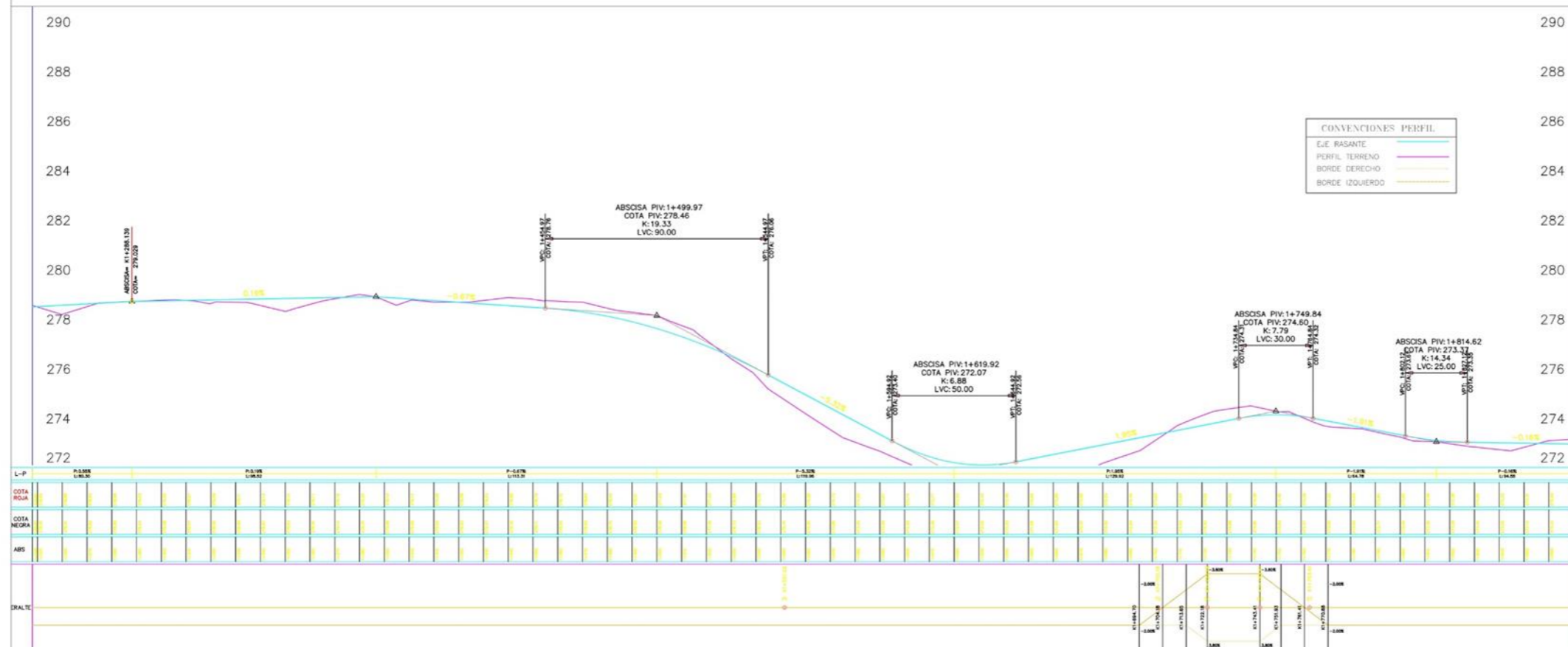


TABLA DE ELEMENTOS GEOMETRICOS ALINEAMIENTO HORIZONTAL														
ELEMENTO GEOMETRICO	COORDENADAS	ALINEAM	DEFLEXION ESPERAL	LONGITUD DE SPIRAL	PARAMETRO A	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	DEFLEXION CIRCULAR	LONGITUD	ABSCISA TP P. 0%	ABSCISA TP P. 100%	ELEMENTOS GEOMETRICOS
S1	X=66470.830, Y=103848.018 X=66615.004, Y=103770.800	SP 36° 43.07' E									150.00			SP
S2	X=66615.004, Y=103770.800 X=66768.878, Y=103700.000	SP 36° 14.28' E									150.00			SP
S3	X=66768.878, Y=103700.000 X=66920.418, Y=103620.000	SP 00° 40.67' E									150.00			SP
S4		SP 36° 38.8' E	20.00		56.36	19.89	0.42	13.34	6.87			87+045.52		SP
S5		SP 36° 38.8' E	20.00		56.36	19.89	0.42	13.34	6.87			87+045.52		SP
S6	X=66920.418, Y=103620.000 X=67074.000, Y=103550.000	SP 41° 43.07' E									400.00			SP
S7	X=67074.000, Y=103550.000 X=67228.000, Y=103480.000	SP 30° 16.27' E									150.00			SP
S8		SP 43° 48.8' E	20.00		44.72	19.89	0.47	13.34	6.87			87+722.08		SP
S9		SP 43° 48.8' E	20.00		44.72	19.89	0.47	13.34	6.87		100.00	87+09' 50.0"		SP
S10	X=67228.000, Y=103480.000 X=67382.000, Y=103410.000	SP 43° 48.8' E									150.00			SP
S11	X=67382.000, Y=103410.000 X=67536.000, Y=103340.000	SP 21° 04.3' E									150.00			SP
S12	X=67536.000, Y=103340.000 X=67690.000, Y=103270.000	SP 21° 04.3' E									150.00			SP
S13	X=67690.000, Y=103270.000 X=67844.000, Y=103200.000	SP 21° 04.3' E									150.00			SP
S14	X=67844.000, Y=103200.000 X=67998.000, Y=103130.000	SP 21° 04.3' E									150.00			SP
S15	X=67998.000, Y=103130.000 X=68152.000, Y=103060.000	SP 21° 04.3' E									150.00			SP



PARAMETROS DE DISEÑO	
Parametro	Valor
Clasificación del terreno	Tercera
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30 km/h
Ancho de calzada de vía	4.6 m
Número de carriles	2
Ancho de carril	2.3 m
Radio mínimo de curvatura	21 m
Longitud mínima de la curva vertical	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	60 m
K mínimo curva cóncavas	6
K mínimo curva convexa	2
Pendiente máxima	6.00%
Pendiente mínima	0.30%
Pendiente máxima longitudinal	12%
Pendiente media máxima longitudinal	7%
Bombeo normal	2%
Delta Curvas	0.70 m

Proyecto:  
Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa de Ingeniería Civil

Planta-Perfil  
27/04/2022  
1:1000

3

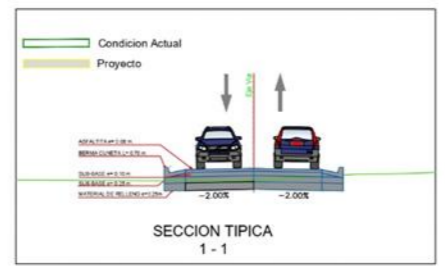
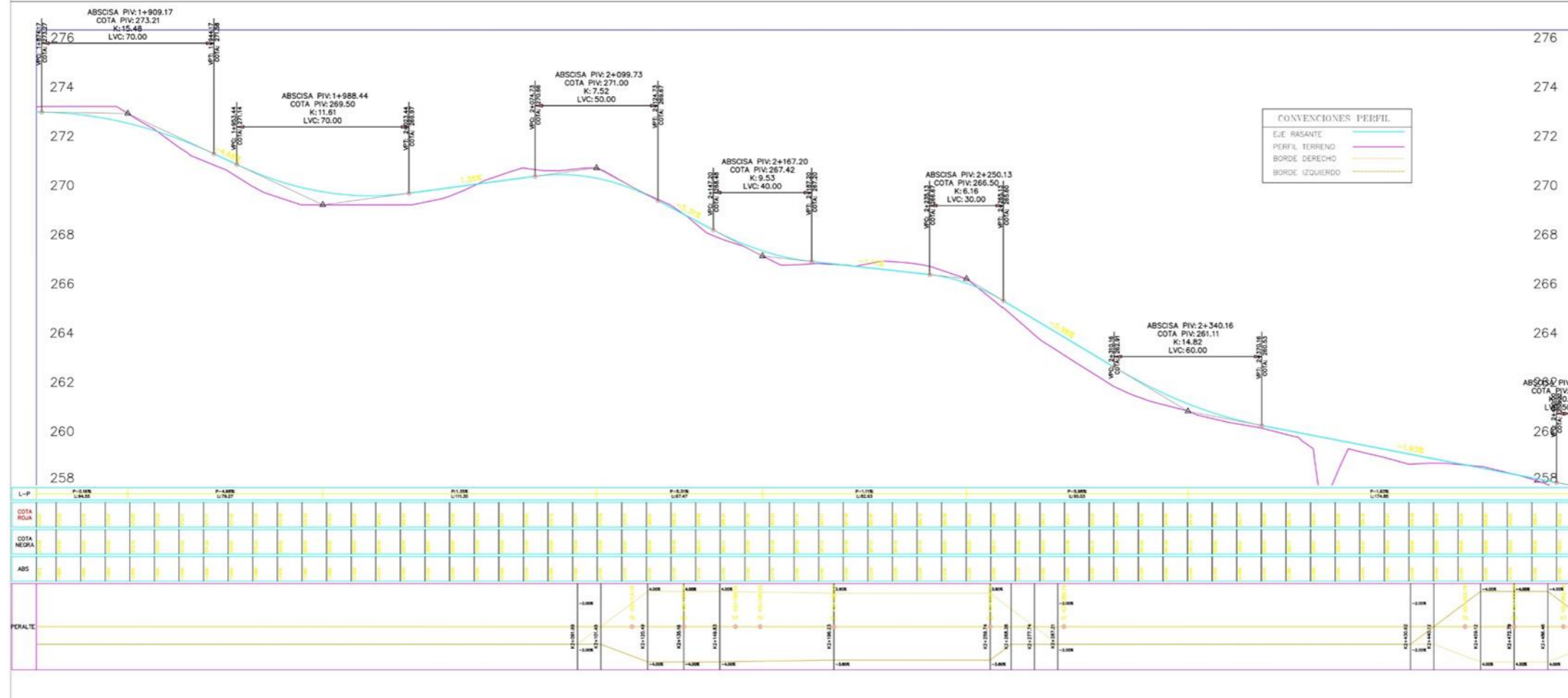
ACAD – PLANTA – PERFILVFG – EJE DE VIA – (1) – (2) – Model.dwg

27.04.2022

ELEMENTO GEOMÉTRICO	COORDENADAS	AZIMUT	DEFLEXIÓN ESPIRAL	LONGITUD DE ESPIRAL	PARAMETRO A	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	T <sub>L</sub>	T <sub>C</sub>	R <sub>C</sub>	DEFLEXIÓN CIRCULAR	ABSCISAS DE P.T.	ABSCISAS DE C.V.	ABSCISAS DE T.P.	ABSCISAS DE F.T.	ELEMENTO GEOMÉTRICO
C-3	N=66818.156, E=118382.802															C3
L18	N=66817.544, E=118318.423 N=66830.887, E=118308.000	N52° 39' 15.35" E	7° 48' 47.0"	30.00	57.45	28.84	1.36	20.02	10.02	110.00	33° 04' 41.1"	63.01	K2+198.23	K2+269.74	K2+289.74	L18
L19	N=66838.836, E=118377.051 N=66830.889, E=118308.000	N40° 36' 26.52" E	8° 00' 18.4"	20.00	43.68	19.88	0.70	13.34	6.87				K2+452.79		K2+472.79	L19
L20			8° 00' 18.4"	20.00	43.68	19.88	0.70	13.34	6.87				K2+472.79		K2+492.79	L20
L21			9° 32' 43.7"	22.00	36.11	20.94	1.22	14.69	7.36				K2+541.63		K2+563.63	L21
L22			9° 32' 43.7"	22.00	36.11	20.94	1.22	14.69	7.36				K2+563.63		K2+585.63	L22
L23	N=66838.807, E=118381.418 N=66853.840, E=118328.839	N22° 33' 11.04" E														L23
L24	N=66853.840, E=118328.839 N=66868.841, E=118320.589	N22° 06' 16.00" E														L24
L25	N=66868.841, E=118320.589 N=66874.616, E=118322.707	N10° 07' 19.50" E														L25



ELEMENTO GEOMÉTRICO	COORDENADAS	AZIMUT	DEFLEXIÓN ESPIRAL	LONGITUD DE ESPIRAL	PARAMETRO A	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	T <sub>L</sub>	T <sub>C</sub>	R <sub>C</sub>	DEFLEXIÓN CIRCULAR	LONGITUDES	ABSCISAS DE T.P.	ABSCISAS DE C.V.	ABSCISAS DE F.T.	ELEMENTO GEOMÉTRICO
C-3	N=66818.156, E=118382.802															C3
L18	N=66817.544, E=118318.423 N=66830.887, E=118308.000	N52° 39' 15.35" E	7° 48' 47.0"	30.00	57.45	28.84	1.36	20.02	10.02	110.00	33° 04' 41.1"	63.01	K2+198.23	K2+269.74	K2+289.74	L18
L19	N=66838.836, E=118377.051 N=66830.889, E=118308.000	N40° 36' 26.52" E	8° 00' 18.4"	20.00	43.68	19.88	0.70	13.34	6.87				K2+452.79		K2+472.79	L19
L20			8° 00' 18.4"	20.00	43.68	19.88	0.70	13.34	6.87				K2+472.79		K2+492.79	L20
L21			9° 32' 43.7"	22.00	36.11	20.94	1.22	14.69	7.36				K2+541.63		K2+563.63	L21
L22			9° 32' 43.7"	22.00	36.11	20.94	1.22	14.69	7.36				K2+563.63		K2+585.63	L22
L23	N=66838.807, E=118381.418 N=66853.840, E=118328.839	N22° 33' 11.04" E														L23
L24	N=66853.840, E=118328.839 N=66868.841, E=118320.589	N22° 06' 16.00" E														L24
L25	N=66868.841, E=118320.589 N=66874.616, E=118322.707	N10° 07' 19.50" E														L25



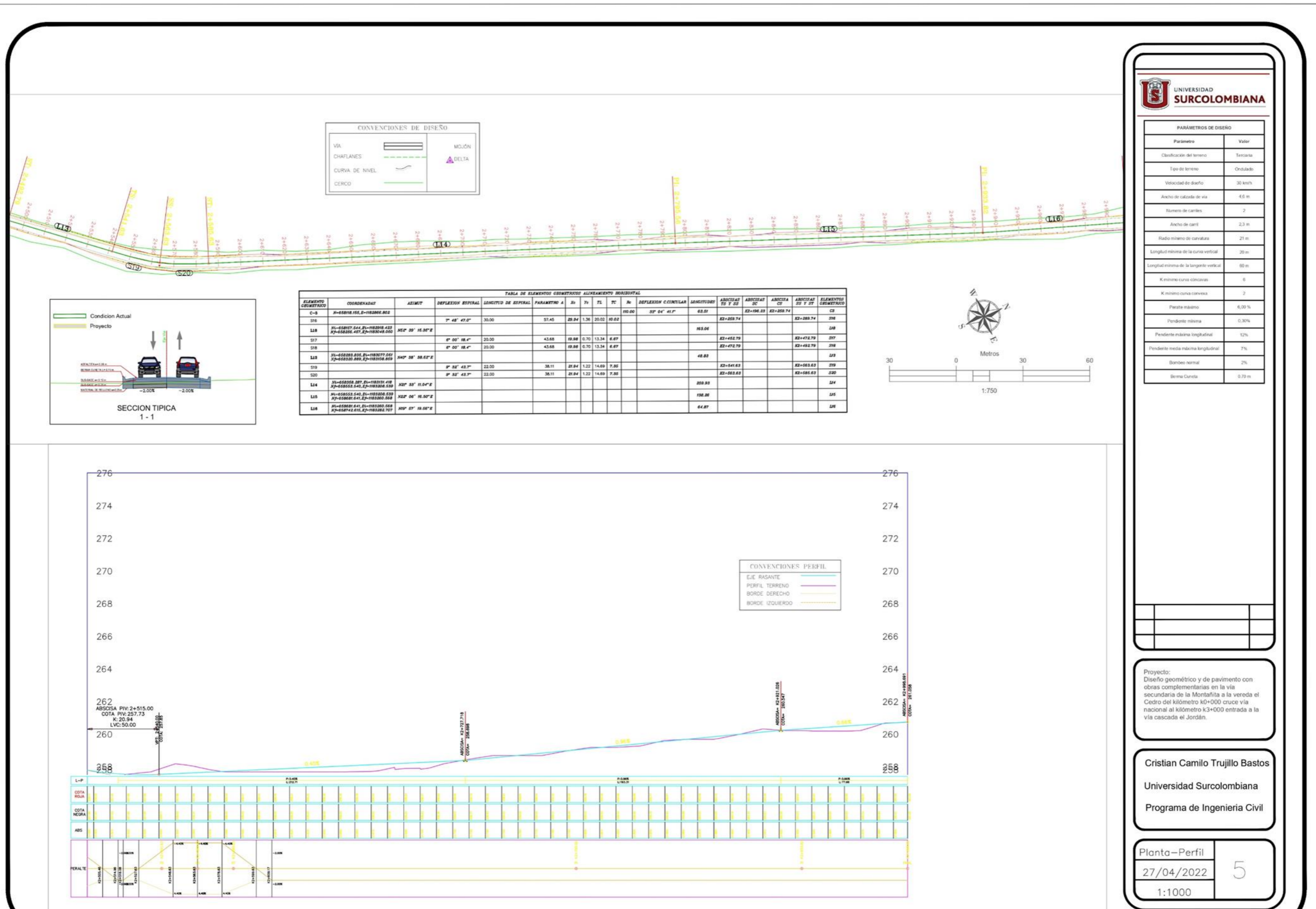
Parámetro	Valor
Clasificación del terreno	Tercera
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	30 km/h
Ancho de calzada de vía	4,6 m
Numero de carriles	2
Ancho de carril	2,3 m
Radio mínimo de curvatura	21 m
Longitud mínima de la curva vertical	20 m
Longitud mínima de la tangente vertical	60 m
K mínimo curva cóncava	6
K mínimo curva cóncava	2
Parabe máximo	6,00 %
Pendiente mínima	0,30%
Pendiente máxima longitudinal	12%
Pendiente media máxima longitudinal	7%
Bombearo normal	2%
Berma Curva	0,70 m

Proyecto:  
Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montañita a la vereda el Cedro del kilómetro k0+000 cruce vía nacional al kilómetro k3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

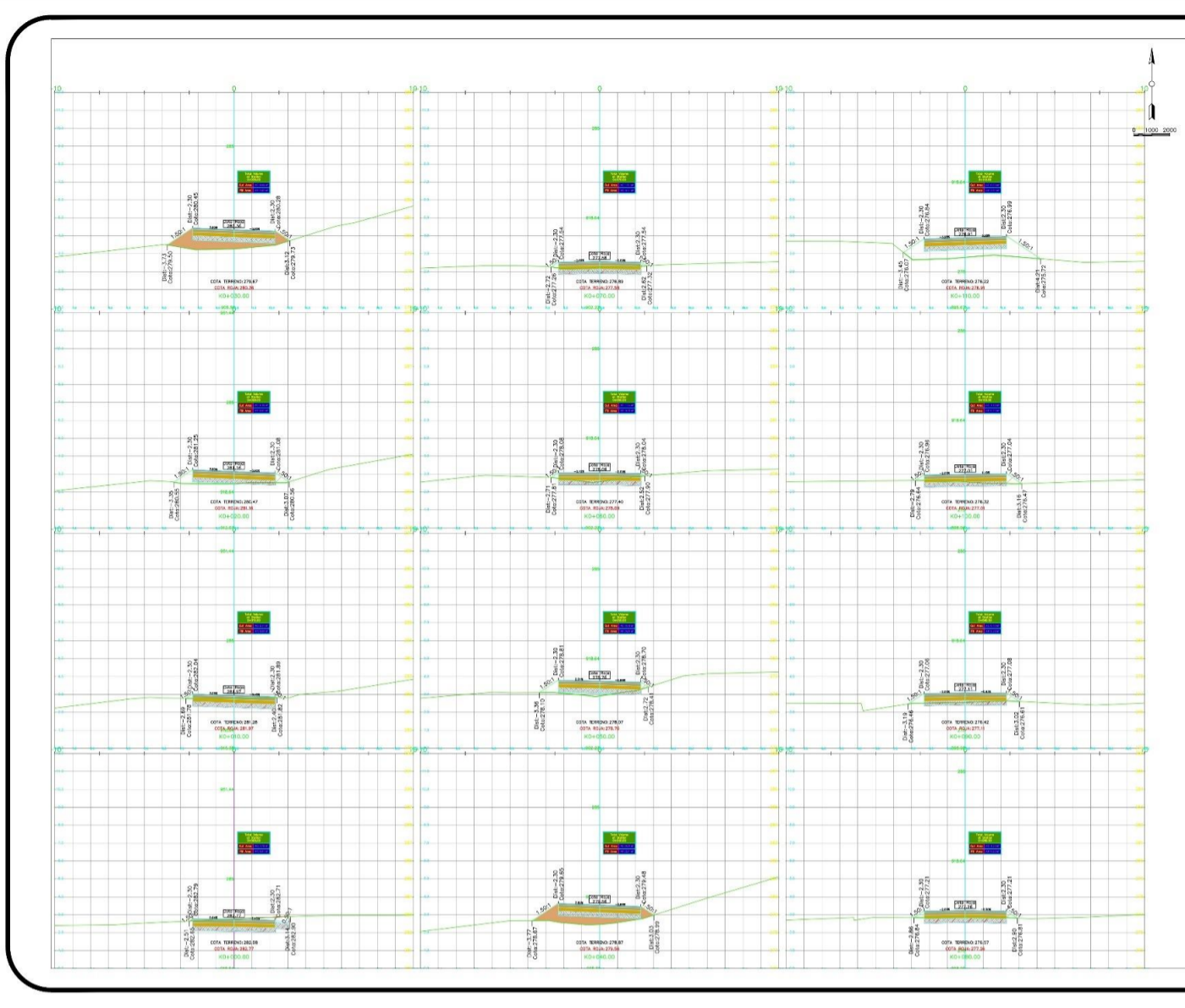
Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa de Ingeniería Civil

Planta-Perfil	4
27/04/2022	
1:1000	

ACAD- PLANTA – PERFILVFG – EJE DE VIA – (1) – (2)-Model.dwg



18.12.2009 TOP\_VIA.dwg



General Notes

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

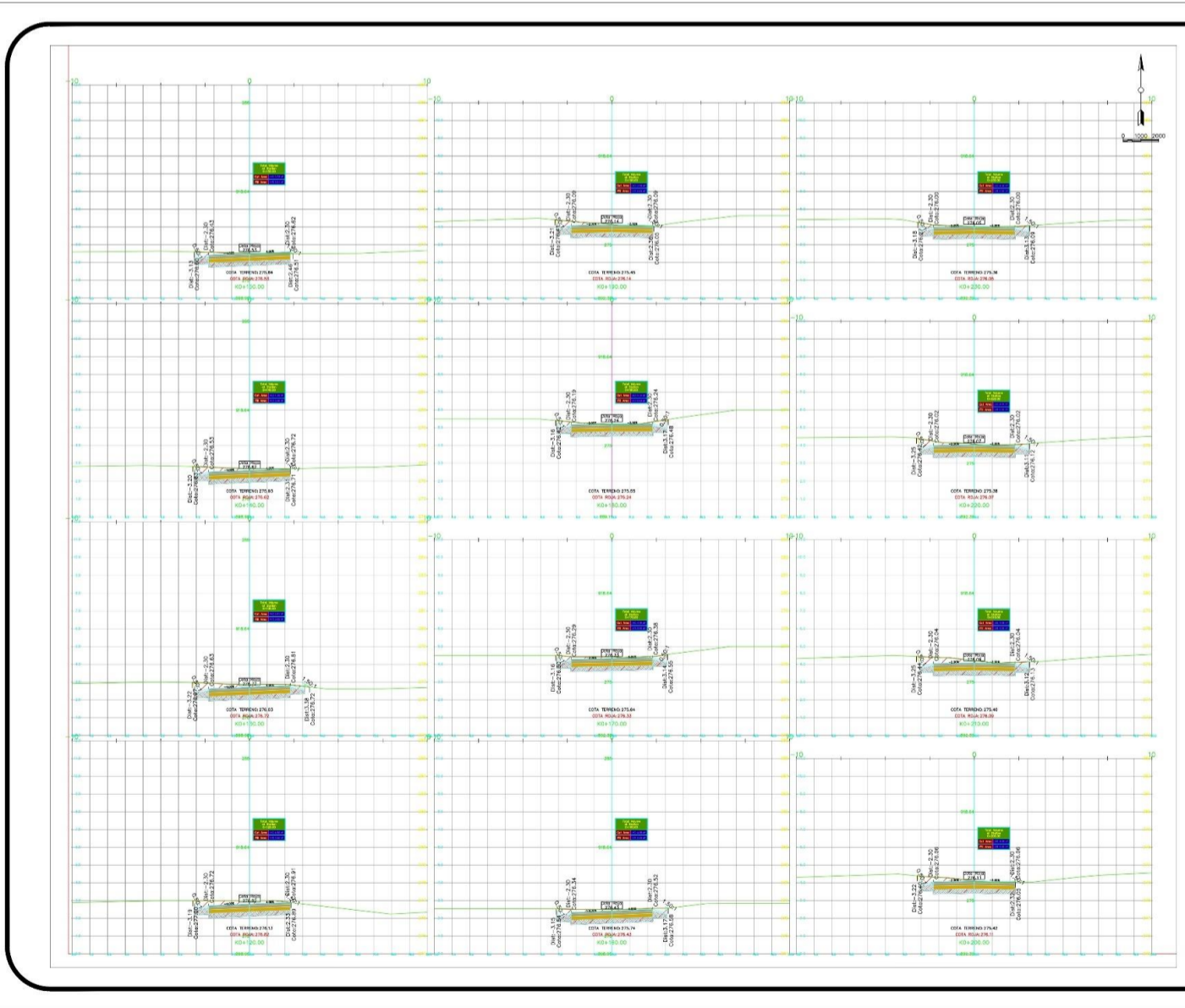
Proyecto: Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Moravia a la vereda el Codo del kilómetro K2+000 cerca vía nacional al kilómetro K3+000 entrada a la vía casaca el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa Ingeniería Civil

SECCIONES	Folio
27/04/2022	1-25

Escala: 1:100

18.12.2009 TOP\_VIA.dwg



General Notes

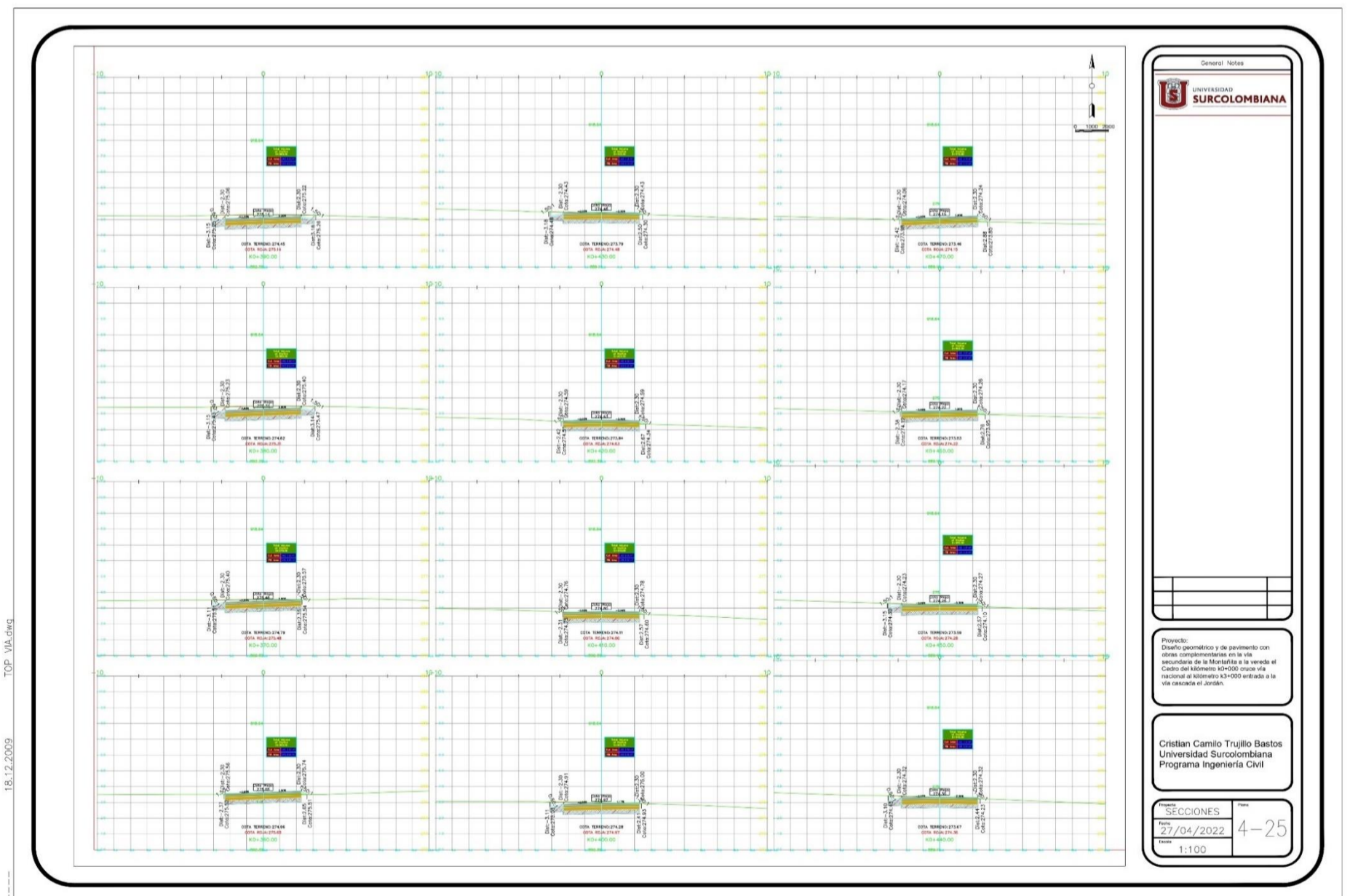
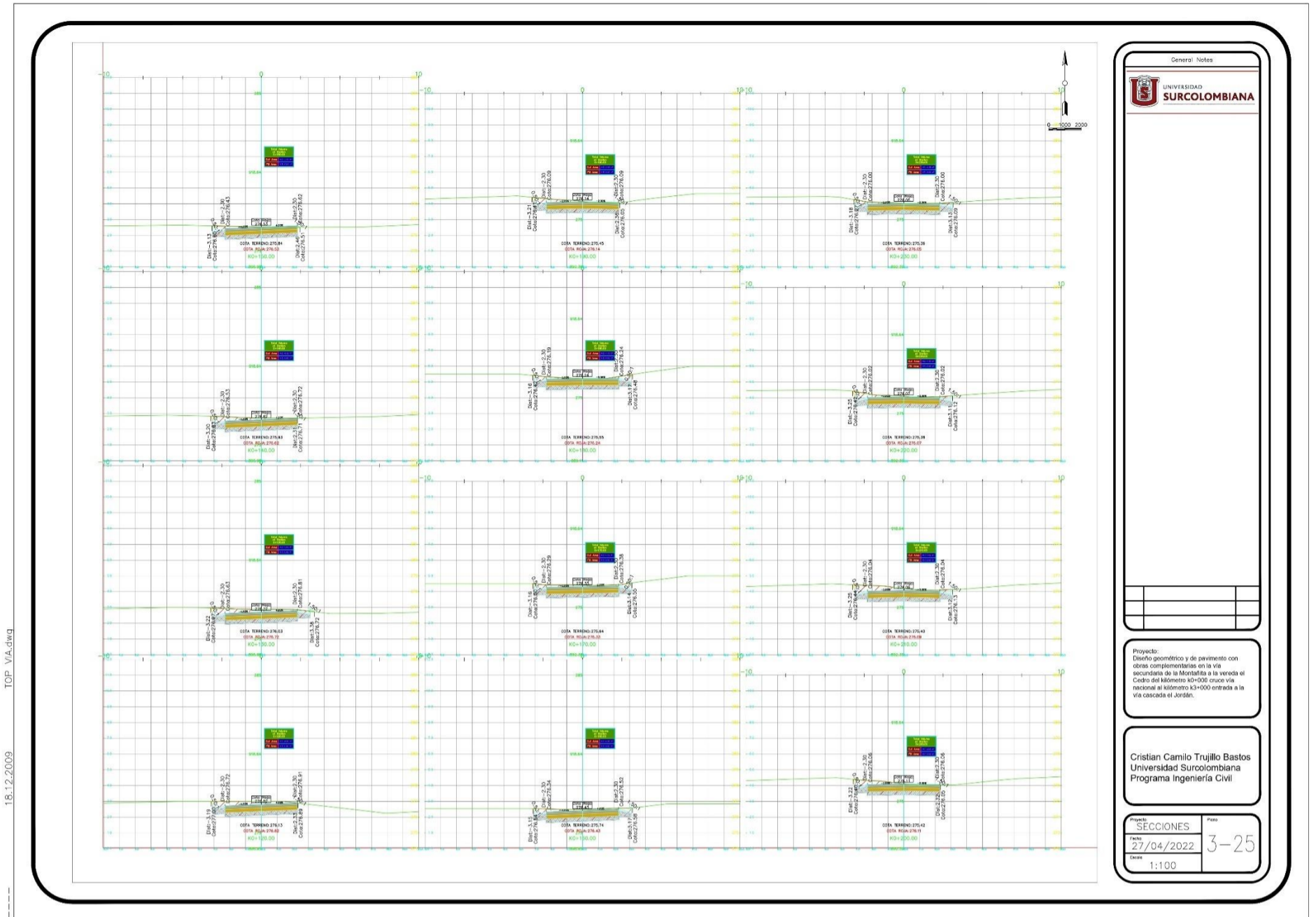
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

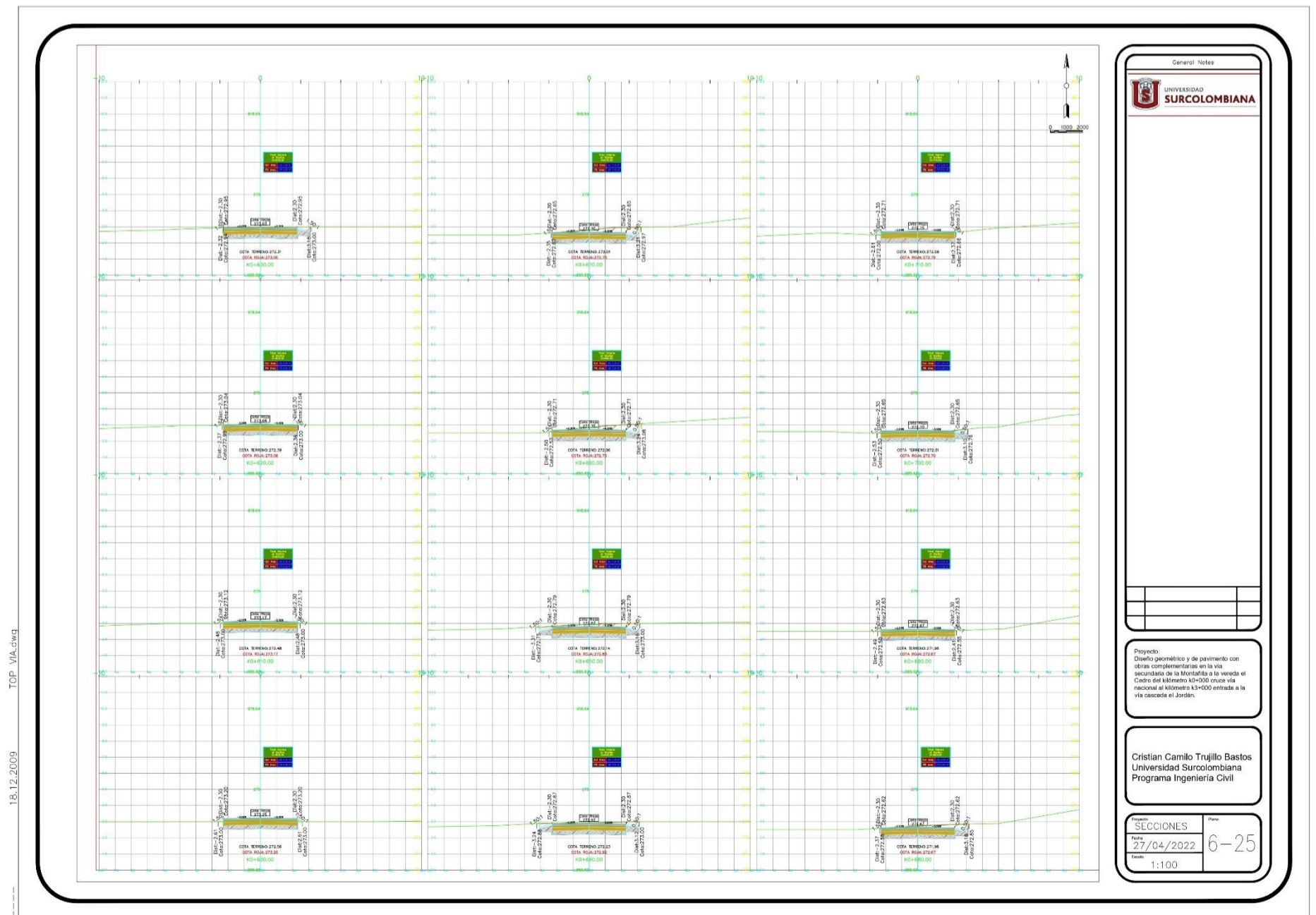
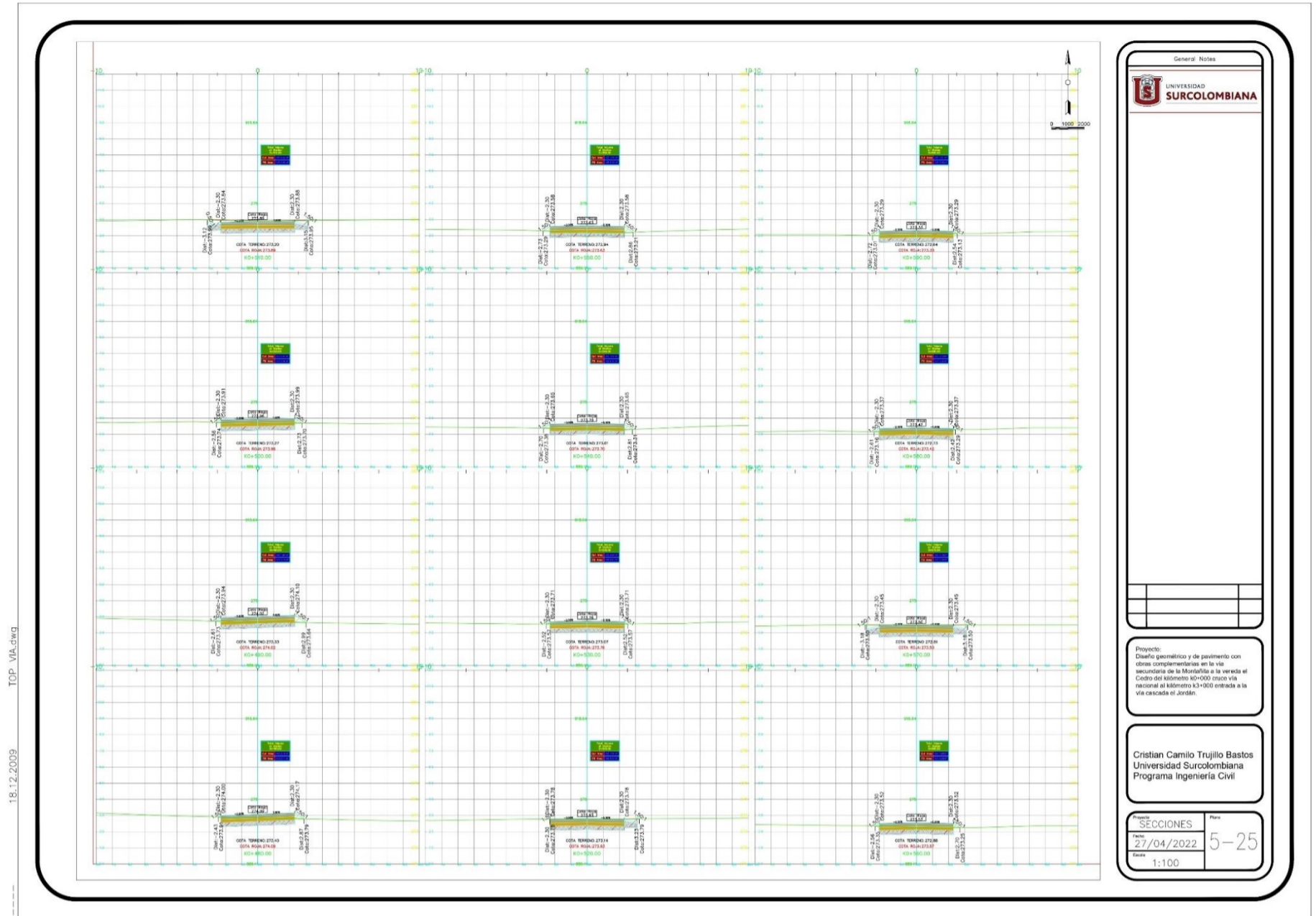
Proyecto: Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Moravia a la vereda el Codo del kilómetro K2+000 cerca vía nacional al kilómetro K3+000 entrada a la vía casaca el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa Ingeniería Civil

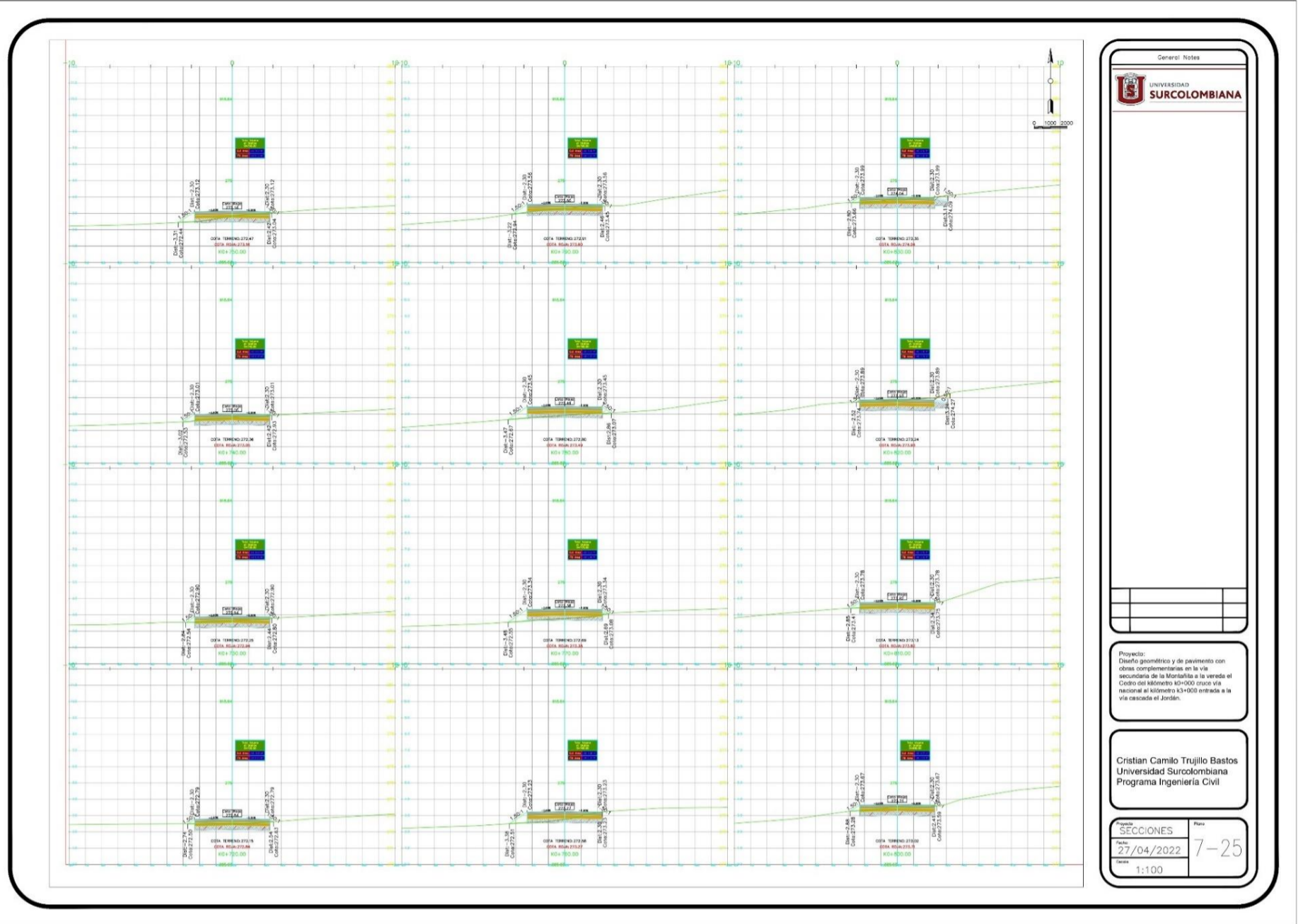
SECCIONES	Folio
27/04/2022	2-25

Escala: 1:100





18.12.2009 TOP\_VIA.dwg



General Notes

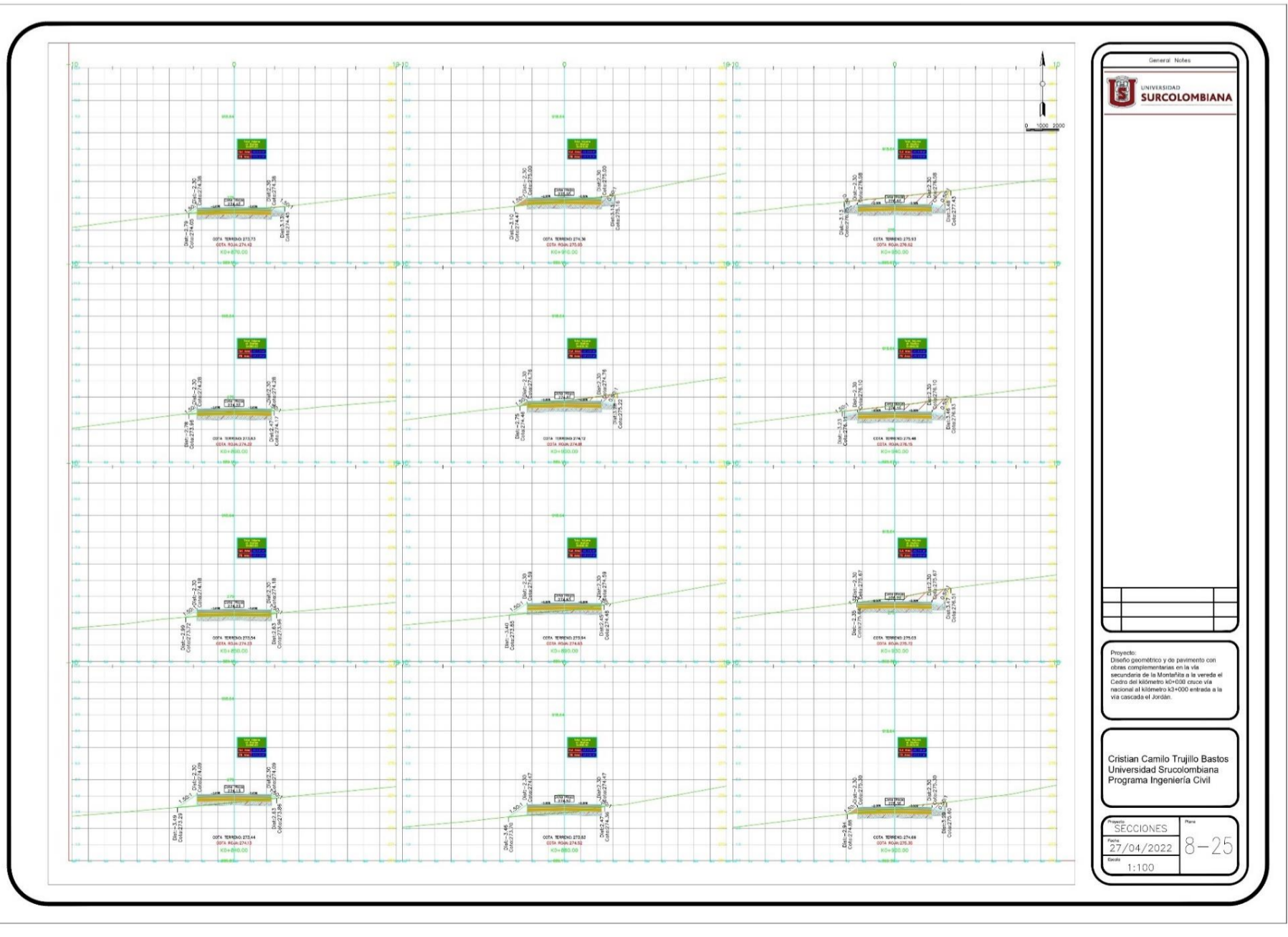
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Proyecto: Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montañita a la vereda el Centro del kilómetro 40+000 traza vía nacional al kilómetro 43+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa Ingeniería Civil

SECCIONES	7-25
Fecha: 27/04/2022	
Escala: 1:100	

18.12.2009 TOP\_VIA.dwg



General Notes

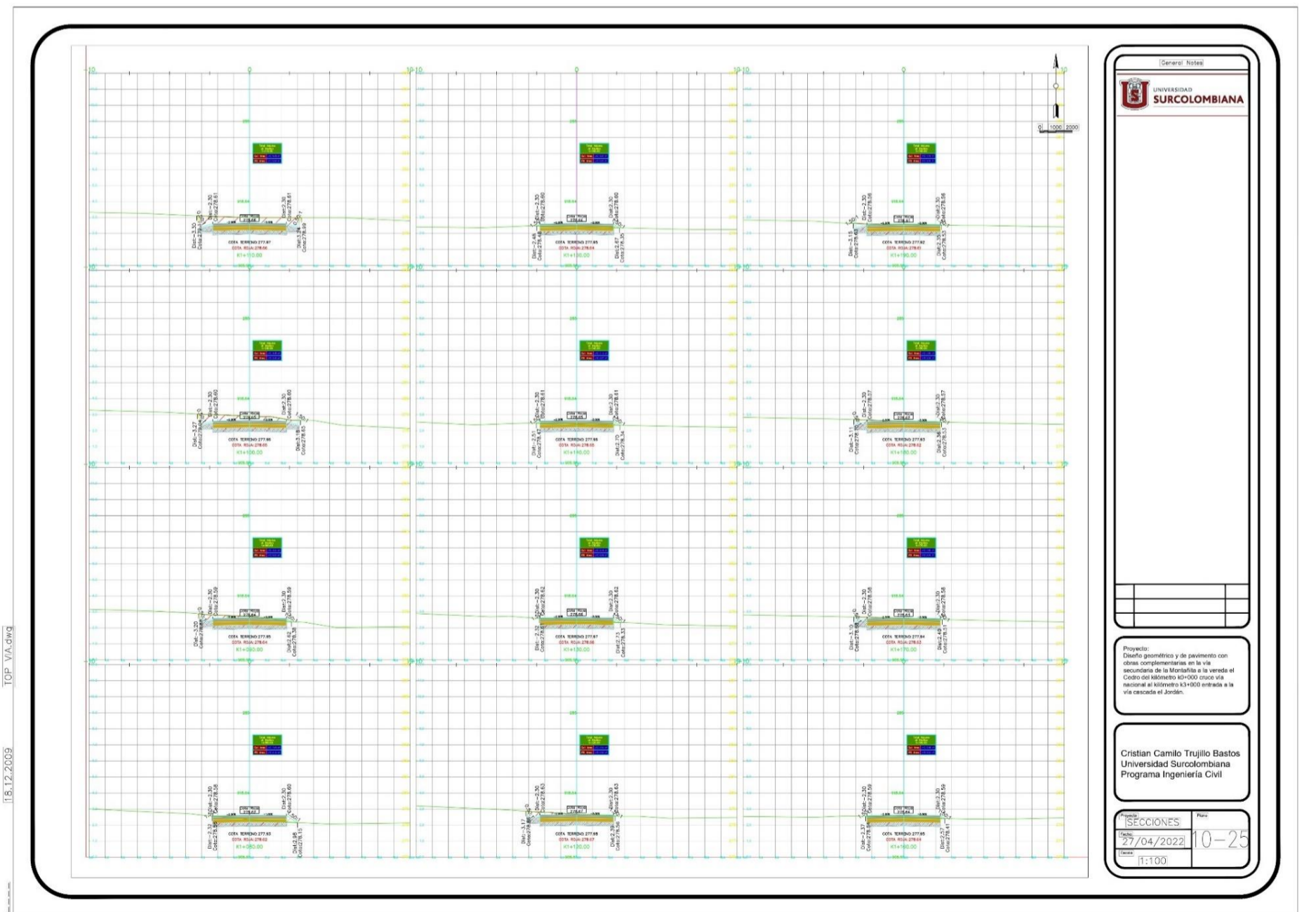
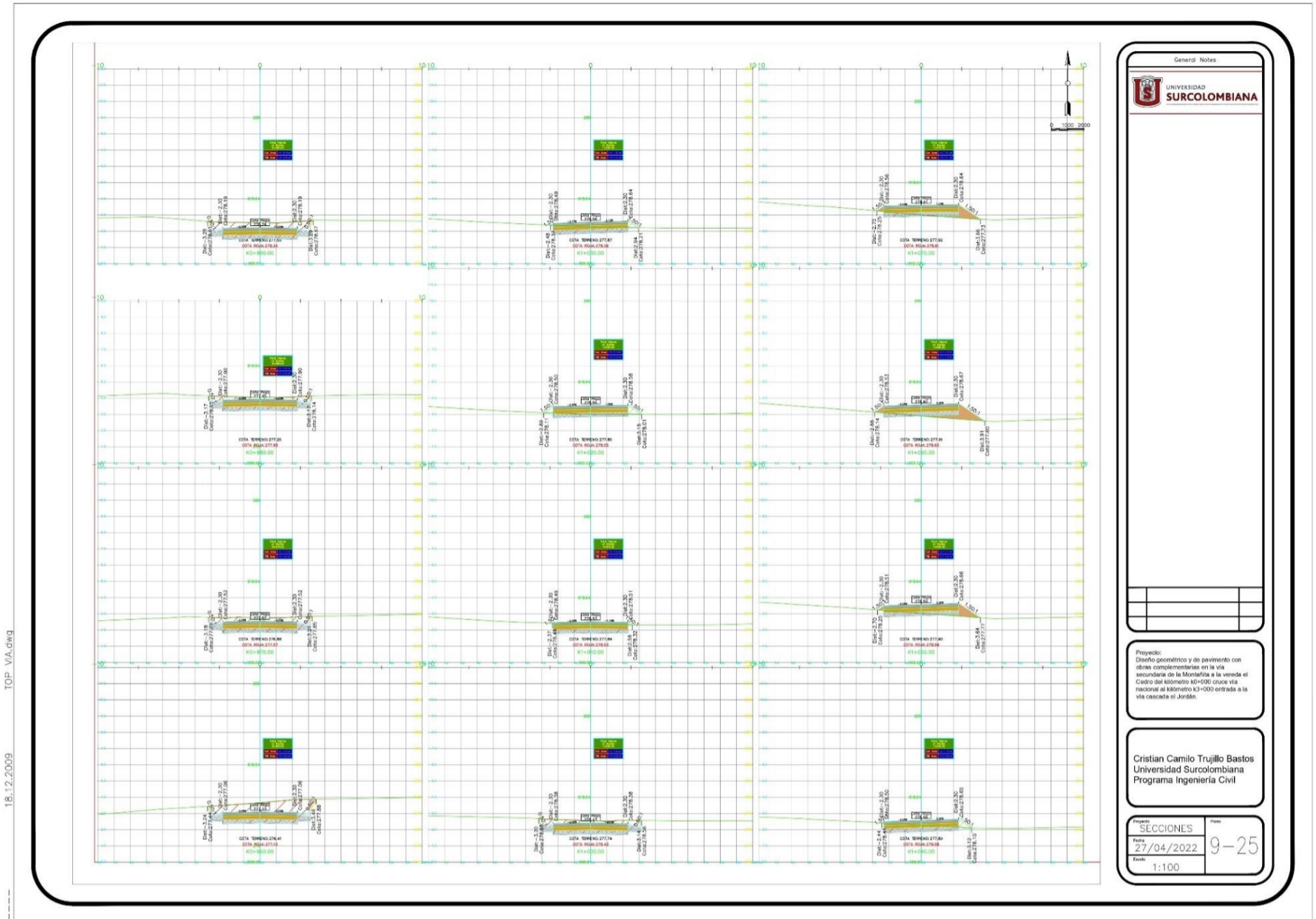
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

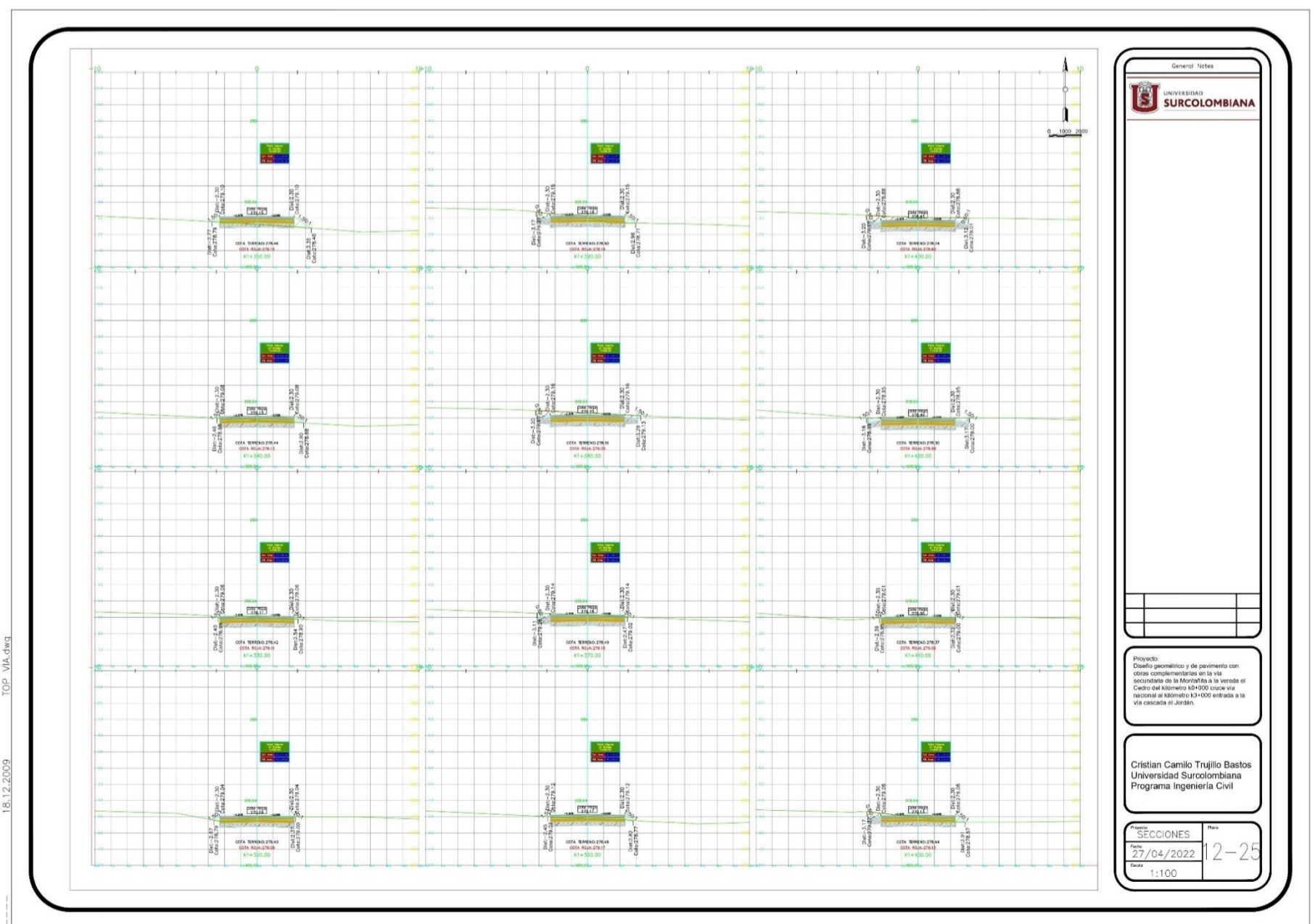
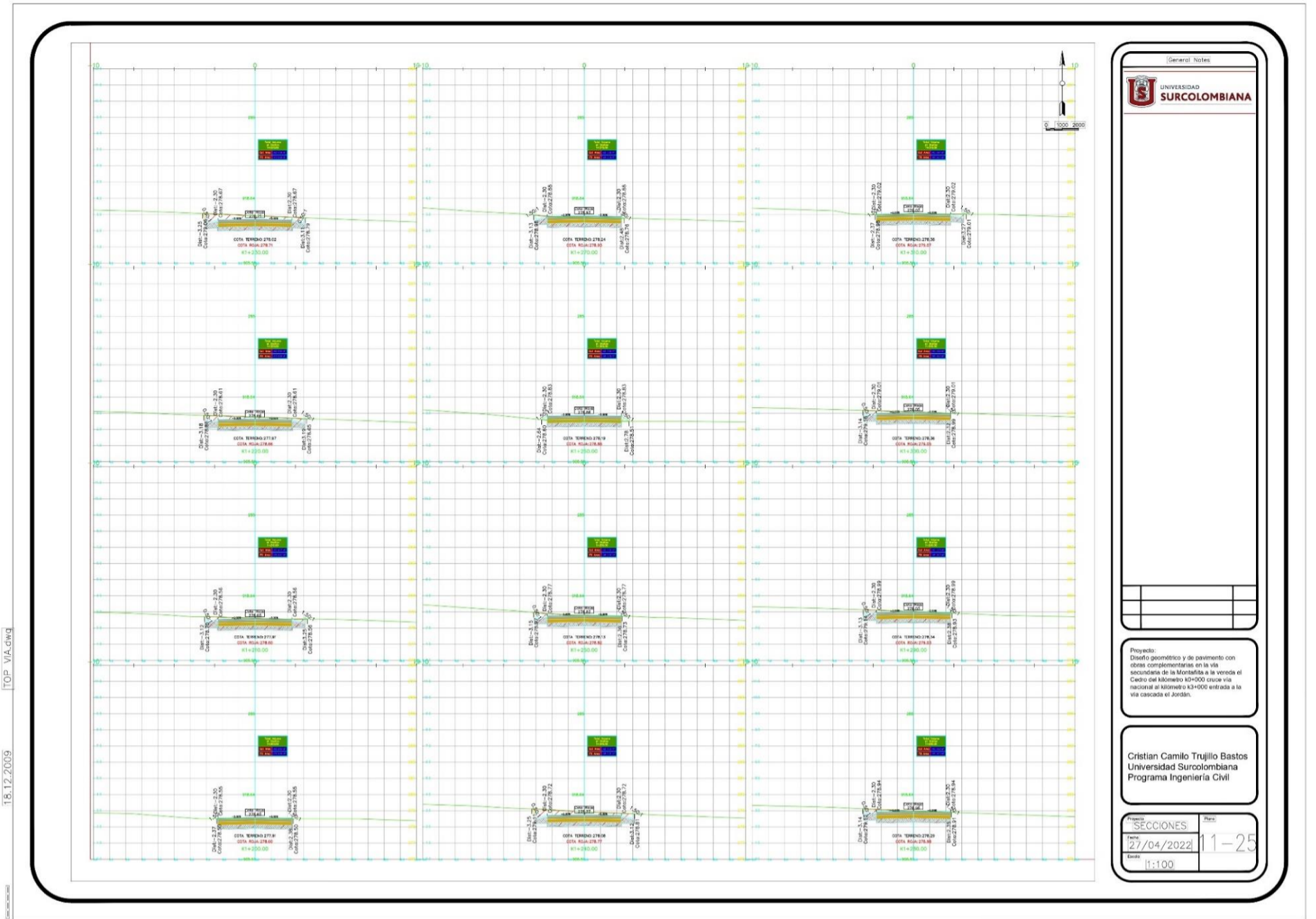
Proyecto: Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montañita a la vereda el Centro del kilómetro 40+000 traza vía nacional al kilómetro 43+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa Ingeniería Civil

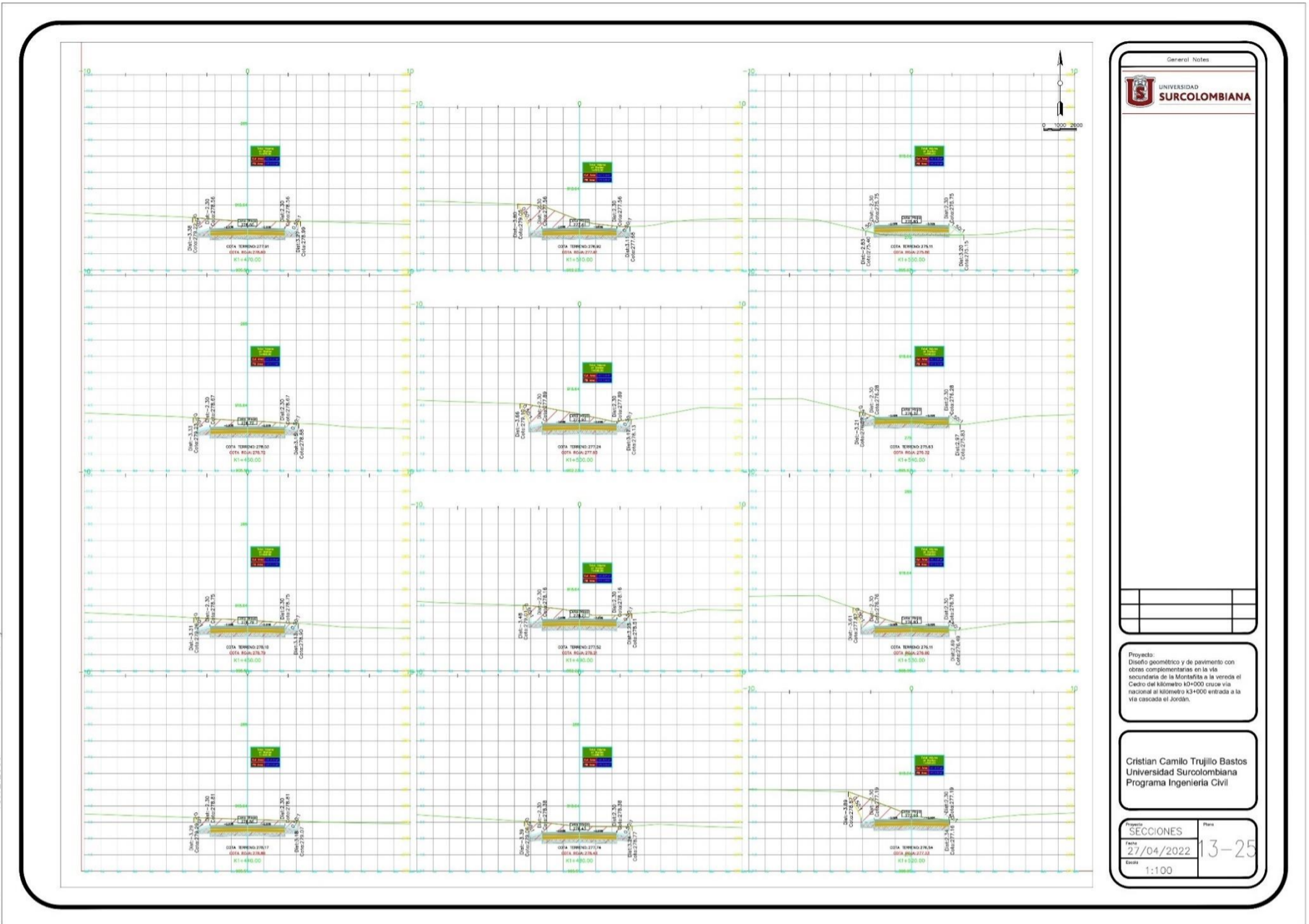
SECCIONES	8-25
Fecha: 27/04/2022	
Escala: 1:100	



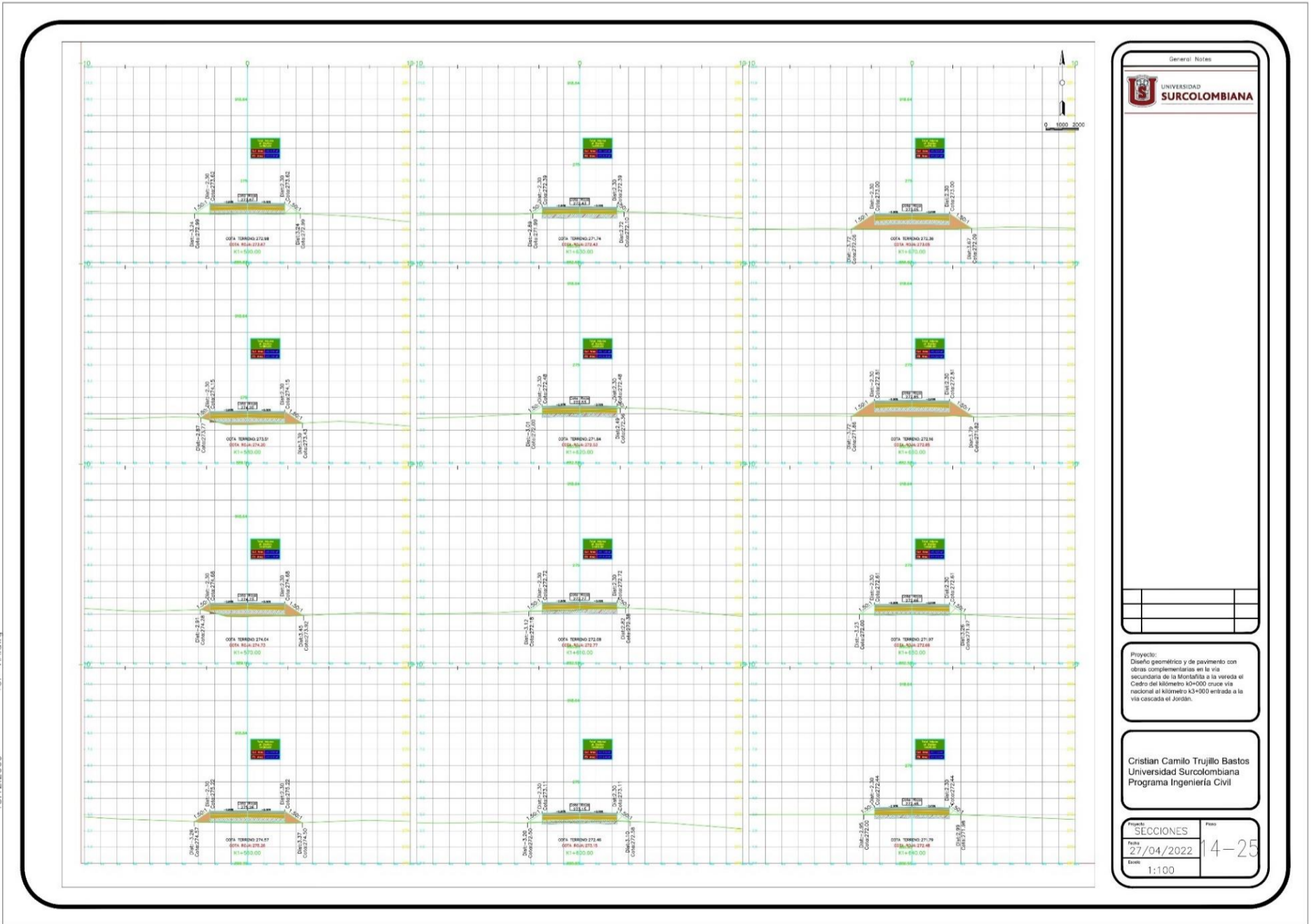


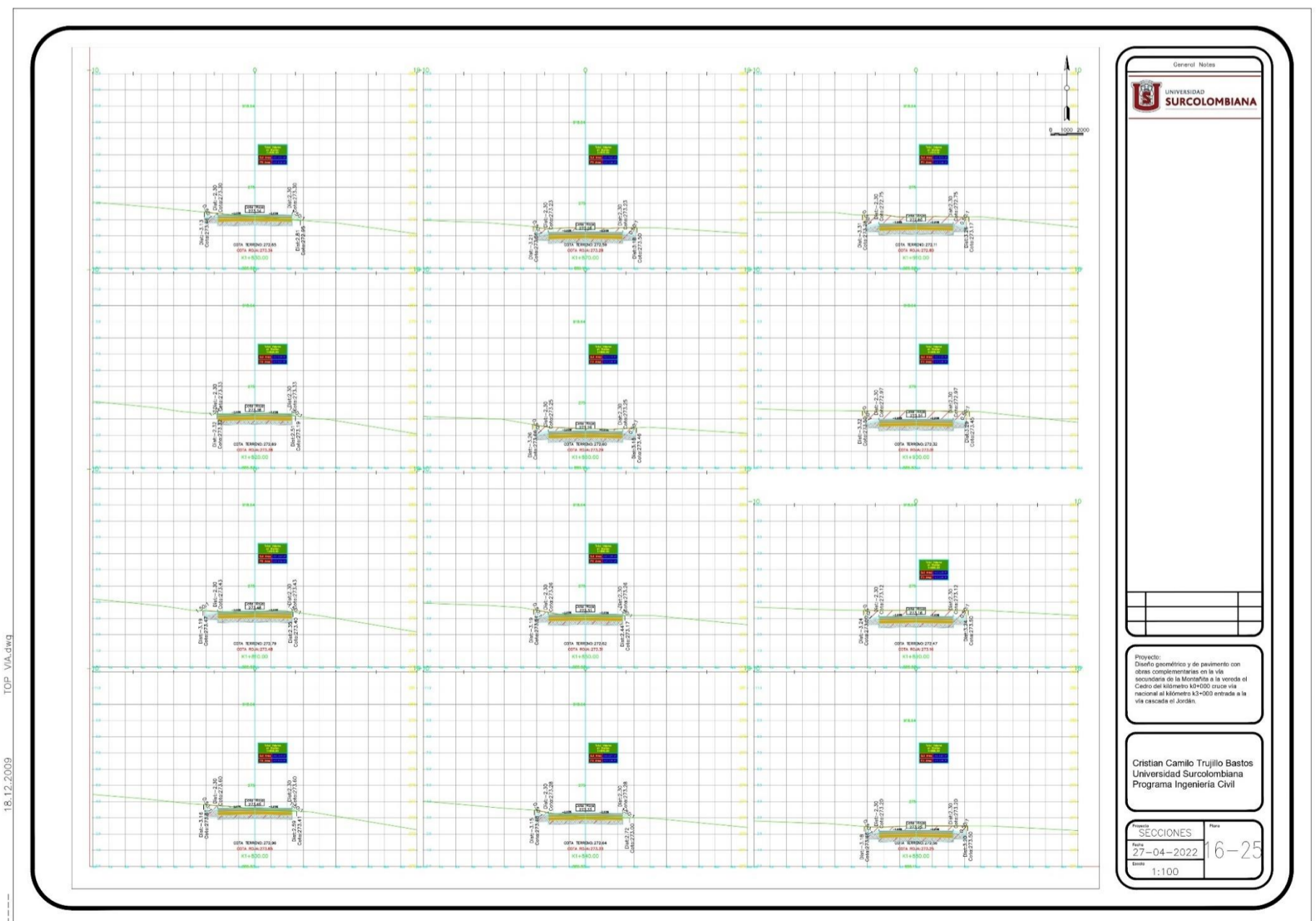
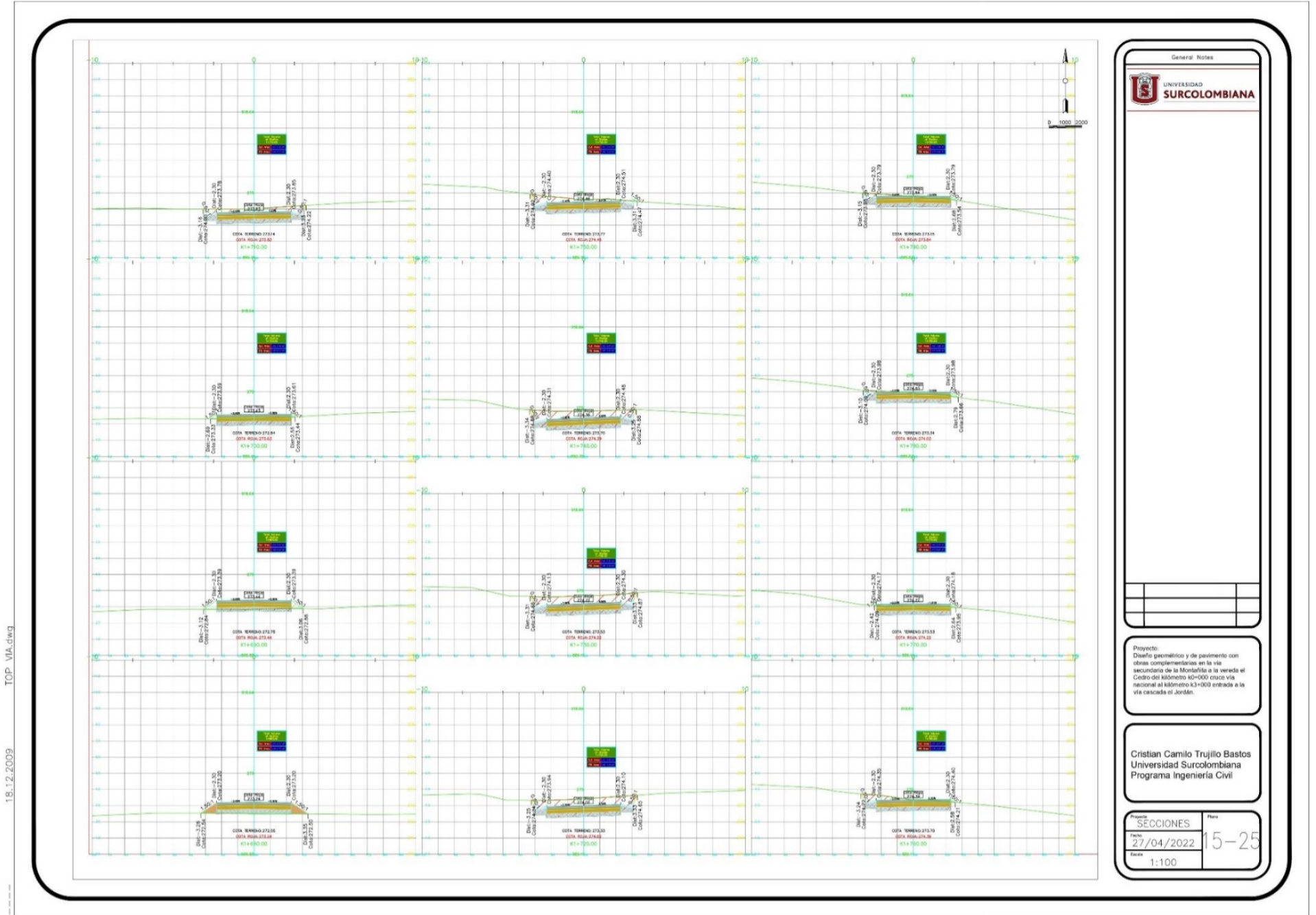


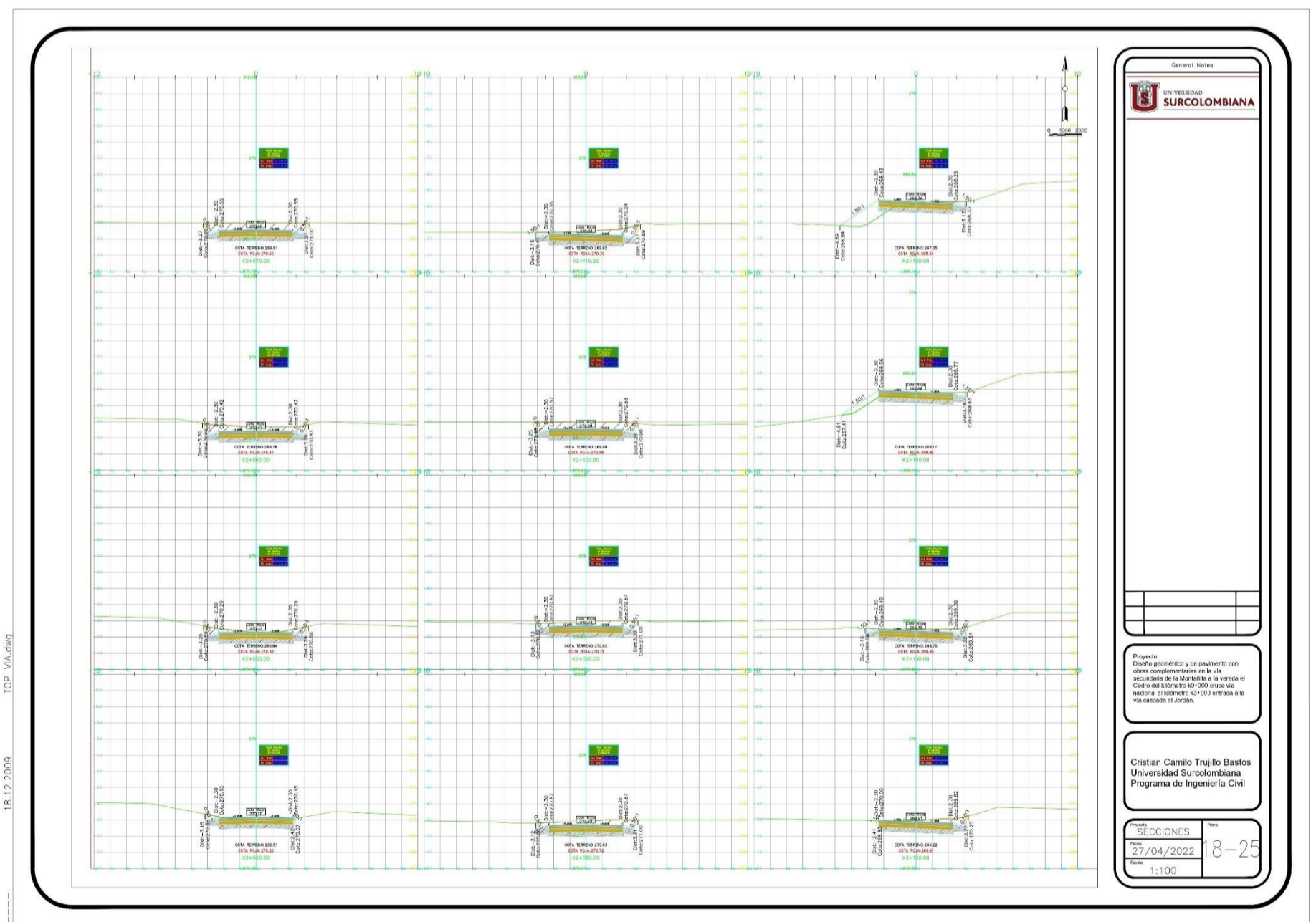
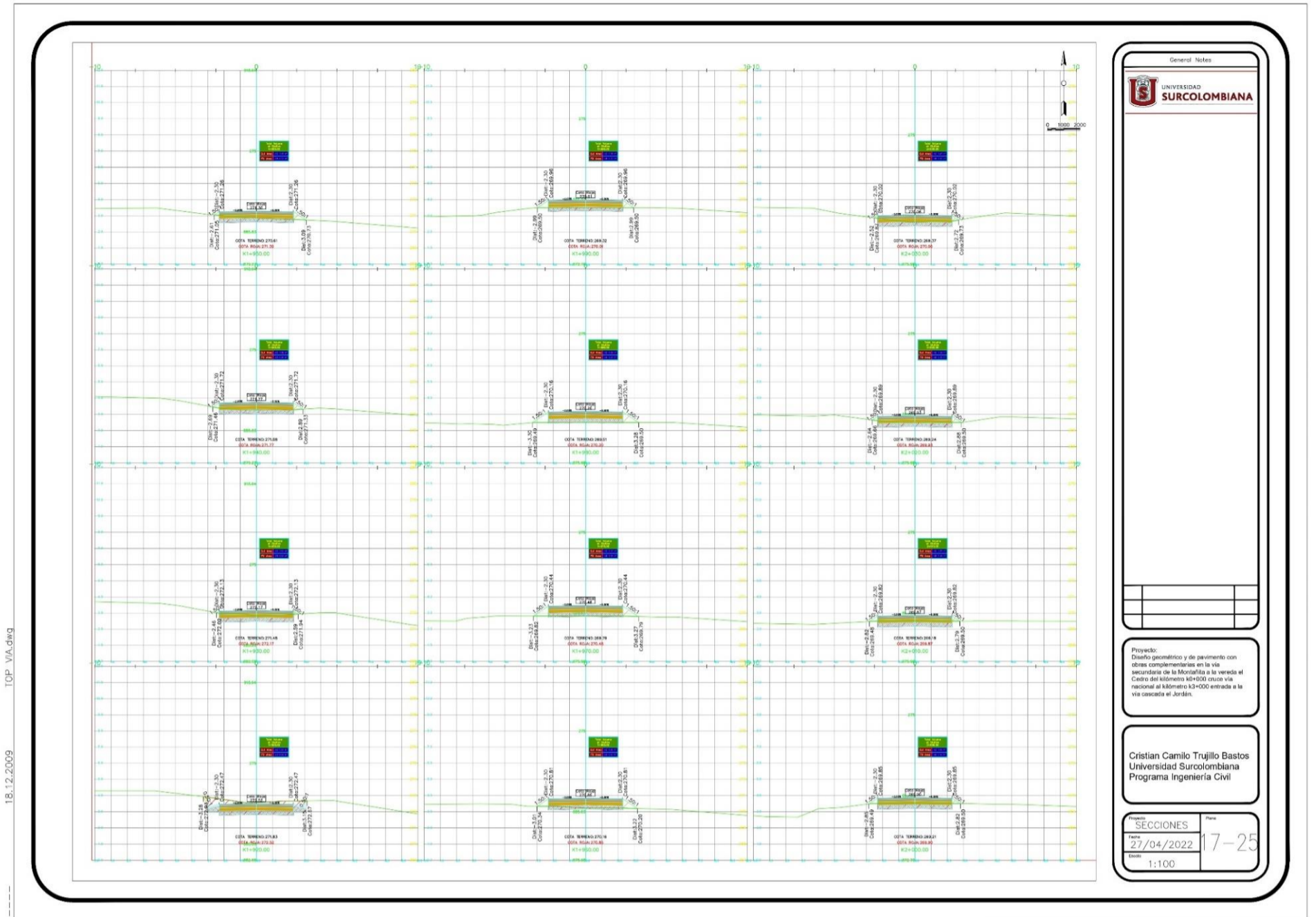
18.12.2009 TOP\_VIA.dwg

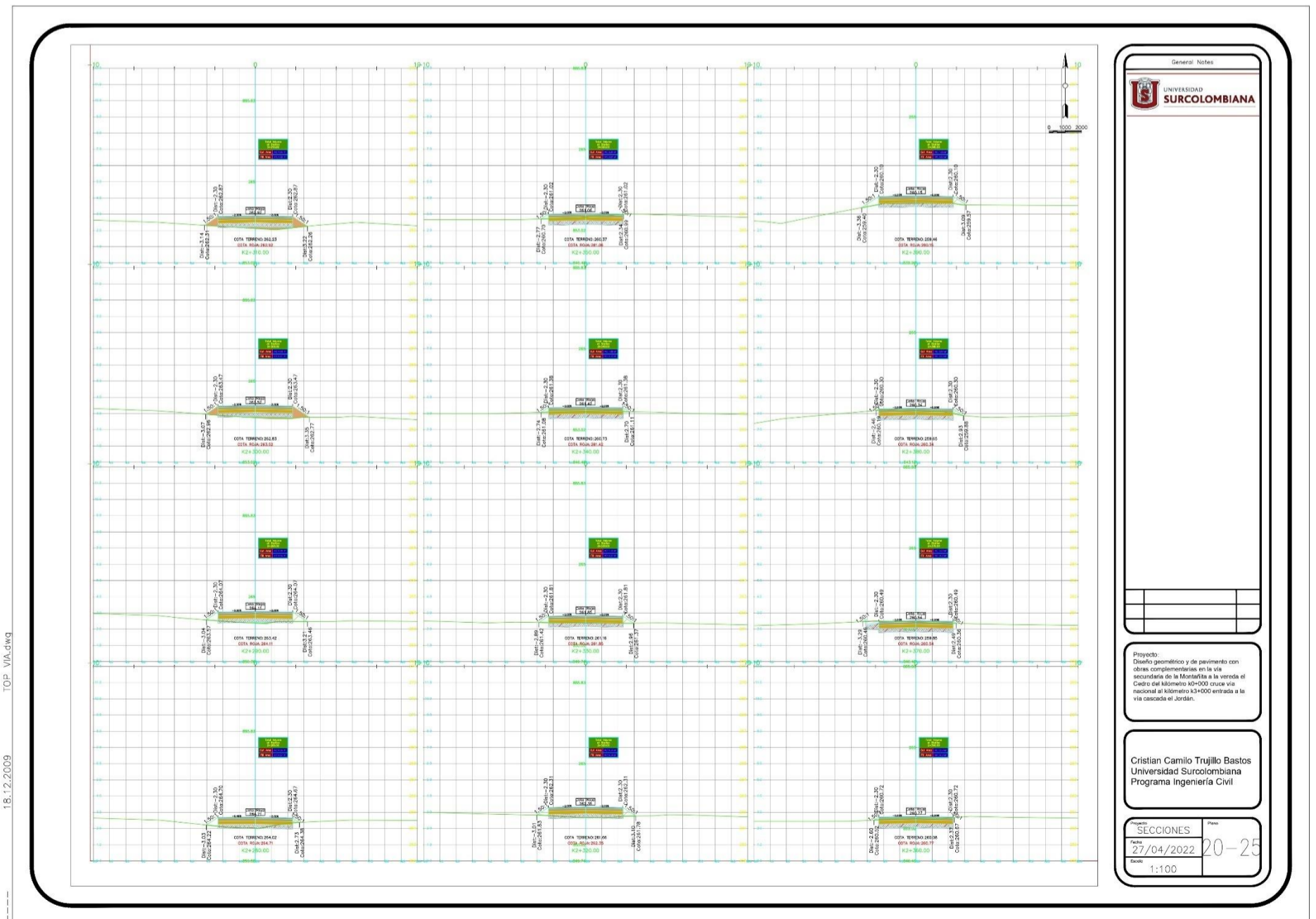
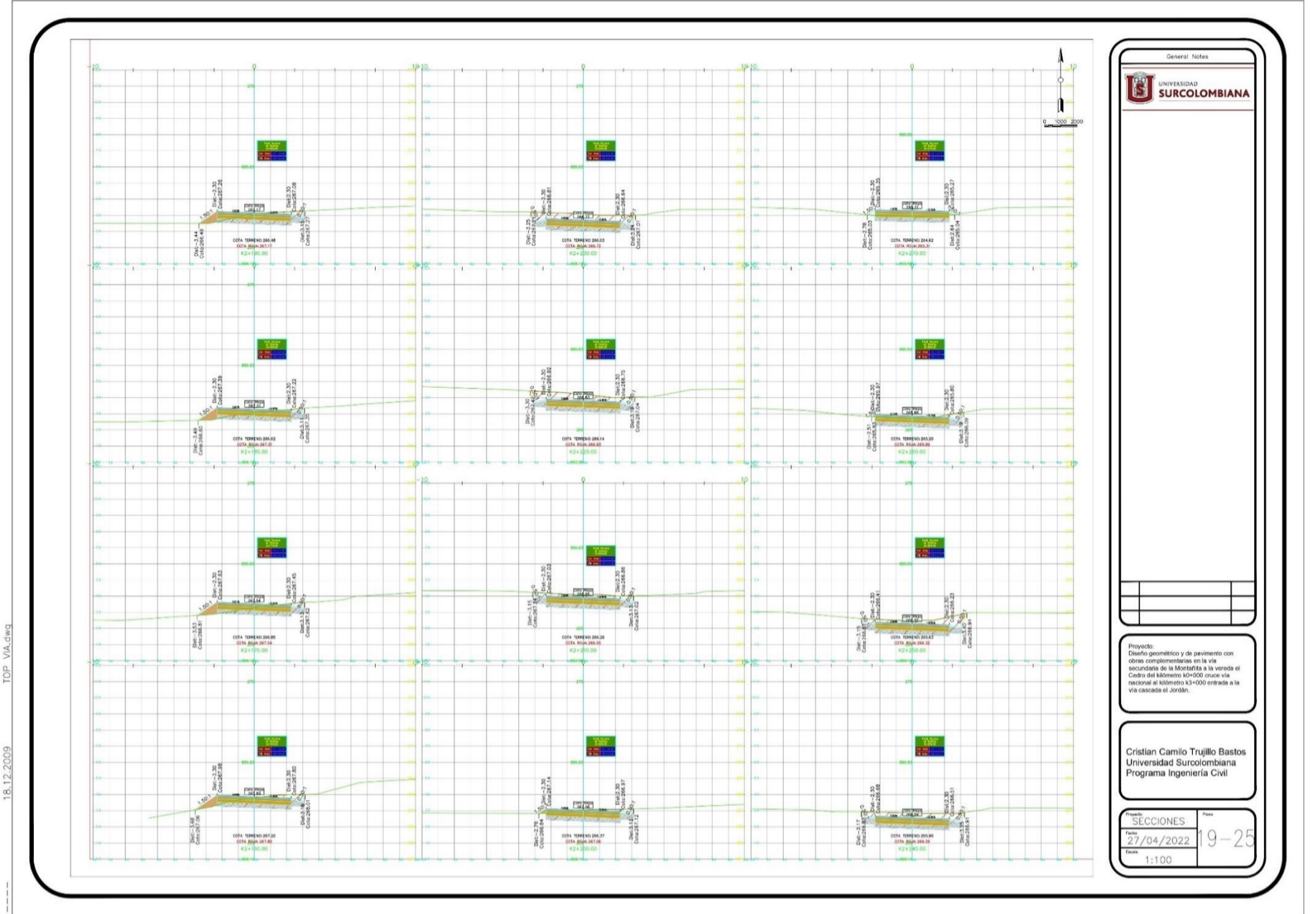


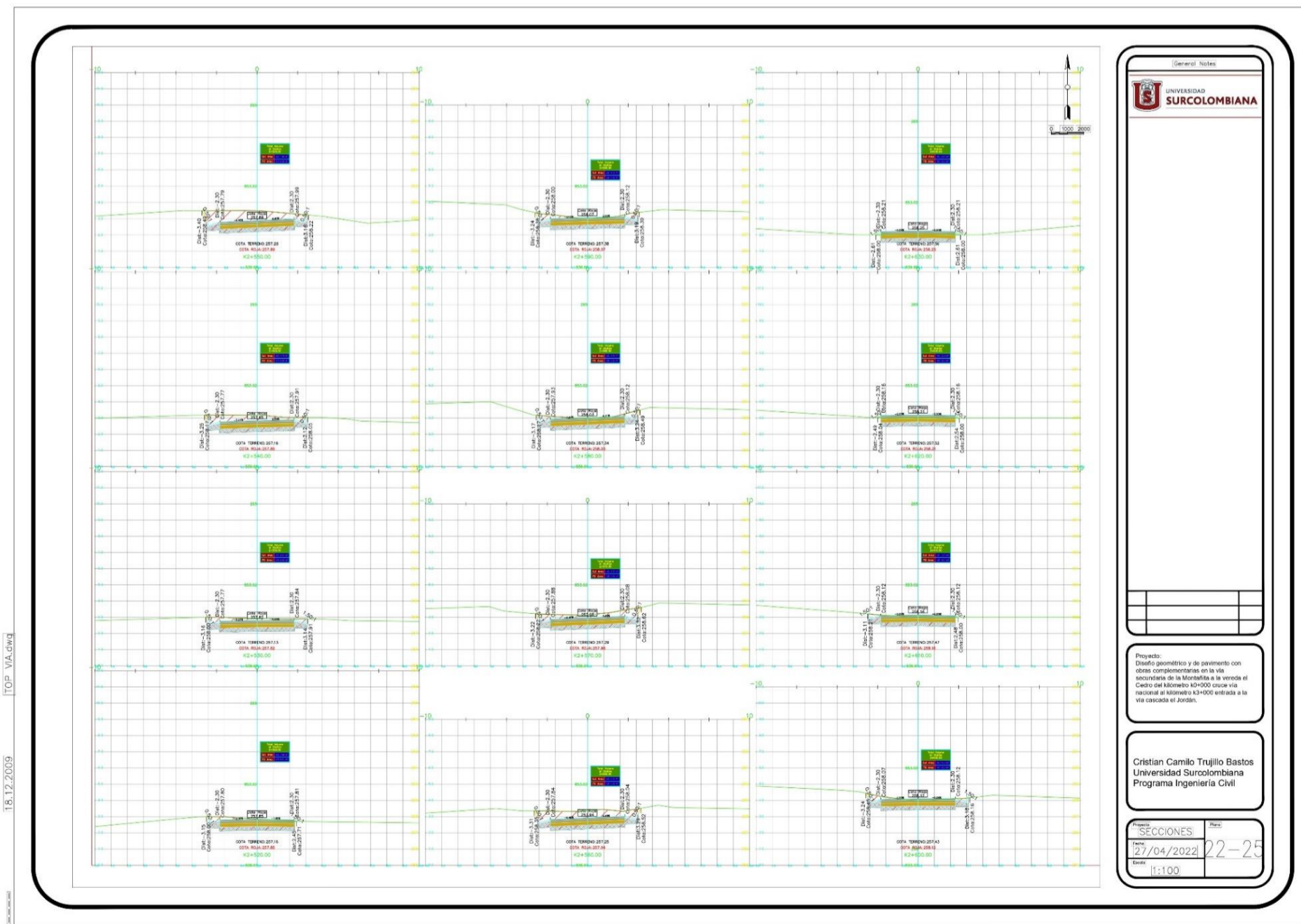
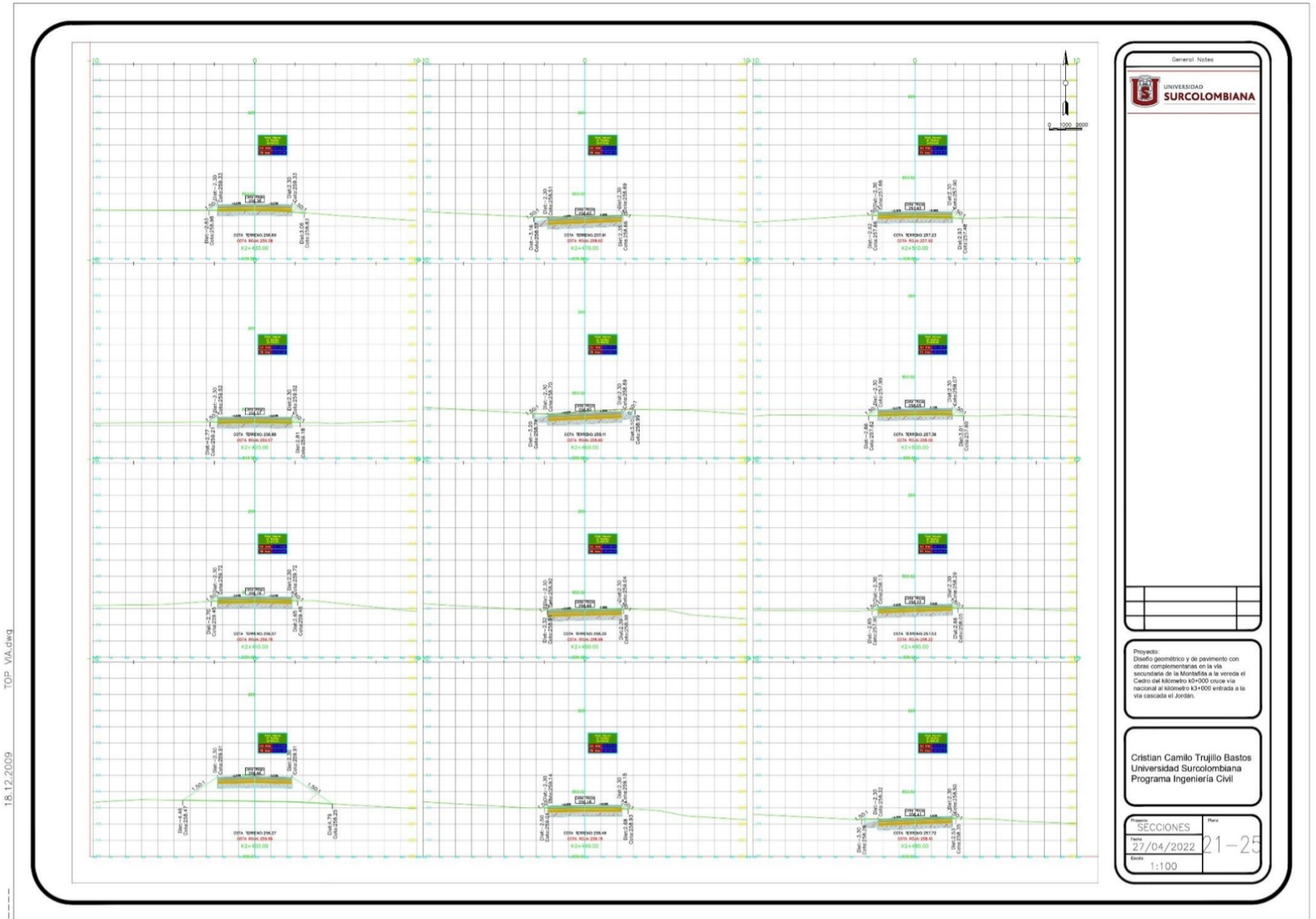
18.12.2009 TOP\_VIA.dwg

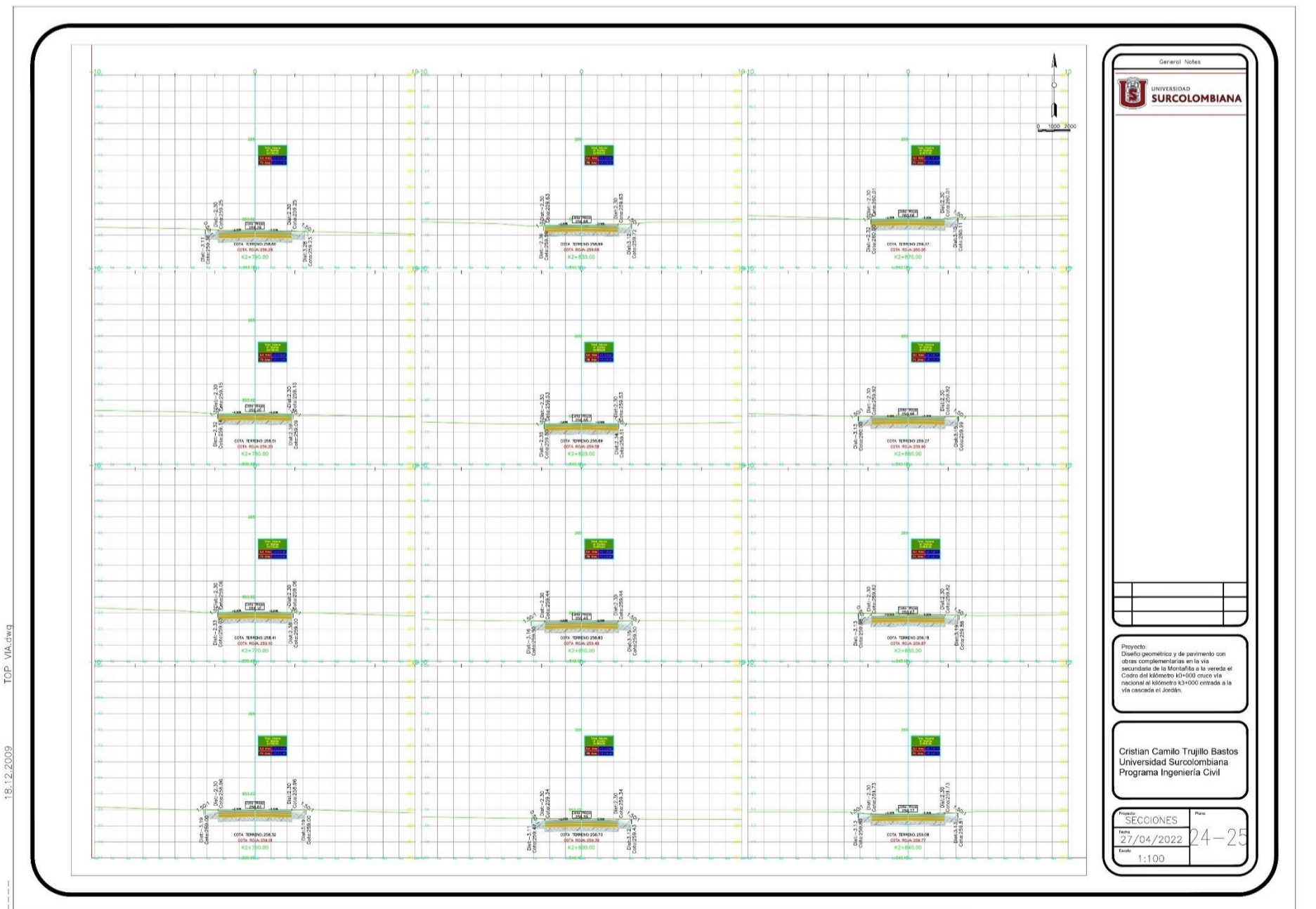
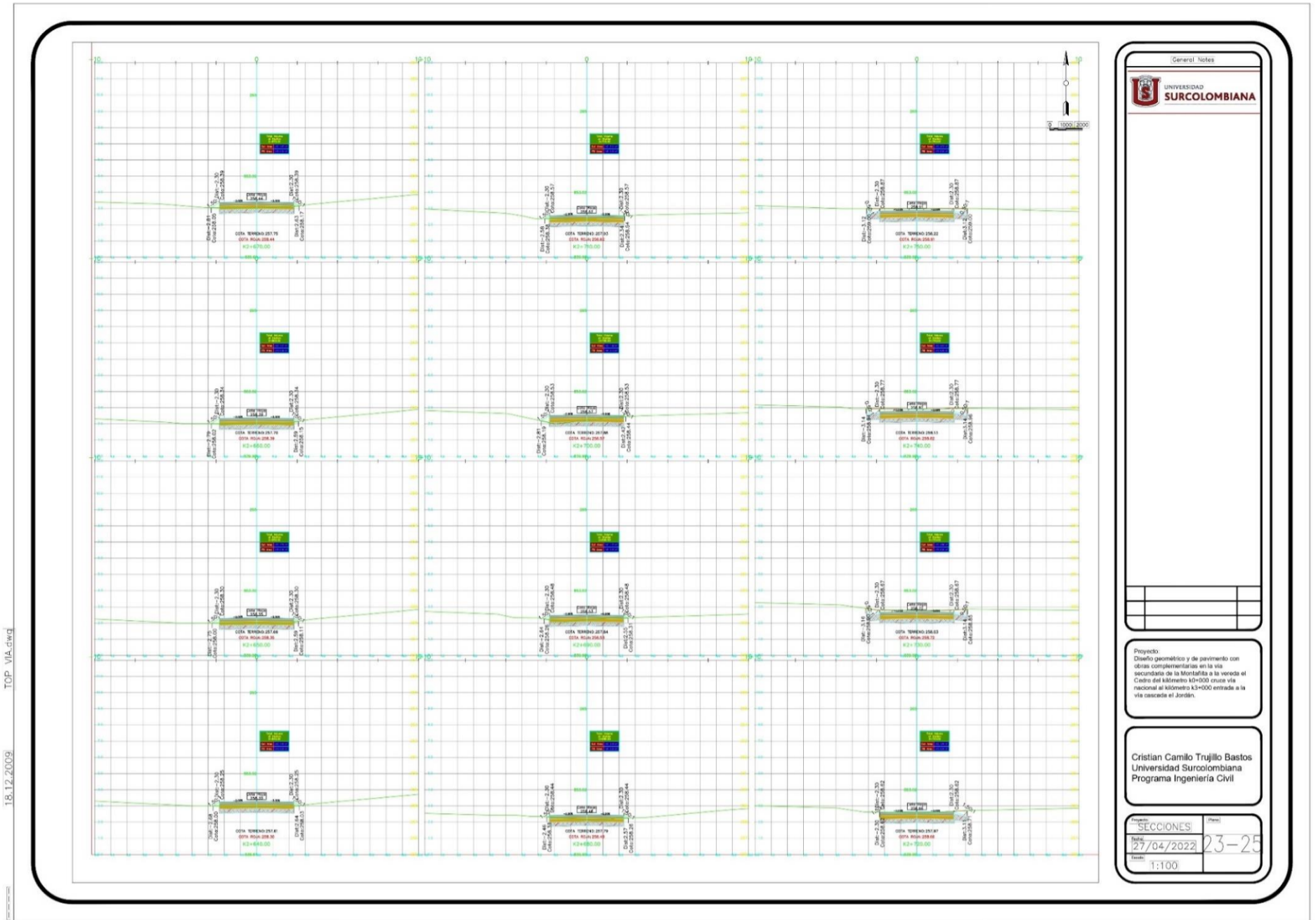






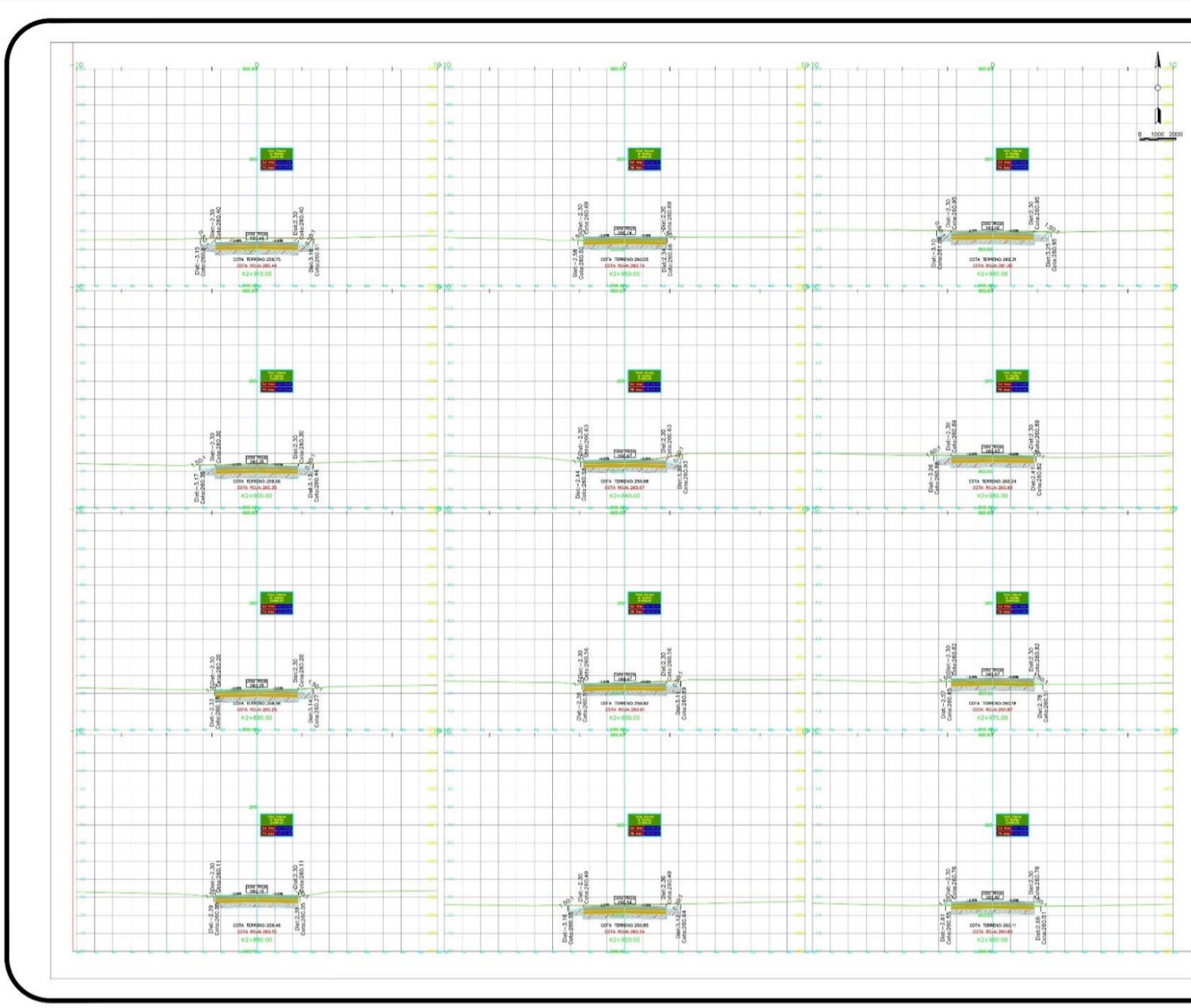









18.12.2009 TOP\_VIA.dwg



General Notes



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

---

Proyecto:  
Diseño geométrico y de pavimento con obras complementarias en la vía secundaria de la Montaña a la vereda el Centro del kilómetro K3+000 entrada a la vía cascada el Jordán.

---

Cristian Camilo Trujillo Bastos  
Universidad Surcolombiana  
Programa Ingeniería Civil

---

Proyecto	SECCIONES	Folio
Fecha	27/04/2022	25-25
Escala	1:100	

E. Anexo: Memoria de cálculos Diseño de  
pavimento

## **E.1 Caracterización vial**

La vía rural en estudio presenta un tipo de vía predominantemente catalogada como terciaria de acuerdo con su jerarquización. La jerarquización de las vías está en función de la funcionalidad (primaria, secundaria y terciaria) y la competencia según administración (nacionales, departamentales, distritales o municipales y veredales o vecinales). De acuerdo con lo establecido en el Apéndice A de los proyectos del Plan 2500, la jerarquización se define como sigue:

### **Terciarias**

Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.

## **E.2 Definiciones**

### **confiabilidad**

Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

### **Desviación estándar**

Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

### **Serviciabilidad**

Pérdida de Serviabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviabilidad Inicial (po) y su planitud al final del periodo de diseño (Serviabilidad Final (pt)).

## Modulo resiliente

Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y subbases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

## Numero estructural “SN”

Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño

## Numero acumulado de ejes equivalentes “wt18”

Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n).

## E.3 Recopilación y análisis de la información

Para los estudios y diseños del proyecto mejoramiento de la vía terciaria mediante alsfaltita natural en el municipio de la Montañita, Caquetá, se seleccionaron siguientes valores para cada parámetro, definiéndolos con las condiciones del proyecto, para la realización de la estructura del pavimento.

### E.3.1 Confiabilidad (ZR)

A medida que se escoja un R (nivel de confiabilidad) mayor, serán necesarios espesores más grandes.

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 – 95
Colectores	80 - 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 -80

Tabla E – 1: niveles de confiabilidad por tipo de vía (Fuente: tabla 2.2 AASHTO 1993)

Confiabilidad R %	Desviación normal estándar Zr
-------------------	-------------------------------

50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

**Tabla E – 2:** Determinación de la desviación estándar normal  $Z_r$  (fuente: tabla 4.1 AASTHO 1993)

Se selecciona una confiabilidad del 70% para la obtención de una desviación estándar de (-0,524).

### E.3.2 Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)

Es la condición necesaria de un pavimento para proveer los Usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

Índice de servicio	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

**Tabla E – 3:** Índice de serviciabilidad (Fuente: AASTHO 1993)

Índice de servicio inicial. Es el valor de servicio de un pavimento recién construido o rehabilitado, los valores usuales son 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimento rígido.

Índice de servicio terminal. Es el valor mínimo del índice de servicio que puede ser aceptado para un pavimento dado los valores usuales están entre 1.5 para vías de muy baja importancia y de 2.5 a 3.0 para vías arterias

$$\Delta PSI = P_o - P_t \text{ Ec (1)}$$

Donde:

PSI = índice de servicio presente

$\Delta PSI$  = Diferencia entre el índice de servicio inicial y final

$P_o$  = índice de servicio inicial

$P_t$  = índice de servicio final

Se comprende con una serviciabilidad inicial de 4.2 y una serviciabilidad de 2.2 para obtener una diferencia de 2.

### C.3.3 Error estándar (So)

El valor de la desviación estándar (So) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. Se recomienda para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local.

Condición de diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.30 – 0.50

**Tabla E – 4:** Valores recomendados para la desviación estándar (So)

Por la tabla anterior se seleccionó variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico, por lo anterior se toma un valor 0,45

### C.3.4 Modulo resiliente para la Subrasante

Para la obtención del Mr de la subrasante se utiliza la siguiente ecuación presentada

En la subrasante se presenta un CBR de 2.5% según el estudio de suelos.

$$Mr = 2555 * (CBR)^{0.64} Ec (3)$$

Donde:

Mr: valor del módulo resiliente, en libras por pulgada cuadrada (PSI)

CBR: en porcentaje

### C.3.5 Módulo resiliente para la subbase, base y asfáltica.

En la subbase se seleccionó una subbase granular clase C con un CBR del 30 % según el art 320 tabla 320-2 “requisitos de los agregados para subbases granulares.

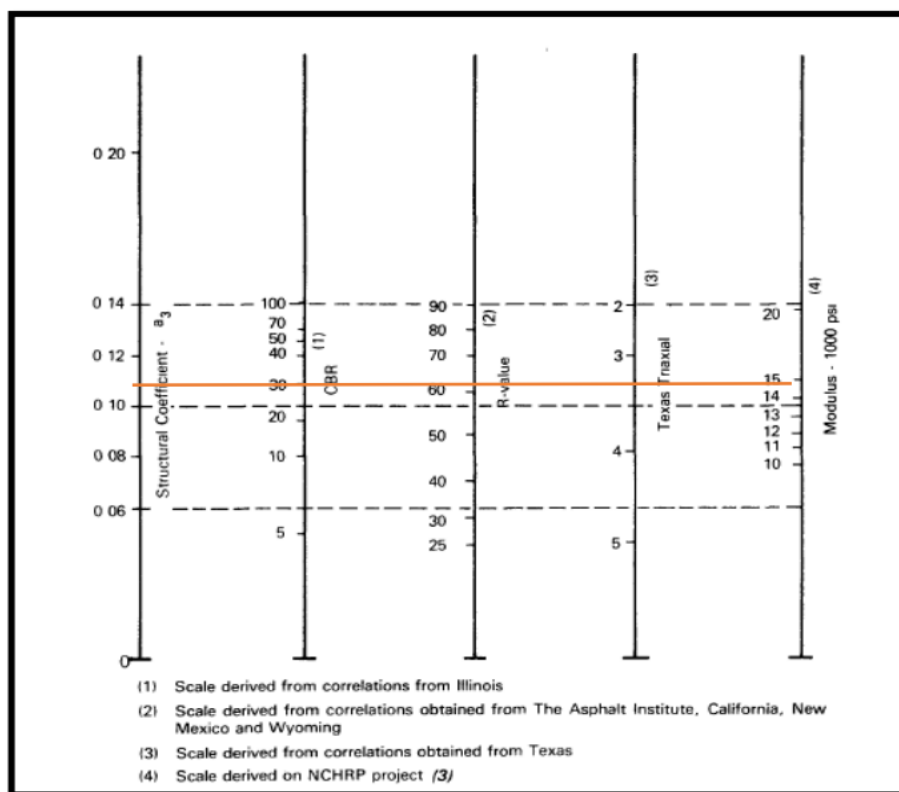


Ilustración E – 1: Coeficiente estructural (a3), ábaco para Mr de la subbase (Fuente: figura 2.6 AASTHO 1993)

Por lo anterior se definió un Mr de 14954 psi

El coeficiente estructural para la subbase se calcula mediante la siguiente ecuación que se relaciona con el ábaco para la subbase

$$a_3 = 0.227 * (\log_{10} 14954) - 0.839 E_c \quad (1)$$

$$a_3 = 0.108669924$$

En la base se seleccionó una base granular clase C con un CBR del 70% según el art 330 tabla 330-2 “requisitos de los agregados para bases granulares

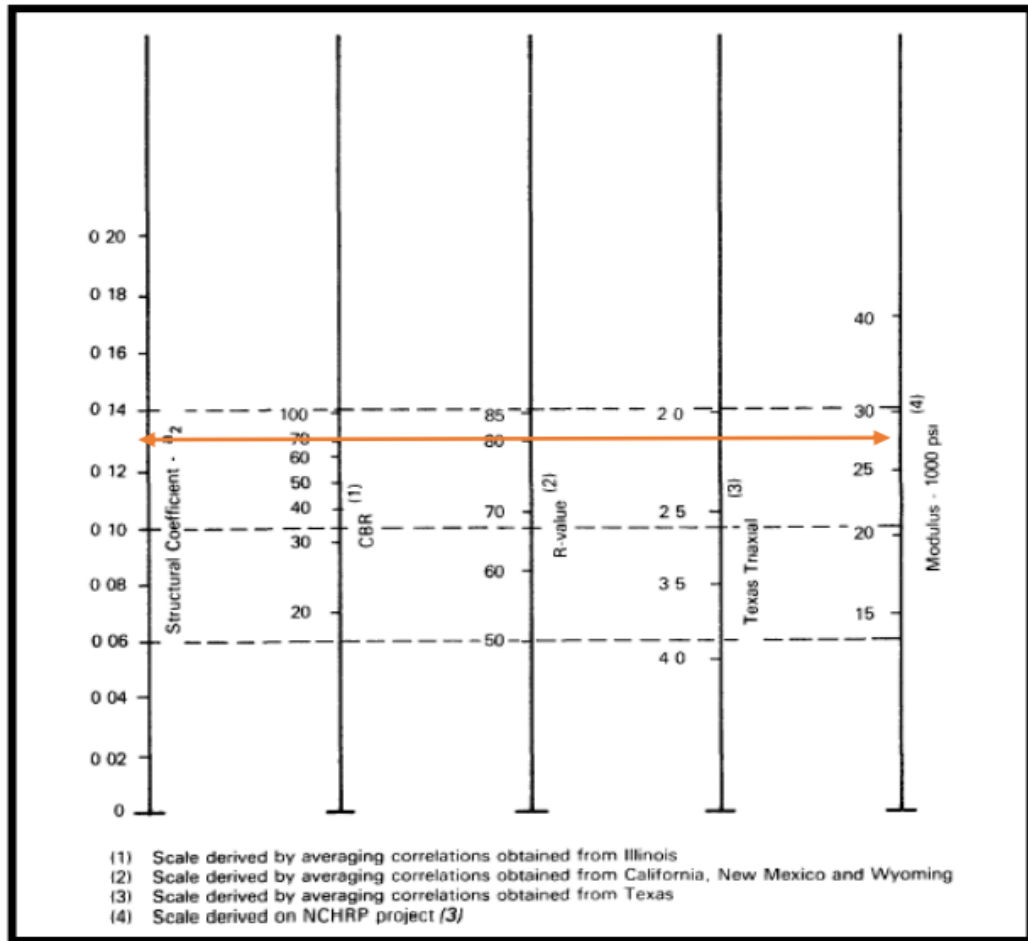


Ilustración E – 3: Coeficiente estructural ( $a_2$ ), ábaco para  $M_r$  de la base (Fuente: figura 2.6 AASTHO 1993)

Por lo anterior se definió un  $M_r$  de 27000 psi.

El coeficiente estructural para la subbase se calcula mediante la siguiente ecuación que se relaciona con el ábaco para la base

$$a_2 = 0.249 * (\log_{10} 27000) - 0.977 E_c \quad (2)$$

$$a_2 = 0.126409577$$



En la capa asfáltica se seleccionó una asfáltica natural con un Mr de 350000 psi tipo de mezcla MAN 19 según se especifica en el artículo 442p Especificación particular mezcla asfáltica natural del INVIAS, que para la obtención del módulo resiliente se deberá efectuar el ensayo INV E – 749-13 (Ensayo de tensión indirecta para determinar el módulo resiliente de mezclas asfálticas. Por lo anterior el dato seleccionado es tomado solo para el diseño de este ejercicio académico.

El coeficiente estructural para la subbase se calcula mediante la siguiente ecuación que se relaciona con el ábaco para capa asfáltica

$$a_1 = 0.184 * (\ln 350000) - 1.9547 E_c \quad (3)$$

$$a_1 = 0.394186672$$

### C.3.6 Condición de drenaje

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje, la AASHTO 93 define cinco capacidades de drenaje, que se muestran en la siguiente tabla:

Calidad de drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

**Tabla E - 5:** Capacidad de drenaje, aashto 93

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimentos está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5 %	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.2
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.8
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.6
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.4

**Tabla E – 6:** Coeficientes de drenaje recomendados, aashto 93

Con la información anterior se seleccionó para cada estructura el siguiente coeficiente estructural.

Capa de rodadura: 1

Capa de base: 0.8

Capas de subbase 0.8

### C.3.7 Numero de ejes equivalentes(N80kn):

Según el estudio de tránsito promedio diario (TPD) se tiene un numero de ejes equivalentes ideal a 100104.772

### C.3.8 Numero estructural (SN)

El diseño de pavimentos flexibles se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa a analizar; esta ecuación se relaciona a continuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

a: Coeficiente estructural

D: Espesor en Pulgadas

m: Coeficiente de drenaje

Parámetro	Valor
Confiabilidad (ZR)	70%
Desviación estándar	-0,524
Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	2
Error estándar (So)	0,45
CBR de la subrasante	2,5%
CBR de la Subbase	30%
CBR de la base	70%
Modulo resiliente	350000
Condición de Drenaje capa de rodadura	1
Condición de Drenaje capa de base	0.8
Condición de Drenaje capa de Subbase	0.8
Numero de ejes equivalentes	100104.772

**Tabla E – 7:** Parámetros de diseño (Fuente: propia)

## C.4 Diseño

Para el número de ejes equivalentes se obtuvo los siguientes valores SN para cada capa de la estructura por medio del método de la AASHTO 93

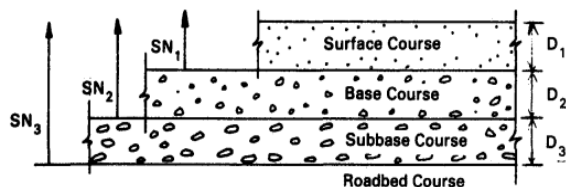
“La ecuación básica de diseño empleado para el dimensionamiento de la estructura propuesta por la AASHTO 93, tiene en cuenta condiciones de tránsito, confiabilidad, serviciabilidad y resistencia de la subrasante” (Manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito INVIAS, 2008)

El algoritmo es:

$$\log N_{80kn} = Zr * So + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \left[ \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log Mr - 8.07$$

### C.4.1 Resultados método AASHTO 93

Después de obtener los valores SN, se pueden calcular los espesores mínimos por capa, con base en la siguiente gráfica y tabla de espesores mínimos.



$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

Figura C – 4: Representación gráfica de SN y D (Fuente AASHTO 1993)

Numero de ESAL´S	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50,000	3.0 cm	10 cm
50,000 – 150,000	5.0 cm	10 cm
150,000 – 500,000	6.5 cm	10 cm
500,000 – 2,000,000	7.5 cm	15 cm
2,000,000 – 7,000,000	9.0 cm	15 cm
Mas de7,000,000	10.0 cm	15cm

Tabla E – 8: Espesores mínimos sugeridos (Fuente: AASHTO 1993)

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por el método de la AASHTO 93

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	A	SN	M
CARPETA ASFALTITA	0.39	1.21	1
BASE	0.12	1.56	0.8
SUBBASE	0.10	2.48	0.8

Tabla C – 9: Datos calculados relacionados para cada capa (Fuente: propia)

#### C.4.2 Calculo espesor de la carpeta asfáltica

Para calcular el espesor de la carpeta asfáltica se utiliza la siguiente expresión, despejada de la ecuación mencionada en la figura C – 4

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} Ec \quad (1)$$

$$D_1 = \frac{1.21}{0.39} = 3.10 \text{ pulg} > 2 \text{ pulg}$$

De lo anterior, podemos concluir que cumple con los espesores mínimos establecidos en la tabla C – 8, entonces al pasar este valor a centímetros nos da 7.87 cm, por lo tanto, se toma una medida exacta de 8 cm para la carpeta asfáltica

$$SN^*_1 = a_1 * D^*_1 > SN \quad Ec \quad (2)$$

$$SN^*_1 = 0.39 * 3.14 = 1.22 > 1.21$$

De lo anterior, podemos concluir que cumple la primera condición ya que el  $SN^*$  nuevo es mayor que el cálculo SN.

#### C.4.3 Calculo del espesor de la base

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 * m_2} Ec (3)$$

$$D_2 = \frac{1.56 - 1.22}{0.12 * 0.8} = 3.54 \text{ pulg} > 4 \text{ pulg}$$

De lo anterior, podemos concluir no cumple con los espesores mínimos establecidos en la tabla C – 8, entonces se toma un valor de 4 pulgadas que en centímetros son 10 cm aprox.

$$SN^*_2 = D^*_2 * a_2 * m_2 Ec (4)$$

$$SN^*_2 = (4 * 0.12 * 0.8) = 0.384$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2 Ec (5)$$

$$1.22 + 0.384 = 1.604 \geq 1.56$$

De lo anterior, podemos concluir que cumple la segunda condición ya que la suma de los nuevos  $SN^*_1$  y  $SN^*_2$  con mayor que el anterior  $SN_2$ .

#### C.4.4 Calculo del espesor de la subbase

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{2.48 - 1.22 - 0.384}{0.10 * 0.8} = 10.95 \text{ pulg} > 4 \text{ pulg}$$

De lo anterior, se concluye que el espesor de la subbase cumple con el espesor mínimo permitido según la tabla C – 8; como el espesor está por encima del mínimo se pasa a 9.84 pulgadas que equivalen a 25 cm

$$SN^*_3 = D^*_3 * a_3 * m_3$$

$$SN^*_3 = 10.95 * 0.10 * 0.8 = 0.876$$

Comprobación:

$$\sum SN > SN_3$$

$$1.22 + 0.384 + 0.876 = 2.481 > 2.48$$

De lo anterior se concluye que cumple con la última condición por lo cual es diseño es válido y la altura de cada capa de la estructura son las siguientes:

Capa asfaltita natural: 0.08 m

Capa base granular: 0.10 m

Capa subbase: 0.25 m

Adicional se recomienda un mejoramiento de la subrasante con un material granular que ayude en la estabilidad de la subrasante ya que se presentan CBR por debajo del 3 % por esto se una mejor capacidad portante para un mayor periodo serviciabilidad de la vía, teniendo en cuenta su porcentaje de crecimiento.

### **C.5 Conclusiones y recomendaciones**

Con los valores establecidos en el estudio de diseño de pavimento se puede mencionar que los espesores de la capa de asfaltita natural, base, subbase, prevalecerá la clasificación establecida por las normas del INVIAS para las vías rurales con bajos volúmenes de tránsito, por lo anterior se adoptó por las medidas establecidas a criterio del diseñador.

Se deben cumplir con las especificaciones técnicas de características y colocación de los materiales según lo establece el INVIAS

F. Anexo: Externo Presupuesto



"MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
---	------------------------------------

**No:** 1                      1                      **PRELIMINARES**                      **UNIDAD:**                                          M2  
**Item de pago:**                      1,1                      Localizacion y replanteo  
 1P

### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
Liston de madera	UND	8.000	0,1	880,0	
PINTURA	GLN	60.000	0,001	60,0	
Puntilla 2"	lb	3200	0,020	64,0	
piola	rollo	3.200	0,060	192,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.196,0

### 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIENTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
ESTACION TOTAL TOPOGRAFICA		400.000	0,002	800,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				337,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.137,0

### 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Rendimiento	V/UNITARIO	V/TOTAL
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNITARIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL	
1	TOPOGRAFIA	DIA	83.333	177,58%	147.983	100	1480	
2	CADENERO	DIA	50.000	189,01%	189.010	100	1890	
							<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3.369,9

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 5.703,0
------------------------	---------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"		<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	--	------------------------------------

No: 2                      2                      **AFIRMADOS, SUBBASES, BASES**                      UNIDAD:                      M2  
 Item de pago: 310.1                      2,1                      Confomacion de la calzada existente

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>					\$ -

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
MOTONIVELADORA	120HP	170.000	0,003	510,0	
CARROTANQUE PARA AGUA	10 TON	160.000	0,003	480,0	
VIBRO-COMPACTADOR	1000 GL	130.000	0,003	180,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.170,0

## 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
				<b>SUBTOTAL</b>	\$	-

## 4. MANO DE OBRA

NUM	DESCRIPCI ÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
1	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	68.254	100,00	683
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	100,00	1.114
				<b>SUBTOTAL</b>	\$	1.796,7	

COSTOS DIRECTOS

\$  
2.967,0

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIA  
RIA  
MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL  
MUNICIPIO DE LA MONTAÑA  
ITA,  
CAQUETÁ"

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO



NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNITARIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
2	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	136.507	10,68	12.783
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	10,68	10.434
						<b>SUBTOTAL</b>	\$ 23.216,9

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 217.371,0
------------------------	-----------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
---	------------------------------------

No: 4	2	<b>AFIRMADOS, SUBBASES, BASES</b>	<b>UNIDAD:</b>	<u>M3</u>
Item de pago: 330.1	2,3	Base granular		

#### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
BASE GRANULAR	M3	110.356	1,3	143.462,8	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 143.462,8

#### 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
MOTONIVELADORA	120HP	170.000	0,200	34.000,0	
CARROTANQUE PARA AGUA	10 TON	160.000	0,200	32.000,0	
VIBRO-COMPACTADOR	1000 GL	130.000	0,200	1.239,5	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				1.239,5	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 68.479,1

### 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

### 4. MANO DE OBRA

NUM	DESCRIPCI ÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL	
2	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	136.507	20,00	6.826	
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	20,00	5.570	
							<b>SUBTOTAL</b>	\$ 12.395,4

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 224.337,2
------------------------	-----------------

<p>"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"</p>	<p><b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b></p>
---	---



2	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	136.507	17,00	8.030
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	17,00	6.554
						<b>SUBTOTAL</b>	\$ 14.583,6

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ <b>331.099,6</b>
------------------------	------------------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIAARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

**No: 6**                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      **UNIDAD:**                      M3  
**Item de pago:**                      4,1                      Excavaciones varias sin clasificar  
 600.1

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>					\$ -

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS	74 HP	140.000	0,10	14.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				1.140,4	



					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 15.140,4

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
2	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	116.208	18,35	6.333
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	93.070	18,35	5.072
					<b>SUBTOTAL</b>		\$ 11.404,2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 26.544,6
------------------------	----------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
---	------------------------------------

No: 7                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      UNIDAD:                      M3

Item de pago: 610.1                      4,2                      Rellenos para estructuras

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO- UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
-------------	--------	-----------------	----------	------------	---------

MATERIAL SELECCIONADO PARA RELLENO	M3	41.500,0	1,3	53.950,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 53.950,0

## 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VIBROCOMPACTADOR	RANA	40.000	1,00	40.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				3.661,0	
RETROEXCAVADORA DE LLANTAS		140.000	10,0	14.000,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 57.661,0

## 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ -	

## 4. MANO DE OBRA

NUM	DESCRIPC IÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
4	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	273.014	10,00	27.301
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	93.070	10,00	9.307
						<b>SUBTOTAL</b>	\$ 36.608,4

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>\$</b> <b>148.219,4</b>
------------------------	-------------------------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

<b>No: 8</b>	4	<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>	<b>UNIDAD:</b>	M3
<b>Item de pago:</b> 630.1	4,3	Concreto clase D (21 MP)		

### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	KG	750	350,0	262.500,0	
ARENA DE RIO	M3	65.000	0,56	36.400,0	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	M3	135.000	0,89	120.150,0	
FORMALETA PARA CONCRETO	M2	24.000	2,4	57.600,0	
ANTISOL	KG	6.000	5,0	30.000,0	
AGUA	LT	50	180,0	9.000,0	
DESPERDICIO 5%				\$ 25.782,5	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 541.432,5

### 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VIBRO PARA CONCRETO	MANUAL	30.000	5,00	6.000,0	
MEZCLADORA PARA CONCRETO	1 BULTO	80.000	5,00	16.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				22.564,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 44.564,0

### 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL-PESO	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	350	33	11.550,0	1	11.550	
ARENA DE RIO	0,56	72	40,3	10	403	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	0,89	72	64,1	10	641	
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 12.594

#### 4. MANO DE OBRA

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNIDAD	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
5	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	341.268	2,50	136.507
2	OFICIAL	DIA	60.000	186%	222.828	2,50	89.131
					<b>SUBTOTAL</b>	\$	225.638,2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 824.228,7
------------------------	-----------------

<p>"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"</p>	<p><b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b></p>
--	---

No: 9                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      UNIDAD:                      M3

Item de pago: 631                      4,3                      Concreto clase F (14 MP)

#### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	KG	750	250,0	187.500,0	
ARENA DE RIO	M3	65.000	1,16	75.400,0	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	M3	135.000	0,40	54.000,0	

ANTISOL	KG	6.000	5,0	30.000,0	
AGUA	LT	50	180,0	9.000,0	
DESPERDICIO 5%				\$ 17.795,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 373.695,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VIBRO PARA CONCRETO	MANUAL	30.000	5,00	6.000,0	
MEZCLADORA PARA CONCRETO	1 BULTO	80.000	5,00	16.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				10.539,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 32.539,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	250	33	8.250,0	1	8.250	
ARENA DE RIO	1,16	72	83,5	10	835	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	0,40	72	28,8	10	288	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 9.373	

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
3	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	204.761	3,00	68.254
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	3,00	37.138
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 105.391,5		

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 520.998,7
------------------------	-----------------

	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria  
Mediante ASFALTITA NATURAL EN EL  
Municipio DE LA MONTAÑITA,  
CAQUETÁ"

No: 9                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      UNIDAD:                      ML

Item de pago: 671.1                      4,4                      Cuneta de concreto de 3500 psi

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	KG	750	50,0	37.500,0	
ARENA DE RIO	M3	65.000	0,05	3.120,0	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	M3	135.000	0,08	10.395,0	
FORMALETA PARA CONCRETO	M2	20.000	2,0	40.000,0	
ANTISOL	KG	6.000	1,07	6.420,0	
AGUA	LT	50	19,9	994,0	
ACERO DE REFUERZO	KG	4.850	10	48.500,0	
ALAMBRE NEGRO	KG	7.500	0,08	600,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 146.929,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DIA	RENDIMIENTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VIBRO PARA CONCRETO	MANUAL	10.000	0,02	200,0	
MEZCLADORA PARA CONCRETO	1 BULTO	24.916	0,02	498,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				2.577,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 3.275,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL-PESO	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	50	32	1.600,0	1	1.600	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	0,08	72	5,5	10	55	

ARENA DE RIO	0,05	72	3,5	10	35		
						<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.690

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNIDAD	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL	
6	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	409.521	25,00	16.381	
2	OFICIAL	DIA	60.000	186%	222.828	25,00	8.913	
							<b>SUBTOTAL</b>	\$ 25.294,0

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 177.188,0
------------------------	-----------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

No: 10                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      UNIDAD:                      M3  
 Item de pago: 673.1                      4,5                      Material granular filtrante

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
MATERIAL GRANULAR FILTRANTE	M3	96.996	1,0	96.996,0	

					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 96.996,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				2.729,0		
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 2.729,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL	
						<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPC IÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL	
2	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	136.507	5,00	27.301	
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	5,00	22.283	
							<b>SUBTOTAL</b>	\$ 27.289,0

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 127.014,0
------------------------	-----------------

	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------



	"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	
--	---	--

No: 11	4	<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>	UNIDAD:	M2
Item de pago: 673.2	4,6	Geotextil		

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
GEOTEXTIL	M2	11.350	1,0	11.350,0	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 11.350,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				1.240,0	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1.240,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL

SUBTOTAL	\$ -
----------	---------

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNITARIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL	
2	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	136.507	20,00	6.825	
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	20,00	5.571	
							SUBTOTAL	\$ 12.396,1

COSTOS DIRECTOS	\$ 24.986,1
-----------------	----------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCERIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

No: 14	4	<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>	UNIDAD:	UND
Item de pago: 661.1	4,7	Suministro e instalacion de tuberia PVC corrugada de diametro 900mm		

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
ARENA DE RIO	M3	65.000	0,1500	9.750,0	
TUBERIA CORRUGADA DE 36" NOVAFORT	UND	1.140.833	1	1.140.833,0	
	DESP(%)	10%		115058	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1.265.641,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIENTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				2.755,0	

<b>SUBTOTAL</b>					\$ 2.755,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>						\$ -

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
4	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	273.014	18,00	15.167
2	OFICIAL	DIA	60.000	186%	222.828	18,00	12.379
<b>SUBTOTAL</b>							\$ 27.546,8

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 1.295.942,8
------------------------	-------------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIAARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
--	------------------------------------

No: 13                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      UNIDAD:                      KG  
 Item de pago: 640.1                      4,8                      Acero de refuerzo

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
ACERO DE REFUERZO	KG	4.850	1,0	4.850,0	
ALAMBRE NEGRO	KG	7.500	0,10	750,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 5.600,0

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIENTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				104,0	
				<b>SUBTOTAL</b>	\$ 104,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL-PESO	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
ACERO	1,056	33,0	34,8	20	697	
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 697

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNITARIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
2	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	136.507	130,00	1.050
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	130,00	857

							<b>SUBTOTAL</b>	\$ 1.038,0

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 7.439,0
------------------------	---------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
---	------------------------------------

<b>No: 15</b>	5	<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD:</b>	<u>M3-KM</u>
<b>Item de pago:</b> 900.4P	5,1	Transporte de material de sub- base y base granular, material granular filtrante y asfaltita		

#### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>					\$ -

#### 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>					\$ -

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VOLQUETA	1,3		1,0	1.500	1.950	
<b>SUBTOTAL</b>						\$ 1.950,0

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>							

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 1.950,0
------------------------	---------------

<p>"MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria Mediante Asfaltita Natural en el Municipio de La Montañita, Caquetá"</p>	<p><b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b></p>
---	---

<b>No:</b> 16	6	<b>SEÑALIZACION</b>	<b>UNIDAD:</b>	<u>UND</u>
<b>Item de pago:</b> 710.1	6,1	Señal Vertical de Tránsito Grupo 1 (75 CM X 75 CM). Incluye: Materiales, mano de obra, instalación.		

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO- UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
Angulo	ML	3.689	9,650	35.598,9	
Soldadura	KG	11.690	0,40	4.676,0	
Lamina	M2	119.582	0,25	29.895,5	

Tornillos	UN	541	4,00	2.164,0	
Tuercas	UN	280	4,00	1.120,0	
Arandelas	UN	50	8,00	400,0	
Anticorrosivo	GLN	67.890	0,50	33.945,0	
Pintura reflectiva	GLN	84.562	0,60	50.737,2	
Disolvente para pintura Reflectiva	GLN	77.958	0,60	46.774,8	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 205.311,4

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
Compresor con pistola	MANUAL	80.000	0,50	40.000,0	
Cortadora	MANUAL	55.000	0,30	16.500,0	
Equipo de Soldadura	MANUAL	120.000	0,40	48.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				685,5	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 105.185,5

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>					\$ -	

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCI ÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	16,25	6.855
<b>SUBTOTAL</b>							\$ 6.855,0

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 317.352
------------------------	---------------







					<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

## 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL	
ESTACION TOTAL TOPOGRAFICA		400.000	0,1000	40.000,0		
CAMIONETA	>1600 C.C.	250.000	0,8000	200.000,0		
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				13.300,0		
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ 253.300,0

## 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
					<b>SUBTOTAL</b>	\$ -

## 4. MANO DE OBRA

NUM	DESCRIPCI ÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
1	COMISION TOPOGRA FICA	DIA	150.000	185%	277.500	2,03	
					<b>SUBTOTAL</b>		\$ 136.700,0

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>\$ 390.000</b>
------------------------	-----------------------

"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"	<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>
---	------------------------------------

<b>No: 11</b>	4	<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>	<b>UNIDAD:</b>	<u>ML</u>
<b>Item de pago:</b> 691.1	4,8	Manejo de aguas		

### 1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
TUBPVC SAN NOVALOC ASTM24" ALCANTARILLADO HERME	ML	548.600	1,0	548.600,0	
TULAS SINTETICAS	UND	800	20,0	16.000,0	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 564.600,0

### 2. MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				1.922,0	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 1.922,0

### 3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
-------------	--------------	---------------	-------	--------	-------------	---------

<b>SUBTOTAL</b>						\$ -

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V/UNIDAD	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
4	AYUDANTE	DIA	35.000	195%	273.014	20,00	13.651
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	20,00	5.571
<b>SUBTOTAL</b>							\$ 19.221,4

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 585.743,4
------------------------	-----------------

<p>"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"</p>	<p><b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b></p>
---	---

**No: 9**                      4                      **ESTRUCTURAS Y DRENAJES**                      **UNIDAD:**                                          M3

**Item de pago:**                      4,3                      Concreto clase G (21 MP)

632

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	KG	750	210,0	157.500,0	
ARENA DE RIO	M3	65.000	0,35	22.750,0	
PIEDRA	M3	40.000	0,40	16.000,0	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5"	M3	135.000	0,53	71.550,0	
ANTISOL	KG	6.000	5,0	30.000,0	
AGUA	LT	50	180,0	9.000,0	
DESPERDICIO 5%				\$ 14.540,0	

<b>SUBTOTAL</b>	\$ 321.340,0
-----------------	-----------------

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/DI A	RENDIMIE NTO	VALOR UNIT.	V/TOTAL
VIBRO PARA CONCRETO	MANUAL	30.000	5,00	6.000,0	
MEZCLADORA PARA CONCRETO	1 BULTO	80.000	5,00	16.000,0	
HERRAMIENTA MENOR (10% DE M.O.)				10.539,0	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 32.539,0

**3. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	VOL- PESO	DISTANC IA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNIT.	V/TOTAL
CEMENTO GRIS	210	33	6.930,0	1	6.930	
ARENA DE RIO	0,35	72	25,2	10	252	
GRAVILLA DE RIO TM 1.5*	0,53	72	38,2	10	382	
<b>SUBTOTAL</b>						\$ 7.564

**4. MANO DE OBRA**

NUM	DESCRIPCI ÓN	UNIDA D	V/UNITA RIO	Factor Prestacional	JORNAL	Rendimiento	V/TOTAL
3	AYUDANT E	DIA	35.000	195%	204.761	3,00	68.254
1	OFICIAL	DIA	60.000	186%	111.414	3,00	37.138
<b>SUBTOTAL</b>							\$ 105.391,5

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 466.834,1
------------------------	-----------------

PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA							
"MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCARIA MEDIANTE ASFALTITA NATURAL EN EL MUNICIPIO DE LA MONTAÑITA, CAQUETÁ"							
ITEM							
N°	ESPEC.	ITEM DE PAGO	DESCRIPCION	UND	CANT.	V. UNITARIO	VALOR
1			<b>PRELIMINARES</b>				
1,1		1P	Localizacion y replanteo	M2	18.129	\$ 5.703,00	\$ 103.389.456,60
<b>TOTAL PRELIMINARES</b>							<b>\$ 103.389.456,60</b>
2			<b>AFIRMADOS, SUBBASES, BASES</b>				
2,1	310	310.1	Confomacion de la calzada existente	M2	18.000	\$ 2.967,00	\$ 53.406.000,00
2,2	320	320.1	Sub base granular	M3	3.600	\$ 217.371,00	\$ 782.535.600,00
2,3	330	330.1	Base granular	M3	2.700	\$ 224.337,23	\$ 605.710.509,36
<b>TOTAL AFIRMADOS, SUBBASES Y BASES</b>							<b>\$ 1.441.652.109,36</b>
3			<b>PAVIMENTOS ASFALTICOS</b>				
3,1		470.1P	Asfalto natural (asfaltita)	M3	1.242	\$ 331.099,59	\$ 411.225.688,59
<b>TOTAL PAVIMENTOS ASFALTICOS</b>							<b>\$ 411.225.688,59</b>
4			<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>				
4,1	600	600.1	Excavaciones varias sin clasificar	M3	8.621	\$ 26.544,57	\$ 228.842.637,19
4,2	610	610.1	Rellenos para estructuras	M3	198	\$ 148.219,40	\$ 29.347.440,37
4,3	630	630.4	Concreto clase D (21 MP)	M3	214	\$ 824.228,70	\$ 176.122.012,84
4,3	631	631.1	Concreto clase F (14 MP)	M3	10	\$ 520.998,70	\$ 5.001.587,52
4,3	632	632.1	Concreto clase G (21 MP)	M3	36	\$ 466.834,10	\$ 16.713.594,45
4,4	671	671.1	Cuneta de concreto de 3500 psi	ML	6.000	\$ 177.188,00	\$ 1.063.128.000,00
4,5	673	673.1	Material granular filtrante	M3	600	\$ 127.014,00	\$ 76.208.400,00
4,6	673	673.2	Geotextil	M2	18.000	\$ 24.986,05	\$ 449.748.900,00
4,7	661	661.1	Suministro e instalacion de tuberia en concreto reforzado de 900 mm diametro interior	ML	54	\$ 1.295.942,78	\$ 69.980.910,00
4,8	691	691.1	Manejo de Aguas	ML	30	\$ 585.743,40	\$ 17.572.302,00
4,9	640	640.1	Acero de refuerzo	kg	12.424	\$ 7.438,96	\$ 92.419.407,35
<b>TOTAL ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>							<b>\$ 2.225.085.191,72</b>
5			<b>TRANSPORTE</b>				
5,1	900	900.4P	Transporte de material de sub-base y base granular, material granular filtrante y asfaltita	M3-KM	246.042	\$ 1.950,00	\$ 479.781.900,00
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>							<b>\$ 479.781.900,00</b>
6			<b>SEÑALIZACION</b>				
6,1		2P	Señal Vertical de Tránsito Grupo 1 (75 CM X 75 CM). Incluye: Materiales, mano de obra, instalación.	UND	15	\$ 317.351,80	\$ 4.760.276,97
<b>TOTAL SEÑALIZACION</b>							<b>\$ 4.760.276,97</b>
<b>SUBTOTAL OBRAS DE PAVIMENTACION</b>							<b>\$ 4.665.894.623,24</b>
ADMINISTRACIÓN				34,58%			\$ 1.613.423.235,88
IMPREVISTO				2,00%			\$ 93.317.892,46
UTILIDAD				3,00%			\$ 139.976.838,70
TOTAL OBRAS DE PAVIMENTACION				40%			\$ 6.512.612.590,28
INTERVENTORIA							\$ 263.222.847,00
CARACTERIZACION					4	\$ 837.000	\$ 3.348.000,00
PMT							\$ 37.646.288,67
PAGA							\$ 54.240.867,00
<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>							<b>\$ 6.871.070.592,95</b>

# Bibliografía

Cárdenas, J., & Ediciones, E. (2019). *Diseño geométrico de carreteras* (2.<sup>a</sup> ed.). Ecoe Ediciones

Fonseca, A. M. (1998). *Ingeniera de pavimentos*. Universidad Católica de Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2015). Montañita, uno de los municipios del Caquetá en los que renacerá la paz. <https://www.igac.gov.co/es/noticias/montanita-uno-de-los-municipios-del-caqueta-en-los-que-renacera-la-paz>

INVIAS. (2007). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*. INVIAS.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Artículo 300 - 07: disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas. INVIAS.

Manual de diseño Geométrico de Carreteras. (2008). INVIAS.

MEJIA, Miguel. Curso diseño de pavimentos flexibles. Mexico.2014

MONSALVE, LINA. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO. Armenia, 2012, 145.

Trabajo de grado de (Ingeniero civil). Universidad del Quindío. Ingeniería. Quindío

PROYECTOS Y APUNTES TEORICO PRACTICOS DE LA INGENIERIA.

2011.[\(http://www.ingenierocivilinfo.com/\)](http://www.ingenierocivilinfo.com/)

THE AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. Guide for desing of pavement structures. 1993. AASTHO, 2001.

Ospina, J. J. A. (2002). Diseño geométrico de vías. *Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Medellín.*

Sánchez Grisales, G. (2020). *Estudio de las características geométricas y diseño del pavimento por el método invias del corredor vial que comunica el municipio de Toledo con la vereda San Javier, Norte de Santander.* Universidad Francisco de Paula Santander.

Correa Saldaña, K. Y. (2017). Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013.

Archila, M. C. L., & Arciniegas, C. A. E. (1999). Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 8, 145-156.

García García, A., Pérez Zuriaga, A. M., & Camacho Torregrosa, F. J. (2012). Introducción al diseño geométrico de carreteras: concepción y planteamiento.

ESCOBAR, L. M. M., VASQUEZ, L. C. G., & GAVIRIA, J. M. (2012). Diseño de pavimento flexible y rígido. *Armenia: Universidad del Quindío.*

Muñoz Pinzon, J. A. Análisis de seguridad y señalización vial a partir de parámetros de diseño geométrico para vías rurales.

Macchia, J. L. (2021). *Cómputos, costos y presupuestos.* Nobuko.

Burbano Pérez, A. (2006). *Costos y presupuestos.*

Eyzaguirre Acosta, C. A. (2010). *Costos y presupuestos para edificaciones.* Editorial Macro.

Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.* Alpha Editorial.

Guillermo Consuegra, J. (2002). *Presupuesto de construcción (2.ª ed.).* Bhandar Editores.