

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO- SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): KAREN LIZETH APELLIDOS: ANTELIZ GARCIA

NOMBRE(S): KEVIL ALEXEY APELLIDOS: CARREÑO MORALES

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): YORDANI ALEXIS APELLIDOS: ÁLVAREZ SEPÚLVEDA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTUDIOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS – TIBÚ TRAMO (K44+460 A K45+460) DEL MUNICIPIO DE TIBÚ, NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto trata de una propuesta de estudio y diseño en la cual se plantea llevar a cabo la digitalización de los planos topográficos de los cuales el INVIAS donara la información topográfica necesaria para su realización, toma de muestras de suelo, análisis de tránsito vehicular para proceder desde el campo académico realizar diseños de ingeniería. (Diseño geométrico, manejo de aguas, estructura de pavimento) realizando los análisis, cálculos y diseños pertinentes, con el cual, se pretende dar un apoyo técnico a los problemas de movilidad del municipio.

PALABRAS CLAVE: Corredor vial, Topografía, Carretera, Calzada, Cuneta.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 172 PLANOS: 1 ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

ESTUDIOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS –
TIBÚ TRAMO (K44+460 A K45+460) DEL MUNICIPIO DE TIBÚ, NORTE DE
SANTANDER

KEVIN ALEXEY CARREÑO MORALES

KAREN LIZETH ANTELIZ GARCIA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, COLOMBIA

2020

ESTUDIOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS –
TIBÚ TRAMO (K44+460 A K45+460) DEL MUNICIPIO DE TIBÚ, NORTE DE
SANTANDER.

KEVIN ALEXEY CARREÑO MORALES

KAREN LIZETH ANTELIZ GARCIA

Trabajo dirigido presentado para optar por el título de ingeniero civil y beneficiar al municipio
de Tibú.

Director:

YORDANI ALEXIS ÁLVAREZ SEPÚLVEDA

Ingeniero Civil; Especialista en interventoría de Obras Civiles.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, COLOMBIA

2020

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 15 DE MAYO DE 2020 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR: VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIOS Y DISEÑO GEOMÉTRICOS DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS-TIBU TRAMO (K44+460 AL K45+460) DEL MUNICIPIO LA TIBU, NORTE DE SANTANDER."

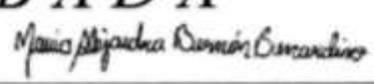
JURADOS: ING. GERSON LIMAS RAMIREZ
ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO.

DIRECTOR: INGENIERO YORDANY ALEXIS ALVAREZ SEPULVEDA

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
KEVIN ALEXEY CARREÑO MORALES	2110064	4,1	CUATRO, UNO
KAREN LIZETH ANTELIZ GARCIA	2110057	4,1	CUATRO, UNO

APROBADA


ING. GERSON LIMAS RAMIREZ


ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO.

Vo. Bo.


JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

KAREN LIZETH ANTELIZ GARCIA, identificada con la C.C. N°1.090.467.422 de Cúcuta ,
KEVIN ALEXEY CARREÑO MORALES identificado con la C.C. N°1.115.727.740 de
Saravena autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado **ESTUDIOS Y DISEÑO
GEOMÉTRICO DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS – TIBÚ TRAMO (K44+460 A
K45+460) DEL MUNICIPIO DE TIBÚ, NORTE DE SANTANDER** presentado y aprobado
en el año 2020 como requisito para optar al título de **INGENIERO CIVIL**; autorizamos a la
biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para
que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual
de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente
manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, 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.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **"los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores"**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Karen Anteliz G.
1090467422 de
Cúcuta.

KEVIN Alexey Carreño
1.115 727 740
DE SARAVENA

Contenido

	pág.
Introducción	18
1. Problema	19
1.1 Título	19
1.2 Planteamiento del problema	19
1.3 Formulación del problema	20
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Justificación	21
1.6 Alcances y limitaciones	22
1.6.1 Alcances	22
1.6.2 Limitaciones	22
1.7 Delimitaciones	22
1.7.1 Delimitación espacial	22
1.7.2 Delimitación temporal	23
1.7.3 Delimitación conceptual	23
2. Marco Referencial	24
2.1 Antecedentes	24
2.2 Marco teórico	25
2.2.1 Diseño en Planta del Eje de la Vía	25
2.2.2 Diseño en Perfil del Eje de la Vía	28

2.2.3	Diseño de la sección transversal de la vía.	34
2.2.4	Sistemas de drenajes para carreteras.	35
2.3	Marco conceptual	41
2.4	Marco contextual	43
2.5	Marco legal	44
3.	Diseño Metodológico	47
3.1	Tipo de investigación	47
3.2	Población y muestra	47
3.2.1	Población	47
3.2.2	Muestra	47
3.3	Instrumentos para la recolección de información	47
3.4	Técnicas de análisis y procesamiento de datos	48
3.5	Presentación de resultados	48
3.6	Administración del proyecto	48
3.6.1	Recursos humanos:	48
3.6.2	Recursos institucionales:	48
3.6.3	Recursos materiales:	49
4.	Topografía	50
4.1.	Localización del levantamiento topográfico	50
4.2.	Características de la estación total utilizada	51
4.3.	Datos obtenidos en el levantamiento	52
5.	Transito	57
5.1.	Metodología	57

5.2. Localización del punto de aforo	57
5.3. Clasificación de vehículos	58
5.4. Volumen vehicular	59
5.5. Composición vehicular	59
5.6. Transito promedio diario	60
5.7. Transito promedio diario anual, TPDA	60
5.8. Tasa de crecimiento	62
5.9. Periodo de Diseño	64
5.10. Proyección del TPDA	65
5.11. Factor camión	66
5.12. Determinación del número de ejes equivalentes	67
6. Diseño Geométrico	69
6.1. Clasificación de la carretera	69
6.1.1. Según su funcionalidad	69
6.1.2. Según el tipo de terreno	69
6.2. Línea base	71
6.2.1. Línea de pendiente o de ceros	71
6.3. Diseño Geométrico Horizontal (Planta)	72
6.3.1. Velocidad de diseño	72
6.3.2. Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR)	73
6.3.3. Velocidad específica	74
6.3.4. Curvas horizontales implementadas en el proyecto	74
6.3.5. Peraltes máximos (emax)	75

6.3.6. Fricción transversal máxima ($f_{Tm\acute{a}x}$)	75
6.3.7. Radios mínimos para peraltes máximos	76
6.3.8. Transición de peralte	76
6.3.9. Rampa de peralte	78
6.3.10. Entretangencia horizontal	80
6.3.10.1. Entretangencia mínima	80
6.3.10.2. Entretangencia máxima	81
6.4. Diseño geométrico vertical	82
6.4.1. Tangente vertical	83
6.4.1.1. Pendiente mínima	83
6.4.1.2. Pendientes máximas	83
6.4.2. Longitud mínima	84
6.4.3. Curvas verticales	84
6.4.3.1. Tipos de curvas verticales	85
6.4.4. Determinación de la longitud de la curva vertical	86
6.5. Diseño geométrico transversal	88
6.5.1. Calzada	88
6.5.2. Ancho de calzada	89
6.5.3. Bombeo de calzada	90
6.5.4. Ancho de Berma	90
7. Estudio de suelos	92
7.1. Localización	92
7.2. Características físico mecánicas del sub suelo	93

7.3. CBR inalterado	95
7.3.1. Relación de soporte del suelo en el terreno	95
7.3.2. Equipo utilizado	95
7.3.3 Procedimiento	96
7.4. Resultados de ensayos de laboratorio	98
7.4.1. Apique 1 K44+460	98
7.4.2. Determinación del contenido de agua apique 1 K44+460	99
7.4.3. Granulometría y limite liquido apique 1	101
7.4.4. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	102
7.4.5. Apique 2 K44+760	103
7.4.6. Determinación del contenido de agua apique 2 K44+760	103
7.4.7. Granulometría y limite liquido apique 2	105
7.4.8. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	106
7.4.9. Apique 3 K45+060	107
7.4.10. Determinación del contenido de agua apique 3 K45+060	108
7.4.11. Granulometría y limite liquido apique 3	110
7.4.12. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	111
7.4.13. Apique 4 (K45+360)	112
7.4.14. Determinación del contenido de agua apique 4 (K45+360)	113
7.4.15. Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360)	115
7.4.16. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	116
8. Diseño del pavimento flexible	117
9. Recomendación de la Evacuación de Aguas Lluvias	122

9.1. Drenaje Longitudinal	123
10. Cantidades de movimiento de tierras	127
11. Cantidades de Pavimento	129
12. Cantidades de Base granular	131
13. Cantidades de Sub base granular	133
14. Presupuesto General	135
15. Conclusiones	137
Bibliografía	139
Anexos	141

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1 Elementos de la curva circular	26
Figura 2 Elementos del empalme Espiral – Espiral	27
Figura 3 Elementos del empalme espiral – circulo – espiral	27
Figura 4 Elementos de la curva vertical simétrica	29
Figura 5 Elementos de la curva vertical asimétrica	31
Figura 6 Localización del proyecto.	43
Figura 7 Tramo de la vía	51
Figura 8 Características de la Estación total TOPCON OS-105.	52
Figura 9 Punto de aforo en la vía de estudio	57
Figura 10 Tipos de vehículos	58
Figura 11 Representación de la composición vehicular	60
Figura 12 Estación 181.	62
Figura 13 Serie histórica de la Estación 181	63
Figura 14 Modelos matemáticos	63
Figura 15 Distribución promedio vehicular de la Estación 181	64
Figura 16 Transición del peralte	78
Figura 17 Desarrollo del peralte	79
Figura 18 Tipos de curvas verticales simétricas	86
Figura 19 Sección transversal típica en vías Primarias y Secundarias	88
Figura 20 Localización de la zona de estudio	92
Figura 21 Registro fotográfico de campo del apique (estratos del suelo).	93

Figura 22 Molde para la toma de CBR inalterado	96
Figura 23 Toma de CBR inalterado en campo	97
Figura 24 Perfil estratigráfico apique 1 K44+460	98
Figura 25 Perfil estratigráfico apique 2 K44+760	103
Figura 26 Perfil estratigráfico apique 3 K45+060	107
Figura 27 Perfil estratigráfico apique 4 (K045+360)	112
Figura 28 Alternativas para el pavimento flexible por el Método Invias.	121
Figura 29 Localización de puntos críticos de drenajes	124
Figura 30 Delimitación de la cuenca	125

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1 Relación entre la pendiente máxima y la velocidad específica de la tangente vertical	28
Tabla 2 Longitud mínima de la tangente vertical	29
Tabla 3 Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de operación en curvas verticales	33
Tabla 4 Bombeo de la calzada	34
Tabla 5 Valores de coeficiente de rugosidad (n)	37
Tabla 6 Criterios de diseño generalizados para estructuras de control.	41
Tabla 7 Volumen vehicular	59
Tabla 8 Composición vehicular	59
Tabla 9 Periodo de Diseño	64
Tabla 10 Factor de equivalencia	66
Tabla 11 Pendiente longitudinal según tipo de terreno	70
Tabla 12 Pendiente longitudinal del terreno del proyecto	70
Tabla 13 Velocidad de diseño de referencia Vs. Categoría de carretera y tipo de terreno	74
Tabla 14 Coeficiente de fricción transversal máxima	75
Tabla 15 Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx}=8\%$ y fricción máxima	76
Tabla 16 Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes	80
Tabla 17 Longitud mínima de la tangente vertical	84
Tabla 18 Valores de $K_{mín}$ para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.	87
Tabla 19 Ancho de calzada (metros).	89

Tabla 20 Bombeo de la calzada.	90
Tabla 21 Ancho de bermas	91
Tabla 22 Determinación del contenido de agua apique 1 K44+460	99
Tabla 23 Granulometría y limite liquido apique 1 profundidad 0.4 – 0.60	101
Tabla 24 Granulometría y limite liquido apique 1 profundidad 1.0 – 1.20	101
Tabla 25 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	102
Tabla 26 Determinación del contenido de agua apique 2 K44+760	103
Tabla 27 Granulometría y limite liquido apique 2 profundidad 0.2 – 0.40	105
Tabla 28 Granulometría y limite liquido apique 2 profundidad 0.8 – 1.00	106
Tabla 29 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	106
Tabla 30 Determinación del contenido de agua apique 3 K45+060	108
Tabla 31 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.00 – 0.20	110
Tabla 32 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.20 – 0.40	110
Tabla 33 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.80 – 1.00	111
Tabla 34 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)	111
Tabla 35 Determinación del contenido de agua apique 4 (K45+360)	113
Tabla 36 Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360) profundidad 0.00 – 0.40	115
Tabla 37 Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360) profundidad 0.40 – 1.20	115
Tabla 38 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido) apique 4 (K45+360)	116
Tabla 39 Rangos de transito considerados en la norma.	117
Tabla 40 Categoría sub rasante.	118
Tabla 41 Regiones climáticas según la temperatura y precipitación.	120

Tabla 42 Rangos contemplados en las cartas de diseño.	120
Tabla 43 Estructura de presupuesto general	136

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1 Conteo vehicular	142
Anexo 2 Coordenadas línea base tramo	149
Anexo 3 Cuadro de elementos de curvatura	149
Anexo 4 Cartera de elementos de la curva 1	150
Anexo 5 Cartera de localización de la curva 1	150
Anexo 6 Cartera de elementos de una curva 2 de transición – espiral de Euler	151
Anexo 7 Cartera de localización de la curva 2 espiral Euler	152
Anexo 8 Cartera de elementos de la curva 3	153
Anexo 9 Cartera de localización de la curva 3	153
Anexo 10 Cartera de elementos de la curva 4	154
Anexo 11 Cartera de localización de la curva 4	154
Anexo 12 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 1	155
Anexo 13 Cartera de rasante curva convexa simétrica 1	155
Anexo 14 Cartera de localización de la curva cóncava simétrica 2	156
Anexo 15 Cartera de rasante curva cóncava simétrica 2	156
Anexo 16 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 3	157
Anexo 17 Cartera de rasante curva convexa simétrica 3	157
Anexo 18 Cartera de localización de la curva cóncava simétrica 4	158
Anexo 19 Cartera de rasante curva cóncava simétrica 4	158
Anexo 20 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 5	159
Anexo 21 Cartera de rasante curva convexa simétrica 5	159

Anexo 22 Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.)	160
Anexo 23 Lista de materiales	172
Anexo 24 Lista de equipos	173
Anexo 25 Cuadro de cuadrillas	174
Anexo 26 Registro fotográfico	175

Introducción

La movilidad y el transporte son esenciales para el crecimiento entre regiones y del país, sobre estas se consolidan e incentiva el crecimiento económico, las carreteras son una parte importante en el desarrollo del mismo, ya que, por ellas se movilizan no solo las personas, también las materias primas, productos y mercancías, logrando un crecimiento del comercio lo que a su vez se refleja en una notoria mejora en la calidad de vida de las personas, por esto contar con vías que garanticen una comodidad, seguridad y menos tiempos de viaje en la movilidad de los usuarios, corresponde a uno de los enfoques de la ingeniería vial; en la medida en la que se logre este objetivo se contara con ciudades sustentables y que propendan por el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus habitantes. (INVIAS, 1998).

El municipio de Tibú es conocido por el transporte de hidrocarburos y las plantaciones de palma de aceite, por esto surge la siguiente propuesta de estudio y diseño en la cual se plantea llevar a cabo la digitalización de los planos topográficos de los cuales el INVIAS donara la información topográfica necesaria para su realización, toma de muestras de suelo, análisis de tránsito vehicular para proceder desde el campo académico realizar diseños de ingeniería. (Diseño geométrico, manejo de aguas, estructura de pavimento) realizando los análisis, cálculos y diseños pertinentes, con el cual, se pretende dar un apoyo técnico a los problemas de movilidad del municipio.

1. Problema

1.1 Título

ESTUDIOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SECUNDARIA ASTILLEROS – TIBU TRAMO (K44+460 A K45+460) DEL MUNICIPIO DE TIBU, NORTE DE SANTANDER.

1.2 Planteamiento del problema

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera cómoda y continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad, (Según James Cárdenas Grisales.) Esta también debe ser estéticamente agradable, económica y compatible con el medio ambiente, en el Municipio de Tibú , se presentan un tramo de una longitud de 1000 metros, estos no cumple con la condiciones mínimas ya mencionadas que permitan una correcta circulación de los vehículos debido a la ausencia de los diseños e infraestructura pertinente que así lo permita, esto representa un gran impacto para la economía del municipio, ya que, esta concentra sus esfuerzos en la plantación de la palma de aceite y los hidrocarburos (ECOPETROL), empresa emblemática de la región, debido a esto surge la siguiente propuesta, “estudios y diseño geométrico de la vía secundaria astilleros – Tibú tramo (k44+460 a k45+460) del municipio de Tibú, Norte de Santander”, dando una solución técnica a la problemática de movilidad del municipio.

1.3 Formulación del problema

¿Se requiere una propuesta la cual contemple los estudios y diseño geométrico de la vía secundaria Astilleros – Tibú tramo (k44+460 a k45+460) del municipio de Tibú, Norte de Santander, de tal manera que se mejoren las condiciones actuales de la vía existente, ¿permitiendo un recorrido cómodo y seguro de los vehículos con la cual se active la economía de la región?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar el diseño de la vía secundaria Astilleros – Tibú del Municipio de Tibú, Norte de Santander, utilizando como base de parámetros de diseños el manual de carreteras INVIAS del 2008.

1.4.2 Objetivos específicos

Registrar el número de vehículos que circulan diariamente mediante un aforo vehicular durante una semana en puntos estratégicos del corredor vial donde se pueda observar el tráfico de la zona y obtener el transito promedio diario semanal y de esta forma poder hacer el diseño de la estructura de pavimento.

Realizar el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales.

Determinar las características del suelo y su capacidad de soporte de subrasante realizando los ensayos de: Humedad natural, Análisis Granulométrico por Tamizado, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR (California Bearing Ratio), mediante la toma de muestras por apiques

del tramo a diseñar, teniendo en cuenta los parámetros de diseño de pavimentos establecidos en el manual de diseño de pavimentos del INVIAS.

Diseñar la estructura en pavimento flexible por el Método del INVIAS.

Diseñar el manejo de aguas superficiales del corredor vial.

Calcular las cantidades de movimientos de tierras y cantidades de obra para la estructura del pavimento flexible.

Estimar los costos y el presupuesto total del proyecto teniendo como base los valores establecidos en el construprecios del 2019.

1.5 Justificación

El estado óptimo de las vías es indispensable para el crecimiento económico, además mantener conectada la zona rural con las zonas urbanas es de suma importancia; en Tibú se encuentran una de las empresas más rentables del país, Ecopetrol y la industria de los hidrocarburos son un icono del territorio nacional, por eso, tener vías especialmente acondicionadas, cómodas, seguras y compatibles con el medio ambiente es una de las grandes apuestas a la que le apunta el nuevo gobierno vigente, esto no solo daría la sensación seguridad a los conductores que por ella transiten, a su vez, potenciaría significativamente la producción y comercialización como la palma de aceite de los agricultores de la zona.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

La realización del proyecto se enfoca en el diseño geométrico del corredor vial secundario que tiene 1000 metros de longitud iniciando en el kilómetro K44+460 a K45+460, la propuesta no contempla los diseños estructurales de las obras de artes como muros de contención, pasos elevados y alcantarillas, los cálculos se desarrollaran atendiendo lo estipulado por el manual de carreteras INVIAS publicado el 2008.

1.6.2 Limitaciones

En este proyecto se elaborarán solo los estudios de suelos mencionados en los objetivos específicos indispensables para caracterizar el estado y propiedades de la subrasante.

El diseño geométrico se realizará únicamente para el corredor vial mencionado.

Se tendrán en cuenta únicamente los costos económicos referenciados en el cuadro general del presupuesto para la realización de este proyecto.

En el proyecto no se tendrán en cuenta los diseños urbanísticos.

1.7 Delimitaciones

1.7.1 Delimitación espacial

La siguiente propuesta es un proyecto dirigido el cual se implementará en los tramos viales secundarios Astilleros - Tibú que cuenta con una longitud de 1000 metros lineales, el tramo inicia en el kilómetro K44+460 a K45+460 del Municipio de Tibú, Norte de Santander.

1.7.2 Delimitación temporal

El proyecto se realizará en un periodo de 4 meses contados a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto.

1.7.3 Delimitación conceptual

Se tendrá términos como: corredor vial, topografía, carretera, calzada, carriles, berma, cuneta, intersección, capa de rodadura, base, subbase, pavimentos flexibles, estudios de suelos, movimientos de tierra señalización vertical, horizontal, costos y presupuestos Marco Referencial.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Los siguientes antecedentes son los trabajos de grado dirigidos, adelantados por estudiantes de ingeniería civil de la universidades Francisco de Paula Santander, que a nivel, local, han hecho propuestas para mejorar a partir de sus conocimientos y de la experiencia de sus directores y docentes, la infraestructura de los habitantes de la región, afectadas por dificultades en la pavimentación de las calles de sus barrios y el acceso a un corredor vial adecuado, de acuerdo a sus necesidades de transporte.

En primera instancia, hay que citar la investigación de ALBERT FABIAN PARRADO MENDEZ y ANDRES MAURICIO GARCIA HOME, PROPUESTA DE UN DISEÑO GEOMETRICO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN UN SECTOR PERIFERICO DEL OCCIDENTE DE BOGOTÁ. La propuesta está encaminada al estudio y diseño de la malla vial, contribuyendo al mejoramiento de los niveles de servicio, debido a la ausencia de la misma.

De igual forma debe mencionarse el trabajo de grado de JUAN CARLOS MANTILLA CASSANOVA Y CAMILO ERNESTO VERGEL titulado DISEÑO GEOMETRICO DEL CORREDOR VIAL QUE INICIA EN LA CALLE 26 ENTRE EL ANILLO VIAL EXTERIOR Y AVENIDA 2. DEL SECTOR AGUA LINDA DEL BARRIO VIRGILIO BARCO QUE LIMITA CON LA URBANIZACION LA CONCORDIA DE LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER, la propuesta plantea el diseño de un corredor vial en el barrio Virgilio Barco brindándoles un corredor adecuado para el tránsito de la comunidad.

2.2 Marco teórico

Según el manual de INVIAE una carretera es una infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles, con adecuados niveles de seguridad y comodidad, puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

Elaborar el diseño geométrico, manejos de aguas superficiales y pavimento flexible de una vía es una parte fundamental donde se establece la configuración geométrica de la misma, con la finalidad de que esta sea segura, cómoda, económica, estética y compatible con el medio ambiente. De acuerdo a esto, se describe lo correspondiente al alineamiento en planta, perfil y secciones transversales como a continuación se muestra:

2.2.1 Diseño en Planta del Eje de la Vía

Curvas horizontales.

De acuerdo al Manual del INVIAE se tomará información correspondiente a la descripción de los empalmes básicos y los elementos geométricos que conforman los diferentes tipos de curvas horizontales:

Empalme circular simple. Los empalmes de curvas circulares simples presentan una curvatura constante, la cual es inversamente proporcional al valor del radio. En el diseño de carreteras corresponde a un elemento geométrico de curvatura rígida.

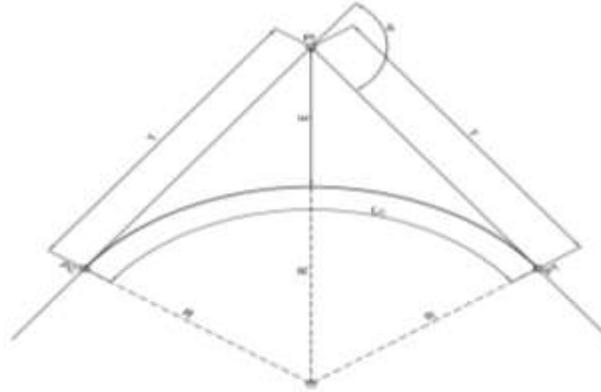


Figura 1 Elementos de la curva circular

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (2008), p.74

Donde,

PI: Punto de cruce de dos tangentes que forman el empalme.

PC: Punto de inicio del empalme.

PT: Punto final del empalme.

Δ : Angulo de deflexión en el PI, en grados o radianes.

R: Radio de arco circular, en metros.

Lc: Longitud del arco circular, en metros.

T: Tangente del empalme en metros.

Empalme espiral – espiral. Corresponde al empalme de dos alineamientos rectos mediante dos ramas de espiral con un radio único en el centro, pero sin tramo circular.

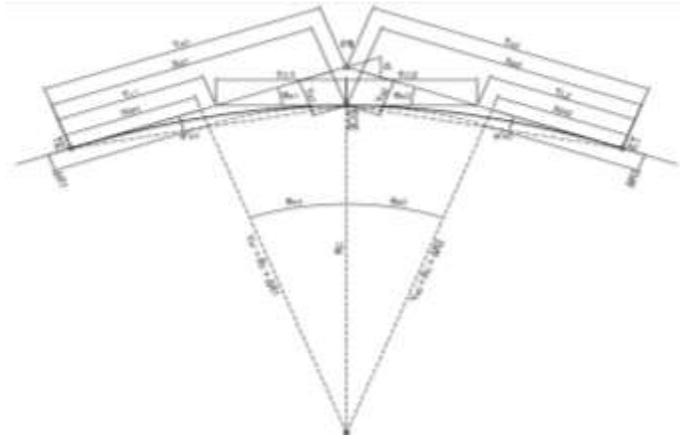


Figura 2 Elementos del empalme Espiral – Espiral

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (2008), p.83

Empalme espiral – círculo – espiral. Corresponde al empalme de dos líneas rectas con un ángulo de deflexión (Δ) mediante arcos de transición y un arco circular de Radio (RC).

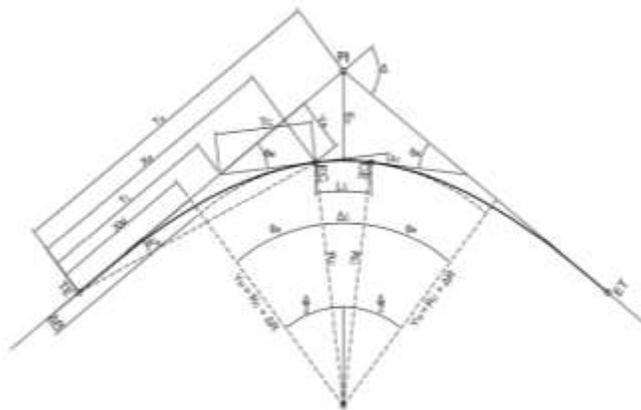


Figura 3 Elementos del empalme espiral – círculo – espiral

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (2008), p.79

2.2.2 Diseño en Perfil del Eje de la Vía

De acuerdo al Manual del INVIAS se tomará información correspondiente a la descripción del alineamiento vertical y los parámetros que se tienen en cuenta:

El alineamiento vertical está conformado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos.

Tangente vertical

Pendiente máxima. 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.

Tabla 1 Relación entre la pendiente máxima y la velocidad específica de la tangente vertical

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	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Manual de diseño geométrico de carreteras (2008) Pág. 128

Longitud mínima. Para determinar la longitud mínima de la tangente vertical se tiene en cuenta lo expresado en la siguiente tabla del INVIAS, de acuerdo con la velocidad específica.

Tabla 2 Longitud mínima de la tangente vertical

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

Fuente. Manual de diseño geométrico de carreteras (2008) Pág. 129

Curvas verticales. Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

Curva vertical simétrica. La curva vertical simétrica está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV.

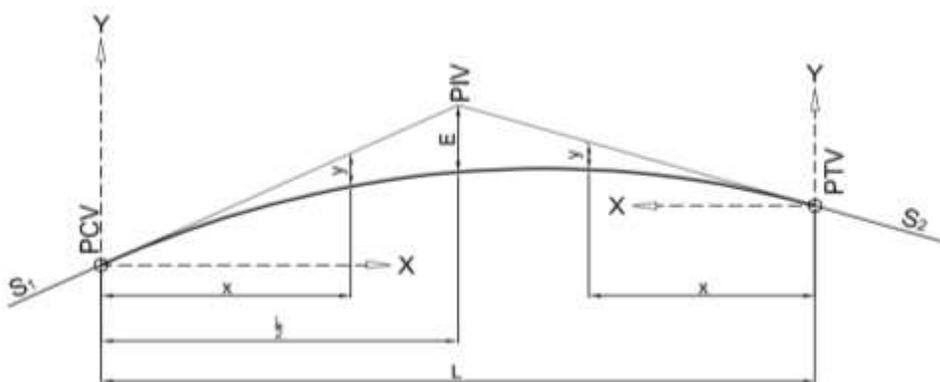


Figura 4 Elementos de la curva vertical simétrica

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (2008), p.133

Dónde,

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical.

L: Longitud de la curva vertical.

S₁: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S₂: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes. $A = |S_1 - S_2|$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

$$E = \frac{A * L}{800}$$

X: distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la expresión:

$$y = x^2 \left(\frac{A}{2000 L} \right)$$

Curva vertical asimétrica. La curva vertical asimétrica está conformada por dos parábolas de diferente longitud (L₁, L₂) que se unen en la proyección vertical del PIV.

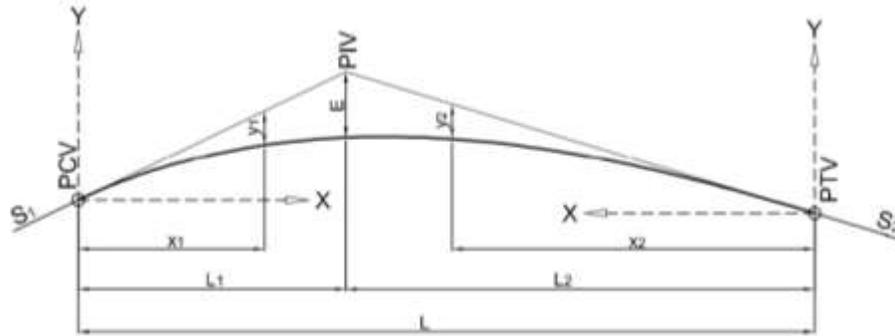


Figura 5 Elementos de la curva vertical asimétrica

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (2008), p.135

Dónde,

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical.

S_1 : Pendiente de la tangente de entrada (%).

S_2 : Pendiente de la tangente de salida (%).

L_1 : Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal (m).

L_2 : longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal (m).

L : longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal $L = L_1 + L_2$ y $L_1 \neq L_2$.

A : Diferencia algebraicas de pendientes $A = |S_1 - S_2|$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

$$E = \frac{A * L1 * L2}{200(L1 + L2)}$$

X₁: Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV.

X₂: Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

Y₁: ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la expresión:

$$y_1 = E \times \left(\frac{x_1}{L_1}\right)^2$$

Y₂: Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PTV, su ecuación es:

$$y_2 = E \times \left(\frac{x_2}{L_2}\right)^2$$

Un parámetro importante para el diseño de las curvas verticales es la longitud mínima, la cual se calcula de acuerdo a los siguientes criterios:

- Criterio de seguridad: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP).

$$L_{\min} = \frac{A_x (D_p)^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Dónde,

L_{\min} : longitud mínima de la curva (m)

A: diferencia algebraica de pendientes (%)

D_p : distancia de visibilidad de parada, asociada a la velocidad específica de la curva vertical (V_{cv}), en metros.

H_1 : Altura de ojo del conductor, en metros. $h_1=1.08$ m

H_2 : Altura del obstáculo, en metros. $h_2=0.60$ m.

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada (D_p) se tiene en cuenta valor adecuado en la cresta de la curva vertical K_{\min} , el cual se encuentra expresado en la siguiente tabla de acuerdo a la velocidad de diseño y el tipo de curva vertical (cóncava, convexa).

Tabla 3 Valores de K_{\min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de operación en curvas verticales

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 CONCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
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

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras 2008 (INVIAS) Pág. 142

- Criterio de operación: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. ($L_{\min} = 0.6 V$)

- **Criterio de drenaje:** Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje de la calzada. ($L_{\min} = 50 A$)

2.2.3 Diseño de la sección transversal de la vía. Una sección transversal incluye diferentes componentes apreciables en función de un plano dispuesto perpendicularmente al eje, en un punto cualquiera del trazado. El diseño de secciones transversales hace parte integral del diseño de un proyecto vial, pues en conjunto con la planta y el perfil, permiten la visualización tridimensional de la infraestructura, mediante la incorporación de elementos del diseño geométrico como la inclinación transversal para garantizar la seguridad en curva y el drenaje superficial.

Ancho de la calzada. La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de los vehículos y está constituida por dos o más carriles, entendiéndose por carril la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Bombeo. En entretangencias horizontales las calzadas deben tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura.

Tabla 4 Bombeo de la calzada

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

FUENTE: Manual de diseño geométrico de carreteras 2008 (INVIAS) Pág. 152

2.2.4 Sistemas de drenajes para carreteras. En las carreteras, el sistema de drenajes son obras que facilitan el manejo adecuado de los fluidos. Es preciso e indispensable considerar los procesos de captación, conducción, evacuación y disposición de los mismos. La falta de control del agua y fluidos en general, en la estructura de una carretera, deteriora las características geométricas, transferencia de carga, presiones de poros, presión hidrostática, supresión de flujos, incrementando los cambios volumétricos.

Este tipo de obra tiene como objetivo conducir las aguas de escorrentía o flujo superficial a su disposición final. Es un soporte importante para la protección de la estructura del pavimento y seguridad de los usuarios, el drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras.

Deben estudiarse tres (3) problemas:

- a) La eliminación del agua superficial de la vía.
- b) El cruce de arroyos o de canales superficiales.
- c) Alejamiento y regulación del agua subterránea.

Drenaje superficial. El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellas estructuras que se construyen en forma paralela al eje de la carretera; la más común es la cuneta, canal que recoge el caudal que recorre por la vía y lo canaliza. Por lo general la entrega se realiza agua arriba o aguas debajo de una alcantarilla en una zona preparada para permitir el paso del agua.

Cunetas. Son canales abiertos construidos en los costados de las carreteras. El objetivo principal de estas obras es captar las aguas de escorrentía procedentes de las calzadas evitando

así el encharcamiento de la vía que disminuye en el nivel de servicio de la misma y que pueden causar problemas por infiltración a las capas subyacentes.

FUENTE: Diseño y construcción de alcantarillado y drenaje en carreteras, Rafael Perez Carmona (2013) Pág. 349,

Para el diseño de los canales no erosionables se tendrá en cuenta la ecuación de manning.

$$V = (1/n) \times S^{1/2} \times R^{2/3}$$

$$Q = V \times A$$

Donde:

V = Velocidad media en m/s

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (0.013)

S = Pendiente hidráulica o del fondo del canal, m/m

R = Radio hidráulico, en m.

Q = Caudal en m³ / segundo

A = Área de la sección, en m²

Tabla 5 Valores de coeficiente de rugosidad (n)

VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n) "Las cifras en negrilla son valores generalmente recomendados para el diseño".			
TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MINIMO	NORMAL	MAXIMO
Canal revestido o desarmable.			
Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	0.013	0.015
2. Terminado en llana de madera.	0.013	0.015	0.016
3. Pulido con gravas en el fondo.	0.015	0.017	0.02
4. Sin pulir.	0.014	0.017	0.02
5. Lanzado, sección buena.	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada.	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca buen excavada	0.017	0.02	
8. Sobre roca irregularmente excavada.	0.022	0.027	

FUENTE: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos tabla 5-6.

Estimación del caudal para el diseño obras hidráulicas. Para el cálculo de caudal de diseño autores como H.H. Barnes, V.T. chow y el U.I.S. Forest Service recomiendan el método racional por su sencillez y confiabilidad en donde el tamaño de la cuenca esta entre 0 y 12.5 km².

La determinación del caudal de diseño para un sistema de recolección de aguas lluvias atiende generalmente el método racional, el cual asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto como consecuencia de aguas pluviales está expresado por la ecuación:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

Q = Caudal en litros/segundo.

C = Coeficiente de escorrentía.

i = Intensidad de lluvia (litros/segundo/ha)

A = Área en Has.

La fórmula racional está basada en ciertas hipótesis según Krimgold, estas son:

- El escurrimiento resultante de cualquier intensidad de lluvia es un máximo cuando esta intensidad de lluvia dura, al menos tanto como el tiempo de concentración.
- El escurrimiento resultante de una intensidad de lluvia, con una duración igual o mayor que el tiempo de concentración, es una fracción de la precipitación.
- La frecuencia de la máxima descarga es la misma que la de la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para lluvias de diversas frecuencias.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las lluvias en una cuenca dada.

El método racional no toma en cuenta el efecto de almacenamiento de la cuenca, pues supone que la descarga es igual a la precipitación pluvial menos toda la retención de la cuenca. Tampoco considera variaciones de intensidad de lluvia en el área durante todo el tiempo de concentración.

Estas suposiciones hacen particularmente susceptible de errores de cálculo cuando el tamaño del área de drenaje es grande. Con valores correctos de precipitación pluvial y para un escurrimiento dado, la fórmula racional siempre sobreestima el escurrimiento, con errores apreciables al aumentar el tamaño de la cuenca.

El método considera la intensidad de lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensada con el mayor incremento de área.

Tiempo de concentración. Una de las hipótesis básicas de la fórmula racional es suponer que la lluvia será de suficiente duración para permitir la llegada simultánea del agua que cae sobre toda la superficie de la cuenca a la boca de la estructura de drenaje. Ese tiempo se ha denominado tiempo de concentración y es el requerido para que el agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue al punto de salida.

Si la lluvia es de mayor duración que el tiempo de concentración t_c , el escurrimiento será menor que el calculado para dicho tiempo debido a que la intensidad de esta lluvia será menor que la de duración t_c . Si la lluvia que cae es de menor duración que t_c , también la descarga será menor, debido a que no toda la cuenca contribuye simultáneamente al escurrimiento.

Numerosas fórmulas empíricas han sido propuestas para la determinación del tiempo de concentración.

Entre ellas se muestran las siguientes:

$$\text{Kirpich } T_c = 0.066 * (L / J^{0.5}) ^{0.77}$$

$$\text{Ven T. Chow } T_c = 0.274 * (L / J^{0.5})^{0.64}$$

$$\text{Giandotti } T_c = \{ 4 * (A)^{0.5} + 1.5 * L \} / (25.3 * (J * L)^{0.5})$$

$$\text{USCE } T_c = 0.364 * \{ (L * L_c) / J^{0.5} \}^{0.36}$$

$$\text{Temez } T_c = 0.3 * (L / J^{0.25})^{0.76}$$

$$\text{Kerby } T_c = 0.606 * (L * n)^{0.467} / J^{0.234}$$

$$\text{Ventura - Heras } T_c = 0.06 * A / J$$

En donde:

A = Área en km²

L = Longitud de la cuenca en kilómetros

J = Pendiente del terreno en m/m

n = Coeficiente de retardo

Periodo de retorno. El diseño hidrológico está directamente relacionado con la mitigación de los efectos que pueda causar caudales altos o crecientes. El diseño de las diferentes obras hidráulicas y de control obedecerán a los caudales y niveles de creciento correspondientes a frecuencias de ocurrencia o periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 20, 50 y 100 años según la importancia de la obra analizada.

Tabla 6 Criterios de diseño generalizados para estructuras de control.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO
ALCANTARILLAS DE CARRETERAS	
VOLUMENES DE TRAFICO BAJOS	10
VOLUMENES DE TRAFICO INTERMEDIO	25
VOLUMENES DE TRAFICO ALTOS	100
PUNTES DE CARRETERAS	
SISTEMA PRIMARIO	100
SISTEMA SECUNDARIO	50
ALCANTARILLAS ESTACIONES	25
DIQUES	
TANQUES Y EQUIPOS PEQUEÑOS	25
TANQUES Y EQUIPOS GRANDES	50
OTROS SISTEMAS DE DRENAJE	
CUNETAS	10
BOX CULVERTS	50

FUENTE: Manual de drenajes en carreteras

2.3 Marco conceptual

Corredor vial: Vía particularmente diseñada/adaptada para un paso preferente de determinado tipo de vehículo a una velocidad superior al promedio, con paraderos q no afectan el flujo.

Topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Carretera: Es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

Calzada: Parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos

Carriles: Uno o varios, en que puede estar dividida la calzada, esté o no delimitada por líneas longitudinales y por la que se permite la circulación de automóviles y mot -Calzada o parte por la que circulan los vehículos.

Cuneta: Es la zona de la calzada para recoger el agua de lluvia

Carpeta o capa de rodadura: Es la capa más superficial y tiene como principal función proporcionar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además de actuar como capa impermeable para impedir la infiltración de agua en la estructura del pavimento.

La base: Es la encargada de recibir los esfuerzos de la capa de rodadura y transmitirlo de forma adecuada a la subbase y a la subrasante.

La subbase: Se considera una capa netamente económica, debido a que el contenido de sus materiales es muy asequible y económicos. Tiene la función de actuar como capa de transición entre la base y la subrasante, puesto que impide la penetración de materiales finos de la subrasante así, como la ascensión capilar.

Pavimentos flexibles: Aquellos cuya estructura total se defleca o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él.

Estudio de suelos: Permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

2.4 Marco contextual

Ubicación del proyecto: El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Tibú, la vía a estudiar es de tipo secundaria y conecta al municipio con Astilleros, esta se encuentra específicamente localizada en el K44+460 al k45+460:

Latitud: 8°28'22.19"N

Longitud: 72°35'21.18"O



Figura 6 Localización del proyecto.

Fuente: Google Earth, 2019

2.5 Marco legal

En la siguiente sección se presenta el reglamento estudiantil de la UFPS conforme al proyecto de grado:

Artículo 139. El trabajo de grado es un componente de plan de estudios y tiene como objetivos:

Brindar al estudiante la oportunidad de manifestar de manera especial su capacidad investigativa, su creatividad y disciplina de trabajo mediante la aplicación integral de los conocimientos y métodos requeridos.

Servir como instrumento de extensión a la comunidad y medio de generación del conocimiento.

Sistematización del conocimiento. Facilitar al estudiante su participación y concurso en la solución de problemas comunitarios.

Facilitar al estudiante de mayor autonomía en el desarrollo de trabajos científicos, científico-tecnológicos y profesionales propios de su población.

Artículo 140. El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades de trabajo de grado:

Proyecto de investigación: Monografía, trabajo de investigación.

Proyecto de extensión: Trabajo social, labor de consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la universidad, pasantía, trabajo dirigido

Parágrafo 1. El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académico o exámenes preparatorios.

Parágrafo 2. Para algunos planes de estudio y de acuerdo con sus características el consejo académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado.

Artículo 141. El proyecto de grado incluye la siguiente etapa:

Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.

Sustentación de investigación y/o verificaciones o aval de la realización del proyecto.

Parágrafo. Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.

Artículo 142. Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evaluación de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas, harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudio.

Parágrafo. La universidad incorporara los trabajos de grado, como componente básico de su hacer y creara bancos de proyectos en los departamentos académicos y en la vicerrectoría asistente de investigación y extensión.

Artículo 143. Los trabajos de grado podrán ser iniciados por el estudiante que haya aprobado por lo menos el 60% de los créditos exigidos en su plan de estudio.

Artículo 144. Los trabajos de grado de carácter interdisciplinario de dos o más planes de estudio requieren de la aprobación de los comités involucrados.

Artículo 145. Todo trabajo de grado debe tener un director, el cual debe ser un profesional del área de conocimiento que trata el proyecto, y podrá estar o no vinculada a la universidad.

Artículo 146. Todo estudiante que haya culminado las asignaturas de su plan de estudios deberá matricularse semestre a semestre hasta tanto no haya presentado y aprobado el trabajo de grado.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto es un trabajo dirigido a una comunidad y que nos beneficiará como estudiantes de Ingeniería Civil para aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación, el cual se basa en buscar solución a la situación del corredor vial que está generando incomodidad en los habitantes aledaños, mediante la realización de una propuesta donde se realizaran los debidos estudios y así los respectivos diseños.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Hace referencia a los corredores viales del Municipio de Tibú, Norte de Santander.

3.2.2 Muestra

El proyecto beneficiará a los habitantes del Municipio de Tibú y sus alrededores, las cuales transitan diariamente por el corredor vial.

3.3 Instrumentos para la recolección de información

Se llevarán a cabo carteras de campo empleando los instrumentos necesarios para los estudios, además la utilización de una cámara fotográfica para el registro de evidencias.

Información primaria: Se obtiene mediante las exploraciones de campo de acuerdo a los estudios realizados en el terreno.

Información secundaria: Está se obtiene mediante el suministro de documentos o textos relacionados al Proyecto, sitios web y asesorías de los profesionales de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Se recurre a herramientas informáticas para el adecuado procesamiento de datos como Excel, AutoCAD Civil.

3.5 Presentación de resultados

Los resultados se presentarán con adecuadas fichas técnicas de datos, memorias de cálculo, diseños elaborados en AutoCAD Civil.

3.6 Administración del proyecto

3.6.1 Recursos humanos:

Para el desarrollo del proyecto se contará con las personas que a continuación se presentan:

Kevin alexey Carreño M, Código: 2110064 cursa 10 semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

Karen Lizeth Anteliz G., Código: 2110057 cursa 10 semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

3.6.2 Recursos institucionales:

Laboratorio de Suelos, Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta.

3.6.3 Recursos materiales:

Para el diseño de la estructura del pavimento se necesitará disponer de: Subbase, Base granular, Bitumen, triturado, Llenante mineral.

4. Topografía

Para efectos de este proyecto el cual dentro de sus objetivos no contempla el ítem de topografía se hace la siguiente aclaración que la topografía es indispensable para el diseño geométrico de la vía, y se gestionó que la alcaldía del municipio de Tibú norte de Santander realizara la donación de los levantamientos topográficos del corredor vial en estudio.

El levantamiento topográfico se realiza para obtener el plano en planta de los detalles de la vía, mediante el cual se va hacer el diseño geométrico teniendo en cuenta cada uno de los paramentos existentes como eje vía, borde de vía, alcantarillas, postes, pozos, cuya información queda almacenada en la Estación Total de la que obtenemos las coordenadas que se descargan con un programa que sirve para convertir los puntos pasándolos a Excel y así importarlos al Civil 3D para su respectivo dibujo, además de obtener las curvas de nivel y el perfil longitudinal del terreno.

4.1. Localización del levantamiento topográfico

La vía se localiza en la vía secundaria astilleros – Tibú tramo (k44+460 a k45+460) del municipio de Tibú, Norte de Santander, en una longitud de 1000 metros lineales.



Figura 7 Tramo de la vía

Fuente: Google Earth, 2019

4.2. Características de la estación total utilizada

El equipo utilizado en el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico es la estación total TOPCON OS-105.



Categoría : ESTACIÓN TOTAL
Marca : TOPCON
Precisión : 5"
Medición prisma : 4,000 mts.
Medición laser : 500 mts.
Memoria interna : 500 MB
Aumento de lente : 30 X
Descripción :

Figura 8 Características de la Estación total TOPCON OS-105.

4.3. Datos obtenidos en el levantamiento

A continuación, se presentan las carteras de campo que contiene los puntos, las coordenadas norte y este, elevación.

Tramo (k44+460 a k45+460)

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
32	29361.06	62941.5	54.37
33	29367.96	62922.73	54.43
34	29374.87	62903.96	54.44
35	29381.77	62885.19	54.35
36	29388.61	62866.4	54.24
37	29395.3	62847.55	54.08
38	29401.99	62828.7	53.98
39	29408.69	62809.86	53.92
40	29415.38	62791.01	53.82
41	29422.07	62772.16	53.77
42	29428.77	62753.32	53.71
43	29435.46	62734.47	53.66
44	29442.15	62715.62	53.58
45	29448.85	62696.78	53.54
46	29455.54	62677.93	53.54
47	29462.23	62659.08	53.4
48	29468.93	62640.24	53.37
49	29475.62	62621.39	53.35
50	29482.31	62602.54	53.33
51	29489.01	62583.7	53.23
52	29495.7	62564.85	53.09
53	29502.39	62546	53.14
54	29509.09	62527.16	53.05
55	29515.78	62508.31	52.97
56	29522.47	62489.46	52.93
57	29529.17	62470.62	52.9
58	29535.86	62451.77	52.83
59	29542.55	62432.92	52.76
60	29549.25	62414.08	52.65
61	29555.94	62395.23	52.52
62	29562.63	62376.38	52.41
63	29569.33	62357.53	52.29
64	29576.02	62338.69	52.21
65	29582.71	62319.84	52.12
66	29589.41	62300.99	52.08
67	29596.1	62282.15	52.02
68	29602.78	62263.3	51.55
69	29609.46	62244.44	51.56
70	29616.14	62225.59	51.52
71	29622.82	62206.74	51.53
72	29629.51	62187.89	51.44
73	29636.19	62169.04	51.47
74	29642.87	62150.19	51.45
75	29649.55	62131.34	51.42
76	29656.23	62112.49	51.46
77	29662.92	62093.64	51.42
78	29669.6	62074.79	51.32
79	29676.28	62055.94	51.2
80	29682.96	62037.09	51.17

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
81	29689.64	62018.24	51.13
82	29696.32	61999.38	51.17
83	29703.01	61980.53	51.08
84	29709.69	61961.68	51.08
85	29716.37	61942.83	51.07
86	29723.05	61923.98	51.27
87	29729.73	61905.13	51.84
88	29736.42	61886.28	52.13
89	29743.1	61867.43	52.34
90	29749.78	61848.58	52.49
91	29756.46	61829.73	52.62
92	29763.14	61810.88	52.77
93	29769.83	61792.03	52.77
94	29776.51	61773.18	52.6
95	29783.19	61754.32	53.2
96	29789.87	61735.47	52.45
97	29796.55	61716.62	52.37
98	29803.24	61697.77	52.21
99	29809.92	61678.92	52.38
100	29816.6	61660.07	52.73
101	29823.31	61641.23	52.9
102	29830.04	61622.4	52.98
103	29836.77	61603.56	53.06
104	29843.5	61584.73	53.08
105	29850.22	61565.89	53.11
106	29856.95	61547.06	53.18
107	29863.68	61528.23	53.17
108	29870.41	61509.39	53.12
109	29877.26	61490.6	53.06
110	29884.13	61471.82	52.85
111	29890.99	61453.03	52.68
112	29897.85	61434.24	52.51
113	29904.72	61415.46	52.32
114	29911.58	61396.67	52.29
115	29918.44	61377.89	52.31
116	29925.31	61359.1	52.3
117	29932.17	61340.32	52.17
118	29939.03	61321.53	51.94
119	29945.9	61302.75	51.87
120	29952.65	61283.92	51.71
121	29959.33	61265.07	51.53
122	29966	61246.21	51.47
123	29972.67	61227.36	51.46
124	29979.34	61208.51	51.48
125	29986.02	61189.65	51.48
126	29992.69	61170.8	51.47
127	29999.36	61151.94	51.46
128	30006.04	61133.09	51.4
129	30012.71	61114.24	51.44

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
130	30019.38	61095.38	51.35
131	30026.12	61076.55	51.35
132	30032.88	61057.73	51.31
133	30039.64	61038.91	51.27
134	30046.4	61020.08	51.2
135	30053.16	61001.26	51.26
136	30059.92	60982.44	51.3
137	30066.68	60963.61	51.36
138	30073.44	60944.79	51.42
139	30080.2	60925.97	51.39
140	30086.96	60907.15	51.38
141	30093.72	60888.42	51.49
142	30100.48	60869.5	51.46
143	30107.24	60850.68	51.4
144	30114	60831.85	51.43
145	30120.76	60813.03	51.45
146	30127.51	60794.21	51.48
147	30134.27	60775.38	51.56
148	30141.03	60756.56	51.88
149	29095.94	63499.57	54.92
150	29105.68	63482.11	54.95
151	29115.43	63464.64	54.94
152	29125.17	63447.18	54.92
153	29134.92	63429.71	54.77
154	29144.66	63412.25	54.55
155	29154.41	63394.78	54.34
156	29164.15	63377.32	54.13
157	29173.9	63359.85	54.07
158	29183.65	63342.38	53.99
159	29193.39	63324.92	54.06
160	29203.14	63307.45	54.11
161	29212.88	63289.99	54.14
162	29222.63	63272.52	54.13
163	29232.37	63255.06	54.15
164	29242.12	63237.59	54.22
165	29251.13	63219.82	54.32
166	29259.24	63202.46	54.29
167	29267.19	63184.06	54.31
168	29274.43	63165.42	54.33
169	29281.35	63146.6	54.31
170	29288.26	63127.83	54.3
171	29295.16	63109.06	54.33
172	29302.07	63090.29	54.31
173	29308.97	63071.52	54.28
174	29315.88	63052.74	54.24
175	29322.78	63033.97	54.22
176	29329.69	63015.2	54.13
177	29336.59	62996.43	54.15
178	29343.5	62977.66	54.17

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
179	29350.4	62958.89	54.25
180	29357.31	62940.12	54.3
181	29364.21	62921.35	54.36
182	29371.12	62902.58	54.37
183	29378.02	62883.81	54.28
184	29384.84	62865.06	54.17
185	29391.53	62846.21	54.01
186	29398.22	62827.36	53.91
187	29404.92	62808.52	53.85
188	29411.61	62789.67	53.75
189	29418.3	62770.82	53.7
190	29425	62751.98	53.64
191	29431.69	62733.13	53.59
192	29438.38	62714.28	53.51
193	29445.08	62695.44	53.47
194	29451.77	62676.59	53.47
195	29458.46	62657.74	53.33
196	29465.16	62638.9	53.3
197	29471.85	62620.05	53.28
198	29478.54	62601.2	53.26
199	29485.24	62582.36	53.16
200	29491.93	62563.51	53.02
201	29498.62	62544.66	53.07
202	29505.32	62525.82	52.98
203	29512.01	62506.97	52.9
204	29518.7	62488.12	52.86
205	29525.4	62469.28	52.83
206	29532.09	62450.43	52.76
207	29538.78	62431.58	52.69
208	29545.48	62412.74	52.58
209	29552.17	62393.89	52.45
210	29558.86	62375.04	52.34
211	29565.56	62356.2	52.22
212	29573.25	62337.35	52.14
213	29578.94	62318.5	52.05
214	29585.64	62299.66	52.01
215	29592.33	62280.81	51.95
216	29599.01	62261.96	51.48
217	29605.69	62243.11	51.49
218	29612.37	62224.26	51.45
219	29619.05	62205.41	51.46
220	29625.74	62186.56	51.37
221	29632.42	62167.71	51.4
222	29639.1	62148.85	51.38
223	29645.78	62130	51.35
224	29652.46	62111.15	51.39
225	29659.15	62092.3	51.35
226	29665.83	62073.45	51.25
227	29672.51	62054.6	51.13

5. Transito

El transito es un estudio que comprende el conteo de vehículos en un tiempo estimado para conocer su volumen vehicular, composición y calcular el transito promedio diario.

5.1. Metodología

El conteo está planeado para realizarse en una semana, las 24 horas del día, por intervalos de 15 minutos. Una vez recopilada la información, se procede a calcular lo siguiente:

- Volumen vehicular
- Composición vehicular
- El Transito promedio diario semanal, TPDs
- El resultado anterior se proyecta al periodo de diseño para calcular el transito futuro.
- Numero de ejes equivalente.

5.2. Localización del punto de aforo



Figura 9 Punto de aforo en la vía de estudio

Fuente: Google Earth, 2019.

5.3. Clasificación de vehículos

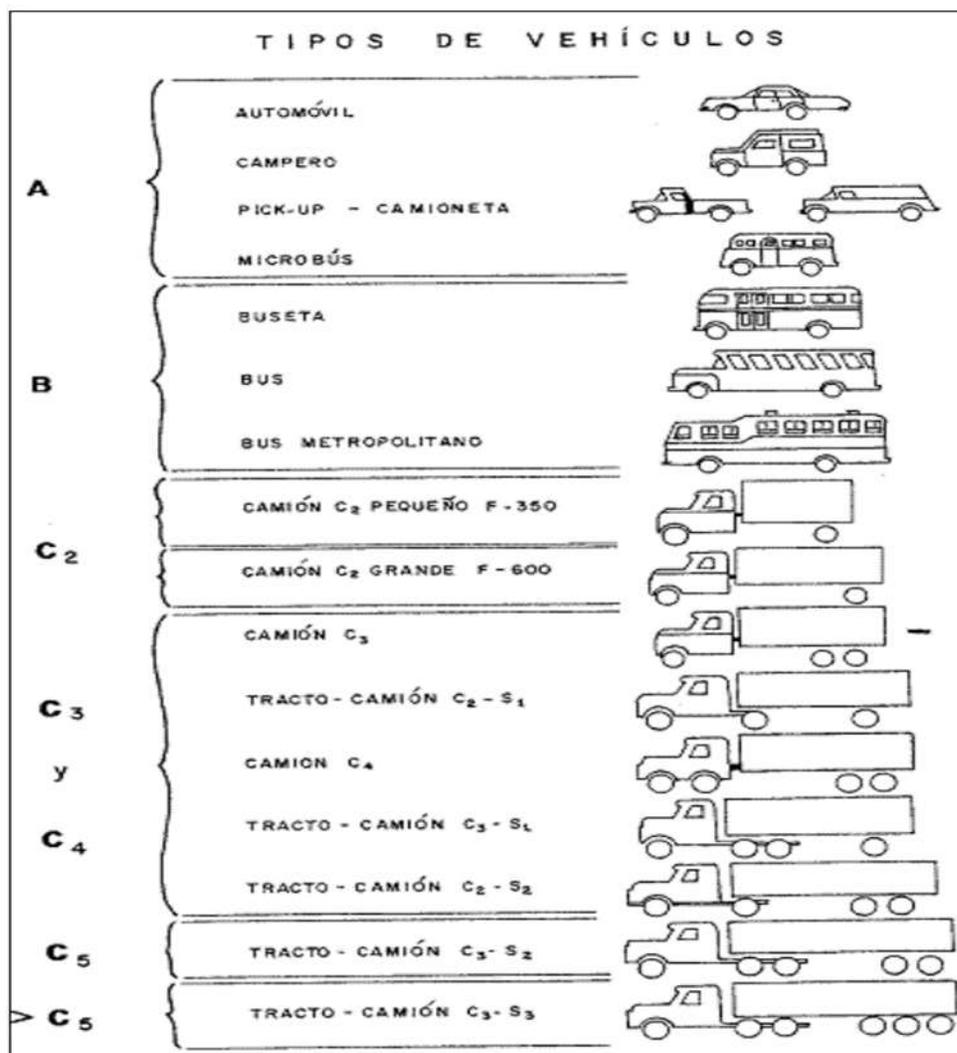


Figura 10 Tipos de vehículos

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito,

INVIAS.

5.4. Volumen vehicular

El volumen vehicular se calcula sumando todos los vehículos sin tener en cuenta su clasificación.

Tabla 7 Volumen vehicular

CONTEO MANUAL DE TRANSITO								
Tipo vía: Calzada bidireccional con dos carriles			DIA DE LA SEMANA: Semana 1			ESTACION N°: 1		2019
DIA	AUTOMOVIL	BUSETA BUS	CAMION 2P	CAMION 2G	C3	C5	>C5	TRANSITO DIARIO
Lunes	50	19	25	41	4			139
Martes	43	22	24	40	2			131
Miercoles	46	18	24	36	4			128
Jueves	44	19	24	37	5			129
Viernes	44	19	26	34	3			126
Sábado	39	20	23	27	4			113
Domingo	48	14	13	2	2			79
TRANSITO SEMANAL	314	131	159	217	24			845

El volumen vehicular de toda la semana es de 845 vehículos, incluyendo autos, buses y camiones.

5.5. Composición vehicular

La composición vehicular es el porcentaje calculado a partir del volumen vehicular por tipo de vehículo teniendo en cuenta la suma total en los 7 días.

Tabla 8 Composición vehicular

TIPO DE VEHICULO	Automovil	Bus	C2P	C2G	C3
COMPOSICION DEL TRANSITO (%)	37.16%	15.50%	18.82%	25.68%	2.84%

En la siguiente figura se representa la composición vehicular

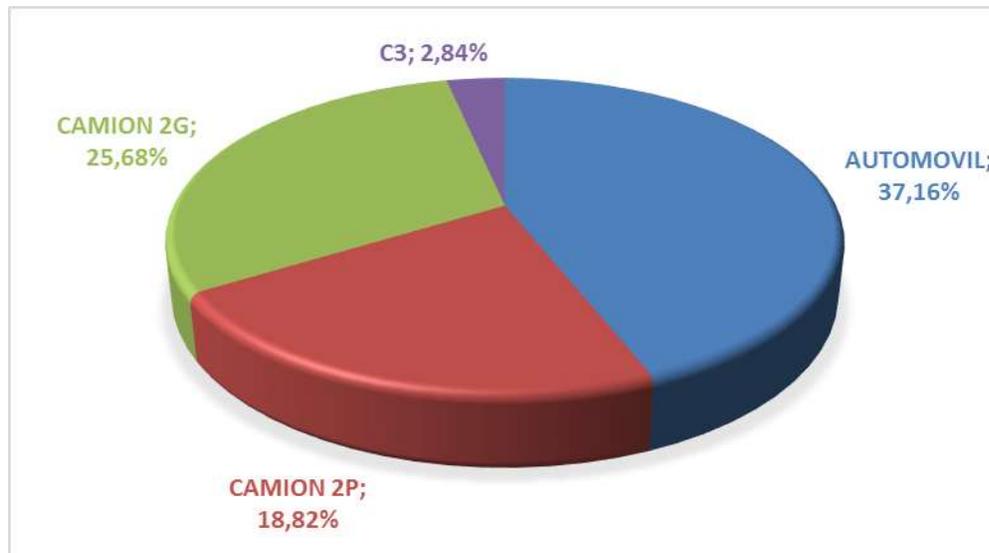


Figura 11 Representación de la composición vehicular

5.6. Transito promedio diario

El TPDs es el promedio del volumen vehicular durante los 7 días, cuyo resultado es el siguiente:

$$TPDs = \frac{845}{7} = 121 \text{ veh/dia}$$

5.7. Transito promedio diario anual, TPDA

Se determinó el TPDA con base al TPDs, como lo indica el INVIAS.

$$K = \left(\frac{B\sigma}{\sqrt{n}}\right) \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}\right)$$

Donde,

N: Días del año (365 ó 366)

n: Días de conteo (7)

B: Valor adoptado para el coeficiente de confianza

σ : Desviación estándar (valor proporcionado por la cartilla)

Cc: Porcentaje de confiabilidad requerido

Entonces, se determina el TPDA para un nivel de confianza del 90%:

$$B = \sqrt{\frac{1}{1-Cc}} = \sqrt{\frac{1}{1-0.90}} = 3.16$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - TPDS)^2}{7}}$$

N°	Xi	(Xi-TPDs)^2
1	139	324
2	131	100
3	128	49
4	129	64
5	126	25
6	113	64
7	79	1764
Σ		2390

σ^2	341
σ	18 veh/dia

$$K = \left(\frac{B\sigma}{\sqrt{n}}\right) \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}\right) = \left(\frac{3.16 \times 18}{\sqrt{7}}\right) \left(\sqrt{\frac{365-7}{365-1}}\right) = 21 \text{ Veh/día}$$

$$\text{TPDA} = \text{TPDs} + K$$

$$\text{TPDA} = 121 + 21 = 142 \quad \text{Límite superior}$$

$$\text{TPDA} = 121 - 21 = 100 \quad \text{Límite inferior}$$

Para la proyección del tránsito se tomó el valor del límite superior.

5.8. Tasa de crecimiento

La vía en estudio no cuenta con datos históricos de conteos vehiculares, por lo que no hay información para calcular la tasa de crecimiento, así que, se optó por buscar en los documentos técnicos del INVIAS y revisar la cartilla virtual de los volúmenes de tránsito (2016), donde se encontró una estación existente (181) que cuenta con conteos de la vía ASTILLEROS – ZULIA, el cual es una vía cercana y muy utilizada por los vehículos que se dirigen a Tibú.



Figura 12 Estación 181.

Fuente: Sitio web, documentos técnicos INVIAS.

Luego de identificar la estación apropiada para este estudio, se busca los datos en el software conocido como TRANSITO, donde se encuentra la base de datos de los conteos desde el año 1968 hasta el año 2017.

SERIE HISTÓRICA ESTACIÓN DE CONTEO

Código Estación de Conteo: 00000181 ASTILLEROS - ZULIA

Cargar Serie Histórica Gráfica Salir

Año	TPD	%AUTO	%BUS	%C2P	%C2O	%C3-C4	%C5	%C6	%MOTO	%MOTOCARR	Setio	*
2002	1635	57	5	5.74	31.53	5.51	0.14	0.06	0	0	Si	
2003	1860	50	6	6.07	32.23	1.57	1.23	5.9	0	0	Si	
2004	1988	54.5	6.1	5.93	31.62	8.52	6.2	1.13	0	0	Si	
2005	1634	60.4	4.19	5.43	29.43	5.96	0.96	8.43	0	0	Si	
2006	1807	63.3	4.46	4.63	27.27	8.28	0	0.06	0	0	Si	
2007	2175	67.2	4.2	4.43	23.36	0.2	0.13	0.46	0	0	Si	
2008	2438	64.6	4.43	4.06	18.62	2.30	1.87	4.84	0	0	Si	
2010	3097	62.64	5.17	4.71	15.06	3.71	2.31	5.4	0	0	Si	
2011	2678	56.3	7.04	7.23	17.3	2.50	0.66	8.69	0	0	Si	
2012	2456	58.56	8.12	5.86	19.77	3.35	0.31	6.2	0	0	Si	
2013	3438	58.95	6.28	5.11	20.87	2.16	7.26	4.25	0	0	Si	
2014	2718	58.25	13.71	5	19.81	3.17	1.31	8.75	0	0	Si	
2015	3097	62	12	5	19.8	3.2	1.3	6.1	0	0	Si	
2016	3154	50	15	4.3	19.2	3.1	1.3	6.8	0	0	Si	
2017	3360	53	14	4.8	16.1	2.9	1.2	6.2	0	0	Si	

Figura 13 Serie histórica de la Estación 181

Fuente: Software transito

Esta aplicación ofrece varias opciones como calcular la tasa de crecimiento e ilustrar por cual método matemático se ajusta más a la línea de tendencia, para este caso, es el modelo exponencial $R^2=0.8695$, como se muestra a continuación:

COEFICIENTES ECUACIONES DE REGRESION

Tipo de Ecuación	Año	A	B	r ²	Ecuación
LINEAL [y = A + Bx]	1968	-104.8226	31.0818	0.8523	TPD = -104.8226 + 31.0818/(Año - 1968)
EXPONENCIAL [y = A * e ^(B*x)]	1968	149.4450	0.0499	0.8695	TPD = 149.4450 * e ^{(0.0499*(Año - 1968))}
LOGARITMICA [y = A + B*Ln(x)]	1968	-505.6267	399.3854	0.5462	TPD = -505.6267 + 399.3854*Ln(Año - 1968)
POTENCIAL [y = A * x ^B]	1968	64.8575	0.7054	0.6737	TPD = 64.8575 * (Año - 1968) ^{0.7054}

Figura 14 Modelos matemáticos

Fuente: Software transito

Por último, en la ficha de reportes de la distribución promedio vehicular se obtiene que la tasa de crecimiento es de 4.92% (ver figura 15).

DISTRIBUCION PROMEDIO VEHICULAR (%)

Tipo de Vehículo	Descripcion	Distribución Promedio Vehiculos (%)	Distribución Promedio NS 2(%)
AUTO	AUTOS	52.36	0.00
BUS	BUSES	8.73	2.38
C2P	C2P	5.81	1.17
C2G	C2G	27.22	69.36
C3-C4	C3-C4	1.94	9.04
C5	C5	1.14	6.20
C6	C6	2.80	11.84
MOTO	MOTO	0.00	0.00
MOTOCARRO	MOTOCARRO	0.00	0.00
	% CRECIMIENTO VEHICULAR	4.92	

Figura 15 Distribución promedio vehicular de la Estación 181

Fuente: Software transito

5.9. Periodo de Diseño

De acuerdo al manual de INVIAS, el periodo de diseño recomendado para una vía secundaria que corresponde a la categoría II, el periodo de Diseño es de 15 años.

Tabla 9 Periodo de Diseño

PERIODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL RECOMENDADO		
CATEGORIA VIA	PERIODO DE DISEÑO AÑOS	
	RANGO	RECOMENDADO
I	10-30	20
II	10-20	15
III	10-20	10
ESPECIAL	7-20	10-15

FUENTE: Instituto Nacional De Vías. Manual de diseño de pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

5.10. Proyección del TPDA

Las proyecciones del tránsito se realizaron teniendo en cuenta la siguiente ecuación del manual del INVIAS de Medios y Altos Volúmenes de tránsito:

$$Tf = Ti * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)}$$

Dónde:

Tf = Transito futuro acumulado

Ti= Transito en el año cero

r = Tasa de crecimiento anual.

N = Periodo de diseño.

Además, se tiene en cuenta 2 años para su construcción.

Por lo que, $N = 15 + 2 = 17$ años

Entonces, el resultado es el siguiente:

$$Tf = 142 * \frac{(1+0.0492)^{17} - 1}{Ln(1+0.0492)} = 3733 \text{ veh/día}$$

5.11. Factor camión

Es un parámetro para determinar el número de ejes equivalente, su importancia radica en que es un factor de daño generado por buses y camiones. Para calcular el factor camión se hace reemplazando en la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{\%C2P * Fe + \%C2G * Fe + \%C3 * Fe + \%C4 * Fe + \%C5 * Fe}{\%C2P + \%C2G + \%C3 + \%C4 + \%C5}$$

Tabla 10 Factor de equivalencia

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA
C-2P	1,14
C-2G	3,44
C-3	3,76
C2-S1	3,37
C-4	6,73
C3-S1	2,22
C2-S2	3,42
C3-S2	4,4
C3-S3	4,72
BUS P-600	0,4
BUS P-900	1
BUSETA	0,05

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de diseño de pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

De acuerdo a esto, el factor camión tiene el siguiente resultado:

$$F_c = 2.164$$

5.12. Determinación del número de ejes equivalentes

Para calcular el número de ejes equivalentes se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)} * F.C.$$

Donde,

TPD: Transito promedio diario inicial

A: Porcentaje de vehículos pesados (buses y camiones)

B: Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño

r: Rata anual de crecimiento del transito

n: Periodo de diseño

F.C.: Factor camión

Por lo que las variables son las siguientes:

A: 15.50% + 18.82% + 25.68% + 2.84% = 62.84%

B: 50%, porque es una calzada bidireccional con dos carriles.

F.C.=2.164

$$N = 3733 * \frac{62.84\%}{100} * \frac{50\%}{100} * 365 * 2.164$$
$$= 926353.23 \text{ ó } 0.926 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes 8.2}$$

Toneladas en el carril de diseño.

6. Diseño Geométrico

Este capítulo comprende el diseño geométrico horizontal (curvas horizontales), diseño geométrico vertical (curvas verticales), diseño geométrico transversal (ancho de calzada, secciones).

6.1. Clasificación de la carretera

6.1.1. Según su funcionalidad

De acuerdo al INVIAS, La vía en estudio corresponde a secundarias o de segundo orden, ya que tiene la función de unir las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria.

Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.

6.1.2. Según el tipo de terreno

Según el INVIAS, clasifica las carreteras en cuatro (4) tipos de terrenos:

Carretera típica de terreno plano. Corresponde a las vías con pendientes longitudinales bajas, menores al 3.0% donde el alineamiento vertical y horizontal permite a los vehículos pesados circular a velocidades muy cercanas a las de los vehículos livianos.

Carretera típica de terreno ondulado. Son carreteras con pendientes longitudinales entre 3 y 6%. El diseño geométrico obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, pero aún siguen siendo apropiadas para este tipo de vehículo.

Carretera típica de terreno montañoso. Se trata de vías con pendientes entre el 6 y 8% y en las cuales los alineamientos obtenidos obligan a los vehículos pesados a circular a velocidades bajas y sostenidas en rampas durante largos intervalos disminuyendo considerablemente la capacidad de la vía y por ende su nivel de servicio.

Carretera típica de terreno escarpado. Son vías con pendientes superiores al 8% y que no son apropiadas para el tránsito de vehículos pesados.

Tabla 11 Pendiente longitudinal según tipo de terreno

Carretera Típica de Terreno	Pendiente Longitudinal
Plano	< 3.0%
Ondulado	3.0% - 6.0%
Montañoso	6.0% - 8.0%
Escarpado	> 8.0%

Fuente: INVIAS 2008

Para este caso, la vía en estudio tiene una pendiente longitudinal de 0.62% por lo que se caracteriza como un terreno Plano.

Tabla 12 Pendiente longitudinal del terreno del proyecto

CLASIFICACIÓN DE TERRENO SEGÚN PENDIENTE LONGITUDINALES				
N°	MINIMA PENDIENTE	MAXIMA PENDIENTE	ÁREA (M2)	COLOR
1	0.00%	3.00%	24184.21	
2	3.00%	6.00%	573.57	
3	6.00%	8.00%	0.00	
4	8.00%	100.00%	19.94	

6.2. Línea base

6.2.1. Línea de pendiente o de ceros

La línea de pendiente es aquella línea que, pasando por los puntos obligados del proyecto, conserva la pendiente uniforme especificada y que, de coincidir con el eje de la carretera, éste no aceptaría cortes ni rellenos, razón por la cual también se le conoce con el nombre de línea de ceros.

Es una línea que, al ir a ras del terreno natural, sigue la forma de éste, convirtiéndose en una línea de mínimo movimiento de tierra. Por lo tanto, cualquier eje vial de diseño que trate de seguirla lo más cerca posible, será un eje económico, desde este punto de vista. **1**

El primer conjunto de actividades a llevar a cabo el diseño de la vía corresponde al cálculo de la línea base.

Respecto a esta es pertinente señalar que la línea base la cual se utiliza como referencia para el eje de la vía proyectada sobre la cual se diseñaran las curvas horizontales, no debe generar grandes cambios al diseño existente, las únicas modificaciones serían pequeños ajustes a la rasante para obtener un perfil longitudinal lo más uniforme posible y las ampliaciones de la banca hacia el interior de las curvas horizontales que requieran sobreebanco.

¹ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

6.3. Diseño Geométrico Horizontal (Planta)

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. ²

6.3.1. Velocidad de diseño

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

El diseñador, para garantizar la consistencia en la velocidad, debe identificar a lo largo del corredor de ruta tramos homogéneos a los que por las condiciones topográficas se les pueda asignar una misma velocidad. Esta velocidad, denominada Velocidad de Diseño del tramo homogéneo (VTR), es la base para la definición de las características de los elementos geométricos incluidos en dicho tramo.

Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño (VTR) se debe atender a los siguientes criterios:

1) La longitud mínima de un tramo de carretera con una velocidad de diseño dada debe ser de tres (3) kilómetros para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h)

² <http://www.edukations.com/wp-content/uploads/2019/01/Dise%C3%B1o-Geom%C3%A9trico-de-Carreteras-2da-Edici%C3%B3n-James-C%C3%A1rdenas-Grisales-1.pdf>

y de cuatro (4) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento diez kilómetros por hora (60 y 110 km/h).

2) La diferencia de la velocidad de diseño entre tramos adyacentes no puede ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).

No obstante, lo anterior, si debido a un marcado cambio en el tipo de terreno en un corto sector del corredor de ruta es necesario establecer un tramo con longitud menor a la especificada, la diferencia de su velocidad de diseño con la de los tramos adyacentes no puede ser mayor de diez kilómetros por hora (10 km/h). **3**

6.3.2. Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR)

La velocidad del diseño del tramo homogéneo (VTR) está definida en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno, esta se puede elegir de la tabla 2.1. del manual de INVIAS en ella se resume el equilibrio entre el mejor nivel de servicio que se puede ofrecer a los usuarios de las carreteras colombianas y las posibilidades económicas del país. **5**

³ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

Tabla 13 Velocidad de diseño de referencia Vs. Categoría de carretera y tipo de terreno

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													

La velocidad del tramo homogéneo en los diferentes corredores es de 60km/h, como lo indica la tabla anterior para una vía secundaria y un tipo de terreno plano.

6.3.3. Velocidad específica

La velocidad máxima más probable con que sería abordado cada elemento geométrico es justamente su Velocidad Específica y es con la que se debe diseñar ese elemento.

La velocidad específica de las curvas será de **60km/h**, esto incluye a las curvas horizontales y curvas verticales de todo el alineamiento, ya que, es la base de futuros parámetros de diseño siendo esta la más acorde para manejar parámetros mínimos que faciliten el diseño de todos los elementos que componen el corredor vial proyectado sin alterar de forma significativa a la vía existente.

6.3.4. Curvas horizontales implementadas en el proyecto

Para el diseño en planta se implementaron dos tipos de curvas horizontales:

La primera de curva espiral-circulo-espiral, esto se debe a que su ángulo de deflexión es mayor a 20° y su radio es menor a 2000 metros.

La segunda curva se trata de una curva circular simple, la cual no contempla un diseño de peralte ya que su radio es mayor a 2000 metros. En el Anexo 2 - 11 donde se encuentra la cartera de elementos, cartera de localización, cartera de peraltes.

6.3.5. Peraltes máximos (e_{max})

En este caso el peralte máximo no aplica en las curvas horizontales porque tienen un radio mayor de 2000 metros, el cual las curvas no llevan transición y no tendría peralte.

6.3.6. Fricción transversal máxima (f_{Tmax})

Está determinada por numerosos factores, entre los cuales: el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos. Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por los estudios recientes de la AASHTO. ⁴

Tabla 14 Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (Km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMO f_{Tmax}	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington D.C. 2004.

⁴ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

6.3.7. Radios mínimos para peraltes máximos

El radio mínimo ($R_{\text{mín}}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH}) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{\text{máx}}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{\text{Tmáx}}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V_{\text{CH}}^2}{127(e_{\text{máx}} + f_{\text{Tmáx}})}$$

Tabla 15 Radios mínimos para peralte máximo $e_{\text{máx}}=8\%$ y fricción máxima

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

El radio mínimo para las curvas horizontales debe ser de 113 metros, como lo establece la norma del INVIAS.

6.3.8. Transición de peralte

Las longitudes de transición se consideran a partir del punto donde el borde exterior del pavimento comienza a elevarse partiendo de un bombeo normal, hasta el punto donde se forma el peralte total de la curva. La longitud de transición está constituida por dos tramos principales: 1)

la distancia (N) necesaria para levantar el borde exterior, del bombeo normal a la nivelación con el eje de la vía, llamado aplanamiento y 2) la distancia (L) necesaria para pasar de este punto al peralte total en la curva circular. La longitud total de transición se define mediante la siguiente expresión: ⁵

$$L_t = L + N$$

$$N = \frac{BN \times L}{e_f}$$

Donde:

L_t: Longitud total de transición, en metros.

L: Longitud del punto donde el peralte es cero al punto del peralte total en la curva circular, en metros.

N: Aplanamiento, en metros.

BN: Bombeo normal (vía pavimentada BN = 2%)

e_f: Peralte total, en porcentaje (%).

⁵ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

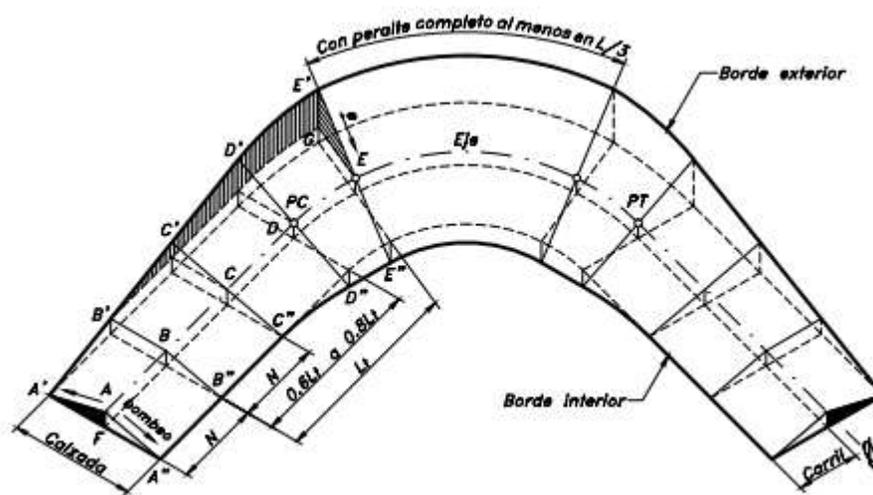


Figura 16 Transición del peralte

Fuente: instituto nacional de vías (INVIAS).

En este proyecto se cumplió con el criterio mínimo de longitud de transición para la aceleración centrífuga y la rampa de peraltes.

6.3.9. Rampa de peralte

Se define la rampa de peralte como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma, y se determina por:

$$\Delta s = a_x \left(\frac{e_f - e_i}{L} \right)$$

Donde:

Δs : Inclinación longitudinal de la rampa de peraltes, en porcentaje (%).

L: Longitud de transición, $L = L_t - N$, en metros.

ef: Peralte al finalizar el tramo de transición o peralte total, en porcentaje (%).

ei: Peralte al iniciar el tramo de transición, en porcentaje (%).

a: Distancia del eje de giro al borde exterior de la calzada, en metros.

La Tabla 16 presenta los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para la rampa de peraltes. La pendiente mínima, está determinada, para cualquier velocidad de diseño como la décima parte de la distancia entre el eje de giro y el borde de la calzada.

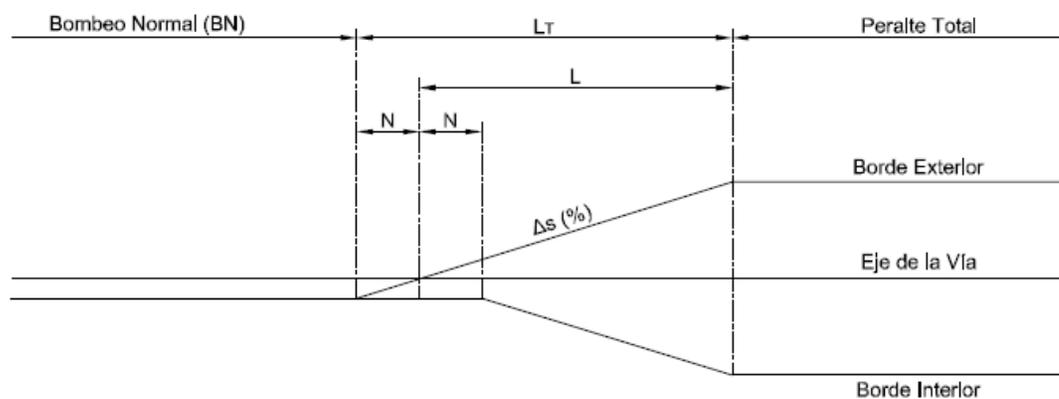


Figura 17 Desarrollo del peralte

Fuente: instituto nacional de vías (INVIAS).

Tabla 16 Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: instituto nacional de vías (INVIAS).

Se adoptan valores sugeridos por la AASHTO – 2004 para la pendiente relativa de la rampa de peraltes para velocidades comprendidas entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 - 120 km/h). Para las velocidades entre veinte a cincuenta kilómetros por hora (20 - 50 km/h) se adoptan valores ajustados a las necesidades de las carreteras Secundarias y Terciarias donde el espacio para realizar la transición de peraltado es muy limitado-

6.3.10. Entretangencia horizontal

6.3.10.1. 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. **6**

6.3.10.2. Entretangencia máxima

Se deben acondicionar entretangencias suficientemente largas que permitan cumplir con la Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (D_a), pero en el caso que se excedan estas distancias

⁶ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

por razones propias del diseño es necesario procurar que la longitud máxima de recta no sea superior a quince (15) veces la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH) expresada en kilómetros por hora (km/h). Este criterio se aplica de igual forma para curvas de igual sentido como para curvas de diferente sentido.

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. ⁷

6.4. Diseño geométrico vertical

El alineamiento vertical está formado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Por lo tanto, es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma Velocidad Específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio.

⁷ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno, generando un proyecto lo más económico posible tanto en su operación como para su construcción. **12**

6.4.1. Tangente vertical

6.4.1.1. Pendiente mínima

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. En la selección de uno de los dos valores anteriores se debe tener en cuenta el criterio de frecuencia, intensidad de las lluvias y el espaciamiento de las obras de drenaje tales como alcantarillas y aliviaderos. **8**

6.4.1.2. Pendientes máximas

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.

⁸ <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico/file>

6.4.2. Longitud mínima

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. Las tangentes verticales con Velocidad Específica mayor a cuarenta kilómetros por hora ($V_{TV} > 40$ km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a dicha velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV. En la Tabla 17 se presentan los valores para diferentes Velocidades Específicas de la tangente vertical (VTV).

Tabla 17 Longitud mínima de la tangente vertical

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

Fuente: instituto nacional de vías (INVIAS).

En este proyecto no se cumplió con longitud mínima, porque el alineamiento vertical es muy corto por lo que no hay suficiente longitud de entretangencia entre curvas.

6.4.3. Curvas verticales

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

El punto común de una tangente y una curva vertical en su origen se denomina PCV, y PTV al punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le designa como PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra “A”.

6.4.3.1. Tipos de curvas verticales

Para el diseño se asumen solo curvas verticales simétricas tratando de adaptarlas a la rasante existente como se explica en numerales anteriores.

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

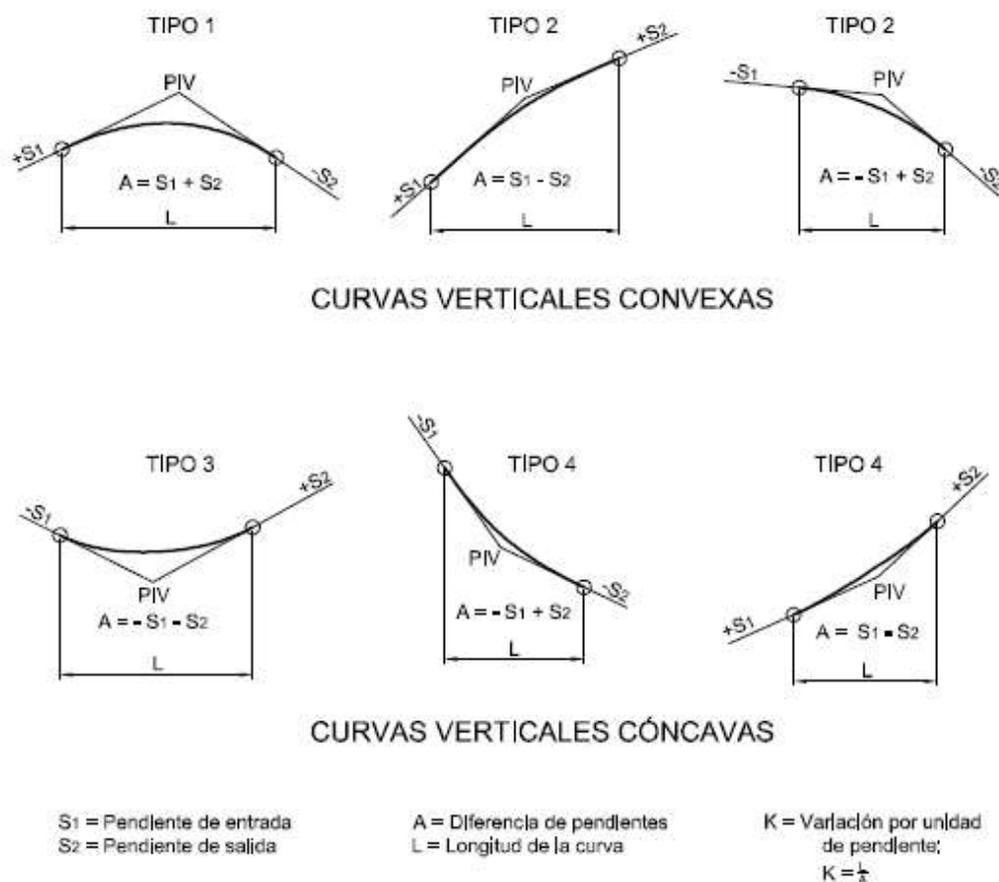


Figura 18 Tipos de curvas verticales simétricas

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS).

6.4.4. Determinación de la longitud de la curva vertical

Es indispensable mantener el diseño original de la vía existente, por lo tanto, el cálculo de las curvas verticales no debe alterar significativamente a la rasante como se explica en numerales anteriores, las longitudes de las curvas verticales simétricas se determinarán mediante el criterio de operación, ya que, este es el que mejor se adapta a las condiciones del terreno y rasante.

$$L_{\min} = K_{\min} \times A ; A \text{ en porcentaje (\%)} \text{ y } L_{\min} \text{ en metros}$$

Los valores del K_{\min} se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla 18 Valores de K_{\min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.

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 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
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

⁽¹⁾ La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS).

En el Anexo 12 al 21, se presentan las carteras de las curvas verticales que se diseñaron para este proyecto.

6.5. Diseño geométrico transversal

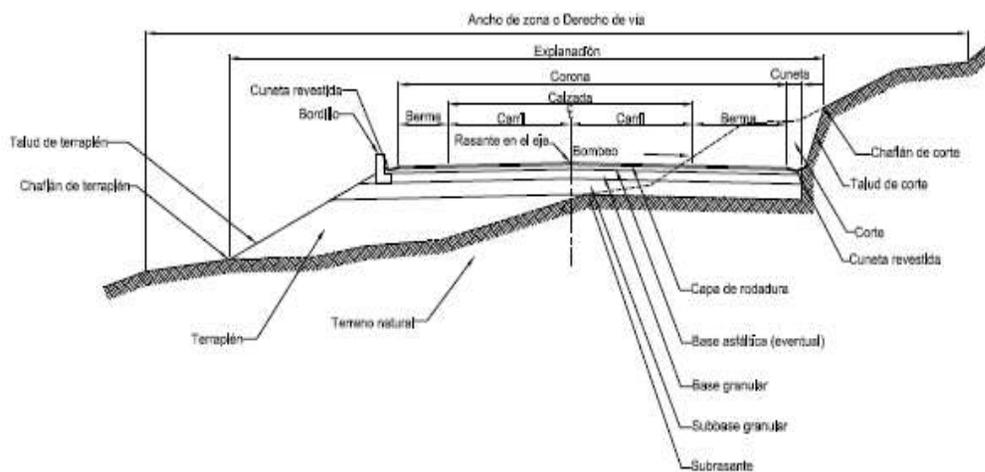


Figura 19 Sección transversal típica en vías Primarias y Secundarias

6.5.1. Calzada

La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de los vehículos y está constituida por dos o más carriles, entendiéndose por carril la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. Las calzadas pueden ser pavimentadas o no. Si son pavimentadas, queda comprendida entre los bordes internos de las bermas. La demarcación que ayuda a definir los carriles y el ancho total de la calzada se debe ejecutar de conformidad con las disposiciones del “Manual de Dispositivos para la regulación del Tránsito en calles y carreteras de Colombia”, del Ministerio de Transporte.

La calzada está comprendida por una vía bidireccional de dos carriles, por donde transitan en buses y diferentes tipos de camiones, además, tendrá cuneta por ambos lados para el manejo de aguas lluvias.

6.5.2. Ancho de calzada

En la Tabla 19 se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR).

Para vías secundarias, cuyo terreno sea escarpado con una velocidad de diseño de 60 Km/h, señala que el ancho de calzada es de 7.30 metros, por lo que cada carril tiene 3.65 metros.

Tabla 19 Ancho de calzada (metros).

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	-	-
Secundaria	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.80	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
Terciaria	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	

La calzada puede requerir sobrecuncho en curvas con Radios reducidos. En el numeral 5.4 se trata este aspecto.

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS).

6.5.3. Bombeo de calzada

En entretangencias horizontales las calzadas deben tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura. En la Tabla 20 se presentan los valores correspondientes.

Tabla 20 Bombeo de la calzada.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS).

El bombeo para la vía en estudio cuya capa de rodadura será asfáltica, el bombeo que se considera es del 2%.

6.5.4. Ancho de Berma

El ancho de las bermas depende de la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En la Tabla 21 se presenta el ancho que deben tener.

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 ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

¹ Berma derecha/Berma izquierda

² Berma cuneta

Tabla 1 Ancho de bermas

Fuente: Invias, 2008.

El ancho de berma para la vía en estudio es de 1.0 metro y se diseñó en cada lateral: izquierdo y derecho.

7. Estudio de suelos

El estudio tiene como objetivo principal la realización de pruebas, análisis y caracterizaciones detalladas de las muestras de suelo extraídas en campo a través de apiques y la realización de ensayo de CBR (California Bearing Ratio) inalterado, con miras a determinar y concluir obras civiles a requerir en la respectiva zona. Además del establecimiento de conceptos técnicos relacionados a condiciones geológicas del área del proyecto.

7.1. Localización

Para el proyecto se realizaron los respectivos apiques, los cuales se ubican entre el Corregimiento de Astilleros y el Municipio de Tibú, tramo en el Km 44+460 hasta el Km 45+460.

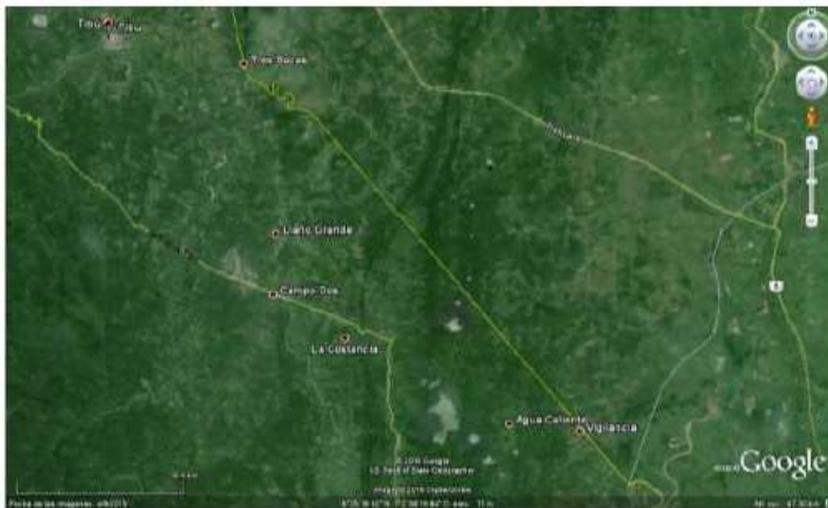


Figura 20 Localización de la zona de estudio

Fuente: Google Earth



Figura 21 Registro fotográfico de campo del apique (estratos del suelo).

7.2. Características físico mecánicas del sub suelo

El procedimiento llevado a cabo en cada uno de los ensayos, se rigen por la normativa INV E del INVIAS, el cual las normas que corresponden estos ensayos son:

- **Humedad natural**

I.N.V. E – 122 – 07: DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO -AGREGADO

El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre", en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material. Lo referente al procedimiento se encuentra en la presente norma.

- **Límites de consistencia (Límite líquido y Límite plástico)**

I.N.V. E – 125 – 07: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno. Lo referente al procedimiento se encuentra en la presente norma.

I.N.V. E – 126: LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

El objeto de este ensayo es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad si se conoce el límite líquido del mismo suelo.

Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen.

Lo referente al procedimiento se encuentra en la presente norma.

- **Granulometría por lavado**

I.N.V. E – 123: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 μm (No.200).

Lo referente al procedimiento se encuentra en la presente norma.

7.3. CBR inalterado

7.3.1. Relación de soporte del suelo en el terreno

Para aplicaciones en las cuales el efecto del contenido de agua de compactación sobre el CBR es bajo, tales como materiales de grano grueso sin cohesión, o cuando se permita una tolerancia en relación con el efecto de diferentes contenidos de agua de compactación en el procedimiento del diseño, el CBR se puede determinar al contenido óptimo de agua de un esfuerzo de compactación especificado. La masa unitaria seca especificada corresponde, generalmente, al porcentaje mínimo de compactación permitido al usar las especificaciones para compactación en el campo.

Para aplicaciones en las cuales el efecto del contenido de agua de compactación sobre el CBR se desconoce, o en las cuales se desea tener en cuenta su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, usualmente el permitido para compactación en el campo empleando las especificaciones existentes para tal fin.

7.3.2. Equipo utilizado

Moldes – De metal, cilíndricos, de $152,4 \text{ mm} \pm 0.66 \text{ mm}$ (6 ± 0.026 ") de diámetro interior y de $177,8 \pm 0.46 \text{ mm}$ (7 ± 0.018 ") de altura, provisto de un collar suplementario de 51 mm (2.0 ") de altura y una placa de base perforada de 9.53 mm ($3/8$ ") de espesor. Las perforaciones de la base deberán ser por lo menos 20 uniformemente espaciadas dentro de la circunferencia del molde, no excederán de $1,6 \text{ mm}$ ($1/16$ ") de diámetro. La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.



Figura 22 Molde para la toma de CBR inalterado

7.3.3 Procedimiento

Para la extracción de la muestra Se debe empezar por la preparación del terreno donde se va hacer el ensayo limpiando, retirando la capa vegetal o partículas que se encuentren sueltas sobre la muestra.

Como esta muestra es natural tomada con un reconocimiento detallado del terreno se arma el dispositivo de anillos CBR para que pueda ser hincado de forma correcta y que nos permita garantizar el correcto procedimiento de toma de la muestra, se recomienda hacerlo en forma lenta los golpes deben de tratar de llevar el molde en forma nivelada hasta lograr llenarlo. La muestra tiene que ser bien representativa, manejable y que no se destruya fácilmente en el procedimiento.

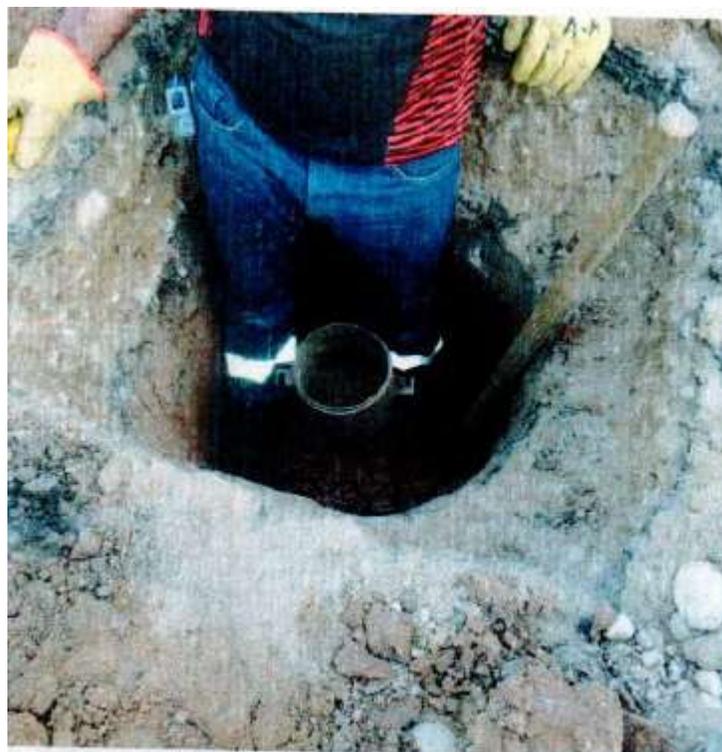


Figura 23 Toma de CBR inalterado en campo

7.4. Resultados de ensayos de laboratorio

Para los apiques realizados, se han tomado muestras cada 20cm hasta una profundidad de 120cm, dando como resultados diferentes características que permiten la elaboración de los perfiles de humedad y clasificación de los estratos encontrados.

Para la obtención de las muestras se llevó a cabo la exploración directa del perfil del suelo mediante la excavación de apiques. En las zonas donde se encontró suelo natural a profundidades entre 40 cm y 60 cm se tomó un CBR inalterado.

7.4.1. Apique 1 K44+460

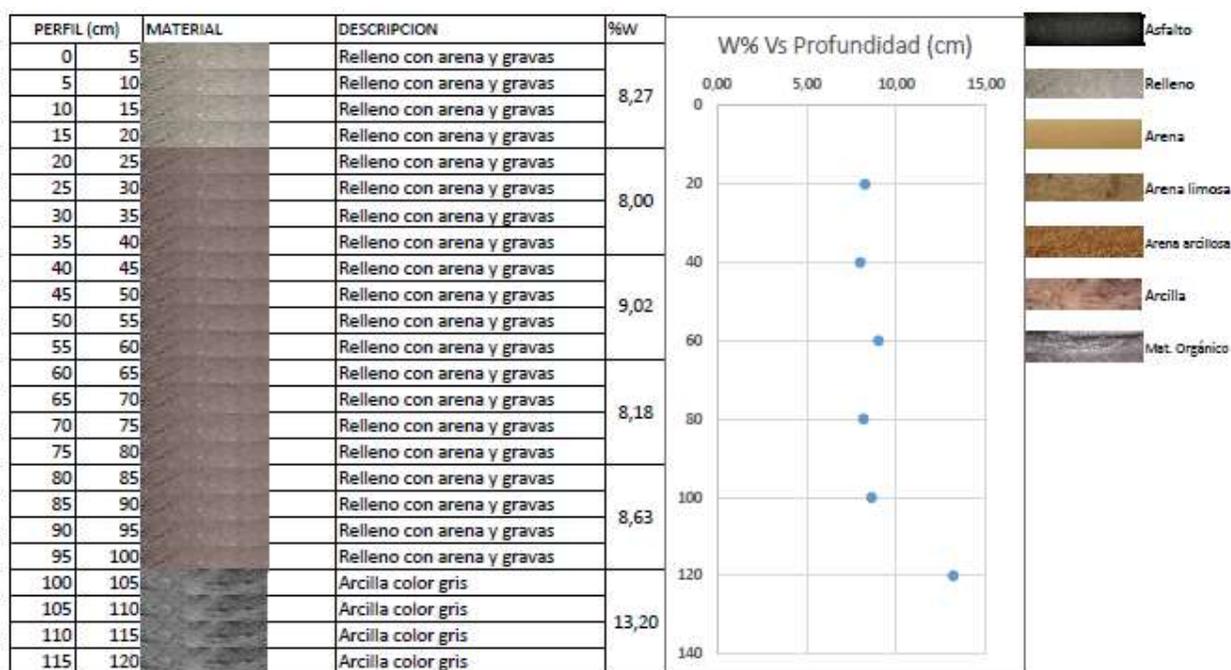


Figura 24 Perfil estratigráfico apique 1 K44+460

7.4.2. Determinación del contenido de agua apique 1 K44+460

Tabla 22 Determinación del contenido de agua apique 1 K44+460

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.0 - 0.20	% Wpromedio		8.27%
Numero de recipiente	F72	F81	F87
Peso del recipiente gr	74.7	74.95	74.3
peso suelo humedo + recipiente gr	209.93	226.09	222.37
peso suelo seco + recipiente gr	199.17	215.23	210.87
peso del agua gr	10.76	10.86	11.5
peso del suelo seco gr	124.47	140.28	136.57
% humedad natural	8.64%	7.74%	8.42%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.20 - 0.40	% Wpromedio		8.00%
Numero de recipiente	F54	F51	F88
Peso del recipiente gr	74.71	70.79	74.33
peso suelo humedo + recipiente gr	217.4	215.22	221.47
peso suelo seco + recipiente gr	206.46	204.71	210.76
peso del agua gr	10.94	10.51	10.71
peso del suelo seco gr	131.75	133.92	136.43
% humedad natural	8.30%	7.85%	7.85%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.40 - 0.60	% Wpromedio		9.02%
Numero de recipiente	F6	F45	F68
Peso del recipiente gr	76.58	74.27	74.73
peso suelo humedo + recipiente gr	211.4	220.84	209.52
peso suelo seco + recipiente gr	199.62	209.26	198.5
peso del agua gr	11.78	11.58	11.02
peso del suelo seco gr	123.04	134.99	123.77
% humedad natural	9.57%	8.58%	8.90%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.60 - 0.80	% Wpromedio		8.18%
Numero de recipiente	F60	F86	F69
Peso del recipiente gr	73.54	73.93	75.56
peso suelo humedo + recipiente gr	230.09	213.3	219.52
peso suelo seco + recipiente gr	219.07	202.4	208.25
peso del agua gr	11.02	10.9	11.27
peso del suelo seco gr	145.53	128.47	132.69
% humedad natural	7.57%	8.48%	8.49%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.80 - 1.00	% Wpromedio		8.63%
Numero de recipiente	F84	F86	F69
Peso del recipiente gr	75.55	73.93	75.56
peso suelo humedo + recipiente gr	217.37	219.42	214.03
peso suelo seco + recipiente gr	206.03	208.11	202.86
peso del agua gr	11.34	11.31	11.17
peso del suelo seco gr	130.48	134.18	127.3
% humedad natural	8.69%	8.43%	8.77%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 1.00 - 1.20	% Wpromedio		13.20%
Numero de recipiente	F33	F39	F50
Peso del recipiente gr	76.49	70.67	73.97
peso suelo humedo + recipiente gr	196.99	203.8	195.01
peso suelo seco + recipiente gr	183.01	188.76	180.39
peso del agua gr	13.98	15.04	14.62
peso del suelo seco gr	106.52	118.09	106.42
% humedad natural	13.12%	12.74%	13.74%

7.4.3. Granulometría y limite liquido apique 1

Tabla 23 Granulometría y limite liquido apique 1 profundidad 0.4 – 0.60

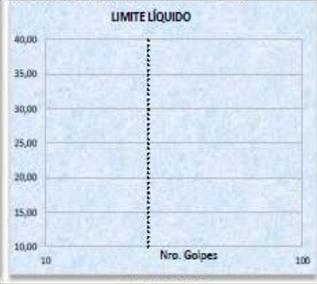
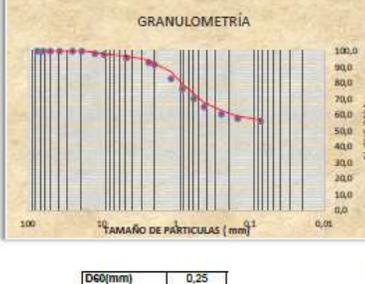
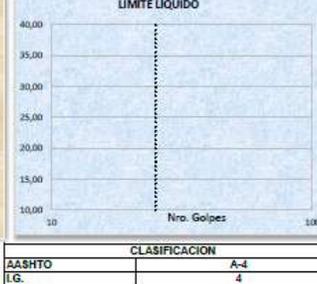
UBICACIÓN		KMI1+850		APIQUE		1		MUESTRA		3		PROFUNDIDAD (m)		0,4-0,6	
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E – 122 – 13.				Determinación del limite Líquido de los suelos I.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del limite plástico e indice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E – 126 – 13.							
Número de recipiente	F6	F45	F68	Número de golpes	0	0	0	0	0	Número de recipiente	0	0	0	0	0
Peso del recipiente (g)	76,58	74,27	74,73	Número del recipiente	0	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	211,4	220,84	209,52	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	199,62	209,26	198,5	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0	0	0
Peso del agua (g)	11,78	11,58	11,02	Peso seco (g)	0	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso del suelo seco (g)	123,04	134,99	123,77	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Limite Plástico (%)					N.P.
% de humedad natural	9,57%	8,58%	8,90%	Limite líquido (%)						Indice de plasticidad (%)					N.P.
% Humedad natural promedio		9,02%													
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E – 123 – 13.				GRANULOMETRÍA				LIMITE LÍQUIDO							
Peso inicial gr.	384,81	Peso después de lavar gr.	349,54												
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa											
3"	0,00	0,00	0,00	100,00											
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1"	0,00	0,00	0,00	100,00											
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1/2"	10,18	2,65	2,65	97,35											
3/8"	11,79	3,06	5,71	94,29											
No. 4	27,70	7,20	12,91	87,09											
No. 8	29,58	7,69	20,59	79,41											
No. 10	5,27	1,37	21,96	78,04											
No. 16	22,99	5,97	27,94	72,06											
No. 20	19,84	5,16	33,09	66,91											
No. 30	30,46	7,92	41,01	58,99											
No. 40	36,85	9,32	50,33	49,67											
No. 60	52,96	13,76	64,09	35,91											
No. 100	55,27	14,36	78,45	21,55											
No. 200	47,65	12,38	90,63	9,37											
FONDO	35,27	9,17	100,00	0,00											
	384,81	100,00													
ELABORÓ:				D60(mm)				0,59							
				D30(mm)				0,15							
				D10(mm)				0,074							
				Cu				7,97							
				Cc				0,52							
ELABORÓ:				CLASIFICACION				AASHTO				A-Ib			
				I.G.								0			
				U.S.C.								SP-SM			
				GRAVA (%)								12,91			
				ARENA (%)								77,93			
				FINOS (%)								9,17			
				I.P. (%)								N.P.			
REVISÓ:															

Tabla 24 Granulometría y limite liquido apique 1 profundidad 1.0 – 1.20

UBICACIÓN		KMI1+850		APIQUE		1		MUESTRA		6		PROFUNDIDAD (m)		1,0-1,2	
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E – 122 – 13.				Determinación del limite Líquido de los suelos I.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del limite plástico e indice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E – 126 – 13.							
Número de recipiente	F33	F39	F50	Número de golpes	0	0	0	0	0	Número de recipiente	0	0	0	0	0
Peso del recipiente (g)	76,49	70,67	73,97	Número del recipiente	0	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	196,99	203,8	195,01	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	183,01	188,76	180,79	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0	0	0
Peso del agua (g)	13,98	15,04	14,22	Peso seco (g)	0	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso del suelo seco (g)	106,52	118,09	106,82	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Limite Plástico (%)					N.P.
% de humedad natural	13,12%	12,74%	13,31%	Limite líquido (%)						Indice de plasticidad (%)					N.P.
% Humedad natural promedio		13,06%													
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E – 123 – 13.				GRANULOMETRÍA				LIMITE LÍQUIDO							
Peso inicial gr.	331,14	Peso después de lavar gr.	145,23												
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa											
3"	0,00	0,00	0,00	100,00											
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1"	0,00	0,00	0,00	100,00											
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00											
1/2"	5,24	1,58	1,58	98,42											
3/8"	1,84	0,56	2,14	97,86											
No. 4	6,95	2,10	4,24	95,76											
No. 8	9,97	3,01	7,25	92,75											
No. 10	3,97	1,20	8,45	91,55											
No. 16	29,43	8,89	17,33	82,67											
No. 20	21,16	6,39	23,72	76,28											
No. 30	20,38	6,15	29,88	70,12											
No. 40	16,81	5,08	34,96	65,04											
No. 60	15,36	4,64	39,59	60,41											
No. 100	8,92	2,69	42,29	57,71											
No. 200	5,20	1,57	43,86	56,14											
FONDO	185,91	56,14	100,00	0,00											
	331,14	100,00													
ELABORÓ:				D60(mm)				0,25							
				D30(mm)				N.P.							
				D10(mm)				N.P.							
				Cu				N.P.							
				Cc				N.P.							
ELABORÓ:				CLASIFICACION				AASHTO				A-4			
				I.G.								4			
				U.S.C.								ML			
				GRAVA (%)								4,24			
				ARENA (%)								39,82			
				FINOS (%)								56,14			
				I.P. (%)								N.P.			
REVISÓ:															

7.4.4. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Tabla 25 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Molde No. 13		HUMEDAD DE CAMPO		
Cantidad agua adicionada (c.c.)	-	Molde No.	13	
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	11984	Frasco No.	246	255
Peso molde (gr.)	7732	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	190,40	214,87
Peso suelo húmedo (gr.)	4252	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	182,27	206,41
Humedad (%)	7,21	Peso frasco (gr.)	70,24	87,27
Peso suelo seco (gr.)	3966,05	Humedad (%)	7,26	7,10
Peso suelo seco (Lb.)	8,74		7,21	
Volumen del molde (pie ³)	0,0820			
Densidad seca (Lb/pie ³)	106,63			
Densidad seca (gr./cm ³)	1,71			
PRUEBA DE EXPANSIÓN		HUMEDAD DE PENETRACION		
Molde No.	13	Molde No.	13	
Lectura inicial (0,001pulg.)	738	Frasco No.	283	258
Lectura 2° día (0,001pulg.)	772	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	143,23	137,38
Lectura 3° día (0,001pulg.)	778	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	131,92	127,04
Lectura 4° día (0,001pulg.)	779	Peso frasco (gr.)	69,70	72,08
Expansión total (pulg.)	0,82	Humedad (%)	18,18	18,82
			18,15	

RELACION DE ESFUERZO-DEFORMACION				
CTE DEL ANILLO SIN SUMERGIR		4,3200		
CTE DEL ANILLO SUMERGIDO		0,7915		
		AREA DEL PISTÓN (pulg ²):		
		3		
MOLDE No.	sin sumergir	sumergido		
PENETRACIÓN	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.
0,005	7	10,08	7	1,85
0,025	22	31,68	57	15,04
0,050	71	102,24	125	32,98
0,075	124	178,56	170	44,85
0,100	201	289,44	197	51,98
0,150	288	414,72	238	62,79
0,200	331	476,64	265	69,92
0,250	369	531,36	280	73,87
0,300	406	584,64	285	75,19
0,400	455	655,20	292	77,04
0,500	487	701,28	300	79,15
C.B.R. 0,1*	28,94		5,20	
C.B.R. 0,2*	31,78		4,66	
C.B.R.	31,78		5,20	



7.4.5. Apique 2 K44+760



Figura 25 Perfil estratigráfico apique 2 K44+760

7.4.6. Determinación del contenido de agua apique 2 K44+760

Tabla 26 Determinación del contenido de agua apique 2 K44+760

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.00 - 0.20	% Wpromedio		6.31%
Numero de recipiente	F65	F15	F92
Peso del recipiente gr	74.47	70.67	74.36
peso suelo humedo + recipiente gr	248.31	252.96	247.04
peso suelo seco + recipiente gr	237.88	242.87	236.21
peso del agua gr	10.43	10.09	10.83
peso del suelo seco gr	163.41	172.2	161.81
% humedad natural	6.38%	5.86%	6.69%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.20 - 0.40	% Wpromedio		8.06%
Numero de recipiente	F79	F5	F83
Peso del recipiente gr	76.39	73.44	76.39
peso suelo humedo + recipiente gr	228.45	223.59	223.79
peso suelo seco + recipiente gr	217.25	212.25	212.79
peso del agua gr	11.2	11.34	11
peso del suelo seco gr	140.86	138.81	136.4
% humedad natural	7.95%	8.17%	8.06%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.40 - 0.60	% Wpromedio		12.30%
Numero de recipiente	F75	F31	F32
Peso del recipiente gr	76.15	73.98	70.03
peso suelo humedo + recipiente gr	195.64	192.81	191.86
peso suelo seco + recipiente gr	182.33	179.97	178.57
peso del agua gr	13.31	12.84	13.29
peso del suelo seco gr	106.18	105.99	108.54
% humedad natural	12.54%	12.11%	12.24%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.60 - 0.80	% Wpromedio		11.44%
Numero de recipiente	F66	F67	F57
Peso del recipiente gr	74.26	75.67	70.61
peso suelo humedo + recipiente gr	192.07	195.89	193.91
peso suelo seco + recipiente gr	180.05	183.8	180.92
peso del agua gr	12.02	12.09	12.99
peso del suelo seco gr	105.79	108.13	110.31
% humedad natural	11.36%	11.18%	11.78%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.80 - 1.00	% Wpromedio		10.94%
Numero de recipiente	F78	F76	F58
Peso del recipiente gr	75.16	75.56	74.62
peso suelo humedo + recipiente gr	198.51	200.23	188.9
peso suelo seco + recipiente gr	186.64	187.94	177.36
peso del agua gr	11.87	12.29	11.54
peso del suelo seco gr	111.48	112.38	102.74
% humedad natural	10.65%	10.94%	11.23%

7.4.7. Granulometría y limite liquido apique 2

Tabla 27 Granulometría y limite liquido apique 2 profundidad 0.2 – 0.40

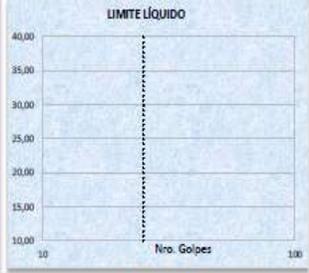
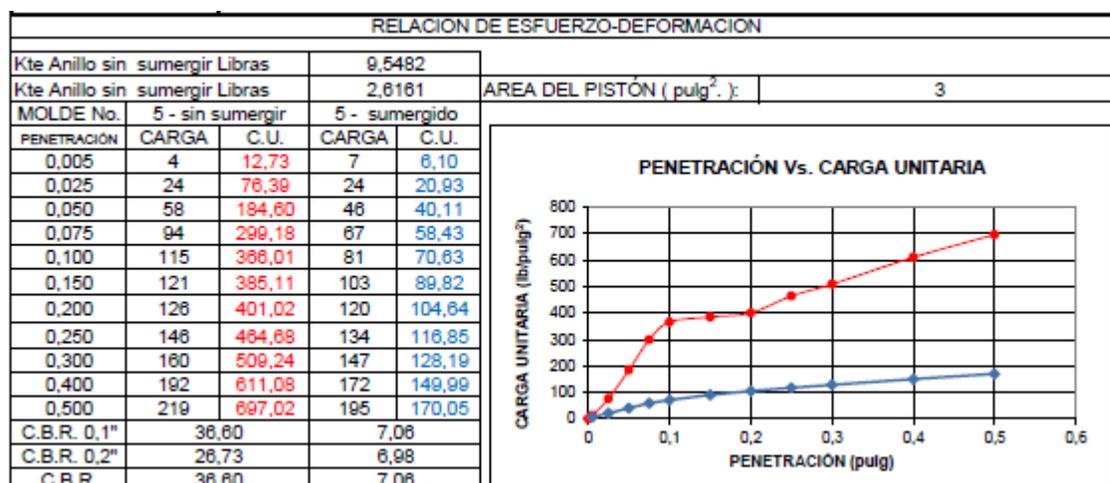
UBICACION	KM41+700			APIQUE	2	MUESTRA	1	PROFUNDIDAD (m)	0,0-0,2			
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E – 122 – 13.				Determinación del límite Líquido de los suelos I.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E – 126 – 13.				
Numero de recipiente	F65	F15	F92	Numero de golpes	0	0	0	0	Numero del recipiente	0	0	0
Peso del recipiente (g)	74,47	70,67	74,36	Numero del recipiente	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	246,31	252,96	247,04	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	237,88	242,87	236,21	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0
Peso del agua (g)	10,43	10,09	10,83	Peso seco (g)	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00
Peso del suelo seco (g)	163,41	172,2	161,85	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	Límite Plástico (%)	N.P.		
% de humedad natural	6,38%	5,86%	6,69%	Límite líquido (%)	N.P.				Índice de plasticidad (%)	N.P.		
% Humedad natural promedio	6,31%											
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E – 123 – 13.				GRANULOMETRÍA				LÍMITE LÍQUIDO				
Peso Inicial gr.	493,65	Peso después de lavar gr.	478,64									
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido Acumulado	% Pasa	CLASIFICACION								
3"	0,00	0,00	0,00	AASHTO	A-1b							
2 1/2 "	0,00	0,00	0,00	I.G.	0							
2 "	0,00	0,00	0,00	U.S.C.	SP							
1 1/2 "	0,00	0,00	0,00	GRAVA (%)	26,69							
1 "	0,00	0,00	0,00	ARENA (%)	70,27							
3/4 "	0,00	0,00	0,00	FINOS (%)	3,04							
1/2 "	32,84	6,65	93,35									
3/8 "	31,62	6,41	93,06									
No. 4	67,28	13,63	86,37									
No. 5	43,01	8,71	85,40									
No. 10	35,26	7,14	84,56									
No. 15	39,75	8,05	84,40									
No. 20	35,17	7,12	84,28									
No. 30	47,69	9,66	82,62									
No. 40	51,51	10,43	81,18									
No. 60	50,48	10,23	81,96									
No. 100	25,56	5,18	83,22									
No. 200	18,46	3,74	86,96									
FONDO	15,01	3,04	100,00									
	493,65	100,00										
ELABORÓ:				Cu				13,33				
REVISÓ:				Cc				0,60				

Tabla 28 Granulometría y limite liquido apique 2 profundidad 0.8 – 1.00

UBICACION	KMA1+700			APIQUE	2	MUESTRA	5	PROFUNDIDAD (m)	0,8-1,0																			
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma L.N.V. E – 122 – 13.			Determinación del limite Líquido de los suelos L.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del limite plástico e indice de plasticidad de los suelos. L.N.V. E – 126 – 13.																					
Número de recipiente	F78	F76	F58	Número de golpes	0	0	0	0	Número del recipiente	0	0	0																
Peso del recipiente (g)	75,16	75,56	74,36	Número del recipiente	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0																
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	198,51	200,23	188,9	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0																
Peso del suelo seco + recipiente (g)	165,64	167,94	177,36	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0																
Peso del agua (g)	11,87	12,29	11,54	Peso seco (g)	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00																
Peso del suelo seco (g)	111,48	112,38	103	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	Limite Plástico (%)	N.P.																		
% de humedad natural	10,65%	10,94%	11,20%	Limite líquido (%)	N.P.				Indice de plasticidad (%)	N.P.																		
% Humedad natural promedio	10,93%																											
Análisis granulométrico de suelos por tamizado L.N.V. E – 123 – 13.																												
Peso total gr.	337,86		Peso después de lavar gr.	247,07																								
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa																								
3"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
2"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
1"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00																								
No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00																								
No. 8	0,00	0,00	0,00	100,00																								
No. 10	0,00	0,00	0,00	100,00																								
No. 16	0,17	0,05	0,05	99,95																								
No. 20	0,10	0,03	0,08	99,92																								
No. 30	0,16	0,05	0,13	99,87																								
No. 40	0,63	0,19	0,31	99,69																								
No. 60	50,77	15,03	15,34	84,66																								
No. 100	157,10	46,50	61,84	38,16																								
No. 200	38,14	11,29	73,13	26,87																								
FONDO	90,79	26,87	100,00	0,00																								
	337,86	100,00																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AASHTO</td> <td>A-2-4</td> </tr> <tr> <td>U.G.</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>U.S.C.</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>GRAVA (%)</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>ARENA (%)</td> <td>73,13</td> </tr> <tr> <td>FINOS (%)</td> <td>26,87</td> </tr> <tr> <td>L.P. (%)</td> <td>N.P.</td> </tr> </tbody> </table>													CLASIFICACION		AASHTO	A-2-4	U.G.	0	U.S.C.	SM	GRAVA (%)	0,00	ARENA (%)	73,13	FINOS (%)	26,87	L.P. (%)	N.P.
CLASIFICACION																												
AASHTO	A-2-4																											
U.G.	0																											
U.S.C.	SM																											
GRAVA (%)	0,00																											
ARENA (%)	73,13																											
FINOS (%)	26,87																											
L.P. (%)	N.P.																											
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>D60(mm)</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>D30(mm)</td> <td>0,074</td> </tr> <tr> <td>D10(mm)</td> <td>N.P.</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>N.P.</td> </tr> <tr> <td>Cc</td> <td>N.P.</td> </tr> </tbody> </table>													D60(mm)	0,15	D30(mm)	0,074	D10(mm)	N.P.	Cu	N.P.	Cc	N.P.						
D60(mm)	0,15																											
D30(mm)	0,074																											
D10(mm)	N.P.																											
Cu	N.P.																											
Cc	N.P.																											
ELABORÓ: REVISÓ:																												

7.4.8. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)
Tabla 29 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Molde No.	5	HUMEDAD DE CAMPO		
Cantidad agua adicionada (c.c.)	-	Molde No.	5	
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	13815	Frasco No.	245	278
Peso molde (gr.)	9283	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	182,93	184,56
Peso suelo húmedo (gr.)	4532	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	172,89	173,54
Humedad (%)	10,45	Peso frasco (gr.)	71,93	70,10
Peso suelo seco (gr.)	4103,15	Humedad (%)	9,94	10,65
Peso suelo seco (Lb.)	9,05			10,45
Volumen del molde (pie ³)	0,0820			
Densidad seca (Lb/pie ³)	110,32			
Densidad seca (gr./cm ³)	1,77			
HUMEDAD DE PENETRACION				
PRUEBA DE EXPANSION	Molde No.	5		
Molde No.	5	Frasco No.	36	4
Lectura inicial (0,001pulg.)	555	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	158,12	179,45
Lectura 2° día (0,001pulg.)	565	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	146,79	165,56
Lectura 3° día (0,001pulg.)	427	Peso frasco (gr.)	69,65	69,67
Lectura 4° día (0,001pulg.)	427	Humedad (%)	14,69	14,49
Expansión total (pulg.)	-2,56			14,39



7.4.9. Apique 3 K45+060

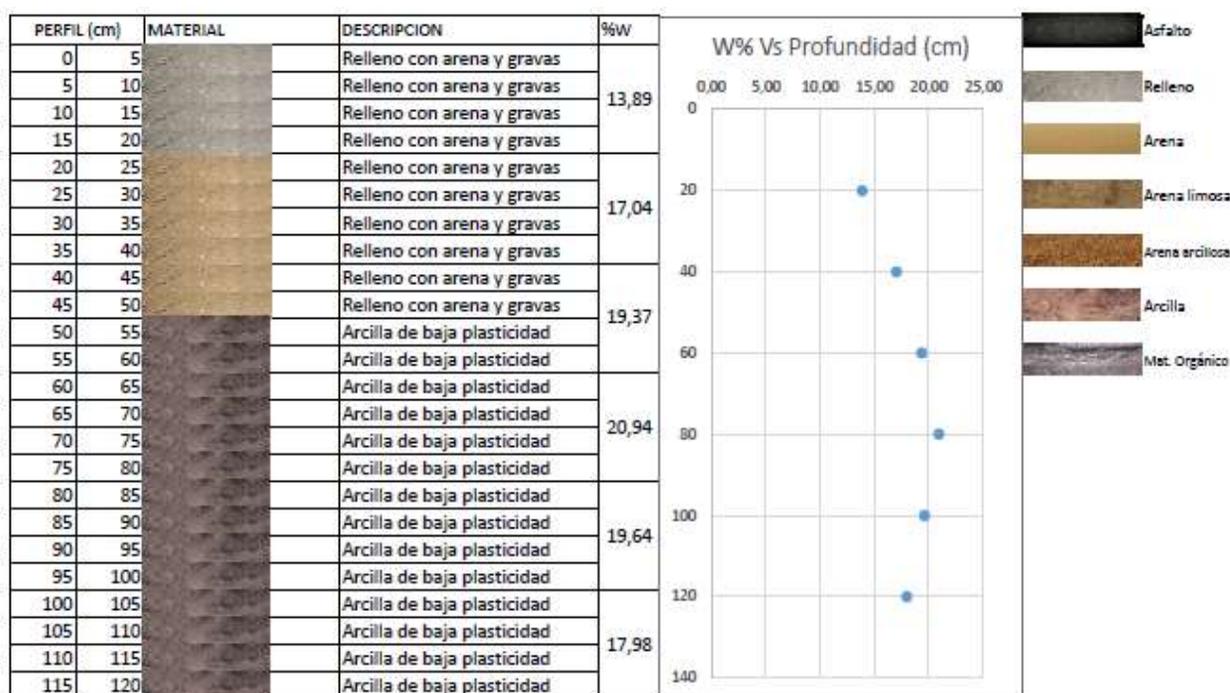


Figura 26 Perfil estratigráfico apique 3 K45+060

7.4.10. Determinación del contenido de agua apique 3 K45+060

Tabla 30 Determinación del contenido de agua apique 3 K45+060

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.00 - 0.20	% Wpromedio		13.89%
Numero de recipiente	F55	F70	SN
Peso del recipiente gr	74.1	74.7	74.86
peso suelo humedo + recipiente gr	221.8	216.69	223.25
peso suelo seco + recipiente gr	204.08	198.92	205.34
peso del agua gr	17.72	17.77	17.91
peso del suelo seco gr	129.98	124.22	130.48
% humedad natural	13.63%	14.31%	13.73%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.20 - 0.40	% Wpromedio		17.04%
Numero de recipiente	F56	F58	F82
Peso del recipiente gr	70.48	74.62	74.81
peso suelo humedo + recipiente gr	171.08	179.26	195.19
peso suelo seco + recipiente gr	156.26	163.62	178.34
peso del agua gr	14.82	15.64	16.85
peso del suelo seco gr	85.78	89	103.53
% humedad natural	17.28%	17.57%	16.28%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.40 - 0.60	% Wpromedio		19.37%
Numero de recipiente	F40	F89	F93
Peso del recipiente gr	70.35	73.73	75.45
peso suelo humedo + recipiente gr	168.2	188.32	188.62
peso suelo seco + recipiente gr	152.15	169.95	170.23
peso del agua gr	16.05	18.37	18.39
peso del suelo seco gr	81.8	96.22	94.78
% humedad natural	19.62%	19.09%	19.40%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.60 - 0.80	% Wpromedio		20.94%
Numero de recipiente	F46	F49	F90
Peso del recipiente gr	70.78	70.5	74.02
peso suelo humedo + recipiente gr	175.2	177.29	192.48
peso suelo seco + recipiente gr	156.45	159.22	172.27
peso del agua gr	18.75	18.07	20.21
peso del suelo seco gr	85.67	88.72	98.25
% humedad natural	21.89%	20.37%	20.57%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.80 - 1.00	% Wpromedio		19.63%
Numero de recipiente	F34	F35	F41
Peso del recipiente gr	76.33	70.46	76.3
peso suelo humedo + recipiente gr	191.48	186.13	192.47
peso suelo seco + recipiente gr	172.56	167.09	173.48
peso del agua gr	18.92	19.04	18.99
peso del suelo seco gr	96.23	96.63	97.18
% humedad natural	19.66%	19.70%	19.54%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 1.00 - 1.20	% Wpromedio		17.99%
Numero de recipiente	F251	F43	F80
Peso del recipiente gr	76.37	76.29	74.7
peso suelo humedo + recipiente gr	206.37	204.68	196.77
peso suelo seco + recipiente gr	186.58	185.09	178.16
peso del agua gr	19.79	19.59	18.61
peso del suelo seco gr	110.21	108.8	103.46
% humedad natural	17.96%	18.01%	17.99%

7.4.11. Granulometría y limite liquido apique 3

Tabla 31 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.00 – 0.20

UBICACION	KM41+600			APIQUE	3	MUESTRA	1	PROFUNDIDAD (m)	0,0-0,2			
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E – 122 – 13.				Determinación del límite Líquido de los suelos I.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E – 126 – 13.				
Número de recipiente	F55	F76	SN	Número de golpes	0	0	0	0	Número del recipiente	0	0	0
Peso del recipiente (g)	74,1	74,7	74,86	Número del recipiente	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	221,8	216,69	223,25	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	204,08	198,92	205,34	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0
Peso del agua (g)	17,72	17,77	17,91	Peso seco (g)	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00
Peso del suelo seco (g)	129,98	124,22	130,48	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	Límite Plástico (%)	N.P.		
% de humedad natural	13,63%	14,31%	13,73%	Límite líquido (%)	N.P.				Índice de plasticidad (%)	N.P.		
% Humedad natural promedio	13,89%											
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E – 123 – 13.				GRANULOMETRÍA				LÍMITE LÍQUIDO				
Peso inicial gr.	384,21		Peso después de lavar gr.	337,47								
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa								
3"	0,00	0,00	0,00	100,00								
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1"	0,00	0,00	0,00	100,00								
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1/2"	20,86	5,43	5,43	94,57								
3/8"	15,15	3,94	9,37	90,63								
No. 4	54,54	14,20	23,57	76,43								
No. 8	46,78	12,18	35,74	64,26								
No.10	8,77	2,28	38,03	61,97								
No. 16	31,93	8,31	46,34	53,66								
No. 20	24,95	6,49	52,83	47,17								
No. 30	31,16	8,11	60,94	39,06								
No. 40	33,56	8,74	69,68	30,32								
No. 60	31,69	8,25	77,93	22,07								
No. 100	24,53	6,38	84,31	15,69								
No. 200	13,53	3,52	87,83	12,17								
FONDO	46,74	12,17	100,00	0,00								
	384,21	100,00										
ELABORÓ:				D60(mm)				AASHTO				
REVISÓ:				D30(mm)				U.S.C.				
				D10(mm)				GRAVA (%)				
				Cu				ARENA (%)				
				Cc				FINOS (%)				
								I.P. (%)				

Tabla 32 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.20 – 0.40

UBICACION	KM41+600			APIQUE	3	MUESTRA	2	PROFUNDIDAD (m)	0,2-0,4			
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E – 122 – 13.				Determinación del límite Líquido de los suelos I.N.V. E – 125 – 13.				Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E – 126 – 13.				
Número de recipiente	F56	F58	F82	Número de golpes	0	0	0	0	Número del recipiente	0	0	0
Peso del recipiente (g)	70,48	74,62	74,81	Número del recipiente	0	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	171,08	179,26	195,19	Peso del recipiente (g)	0	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	156,26	163,62	176,34	Peso húmedo (g)	0	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0
Peso del agua (g)	14,82	15,64	16,85	Peso seco (g)	0	0	0	0	% Humedad	0,00	0,00	0,00
Peso del suelo seco (g)	85,78	89	103,53	% Humedad	0,00	0,00	0,00	0,00	Límite Plástico (%)	N.P.		
% de humedad natural	17,28%	17,57%	16,28%	Límite líquido (%)	N.P.				Índice de plasticidad (%)	N.P.		
% Humedad natural promedio	17,04%											
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E – 123 – 13.				GRANULOMETRÍA				LÍMITE LÍQUIDO				
Peso inicial gr.	276,33		Peso después de lavar gr.	93,30								
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa								
3"	0,00	0,00	0,00	100,00								
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1"	0,00	0,00	0,00	100,00								
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00								
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00								
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00								
No. 4	2,78	1,00	1,00	99,00								
No. 8	3,62	1,30	2,30	97,70								
No.10	0,66	0,24	2,54	97,46								
No. 16	2,38	0,86	3,39	96,61								
No. 20	1,72	0,62	4,01	95,99								
No. 30	2,26	0,81	4,82	95,18								
No. 40	2,97	1,07	5,89	94,11								
No. 60	9,77	3,51	9,40	90,60								
No. 100	27,63	9,93	19,33	80,67								
No. 200	39,51	14,20	33,52	66,48								
FONDO	185,03	66,48	100,00	0,00								
	276,33	100,00										
ELABORÓ:				D60(mm)				AASHTO				
REVISÓ:				D30(mm)				U.S.C.				
				D10(mm)				GRAVA (%)				
				Cu				ARENA (%)				
				Cc				FINOS (%)				
								I.P. (%)				

Tabla 33 Granulometría y limite liquido apique 3 profundidad 0.80 – 1.00

UBICACIÓN	KM41+600			APIQUE	3	MUESTRA	5	PROFUNDIDAD (m)	0,8-1,0																							
Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E - 122 - 13.				Determinación del limite Líquido de los suelos I.N.V. E - 125 - 13.				Determinación del limite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V. E - 126 - 13.																								
Número de recipiente	F34	F35	F41	Número de golpes	40	34	25	17	Número del recipiente	L31	L49	L51																				
Peso del recipiente (g)	76,33	70,46	76,3	Número del recipiente	L64	L42	L20	L18	Peso del recipiente (g)	5,57	5,48	5,42																				
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	191,48	186,13	192,47	Peso del recipiente (g)	6,37	5,43	5,42	5,54	Peso húmedo (g)	7,66	7,98	7,64																				
Peso del suelo seco + recipiente (g)	172,56	167,09	173,48	Peso húmedo (g)	20,94	24,68	21,39	22,53	Peso seco (g)	7,52	7,83	7,52																				
Peso del agua (g)	18,92	19,04	18,99	Peso seco (g)	17,54	20,04	17,38	18	% Humedad	7,18	6,38	5,71																				
Peso del suelo seco (g)	96,23	96,63	97,18	% Humedad	30,44	31,76	33,53	36,36	Limite Plástico (%)	6,43																						
% de humedad natural	19,66%	19,70%	19,54%	Limite líquido (%)	33,68				Índice de plasticidad (%)	27,26																						
% Humedad natural promedio	19,64%																															
Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E - 123 - 13.																																
Peso total gr.	290,29		Peso después de lavar gr.	3,76																												
Tamiz	Peso retenido en gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa																												
3"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
2 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
2"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
1"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00																												
No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00																												
No. 8	0,87	0,30	0,30	99,70																												
No. 10	0,08	0,03	0,33	99,67																												
No. 16	0,62	0,21	0,54	99,46																												
No. 20	0,40	0,14	0,68	99,32																												
No. 30	0,36	0,12	0,80	99,20																												
No. 40	0,27	0,09	0,90	99,10																												
No. 60	0,35	0,12	1,02	98,98																												
No. 100	0,36	0,12	1,14	98,86																												
No. 200	0,45	0,16	1,30	98,70																												
FONDO	286,53	98,70	100,00	0,00																												
	290,29	100,00																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AASHTO</td> <td>A-6</td> </tr> <tr> <td>I.G.</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>U.S.C.</td> <td>CL</td> </tr> <tr> <td>GRAVA (%)</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>ARENA (%)</td> <td>1,30</td> </tr> <tr> <td>FINOS (%)</td> <td>98,70</td> </tr> <tr> <td>LP. (%)</td> <td>27,26</td> </tr> </tbody> </table>													CLASIFICACION		AASHTO	A-6	I.G.	14	U.S.C.	CL	GRAVA (%)	0,00	ARENA (%)	1,30	FINOS (%)	98,70	LP. (%)	27,26				
CLASIFICACION																																
AASHTO	A-6																															
I.G.	14																															
U.S.C.	CL																															
GRAVA (%)	0,00																															
ARENA (%)	1,30																															
FINOS (%)	98,70																															
LP. (%)	27,26																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">D60(mm)</th> <th colspan="2">N.P.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">D30(mm)</td> <td colspan="2">N.P.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">D10(mm)</td> <td colspan="2">N.P.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cu</td> <td colspan="2">N.P.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cc</td> <td colspan="2">N.P.</td> </tr> </tbody> </table>													D60(mm)		N.P.		D30(mm)		N.P.		D10(mm)		N.P.		Cu		N.P.		Cc		N.P.	
D60(mm)		N.P.																														
D30(mm)		N.P.																														
D10(mm)		N.P.																														
Cu		N.P.																														
Cc		N.P.																														
ELABORÓ: <i>M. Sánchez</i> REVISÓ: <i>SP 5410220999478</i>																																

7.4.12. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Tabla 34 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Molde No.	11	HUMEDAD DE CAMPO			
Cantidad agua adicionada (c.c.)	-	Molde No.	11		
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	11830	Frasco No.	266	292	298
Peso molde (gr.)	7390	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	190,48	189,63	191,92
Peso suelo húmedo (gr.)	4440	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	170,66	171,18	172,70
Humedad (%)	18,91	Peso frasco (gr.)	69,61	70,19	70,70
Peso suelo seco (gr.)	3733,95	Humedad (%)	19,61	18,27	18,84
Peso suelo seco (Lb.)	8,23		18,91		
Volumen del molde (pie ³)	0,0820				
Densidad seca (Lb/pie ³)	100,39				
Densidad seca (gr./cm ³)	1,61				
PRUEBA DE EXPANSIÓN					
		HUMEDAD DE PENETRACION			
Molde No.	11	Molde No.	11		
Lectura inicial (0,001pulg.)	673	Frasco No.	201	211	212
Lectura 2º día (0,001pulg.)	697	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	200,27	211,04	215,28
Lectura 3º día (0,001pulg.)	702	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	177,73	187,47	190,28
Lectura 4º día (0,001pulg.)	708	Peso frasco (gr.)	70,21	70,55	70,54
Expansión total (pulg.)	0,7	Humedad (%)	20,96	20,16	20,88
			20,67		



7.4.13. Apique 4 (K45+360)

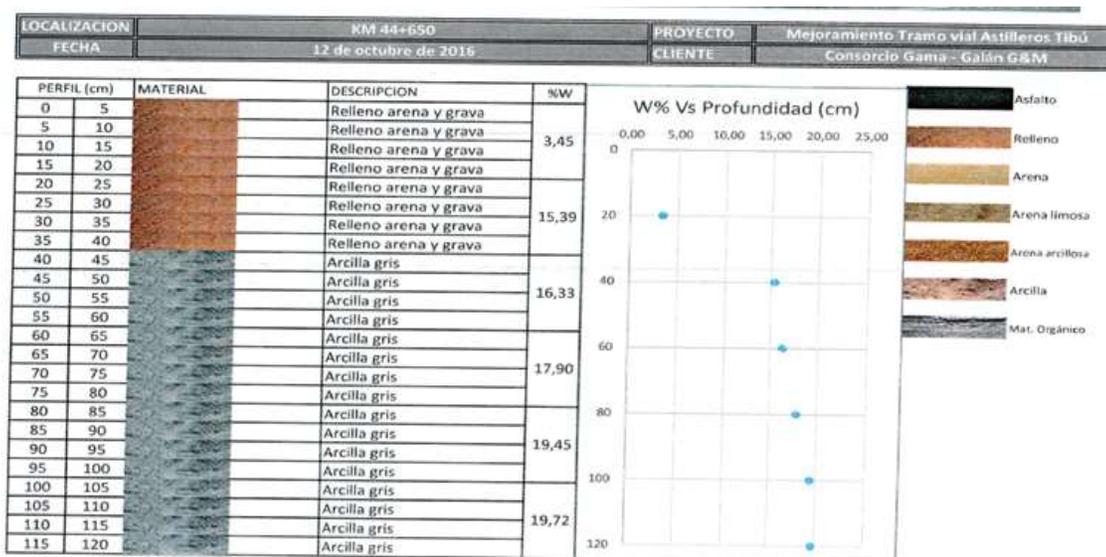


Figura 27 Perfil estratigráfico apique 4 (K045+360)

7.4.14. Determinación del contenido de agua apique 4 (K45+360)

Tabla 35 Determinación del contenido de agua apique 4 (K45+360)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.0 - 0.20	% Wpromedio		3.45%
Numero de recipiente	F50	F76	F47
Peso del recipiente gr	73.97	75.56	76.31
peso suelo humedo + recipiente gr	204.19	202.28	190.12
peso suelo seco + recipiente gr	199.92	197.93	186.36
peso del agua gr	4.27	4.35	3.76
peso del suelo seco gr	125.95	122.37	110.05
% humedad natural	3.39%	3.55%	3.42%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.20 - 0.40	% Wpromedio		15.39%
Numero de recipiente	F55	F93	F68
Peso del recipiente gr	74.1	75.45	74.73
peso suelo humedo + recipiente gr	167.33	158.64	189
peso suelo seco + recipiente gr	154.33	147.36	174.34
peso del agua gr	12.7	11.28	14.66
peso del suelo seco gr	80.53	71.91	99.61
% humedad natural	15.77%	15.69%	14.72%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.40 - 0.60	% Wpromedio		16.33%
Numero de recipiente	F70	34	42B
Peso del recipiente gr	74.7	10.12	10.15
peso suelo humedo + recipiente gr	179.97	95.5	98.99
peso suelo seco + recipiente gr	165.45	83.42	86.4
peso del agua gr	14.52	12.08	12.59
peso del suelo seco gr	90.75	73.3	76.25
% humedad natural	16.00%	16.48%	16.51%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.60 - 0.80	% Wpromedio		17.90%
Numero de recipiente	31B	47B	33B
Peso del recipiente gr	8.24	0	10
peso suelo humedo + recipiente gr	110.57	115.75	106.12
peso suelo seco + recipiente gr	94.73	99.04	91.11
peso del agua gr	15.84	16.71	15.01
peso del suelo seco gr	86.49	99.04	81.11
% humedad natural	18.31%	16.87%	18.51%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.80 - 1.00	% Wpromedio		19.45%
Numero de recipiente	38B	46	45B
Peso del recipiente gr	10.02	10.14	10.03
peso suelo humedo + recipiente gr	131.17	107.72	112.66
peso suelo seco + recipiente gr	110.78	92.61	95.7
peso del agua gr	20.39	15.11	16.96
peso del suelo seco gr	100.76	82.47	85.67
% humedad natural	20.24%	18.32%	19.80%

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA			
MUESTRA: 0.80 - 1.20	% Wpromedio		19.72%
Numero de recipiente	16B	2B	22B
Peso del recipiente gr	6.5	6.56	6.7
peso suelo humedo + recipiente gr	72.26	91.66	95.61
peso suelo seco + recipiente gr	61.54	77.72	80.73
peso del agua gr	10.72	13.94	14.88
peso del suelo seco gr	55.04	71.16	74.03
% humedad natural	19.48%	19.59%	20.10%

7.4.15. Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360)

Tabla 36 Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360) profundidad 0.00 – 0.40

Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E - 122 - 13.				Determinación del limite Líquido de los suelos I.N.V. E - 125 - 13.				Determinación del limite plástico e índice de plasticidad de los suelos, I.N.V.E - 126 - 13.			
Numero de recipiente	F55	F93	F68	Numero de golpes	0	0	0	Numero de recipientes	0	0	0
Peso del recipiente (g)	74.00	74.63	74.77	Numero del recipiente	0	0	0	Peso del recipiente (g)	0	0	0
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	567.33	556.04	189	Peso húmedo (g)	0	0	0	Peso húmedo (g)	0	0	0
Peso del suelo seco + recipiente (g)	154.63	147.56	174.34	Peso seco (g)	0	0	0	Peso seco (g)	0	0	0
Peso del agua (g)	12.7	11.20	14.66	% Humedad	0.00	0.00	0.00	% Humedad	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (g)	80.57	72.34	99.57	Limite Líquido (%)				Limite Plástico (%)			
% de humedad natural	15.76%	15.51%	14.72%					Indice de plasticidad (%)			
% Humedad natural promedio		15.53%									

Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E - 123 - 13.				
Peso total g.	360.82	Peso después de lavar g.	348.89	
Tamiz	Peso retenido en g.	% Retenido Acumulado	% Pasa	
0.075	0.00	0.00	100.00	
0.150	0.00	0.00	100.00	
0.300	0.00	0.00	100.00	
0.600	0.00	0.00	100.00	
1.180	17.14	4.75	95.25	
2.000	44.18	12.24	83.01	
4.750	91.83	25.47	57.34	
7.500	45.73	12.87	44.87	
15.000	60.81	16.79	28.08	
30.000	24.15	6.88	21.38	
60.000	3.43	0.95	20.43	
106.000	9.86	2.73	17.70	
200.000	6.90	1.91	15.79	
425.000	9.01	2.50	13.29	
750.000	11.22	3.11	10.19	
1060.000	10.92	3.03	7.16	
2000.000	8.27	1.74	5.42	
4750.000	5.54	1.53	3.89	
FONDO	14.03	3.80	0.00	
	360.82	100.00	0.00	

GRANULOMETRÍA

TAMIZ

TAMIZO DE PARTÍCULAS (mm)

D60(mm) 12.7
D30(mm) 4.75
D10(mm) 0.425

Cu 20.00
Cc 4.18

LIMITE LÍQUIDO

Nro. Golpes

CLASIFICACION	
AASHTO	A-4
I.C.	0
U.S.C.	GP
GRAVA (%)	71.83
ARENA (%)	24.15
FINOS (%)	3.89
I.P. (%)	N.P.
Observaciones:	

Tabla 37 Granulometría y limite liquido apique 4 (K45+360) profundidad 0.40 – 1.20

Determinación en laboratorio del contenido de agua norma I.N.V. E - 122 - 13.				Determinación del limite Líquido de los suelos I.N.V. E - 125 - 13.				Determinación del limite plástico e índice de plasticidad de los suelos, I.N.V.E - 126 - 13.			
Numero de recipiente	368	46	458	Numero de golpes	44	34	28	Numero de recipientes	L12	L21	L34
Peso del recipiente (g)	10	10.14	10.02	Numero del recipiente	1.52	1.56	1.32	Peso del recipiente (g)	5.5	5.65	5.73
Peso de suelo húmedo + recipiente (g)	131.17	107.72	112.66	Peso húmedo (g)	6.54	6.59	5.6	Peso húmedo (g)	9.91	11.44	11.38
Peso del suelo seco + recipiente (g)	110.78	92.61	95.7	Peso seco (g)	23.27	19.99	20.24	Peso seco (g)	9.14	10.42	10.32
Peso del agua (g)	20.39	15.11	16.96	% Humedad	20.04	17.37	22.11	% Humedad	21.15	21.36	23.31
Peso del suelo seco (g)	100.78	82.47	85.68	Limite Líquido (%)		35.20		Limite Plástico (%)			21.05
% de humedad natural	20.22%	18.32%	19.79%					Indice de plasticidad (%)			3.25
% Humedad natural promedio		19.45%									

Análisis granulométrico de suelos por tamizado I.N.V. E - 123 - 13.				
Peso total g.	268.66	Peso después de lavar g.	25.97	
Tamiz	Peso retenido en g.	% Retenido Acumulado	% Pasa	
0.075	0.00	0.00	100.00	
0.150	0.00	0.00	100.00	
0.300	0.00	0.00	100.00	
0.600	0.00	0.00	100.00	
1.180	0.00	0.00	100.00	
2.000	0.00	0.00	100.00	
4.750	0.00	0.00	100.00	
7.500	0.00	0.00	100.00	
15.000	0.00	0.00	100.00	
30.000	0.00	0.00	100.00	
60.000	0.00	0.00	100.00	
106.000	0.00	0.00	100.00	
200.000	0.00	0.00	100.00	
425.000	0.00	0.00	100.00	
750.000	0.00	0.00	100.00	
1060.000	0.00	0.00	100.00	
2000.000	0.00	0.00	100.00	
4750.000	0.00	0.00	100.00	
FONDO	247.69	92.19	100.00	0.00
	268.66	100.00	0.00	

GRANULOMETRÍA

TAMIZ

TAMIZO DE PARTÍCULAS (mm)

D60(mm) N.P.
D30(mm) N.P.
D10(mm) N.P.

Cu N.P.
Cc N.P.

LIMITE LÍQUIDO

Nro. Golpes

CLASIFICACION	
AASHTO	A-4
I.C.	8
U.S.C.	ML
GRAVA (%)	0.19
ARENA (%)	7.61
FINOS (%)	92.19
I.P. (%)	3.25
Observaciones:	

7.4.16. CBR inalterado (sin sumergir y sumergido)

Tabla 38 CBR inalterado (sin sumergir y sumergido) apique 4 (K45+360)

CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)				
PROYECTO		TRAMO VIAL ASTILLEROS - TIBU		
CLIENTE		CONSORCIO GAMA - GALÁN - G&M		
UBICACIÓN		KM 44+650		
PROFUNDIDAD (m)		0,40-0,65 m		

HUMEDAD DE CAMPO				
Molde No.	45	Molde No.	45	
Cantidad agua adicionada (c.c.)	-	Frasco No.	16b	F85 F107
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	14081	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	181,23	182,91 188,34
Peso molde (gr.)	9551	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	165,48	164,25 170,72
Peso suelo húmedo (gr.)	4530	Peso frasco (gr.)	81,25	63,59 73,25
Humedad (%)	18,44	Humedad (%)	18,70	18,54 18,08
Peso suelo seco (gr.)	3824,79			18,44
Peso suelo seco (Lb.)	8,43			
Volumen del molde (pie ³)	0,0820			
Densidad seca (Lb/pie ³)	102,83			
Densidad seca (gr./cm ³)	1,65			

HUMEDAD DE PENETRACIÓN				
PRUEBA DE EXPANSIÓN		Molde No.	45	
Molde No.	45	Frasco No.	32	96 104
Lectura inicial (0,001pulg.)	155	Peso muestra húmeda+Frasco(gr.)	171,09	156,07 126,20
Lectura 2° día (0,001pulg.)	168	Peso muestra seca+Frasco (gr.)	155,81	142,59 116,13
Lectura 3° día (0,001pulg.)	170	Peso frasco (gr.)	80,72	72,53 71,04
Lectura 4° día (0,001pulg.)	170	Humedad (%)	20,35	19,24 22,33
Expansión total (pulg.)	0,3			20,84

RELACIÓN DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN					
Kte Anillo sin -sumergir Libras	9,5482		AREA DEL PISTÓN (pulg ²):		3
Kte Anillo sin -sumergir Libras	2,6161				
MOLDE No.	45 - sin sumergir	45- sumergido			
PENETRACIÓN	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.	
0,005	11	35,01	10	8,72	
0,025	23	73,20	23	20,06	
0,050	40	127,31	44	38,37	
0,075	51	162,32	60	52,32	
0,100	55	175,05	71	61,91	
0,150	59	187,78	85	74,12	
0,200	62	197,33	88	76,74	
0,250	65	206,88	93	81,10	
0,300	70	222,79	95	82,84	
0,400	75	238,71	102	88,95	
0,500	79	251,44	107	93,31	
C.B.R. 0,1"	17,51		6,19		
C.B.R. 0,2"	13,16		5,12		
C.B.R.	17,51		6,19		

PENETRACIÓN Vs. CARGA UNITARIA

8. Diseño del pavimento flexible

Para determinar los espesores de las capas del pavimento flexible con un periodo de diseño de 15 años, se tiene en cuenta lo siguientes tres parámetros:

Categoría de tránsito

Un parámetro es obtener el tipo o designación del tránsito de acuerdo Manual de diseño de pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito según la tabla 39.

Tabla 39 Rangos de tránsito considerados en la norma.

DESIGNACION	RANGOS DE TRANSITO ACUMULADO POR CARRIL DE DISEÑO
T1	0.5-1x10E6
T2	1-2x10E6
T3	2-4x10E6
T4	4-6x10E6
T5	6-10x10E6
T6	10-15x10E6
T7	15-20x10E6
T8	20-30x10E6
T9	30-40x10E6

FUENTE: Instituto Nacional De Vías. Manual de diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

Como resultado se obtiene que para un tránsito de 0.926×10^6 ejes equivalente de 8.2 toneladas, se tiene una designación de **T1**.

Categoría de la subrasante

El módulo resiliente es un parámetro que depende del valor del CBR del suelo de fundación que según en el estudio de suelos se obtuvo de 5.90% del cual se calcula como se muestra a continuación:

$$MR \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 100 \times \text{CBR}$$

$$MR \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 100 \times 5.90$$

$$MR \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 590$$

Como el Mr está entre en rango 500-700 según la tabla 40, se determina que la categoría de la subrasante es **S2**.

Tabla 40 Categoría sub rasante.

MODULO RESILIENTE (Kg/cm²)	CATEGORIA
300<=Mr<500	S1
500<=Mr<700	S2
700<=Mr<1000	S3
1000<=Mr<1500	S4
Mr>1500	S5

FUENTE: Instituto Nacional De Vías. Manual de diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

Región climática

La temperatura media y la precipitación de la Ciudad de Cúcuta se obtiene investigando en la página oficial Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), en donde indica que el promedio anual de precipitaciones es 878 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto son predominantemente secos. Las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. En los meses secos llueve alrededor de 5 días/mes; en los meses de mayores lluvias del segundo semestre puede llover entre 16 y 19 días/mes. La temperatura promedio es de 25.5 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 30 y 33°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 21 y 24°C. El sol brilla cerca de 6 horas diarias durante la mayor parte del año, pero en los meses lluviosos del primer semestre, la insolación baja a 4 horas diarias/día. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 62 y 77 %, siendo mayor en los meses de noviembre y diciembre y la menor, hacia mitad de año. Milímetros de precipitación al año.

Para consideraciones de diseño se tomará un valor aproximado de 878 mm/año y la temperatura promedio de san José de Cúcuta se encuentra en 25.5°C, las cuales según la tabla 41 la región climática es **R3**.

Tabla 41 Regiones climáticas según la temperatura y precipitación.

N°	REGION	TEMPERATURA TMAP (°C)	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)
R1	Fría seca y fría semihúmeda	<13	<2000
R2	Templado seco y templado semihúmedo	13-20	<2000
R3	Cálido seco y cálido semihúmedo	20-30	<2000
R4	Templado húmedo	13-20	2000-4000
R5	Cálido húmedo	20-30	2000-4000
R6	Cálido muy húmedo	20-30	>4000

FUENTE: Instituto Nacional De Vías. Manual de diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

Con los parámetros se obtuvo que la carta para este tipo de región climática, es la número 3 como se puede observar a continuación.

Tabla 42 Rangos contemplados en las cartas de diseño.

CARTA N°	REGION CLIMATICA	RESISTENCIA DE SUBRASANTE	RANGO DE TRANSITO
1	R1	de S1 a S5	de T1 a T9
2	R2	de S1 a S5	de T1 a T9
3	R3	de S1 a S5	de T1 a T9
4	R4	de S1 a S5	de T1 a T9
5	R5	de S1 a S5	de T1 a T9
6	R6	de S1 a S5	de T1 a T9

FUENTE: Instituto Nacional De Vías. Manual de diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

Se procedió a buscar la respectiva carta en donde se tuvo en cuenta los parámetros T1 Y S2 para finalmente tener como resultado 3 alternativas de estructura del pavimento según el INVIAS, que debido a las condiciones del suelo se optó por utilizar la segunda alternativa para garantizar la durabilidad del pavimento.

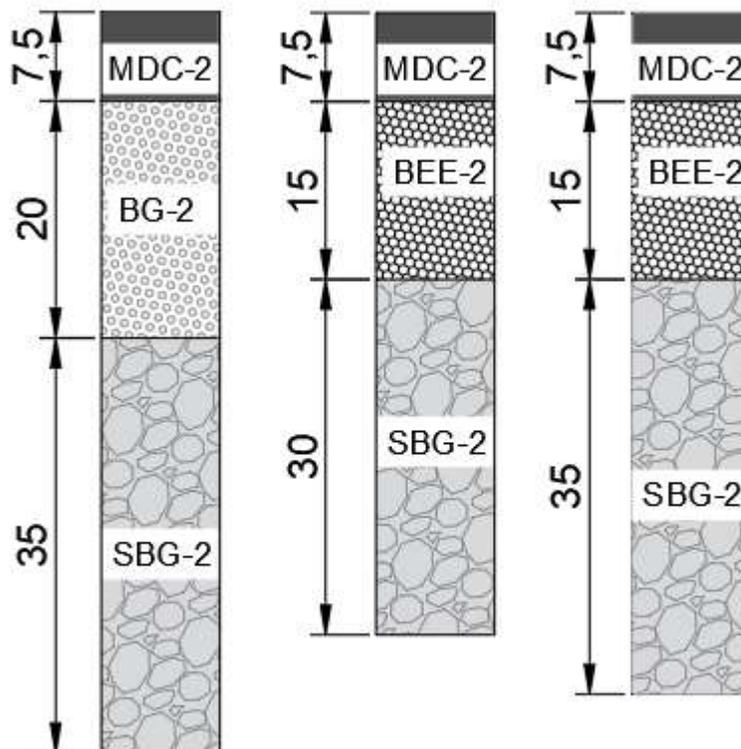


Figura 28 Alternativas para el pavimento flexible por el Método Invias.

De acuerdo a esto, la estructura del pavimento estaría compuesta por 7,5 cms de mezcla asfáltica en caliente, 20 cms de Base Estabilizada y 35 cms de Subbase granular.

9. Recomendación de la Evacuación de Aguas Lluvias

Colombia es uno de los países más húmedos del planeta, con una gran riqueza hídrica reflejada en el régimen de lluvias de tipo bimodal y/o unimodal. Los promedios de precipitación superiores a 2000 mm/año casi en la totalidad de su territorio, lo llevan a ocupar el cuarto lugar en el mundo en cuanto a disponibilidad de agua después de Rusia, Canadá y Brasil (ver Referencia 1.1). Esta condición implica que las carreteras se encuentren sometidas de manera frecuente a la acción del agua lluvia y que deban atravesar o bordear numerosos cursos de agua. Así mismo, dada la distribución de la población en el país, buena parte de la red vial nacional transcurre en terrenos montañosos, donde el agua subterránea afecta con frecuencia la estabilidad de los taludes y debilita los suelos que soportan los pavimentos. Esta combinación de circunstancias hace especialmente necesarios el diseño y la construcción de sistemas de drenaje de cuya eficacia dependerá, en buena medida, la calidad de la operación vial y la vida útil de las carreteras nacionales.

Una parte importante al momento de diseñar una estructura vial es el manejo de aguas superficiales, en las carreteras, el sistema de drenaje son obras que facilitan el manejo adecuado de los fluidos. Es preciso e indispensable considerar los procesos de captación, conducción, evacuación y disposición de los mismos, La falta de control del agua y fluidos en general, en la estructura de una carretera, deteriora las características geométricas, transferencia de carga, presiones de poros, presiones hidrostáticas, supresiones de flujo, incrementando los cambios volumétricos.

Las obras de drenaje tienen como objetivo principal el conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápido y controladamente hasta su disposición final. Es un soporte importante

para el control de erosión en taludes, protección de la estructura del pavimento y seguridad de los usuarios. El drenaje es uno de los factores más importante en el diseño de carreteras.

El agua superficial en una carretera crea peligros para el tránsito, los cuales se agravan en caso de heladas; causa la erosión, se infiltra en la subrasante dejando el pavimento y sus banquetas sin sostén; lo anterior conlleva al aumento considerable de los gastos de mantenimiento o rehabilitación, (Rafael Perez Carmona, 1997.p349).

9.1. Drenaje Longitudinal

Los caminos producen una alteración en el drenaje natural, de forma particular en las laderas por las que discurren, e interceptan los cauces de agua; en esta misma línea, la escorrentía superficial corta los caminos en forma de regueros de diferente caudal. Estas alteraciones requieren soluciones de drenaje diferentes; por un lado, será necesario actuar sobre los puntos en los que se corta un drenaje importante (cauce o arroyo) y, por otro, en aquellos en los que hay un cambio de sentido de la pendiente de la rasante. El objetivo principal del drenaje de caminos es el de reducir o eliminar la energía generada por una corriente de agua y evitar la presencia de agua o humedad excesiva en la calzada, ya que ésta puede repercutir negativamente en las propiedades mecánicas de los materiales con que fue constituida; esto hace que la previsión de un drenaje adecuado sea un aspecto vital para el diseño de caminos. Muchos de los problemas asociados al drenaje pueden ser evitados a la hora de trazar y diseñar el camino, por lo que resulta necesario incluir el sistema de drenaje durante la alineación y planeamiento del mismo. Para que éste sea eficaz, durante su periodo de vida se deberán satisfacer dos criterios fundamentales:

- Se debe alterar lo menos posible la red de drenaje natural.

- Se debe drenar el agua superficial y subsuperficial del camino y esparcirla de tal forma que se impida la acumulación excesiva en zonas inestables y la erosión ulterior aguas abajo. Fuente, https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/6.4.%20Sistema%20de%20drenaje_tcm30-140102.pdf

A continuación, se localizan los puntos por donde se dividirán las aguas en el corredor vial localizando las abscisas donde están los puntos más bajos y altos descritos de la siguiente forma abs máx. para la abscisa donde se encuentra el punto más alto de la curva convexa y abs min para la abscisa donde se encuentra el punto más bajo donde general mente se localizan las alcantarillas y discurren las aguas superficiales.

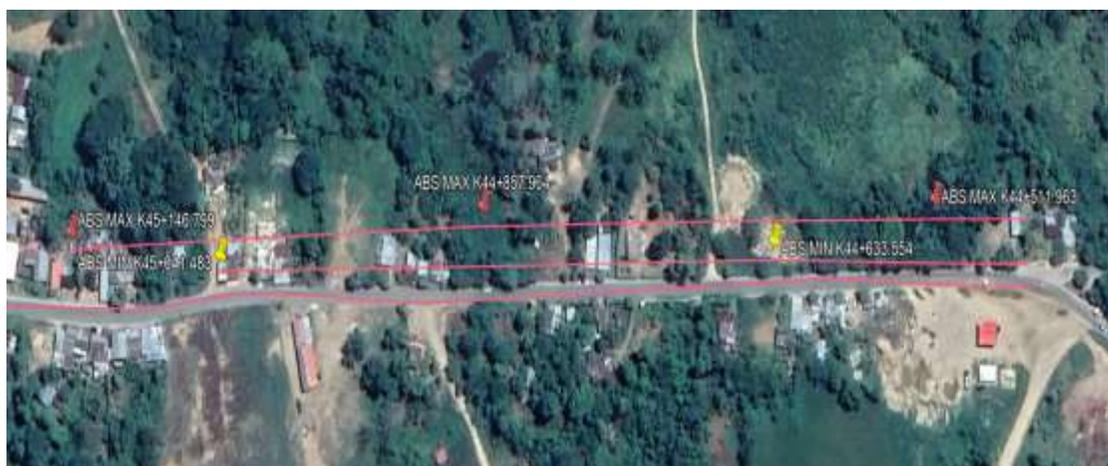


Figura 29 Localización de puntos críticos de drenajes

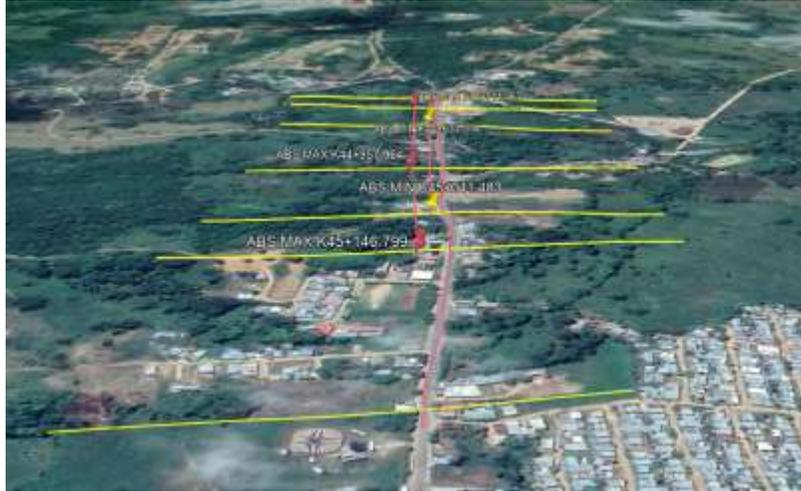


Figura 30 Delimitación de la cuenca

Para el diseño no se hace necesario la implementación de cunetas y alcantarillas esto debido a que la vía se encuentra por encima de la rasante natural en terraplén durante su recorrido, también se le puede añadir que el agua discurre transversalmente hacia sus laterales por lo tanto no se generan estancamiento superficial en los puntos más bajos de las curvas verticales, también se puede evidenciar que el tramo principal cuenta con carriles que la interceptan ayudando de esta forma a la evacuación del caudal producido por la zona del proyecto.

10. Cantidades de movimiento de tierras

MOVIMIENTOS DE TIERRA							
ABSCISAS	AREA DE CORTE	AREA DE TERRAPLEN	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE TERRAPLEN	VOLUMEN CORTE ACUMULADO	VOLUMEN TERRAPLEN ACUMULADO	VOLUMEN NETO
44+460.00	0	0	0	0	0	0	0
44+470.00	4.79	0	23.97	0	23.97	0	23.97
44+480.00	4.54	0	46.69	0	70.65	0	70.65
44+490.00	4.08	0	43.12	0	113.78	0	113.78
44+500.00	3.62	0	38.5	0	152.27	0	152.27
44+510.00	3.3	0	34.59	0	186.86	0	186.86
44+520.00	3.32	0	33.08	0	219.94	0	219.94
44+530.00	3.17	0	32.43	0	252.37	0	252.37
44+540.00	3.36	0	32.64	0	285.02	0	285.02
44+550.00	3.42	0	33.88	0	318.9	0	318.9
44+560.00	3.48	0	34.46	0	353.36	0	353.36
44+570.00	3.56	0	35.16	0	388.52	0	388.52
44+580.00	3.64	0	35.96	0	424.48	0	424.48
44+590.00	3.77	0	37.02	0	461.5	0	461.5
44+600.00	3.9	0	38.32	0	499.83	0	499.83
44+610.00	4.59	0	42.42	0	542.25	0	542.25
44+620.00	5.21	0	48.96	0	591.21	0	591.21
44+630.00	5.45	0	53.27	0	644.48	0	644.48
44+640.00	5.35	0	54	0	698.48	0	698.48
44+650.00	5.49	0	54.22	0	752.7	0	752.7
44+660.00	5.36	0	54.27	0	806.97	0	806.97
44+670.00	5.65	0	55.06	0	862.03	0	862.03
44+680.00	5.52	0	55.85	0	917.88	0	917.88
44+690.00	5.21	0	53.68	0	971.56	0	971.56
44+700.00	4.92	0	50.65	0	1022.21	0	1022.21
44+710.00	4.47	0	46.91	0	1069.12	0	1069.12
44+720.00	4	0	42.34	0	1111.46	0	1111.46
44+730.00	3.67	0	38.36	0	1149.82	0	1149.82
44+740.00	3.34	0	35.07	0	1184.89	0	1184.89
44+750.00	3.22	0	32.8	0	1217.69	0	1217.69
44+760.00	3.1	0	31.59	0	1249.28	0	1249.28
44+770.00	2.82	0	29.61	0	1278.89	0	1278.89
44+780.00	2.64	0	27.29	0	1306.17	0	1306.17
44+790.00	2.13	0	23.77	0	1329.94	0	1329.94
44+800.00	1.7	0.03	19	0.17	1348.95	0.17	1348.77
44+810.00	1.25	0.02	14.6	0.26	1363.54	0.43	1363.11
44+820.00	0.86	0	10.5	0.1	1374.05	0.53	1373.51
44+830.00	0.74	0	8.04	0.01	1382.09	0.55	1381.54
44+840.00	0.73	0	7.38	0	1389.47	0.55	1388.92
44+850.00	0.53	0	6.31	0	1395.78	0.55	1395.23
44+860.00	0.43	0	4.81	0	1400.59	0.55	1400.04
44+870.00	0.44	0	4.36	0	1404.95	0.55	1404.4
44+880.00	0.56	0	5.01	0	1409.96	0.55	1409.41
44+890.00	0.98	0	7.71	0	1417.67	0.55	1417.13
44+900.00	1.48	0	12.3	0	1429.97	0.55	1429.43
44+910.00	1.83	0	16.57	0	1446.54	0.55	1445.99
44+920.00	2.05	0	19.43	0	1465.97	0.55	1465.42
44+930.00	2.38	0	22.13	0	1488.1	0.55	1487.55

MOVIMIENTOS DE TIERRA							
ABSCISAS	AREA DE CORTE	AREA DE TERRAPLEN	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE TERRAPLEN	VOLUMEN CORTE ACUMULADO	VOLUMEN TERRAPLEN ACUMULADO	VOLUMEN NETO
44+940.00	2.7	0	25.37	0	1513.47	0.55	1512.92
44+950.00	3.03	0	28.65	0	1542.13	0.55	1541.58
44+960.00	3.37	0	31.99	0	1574.11	0.55	1573.56
44+970.00	3.75	0	35.57	0	1609.69	0.55	1609.14
44+980.00	4.13	0	39.4	0	1649.08	0.55	1648.54
44+990.00	4.23	0	41.82	0	1690.9	0.55	1690.35
45+000.00	4.34	0	42.89	0	1733.79	0.55	1733.24
45+010.00	4.89	0	46.18	0	1779.97	0.55	1779.42
45+020.00	5.44	0	51.66	0	1831.63	0.55	1831.09
45+030.00	5.9	0	56.68	0	1888.31	0.55	1887.77
45+040.00	6.13	0	60.15	0	1948.46	0.55	1947.92
45+050.00	6.36	0	62.49	0	2010.95	0.55	2010.4
45+060.00	6.37	0	63.67	0	2074.63	0.55	2074.08
45+070.00	6.18	0	62.76	0	2137.38	0.55	2136.84
45+080.00	5.99	0	60.83	0	2198.21	0.55	2197.66
45+090.00	5.81	0	58.99	0	2257.2	0.55	2256.65
45+100.00	5.63	0	57.22	0	2314.42	0.55	2313.87
45+110.00	5.28	0	54.55	0	2368.97	0.55	2368.42
45+120.00	4.92	0	50.98	0	2419.94	0.55	2419.4
45+130.00	4.17	0	45.44	0	2465.39	0.55	2464.84
45+140.00	3.57	0	38.72	0	2504.1	0.55	2503.55
45+150.00	3.1	0	33.34	0	2537.44	0.55	2536.89
45+160.00	2.82	0	29.56	0	2567	0.55	2566.45
45+170.00	2.53	0	26.72	0	2593.72	0.55	2593.18
45+180.00	2.3	0	24.13	0	2617.85	0.55	2617.3
45+190.00	2.32	0	23.07	0	2640.92	0.55	2640.37
45+200.00	2.34	0	23.27	0	2664.19	0.55	2663.65
45+210.00	2.53	0	24.32	0	2688.51	0.55	2687.96
45+220.00	2.71	0	26.18	0	2714.69	0.55	2714.14
45+230.00	2.73	0	27.18	0	2741.87	0.55	2741.32
45+240.00	2.75	0	27.36	0	2769.23	0.55	2768.69
45+250.00	2.96	0	28.52	0	2797.75	0.55	2797.2
45+260.00	3.17	0	30.63	0	2828.39	0.55	2827.84
45+270.00	3.32	0	32.45	0	2860.83	0.55	2860.28
45+280.00	3.47	0	33.96	0	2894.79	0.55	2894.25
45+290.00	3.68	0	35.78	0	2930.58	0.55	2930.03
45+300.00	3.9	0	37.9	0	2968.48	0.55	2967.93
45+310.00	4.01	0	39.52	0	3008	0.55	3007.45
45+320.00	4.12	0	40.63	0	3048.63	0.55	3048.09
45+330.00	4.35	0	42.36	0	3090.99	0.55	3090.44
45+340.00	4.59	0	44.69	0	3135.68	0.55	3135.13
45+350.00	5	0	47.92	0	3183.6	0.55	3183.05
45+360.00	5.4	0	52.02	0	3235.62	0.55	3235.07
45+370.00	5.25	0	53.26	0	3288.88	0.55	3288.34
45+380.00	5.1	0	51.73	0	3340.62	0.55	3340.07
45+390.00	5.38	0	52.39	0	3393.01	0.55	3392.46
45+400.00	5.66	0	55.23	0	3448.24	0.55	3447.69
45+410.00	6	0	58.31	0	3506.54	0.55	3506
45+420.00	6.33	0	61.64	0	3568.18	0.55	3567.64
45+430.00	6.66	0	64.97	0	3633.15	0.55	3632.6
45+440.00	6.99	0	68.27	0	3701.42	0.55	3700.87
45+450.00	7.02	0	70.06	0	3771.48	0.55	3770.93
45+460.00	7.04	0	70.29	0	3841.76	0.55	3841.22

11. Cantidades de Pavimento

CANTIDADES DE ASFALTO			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+460.00	0.61	0	0
44+470.00	0.61	6.07	6.07
44+480.00	0.61	6.07	12.14
44+490.00	0.61	6.07	18.22
44+500.00	0.61	6.07	24.29
44+510.00	0.61	6.07	30.36
44+520.00	0.61	6.07	36.43
44+530.00	0.61	6.07	42.5
44+540.00	0.61	6.07	48.58
44+550.00	0.61	6.07	54.65
44+560.00	0.61	6.07	60.72
44+570.00	0.61	6.07	66.79
44+580.00	0.61	6.07	72.87
44+590.00	0.61	6.07	78.94
44+600.00	0.61	6.07	85.01
44+610.00	0.61	6.07	91.08
44+620.00	0.61	6.07	97.15
44+630.00	0.61	6.07	103.23
44+640.00	0.61	6.07	109.3
44+650.00	0.61	6.07	115.37
44+660.00	0.61	6.07	121.44
44+670.00	0.61	6.07	127.51
44+680.00	0.61	6.07	133.59
44+690.00	0.61	6.07	139.66
44+700.00	0.61	6.07	145.73
44+710.00	0.61	6.07	151.8
44+720.00	0.61	6.07	157.88
44+730.00	0.61	6.07	163.95
44+740.00	0.61	6.07	170.02
44+750.00	0.61	6.07	176.09
44+760.00	0.61	6.07	182.16
44+770.00	0.61	6.07	188.24
44+780.00	0.61	6.07	194.31
44+790.00	0.61	6.07	200.38
44+800.00	0.61	6.07	206.45
44+810.00	0.61	6.07	212.52
44+820.00	0.61	6.07	218.6
44+830.00	0.61	6.07	224.67
44+840.00	0.61	6.07	230.74
44+850.00	0.61	6.07	236.81
44+860.00	0.61	6.07	242.88
44+870.00	0.61	6.07	248.96
44+880.00	0.61	6.07	255.03
44+890.00	0.61	6.07	261.1
44+900.00	0.61	6.07	267.17
44+910.00	0.61	6.07	273.25
44+920.00	0.61	6.07	279.32
44+930.00	0.61	6.07	285.39

CANTIDADES DE ASFALTO			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+940.00	0.61	6.07	291.46
44+950.00	0.61	6.07	297.53
44+960.00	0.61	6.07	303.61
44+970.00	0.61	6.07	309.68
44+980.00	0.61	6.07	315.75
44+990.00	0.61	6.07	321.82
45+000.00	0.61	6.07	327.89
45+010.00	0.61	6.07	333.97
45+020.00	0.61	6.07	340.04
45+030.00	0.61	6.07	346.11
45+040.00	0.61	6.07	352.18
45+050.00	0.61	6.07	358.25
45+060.00	0.61	6.07	364.33
45+070.00	0.61	6.07	370.4
45+080.00	0.61	6.07	376.47
45+090.00	0.61	6.07	382.54
45+100.00	0.61	6.07	388.62
45+110.00	0.61	6.07	394.69
45+120.00	0.61	6.07	400.76
45+130.00	0.61	6.07	406.83
45+140.00	0.61	6.07	412.9
45+150.00	0.61	6.07	418.98
45+160.00	0.61	6.07	425.05
45+170.00	0.61	6.07	431.12
45+180.00	0.61	6.07	437.19
45+190.00	0.61	6.07	443.26
45+200.00	0.61	6.07	449.34
45+210.00	0.61	6.07	455.41
45+220.00	0.61	6.07	461.48
45+230.00	0.61	6.07	467.55
45+240.00	0.61	6.07	473.63
45+250.00	0.61	6.07	479.7
45+260.00	0.61	6.07	485.77
45+270.00	0.61	6.07	491.84
45+280.00	0.61	6.07	497.91
45+290.00	0.61	6.07	503.99
45+300.00	0.61	6.07	510.06
45+310.00	0.61	6.07	516.13
45+320.00	0.61	6.07	522.2
45+330.00	0.61	6.07	528.27
45+340.00	0.61	6.07	534.35
45+350.00	0.61	6.07	540.42
45+360.00	0.61	6.07	546.49
45+370.00	0.61	6.07	552.56
45+380.00	0.61	6.07	558.63
45+390.00	0.61	6.07	564.71
45+400.00	0.61	6.07	570.78
45+410.00	0.61	6.07	576.85
45+420.00	0.61	6.07	582.92
45+430.00	0.61	6.07	589
45+440.00	0.61	6.07	595.07
45+450.00	0.61	6.07	601.14
45+460.00	0.61	6.07	607.21

12. Cantidades de Base granular

CANTIDADES DE BASE GRANULAR			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+460.00	1.69	0	0
44+470.00	1.69	16.9	16.9
44+480.00	1.69	16.9	33.79
44+490.00	1.69	16.9	50.69
44+500.00	1.69	16.9	67.59
44+510.00	1.69	16.9	84.49
44+520.00	1.69	16.9	101.38
44+530.00	1.69	16.9	118.28
44+540.00	1.69	16.9	135.18
44+550.00	1.69	16.9	152.08
44+560.00	1.69	16.9	168.97
44+570.00	1.69	16.9	185.87
44+580.00	1.69	16.9	202.77
44+590.00	1.69	16.9	219.67
44+600.00	1.69	16.9	236.56
44+610.00	1.69	16.9	253.46
44+620.00	1.69	16.9	270.36
44+630.00	1.69	16.9	287.26
44+640.00	1.69	16.9	304.15
44+650.00	1.69	16.9	321.05
44+660.00	1.69	16.9	337.95
44+670.00	1.69	16.9	354.85
44+680.00	1.69	16.9	371.74
44+690.00	1.69	16.9	388.64
44+700.00	1.69	16.9	405.54
44+710.00	1.69	16.9	422.44
44+720.00	1.69	16.9	439.33
44+730.00	1.69	16.9	456.23
44+740.00	1.69	16.9	473.13
44+750.00	1.69	16.9	490.03
44+760.00	1.69	16.9	506.92
44+770.00	1.69	16.9	523.82
44+780.00	1.69	16.9	540.72
44+790.00	1.69	16.9	557.62
44+800.00	1.69	16.9	574.51
44+810.00	1.69	16.9	591.41
44+820.00	1.69	16.9	608.31
44+830.00	1.69	16.9	625.21
44+840.00	1.69	16.9	642.1
44+850.00	1.69	16.9	659
44+860.00	1.69	16.9	675.9
44+870.00	1.69	16.9	692.79
44+880.00	1.69	16.9	709.69
44+890.00	1.69	16.9	726.59
44+900.00	1.69	16.9	743.49
44+910.00	1.69	16.9	760.38
44+920.00	1.69	16.9	777.28
44+930.00	1.69	16.9	794.18

CANTIDADES DE BASE GRANULAR			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+940.00	1.69	16.9	811.08
44+950.00	1.69	16.9	827.97
44+960.00	1.69	16.9	844.87
44+970.00	1.69	16.9	861.77
44+980.00	1.69	16.9	878.67
44+990.00	1.69	16.9	895.56
45+000.00	1.69	16.9	912.46
45+010.00	1.69	16.9	929.36
45+020.00	1.69	16.9	946.26
45+030.00	1.69	16.9	963.15
45+040.00	1.69	16.9	980.05
45+050.00	1.69	16.9	996.95
45+060.00	1.69	16.9	1013.85
45+070.00	1.69	16.9	1030.74
45+080.00	1.69	16.9	1047.64
45+090.00	1.69	16.9	1064.54
45+100.00	1.69	16.9	1081.44
45+110.00	1.69	16.9	1098.33
45+120.00	1.69	16.9	1115.23
45+130.00	1.69	16.9	1132.13
45+140.00	1.69	16.9	1149.03
45+150.00	1.69	16.9	1165.92
45+160.00	1.69	16.9	1182.82
45+170.00	1.69	16.9	1199.72
45+180.00	1.69	16.9	1216.62
45+190.00	1.69	16.9	1233.51
45+200.00	1.69	16.9	1250.41
45+210.00	1.69	16.9	1267.31
45+220.00	1.69	16.9	1284.21
45+230.00	1.69	16.9	1301.1
45+240.00	1.69	16.9	1318
45+250.00	1.69	16.9	1334.9
45+260.00	1.69	16.9	1351.79
45+270.00	1.69	16.9	1368.69
45+280.00	1.69	16.9	1385.59
45+290.00	1.69	16.9	1402.49
45+300.00	1.69	16.9	1419.38
45+310.00	1.69	16.9	1436.28
45+320.00	1.69	16.9	1453.18
45+330.00	1.69	16.9	1470.08
45+340.00	1.69	16.9	1486.97
45+350.00	1.69	16.9	1503.87
45+360.00	1.69	16.9	1520.77
45+370.00	1.69	16.9	1537.67
45+380.00	1.69	16.9	1554.56
45+390.00	1.69	16.9	1571.46
45+400.00	1.69	16.9	1588.36
45+410.00	1.69	16.9	1605.26
45+420.00	1.69	16.9	1622.15
45+430.00	1.69	16.9	1639.05
45+440.00	1.69	16.9	1655.95
45+450.00	1.69	16.9	1672.85
45+460.00	1.69	16.9	1689.74

13. Cantidades de Sub base granular

CANTIDADES DE SUB-BASE GRANULAR			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+460.00	3.2	0	0
44+470.00	3.2	32.04	32.04
44+480.00	3.2	32.04	64.08
44+490.00	3.2	32.04	96.12
44+500.00	3.2	32.04	128.15
44+510.00	3.2	32.04	160.19
44+520.00	3.2	32.04	192.23
44+530.00	3.2	32.04	224.27
44+540.00	3.2	32.04	256.31
44+550.00	3.2	32.04	288.35
44+560.00	3.2	32.04	320.38
44+570.00	3.2	32.04	352.42
44+580.00	3.2	32.04	384.46
44+590.00	3.2	32.04	416.5
44+600.00	3.2	32.04	448.54
44+610.00	3.2	32.04	480.58
44+620.00	3.2	32.04	512.62
44+630.00	3.2	32.04	544.65
44+640.00	3.2	32.04	576.69
44+650.00	3.2	32.04	608.73
44+660.00	3.2	32.04	640.77
44+670.00	3.2	32.04	672.81
44+680.00	3.2	32.04	704.85
44+690.00	3.2	32.04	736.88
44+700.00	3.2	32.04	768.92
44+710.00	3.2	32.04	800.96
44+720.00	3.2	32.04	833
44+730.00	3.2	32.04	865.04
44+740.00	3.2	32.04	897.08
44+750.00	3.2	32.04	929.12
44+760.00	3.2	32.04	961.15
44+770.00	3.2	32.04	993.19
44+780.00	3.2	32.04	1025.23
44+790.00	3.2	32.04	1057.27
44+800.00	3.2	32.04	1089.31
44+810.00	3.2	32.04	1121.35
44+820.00	3.2	32.04	1153.38
44+830.00	3.2	32.04	1185.42
44+840.00	3.2	32.04	1217.46
44+850.00	3.2	32.04	1249.5
44+860.00	3.2	32.04	1281.54
44+870.00	3.2	32.04	1313.58
44+880.00	3.2	32.04	1345.62
44+890.00	3.2	32.04	1377.65
44+900.00	3.2	32.04	1409.69
44+910.00	3.2	32.04	1441.73
44+920.00	3.2	32.04	1473.77
44+930.00	3.2	32.04	1505.81

CANTIDADES DE SUB-BASE GRANULAR			
ABSCISAS	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
44+940.00	3.2	32.04	1537.85
44+950.00	3.2	32.04	1569.88
44+960.00	3.2	32.04	1601.92
44+970.00	3.2	32.04	1633.96
44+980.00	3.2	32.04	1666
44+990.00	3.2	32.04	1698.04
45+000.00	3.2	32.04	1730.08
45+010.00	3.2	32.04	1762.12
45+020.00	3.2	32.04	1794.15
45+030.00	3.2	32.04	1826.19
45+040.00	3.2	32.04	1858.23
45+050.00	3.2	32.04	1890.27
45+060.00	3.2	32.04	1922.31
45+070.00	3.2	32.04	1954.35
45+080.00	3.2	32.04	1986.38
45+090.00	3.2	32.04	2018.42
45+100.00	3.2	32.04	2050.46
45+110.00	3.2	32.04	2082.5
45+120.00	3.2	32.04	2114.54
45+130.00	3.2	32.04	2146.58
45+140.00	3.2	32.04	2178.62
45+150.00	3.2	32.04	2210.65
45+160.00	3.2	32.04	2242.69
45+170.00	3.2	32.04	2274.73
45+180.00	3.2	32.04	2306.77
45+190.00	3.2	32.04	2338.81
45+200.00	3.2	32.04	2370.85
45+210.00	3.2	32.04	2402.88
45+220.00	3.2	32.04	2434.92
45+230.00	3.2	32.04	2466.96
45+240.00	3.2	32.04	2499
45+250.00	3.2	32.04	2531.04
45+260.00	3.2	32.04	2563.08
45+270.00	3.2	32.04	2595.12
45+280.00	3.2	32.04	2627.15
45+290.00	3.2	32.04	2659.19
45+300.00	3.2	32.04	2691.23
45+310.00	3.2	32.04	2723.27
45+320.00	3.2	32.04	2755.31
45+330.00	3.2	32.04	2787.35
45+340.00	3.2	32.04	2819.38
45+350.00	3.2	32.04	2851.42
45+360.00	3.2	32.04	2883.46
45+370.00	3.2	32.04	2915.5
45+380.00	3.2	32.04	2947.54
45+390.00	3.2	32.04	2979.58
45+400.00	3.2	32.04	3011.62
45+410.00	3.2	32.04	3043.65
45+420.00	3.2	32.04	3075.69
45+430.00	3.2	32.04	3107.73
45+440.00	3.2	32.04	3139.77
45+450.00	3.2	32.04	3171.81
45+460.00	3.2	32.04	3203.85

14. Presupuesto General

Se presupuestó aquellas actividades que son necesarias para la construcción de este proyecto, cuya estructura se basa en capítulos como preliminares, movimiento de tierras, etc; cada uno con una serie de actividades que se evalúan por valor unitario como metro lineal (ML), kilogramo (KG), metro cubico (M3), metro cuadrado (M2), cuya unidad de medida es diferente para cada actividad por la forma en que se paga.

Los análisis de precios unitarios (APU) se obtuvieron evaluando los costos de los materiales, mano de obra, equipos y herramientas que se necesitan para cada actividad, todo esto se hace con respecto a la unidad de medida especificada, cuyos precios tienen como base los valores establecidos en el construprecios de marzo de 2019 de la región y se consideró el salario legal vigente pagado en el año 2019.

En el Anexo 22 - 25, se encuentra todo lo referente a la elaboración del presupuesto, sus respectivos APU, lista de materiales, equipos y herramientas, Cuadro de cuadrillas.

15. Conclusiones

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de obtener el plano topográfico que contempla las curvas de nivel y secciones transversales de la vía, además, utilizando el programa de CIVIL 3D se determinó la pendiente del terreno que dio 0.62% que se caracterizó como un terreno plano de acuerdo al manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS.

El conteo vehicular se hizo durante una semana en las 24 horas del día, cuyo volumen vehicular dio 845 vehículos compuesto por 37.16% autos, 15.50% buses, 18.82% Camión C2P, 25.68% Camión C2G y 2.84% Camión C3, el TPDs dio 121 veh/día que por ser una vía secundaria se proyectó a 15 años de servicio con una tasa de crecimiento del 4.92% para luego determinar el número de ejes equivalentes que dio 0.926×10^6 .

El diseño geométrico está compuesto por el alineamiento horizontal en el que se obtuvo 4 empalmes básicos que son 1 curvas espiral –circulo – espiral y 3 curvas circular simple, el alineamiento vertical que se obtuvo 5 curvas verticales: 2 cóncavas y 3 convexas, la sección transversal con un ancho de calzada de 7.3 metros de dos carriles, teniendo en cuenta los criterios de funcionalidad y parámetros establecidos en la norma INVIAS.

La subrasante se clasificó por los métodos más utilizados según la AASHTO y USC, el cual dio un material arcilloso de tipo CL (arcilla de baja plasticidad) y arenoso. El CBR obtenido es de 5.90%.

La estructura del pavimento asfáltico se diseñó de acuerdo a la norma Invias para vías con medios y altos volúmenes de tránsito, cuyas capas y espesores son: 7.5 cm de Mezcla Densa en Caliente; 20 cm de Base granular y 35 cm de Subbase Granular.

Las cantidades de movimientos de tierras se hallaron con el programa Autocad Civil 3D: volumen corte es de 3841.76 m³ y volumen de relleno es de 0.55 m³, donde el volumen de corte es mayor al volumen relleno el cual es lo indicado para costos económicos.

La presente propuesta incluye el presupuesto para su construcción, en el que se consideró varios precios reales y rendimientos del construprecios, cuyo valor estimado es de \$1'213.757.763. Este presupuesto fue realizado con precios del año 2019 por lo que están sujetos a cambios, debido a la variación de precios.

Bibliografía

- Braja, Das. (2006). *Principios de ingeniería de cimentación*. Bogotá
- BRAVO, Paulo Emilio. (2002). *Diseño de Carreteras 6ta edición*. Popayán
- Instituto Nacional de vías y Ministerio de Transporte. (2008). *Manual de Diseño geométrico para carreteras*. Bogotá
- Montejo Fonseca, Alfonso. (2006). *Ingeniería de pavimento*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Instituto de Desarrollo Urbano para Bogotá. (2005), *Criterios Básicos para el diseño de proyectos viales urbanos*. Bogotá
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). RAS-2.000. *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. Título D*.
- Grupo de Investigaciones Ambientales (GIAAS) Universidad de Pamplona.(2006). *Elaboración Curvas IDF Estaciones Cintera Villa Olga y Santa Isabel-* municipio de Cúcuta – Colombia.
- Infraestructura Vial y Pavimentos. Recuperado de: <http://pavimyvias77.blogspot.com.co/>
- Cárdenas Grisales, James. *Diseño Geométrico de Vías*. Universidad del valle. Santiago de Cali.
- ASOCRETO. (2010), *Tecnología del concreto Tomo I*. Colombia.

Ministerio de transporte. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. Bogotá D.C

Ingeominas. Geología del municipio de Cúcuta, Norte de Santander. Recuperado de: www.icde.org.co/web/guest/galeriam_ingeominas.

Norma Técnica Colombiana NTC 174 (ASTM C 33). Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.

<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/dodo/article/download/1198/1278>

ANEXOS

Anexo 1 Conteo vehicular

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: LUNES							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTOMOVIL	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	1	0	0	0	1
6:15-6:30	am	1	0	0	1	0	2
6:30-6:45	am	0	1	1	0	0	2
6:45-7:00	am	0	0	1	1	0	2
7:00-7:15	am	1	0	1	1	1	4
7:15-7:30	am	0	0	2	0	0	2
7:30-7:45	am	1	1	0	1	0	3
7:45-8:00	am	1	0	0	1	0	2
8:00-8:15	am	0	1	0	0	0	1
8:15-8:30	am	1	0	1	0	0	2
8:30-8:45	am	0	1	1	1	0	3
8:45-9:00	am	1	0	0	0	0	1
9:00-9:15	am	0	1	0	1	0	2
9:15-9:30	am	1	0	1	0	0	2
9:30-9:45	am	2	1	0	0	0	3
9:45-10:00	am	2	0	1	0	0	3
10:00-10:15	am	0	1	1	0	0	2
10:15-10:30	am	0	0	1	1	0	2
10:30-10:45	am	0	1	2	0	0	3
10:45-11:00	am	0	0	1	0	0	1
11:00-11:15	am	2	1	0	0	0	4
11:15-11:30	am	1	0	0	1	0	2
11:30-11:45	am	2	1	0	1	0	4
11:45-12:00	am	0	0	0	1	0	1
12:00-12:15	am	1	0	1	0	0	2
12:15-12:30	am	0	1	0	2	0	3
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	pm	0	1	2	1	2	6
1:00-1:15	pm	3	0	0	1	0	4
1:15-1:30	pm	0	1	1	0	0	2
1:30-1:45	pm	2	0	1	1	0	4
1:45-2:00	pm	2	1	0	1	0	4
2:00-2:15	pm	0	0	1	0	0	1
2:15-2:30	pm	0	1	1	1	0	3
2:30-2:45	pm	1	0	0	1	0	2
2:45-3:00	pm	1	0	0	0	0	1
3:00-3:15	pm	0	0	0	1	0	1
3:15-3:30	pm	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	pm	1	0	1	1	0	3
3:45-4:00	pm	1	0	0	2	0	3
4:00-4:15	pm	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	pm	1	0	0	0	0	1
4:30-4:45	pm	0	0	1	1	0	2
4:45-5:00	pm	1	0	0	0	0	1
5:00-5:15	pm	0	0	0	0	0	0
5:15-5:30	pm	0	0	1	0	0	1
5:30-5:45	pm	1	0	0	0	0	1
5:45-6:00	pm	1	0	0	1	0	2
6:00-6:15	pm	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	pm	0	0	0	2	0	2
6:30-6:45	pm	0	0	0	0	1	1
6:45-7:00	pm	0	0	0	0	0	0
7:00-7:15	pm	0	0	0	0	0	0
7:17-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	1	0	0	0	0	1
7:45-8:00	pm	2	0	0	0	0	2
8:00-8:15	pm	1	0	0	1	0	2
8:15-8:30	pm	1	0	0	2	0	3
8:30-8:45	pm	2	0	0	2	0	4
8:45-9:00	pm	2	0	0	1	0	3
9:00-9:15	pm	2	0	0	1	0	3
9:15-9:30	pm	1	0	0	1	0	2
9:30-9:45	pm	1	0	0	1	0	2
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	1	0	0	0	0	1
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	1
5:00-5:15	am	0	0	0	0	0	0
5:15-5:30	am	0	1	0	1	0	2
5:30-5:45	am	0	0	1	1	0	2
5:45-6:00	am	2	1	0	2	0	5

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: MARTES							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTOMOVIL	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	1	0	0	0	1
6:15-6:30	am	0	0	0	0	0	0
6:30-6:45	am	1	1	2	0	0	4
6:45-7:00	am	1	0	1	1	0	3
7:00-7:15	am	0	1	1	0	0	2
7:15-7:30	am	0	0	0	1	0	1
7:30-7:45	am	1	1	0	0	0	2
7:45-8:00	am	0	0	0	0	1	1
8:00-8:15	am	0	1	1	1	0	3
8:15-8:30	am	1	0	0	2	0	3
8:30-8:45	am	0	1	0	0	0	1
8:45-9:00	am	1	0	1	1	0	3
9:00-9:15	am	0	1	0	0	0	1
9:15-9:30	am	0	0	0	0	0	0
9:30-9:45	am	1	1	1	0	0	3
9:45-10:00	am	1	0	0	2	0	3
10:00-10:15	am	0	1	2	0	0	3
10:15-10:30	am	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	am	0	1	0	2	0	3
10:45-11:00	am	0	0	0	1	0	1
11:00-11:15	am	1	1	1	2	0	5
11:15-11:30	am	2	0	0	1	0	3
11:30-11:45	am	2	1	0	2	0	5
11:45-12:00	am	0	1	1	1	0	3
12:00-12:15	am	0	0	0	0	1	1
12:15-12:30	am	1	1	0	1	0	3
12:30-12:45	am	0	0	1	0	0	1
12:45-1:00	pm	0	1	2	0	0	3
1:00-1:15	pm	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	pm	0	1	0	0	0	1
1:30-1:45	pm	1	0	1	1	0	3
1:45-2:00	pm	1	1	0	0	0	2
2:00-2:15	pm	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	pm	0	1	1	1	0	3
2:30-2:45	pm	1	0	2	0	0	3
2:45-3:00	pm	0	1	0	1	0	2
3:00-3:15	pm	0	0	1	0	0	1
3:15-3:30	pm	1	0	0	1	0	2
3:30-3:45	pm	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	pm	0	0	0	1	0	1
4:00-4:15	pm	1	0	0	0	0	1
4:15-4:30	pm	0	0	1	0	0	1
4:30-4:45	pm	0	0	0	1	0	1
4:45-5:00	pm	1	0	0	2	0	3
5:00-5:15	pm	1	0	1	0	0	2
5:15-5:30	pm	0	0	1	1	0	2
5:30-5:45	pm	1	0	0	0	0	1
5:45-6:00	pm	1	0	0	1	0	2
6:00-6:15	pm	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	pm	2	0	0	0	0	2
6:30-6:45	pm	0	0	0	1	0	1
6:45-7:00	pm	2	0	0	0	0	2
7:00-7:15	pm	1	0	0	0	0	1
7:15-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	0	1	0	2
8:15-8:30	pm	1	0	0	2	0	3
8:30-8:45	pm	2	0	0	0	0	2
8:45-9:00	pm	2	0	0	1	0	3
9:00-9:15	pm	2	0	0	1	0	3
9:15-9:30	pm	1	0	0	1	0	2
9:30-9:45	pm	1	0	0	1	0	2
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	0	0	0	0	0	0
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	1
5:00-5:15	am	0	0	0	0	0	0
5:15-5:30	am	2	1	1	1	0	5
5:30-5:45	am	0	0	0	1	0	1
5:45-6:00	am	2	1	1	2	0	6

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: MIERCOLES							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTOMOVIL	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	1	0	0	0	1
6:15-6:30	am	1	0	0	0	0	1
6:30-6:45	am	0	0	1	1	0	2
6:45-7:00	am	1	0	1	0	0	2
7:00-7:15	am	0	1	1	1	1	4
7:15-7:30	am	0	0	0	1	0	1
7:30-7:45	am	1	1	0	0	0	2
7:45-8:00	am	0	0	1	0	1	2
8:00-8:15	am	0	0	0	1	0	1
8:15-8:30	am	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	am	0	1	0	1	0	2
8:45-9:00	am	1	0	1	0	0	2
9:00-9:15	am	1	1	1	0	0	3
9:15-9:30	am	1	0	1	1	0	3
9:30-9:45	am	2	1	0	1	0	4
9:45-10:00	am	1	0	0	0	0	1
10:00-10:15	am	0	1	1	1	0	3
10:15-10:30	am	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	am	1	0	0	0	0	1
10:45-11:00	am	0	0	1	1	0	2
11:00-11:15	am	0	1	1	1	0	3
11:15-11:30	am	2	0	0	1	0	3
11:30-11:45	am	1	1	1	0	0	3
11:45-12:00	am	0	1	0	1	0	2
12:00-12:15	am	0	0	1	1	0	2
12:15-12:30	am	1	1	0	2	0	4
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	pm	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	pm	0	0	0	1	1	2
1:15-1:30	pm	0	1	1	0	0	2
1:30-1:45	pm	0	0	1	0	0	1
1:45-2:00	pm	0	1	1	1	0	3
2:00-2:15	pm	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	pm	1	1	0	1	0	3
2:30-2:45	pm	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	pm	1	1	1	1	0	4
3:00-3:15	pm	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	pm	1	0	0	1	0	2
3:30-3:45	pm	0	0	1	0	0	1
3:45-4:00	pm	0	0	0	1	0	1
4:00-4:15	pm	1	0	1	0	0	2
4:15-4:30	pm	0	0	0	1	0	1
4:30-4:45	pm	1	0	1	1	0	3
4:45-5:00	pm	1	0	0	0	0	1
5:00-5:15	pm	1	0	2	1	0	4
5:15-5:30	pm	2	0	0	0	0	2
5:30-5:45	pm	1	0	1	0	0	2
5:45-6:00	pm	1	0	0	0	0	1
6:00-6:15	pm	2	0	0	1	0	3
6:15-6:30	pm	2	0	0	1	1	4
6:30-6:45	pm	0	0	0	0	0	0
6:45-7:00	pm	0	0	0	1	0	1
7:00-7:15	pm	1	0	0	0	0	1
7:15-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	0	1	0	2
8:15-8:30	pm	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	pm	2	0	0	2	0	4
8:45-9:00	pm	2	0	0	1	0	3
9:00-9:15	pm	2	0	0	0	0	2
9:15-9:30	pm	1	0	0	1	0	2
9:30-9:45	pm	1	0	0	0	0	1
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	0	0	0	0	0	0
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	1
5:00-5:15	am	0	0	0	1	0	1
5:15-5:30	am	1	1	0	0	0	2
5:30-5:45	am	1	0	1	1	0	3
5:45-6:00	am	1	1	1	2	0	5

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: JUEVES							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTO	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	1	1	2	0	4
6:15-6:30	am	1	0	0	1	0	2
6:30-6:45	am	1	1	1	0	1	4
6:45-7:00	am	1	0	0	1	0	2
7:00-7:15	am	0	1	0	1	0	2
7:15-7:30	am	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	am	0	1	1	1	0	3
7:45-8:00	am	1	0	0	1	1	3
8:00-8:15	am	0	0	1	2	0	3
8:15-8:30	am	1	0	0	1	0	2
8:30-8:45	am	0	1	1	1	0	3
8:45-9:00	am	1	0	0	2	0	3
9:00-9:15	am	1	1	0	1	0	3
9:15-9:30	am	1	0	0	0	1	2
9:30-9:45	am	0	1	1	1	0	3
9:45-10:00	am	1	0	0	0	0	1
10:00-10:15	am	0	1	0	1	0	2
10:15-10:30	am	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	am	1	0	1	0	0	2
10:45-11:00	am	1	0	1	0	1	3
11:00-11:15	am	0	1	0	1	0	2
11:15-11:30	am	1	0	0	0	0	1
11:30-11:45	am	0	1	1	2	0	4
11:45-12:00	am	1	1	0	0	0	2
12:00-12:15	am	1	0	0	2	0	3
12:15-12:30	am	0	1	0	1	1	3
12:30-12:45	am	1	0	1	1	0	3
12:45-1:00	pm	0	1	0	0	0	1
1:00-1:15	pm	0	0	1	0	0	1
1:15-1:30	pm	0	1	0	0	0	1
1:30-1:45	pm	0	0	1	1	0	2
1:45-2:00	pm	1	1	0	0	0	2
2:00-2:15	pm	0	0	1	1	0	2
2:15-2:30	pm	1	0	0	0	0	1
2:30-2:45	pm	0	0	0	1	0	1
2:45-3:00	pm	1	1	0	0	0	2
3:00-3:15	pm	0	0	0	1	0	1
3:15-3:30	pm	1	0	0	0	0	1
3:30-3:45	pm	0	0	1	1	0	2
3:45-4:00	pm	0	0	0	2	0	2
4:00-4:15	pm	1	0	1	1	0	3
4:15-4:30	pm	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	pm	2	0	1	0	0	3
4:45-5:00	pm	1	0	0	2	0	3
5:00-5:15	pm	1	0	0	1	0	2
5:15-5:30	pm	2	0	1	2	0	5
5:30-5:45	pm	2	0	0	1	0	3
5:45-6:00	pm	1	0	1	0	0	2
6:00-6:15	pm	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	pm	0	0	1	0	0	1
6:30-6:45	pm	1	0	1	0	0	2
6:45-7:00	pm	0	0	0	0	0	0
7:00-7:15	pm	0	0	1	0	0	1
7:17-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	1	0	0	2
8:15-8:30	pm	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	pm	2	0	0	0	0	2
8:45-9:00	pm	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	pm	2	0	0	0	0	2
9:15-9:30	pm	1	0	0	0	0	1
9:30-9:45	pm	1	0	0	0	0	1
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	0	0	0	0	0	0
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	1
5:00-5:15	am	1	0	0	0	0	1
5:15-5:30	am	0	1	0	0	0	1
5:30-5:45	am	1	0	1	0	0	2
5:45-6:00	am	2	1	1	0	0	4

CONTEO MANUAL DE TRANSITO									
DIA DE LA SEMANA: VIERNES									
ESTACION N°: 1									
HORA	JORNADA	AUTOMOVIL	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL		
6:00-6:15	am	0	1	1	1	0	0	0	3
6:15-6:30	am	1	0	0	0	1	0	0	2
6:30-6:45	am	0	1	0	0	0	0	0	1
6:45-7:00	am	1	0	1	1	0	0	0	3
7:00-7:15	am	0	0	0	2	0	0	0	2
7:15-7:30	am	1	0	0	0	0	0	0	1
7:30-7:45	am	0	1	1	2	0	0	0	4
7:45-8:00	am	0	0	1	1	0	0	0	2
8:00-8:15	am	1	1	1	1	0	0	0	4
8:15-8:30	am	1	0	0	0	0	0	0	1
8:30-8:45	am	0	1	0	0	0	0	0	1
8:45-9:00	am	0	0	1	1	0	0	0	2
9:00-9:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	am	1	0	1	1	1	0	0	4
9:30-9:45	am	0	1	0	2	0	0	0	3
9:45-10:00	am	1	0	1	1	0	0	0	3
10:00-10:15	am	0	1	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	am	1	0	1	1	0	0	0	3
10:30-10:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	am	0	0	0	2	0	0	0	2
11:00-11:15	am	1	1	0	0	0	0	0	2
11:15-11:30	am	0	0	1	1	0	0	0	2
11:30-11:45	am	1	1	0	0	0	0	0	2
11:45-12:00	am	0	0	1	2	0	0	0	3
12:00-12:15	am	0	0	1	1	1	0	0	3
12:15-12:30	am	1	1	0	0	0	0	0	2
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	pm	1	1	1	2	0	0	0	5
1:00-1:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	pm	0	1	0	0	0	0	0	1
1:30-1:45	pm	1	0	1	1	0	0	0	3
1:45-2:00	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	pm	1	1	1	1	0	0	0	4
2:30-2:45	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	pm	1	1	1	1	0	0	0	4
3:00-3:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	pm	1	1	1	1	0	0	0	4
3:30-3:45	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	pm	0	1	1	0	0	0	0	2
4:00-4:15	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
4:15-4:30	pm	0	0	1	2	0	0	0	3
4:30-4:45	pm	2	0	0	0	0	0	0	2
4:45-5:00	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
5:00-5:15	pm	1	0	1	1	0	0	0	3
5:15-5:30	pm	2	0	1	1	0	0	0	4
5:30-5:45	pm	2	0	0	0	0	0	0	2
5:45-6:00	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
6:00-6:15	pm	2	0	0	0	0	0	0	2
6:15-6:30	pm	0	0	1	1	0	0	0	2
6:30-6:45	pm	1	0	1	1	0	0	0	3
6:45-7:00	pm	1	0	0	2	0	0	0	3
7:00-7:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
7:17-7:30	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
8:15-8:30	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
8:30-8:45	pm	2	0	0	0	0	0	0	2
8:45-9:00	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	pm	1	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	1	0	0	0	0	0	0	1
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	0	0	1
5:00-5:15	am	1	0	0	0	0	0	0	1
5:15-5:30	am	0	1	1	1	0	0	0	2
5:30-5:45	am	1	0	1	0	0	0	0	2
5:45-6:00	am	2	1	1	0	0	0	0	4

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: SABADO							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTO	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	0	1	1	0	2
6:15-6:30	am	1	1	0	2	0	4
6:30-6:45	am	2	0	1	0	0	3
6:45-7:00	am	1	1	0	1	1	4
7:00-7:15	am	0	0	1	2	0	3
7:15-7:30	am	1	0	0	0	0	1
7:30-7:45	am	1	1	0	1	0	3
7:45-8:00	am	1	0	1	0	0	2
8:00-8:15	am	1	1	2	1	0	5
8:15-8:30	am	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	am	0	0	0	3	1	4
8:45-9:00	am	1	0	1	0	0	2
9:00-9:15	am	1	0	0	0	0	1
9:15-9:30	am	1	1	0	1	0	3
9:30-9:45	am	0	0	1	0	0	1
9:45-10:00	am	1	1	0	1	0	3
10:00-10:15	am	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	am	1	0	1	2	0	4
10:30-10:45	am	0	0	0	0	1	1
10:45-11:00	am	1	0	1	0	0	2
11:00-11:15	am	0	1	1	1	0	3
11:15-11:30	am	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	am	1	1	0	1	0	3
11:45-12:00	am	0	0	1	0	0	1
12:00-12:15	am	1	1	0	2	1	5
12:15-12:30	am	0	0	1	0	0	1
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	pm	0	1	0	2	0	3
1:00-1:15	pm	1	0	1	0	0	2
1:15-1:30	pm	0	1	0	1	0	2
1:30-1:45	pm	0	0	0	1	0	1
1:45-2:00	pm	1	1	1	1	0	4
2:00-2:15	pm	0	0	1	0	0	1
2:15-2:30	pm	1	0	0	0	0	1
2:30-2:45	pm	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	pm	1	1	1	1	0	4
3:00-3:15	pm	0	0	1	0	0	1
3:15-3:30	pm	1	0	0	2	0	3
3:30-3:45	pm	0	0	1	0	0	1
3:45-4:00	pm	0	1	1	0	0	2
4:00-4:15	pm	1	1	0	0	0	2
4:15-4:30	pm	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	pm	1	1	0	0	0	2
4:45-5:00	pm	1	0	2	0	0	3
5:00-5:15	pm	1	0	0	0	0	1
5:15-5:30	pm	0	1	0	0	0	1
5:30-5:45	pm	0	0	1	0	0	1
5:45-6:00	pm	1	0	0	0	0	1
6:00-6:15	pm	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	pm	1	0	0	0	0	1
6:30-6:45	pm	0	0	0	0	0	0
6:45-7:00	pm	0	0	0	0	0	0
7:00-7:15	pm	0	0	0	0	0	0
7:17-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	0	0	0	1
8:15-8:30	pm	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	pm	0	0	0	0	0	0
8:45-9:00	pm	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	pm	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	pm	1	0	0	0	0	1
9:30-9:45	pm	1	0	0	0	0	1
9:45-10:00	pm	2	0	0	0	0	2
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	1	0	0	0	0	1
4:45-5:00	am	0	1	0	0	0	1
5:00-5:15	am	1	0	0	0	0	1
5:15-5:30	am	0	1	0	0	0	1
5:30-5:45	am	1	0	0	0	0	1
5:45-6:00	am	2	1	0	0	0	3

CONTEO MANUAL DE TRANSITO							
DIA DE LA SEMANA: DOMINGO							
ESTACION N°: 1							
HORA	JORNADA	AUTOMOVIL	BUS	C-2P	C-2G	C3	TOTAL
6:00-6:15	am	0	0	0	1	0	1
6:15-6:30	am	1	0	0	0	0	1
6:30-6:45	am	0	0	1	0	1	2
6:45-7:00	am	1	1	0	0	0	2
7:00-7:15	am	0	0	1	0	0	1
7:15-7:30	am	1	0	0	0	0	1
7:30-7:45	am	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	am	1	1	1	0	0	3
8:00-8:15	am	0	0	1	0	1	2
8:15-8:30	am	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	am	0	0	1	0	0	1
8:45-9:00	am	1	1	0	0	0	2
9:00-9:15	am	1	0	0	1	0	2
9:15-9:30	am	1	0	1	0	0	2
9:30-9:45	am	0	0	0	0	0	0
9:45-10:00	am	2	1	0	0	0	3
10:00-10:15	am	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	am	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	am	0	0	1	0	0	1
10:45-11:00	am	0	1	0	0	0	1
11:00-11:15	am	1	0	1	0	0	2
11:15-11:30	am	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	am	0	0	1	0	0	1
11:45-12:00	am	1	1	0	0	0	2
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	1	0	1	0	0	2
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	pm	1	1	1	0	0	3
1:00-1:15	pm	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	pm	0	0	1	0	0	1
1:30-1:45	pm	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	pm	1	1	1	0	0	3
2:00-2:15	pm	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	pm	1	0	0	0	0	1
2:30-2:45	pm	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	pm	1	1	0	0	0	2
3:00-3:15	pm	1	0	0	0	0	1
3:15-3:30	pm	1	0	0	0	0	1
3:30-3:45	pm	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	pm	1	1	0	0	0	2
4:00-4:15	pm	1	0	0	0	0	1
4:15-4:30	pm	2	0	0	0	0	2
4:30-4:45	pm	1	0	0	0	0	1
4:45-5:00	pm	1	1	0	0	0	2
5:00-5:15	pm	1	0	0	0	0	1
5:15-5:30	pm	2	0	0	0	0	2
5:30-5:45	pm	2	0	0	0	0	2
5:45-6:00	pm	1	0	0	0	0	1
6:00-6:15	pm	2	1	0	0	0	3
6:15-6:30	pm	2	0	0	0	0	2
6:30-6:45	pm	0	0	0	0	0	0
6:45-7:00	pm	2	0	0	0	0	2
7:00-7:15	pm	0	0	0	0	0	0
7:17-7:30	pm	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	pm	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	pm	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	pm	1	0	0	0	0	1
8:15-8:30	pm	1	0	0	0	0	1
8:30-8:45	pm	0	0	0	0	0	0
8:45-9:00	pm	1	0	0	0	0	1
9:00-9:15	pm	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	pm	1	0	0	0	0	1
9:30-9:45	pm	1	0	0	0	0	1
9:45-10:00	pm	1	0	0	0	0	1
10:00-10:15	pm	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	pm	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	pm	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	pm	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	pm	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	pm	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	pm	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	pm	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	am	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	am	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	am	0	0	0	0	0	0
12:45-1:00	am	0	0	0	0	0	0
1:00-1:15	am	0	0	0	0	0	0
1:15-1:30	am	0	0	0	0	0	0
1:30-1:45	am	0	0	0	0	0	0
1:45-2:00	am	0	0	0	0	0	0
2:00-2:15	am	0	0	0	0	0	0
2:15-2:30	am	0	0	0	0	0	0
2:30-2:45	am	0	0	0	0	0	0
2:45-3:00	am	0	0	0	0	0	0
3:00-3:15	am	0	0	0	0	0	0
3:15-3:30	am	0	0	0	0	0	0
3:30-3:45	am	0	0	0	0	0	0
3:45-4:00	am	0	0	0	0	0	0
4:00-4:15	am	0	0	0	0	0	0
4:15-4:30	am	0	0	0	0	0	0
4:30-4:45	am	1	0	0	0	0	1
4:45-5:00	am	0	0	0	0	0	0
5:00-5:15	am	1	0	0	0	0	1
5:15-5:30	am	0	1	0	0	0	1
5:30-5:45	am	1	0	0	0	0	1
5:45-6:00	am	2	1	0	0	0	3

Anexo 2 Coordenadas línea base tramo

CUADRO DE COORDENADAS LINEA BASE TRAMO 2 ABCISAS (K44+460 – k45+460).										
PUNTO	COORDENADAS		DISTANCIA	ABCISAS (m)	AZIMUT	R.C.			DEFLEXION	
	N - S	E - W								
PI0	29099.430	63501.520		K44+460.000						
			236.92		299°10'32"	N	60°49'28"	W		
PI1	29214.924	63294.660		K44+696.918					0°26'51"	I
			102.66		298°43'41"	N	61°16'19"	W		
PI2	29264.270	63204.633		K44+799.582					8°31'50"	I
			161.28		290°11'51"	N	69°48'09"	W		
PI3	29319.953	63053.269		K44+960.863					0°09'12"	I
			251.10		290°02'39"	N	69°57'21"	W		
PI4	29406.015	62817.383		K45+211.958						

Anexo 3 Cuadro de elementos de curvatura

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVATURA TRAMO 2																															
PI		COORDENADAS			DIST. (mts)	AZIMUT	Δ	RADIO	Gc	Δc	Lc	T	CL	Le	Θe	RADIANES	Xe	Ye	P	K	Te	TI	Tc	Es	ABCISAS				PI	PERALTE	
N°	ABS	NORTE	ESTE	0° 00' 00"		0° 00' 00"	(m)	0° 00' 00"	0° 00' 00"	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	0° 00' 00"	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	ELEMENTOS	TE	PC-EE	PT-EE	ET	N°	(%)
0	K44+460.000	29099.430	63501.520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	INICIO	K44+460.000				0	-
1	K44+696.918	29214.924	63294.660	236.92	299°10'32"	0°26'51"	2561.56	0°06'43"	0°26'51"	20.01	10.00	20.01	0.00	0°00'00"	-	-	-	-	-	-	10.00	-	-	0.02	PC-PT		K44+686.918	K44+706.925		1	0.00%
2	K44+799.582	29264.270	63204.633	102.66	298°43'41"	8°31'50"	161.00	3°33'34"	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	30.00	4°15'55"	0.074	29.98	0.74	0.30	18.01	30.04	20.01	10.01	0.75	TE-EE-ET	K44+769.543	K44+799.543	K44+799.543	K44+829.543	2	6.20%	
3	K44+960.863	29319.953	63053.269	161.28	290°11'51"	0°09'12"	7479.53	0°02'18"	0°09'12"	20.02	10.01	20.02	0.00	0°00'00"	-	-	-	-	-	-	10.01	-	-	0.01	PC-PT		K44+950.785	K44+970.802		3	0.00%
4	K45+211.958	29406.015	62817.383	251.10	290°02'39"	0°30'33"	2250.15	0°07'38"	0°30'33"	20.00	10.00	20.00	0.00	0°00'00"	-	-	-	-	-	-	10.00	-	-	0.02	PC-PT		K45+201.880	K45+221.876		4	0.00%

Anexo 4 Cartera de elementos de la curva 1

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	2561.56
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	0°26'50"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2*R)$	0°13'25"
4	Tangente	T	$R*\tan(\Delta/2)$	9.9972
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2*R \text{ sen } (\Delta/2)$	19.9942
6	Secante Externa	E	$R*((\sec \Delta/2)-1)$	0.0195
7	Flecha	F	$R(1-\cos \Delta/2)$	0.0195
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	19.9942
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°06'43"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.08X0.11)/10$	0°02'04"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.91X0.11)/10$	0°04'38"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k44+686.92
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k44+706.91

Anexo 5 Cartera de localización de la curva 1

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA DE 1 RADIO																
													CUADRO 1 DE 1			
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL \emptyset	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL \emptyset	X	Y	Q	V*P	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS			
													N-S	E-W		
PT	k44+706.91	0°04'38"	0°13'25"	N	61°16'19"	W	0°26'50"	19.99	0.08	0°26'50"	9.9972	19.99	N 60°36'03"	W	29219.864	63285.972
2	k44+700.00	0°06'43"	0°08'47"				0°17'33"	13.08	0.03	0°37'14"	3.0850	13.08	N 60°40'41"	W	29216.455	63291.985
1	k44+690.00	0°02'04"	0°02'04"				0°04'08"	3.08	0.00	0°00'55"	6.9152	3.08	N 60°47'24"	W	29211.553	63300.701
PC	k44+686.92	0°00'00"	0°00'00"	N	60°49'28"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	9.9972	0.00	N 60°49'28"	W	29210.049	63303.391

Anexo 6 Cartera de elementos de una curva 2 de transición – espiral de Euler

CARTERA DE ELEMENTOS DE UNA CURVA 2 TRAMO 2					
					CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTOS	SIMBOLOS	FORMULA	VALOR	OBSERVACIONES
1	velocidad especifica	V	Dato	50	
2	Grado de curvatura	G	Dato	3°33'34"	
3	Radio de la curva	R	$R_c = (c/2)/(G/2)$	161	
4	Peralte de la curva	e	Dato tabla INVIAS	6.20%	
5	Ancho de carril	a	Dato	3.3	Dos carriles
6	Cuerda unidad	C	Valor asumido	10	
7	Angulo central	Δ	Diferencia de acimut's	8°31'51"	
8	Longitud de la espiral	Ls	Calculo previo según condiciones	30	CRITERIO DE TRANSICION DE PERALTE
9	Parametro de la espiral	K	$\sqrt{R \times Ls}$	69.49820142	
10	Angulo central de transicion	Θ_s	Ls/2R	0.074445565	Valor radianes
			$(90/\pi)(Ls/R)$	4°15'56"	
11	Angulo central de la curva circular	Δ_c	$\Delta - 2\Theta_s$	0°00'00"	
12	Abscisa E.C.	Xs	$Ls[1 - (\Theta_s^2/10) + (\Theta_s^4/216) - (\Theta_s^6/9360)]$	29.98	Θ_s radianes
13	Ordenada de E.C.	Ys	$Ls[(\Theta_s/3) - (\Theta_s^3/42) + (\Theta_s^5/1320) - (\Theta_s^7/75600)]$	0.74	Θ_s radianes
14	abscisa del PC desplazado	K	$X_s - R \text{ sen}\Theta_s$	18.01	
15	Ordenada del PC	ρ	$Y_s - R (1 - \text{cos}\Theta_s)$	0.30	
16	Chequeo del Ys	Ys	4p	1.19	Ok
17	Chequeo del disloque	ρ	$Ls^2/24R$	0.23	Ok
18	Tangente principal	Te	$[(R+\rho)(\tan(\Delta/2))] + k$	30.039	
19	Externa de la espiral	Es	$\rho + (R+\rho)*(\sec(\Delta/2) - 1)$	0.75	Otra formula: $[(R+\rho)*(\sec(\Delta/2))] - R = Es$
20	Tangente corta de la espiral	Tc	$Y_s/\text{sen}\Theta_s$	10.01	
21	Tangente larga de la espiral	Tl	$X_s - TC \text{ cos}\Theta_s$	20.01	otra formula: $X_s - (Y_s/\tan \Theta_s) = TL$
22	Abscisa del centro de la curva circular	Xo	$X_o = K$	18.01	
23	Ordenada del centro de la curva circular	Yo	P+R	161.30	
24	Longitud de la cuerda principal de la espiral	LCs	$\sqrt{X_s^2 + Y_s^2}$	29.99	
25	Correcion para ϕ_s	C ϕ	$0,0031\Theta_s^3 + (2,3 \times 10^{-8})\Theta_s^5$	0°00'02"	$\Theta_s = \text{Grad. Sexadec. ; } C\phi = \text{seg}$
26	Deflexion total de la espiral	ϕ_s	Arctan (Ys/Xs)	1°25'18"	Valor asumido
			$(\Theta_s/3) - C\phi$	1°25'17"	Valor chequeado
28	Longitud total de la curva	Lt	2Ls+Lc	60.00	
29	Abscisa T.E.	T.E.	ABS PI-T	K44+769.543	
30	Abscisa E.E	E.E.	ABS TE+LS	K44+799.543	
32	Abscisa E.T.	E.T.	ABS CE+Ls	K44+829.543	

Anexo 7 Cartera de localización de la curva 2 espiral Euler

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA ESPIRAL 2 TRAMO 2															
														CUADRO 1 DE 1	
	PUNTO P	ABSCISA	LONGITUD DESDE EL T.E. Y E.T. "L"	$\frac{L}{L_s}$	$[\frac{L}{L_s}]^2$	DEFLEXION TOTAL DESDE EL T.E., E.C Y ET ϕ^{***}	ANGULO CENTRAL PARA EL PUNTO "P" $\theta=(L/L_s)^2*\theta_s=Rad$	COORDENADAS CARTESIANAS DESDE EL T.E., E.T Y E.C		RUMBO CUERDA EN EL PUNTO "P"	CUERDA DE LA ESPIRAL PARA EL PUNTO P $\sqrt{x^2+ y^2}$	COORDENADAS TOPOGRAFICA GEOGRAFICAS			
								X*	Y**			N - S	E - W		
ESPIRAL ENTRADA	TE	K44+769.543	0.00	0	0	0°00'00"	0	0	0	N	61°16'19"	W	0	29249.832	63230.974
	1	K44+770.000	0.46	0.01523333	0.00023205	0°00'01"	1.72754E-05	0.457	2.6316E-06	N	61°16'20"	W	0.46	29250.052	63230.573
	2	K44+780.000	10.46	0.34856667	0.12149872	0°10'22"	0.009045041	10.4569144	0.03152781	N	61°26'41"	W	10.46	29254.831	63221.789
	3	K44+790.000	20.46	0.6819	0.46498761	0°39'40"	0.034616265	20.4545488	0.23602811	N	61°55'59"	W	20.46	29259.457	63212.924
	EE	K44+799.543	30.00	1	1	1°25'18"	0.074445565	29.9833778	0.74416099	N	62°41'37"	W	29.99	29263.591	63204.324
					DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL	$\theta= 2\phi$	X= Rsen θ	Y=R(1-COS θ)						
ESPIRAL SALIDA	EE	K44+799.54	30.00	1	1	1°25'18"	0.074445565	29.9833778	0.74416099	S	68°22'51"	E	29.99	29263.591	63204.324
	4	K44+800.00	29.54	0.98476667	0.96976539	1°22'44"	0.072194732	29.5276057	0.71068502	S	68°25'25"	E	29.54	29263.779	63203.908
	5	K44+810.00	19.54	0.65143333	0.42436539	0°36'12"	0.031592121	19.5410496	0.20578694	S	69°11'57"	E	19.54	29267.701	63194.709
	6	K44+820.000	9.54	0.3181	0.10118761	0°08'38"	0.007532969	9.54294585	0.02396228	S	69°39'31"	E	9.54	29271.324	63185.389
	ET	K44+829.54	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	S	69°48'09"	E	0.00	29274.641	63176.441

Anexo 8 Cartera de elementos de la curva 3

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 3 TRAMO 2				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	7479.53
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	0°09'12"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2*R)$	0°04'36"
4	Tangente	T	$R*\tan(\Delta/2)$	10.0083
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2*R \text{ sen } (\Delta/2)$	20.0165
6	Secante Externa	E	$R*((\sec \Delta/2)-1)$	0.0067
7	Flecha	F	$R(1-\cos \Delta/2)$	0.0067
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	20.0165
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°02'18"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(9.21 \times 0.04)/10$	0°02'07"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(0.8 \times 0.04)/10$	0°00'11"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k44+950.79
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k44+970.80

Anexo 9 Cartera de localización de la curva 3

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 3																	
													CUADRO 1 DE 1				
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL \emptyset	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL \emptyset	X	Y	Q	V*P	L.C.P	RUMBO CALCULADO		COORDENADAS			
														N-S	E-W		
PT	k44+970.80	0°00'11"	0°04'36"	N	69°57'21"	W	0°09'12"	20.02	0.03	0°09'12"	10.0083	20.02	N	69°52'45"	W	29323.387	63043.859
2	k44+970.00	0°02'18"	0°04'25"				0°08'50"	19.21	0.02	0°09'13"	9.2068	19.21	N	69°52'34"	W	29323.112	63044.612
1	k44+960.00	0°02'07"	0°02'07"				0°04'14"	9.21	0.01	0°24'36"	0.7933	9.22	N	69°50'16"	W	29319.677	63054.004
PC	k44+950.79	0°00'00"	0°00'00"	N	69°48'09"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	10.0083	0.00	N	69°48'09"	W	29316.501	63062.654

Anexo 10 Cartera de elementos de la curva 4

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 4				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	2250.15
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	0°30'33"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2*R)$	0°15'17"
4	Tangente	T	$R*\tan(\Delta/2)$	9.9982
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2*R \text{ sen } (\Delta/2)$	19.9962
6	Secante Externa	E	$R* ((\sec \Delta/2)-1)$	0.0222
7	Flecha	F	$R (1-\cos \Delta/2)$	0.0222
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	19.9962
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°07'38"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(8.12X0.13)/10$	0°06'12"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(1.88X0.13)/10$	0°01'26"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k45+201.88
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k45+221.88

Anexo 11 Cartera de localización de la curva 4

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 4																	
														CUADRO 1 DE 1			
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL \emptyset	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL \emptyset	X	Y	Q	V*P	L.C.P	RUMBO CALCULADO		COORDENADAS			
														N-S	E-W		
PT	k45+221.88	0°01'26"	0°15'17"	N	70°27'54"	W	0°30'33"	20.00	0.09	0°30'33"	9.9982	20.00	N	70°12'38"	W	29409.357	62807.962
2	k45+220.00	0°07'38"	0°13'51"				0°27'41"	18.12	0.07	0°30'53"	8.1220	18.12	N	70°11'12"	W	29408.729	62809.730
1	k45+210.00	0°06'12"	0°06'12"				0°12'24"	8.12	0.01	0°26'49"	1.8783	8.12	N	70°03'33"	W	29405.356	62819.144
PC	k45+201.88	0°00'00"	0°00'00"	N	69°57'21"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	9.9982	0.00	N	69°57'21"	W	29402.587	62826.777

Anexo 12 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 1

1 CURVA CONVEXA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k44+520.02
COTA PIV	55.286
VELOCIDAD	60
PENDIENTE DE ENTRADA	0.50%
PENDIENTE DE SALIDA	-1.17%
KMIN	11
A	-1.67%
LONGITUD MINIMA	18.37
LONGITUD ASUMIDA	40
RATA	-0.0835
RATA/2	-0.04175
x=	11.9760479
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k44+511.99

Anexo 13 Cartera de rasante curva convexa simétrica 1

CARTERA COTAS RASANTA CURVA CONVEXA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k44+500.02	0.50%	55.186	0	0	0.000	55.186
4	k44+505.00		55.210915	5	25	-0.005	55.206
3	k44+510.00		55.235915	10	100	-0.021	55.215
2	k44+515.00		55.260915	15	224	-0.047	55.214
1	k44+520.00		55.285915	20	399	-0.083	55.203
PIV	k44+520.02		55.286	20	400	-0.084	55.203
			20	400	-0.084	55.203	
1	k44+525.00	-1.17%	55.2276989	15	226	-0.047	55.181
2	k44+530.00		55.1691989	10	100	-0.021	55.148
3	k44+535.00		55.1106989	5	25	-0.005	55.105
4	k44+540.00		55.0521989	0	0	0.000	55.052
PTV	k44+540.02		55.052	0	0	0.000	55.052

Anexo 14 Cartera de localización de la curva cóncava simétrica 2

CURVA CONCAVA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	53.953
ABSCISA PIV	K44+633.55
PENDIENTE DE ENTRADA	-1.17%
PENDIENTE DE SALIDA	0.50%
VELOCIDAD DEL TRAMO	60
k min	18
A	1.67%
LONGITUD MINIMA	30.06
LONGITUD ASUMIDA	40
r	0.0004175
r/2	0.00020875
x	28.0239521
ABS PUNT MINIMO	K44+641.58

Anexo 15 Cartera de rasante curva cóncava simétrica 2

CARTERA COTAS RASANTA CURVA CONCAVA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCION $Y=(r/2)*x^2$	COTA RASANTE
PCV	K44+613.55	-1.17%	54.19	0	0	0	54.19
4	K44+615.00		54.17	1	2.090916	0.0004	54.17
3	K44+620.00		54.11	6	41.550916	0.0087	54.12
2	K44+625.00		54.05	11	131.010916	0.0273	54.08
1	K44+630.00		53.99	16	270.470916	0.0565	54.05
PIV	K44+633.55		53.953	20	400	0.0835	54.04
			20	400	0.0835	54.04	
1	K44+635.00	0.50%	53.96	19	344.250916	0.0719	54.03
2	K44+640.00		53.99	14	183.710916	0.0383	54.02
3	K44+645.00		54.01	9	73.170916	0.0153	54.03
4	K44+650.00		54.04	4	12.630916	0.0026	54.04
PTV	K44+653.55		54.05	0	0	0	54.05

Anexo 16 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 3

CURVA CONVEXA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k44+861.88
COTA PIV	55.094
VELOCIDAD	60
PENDIENTE DE ENTRADA	0.50%
PENDIENTE DE SALIDA	-0.58%
KMIN	11
A	-1.08%
LONGITUD MINIMA	11.88
LONGITUD ASUMIDA	100
RATA	-0.135
RATA/2	-0.0675
x=	46.2962963
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k44+858.17

Anexo 17 Cartera de rasante curva convexa simétrica 3

CARTERA COTAS RASANTA CURVA CONVEXA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k44+811.88	0.50%	54.844	0	0	0.000	54.844
5	k44+820.00		54.88462	8	66	-0.004	54.881
4	k44+830.00		54.93462	18	328	-0.018	54.917
3	k44+840.00		54.98462	28	791	-0.043	54.942
2	k44+850.00		55.03462	38	1453	-0.078	54.956
1	k44+860.00		55.08462	48	2316	-0.125	54.960
PIV	k44+861.88		55.094	50	2500	-0.135	54.959
			50	2500	-0.135	54.959	
1	k44+870.00	-0.58%	55.0468808	42	1754	-0.095	54.952
2	k44+880.00		54.9888808	32	1016	-0.055	54.934
3	k44+890.00		54.9308808	22	479	-0.026	54.905
4	k44+900.00		54.8728808	12	141	-0.008	54.865
5	k44+910.00		54.8148808	2	4	0.000	54.815
PTV	k44+911.88		54.804	0	0	0.000	54.804

Anexo 18 Cartera de localización de la curva cóncava simétrica 4

4 CURVA CONCAVA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	54.053
ABSCISA PIV	K45+039.92
PENDIENTE DE ENTRADA	-0.58%
PENDIENTE DE SALIDA	0.50%
VELOCIDAD DEL TRAMO	60
k min	18
A	1.08%
LONGITUD MINIMA	19.44
LONGITUD ASUMIDA	40
r	0.00027
r/2	0.000135
x	21.48148148
ABS PUNT MINIMO	K45+041.40

Anexo 19 Cartera de rasante curva cóncava simétrica 4

4 CARTERA COTAS RASANTA CURVA CONCAVA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCION Y=(r/2)*x2)	COTA RASANTE
PCV	K45+019.92	-0.58%	54.17	0	0	0	54.169
4	K45+020.00		54.17	0	0.006561	0.0000	54.169
3	K45+025.00		54.14	5	25.816561	0.0035	54.143
2	K45+030.00		54.11	10	101.626561	0.0137	54.124
1	K45+035.00		54.08	15	227.436561	0.0307	54.112
PIV	K45+039.92		54.053	20	400	0.0540	54.107
		0.50%		20	400	0.0540	54.107
1	K45+040.00		54.05	20	396.766561	0.0536	54.107
2	K45+045.00		54.08	15	222.576561	0.0300	54.108
3	K45+050.00		54.10	10	98.386561	0.0133	54.117
4	K45+055.00		54.13	5	24.196561	0.0033	54.132
PTV	K45+059.92		54.15	0	0	0	54.153

Anexo 20 Cartera de localización de la curva convexa simétrica 5

5 CURVA CONVEXA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k45+147.09
COTA PIV	54.589
VELOCIDAD	60
PENDIENTE DE ENTRADA	0.50%
PENDIENTE DE SALIDA	-0.51%
KMIN	11
A	-1.01%
LONGITUD MINIMA	11.11
LONGITUD ASUMIDA	40
RATA	-0.0505
RATA/2	-0.02525
x=	19.8019802
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k45+146.89

Anexo 21 Cartera de rasante curva convexa simétrica 5

5 CARTERA COTAS RASANTA CURVA CONVEXA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k45+127.09	0.50%	54.489	0	0	0.000	54.489
4	k45+130.00		54.50354	3	8	-0.001	54.502
3	k45+135.00		54.52854	8	63	-0.008	54.521
2	k45+140.00		54.55354	13	167	-0.021	54.533
1	k45+145.00		54.57854	18	321	-0.040	54.538
PIV	k45+147.09		54.589	20	400	-0.051	54.539
		-0.51%		20	400	-0.051	54.539
1	k45+150.00		54.5741692	17	292	-0.037	54.537
2	k45+155.00		54.5486692	12	146	-0.018	54.530
3	k45+160.00		54.5231692	7	50	-0.006	54.517
4	k45+165.00		54.4976692	2	4	-0.001	54.497
PTV	k45+167.09		54.487	0	0	0.000	54.487

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP I: PRELIMINARES				FECHA:		
ITEM: 1.2 Estudio geotecnico Tipo I				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
V/R MATERIALES						\$ -
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
ING-01	Ingeniero geotecnista	hH	\$563,340	0.008	dH/M2	\$ 4,506.72
AYESP-01	ayudante de especialidad	hH	\$ 8,646	0.02	hH/M2	\$ 172.91
V/R MANO DE OBRA						\$ 4,680
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CODIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-010	Herramienta menor	%	-	10	%/M2	\$ 467.96
E&H-008	Equipo de Computacion	mE	\$724,500	0.001	mE/M2	\$ 724.50
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 1,192
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 5,872

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP I: PRELIMINARES				FECHA:		
ITEM: 1.3 Localizacion, replanteo y control topografico				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-017	Tabla pegachento 2x20x300	UND	0.05	\$	10,353.00	\$ 517.65
MAT-019	Vara comun 4m	UND	0.04	\$	12,500.00	\$ 500.00
MAT-014	Puntillas 1*400grs	KG	0.02	\$	5,800.00	\$ 116.00
V/R MATERIALES						\$ 1,134
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-06	Cuadrilla 1x2	hH	\$ 8,427.68	0.162	hH/M2	\$ 1,365.28
V/R MANO DE OBRA						\$ 1,365
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CODIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-013	Herramienta menor	%	-	5	%/M2	\$ 68.26
E&H-009	Equipo de Topografia	dE	\$ 103,500	0.004	dE/M2	\$ 414.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 482
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 2,981

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP II: MOVIMIENTO DE TIERRAS				FECHA:		
ITEM: 2.1 Excavación a maquina 0m<h<2m, incluye retiro y transporte de sobrante				UN:		M3
I. MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
V/R MATERIALES						\$ -
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 7,337.63	0.04	hH/M3	\$ 293.51
V/R MANO DE OBRA						\$ 294
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-017	Retroexcavadora 215/E120B	hM	\$ 150,075	0.04	hM/M3	\$ 5,702.85
E&H-013	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 14.68
E&H-020	Volqueta 5 m3	Vje	\$ 80,000	0.09	Vje/M3	\$ 6,800.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 12,518
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 12,811

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP II: MOVIMIENTO DE TIERRAS				FECHA:		
ITEM: 2.2 Extendido Humedecimiento y compactacion de relleno en botaderos				UN:		M3
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
V/R MATERIALES						\$ -
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-05	Cuadrilla 1x1	hH	\$ 8,972.70	0.11	hH/M3	\$ 987.00
V/R MANO DE OBRA						\$ 987
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800	0.01	dM/M3	\$ 2,898.00
E&H-001	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 49.35
E&H-019	Vibrocompactador	hM	\$ 90,000	0.02	hM/M3	\$ 1,800.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 4,747
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 5,734

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP III: CONFORMACION DE LA BANCA				FECHA:		
ITEM: 3.1 Conformación de Terraplen con material de excavacion				UN:		M3
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-003	Agua	Lt	2.40	\$	15.00	\$ 36.00
V/R MATERIALES						\$ 36
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 7,337.63	0.01	hH/M3	\$ 102.73
V/R MANO DE OBRA						\$ 103
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800	0.01	dM/M3	\$ 2,898.00
E&H-013	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 5.14
E&H-019	Vibrocompactador	hM	\$ 90,000	0.02	hM/M3	\$ 1,800.00
E&H-014	Motoniveladora	hM	\$ 110,000	0.01	hM/M3	\$ 660.00
E&H-017	Retroexcavadora 215/E120B	hM	\$ 150,075	0.04	Vje/M3	\$ 6,003.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 11,366
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 11,505

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.1 Suministro e instalacion manto geotextil NT 1600				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-009	Geotextil NT 1600 Gerfor	M2	1.10	\$ 3,535.00		\$ 3,888.50
V/R MATERIALES						\$ 3,889
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-05	Cuadrilla 1x1	hH	\$ 8,972.70	0.112	hH/M2	\$ 1,004.94
V/R MANO DE OBRA						\$ 1,005
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 4,893

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.2 SubBase granular de CBR>=40%				UN:		M3
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-016	Sub-base granular tamaño maximo 2"	M3	1.30	\$ 27,467.00		\$ 35,707.10
V/R MATERIALES						\$ 35,707
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 7,337.63	0.09	hH/M3	\$ 660.39
V/R MANO DE OBRA						\$ 660
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800	0.01	dM/M3	\$ 1,449.00
E&H-004	Compactador de llantas	hM	\$ 96,048.00	0.034	hM/M3	\$ 3,265.63
E&H-014	Motoniveladora	hM	\$ 110,000	0.044	hM/M3	\$ 4,840.00
E&H-022	Volqueta 5 m3	M3/KM	\$ 950	13.00	M3/km/M3	\$ 12,350.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 21,905
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 58,272

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.4 Imprimacion-Lechada (Emulsion)				UN: M2		
I. MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-008	Emulsion asfaltica CRL-0	litro	0.75	\$ 1,000.00		\$ 750.00
V/R MATERIALES						\$ 750
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 7,337.63	0.008	hH/M2	\$ 58.70
V/R MANO DE OBRA						\$ 58.7
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-002	Carrotanque irrigador de asfalto	hM	\$ 65,205	0.002	hM/M2	\$ 130.41
E&H-006	Compresor de aire	hM	\$ 78,247	0.002	hM/M2	\$ 156.49
E&H-013	Herramienta menor	%	-	2	%/M2	\$ 1.174
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 288.08
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 1,097

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP VI: ASEO Y LIMPIEZA				FECHA:		
ITEM: 5.1 Aseo general				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
V/R MATERIALES						\$ -
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 7,337.63	0.16	hH/M3	\$ 1,174.02
V/R MANO DE OBRA						\$ 1,174
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-013	Herramienta menor	%	-	20	%/M3	\$ 234.80
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 235
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 1,409

Anexo 23 Lista de materiales

LISTA DE MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	Vr. UNITARIO	PROVEEDOR	FECHA	OBSERVACIONES
MAT-001	Acero de refuerzo fy 37 Mpa	Kg	\$ 2,800.00	HOME CENTER	sep-19	
MAT-002	Aditivo acelerante (Sikaset-L)	KG	\$ 13,580.00	HOME CENTER	sep-19	
MAT-003	Agua	Lt	\$ 15.00	AGUAS KPITAL	sep-19	
MAT-004	Arena lavada tamaño 0-5mm con transporte	M3	\$ 36,000.00	TRITURADORA LA ROCA	sep-19	
MAT-005	Base granular tamaño maximo 1 1/2"	M3	\$ 39,004.00	TRITURADORA LA ROCA	sep-19	
MAT-006	Cemento gris (Cemex)	KG	\$ 550.00	HOME CENTER	sep-19	
MAT-007	Concreto preparado en obra resistencia de 21 Mpa TM3/4"	M3	\$ 280,000.00	ANÁLISIS BÁSICO	sep-19	
MAT-008	Emulsion asfáltica CRL-0	litro	\$ 1,000.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-009	Geotextil NT 1600 Gerfor	M2	\$ 3,535.00	HOME CENTER	sep-19	
MAT-010	Material de afirmado (CBR>=10%)	m3	\$ 3,540.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-011	Material de Terraplen	M3	\$ 13,345.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-012	Mezcla densa en caliente MDC-2	M3	\$ 320,000.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-013	Pistola de calafateo	UND	\$ 13,200.00	HOME CENTER	sep-19	
MAT-014	Puntillas 1*400grs	KG	\$ 5,800.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-015	Sello elastico para juntas Sikaflex-1A	ml	\$ 86.33	HOME CENTER	sep-19	
MAT-016	Sub-base granular tamaño maximo 2"	M3	\$ 27,467.00	TRITURADORA LA ROCA	sep-19	
MAT-017	Tabla pegachento 2x20x300	UND	\$ 10,353.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	
MAT-018	Triturado 3/4" con transporte	M3	\$ 26,050.00	TRITURADORA LA ROCA	sep-19	
MAT-019	Vara comun 4m	UND	\$ 12,500.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2019	sep-19	

Anexo 24 Lista de equipos

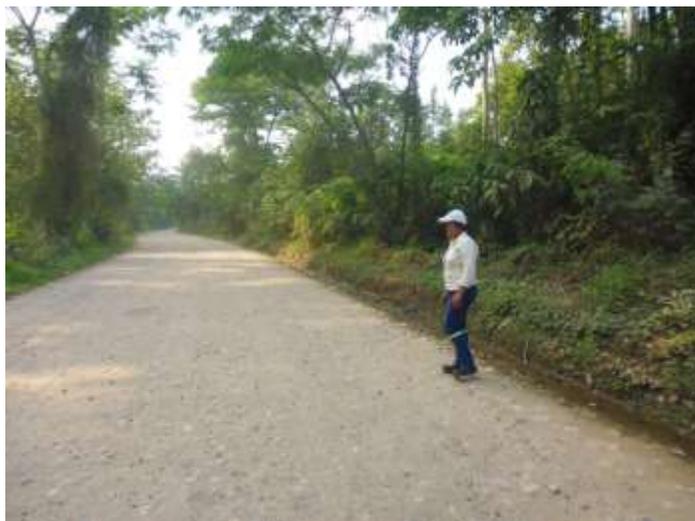
ALQUILERES DE EQUIPOS & HERRAMIENTAS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	FECHA	OBSERVACIONES
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800.00	sep-19	
E&H-002	Carrotanque irrigador de asfalto	hM	\$ 65,205.00	sep-19	
E&H-003	Cizalla manual	dU	\$ 10,971.00	sep-19	
E&H-004	Compactador de llantas	hM	\$ 80,000.00	sep-19	
E&H-005	Cortadora de juntas	dM	\$ 79,730.00	sep-19	
E&H-006	Compresor de aire	hM	\$ 78,247.00	sep-19	
E&H-007	Dobladora manual	dU	\$ 10,971.00	sep-19	
E&H-008	Equipo de Computacion	mE	\$ 724,500.00	sep-19	
E&H-009	Equipo de Topografia	dE	\$ 103,500.00	sep-19	
E&H-010	Equipo de Topografia	mE	\$ 3,105,000.00	sep-19	
E&H-011	Finisher SB-111	hM	\$ 108,675.00	sep-19	
E&H-012	Formaleta metalica sardineles	dU	\$ 857.00	sep-19	
E&H-013	Herramienta menor	%	-	sep-19	
E&H-014	Motoniveladora	hM	\$ 110,000.00	sep-19	
E&H-015	Mezcladora 1 bulto	dM	\$ 47,600.00	sep-19	
E&H-016	Motoguadaña	dM	\$ 25,875.00	sep-19	
E&H-017	Retroexcavadora 215/E120B	hM	\$ 150,075.00	sep-19	
E&H-018	Vibrador (Gas/Elect)	dM	\$ 59,500.00	sep-19	
E&H-019	Vibrocompactador	hM	\$ 90,000.00	sep-19	
E&H-020	Volqueta 5 m3	Vje	\$ 80,000.00	sep-19	
E&H-021	Volqueta 5 m3	M3/KM	\$ 950.00	sep-19	

Anexo 25 Cuadro de cuadrillas

CUADRO DE CUADRILLAS					
Código	Cuadrilla Of x Ay	Jornal + P.S	DC	hC	hH
CUA-01	Cuadrilla 0x1	\$ 58,701.00	\$ 58,701.00	\$ 7,337.63	\$ 7,337.63
CUA-02	Cuadrilla 0x2	\$ 117,402.00	\$ 117,402.00	\$ 14,675.25	\$ 7,337.63
CUA-03	Cuadrilla 0x3	\$ 176,103.00	\$ 176,103.00	\$ 22,012.88	\$ 7,337.63
CUA-04	Cuadrilla 1x0	\$ 84,862.23	\$ 84,862.23	\$ 10,607.78	\$ 10,607.78
CUA-05	Cuadrilla 1x1	\$ 143,563.23	\$ 143,563.23	\$ 17,945.40	\$ 8,972.70
CUA-06	Cuadrilla 1x2	\$ 202,264.23	\$ 202,264.23	\$ 25,283.03	\$ 8,427.68
CUA-07	Cuadrilla 1x3	\$ 260,965.23	\$ 260,965.23	\$ 32,620.65	\$ 8,155.16
CUA-08	Cuadrilla 1x4	\$ 319,666.23	\$ 319,666.23	\$ 39,958.28	\$ 7,991.66
CUA-09	Cuadrilla 1x6	\$ 437,068.23	\$ 437,068.23	\$ 54,633.53	\$ 7,804.79
CUA-11	Cuadrilla 2x1	\$ 228,425.46	\$ 228,425.46	\$ 28,553.18	\$ 9,517.73
CUA-12	Cuadrilla 2x2	\$ 404,528.46	\$ 404,528.46	\$ 50,566.06	\$ 12,641.51

CODIGO	CUADRILLA	hH
ING-01	Ingeniero geotecnista	\$ 70,417
TOPO-01	Topografo	\$ 19,795
CADE-01	cadenero 1	\$ 16,525
CADE-02	cadenero 2	\$ 13,255
AYESP-01	ayudante de especialidad	\$ 8,646

Anexo 26 Registro fotográfico



Fotografía 1. Inicio corredor vial tramo 1. Año 2019.



Fotografía 2. Estado de la vía tramo 1. Año 2019.



Fotografía 3. Estado de la vía tramo 2. Año 2019.