

	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): SANDRA YANETH **APELLIDOS:** ORTEGA ROJAS
NOMBRE(S): KAIRY **APELLIDOS:** ANGULO OCHOA

FACULTAD: INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JUAN CARLOS **APELLIDOS:** PALENCIA ORTIZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOMÉTRICOS DEL CORREDOR VIAL CALLE 10 SUR CON AVENIDA 18 HASTA LA AVENIDA 1 UBICADO EN LA COMUNA 8 DEL BARRIO DOÑA NIDIA DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

El trabajo trata acerca del, Estudio y diseño geométrico del corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la avenida 18 con calle 12 hasta la intersección con la calle 30 del barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander. Se propone, Realizar el estudio y diseño en la localidad antes mencionada, conforme a la normativa como el manual de carreteras INVIAS del 2008 y el manual de diseños para vías urbanas. Para ello, se obtiene el levantamiento topográfico en terreno natural, utilizando la estación total con la que se obtiene la planimetría. Seguido de, Registrar el número de vehículos que circulan diariamente mediante un aforo vehicular. Para luego, realizar el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales. Y finalmente, Diseñar la estructura en pavimento flexible por el Método del INVIAS. Se trata de, una investigación descriptiva. La población hace referencia a los habitantes de la comuna 8 barrio doña nidia ciudad san José de Cúcuta. Mientras que, la muestra son las 300 familias, las cuales transitan diariamente por el corredor vial. Los resultados se presentan con adecuadas fichas técnicas de datos, memorias de cálculo, diseños elaborados en AutoCAD y Civil 3D.

PALABRAS CLAVE: Diseño geometrico. Corredor vial, estudio, INVIAS, manual, aforo, planimetría.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 170 **PLANOS:** 7 **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

COPIA NO CONTROLADA

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOMÉTRICOS DEL CORREDOR VIAL CALLE 10 SUR CON
AVENIDA 18 HASTA LA AVENIDA 1 UBICADO EN LA COMUNA 8 DEL BARRIO
DOÑA NIDIA DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

SANDRA YANETH ORTEGA ROJAS

KAIRY ANGULO OCHOA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOMÉTRICOS DEL CORREDOR VIAL CALLE 10 SUR CON
AVENIDA 18 HASTA LA AVENIDA 1 UBICADO EN LA COMUNA 8 DEL BARRIO
DOÑA NIDIA DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

SANDRA YANETH ORTEGA ROJAS

KAIRY ANGULO OCHOA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

JUAN CARLOS PALENCIA ORTIZ

Ingeniero Civil, Esp.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

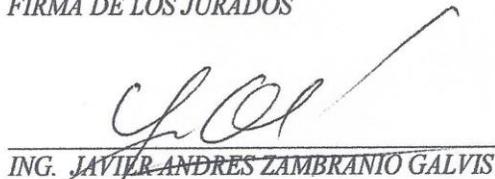
ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 17 DE AGOSTO DE 2018 HORA: 8:00 a. m.
LUGAR: FU - 304- UFPS
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL
TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOMETRICOS DEL CORREDOR VIAL CALLE 10 SUR CON AVENIDA 18 HASTA LA AVENIDA 1 UBICADO EN LA COMUNA 8 DEL BARRIO DOÑA NIDIA DE LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER".
JURADOS: ING. JAVIER ANDRES ZAMBRANIO GALVIS
ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA
DIRECTOR: INGENIERO JUAN CARLOS PALENCIA ORTIZ.

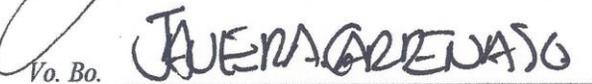
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
KAIRY ANGULO OCHOA	1112726	4,2	CUATRO, DOS
SANDRA YANETH ORTEGA ROJAS	1112631	4,2	CUATRO, DOS

APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS


ING. JAVIER ANDRES ZAMBRANIO GALVIS


ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

Vo. Bo. 
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Contenido

	pág.
Introducción	14
1. Problema	15
1.1 Título	15
1.2 Planteamiento del Problema	15
1.3 Formulación del Problema	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
1.5 Justificación	17
1.6 Alcances y limitaciones	18
1.6.1 Alcances	18
1.6.2 Limitaciones	18
1.7 Delimitaciones	18
1.7.1 Delimitación espacial	18
1.7.2 Delimitación temporal	19
1.7.3 Delimitación conceptual	19
2. Marco Referencial	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Marco Teórico	20
2.2.1 Diseño en planta del eje de la vía	21
2.2.2 Diseño en perfil del eje de la vía	23

2.2.3	Diseño de la sección transversal de la vía	29
2.2.4	Sistemas de drenajes para carreteras	30
2.3	Marco Conceptual	36
2.4	Marco Contextual	39
2.5	Marco Legal	40
3.	Diseño Metodológico	43
3.1	Tipo de Investigación	43
3.2	Población y Muestra	43
3.2.1	Población	43
3.2.2	Muestra	43
3.3	Instrumentos para la Recolección de Información	43
3.4	Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	44
3.5	Presentación de Resultados	44
3.6	Administración del Proyecto	44
3.6.1	Recursos humanos	44
3.6.2	Recursos institucionales	44
3.6.3	Recursos materiales	44
4.	Levantamiento Topográfico	45
5.	Diseño Geométrico	47
5.1	Clasificación de la Vía	47
5.2	Velocidad de Diseño	47
5.3	Diseño en Planta del Eje de la Vía	48
5.3.1	Curvas horizontales	48

5.3.1.1 Peralte máximo (emáx)	48
5.3.1.2 Radio de curvatura mínimo	49
5.4 Diseño de perfil del eje de la vía	50
5.4.1 Tangente vertical	50
5.4.2 Curvas verticales	50
5.5 Diseño de la Sección Transversal de la Vía	51
5.5.1 Ancho de calzada	51
5.5.2 Bombeo	51
6. Estudio de Transito	52
7. Estudio Geotécnico	56
7.1 Análisis Geotécnico	56
7.1.1 Características físico mecánicas del sub suelo	56
7.2 Categoría de Subrasante	61
8. Diseño de la Estructura del Pavimento Asfáltico por el Método INVIAS	63
9. Recomendación de la Evacuación de Aguas Lluvias	67
9.1 Drenaje Longitudinal	67
9.1.1 Cálculo del caudal de escorrentía	68
9.1.2 Seccion y altura de bordillo	73
10. Estimación de Costos y presupuestos	75
11. Conclusiones	77
12. Recomendaciones	79
Referencias Bibliográficas	80
Anexos	83

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Elementos de la curva circular	21
Figura 2. Elementos del empalme Espiral – Espiral	22
Figura 3. Elementos del empalme espiral – círculo – espiral	23
Figura 4. Elementos de la curva vertical simétrica	25
Figura 5. Elementos de la curva vertical asimétrica	26
Figura 6. Localización del proyecto	40
Figura 7. Volumen vehicular	53
Figura 8. Ubicación de apiques	56
Figura 9. CBR inalterado	62
Figura 10. Diferentes alternativas estructurales	64
Figura 11. Alternativas estructurales (Dimensiones en mm)	65
Figura 12. Estructura del pavimento asfáltico	66
Figura 13. Delimitación de la cuenca	68
Figura 14. Distribución de áreas	70
Figura 15. Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la Estación Aeropuerto Camilo Daza	72

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Relación entre la pendiente máxima y la velocidad específica de la tangente vertical	24
Tabla 2. Longitud mínima de la tangente vertical	24
Tabla 3. Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parda y longitudes mínima según el criterio de operación en curvas verticales	29
Tabla 4. Bombeo de la calzada	30
Tabla 5. Valores de coeficiente de rugosidad (n)	32
Tabla 6. Criterios de diseño generalizados para estructuras de control	36
Tabla 7. Velocidad de diseño de referencia Vs. Jerarquía de la vía y tipo de terreno	47
Tabla 8. Tipo de curva de acuerdo al ángulo de deflexión	48
Tabla 9. Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos	49
Tabla 10. Volumen Vehicular	53
Tabla 11. Factor de equivalencia	54
Tabla 12. Tasa promedio de crecimiento del tránsito	55
Tabla 13. Resultados de ensayos de suelos	60
Tabla 14. Categorías de subrasante	61
Tabla 15. Categorías de tránsito	63
Tabla 16. Categoría de la subrasante	63
Tabla 17. Distribución de áreas	70
Tabla 18. Coeficiente de Impermeabilidad	71
Tabla 19. coeficientes C	72

Tabla 20. Valores en mm/hora para cada duración de acuerdo al periodo de retorno

Estación Aeropuerto Camilo Daza 73

Tabla 21. Presupuesto 76

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Cartera de campo	84
Anexo 2. Cartera de oficina	90
Anexo 3. Cartera de coordenadas	96
Anexo 2. Diseño Geométrico Curvas Horizontales	98
Anexo 3. Diseño Geométrico Curvas Verticales y movimiento de tierras	111
Anexo 4. Conteo Vehicular	124
Anexo 5. Estudio Geotécnico	131
Anexo 6. Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.) pavimento flexible	152
Anexo 7. Registro Fotográfico	169

Resumen

El trabajo trata acerca del, Estudio y diseño geométrico del corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la avenida 18 con calle 12 hasta la intersección con la calle 30 del barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander. Motivado a, Como aporte académico y en beneficio para la comunidad de la comuna 8, se realizó un diagnóstico visual al corredor vial del barrio doña Nidia en la Avenida 18, determinando que no tiene capa de rodadura impermeable quedando expuesta al deterioro por agentes exteriores como la acción del viento, acción del agua que en el estado en que se encuentra siempre perjudica a la comunidad por levantamiento de polvo. Se propone, Realizar el estudio y diseño del corredor vial ubicado sobre Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia, conforme a la normativa como el manual de carreteras INVIAS del 2008 y el manual de diseños para vías urbanas. Para ello, se obtiene el levantamiento topográfico en terreno natural, utilizando la estación total con la que se obtiene la planimetría. Seguido de, Registrar el número de vehículos que circulan diariamente mediante un aforo vehicular. Para luego, realizar el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales. Y finalmente, Diseñar la estructura en pavimento flexible por el Método del INVIAS. Se trata de, una investigación descriptiva. La población hace referencia a los habitantes de la comuna 8 barrio doña nidia ciudad san José de Cúcuta. Mientras que, la muestra son las 300 familias, las cuales transitan diariamente por el corredor vial. Se llevaran a cabo carteras de campo empleando los instrumentos necesarios para los estudios, además la utilización de una cámara fotográfica para el registro de evidencias. Los resultados se presentan con adecuadas fichas técnicas de datos, memorias de cálculo, diseños elaborados en AutoCAD y Civil 3D.

Abstract

The work deals with the Study and geometric design of the road corridor located in the sector Diego Jaramillo on the avenue 18 with 12th street until the intersection with the street 30 of Doña Nidia neighborhood, city of San José de Cúcuta, Norte de Santander. Motivated, As an academic contribution and benefit to the community of the commune 8, a visual diagnosis was made to the road corridor of the Nidia neighborhood on Avenida 18, determining that it has no waterproof coating and is exposed to deterioration by external agents such as the action of the wind, action of the water that in the state in which it is always harms the community by lifting dust. It is proposed, to carry out the study and design of the road corridor located on Avenida 18 with Calle 12 until the intersection with Calle 30 of Barrio Doña Nidia, in accordance with regulations such as the INVIAS road manual of 2008 and the design manual for urban roads. . For this, the topographic survey in natural terrain is obtained, using the total station with which the planimetry is obtained. Followed by, Record the number of vehicles that circulate daily through a vehicle capacity. To then, make the geometric design in plan, profile and cross sections. And finally, Design the structure in flexible pavement by the INVIAS Method. It is about, a descriptive investigation. The population refers to the inhabitants of the district 8 neighborhood doña nidia city San José de Cúcuta. While, the sample is the 300 families, which travel daily through the road corridor. Field portfolios will be carried out using the necessary instruments for the studies, as well as the use of a photographic camera for the recording of evidences. The results are presented with adequate technical data sheets, calculation memories, designs made in AutoCAD and Civil 3D.

Introducción

En la ciudad de Cúcuta se conoce que en los últimos años ha llegado innumerables inmigrantes del país vecino incrementando la población de manera colosal junto con el crecimiento propio de la ciudad, lo cual ha generado una expansión notable a los alrededores de la urbe sin un control de planeación municipal viéndose como se crean continuamente asentamientos urbanos por personas con grandes familias que llevan día a día el alimento a sus seres queridos, en zonas de bajos recursos económicos, donde hace falta atender necesidades básicas como conexión a los servicios públicos y se ve inminentemente la ausencia de la estructura del pavimento que conlleva al mal estado de la vía y el desarrollo de enfermedades respiratorias, también incrementa la probabilidad de ocurrir accidentes en tiempos de lluvias debido al aumento de baches que a la vez quedan cubiertos de agua. Por lo mencionado, nace una propuesta creada por los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander, quienes desean contribuir de manera Ingenieril en el Barrio Doña Nidia específicamente en el corredor ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30, cuya longitud es de 813.65 metros; aportando un proyecto que abarque el Diseño Geométrico vial y lo que se establece en los objetivos del presente, cumpliendo a cabalidad cada uno de ellos, para al final ser aprobado en la Institución y ser entregado a la Junta de Acción Comunal a la que pertenece el corredor en estudio.

1. Problema

1.1 Título

Estudio y diseño geométrico del corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la avenida 18 con calle 12 hasta la intersección con la calle 30 del barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander.

1.2 Planteamiento del Problema

Como aporte académico y en beneficio para la comunidad de la comuna 8, se realizó un diagnóstico visual al corredor vial del barrio Doña Nidia en la Avenida 18, determinando que no tiene capa de rodadura impermeable quedando expuesta al deterioro por agentes exteriores como la acción del viento, acción del agua que en el estado en que se encuentra siempre perjudica a la comunidad por levantamiento de polvo (tierra) que puede causar enfermedades respiratorias y que en temporadas de lluvias se generan baches quedando cubiertos con el agua la cual son causantes de accidentes como caídas. Además, del mal estado en que se encuentra la vía por falta de pavimento, cabe mencionar que existe la ausencia de otras obras de infraestructura como drenajes, andenes que dificultan el paso peatonal por la misma.

1.3 Formulación del Problema

¿Se requiere una propuesta de incluya los estudios y diseños para el corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander, que mejore adecuadamente las condiciones actuales de la vía quedando funcional, cómoda, segura para los vehículos y habitantes del Sector que transiten por la misma?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Realizar el estudio y diseño del corredor vial ubicado sobre Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia, conforme a la normativa como el manual de carreteras INVIAS del 2008 y el manual de diseños para vías urbanas IDU.

1.4.2 Objetivos específicos. Obtener el levantamiento topográfico en terreno natural, utilizando la estación total con la que se obtiene la planimetría y altimetría del corredor en estudio, para conocer datos de la superficie como secciones transversales, perfil del terreno y curvas de nivel.

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 tránsito 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.

Estudiar la caracterización del suelo realizando los ensayos de: Humedad natural, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg y obtener su capacidad de soporte de subrasante CBR (California Bearing Ratio), cumpliendo con la normas de Ensayo de materiales para carreteras establecida por el INVIAS.

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

Recomendar y si es necesario diseñar obras para el manejo de aguas superficiales.

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

Valorar la propuesta estudiada mediante la estimación de los costos y el presupuesto total del proyecto teniendo como base los valores establecidos en el construprecios de marzo de 2018.

1.5 Justificación

El objetivo de las vías de acceso urbanas es permitir la movilidad vehicular de particulares y de transporte público de manera que lleguen al punto de destino de forma segura, ya que, este tipo de infraestructura vial comunica los barrios que se encuentran en la urbe y conectan con zona metropolitana, los cuales influyen en que la ciudad pueda tener un sistema correcto de rutas de transporte público que abarque todas las zonas, que pueda tener un adecuado flujo vehicular en las horas pico por ofrecer diversos accesos viales y así control del tránsito. Dependientemente el avance y desarrollo económico están ligados al hecho de tener una buena oferta vial que se encuentre en estado óptimo, por lo que es un factor que atrae el turismo y aumenta el comercio en las urbes que son índices que perjudican o benefician la calidad de vida de los habitantes. Es por esto, que se encuentra la necesidad de producir una propuesta en el barrio Doña Nidia, donde sus calles aseguren los criterios de funcionalidad, seguridad, comodidad, estética, integración con el entorno de la forma adecuada, la cual requiere de estándares ingenieriles que mejoren su condición y funcionamiento para reducir los riesgos a los que se expone la comunidad y que más bien la beneficie con una solución apropiada como realizar el Diseño geométrico y de la estructura del Pavimento, además recomendar o diseñar si lo requiere obras para los drenajes de aguas lluvias.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances. Realizar la propuesta de Estudios y Diseño geométrico del corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander, el cual tiene 813.65 metros, cumpliendo con lo estipulado en la normativas para los Diseños y haciendo cada uno de los estudios que se requieren para el desarrollo del mismo.

1.6.2 Limitaciones. Los estudios de suelos solo aplican para este proyecto.

El diseño geométrico y las cantidades de obra se obtienen únicamente para el corredor vial mencionado.

Los datos históricos para la proyección del tránsito vehicular pueden presentar carencia de información o inexistencia total de la misma o entidades que no brindan la información necesaria para determinar una adecuada tasa de crecimiento debido al costo excesivo para obtener la información.

Los costos y presupuestos estimados para el proyecto, solo aplican para los precios tenidos en cuenta del mes de marzo basado en el construprecios, del primer periodo del año 2018.

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

1.7 Delimitaciones

1.7.1 Delimitación espacial. El corredor en estudio se localiza en el sector Diego Jaramillo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander, el cual tiene 813.65 metros de longitud.

1.7.2 Delimitación temporal. El proyecto se realizara en un periodo de 5 meses contados a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto.

1.7.3 Delimitación conceptual. Se tendrá las siguientes nociones relacionadas en Infraestructura Vial como: Carretera, Carretera Afirmada, Afirmado, Carretera No Pavimentada, Carretera Pavimentada, Pavimento, Rasante, Subrasante, Base, Subbase, Asfalto, Asfalto De Curado Lento (Sc), Asfalto De Curado Medio (Mc), Asfalto De Curado Rápido (Rc), Asfalto De Imprimación, Asfalto Diluido, Asfalto en Película Delgada, Asfalto Modificado, Aplicación Asfáltica, Adoquinado, Adoquín, Pavimento Asfáltico Reciclado, Pavimento Flexible, Pavimento Rígido.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Un proyecto dirigido corresponde a los estudiantes Fernández, Casas (sf) de la Universidad Francisco de Paula Santander, quienes realizaron: “Propuesta de diseño para la modalidad trabajo dirigido, del corredor vial, tramo 1 de la av. 18 que inicia en la calle 28 y culmina en la calle 35^a, tramo 2 de la av. 14 que inicia en la calle 32 y culmina en la calle 33^a, del barrio los límites, municipio de villa del rosario, norte de Santander”. En este proyecto utilizaron los parámetros del Invias para realizar el diseño geométrico, realizaron estudios en laboratorios y estudios vehiculares, adicionalmente presentan el diseño de la estructura del pavimento y los costos estimados con su presupuesto total.

De igual forma debe mencionarse el trabajo de grado de Mantilla, Vergel (sf) titulado diseño geométrico 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 urbanización 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 del Instituto Nacional de Vías, en adelante llamado INVIAS (2012) 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, manejo 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. Se explica a continuación:

Curvas horizontales: De acuerdo al Manual del INVIAS(2012) se tomara 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.

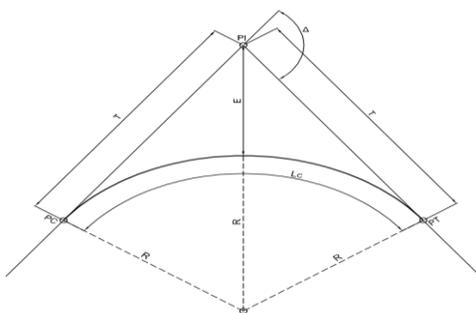


Figura 1. Elementos de la curva circular

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

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.

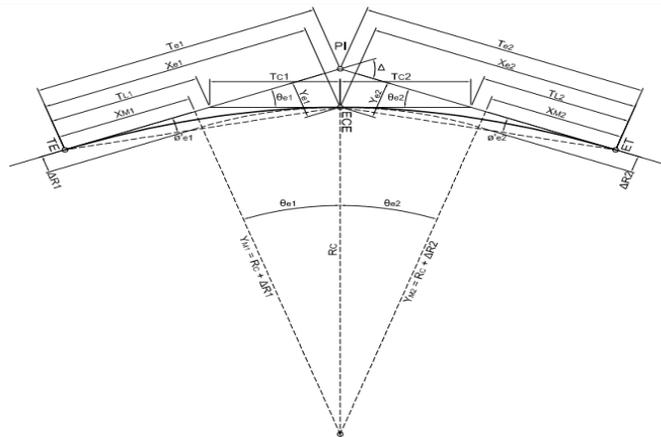


Figura 2. Elementos del empalme Espiral – Espiral

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

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).

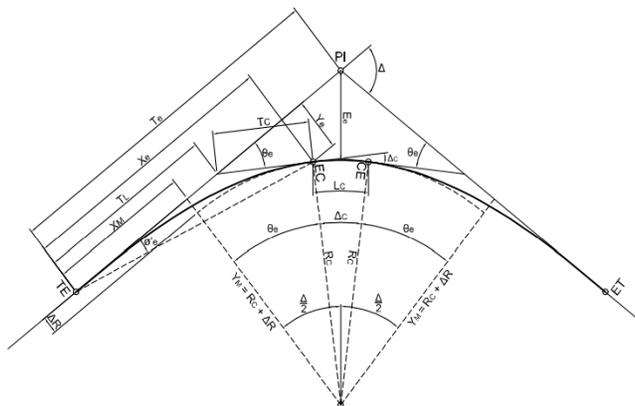


Figura 3. Elementos del empalme espiral – círculo – espiral

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

2.2.2 Diseño en perfil del eje de la vía. De acuerdo al Manual del INVIAS se tomara 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 principal mente 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:

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: Ministerio de Transporte, 2008

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.

Longitud mínima. Para determinar la longitud mínima de las tangentes verticales 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: Ministerio de Transporte, 2008

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.

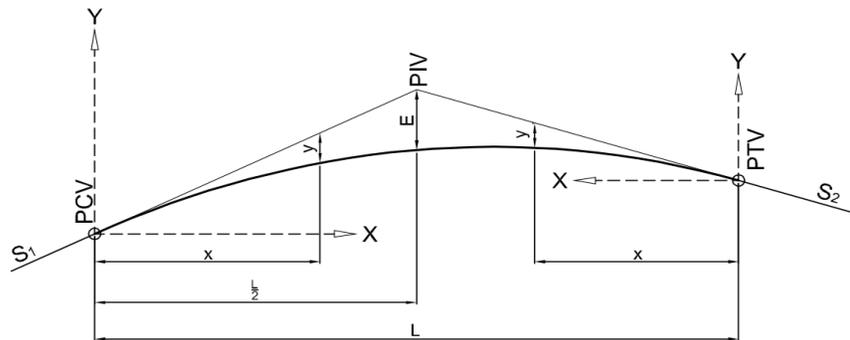


Figura 4. Elementos de la curva vertical simétrica

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

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.

S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S_2 : 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 (L_1 , L_2) que se unen en la proyección vertical del PIV.

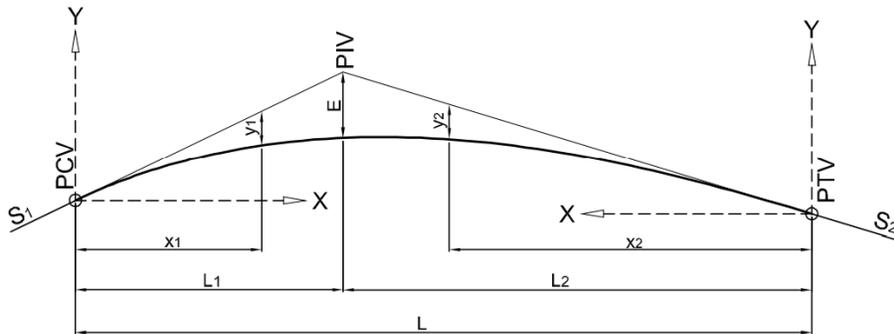


Figura 5. Elementos de la curva vertical asimétrica

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

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:

$$E = \frac{A * L_1 * L_2}{200(L_1 + L_2)}$$

X_1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV.

X_2 : Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

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

Y_1 : ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la expresión:

Y_2 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera 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).

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

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 mínima 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 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

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

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: Ministerio de Transporte, 2008

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:

La eliminación del agua superficial de la vía.

El cruce de arroyos o de canales superficiales.

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 la calzada 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. (Perez , 2013, p. 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: Chow, 1994

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.

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 creciente 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

2.3 Marco Conceptual

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes en el MTC

Carretera Afirmada: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado.

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

Carretera no Pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Carretera pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: Subbase, base y rodadura.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Subbase: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

Asfalto: Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.

Asfalto de curado lento (SC): Asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y aceites de baja volatilidad.

Asfalto de curado medio (MC): Asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y un diluyente tipo kerosene de volatilidad media.

Asfalto de curado rápido (RC): Asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y un diluyente tipo nafta o gasolina de alta volatilidad.

Asfalto de imprimación: Asfalto fluido de baja viscosidad (muy líquido) que por aplicación penetra en una superficie no bituminosa.

Asfalto diluido: Cemento asfáltico que ha sido licuado al mezclarlo con solventes de petróleo (también llamados diluyentes). De acuerdo con el tiempo de curado determinado por la naturaleza del diluyente utilizado, el asfalto diluido se clasifica en: RC, MC, SC. Los diluyentes se evaporan una vez expuestos a las condiciones atmosféricas, permitiendo así que el cemento asfáltico realice su función.

Asfalto en película delgada: Asfalto sometido a proceso de calentamiento para determinar el efecto del calor y del aire sobre una película del mismo. El envejecimiento puede efectuarse en horno TFOT o RTFOT.

Asfalto modificado: Producto de la incorporación de un polímero u otro modificador en el asfalto para mejorar sus propiedades físicas y geológicas como la disminución de la susceptibilidad a la temperatura y a la humedad

Aplicación asfáltica: Utilización del material asfáltico en sus distintas formas con o sin agregados

Adoquinado: Tipo de pavimento cuya superficie de rodadura está formada por adoquines.

Adoquín: Piedra labrada, concreto u otro material en forma de un prisma para uso en pavimentos

Pavimento asfáltico reciclado: Pavimento asfáltico resultante de la mezcla asfáltica antigua recuperada mediante fresado y con adición de asfalto, agregados y de ser el caso aditivos, según diseño.

Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.

Pavimento rígido: Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos.

2.4 Marco Contextual

Ubicación del proyecto: Corredor vial ubicado en el sector Diego Jaramillo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia, ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander

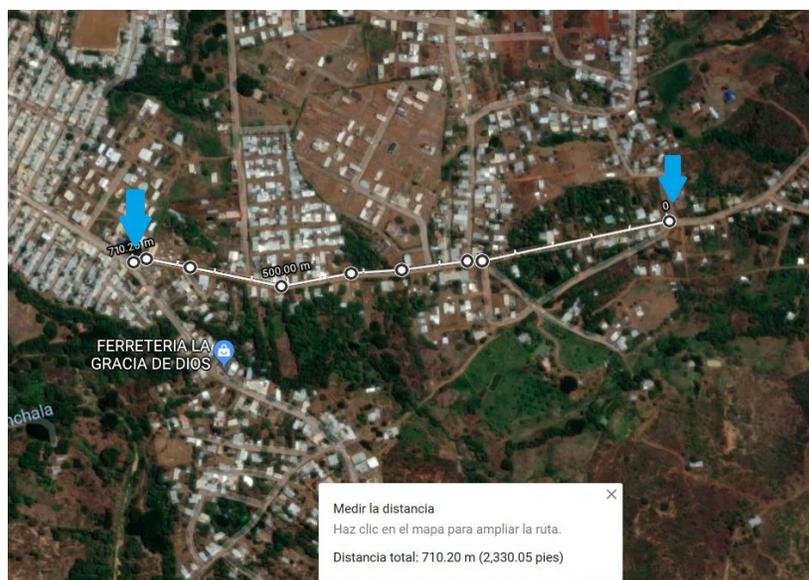


Figura 6. Localización del proyecto

Fuente: Google Earth, 2018

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

Se considera que la propuesta es de tipo de investigación descriptiva, por lo que involucra la observación y búsqueda de información, permitiendo estudiar y conceptualizar características y componentes que intervienen en el diseño geométrico del corredor vial en el barrio Doña Nidia de la ciudad de Cúcuta.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. Hace referencia a los habitantes de la comuna 8 barrio doña nidia ciudad san José de Cúcuta

3.2.2 Muestra. El proyecto beneficiará a 300 familias, las cuales transitan diariamente por el corredor vial.

3.3 Instrumentos para la Recolección de Información

Se llevaran 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 utiliza herramientas informáticas para el adecuado procesamiento de datos como Excel, AutoCAD, Civil 3D.

3.5 Presentación de Resultados

Los resultados se presentarán con adecuadas fichas técnicas de datos, memorias de cálculo, diseños elaborados en AutoCAD y Civil 3D.

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:

Sandra Janeth Ortega Rojas código. 1112631 de 10^{mo} semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

Kairy Angulo Ochoa código: 1112726 de 10^{mo} semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

Juan Carlos Palencia Ortiz Ingeniero Civil. Director del proyecto.

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. Levantamiento Topográfico

La topografía se realizó por los estudiantes encargados del proyecto con los equipos que la universidad permitió para el desarrollo de esta actividad, llevando al campo la estación Total, prisma, GPS, estacas, martillo, pintura, machete, los cuales son los apropiados para hacer la planimetría y altimetría de la vía en estudio de la siguiente forma:

Dado que la estación total es un equipo usado para obtener la representación gráfica de los elementos que componen las cadenas planimétricas y altimétricas simultáneamente, se utilizó en este caso, para obtener la poligonal o eje de vía existente como la nivelación de toda la vía, así que, para el levantamiento topográfico se instaló el equipo en un punto con mayor visualización, donde se posicionó el trípode y luego se niveló correctamente el instrumento.

Se procede a configurar el equipo: Primero se amarra las coordenadas que indica un GPS sobre el punto de referencia, y segundo se digitó los datos del primer punto con la altura del prisma, luego, se tomó cada uno de los puntos como bordes de vía, paramentos, alcantarillas, postes, vértices, pozos, hasta finalizar, teniendo en cuenta los cambios necesarios y las alturas en cada punto, quedando todo guardado en el almacenamiento que porta el equipo.

Se recoge la estación y se guarda el resto de herramientas.

En oficina se conectó la memoria al computador para descargar los datos con el programa Topolink y pasarlos a Excel donde se acomodaron y se guardaron en block de notas. Finalmente, se importó los puntos al Software Autocad para obtener el Plano Topográfico.

El programa mencionado tiene unas propiedades que permitió dibujar el perfil longitudinal con el que se midió las pendientes del terreno y se halló su promedio cuyo valor es de 4.71%

para así determinar el tipo de terreno de acuerdo a la norma INVIAS, clasificándolo como terreno ondulado. En el Anexo A. se encuentra las carteras de campo y de oficina que se obtuvo de la topografía.

5. Diseño Geométrico

Para el diseño Geométrico, se necesitó determinar los siguientes parámetros establecidos en el Manual de diseño de carreteras INVIAS y Manual de vías urbanas (IDU):

5.1 Clasificación de la Vía

El Manual de Diseño de Vías Urbanas (IDU) clasifica las vías de acuerdo a su funcionalidad que para este caso corresponde a una malla vial local, ya que está definida como aquella que “Está conformada por los tramos viales cuya principal función es la de permitir la accesibilidad a las unidades de vivienda”, por lo que tiene acceso a viviendas y a otras vías locales. Ministerio del Transporte, 2008.

5.2 Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño depende del tipo de terreno y la jerarquía funcional de la vía la cual se puede ver en la siguiente tabla del Manual de Diseño de Vías Urbanas (IDU).

Tabla 7. Velocidad de diseño de referencia Vs. Jerarquía de la vía y tipo de terreno

JERARQUÍA DE LA VÍA	TIPO DE TERRENO		
	Plano	Ondulado	Montañoso
Arterial Principal	100-120*	80-100*	60-80
Arterial Complementaria	80-100*	60-80	40-60
Vías Intermedia	40-60	30-40	20-30
Vías Locales	30-40	20-30	10-20

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

Para una vía local en terreno ondulado, la velocidad es de 20-30 Km/h, por lo que se considera una velocidad de 20 Km/h.

5.3 Diseño en Planta del Eje de la Vía

Se realizó el diseño del alineamiento horizontal utilizando el programa AutoCAD Civil 3D, donde se diseñó cada curva horizontal necesaria, teniendo el criterio de funcionalidad, economía, seguridad y comodidad.

5.3.1 Curvas horizontales. Las curvas horizontales está dada por tener un ángulo de deflexión en los puntos de intersección de la poligonal trazada para el diseño del alineamiento, al cual se determinó el tipo de curva, el peralte máximo y su radio de curvatura.

El manual del IDU indica que el Tipo de curva va de acuerdo al ángulo de deflexión, como se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Tipo de curva de acuerdo al ángulo de deflexión

ÁNGULO DEFLEXIÓN	DE	TIPO DE CURVA
0 - 2°		sin curva
2° - 6°		circular imple
6° - 20°		espiral - espiral
>20°		espiral - círculo - espiral

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

Del alineamiento horizontal se diseñó 9 curvas horizontales: 5 circulares simples, 3 espiral-espiral y 1 espiral-circulo-espiral.

5.3.1.1 Peralte máximo (em_{ax}). Según el manual del IDU: “en vías con velocidades inferiores a 30 km/h todo se maneja con bombeo normal”, por lo que, para este proyecto NO se tiene en cuenta el criterio de peralte.

5.3.1.2 Radio de curvatura mínimo. De la siguiente la tabla 9. se obtuvo el valor la fricción máxima, ya que el radio mínimo se calculó mediante la ecuación de Rmin, por lo que las curvas no tendrán peraltado.

Tabla 9. Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos

		Radio Mínimo Redondeado		
Velocidad de Diseño Km/h	f_{max}	$e_{max} = 4\%$	$e_{max} = 6\%$	$e_{max} = 8\%$
30	0.28	22	21	20
40	0.23	47	43	41
50	0.19	86	79	73
60	0.17	135	123	113
70	0.15	203	184	168
80	0.14	280	252	229
90	0.13	375	336	304
100	0.12	492	437	394
110	0.11	NA	560	501
120	0.09	NA	756	667

Fuente: Ministerio de Transporte, 2008

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})}$$

De la tabla anterior, se obtuvo una fricción máxima de 0.28, que se reemplazó en la siguiente ecuación:

De la anterior ecuación, se insertó el valor de la velocidad de diseño y de la fricción máxima obtenida por tablas, por lo que se obtuvo que el radio mínimo debe ser de 11 metros.

En el Anexo B, se encuentra las carteras correspondientes a los cálculos de los elementos geométricos de cada curva, su localización, se incluye el plano del trazado en planta.

5.4 Diseño de perfil del eje de la vía.

En el diseño de perfil se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

5.4.1 Tangente vertical. Se explica a continuación:

Pendiente máxima. Según el INVIAS los valores máximos pueden ser aumentados en un 2% por lo tanto para el diseño vertical se adoptó un valor máximo de pendientes del 10% entre las tangentes.

Longitud mínima. Este parámetro no se considera debido a las restricciones de espacio en la vía urbana.

5.4.2 Curvas verticales. En el diseño del alineamiento horizontal se trazó la línea de la rasante sobre el perfil longitudinal teniendo en cuenta que el trazado vertical sea generoso en cuanto al movimiento de tierras donde sea más corte y menos terraplén, luego, se diseñó las curvas verticales en los puntos máximos y mínimos de esta, siendo cóncavas, convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

En perfil se diseñó: 2 curvas cóncavas, 2 curvas convexas, cuyas carteras topográficas del trazado, los elementos de las curvas verticales diseñadas y la localización de cada una de ellas se encuentran en el Anexo C.

5.5 Diseño de la Sección Transversal de la Vía

El diseño de la sección transversal se puede observar el ancho de la calzada, la inclinación transversal que en este caso no tendrá y el bombeo que garantiza el drenaje superficial.

5.5.1 Ancho de calzada. El corredor en estudio tiene un ancho de calzada libre de 5.2 metros medidos transversalmente con el software Civil 3d.

5.5.2 Bombeo. Para este diseño se estableció un valor de bombeo del 2%.

6. Estudio de Transito

El estudio de transito es un conteo vehicular que se hizo sobre la Avenida 18 con Calle 12 hasta la intersección con la Calle 30 del Barrio Doña Nidia por los integrantes del proyecto, que se realizó como se menciona a continuación:

Se llevó a cabo el aforo vehicular en las horas picos (6-8am, 12-2pm, 6-8pm) durante una semana, registrando lo datos de acuerdo al tipo de vehículo con respecto a la hora por intervalos de 15 minutos, como se puede observar en el Anexo D. donde están las carteras de los conteos.

Se tomó los datos desde un solo punto central de la vía en estudio, por ser estratégico en cuanto a mejor visibilidad desde el punto de entrada hasta el punto de salida.

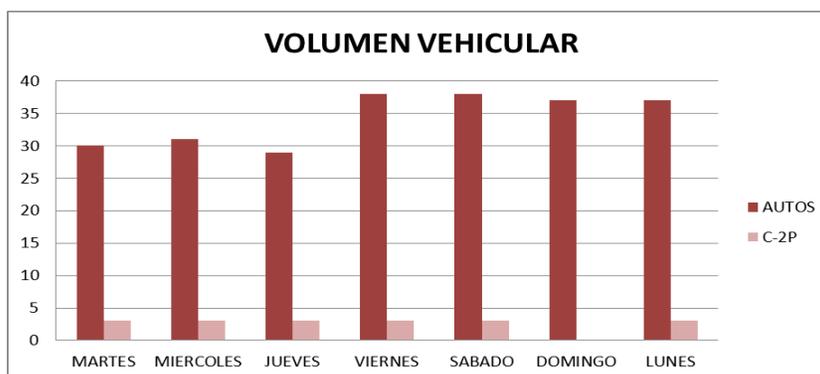
Luego, se procesó el conteo con la sumatoria de vehículos por los 7 días, cuyo volumen vehicular fue de 258 vehículos compuesto por autos y camiones C2P.

A este resultado, se multiplicó por un factor de 2.5 para estimar que el conteo fue de 15 horas por día, luego, se dividió en los 7 días de la semana dando como resultado un TPDs de 93 Veh/día.

Tabla 10. Volumen Vehicular

VOLUMEN VEHICULAR							
DIA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	VEHICULOS PESADOS				
	AUTOS	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥ C6
MARTES	30		3	0			
MIERCOLES	31		3	0			
JUEVES	29		3	0			
VIERNES	38		3	0			
SABADO	38		3	0			
DOMINGO	37		0	0			
LUNES	37		3	0			
TOTAL	240	0	18	0			
TOTAL	240	0	18				
Σ TDS	258						

En la siguiente gráfica, se puede observar el comportamiento del volumen vehicular durante la semana del conteo.

**Figura 7. Volumen vehicular**

Se calculó el tránsito promedio diario semanal:

$$TPDs = (258 * 2.5) / 7 = 93 \text{ Veh/día}$$

Con este estudio, se proyectó el tránsito con un método encontrado en el libro de Pavimentos para carreteras del Ingeniero Alfonso Montejo, así:

Se calcula el factor camión

$$FC = \frac{\%Bus * Fequi + \%C * FC(\text{camiones}) + \% Busetas * Fequi}{\%Bus + \%C + \% Busetas}$$

Primero, se obtuvo por medio de la Tabla 11. el factor de daño para el camión C2P.

Tabla 11. Factor de equivalencia

Tipo de vehículo	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.0
Bus grande		1.0
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3-C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
> C5	0.26	5.23

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Segundo, se determinó la composición del volumen vehicular que en este caso, 93.02% fue de autos, 6.98% fue de camiones C2P, pero el porcentaje teniendo en cuenta solo camiones fue el 100% para C2P.

El Factor de camión se calculó reemplazando:

$$FC(\text{camiones}) = (100 * 0.01) / (100) = \mathbf{0.01}$$

Periodo de Diseño: De acuerdo al manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito establece que el periodo de diseño estructural es de diez (10) años.

Tasa de crecimiento: En el Manual anteriormente mencionado se encontró la Tabla 12, obtenida del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, en las carreteras con bajos volúmenes de tránsito, donde se tomó una tasa de crecimiento de 2.0 debido a que se asume que el tránsito proyectado es inferior a 150.000 siendo T1 (ver la tabla 15, donde se presenta las categorías de tránsito).

Tabla 12. Tasa promedio de crecimiento del tránsito

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Determinación del Numero de Ejes Equivalentes 8,2 toneladas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño.

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

Dónde:

r: Rata anual de crecimiento del tránsito = 0.02

n: Periodo de diseño = 10 años

$$N = 93 * (0.0698) * 1.0 * 365 * \frac{(1 + 0.02)^{20} - 1}{\ln(1 + 0.02)} * 0.01 =$$

N = 261.90 Ejes equivalente de 8.2 Toneladas en el carril de diseño durante el Periodo de Diseño.

7. Estudio Geotécnico

El estudio geotécnico se desarrolló en el Laboratorio de suelos prestado por la Universidad Francisco de Paula Santander donde se llevó las muestras tomadas en campo mediante la abertura de 3 apiques de profundidad 1 metro con una distancia entre ellos de 250 metros como lo establece la Norma del INVIAS. De cada uno se tomó una muestra por estrato, que en este caso, como se observó un color similar se examinó un solo espécimen siendo 3 muestras de estudio en todo el corredor vial. También, se hincó unos moldes metálicos por apique para tomar la muestra inalterada para el ensayo de CBR. A continuación, se ilustra la ubicación de los apiques que fueron necesarios para el estudio geotécnico:



Figura 8. Ubicación de apiques

Fuente: Google Earth, 2017

7.1 Análisis Geotécnico

7.1.1 Características físico mecánicas del sub suelo. De acuerdo a las características físico mecánicas se tuvo en cuenta los ensayos para la clasificación de suelos como la humedad

natural, granulométrica por lavado y límites de atterberg. De acuerdo a la Normativa INV E del INVIAS, se explica el procedimiento de cada uno de los ensayos mencionados:

Humedad natural: Se pesó los portamuestras sin muestra en su interior.

Se homogeneizó la muestra obtenida y se extrajeron tres porciones que fueron depositadas en tres porta muestras, por cada apique.

Se pesó nuevamente cada uno de los porta muestras con una cantidad de suelo determinada (en estado húmedo).

Se sometieron las muestras pesadas a un secado directo por medio de un horno durante un periodo aproximado de un día.

Se pesaron las portas muestras junto con el suelo ya seco y se tabularon los datos.

Límites de consistencia (Límite líquido y Límite plástico): En este ensayo se preparó el material dejándolo al sol en determinado tiempo para dejarlo secar y pasarlo por la malla # 40 (0.42 mm) utilizando únicamente esa parte del suelo. Se procedió a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad.

Determinación del límite líquido: Se inició el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido

Se desmontó y secó la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento

Montar la cápsula en su posición para el ensayo

Se colocó entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo

Usando el acanalador se separó el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con raicillas

Se giró la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40

Se revuelve el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6)

Se tomó una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante

Se vació el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8),

Se repitió etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

Determinación del límite plástico: El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

Se utilizó una porción del material que queda del ensayo del límite líquido

Se tomó una bolita de suelo de 1 cm³ y se amasó sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro

Se debía reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico

El límite plástico corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado, es recomendable amasar una vez más el bastoncito

Se pesó inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad

Granulometría por lavado: De acuerdo al I.N.V.E – 123, se realizó el ensayo de granulometría para la clasificación de suelos, cuyo procedimiento a seguir fue:

Separar mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.

Se pesó una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se secó en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C ($230 + 9$ °F). Se pesaron de nuevo y se anotan los pesos.

Se colocó la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

Se lavó a continuación la muestra sobre el tamiz de 75 μm (No.200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.

Se recogió lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$) y se pesa.

Se tamizó en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones.

Finalmente, se realizó el análisis de los datos recolectados en el laboratorio.

Los ensayos para la clasificación de suelos se realizaron con el fin de tener información mínima necesaria para el diseño del pavimento que más adelante se menciona, y en su análisis de resultados poder aplicar el criterio ingenieril para mejorar la calidad del suelo si lo requiere.

Dado a los ensayos que se realizaron, se obtuvo la siguiente información, ver Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de ensayos de suelos

APIQUE	MUESTRA	%W	LL	LP	IP	AASHTO	USC	IG
1	1	10.70	47.06	16.21	30.84	A-7-5b	CL	26
2	1	13.12	45.10	17.88	27.22	A-7-5b	CL	22
3	1	12.17	44.94	14.53	30.40	A-7-5b	CL	25

Conforme a la anterior tabla se describe que el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (USCS) es una arcilla de baja plasticidad (CL) y según la AASHTO es un suelo arcilloso del grupo (A-7-5b) que denotan los suelos finos granulares con alto potencial expansivo, el cual es uniforme en todo el corredor en estudio.

Los análisis de los ensayos, se encuentran en el Anexo E. de este documento.

7.2 Categoría de Subrasante

Según la Norma I.N.V.E. - 148 – 07 “Este método de prueba se emplea para evaluar la resistencia potencial de materiales de subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados para empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles”.

.El valor del CBR que se obtuvo en el ensayo por el método inalterado fue de 3.86%, ver Anexo E, que es de comportamiento regular frente a una estructura de pavimento como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14. Categorías de subrasante

CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE
$CBR \leq 3$	Malo
$3 < CBR \leq 5$	Regular
$5 < CBR \leq 10$	Bueno
$CBR > 10$	Muy Bueno

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

En la siguiente figura, se observa que el molde y la muestra están sumergidos en el agua, siendo uno de los pasos para tomar las lecturas de las expansiones durante 4 días.



Figura 9. CBR inalterado

8. Diseño de la Estructura del Pavimento Asfáltico por el Método INVIAS

Para el diseño de pavimento asfáltico por el Método del Invias, se determinó tres parámetros que se requieren para identificar la estructura del pavimento como el Nivel de tránsito, categoría de la subrasante y Diseño de la estructura. El procedimiento para el diseño se muestra a continuación:

Nivel de tránsito:

Tabla 15. Categorías de tránsito

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN durante el período de diseño en el carril de diseño
T1	< 150.000
T2	150.000 - 500.000

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Se categorizó como **T1**, cuyo tránsito fue de 261.90 Ejes equivalente de 8.2 Tonelada, el cual es menor a 150.000 como lo indica la tabla anterior.

Categoría de la subrasante: De acuerdo al Manual del Invias, se han definido las categorías que se indican en la Tabla 15.

Tabla 16. Categoría de la subrasante

CATEGORÍA	CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE
S1	$CBR \leq 3$	Malo
S2	$3 < CBR \leq 5$	Regular
S3	$5 < CBR \leq 10$	Bueno
S4	$CBR > 10$	Muy Bueno

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Dado que el CBR es de 3.86, se encuentra en el rango de $3 < \text{CBR} < 5$, el cual se categorizó como un **S2** de acuerdo a la tabla anterior.

Diseño de la estructura: De las siguientes alternativas estructurales, se seleccionó aquella en donde no existe o no es posible utilizar el afirmado existente, ellas son:

Alternativa 1:	TSD	+	BG	+	SBG
Alternativa 2:	TSD	+	BG	+	BEC
Alternativa 3:	MDF-2	+	BG	+	SBG
Alternativa 4:	MDF-2	+	BEE-3	+	SBG (eventualmente)
Alternativa 5:	MDC-2	+	BG	+	SBG
Alternativa 6:	MDC-2	+	BG	+	BEC

Figura 10. Diferentes alternativas estructurales

De acuerdo a la necesidad de la vía y al criterio del diseñador se considera apropiada la **alternativa 5**, que es la que contiene Mezcla Densa en Caliente Tipo 2, Base granular y Subbase Granular.

Luego, se obtuvo la estructura del pavimento mediante la siguiente figura, que muestra las alternativas estructurales:

CATEGORIA DE SUBRASANTE	ESTRUCTURAS TIPO					
	1	2	3	4	5	6
S1 $3 \leq \text{CBR}$		N.A		N.A		
S2 $3 < \text{CBR} \leq 5$		N.A		N.A		
S3 $5 < \text{CBR} \leq 10$				N.A		
S4 $\text{CBR} > 10$						

Figura 11. Alternativas estructurales (Dimensiones en mm)

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Como resultado se obtuvo el siguiente Diseño del pavimento por el Método Invias para vías con bajos volúmenes de tránsito:

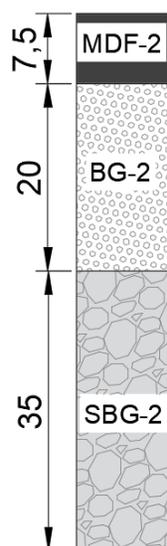


Figura 12. Estructura del pavimento asfáltico

9. Recomendación de la Evacuación de Aguas Lluvias

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permiten un manejo adecuado de los fluidos, para la cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción, y evacuación de los mismos.

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geo mecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujos, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo, y aun cuando el agua es un elemento fundamental para la vida, es una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial (Cosanher, 2015).

9.1 Drenaje Longitudinal

El objetivo de este tipo de obras es el de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua, que además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.

A continuación, se delimita la cuenca en la que se encuentra la vía para así conocer su respectiva área.



Figura 13. Delimitación de la cuenca

Fuente: Google Earth, 2018

9.1.1 Cálculo del caudal de escorrentía. Para el cálculo del caudal de escorrentía superficial se empleara el método racional, este se puede aplicar en áreas pequeñas menores a 80 Ha.

Para hallar el caudal pico de aguas lluvias por este método, se utilizó el área del drenaje, la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad.

$$Q = 2.78 C.I.A$$

Donde,

Q = Caudal pico de aguas lluvias, (L/s).

C = Coeficiente de impermeabilidad definido para cada área tributaria, (adimensional).

I = Intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración utilizado, (mm/h).

A = Área tributaria de drenaje, (Ha).

De acuerdo a lo anterior se procede:

Se procede a determinar el área aferente de en la localización de la vía mediante el software google earth pro mediante polígono y se determinan las áreas de las edificaciones con el software AutoCAD, dando como resultado 8.95 Ha de la cuenca a evaluar, donde 4.18 Ha son de viviendas y 4.77 Ha pertenecen a la vía en suelo y vegetación.



Figura 14. Distribución de áreas

Fuente: Google Earth, 2018

Tabla 17. Distribución de areas

DISTRIBUCION DE AREAS	
TIPO VIVIENDAS	AREA (Ha).
A1	0.080
A2	0.090
A3	0.634
A4	0.032
A5	0.083
A6	0.026
A7	0.069
A8	0.027
A9	0.014
A10	0.017
A11	0.187
A12	0.208
A13	0.071
A14	0.038
A15	0.430
A16	1.220
A17	0.955
A18	4.770

Según la tabla 17 se tiene en cuenta dos coeficientes de impermeabilidad siendo para cada área anteriormente mencionada, con esto, se promedió y así obtener un único valor del mismo.

$$C = \frac{(\Sigma C \times A)}{A}$$

Tabla 18. Coeficiente de Impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,30

Fuente: Ministerio de la Vivienda, 2000

Teniendo en cuenta lo expresado en la tabla anterior, para el área residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines el valor de $C = 0,90$ y el para el área de vegetación $C = 0,30$.

Tabla 19. coeficientes C

COEFICIENTE C			
TIPO	AREA (Ha).	C	A x C
CASAS	4.18	0.9	3.762
LADEREAS VEGETACION	4.77	0.3	1.431
$\Sigma=$	8.95	$\Sigma=$	5.193
		C. Prom	0.58

Para conocer la intensidad de precipitación se utilizaron datos registrados en la estación climatológica del IDEAM: Aeropuerto Camilo Daza, ubicada en la Ciudad de Cúcuta.

Se obtuvo las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) que constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos.

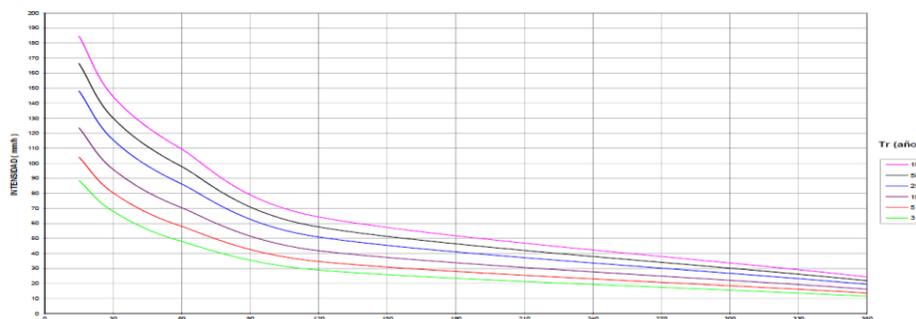


Figura 15. Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la Estación Aeropuerto Camilo Daza

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2000

Tabla 20. Valores en mm/hora para cada duración de acuerdo al periodo de retorno Estación Aeropuerto Camilo Daza

IDEAM		Relaciones Intensidad - Duración - Frecuencia					
Estación : 1601501							
Número de años analizado : 29							
DURACION Minutos	PERIODO DE RETORNO, años						
	3	5	10	25	50	100	
15	88.6	104.1	123.6	148.2	166.5	184.7	
30	68.0	80.3	95.9	115.5	130.0	144.4	
60	48.0	58.0	70.4	86.2	97.8	109.4	
120	28.9	34.6	41.8	50.9	57.6	64.3	
360	11.5	13.6	16.2	19.5	21.9	24.4	

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2000

Para la ciudad de Cucuta 95.9 mm/h.

Entonces,

$$Q = 2.78 (0.58) (95.9 \text{ mm/h}) (8.95 \text{ Ha})$$

$$Q = 1384 \text{ L /s} = 1.38 \text{ m}^3 \text{ /s}$$

9.1.2 Sección y altura de bordillo. Para el cálculo de la sección hidráulica de ésta estructura de drenaje, se utilizó la ecuación de Manning o Strickler, donde su expresión es:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Dónde:

$$Q = \text{Caudal (m}^3\text{/s)}$$

n = Rugosidad

A = Área de drenaje (m²)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (%)

Datos:

El valor del caudal de 1.38 m³/s calculado anteriormente, se dividió en las dos cunetas bordillo de que se diseñaran para cada lado de la vía:

Rugosidad del Pavimento asfaltico $n = 0.025$

Área de drenaje para una sección de la via $A = 0.905$

Radio hidráulico para la sección de la via $= \frac{b * y}{b + 2y} = 0.186$

Pendiente $S = 4.71\%$

Reemplazando en la ecuación de Manning, para una base $b = 5.20$ m (Ancho del calzada)

$$1.38 = \frac{1}{(0.025)} (5.2 * y) \left(\frac{5.2 * y}{5.2 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} (4.71\%)^{1/2}$$

Despejando la lámina de agua, se tiene: $Y = 0.126$ m

Para la sección del bordillo se tuvo en cuenta lo establecido en los manuales de diseño urbanístico, donde la altura mínima libre de un bordillo es de 12 cm. Para este diseño la altura total del bordillo es de 15cm.

10. Estimación de Costos y presupuestos

En base a los costos del proyecto se realizó un cuadro general del presupuesto que contiene todas las actividades cuyos precios están dados por precios unitarios en la unidad en que son pagados. Esto, hace parte de los costos directos que son los que se derivan de las erogaciones por materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta de mano e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo. Para los costos indirectos se consideró un 20% del total del costo directo, el cual son aquellos gastos que ocurren en la construcción del proyecto que no son considerados en el costo directo como gastos administrativos, imprevistos y utilidad.

Dado a lo anterior, se realizó los Análisis de Precios Unitarios necesarios, Análisis Básicos para concretos y morteros, se incluyó el listado de materiales, equipos y herramientas, cuadrillas, proveedores, el cual se encuentra soportado en el Anexo F. del presente proyecto.

Cabe mencionar que los precios tienen como base los valores establecidos en el construprecios de septiembre de 2017 de la región.

A Continuación se presenta el cuadro General del presupuesto:

Tabla 21. Presupuesto

CUADRO GENERAL DE PRESUPUESTO							
CAP e ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	Vr. Unitario	Vr. Parcial	Vr. Capítulo	% INCIDENCIA
I PRELIMINARES						\$ 16,629,332	2.67%
1.1	Levantamiento topografico terreno plano	Ha	0.42	\$ 2,683,894.52	\$ 1,135,287.38		
1.2	Estudio geotecnico Tipo I	m2	3.00	\$ 8,644.71	\$ 25,934.12		
1.3	Localizacion, replanteo y control topografico	m2	4,230.98	\$ 2,590.62	\$ 10,960,841		
1.4	Limpieza	m2	4,230.98	\$ 1,065.30	\$ 4,507,269		
II MOVIMIENTO DE TIERRAS						\$ 69,847,779	11.21%
2.1	Excavación a maquina 0m<h<2m, incluye retiro y transporte de sobrante	m3	3,408.70	\$ 13,495.46	\$ 46,001,962		
2.2	Extendido Humedecimiento y compactacion de relleno en botaderos	m3	3,408.70	\$ 6,995.58	\$ 23,845,817		
III CONFORMACION DE LA BANCA						\$ 2,007,215	0.32%
3.1	Conformación de Terraplen con material de prestamo, INCLUYE TRANSPORTE	m3	58.61	\$ 34,246.97	\$ 2,007,215		
IV PAVIMENTO						\$ 269,883,015	43.31%
4.1	Suministro e instalacion manto geotextil NT 1600	m2	4,401.00	\$ 4,370.33	\$ 19,233,839		
4.2	SubBase granular de CBR>=40%	m3	1,057.74	\$ 59,962.53	\$ 63,424,769		
4.3	Base granular	m3	846.20	\$ 62,562.53	\$ 52,940,415		
4.4	Imprimacion-Lechada (Emulsion)	m2	4,230.98	\$ 1,014.18	\$ 4,290,972		
4.5	mezcla densa en caliente para carpeta MDC-2 INV 450-07	m3	317.35	\$ 409,620.36	\$ 129,993,021		
V MANEJO DE AGUAS						\$ 140,095,045.87	22.48%
5.1	Bordillos en concreto 21 Mpa Secc 0.15x0.30 Incluye refuerzo	ml	1,627.00	\$ 86,106.36	\$ 140,095,045.87		
COSTO DIRECTO TOTAL						\$ 498,462,387	
COSTO INDIRECTO						\$ 99,692,477.45	16.00%
(A.I.U) >> 19%							
V	OTROS COSTOS						
5.1	Diseños					\$ 24,923,119.36	4.00%
COSTO TOTAL						\$ 623,077,984	100.00%

11. Conclusiones

Como resultado del levantamiento topográfico se obtuvo el plano con los puntos tomados en la vía, en el que se generó las curvas de nivel y se determinó que el terreno es ondulado ya que su pendiente longitudinal es de 4.71%, así lo clasifica el Manual de Diseño Geométrico de carreteras.

Se utilizó el software Civil 3D para el diseño geométrico: Del alineamiento horizontal se diseñó 9 curvas horizontales: 5 circulares simples, 3 espiral-espiral y 1 espiral-circulo-espiral cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma, y En perfil se diseñó: 2 curvas cóncavas, 2 curvas convexas, cumpliendo con la longitud mínima para curvas verticales establecido en la norma INVIAS.

De acuerdo al análisis del estudio del tránsito, el volumen vehicular fue de 93.02% para autos, 6.98% para camiones y su TPDs fue de 93 Veh/día, cuya proyección a un periodo de diseño de 10 años fue 261.90 Ejes equivalente de 8.2 Toneladas

El resultado obtenido de la clasificación de suelos fue: Según la U.S.C indica una arcilla de baja plasticidad (CL) y según la AASHTO indica un suelo arcilloso (A-7-5b) para toda la vía. También, se obtuvo el CBR cuyo valor obtenido fue de 3.86%.

Se diseñó la estructura del pavimento asfáltico de acuerdo a la norma Invias para vías con bajo volumen de tránsito, que contiene las siguientes capas: 7.5cm de Mezcla Densa en Caliente Tipo 2, 20 cm de Base granular y 35 cm de Subbase Granular.

En el cálculo de los movimientos de tierras se obtuvo un volumen de corte 3408.7 m³ y en terraplén de 58.61 m³ para un corredor vial de 813.65 metros de longitud.

Se calculó para el drenaje superficial, la altura de la lámina de agua para el diseño del bordillo, y así, evaluar su capacidad por tramos hasta donde se requiera instalar sumideros.

8. Se valoró el proyecto por un costo de \$623'077.984 con precios ajustados al construprecios de Septiembre de 2017 de la región

12. Recomendaciones

Recomendar en el plano, los sumideros y alcantarillas que se requieren para el adecuado manejo de aguas de acuerdo al caudal de aguas lluvias y a los puntos críticos del corredor vial.

Conocer y documentarse de la normativa que rige en Colombia como el Diseño Geométrico de carreteras INVIAS, Diseño de vías urbanas (UDU), Manual de diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito y las normas para el estudio de Materiales.

El diseño geométrico aplica solo para las condiciones en que fue realizada la topografía, ya que, con el tiempo el movimiento de tierras se verá alterado.

El presupuesto estimado presenta cambios en el tiempo, debido a la variación de los precios de materiales, pago de cuadrillas, herramientas y equipos.

Referencias Bibliográficas

- Asocreto. (2010). Tecnología del concreto Tomo I. Recuperado de:
http://www.asocretovirtual.com/tienda-virtual/index.php?route=product/product&product_id=71
- Braja, D. (2006). Principios de ingeniería de cimentación. Bogotá: Norma
- Bravo, P. (2002). Diseño de Carreteras 6ta edición. Popayán: Carvajal, S.A
- Cárdenas, J. (1993). Diseño Geométrico de Vías. Universidad Del Valle. Santiago de Cali. Colombia.
- Chow, V. (1994). Hidráulica de canales abiertos. Bogota: McGrawHill
- Cosanher. (2015). Drenaje de carreteras. Recuperado de: <http://www.cosanher.com/single-post/2015/05/27/DRENAJE-EN-CARRETERAS>
- Fernández, J & Casas, W. (sf). propuesta de diseño para la modalidad trabajo dirigido, del corredor vial, tramo 1 de la av. 18 que inicia en la calle 28 y culmina en la calle 35^a, tramo 2 de la av. 14 que inicia en la calle 32 y culmina en la calle 33^a, del barrio los límites, municipio de villa del rosario, norte de santander”. Universidad Francisco de Paula Santander, Cucuta, Colombia,
- Google Earth. (2018). Mapa de la ciudad de Cucuta. Recuperado de:
http://satellites.pro/mapa_de_Cucuta.Colombia
- Grupo de Investigaciones Ambientales. (2006). (GIAAS) Elaboración Curvas IDF Estaciones Cínera Villa Olga y Santa Isabel- Universidad de Pamplona, Cúcuta, Colombia.

Instituto de Desarrollo Urbano para Bogotá. (2005). Criterios Básicos para el diseño de proyectos viales urbanos. Bogotá: el Instituto.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2000). Información Institucional. Bogota. El Instituto.

Instituto Geológico y de Minas. (2009). Geología del municipio de Cúcuta, Norte de Santander. Recuperado de: www.icde.org.co/web/guest/galeriam_ingeominas.

Instituto Nacional de Vías. (2008). Manual de Diseño geométrico para carreteras. Bogotá: el Instituto.

Mantilla, J & Vergel, C. (sf). Diseño geométrico 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 urbanización la concordia de la ciudad de san jose de cucuta, norte de santander, Universidad Francisco de Paula Santander, Cucuta, Colombia,

Martínez, J. (2013). Infraestructura Vial y Pavimentos. Recuperado de: <http://pavimyvias77.blogspot.com.co/>

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). RAS-2.000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. Título D. Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>

Ministerio de la vivienda. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Recuperado de: http://minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf

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

Ministerio de transporte. (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras. Recuperado de:
<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>

Montejo, A. (2006). Ingeniería de pavimento. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Norma Técnica Colombiana NTC 174 (ASTM C 33). Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto. Recuperado de:
<http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/norma%20NTC%20174%20de%202000.pdf>

Anexos

Anexo 1. Cartera de campo

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
159	839220.106	1364173.2	298.9965	VIA
160	839220.026	1364170.36	299.0766	VIA
161	839219.968	1364167.79	299.2079	VIA
162	839205.346	1364165.93	298.8644	VIA
163	839204.808	1364168.94	298.674	VIA
164	839203.906	1364171.78	298.562	VIA
165	839186.454	1364171.11	297.8078	VIA
166	839186.377	1364168.61	297.7188	VIA
167	839167.912	1364169.01	296.978	VIA
168	839168.394	1364170.8	296.8014	VIA
169	839168.798	1364173.09	296.8749	VIA
170	839168.988	1364173.15	296.9186	D3
171	839159.852	1364171.49	296.6138	VIA
172	839160.572	1364173.42	296.5278	VIA
173	839161.113	1364175.9	296.4149	VIA
174	839151.309	1364179.39	295.9215	VIA
175	839151.386	1364179.37	295.9259	VIA
176	839150.723	1364177.64	295.9097	VIA
177	839149.336	1364174.8	295.8213	VIA
178	839138.072	1364177.46	295.3887	VIA
179	839137.948	1364180.39	295.4425	VIA
180	839138.354	1364183.41	295.4988	VIA
181	839120.682	1364186.71	294.8627	VIA
182	839120.689	1364184.44	294.706	VIA
183	839120.332	1364181.35	294.7935	VIA
184	839108.202	1364182.9	294.2411	VIA
185	839107.636	1364185.63	294.0218	VIA
186	839106.986	1364188.46	294.0822	VIA
187	839091.259	1364190.16	293.1621	VIA
188	839091.114	1364188.24	293.1063	VIA
189	839090.83	1364185.75	293.1514	VIA
190	839078.1	1364187.95	292.2838	VIA
191	839077.545	1364189.85	292.1898	VIA
192	839076.79	1364192.6	292.2968	VIA
193	839064.088	1364193.46	291.2239	VIA
194	839063.284	1364191.26	290.977	VIA
195	839043.852	1364195	289.5492	D4
196	839104.614	1364189.9	294.0743	VIA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
197	839075.263	1364193.24	292.2297	VIA
198	839072.3	1364192.5	291.7773	VIA
199	839072.16	1364190.05	291.7908	VIA
200	839071.699	1364188.01	291.6837	VIA
201	839056.458	1364194.41	290.6108	VIA
202	839056.314	1364191.82	290.3954	VIA
203	839056.162	1364189.77	290.4515	VIA
204	839036.142	1364195.8	288.5473	VIA
205	839035.901	1364193.81	288.6732	VIA
206	839035.283	1364192.24	288.7457	VIA
207	839022.459	1364196.71	287.1775	VIA
208	839022.182	1364195.1	287.1445	VIA
209	839021.95	1364193.53	287.2524	VIA
210	839010.737	1364199.38	286.1314	VIA
211	839009.686	1364196.75	285.8356	VIA
212	839008.904	1364194.71	286.0666	VIA
213	838993.6	1364196.65	284.1108	VIA
214	838993.58	1364199.05	283.8373	VIA
215	838993.735	1364201.45	283.932	VIA
216	838975.015	1364198.58	281.8242	VIA
217	838974.885	1364200.39	281.6231	VIA
218	838974.707	1364202.64	281.5805	VIA
219	838964.019	1364200.02	280.4405	VIA
220	838963.925	1364201.85	280.1545	VIA
221	838963.98	1364203.98	280.225	VIA
222	838950.575	1364201.79	278.6958	VIA
223	838950.654	1364204.03	278.4649	VIA
224	838950.871	1364205.9	278.5317	VIA
225	838940.607	1364202.64	277.5941	VIA
226	838939.862	1364205.46	277.3206	VIA
227	838939.833	1364206.9	277.4034	VIA
228	838933.717	1364203.19	276.9377	VIA
229	838933.57	1364205.67	276.8378	VIA
230	838933.68	1364207.93	276.8224	VIA
231	838927.27	1364203.6	276.518	VIA
232	838926.635	1364206.19	276.3698	VIA
233	838926.481	1364208.82	276.3491	VIA
234	838917.406	1364205.37	275.7912	VIA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
235	838915.928	1364208.55	275.6227	VIA
236	838915.582	1364210.03	275.6722	VIA
237	838907.926	1364207.02	275.2235	D5
238	838916.518	1364205.26	274.9113	OBRA
239	838917.214	1364205.42	275.7361	OBRA
240	838915.412	1364205.68	275.6342	OBRA
241	838916.666	1364212.75	274.5706	OBRA
242	838917.601	1364212.22	275.7899	OBRA
243	838915.671	1364212.47	275.6475	OBRA
244	838911.899	1364206.48	275.4117	VIA
245	838912.29	1364209.01	275.3416	VIA
246	838912.557	1364211.5	275.4862	VIA
247	838896.201	1364194.85	274.4768	VIA
248	838891.576	1364198.82	274.4526	VIA
249	838891.506	1364203.13	274.4853	VIA
250	838889.394	1364206.57	274.3232	VIA
251	838902.035	1364207.1	274.9278	VIA
252	838902.443	1364212.4	274.9161	VIA
253	838902.44	1364210	274.8587	VIA
254	838888.55	1364214.73	274.2487	VIA
255	838887.277	1364211.12	274.2359	VIA
256	838885.412	1364207.6	274.1082	VIA
257	838875.305	1364211.5	273.6784	VIA
258	838877.027	1364214.54	273.712	VIA
259	838880.324	1364216.86	273.4947	VIA
260	838879.772	1364220.39	273.2142	VIA
261	838880.888	1364222.66	273.1122	VIA
262	838876.846	1364224.1	273.1707	VIA
263	838874.912	1364220.07	273.4482	VIA
264	838873.17	1364218.84	273.4649	VIA
265	838871.687	1364215.58	273.576	VIA
266	838870.447	1364212.32	273.5478	VIA
267	838853.018	1364215.22	273.1644	VIA
268	838853.976	1364218.82	273.0569	VIA
269	838854.919	1364222.48	272.8476	VIA
270	838855.189	1364225.11	272.5641	VIA
271	838850.515	1364225.12	272.4893	VIA
272	838851.297	1364226.68	272.4611	VIA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
273	838849.414	1364224.01	272.6794	VIA
274	838830.835	1364227.37	272.3858	VIA
275	838829.39	1364224.52	272.3552	VIA
276	838827.446	1364221	272.2821	VIA
277	838811.509	1364224	271.676	VIA
278	838812.173	1364227.5	271.694	VIA
279	838812.696	1364231.09	271.6532	VIA
280	838797.121	1364233.75	271.1347	VIA
281	838796.01	1364230.89	271.106	VIA
282	838794.921	1364227.73	271.1203	VIA
283	838779.354	1364230.83	270.8869	VIA
284	838780.323	1364233.83	270.8495	VIA
285	838780.943	1364236.55	270.8494	VIA
286	838766.778	1364239.9	270.5386	VIA
287	838765.465	1364237.6	270.5638	VIA
288	838748.597	1364239.67	270.1476	VIA
289	838749.311	1364242.61	270.1499	VIA
290	838734.308	1364242.81	269.624	VIA
291	838642.553	1364261.84	265.9479	D6
292	838698.615	1364250.23	268.0789	POST
293	838757.12	1364235.7	270.4773	POST
294	838832.695	1364228.12	272.4544	POST
295	838865.255	1364221.02	273.2939	POST
296	838902.131	1364213.15	274.8984	POST
297	838930.752	1364210.44	276.5276	POST
298	838780.784	1364236.73	270.6774	VIA
299	838779.694	1364232.01	270.7139	VIA
300	838765.266	1364243.41	270.603	VIA
301	838758.1	1364236.7	270.39	VIA
302	838758.686	1364240.02	270.2543	VIA
303	838759.11	1364242.9	270.3578	VIA
304	838734.755	1364250.76	269.43	VIA
305	838733.104	1364247.75	269.4501	VIA
306	838731.724	1364244.16	269.4237	VIA
307	838709.977	1364256.13	268.4128	VIA
308	838709.163	1364253.2	268.3538	VIA
309	838708.446	1364249.82	268.3453	VIA
310	838686.318	1364251.82	267.2819	VIA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
311	838686.271	1364255.2	267.361	VIA
312	838686.065	1364258.61	267.3438	VIA
313	838664.502	1364262.58	266.5162	VIA
314	838663.337	1364258.42	266.6219	VIA
315	838662.665	1364255.47	266.5617	VIA
316	838662.101	1364255.89	266.5523	VIA
317	838648.184	1364258.21	266.1796	VIA
318	838648.905	1364260.84	266.1056	VIA
319	838649.567	1364263.53	265.9573	VIA
320	838637.666	1364261.13	265.7696	VIA
321	838638.583	1364263.9	265.7348	VIA
322	838638.728	1364266.48	265.5385	VIA
323	838626.538	1364271.73	265.2243	VIA
324	838624.905	1364269.25	265.1749	VIA
325	838623.558	1364266.91	265.2033	VIA
326	838610.958	1364273.58	264.4631	VIA
327	838612.784	1364275.98	264.3667	VIA
328	838614.229	1364278.22	264.4208	VIA
329	838603.121	1364285.69	263.8341	VIA
330	838601.505	1364283.16	263.742	VIA
331	838600.22	1364280.46	263.6581	VIA
332	838588.307	1364289.66	263.0661	VIA
333	838590.118	1364291.61	263.1499	VIA
334	838591.389	1364293.82	263.0092	VIA
335	838567.04	1364310.44	262.0275	VIA
336	838564.776	1364307.43	261.7765	VIA
337	838562.874	1364305.25	261.8013	VIA
338	838522.035	1364327.78	260.5686	VIA
339	838522.799	1364329.32	260.5667	VIA
340	838524.023	1364331.48	260.5932	VIA
341	838474.546	1364360.33	259.8993	VIA
342	838473.197	1364355.89	259.8407	VIA
343	838470.18	1364359.21	259.974	VIA
344	838468.383	1364363.23	259.9322	VIA
345	838460.514	1364364.13	261.0633	D7
346	838475.724	1364354.13	260.0068	VIA
347	838513.778	1364338.8	260.4014	VIA
348	838537.674	1364325.27	261.238	VIA

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBSERVACION
349	838560.688	1364313.42	262.1526	VIA
350	838580.311	1364301.74	262.8284	VIA
351	838589.33	1364288.21	263.1837	VIA
352	838591.416	1364284.42	263.602	VIA
353	838607.827	1364284.73	264.1488	VIA
354	838616.085	1364269.92	264.9331	VIA
355	838641.213	1364260.08	266.0035	VIA
356	838659.298	1364255.38	266.5637	VIA
357	838464.888	1364361.66	260.0185	VIA
358	838461.62	1364361.48	260.2633	VIA
359	838458.131	1364363.61	260.979	VIA
360	838449.955	1364369.52	260.7927	VIA
361	838441.338	1364381.12	260.8189	VIA
362	838437.344	1364376.47	260.7441	VIA
363	838441.756	1364371.56	260.6925	VIA
364	838445.359	1364366.9	260.7504	VIA
365	838449.397	1364360.45	260.8618	VIA
366	838454.404	1364348.97	260.7786	VIA
367	838459.124	1364334.86	260.9266	VIA
368	838462.456	1364335.89	260.9719	VIA
369	838462.023	1364344.22	260.9737	VIA
370	838459.605	1364351.83	260.805	VIA
371	838463.364	1364353.84	260.3411	VIA
372	838467.355	1364355.04	260.0349	VIA
373	838472.824	1364355.28	259.919	VIA

Anexo 2. Cartera de oficina

PUNTO	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL	DISTANCIA	OBSERVACION
159	13 48 35	7 56 56	42.4304	VIA
160	1 44 41	6 33 07	42.2104	VIA
161	9 01 26	3 58 54	42.1614	VIA
162	8 29 37	0 32 59	56.7979	VIA
163	8 45 45	2 59 00	57.3413	VIA
164	5 23 43	3 58 19	58.3913	VIA
165	12 29 48	4 39 48	75.7676	VIA
166	14 00 23	5 37 49	75.7606	VIA
167	0 18 17	5 22 08	94.2299	VIA
168	1 43 41	7 03 48	93.7974	VIA
169	7 40 48	6 33 07	93.5065	VIA
170	8 15 56	6 15 59	93.3211	D3
171	10 37 21	3 23 46	9.2843	VIA
172	12 22 02	0 43 38	8.4203	VIA
173	4 05 31	12 15 07	8.3427	VIA
174	6 15 50	3 09 30	18.7474	VIA
175	6 33 50	3 09 39	18.6679	VIA
176	11 33 48	3 28 22	18.8086	VIA
177	11 25 26	5 03 42	19.7215	VIA
178	13 32 01	13 03 56	31.2158	VIA
179	1 48 26	10 50 53	31.8735	VIA
180	7 28 42	8 53 57	32.3073	VIA
181	9 42 37	5 52 13	50.1727	VIA
182	2 13 38	8 55 06	49.6015	VIA
183	8 02 59	7 40 48	49.3424	VIA
184	1 33 45	7 46 34	61.563	VIA
185	7 04 13	10 05 57	62.6083	VIA
186	12 29 40	8 30 03	63.8635	VIA
187	4 52 54	10 39 39	79.5682	VIA
188	13 49 09	11 22 08	79.3223	VIA
189	2 14 21	10 56 38	79.1672	VIA
190	3 30 06	13 12 35	92.0851	VIA
191	4 56 04	13 34 11	92.9546	VIA
192	13 05 05	12 05 20	94.2278	VIA
193	13 46 16	1 05 40	106.8489	VIA
194	10 23 40	2 53 57	107.2453	VIA
195	12 59 54	4 54 55	127.0295	D4
196	11 21 59	11 08 53	60.9752	VIA
197	2 57 59	2 28 28	31.4605	VIA
198	0 14 59	8 26 44	28.5577	VIA
199	13 03 04	8 27 01	28.7375	VIA
200	1 15 36	11 24 17	28.7109	VIA
201	9 53 00	4 21 22	12.6198	VIA
202	4 34 02	4 54 55	12.8622	VIA

PUNTO	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL	DISTANCIA	OBSERVACION
203	0 04 45	3 28 39	13.3744	VIA
204	13 47 08	7 47 25	7.7515	VIA
205	7 35 02	5 37 32	8.038	VIA
206	2 18 06	3 40 36	9.0009	VIA
207	8 11 28	5 19 41	21.4609	VIA
208	3 51 50	5 38 24	21.6703	VIA
209	2 28 36	0 31 06	21.9503	VIA
210	7 47 51	12 43 47	33.4044	VIA
211	13 18 12	3 23 20	34.2106	VIA
212	7 28 34	10 26 41	34.9489	VIA
213	12 46 13	2 53 40	50.2789	VIA
214	8 43 09	7 00 55	50.4348	VIA
215	4 51 27	5 19 15	50.5306	VIA
216	14 03 50	5 53 31	68.93	VIA
217	6 44 12	7 58 48	69.1773	VIA
218	4 24 49	7 57 56	69.5662	VIA
219	8 31 55	7 19 29	79.9901	VIA
220	12 50 59	9 57 45	80.2194	VIA
221	6 01 26	9 08 04	80.3754	VIA
222	2 16 31	9 08 04	93.5239	VIA
223	7 41 23	10 56 38	93.6341	VIA
224	9 53 43	10 24 49	93.6177	VIA
225	3 15 16	8 39 07	103.5269	VIA
226	10 40 39	9 52 34	104.5154	VIA
227	7 32 10	9 00 17	104.6973	VIA
228	3 38 36	7 32 10	110.4387	VIA
229	7 33 01	7 59 14	110.7975	VIA
230	9 56 27	7 59 23	110.9277	VIA
231	3 08 04	5 20 15	116.8983	VIA
232	6 29 57	5 39 16	117.7494	VIA
233	10 20 30	5 32 21	118.1824	VIA
234	9 53 08	2 53 05	126.8702	VIA
235	0 35 25	2 42 00	128.6395	VIA
236	9 50 50	2 00 58	129.1471	VIA
237	0 45 30	0 02 10	136.4564	D5
238	7 45 07	14 03 42	8.7694	OBRA
239	11 18 23	4 37 12	9.4252	OBRA
240	2 01 24	6 22 54	7.605	OBRA
241	10 34 54	7 02 21	10.453	OBRA
242	10 39 22	6 03 10	10.9843	OBRA
243	12 31 15	12 31 06	9.4696	OBRA
244	10 21 48	4 51 19	4.0098	VIA
245	6 08 21	6 22 19	4.7985	VIA

PUNTO	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL	DISTANCIA	OBSERVACION
246	13 45 59	4 21 13	6.443	VIA
247	13 28 51	11 06 09	16.8977	VIA
248	5 04 34	9 09 48	18.2928	VIA
249	9 38 53	10 41 31	16.8748	VIA
250	8 42 00	0 01 18	18.537	VIA
251	11 03 50	8 11 37	5.8914	VIA
252	6 43 38	11 50 47	7.683	VIA
253	7 27 16	0 00 52	6.2433	VIA
254	10 09 24	12 32 15	20.8554	VIA
255	3 25 03	12 36 26	21.0526	VIA
256	6 51 33	0 14 59	22.5211	VIA
257	11 46 02	11 37 24	32.9265	VIA
258	9 39 19	12 14 50	31.8002	VIA
259	8 58 51	7 20 30	29.3048	VIA
260	5 47 46	11 47 28	31.1681	VIA
261	0 43 55	14 17 14	31.2371	VIA
262	11 20 24	6 06 20	35.4636	VIA
263	8 02 33	14 01 32	35.4987	VIA
264	11 19 15	12 16 51	36.7124	VIA
265	4 07 24	9 12 49	37.2353	VIA
266	0 46 22	9 12 32	37.8528	VIA
267	7 05 23	2 46 19	55.5171	VIA
268	4 49 18	4 36 03	55.2246	VIA
269	3 39 53	7 43 32	55.2146	VIA
270	13 18 46	11 33 48	55.7523	VIA
271	7 13 35	9 37 18	60.1982	VIA
272	1 59 40	10 08 41	59.9437	VIA
273	2 41 08	6 33 24	60.9274	VIA
274	11 20 24	1 15 36	79.7331	VIA
275	8 01 15	1 17 02	80.462	VIA
276	12 15 33	1 33 10	81.6845	VIA
277	14 13 21	1 41 23	97.9016	VIA
278	1 01 03	1 29 51	97.9191	VIA
279	2 32 12	1 44 33	98.2232	VIA
280	8 01 24	1 16 02	113.9827	VIA
281	0 33 33	1 19 12	114.4341	VIA
282	5 32 56	1 05 23	114.8877	VIA
283	7 01 21	13 19 47	130.7576	VIA
284	12 29 14	13 42 32	130.3899	VIA
285	1 16 54	13 42 40	130.3715	VIA
286	1 33 36	12 36 00	144.9278	VIA
287	1 33 45	12 19 52	145.7058	VIA
288	8 17 14	11 38 15	162.6398	VIA

PUNTO	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL	DISTANCIA	OBSERVACION
289	9 13 41	11 38 15	162.5579	VIA
290	9 15 33	11 54 06	177.2694	VIA
291	9 38 27	14 00 23	270.976	D6
292	9 28 48	13 27 07	213.7239	POST
293	11 03 59	11 24 35	153.5098	POST
294	9 38 01	1 05 57	78.1346	POST
295	2 17 31	7 56 21	44.9093	POST
296	9 07 55	9 55 44	8.4393	POST
297	6 58 54	13 32 01	23.0804	POST
298	4 10 08	1 33 19	140.4928	VIA
299	3 52 51	1 18 46	140.3478	VIA
300	7 44 15	12 50 50	124.0895	VIA
301	3 54 26	12 50 33	118.2503	VIA
302	9 11 05	13 46 51	118.1653	VIA
303	3 14 15	13 02 56	118.086	VIA
304	12 16 08	13 05 14	92.866	VIA
305	12 05 46	12 32 41	91.6415	VIA
306	2 57 50	12 32 24	90.9061	VIA
307	12 01 44	2 11 20	67.6656	VIA
308	5 33 22	0 29 14	67.1676	VIA
309	4 50 27	0 30 06	66.9807	VIA
310	12 45 13	6 04 45	44.8964	VIA
311	9 08 04	4 13 00	44.2194	VIA
312	3 28 39	4 12 52	43.6321	VIA
313	0 44 04	11 08 36	21.9622	VIA
314	4 52 11	6 17 25	21.0639	VIA
315	8 09 36	8 41 00	21.096	VIA
316	13 19 12	8 25 26	20.4342	VIA
317	11 36 23	12 32 41	6.7006	VIA
318	13 44 15	6 59 11	6.4308	VIA
319	5 51 39	10 20 30	7.2162	VIA
320	11 38 24	3 12 14	4.9372	VIA
321	5 50 21	0 03 01	4.4716	VIA
322	7 45 50	12 03 01	6.0174	VIA
323	10 07 24	7 14 44	18.8232	VIA
324	11 18 14	8 44 18	19.1419	VIA
325	13 32 01	6 33 59	19.6594	VIA
326	5 36 32	9 54 52	33.7076	VIA
327	5 51 13	13 13 52	32.957	VIA
328	0 35 00	12 07 03	32.7199	VIA

329	2 25 09	10 48 17	46.0842	VIA
330	6 31 15	12 16 25	46.2577	VIA

PUNTO	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL	DISTANCIA	OBSERVACION
331	10 41 05	13 45 07	46.2486	VIA
332	2 12 55	11 31 21	60.9668	VIA
333	8 25 52	10 49 00	60.2966	VIA
334	0 03 01	12 43 12	60.3351	VIA
335	11 02 59	13 17 11	89.8031	VIA
336	5 24 26	10 11 25	90.1577	VIA
337	8 24 09	9 42 55	90.7382	VIA
338	9 52 25	4 05 23	137.3806	VIA
339	5 47 20	4 05 05	137.4604	VIA
340	6 16 34	3 53 34	137.4764	VIA
341	5 24 26	11 35 57	194.7495	VIA
342	0 35 51	7 44 33	193.7216	VIA
343	6 35 17	10 52 11	197.975	VIA
344	2 55 49	10 36 29	201.5334	VIA
345	4 41 31	5 17 40	208.8083	D7
346	13 42 14	7 19 55	190.6568	VIA
347	12 22 28	11 06 35	150.0214	VIA
348	2 24 35	11 09 45	122.5717	VIA
349	3 07 38	10 12 09	96.7631	VIA
350	9 28 57	7 02 56	73.934	VIA
351	5 05 08	10 53 46	59.3964	VIA
352	11 51 30	7 14 53	55.9015	VIA
353	5 39 07	8 45 53	41.5943	VIA
354	13 58 48	4 22 48	27.6728	VIA
355	5 04 34	2 10 36	2.2072	VIA
356	1 03 56	5 04 25	17.9468	VIA
357	6 20 27	4 11 17	5.0226	VIA
358	4 51 27	7 01 21	2.8711	VIA
359	11 21 33	2 09 53	2.4388	VIA
360	0 47 05	7 48 43	11.8575	VIA
361	7 57 30	9 25 55	25.6257	VIA
362	0 35 51	11 34 13	26.253	VIA
363	8 59 08	2 44 18	20.1795	VIA
364	5 18 49	4 56 12	15.407	VIA
365	10 09 59	3 14 24	11.7087	VIA
366	13 42 23	2 27 10	16.3453	VIA
367	10 21 04	5 10 11	29.3004	VIA
368	0 51 16	4 06 23	28.3004	VIA
369	9 30 06	5 46 02	19.9622	VIA
370	3 11 48	6 07 47	12.3329	VIA
371	7 16 28	1 57 56	10.6715	VIA
372	0 06 37	6 00 52	11.3696	VIA
373	10 12 52	7 14 01	15.161	VIA

Anexo 3. Cartera de coordenadas

CARTERA DE COORDENADAS														
ABSCISA	DISTANCIA	DEFLEXION			RUMBO CALCULADO		SENO	COSENO	N	S	E	W	N-S	E-W
K 0+000													10000.00	10000.00
	123			S	60°36'00"	E	0.8712	0.4909		60.38	107.16			
K 0+123		75°19'00"	D										9939.62	10107.16
	112			S	14°43'00"	W	0.2540	0.9672		108.33		28.45		
K 0+235		78°36'00"	D										9831.29	10078.71
	132			N	86°41'00"	W	0.9983	0.0579	7.64			131.78		
K 0+367		47°50'00"	I										9838.93	9946.93
	131			S	45°29'00"	W	0.7130	0.7011		91.85		93.41		
K 0+498		54°51'00"	I										9747.08	9853.52
	214			S	9°22'00"	E	0.1628	0.9867		211.15	34.83			
K 0+712		49°10'00"	D										9535.94	9888.35
	135			S	39°48'00"	W	0.6401	0.7683		103.72		86.41		
K 0+847		98°43'00"	D										9432.22	9801.93
	145			N	41°29'00"	W	0.6624	0.7491	108.63			96.05		
K 0+992		52°05'00"	I										9540.85	9705.88
	164			S	86°26'00"	W	0.9981	0.0622		10.20		163.68		
K 1+156		82°14'00"	I										9530.64	9542.20
	111			S	4°12'00"	W	0.0732	0.9973		110.70		8.13		
K 1+267		49°23'00"	D										9419.94	9534.07
	80			S	53°35'00"	W	0.8047	0.5937		47.49		64.38		
K 1+347		14°33'00"	D										9372.45	9469.70
	153			S	68°08'00"	W	0.9281	0.3724		56.98		141.99		
K 1+500													9315.46	9327.70
								CHEQUEO	116.26	800.80	141.99	814.29		
										-684.54		-672.30	684.54	672.30
											CHEQUEANDO		0	0

CALCULO DE PENDIENTE LONGITUDINAL DEL TERRENO			
PUNTOS	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
PI 0	299.474		
PI 1	297.072	62.62	3.84%
PI 2	294.72	54.56	4.31%
PI 3	278.671	169.73	9.46%
PI 4	274.255	64.43	6.85%
PI 5	270.872	108.66	3.11%
PI 6	268.381	74.52	3.34%
PI 7	265.835	70.72	3.60%
PI 8	263.725	45.55	4.63%
PI 9	261.865	43.56	4.27%
PI 10	259.977	106.39	1.77%
P11	260.896	13.77	6.67%
	PENDIENTE PROMEDIO		4.71%

CALCULO DE PENDIENTES TRANSVERSALES CADA 250 m				
	DERECHA	EJE	IZQUIERDA	PENDIENTE
COTA	96	70	91	29.48
DISTANCIA	45	K0+000.0	38	
COTA	100	88	108	27.65
DISTANCIA	36	K0+240.0	28	
COTA	47	49	76	23.52
DISTANCIA	33	K0+500.0	29	
COTA	81	73	99	26.73
DISTANCIA	33	K0+760.0	34	
COTA	96	70	91	29.48
DISTANCIA	45	K1+000.0	38	
COTA	100	88	108	27.65
DISTANCIA	36	K1+240.0	28	
COTA	47	49	76	23.52
DISTANCIA	33	K1+500.0	29	
	PENDIENTE TRANSVERSAL PROMEDIO			26.86

Anexo 2. Diseño Geométrico Curvas Horizontales

Curva #1. Curva espiral-espiral

CARTERA DE ELEMENTOS DE UNA CURVA DE TRANSICION- ESPIRAL DE EULER O CLOTOIDE					
					CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTOS	SIMBOLOS	FORMULA	VALOR	OBSERVACIONES
1	velocidad especifica	V	Dato	20	
2	Grado de curvatura	G	Dato	7°26'46"	14°53'33"
3	Radio de la curva	R	$Rc = (c/2)/(G/2)$	77	
4	Peralte de la curva	e	Dato tabla INVIAS	2%	
5	Ancho de carril	a	Dato	2.2	Dos carriles
6	Cuerda unidad	C	Valor asumido	10	
7	Angulo central	Δ	Diferencia de acimut's	15°21'50"	
8	Longitud de la espiral	Ls	Calculo previo según condiciones	10	CRITERIO DE TRANSICION DE PERALTE
9	Parametro de la espiral	K	$\sqrt{R \times Ls}$	27.74887385	
10	Angulo central de transicion	Θ_s	$Ls/2R$	0.064935065	Valor radianes
			$(90/\pi)(Ls/R)$	3°43'14"	Valor en grados sexagesimales (15,915494)
11	Angulo central de la curva circular	Δ_c	$\Delta - 2\Theta_s$	7°55'22"	
12	Abscisa E.C.	Xs	$Ls[1-(\Theta_s^2/10)+(\Theta_s^4/216)-(\Theta_s^6/9360)]$	10.00	Θ_s radianes
13	Ordenada de E.C.	Ys	$Ls[(\Theta_s/3)-(\Theta_s^3/42)+(\Theta_s^5/1320)-(\Theta_s^7/75600)]$	0.22	Θ_s radianes
14	abscisa del PC desplazado	K	$Xs - R \text{ sen}\Theta_s$	5.00	
15	Ordenada del PC	ρ	$Ys - R (1-\text{cos}\Theta_s)$	0.05	Si $\rho > 25$ cm se justifica
16	Chequeo del Ys	Ys	4p	0.22	Ok
17	Chequeo del disloque	ρ	$Ls^2/24R$	0.05	Ok
18	Tangente principal	Te	$[(R+\rho)(\tan(\Delta/2))]+k$	10.010	
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	$Ys/\text{sen}\Theta_s$	3.33	
21	Tangente larga de la espiral	Tl	$Xs - TC \text{ cos}\Theta_s$	6.67	otra formula: $Xs - (Ys/\tan \Theta_s)= TL$
22	Abscisa del centro de la curva circular	Xo	$Xo=K$	5.00	
23	Ordenada del centro de la curva circular	Yo	$P+R$	77.05	
24	Longitud de la cuerda principal de la espiral	LCs	$\sqrt{Xs^2+Ys^2}$	10.00	
25	Correccion para ϕ_s	C ϕ	$0,0031\Theta_s^3 + (2,3 \times 10^{-8})\Theta_s^5$	0°00'01"	$\Theta_s = \text{Grad. Sexadec. ; } C\phi = \text{seg}$
26	Deflexion total de la espiral	ϕ_s	$\text{Arctan}(Ys/Xs)$	1°14'24"	Valor asumido
			$(\Theta_s/3)-C\phi$	1°14'24"	Valor chequeado
27	Longitud de la curva circular	Lc	$c \times \Delta_c/G$	10.64	
28	Longitud total de la curva	Lt	$2Ls+Lc$	30.64	
29	Abscisa T.E.	T.E.	ABS PI-T	K0+051.710	
30	Abscisa E.E.	E.E.	ABS TE+LS	K0+061.710	
32	Abscisa E.T.	E.T.	ABS CE+Ls	K0+071.710	

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA ESPIRAL O CLOTOIDE

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 $v(x^2+y^2)$	COORDENADAS TOPOGRAFICA GEOGRAFICAS		
								X*	Y**			N - S	E - W	
								ESPIRAL ENTRADA	TE			K0+051.710	0	0
	1	K0+060.000	8.29	0.8289855	0.68721696	0°51'08"	0.044624478	8.28820438	0.12329261	S	90°47'36" W	8.29	1364170.239	839175.995
	EE	K0+061.710	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	S	91°10'52" W	10.00	1364170.330	839174.287
					DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL	$\Theta = 2\phi$	$X = R \sin \Theta$	$Y = R(1 - \cos \Theta)$					
ESPIRAL SALIDA	EE	K0+061.71	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	S	75°56'06" E	10.00	1364170.334	839174.252
	3	K0+070.00	1.71	0.1710145	0.02924596	0°02'11"	0.001899088	1.71014436	0.00108257	S	74°43'53" E	1.71	1364172.314	839166.204
	ET	K0+071.71	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	S	74°41'42" E	0.00	1364172.764	839164.554

Curva #2. Curva espiral-espiral

CARTERA DE ELEMENTOS DE UNA CURVA DE TRANSICION- ESPIRAL DE EULER O CLOTOIDE					
					CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTOS	SIMBOLOS	FORMULA	VALOR	OBSERVACIONES
1	velocidad especifica	V	Dato	20	
2	Grado de curvatura	G	Dato	7°26'46"	14°53'33"
3	Radio de la curva	R	$R_c = (c/2)/(G/2)$	77	
4	Peralte de la curva	e	Dato tabla INVIAS	2%	
5	Ancho de carril	a	Dato	2.6	Dos carriles
6	Cuerda unidad	C	Valor asumido	10	
7	Angulo central	Δ	Diferencia de acimut's	8°58'30"	
8	Longitud de la espiral	Ls	Calculo previo según condiciones	10	CRITERIO DE TRANSICION DE PERALTE
9	Parametro de la espiral	K	$\sqrt{R \times Ls}$	27.74887385	
10	Angulo central de transicion	Θs	$Ls/2R$ $(90/\pi)(Ls/R)$	0.064935065 3°43'14"	Valor radianes Valor en grados sexagesimales (15,915494)
11	Angulo central de la curva circular	Δc	$\Delta - 2\Theta_s$	1°32'02"	
12	Abscisa E.C.	Xs	$Ls[1-(\Theta_s^2/10)+(\Theta_s^4/216)-(\Theta_s^6/9360)]$	10.00	Θs radianes
13	Ordenada de E.C.	Ys	$Ls[(\Theta_s/3)-(\Theta_s^3/42)+(\Theta_s^5/1320)-(\Theta_s^7/75600)]$	0.22	Θs radianes
14	abscisa del PC desplazado	K	$X_s - R \text{ sen}\Theta_s$	5.00	
15	Ordenada del PC	ρ	$Y_s - R (1-\text{cos}\Theta_s)$	0.05	Si ρ > 25 cm se justifica
16	Chequeo del Ys	Ys	4p	0.22	Ok
17	Chequeo del disloque	ρ	$Ls^2/24R$	0.05	Ok
18	Tangente principal	Te	$[(R+\rho)(\tan(\Delta/2))] + k$	10.010	
19	Externa de la espiral	Es	$\rho + (R+\rho) * (\sec(\Delta/2) - 1)$	0.29	Otra formula: $[(R+\rho) * (\sec(\Delta/2))] - R = Es$
20	Tangente corta de la espiral	Tc	$Y_s / \text{sen } \Theta_s$	3.33	
21	Tangente larga de la espiral	Tl	$X_s - Tc \text{ cos}\Theta_s$	6.67	otra formula: $X_s - (Y_s / \tan \Theta_s) = Tl$
22	Abscisa del centro de la curva circular	Xo	$X_o = K$	5.00	
23	Ordenada del centro de la curva circular	Yo	$P + R$	77.05	
24	Longitud de la cuerda principal de la espiral	LCs	$\sqrt{X_s^2 + Y_s^2}$	10.00	
25	Correccion para φs	Cφ	$0,0031\Theta_s^3 + (2,3 \times 10^{-8})\Theta_s^5$	0°00'01"	Θs = Grad. Sexadec. ; Cφ = seg
26	Deflexion total de la espiral	φs	$\text{Arctan}(Y_s/X_s)$ $(\Theta_s/3) - C\phi$	1°14'24" 1°14'24"	Valor asumido Valor chequeado
27	Longitud de la curva circular	Lc	$c \times \Delta c / G$	2.06	
28	Longitud total de la curva	Lt	$2Ls + Lc$	22.06	
29	Abscisa T.E.	T.E.	ABS PI-T	K0+107.240	
30	Abscisa E.E.	E.E.	ABS TE+LS	K0+117.240	
32	Abscisa E.T.	E.T.	ABS CE+Ls	K0+127.240	

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA ESPIRAL O CLOTOIDE													
													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	K0+107.240	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	N 74°41'42" W	0	1364182.143	839130.284
	1	K0+110.000	2.76	0.2759855	0.076168	0°05'40"	0.004945974	2.75984827	0.00455005	N 74°36'02" W	2.76	1364182.876	839127.623
	EE	K0+117.240	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	N 73°27'18" W	10.00	1364184.990	839120.700
ESPIRAL SALIDA	EE	K0+117.24	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	S 82°25'48" E	10.00	1364184.573	839120.582
	3	K0+120.00	7.24	0.7240145	0.52419699	0°39'00"	0.034038766	7.23930616	0.08214173	S 83°01'12" E	7.24	1364185.010	839117.857
	ET	K0+127.24	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	S 83°40'12" E	0.00	1364185.890	839110.671

Curva #3. Curva simple

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
CUADRO 1 DE 1				
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	423.76
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	4°03'22"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2*R)$	1°21'08"
4	Tangente	T	$R*\tan(\Delta/2)$	15.0058
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2*R \text{ sen } (\Delta/2)$	29.9928
6	Secante Externa	E	$R* ((\text{sec } \Delta/2)-1)$	0.2656
7	Flecha	F	$R (1-\text{cos } \Delta/2)$	0.2654
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	29.9983
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°40'34"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.7X0.68)/10$	0°15'01"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.3X0.68)/10$	0°25'33"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k0+336.30
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k0+366.30

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	W							N-S	E-W				
PT	k0+366.30	0°25'33"	2°01'41"	N	78°31'05"	W	4°03'22"	29.97	1.06	4°03'22"	15.0058	29.99	N	80°32'46"	W	1364214.804	838873.420
3	k0+360.00	0°40'34"	1°36'08"				3°12'16"	23.69	0.66	4°21'51"	8.7076	23.70	N	80°58'19"	W	1364213.597	838879.601
2	k0+350.00	0°40'34"	0°55'34"				1°51'09"	13.70	0.22	9°36'37"	1.3265	13.70	N	81°38'53"	W	1364211.868	838889.451
1	k0+340.00	0°15'01"	0°15'01"				0°30'01"	3.70	0.02	0°04'55"	11.3058	3.70	N	82°19'26"	W	1364210.372	838899.338
PC	k0+336.30	0°00'00"	0°00'00"	N	82°34'27"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	15.0058	0.00	N	82°34'27"	W	1364209.878	838903.005

Curva #4. Curva simple

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
CUADRO 1 DE 1				
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	294.25
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	3°53'40"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 \cdot R)$	1°56'50"
4	Tangente	T	$R \cdot \tan(\Delta/2)$	10.0041
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 \cdot R \cdot \text{sen}(\Delta/2)$	19.9966
6	Secante Externa	E	$R \cdot ((\sec \Delta/2) - 1)$	0.1700
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.1699
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	19.9995
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°58'25"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(0.09 \times 0.97)/10$	0°00'32"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(9.91 \times 0.97)/10$	0°57'53"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k0+449.91
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k0+469.91

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	W							N	W	N-S	E-W		
PT	k0+469.91	0°57'53"	1°56'50"	N	74°37'25"	W	3°53'40"	19.99	0.68	3°53'40"	10.0041	20.00	N	76°34'15"	W	1364236.092	838772.033
2	k0+460.00	0°58'25"	0°58'57"				1°57'53"	10.09	0.17	63°59'28"	0.1925	10.09	N	77°32'08"	W	1364233.626	838781.631
1	k0+450.00	0°00'32"	0°00'32"				0°01'03"	0.09	0.00	0°00'00"	9.9141	0.09	N	78°30'33"	W	1364231.466	838791.395
PC	k0+449.91	0°00'00"	0°00'00"	N	78°31'05"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	10.0041	0.00	N	78°31'05"	W	1364231.448	838791.483

Curva #5. Curva espiral-espiral

CARTERA DE ELEMENTOS DE UNA CURVA DE TRANSICION- ESPIRAL DE EULER O CLOTOIDE					
					CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTOS	SIMBOLOS	FORMULA	VALOR	OBSERVACIONES
1	velocidad especifica	V	Dato	20	
2	Grado de curvatura	G	Dato	7°26'46"	14°53'33"
3	Radio de la curva	R	$Rc = (c/2)/(G/2)$	77	
4	Peralte de la curva	e	Dato tabla INVIAS	2%	
5	Ancho de carril	a	Dato	2.6	Dos carriles
6	Cuerda unidad	C	Valor asumido	10	
7	Angulo central	Δ	Diferencia de acimut's	8°15'32"	
8	Longitud de la espiral	Ls	Calculo previo según condiciones	10	CRITERIO DE TRANSICION DE PERALTE
9	Parametro de la espiral	K	$\sqrt{(R \times Ls)}$	27.74887385	
10	Angulo central de transicion	Θ_s	Ls/2R	0.064935065	Valor radianes
			$(90/\pi)(Ls/R)$	3°43'14"	Valor en grados sexagesimales (15,915494)
11	Angulo central de la curva circular	Δ_c	$\Delta - 2\Theta_s$	0°49'04"	
12	Abscisa E.C.	Xs	$Ls[1-(\Theta_s^2/10)+(\Theta_s^4/216)-(\Theta_s^6/9360)]$	10.00	Θ_s radianes
13	Ordenada de E.C.	Ys	$Ls[(\Theta_s/3)-(\Theta_s^3/42)+(\Theta_s^5/1320)-(\Theta_s^7/75600)]$	0.22	Θ_s radianes
14	abscisa del PC desplazado	K	$Xs - R \text{ sen}\Theta_s$	5.00	
15	Ordenada del PC	ρ	$Ys - R (1-\text{cos}\Theta_s)$	0.05	Si $\rho > 25$ cm se justifica
16	Chequeo del Ys	Ys	4p	0.22	Ok
17	Chequeo del disloque	ρ	$Ls^2/24R$	0.05	Ok
18	Tangente principal	Te	$[(R+\rho)(\tan(\Delta/2))] + k$	10.010	
19	Externa de la espiral	Es	$\rho + (R+\rho) * (\sec(\Delta/2) - 1)$	0.25	Otra formula: $[(R+\rho) * (\sec(\Delta/2))] - R = Es$
20	Tangente corta de la espiral	Tc	$Ys / \text{sen } \Theta_s$	3.33	
21	Tangente larga de la espiral	Tl	$Xs - TC \text{ cos}\Theta_s$	6.67	otra formula: $Xs - (Ys / \tan \Theta_s) = TL$
22	Abscisa del centro de la curva circular	Xo	Xo=K	5.00	
23	Ordenada del centro de la curva circular	Yo	P+R	77.05	
24	Longitud de la cuerda principal de la espiral	LCs	$\sqrt{(Xs^2 + Ys^2)}$	10.00	
25	Correccion para ϕ_s	C ϕ	$0,0031\Theta_s^3 + (2,3 \times 10^{-8})\Theta_s^5$	0°00'01"	$\Theta_s = \text{Grad. Sexadec. ; } C\phi = \text{seg}$
26	Deflexion total de la espiral	ϕ_s	Arctan (Ys/Xs)	1°14'24"	Valor asumido
			$(\Theta_s/3) - C\phi$	1°14'24"	Valor chequeado
27	Longitud de la curva circular	Lc	$c \times \Delta_c / G$	1.10	
28	Longitud total de la curva	Lt	2Ls+Lc	21.10	
29	Abscisa T.E.	T.E.	ABS PI-T	K0+524.130	
30	Abscisa E.E	E.E.	ABS TE+LS	K0+534.130	
32	Abscisa E.T.	E.T.	ABS CE+LS	K0+544.130	

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA ESPIRAL O CLOTOIDE															
														CUADRO 1 DE 1	
	PUNTO P	ABSCISA	LONGITUD DESDE EL T.E. Y E.T. "L"	$\frac{L}{Ls}$	$[\frac{L}{Ls}]^2$	DEFLEXION TOTAL DESDE EL T.E,E.C Y ET ϕ^{***}	ANGULO CENTRAL PARA EL PUNTO "P" $\theta=(L/Ls)^2*\theta_s=Rad$	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	K0+524.130	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	N	74°37'25"	W	0	1364250.47	838719.751
	1	K0+530.000	5.87	0.5869855	0.34455198	0°25'38"	0.022373505	5.8695612	0.04377485	N	75°03'03"	W	5.87	1364251.984	838714.080
	EE	K0+534.130	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	N	75°51'49"	W	10.00	1364252.912	838710.056
ESPIRAL SALIDA	EE	K0+534.13	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	S	81°38'33"	E	10.00	1364252.912	838710.054
	2	K0+540.00	4.13	0.4130145	0.17058098	0°12'42"	0.011076687	4.13009431	0.01524931	S	82°40'15"	E	4.13	1364253.838	838704.258
	ET	K0+544.13	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	S	82°52'57"	E	0.00	1364254.365	838700.162

Curva #6. Curva espiral-circulo-espiral

CARTERA DE ELEMENTOS DE UNA CURVA DE TRANSICION- ESPIRAL DE EULER O CLOTOIDE					
					CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTOS	SIMBOLOS	FORMULA	VALOR	OBSERVACIONES
1	velocidad especifica	V	Dato	20	
2	Grado de curvatura	G	Dato	7°26'46"	14°53'33"
3	Radio de la curva	R	$Rc = (c/2)/(G/2)$	77	
4	Peralte de la curva	e	Dato tabla INVIAS	2%	
5	Ancho de carril	a	Dato	2.6	Dos carriles
6	Cuerda unidad	C	Valor asumido	10	
7	Angulo central	Δ	Diferencia de acimut's	21°47'56"	
8	Longitud de la espiral	Ls	Calculo previo según condiciones	10	CRITERIO DE TRANSICION DE PERALTE
9	Parametro de la espiral	K	$\sqrt{R \times Ls}$	27.74887385	
10	Angulo central de transicion	Θ_s	$Ls/2R$ $(90/\pi)(Ls/R)$	0.064935065 3°43'14"	Valor radianes Valor en grados sexagesimales (15,915494)
11	Angulo central de la curva circular	Δ_c	$\Delta - 2\Theta_s$	14°21'28"	
12	Abscisa E.C.	Xs	$Ls[1-(\Theta_s^2/10)+(\Theta_s^4/216)-(\Theta_s^6/9360)]$	10.00	Θ_s radianes
13	Ordenada de E.C.	Ys	$Ls[(\Theta_s/3)-(\Theta_s^3/42)+(\Theta_s^5/1320)-(\Theta_s^7/75600)]$	0.22	Θ_s radianes
14	abscisa del PC desplazado	K	$Xs - R \text{ sen}\Theta_s$	5.00	
15	Ordenada del PC	ρ	$Ys - R (1-\text{cos}\Theta_s)$	0.05	Si $\rho > 25$ cm se justifica
16	Chequeo del Ys	Ys	4p	0.22	Ok
17	Chequeo del disloque	ρ	$Ls^2/24R$	0.05	Ok
18	Tangente principal	Te	$[(R+\rho)(\tan(\Delta/2))]+k$	19.837	
19	Externa de la espiral	Es	$\rho+(R+\rho)*(\sec(\Delta/2)-1)$	1.47	Otra formula: $[(R+\rho)*(\sec(\Delta/2))]-R=Es$
20	Tangente corta de la espiral	Tc	$Ys/\text{sen } \Theta_s$	3.33	
21	Tangente larga de la espiral	Tl	$Xs - Tc \text{ cos}\Theta_s$	6.67	otra formula: $Xs - (Ys/\tan \Theta_s)= TL$
22	Abscisa del centro de la curva circular	Xo	$Xo=K$	5.00	
23	Ordenada del centro de la curva circular	Yo	$P+R$	77.05	
24	Longitud de la cuerda principal de la espiral	LCs	$\sqrt{Xs^2+Ys^2}$	10.00	
25	Correccion para ϕ_s	$C\phi$	$0,0031\Theta_s^3 + (2,3 \times 10^{-8})\Theta_s^5$	0°00'01"	$\Theta_s = \text{Grad. Sexadec. ; } C\phi = \text{seg}$
26	Deflexion total de la espiral	ϕ_s	$\text{Arctan}(Ys/Xs)$ $(\Theta_s/3)-C\phi$	1°14'24"	Valor asumido Valor chequeado
27	Longitud de la curva circular	Lc	$c \times \Delta_c/G$	19.28	
28	Longitud total de la curva	Lt	$2Ls+Lc$	39.28	
29	Abscisa T.E.	T.E.	$ABS PI-T$	K0+586.030	
30	Abscisa E.C.	E.C.	$ABS TE+Ls$	K0+596.030	
31	Abscisa C.E.	C.E.	$ABS EC+Lc$	K0+615.312	
32	Abscisa E.T.	E.T.	$ABS CE+Ls$	K0+625.312	

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA ESPIRAL O CLOTOIDE																
CUADRO 1 DE 1																
	PUNTO P	ABCISA	LONGITUD DESDE EL T.E. Y E.T. "L"	$\frac{L}{L_s}$	$\left[\frac{L}{L_s}\right]^2$	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	K0+586.030	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	N	82°52'57"	W	0	1364259.557	838658.585	
	1	K0+590.000	3.97	0.397	0.157609	0°11'44"	0.010234351	3.96995842	0.01354336	N	82°41'13"	W	3.97	1364260.062	838654.647	
	EC	K0+596.030	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	N	81°38'33"	W	10.00	1364261.010	838648.693	
					DEFLEXION PARCIAL	DEFLEXION TOTAL	$\Theta = 2\phi$	X= Rsen Θ	Y=R(1-COS Θ)							
ARCO CIRCULAR	EC	K0+596.030				0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0	0	N	79°09'43"	W	0.00	1364261.010	838648.693
	2	K0+600.000				1°28'41"	1°28'41"	2°57'22"	3.97103289	0.10246494	N	77°41'02"	W	3.97	1364261.858	838644.812
	3	K0+610.000				3°43'23"	5°12'04"	10°24'09"	13.9031605	1.26558162	N	73°57'39"	W	13.96	1364264.867	838635.276
	CE	K0+615.312				1°58'40"	7°10'44"	14°21'28"	19.0942874	2.40503912	N	71°58'59"	W	19.25	1364266.963	838630.392
ESPIRAL SALIDA	CE	K0+615.31	10.00	1	1	1°14'24"	0.064935065	9.99578426	0.21638503	S	62°19'25"	E	10.00	1364266.962	838630.427	
	4	K0+620.00	5.31	0.53120272	0.28217633	0°21'00"	0.018323138	5.31184883	0.03244356	S	61°26'01"	E	5.31	1364269.066	838626.238	
	ET	K0+625.31	0	0	0	0°00'00"	0	0	0	S	61°05'01"	E	0.00	1364271.606	838621.573	

Curva #7. Curva simple

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
CUADRO 1 DE 1				
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	211.51
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	5°25'04"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 \cdot R)$	2°42'33"
4	Tangente	T	$R \cdot \tan(\Delta/2)$	10.0074
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 \cdot R \cdot \text{sen}(\Delta/2)$	19.9925
6	Secante Externa	E	$R \cdot ((\sec \Delta/2) - 1)$	0.2366
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.2364
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	19.9981
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	1°21'16"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(9.47 \times 1.35)/10$	1°16'58"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(0.53 \times 1.35)/10$	0°04'18"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k0+640.53
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k0+660.53

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	W							N	W	N-S	E-W		
PT	k0+660.53	0°04'18"	2°42'32"	N	55°39'57"	W	5°25'04"	19.97	0.94	5°25'04"	10.0074	19.99	N	58°22'29"	W	1364289.439	838591.209
2	k0+660.00	1°21'16"	2°38'14"				5°16'29"	19.44	0.90	5°25'18"	9.4793	19.46	N	58°26'47"	W	1364289.142	838591.646
1	k0+650.00	1°16'58"	1°16'58"				2°33'56"	9.47	0.21	21°26'42"	0.5799	9.47	N	59°48'03"	W	1364283.720	838600.048
PC	k0+640.53	0°00'00"	0°00'00"	N	61°05'01"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	10.0074	0.00	N	61°05'01"	W	1364278.956	838608.233

Curva #8. Curva simple

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
CUADRO 1 DE 1				
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	210.27
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	5°26'59"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	2°43'30"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	10.0075
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	19.9924
6	Secante Externa	E	$R * ((\text{sec } \Delta/2) - 1)$	0.2380
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.2377
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	19.9981
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	1°21'45"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(5.93 \times 1.36) / 10$	0°48'29"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(4.07 \times 1.36) / 10$	0°33'15"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k0+684.07
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k0+704.07

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	E	W							N-S	E-W			
PT	k0+704.07	0°33'15"	2°43'30"	N	61°06'56"	W	5°26'59"	19.97	0.95	5°26'59"	10.0075	19.99	N	58°23'27"	W	1364313.199	838554.739
2	k0+700.00	1°21'45"	2°10'14"				4°20'28"	15.92	0.60	5°49'46"	5.9395	15.93	N	57°50'11"	W	1364311.199	838558.282
1	k0+690.00	0°48'29"	0°48'29"				1°36'58"	5.93	0.08	1°10'30"	4.0786	5.93	N	56°28'26"	W	1364305.995	838566.821
PC	k0+684.07	0°00'00"	0°00'00"	N	55°39'57"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	10.0075	0.00	N	55°39'57"	W	1364302.720	838571.765

Curva #9. Curva simple

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA DE 1 RADIO				
CUADRO 1 DE 1				
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	41
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	29°50'50"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 \cdot R)$	14°00'34"
4	Tangente	T	$R \cdot \tan(\Delta/2)$	10.9274
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 \cdot R \cdot \text{sen}(\Delta/2)$	21.1175
6	Secante Externa	E	$R \cdot ((\sec \Delta/2) - 1)$	1.4312
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	1.3829
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	21.3051
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	7°00'17"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.12X7)/10$	2°11'08"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(8.19X7)/10$	5°44'00"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	k0+786.88
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	k0+808.19

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	k0+808.19	5°44'00"	14°55'25"	S	89°02'14"	W	29°50'50"	20.41	5.44	46°16'11"	10.9274	21.12	N	76°02'21"	W	1364358.29	838461.74
2	k0+800.00	7°00'17"	9°11'25"				18°22'49"	12.93	2.09	46°16'11"	2.8946	13.10	N	70°18'21"	W	1364357.61	838469.90
1	k0+790.00	2°11'08"	2°11'08"				4°22'15"	3.12	0.12	0°52'32"	7.8035	3.13	N	63°18'04"	W	1364354.60	838479.44
PC	k0+786.88	0°00'00"	0°00'00"	N	61°06'56"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0°00'00"	10.9274	0.00	N	61°06'56"	W	1364353.199	838482.23

Anexo 3. Diseño Geométrico Curvas Verticales y movimiento de tierras

Curva #1.Convexa simétrica

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA CONVEXA SIMETRICA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	292.35
ABSCISA PIV	K0+169.71
PENDIENTE DE ENTRADA	-4.25%
PENDIENTE DE SALIDA	-11.53%
VELOCIDAD DEL TRAMO	20
k min	1
A	-7.28%
LONGITUD MINIMA	7.28
LONGITUD ASUMIDA	100
r	-0.000728
r/2	-0.000364

CARTERA RASANTE-CURVA VERTICAL SIMETRICA CONVEXA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCION $Y=(r/2)*x^2$	COTA RASANTE
PCV	K0+119.71	-4.25%	294.48	0	0	0	294.475
4	K0+129.71		294.05	10	100	-0.0364	294.014
3	K0+139.71		293.63	20	400	-0.1456	293.479
2	K0+149.71		293.20	30	900	-0.3276	292.872
1	K0+159.71		292.78	40	1600	-0.5824	292.193
PIV	K0+169.71		292.35	50	2500	-0.91	291.440
		-11.53%		50	2500	-0.91	291.440
1	K0+179.71		291.20	40	1600	-0.5824	290.615
2	K0+189.71		290.04	30	900	-0.3276	289.716
3	K0+199.71		288.89	20	400	-0.1456	288.745
4	K0+209.71		287.74	10	100	-0.0364	287.702
PTV	K0+219.71		286.59	0	0	0	286.585

Curva #2. Concava simétrica

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA CONCAVA SIMETRICA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k0+324.17
COTA PIV	274.54
VELOCIDAD	20
PENDIENTE DE ENTRADA	-11.53%
PENDIENTE DE SALIDA	-2.66%
KMIN	3
A	8.87%
LONGITUD MINIMA	26.61
LONGITUD ASUMIDA	70
RATA	0.776125
RATA/2	0.3880625
x=	-90.99210823
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k0+198.18

CARTERA RASANTE-CURVA VERTICAL SIMETRICA CONCAVA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k0+289.17	-11.53%	278.5755	0	0	0.000	278.576
3	k0+294.17		277.999	5	25	0.016	278.015
2	k0+304.17		276.846	15	225	0.143	276.989
1	k0+314.17		275.693	25	625	0.396	276.089
PIV	k0+324.17		274.54	35	1225	0.776	275.316
			35	1225	0.776	275.316	
1	k0+334.17	-2.66%	274.274	25	625	0.396	274.670
2	k0+344.17		274.008	15	225	0.143	274.151
3	k0+354.17		273.742	5	25	0.016	273.758
PTV	k0+359.17		273.609	0	0	0.000	273.609

Curva #3.Convexa simétrica

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA CONVEXA SIMETRICA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	269.97
ABSCISA PIV	K0+495.65
PENDIENTE DE ENTRADA	-2.66%
PENDIENTE DE SALIDA	-4.09%
VELOCIDAD DEL TRAMO	20
k min	1
A	-1.43%
LONGITUD MINIMA	1.43
LONGITUD ASUMIDA	40
r	-0.0003575
r/2	-0.00017875

CARTERA RASANTE-CURVA VERTICAL SIMETRICA CONVEXA							
							CUADRO 1 DE 1
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCION $Y=(r/2)*x^2$	COTA RASANTE
PCV	K0+475.65	-2.66%	270.50	0	0	0	270.50
1	K0+485.65		270.24	10	100	-0.017875	270.22
PIV	K0+495.65		269.97	20	400	-0.0715	269.90
			20	400	-0.0715	269.90	
1	K0+505.65	-4.09%	269.56	10	100	-0.017875	269.54
PTV	K0+515.65		269.15	0	0	0	269.15

Curva #4. Concava simétrica

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA CONCAVA SIMETRICA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	260.47
ABSCISA PIV	K0+727.88
PENDIENTE DE ENTRADA	-4.09%
PENDIENTE DE SALIDA	0.48%
VELOCIDAD DEL TRAMO	20
k min	3
A	4.57%
LONGITUD MINIMA	13.71
LONGITUD ASUMIDA	100
r	0.000457
r/2	0.0002285
x	89.49671772
ABS PUNT MINIMO	K0+677.88

CARTERA RASANTE-CURVA VERTICAL SIMETRICA CONCAVA							
CUADRO 1 DE 1							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCION $Y=(r/2)*x^2$	COTA RASANTE
PCV	K0+677.88	-4.09%	262.52	0	0	0	262.52
4	K0+687.88		262.11	10	100	0.02285	262.13
3	K0+697.88		261.70	20	400	0.0914	261.79
2	K0+707.88		261.29	30	900	0.20565	261.49
1	K0+717.88		260.88	40	1600	0.3656	261.24
PIV	K0+727.88		260.47	50	2500	0.57125	261.04
		0.48%		50	2500	0.57125	261.04
1	K0+737.88		260.52	40	1600	0.3656	260.88
2	K0+747.88		260.57	30	900	0.20565	260.77
3	K0+757.88		260.61	20	400	0.0914	260.71
4	K0+767.88		260.66	10	100	0.02285	260.68
PTV	K0+777.88		260.71	0	0	0	260.71

Cartera de nivelación

CARTERA DE NIVELACION DEL EJE			
CUADRO 1 DE 2			
PUNTO	ABSCISAS	COTA TERRENO	COTA SUB- RASANTE
1	k0+000.00	299.474	299.034
2	k0+010.00	299.224	298.610
3	k0+020.00	298.965	298.185
4	k0+030.00	298.673	297.760
5	k0+040.00	298.186	297.335
6	k0+050.00	297.749	296.910
7	k0+060.00	297.207	296.485
8	k0+070.00	296.744	296.060
9	k0+080.00	296.287	295.635
10	k0+090.00	295.753	295.210
11	k0+100.00	295.414	294.785
12	k0+110.00	295.003	294.361
13	k0+120.00	294.663	293.936
14	k0+130.00	294.060	293.472
15	k0+140.00	293.601	292.936
16	k0+150.00	292.919	292.327
17	k0+160.00	292.240	291.645
18	k0+170.00	291.426	290.890
19	k0+180.00	290.559	290.062
20	k0+190.00	289.867	289.162
21	k0+200.00	288.969	288.189
22	k0+210.00	287.875	287.143
23	k0+220.00	286.792	286.024
24	k0+230.00	285.707	284.870
25	k0+240.00	284.462	283.717
26	k0+250.00	283.256	282.564
27	k0+260.00	282.091	281.411
28	k0+270.00	280.883	280.257
29	k0+280.00	279.510	279.104
30	k0+290.00	278.307	277.951
31	k0+300.00	277.265	276.872
32	k0+310.00	276.523	275.919
33	k0+320.00	275.896	275.093
34	k0+330.00	275.299	274.394
35	k0+340.00	274.751	273.822
36	k0+350.00	274.303	273.376
37	k0+360.00	273.745	273.056
38	k0+370.00	273.503	272.790
39	k0+380.00	273.256	272.524
40	k0+390.00	272.901	272.257
41	k0+400.00	272.573	271.991

CARTERA DE NIVELACION DEL EJE			
CUADRO 2 DE 2			
PUNTO	ABSCISAS	COTA TERRENO	COTA SUB-RASANTE
42	k0+410.00	272.363	271.725
43	k0+420.00	272.025	271.458
44	k0+430.00	271.652	271.192
45	k0+440.00	271.295	270.926
46	k0+450.00	271.033	270.659
47	k0+460.00	270.871	270.393
48	k0+470.00	270.617	270.127
49	k0+480.00	270.420	269.857
50	k0+490.00	270.188	269.557
51	k0+500.00	269.893	269.222
52	k0+510.00	269.487	268.851
53	k0+520.00	269.026	268.448
54	k0+530.00	268.580	268.038
55	k0+540.00	268.228	267.629
56	k0+550.00	267.779	267.220
57	k0+560.00	267.299	266.811
58	k0+570.00	266.979	266.402
59	k0+580.00	266.648	265.993
60	k0+590.00	266.249	265.583
61	k0+600.00	265.982	265.174
62	k0+610.00	265.607	264.765
63	k0+620.00	265.210	264.356
64	k0+630.00	264.773	263.947
65	k0+640.00	264.261	263.538
66	k0+650.00	263.732	263.129
67	k0+660.00	263.333	262.719
68	k0+670.00	262.868	262.310
69	k0+680.00	262.471	261.902
70	k0+690.00	261.952	261.525
71	k0+700.00	261.842	261.195
72	k0+710.00	261.517	260.909
73	k0+720.00	261.246	260.670
74	k0+730.00	260.982	260.476
75	k0+740.00	260.578	260.328
76	k0+750.00	260.471	260.226
77	k0+760.00	260.403	260.170
78	k0+770.00	260.251	260.159
79	k0+780.00	260.124	260.193
80	k0+790.00	260.013	260.241
81	k0+800.00	259.980	260.289
82	k0+810.00	260.650	260.337

CARTERA DE CHAFLANES						
						CUADRO 1 DE 2
ABSCISA	IZQUIERDA		EJE	DERECHA		rasante
		ceros			ceros	
k0+000.00	-0.51		-0.44		-0.51	299.03
	3.03		0.00		3.03	
k0+020.00	-0.93		-0.78		-0.68	298.18
	2.87		0.00		3.03	
k0+040.00	-0.83		-0.85		-0.81	297.33
	3.03		0.00		3.03	
k0+060.00	-0.89		-0.72		-0.75	296.49
	3.03		0.00		3.03	
k0+080.00	-0.79		-0.65		-0.59	295.64
	3.03		0.00		3.03	
k0+100.00	-0.63		-0.63		-0.69	294.79
	3.02		0.00		2.91	
k0+120.00	-0.71		-0.73		-0.81	293.94
	2.99		0.00		3.03	
k0+140.00	-0.48		-0.67		-0.73	292.94
	3.03		0.00		3.03	
k0+160.00	-0.48		-0.60		-0.76	291.64
	3.03		0.00		3.03	
k0+180.00	-0.47		-0.50		-0.69	290.06
	3.03		0.00		2.88	
k0+200.00	-0.57		-0.78		-0.71	288.19
	3.03		0.00		2.97	
k0+220.00	-0.90		-0.77		-0.93	286.02
	3.03		0.00		3.03	
k0+240.00	-1.14		-0.74		-0.83	283.72
	3.03		0.00		3.03	
k0+260.00	-0.97		-0.68		-0.79	281.41
	3.03		0.00		3.03	
k0+280.00	-0.83		-0.41		-0.66	279.10
	3.03		0.00		2.86	
k0+300.00	-0.60		-0.39		-0.51	276.87
	3.03		0.00		3.03	
k0+320.00	-0.18		-0.80		-0.82	275.09
	3.03		0.00		3.03	
k0+340.00	-0.94		-0.93		-0.96	273.82
	3.025		0		3.025	
k0+360.00	-0.78		-0.69		-0.46	273.06
	3.03		0.00		3.03	
k0+380.00	-0.77		-0.73		-0.65	272.52
	3.03		0.00		2.90	
k0+400.00	-0.70		-0.58		-0.56	271.99
	2.92		0.00		3.03	
k0+420.00	-0.55		-0.57		-0.55	271.46
	3.03		0.00		3.03	
k0+440.00	-0.38		-0.37		-0.37	270.93
	3.025		0.00		3.03	

CARTERA DE CHAFLANES						
CUADRO 2 DE 2						
ABSCISA	IZQUIERDA		EJE	DERECHA		rasante
		ceros		ceros		
k0+460.00	-0.49		-0.48		-0.34	270.39
	3.03		0.00		3.03	
k0+480.00	-0.68		-0.56		-0.63	269.86
	2.85		0.00		3.01	
k0+500.00	-0.69		-0.67		-0.59	269.22
	2.90		0.00		3.03	
k0+520.00	-0.57		-0.58		-0.58	268.45
	3.03		0.00		3.03	
k0+540.00	-0.59		-0.60		-0.55	267.63
	3.03		0.00		3.03	
k0+560.00	-0.43		-0.49		-0.49	266.81
	3.03		0.00		3.03	
k0+580.00	-0.63		-0.66		-0.56	265.99
	3.02		0.00		3.03	
k0+600.00	-0.95		-0.81		-0.63	265.17
	3.03		0.00		3.01	
k0+620.00	-0.89		-0.85		-0.89	264.36
	3.03		0.00		3.03	
k0+640.00	-0.65		-0.72		-0.71	263.54
	2.93		0.00		2.98	
k0+660.00	-0.65		-0.61		-0.49	262.72
	2.93		0.00		3.03	
k0+680.00	-0.52		-0.57		-0.70	261.90
	3.03		0.00		2.92	
k0+700.00	-0.43		-0.65		-0.92	261.19
	3.03		0.00		3.03	
k0+720.00	-0.42		-0.58		-0.61	260.67
	3.03		0.00		3.03	
k0+740.00	-0.24		-0.25		-0.41	260.33
	3.03		0.00		3.03	
k0+760.00	-0.35		-0.23		-0.16	260.17
	3.03		0.00		3.03	
k0+780.00	-0.04		0.07		0.09	260.19
	3.03		0.00		3.03	
k0+800.00	0.26		0.31		0.34	260.29
	3.03		0.00		3.03	
k0+813.65	-0.50		-0.31		-0.59	260.34
	3.03		0.00		3.03	

MOVIMIENTOS DE TIERRA							
ABSCISAS	AREA DE CORTE	AREA DE TERRAPLEN	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE TERRAPLEN	VOLUMEN CORTE ACUMULADO	VOLUMEN TERRAPLEN ACUMULADO	VOLUMEN NETO
0+000.00	2.74	0.03	0	0	0	0	0
0+020.00	4.57	0	87.7	0.36	87.7	0.36	87.33
0+040.00	5.02	0	115.13	0	202.82	0.36	202.46
0+060.00	4.51	0	114.41	0	317.23	0.36	316.87
0+070.00	4.05	0	51.41	0	368.64	0.36	368.28
0+080.00	3.75	0.01	46.79	0.05	415.43	0.41	415.01
0+100.00	3.58	0.01	87.96	0.19	503.39	0.6	502.79
0+110.00	3.92	0	45	0.05	548.39	0.65	547.74
0+120.00	4.21	0	48.84	0	597.23	0.65	596.57
0+140.00	3.75	0	95.62	0.04	692.85	0.69	692.15
0+160.00	3.51	0.02	87.2	0.25	780.05	0.95	779.11
0+180.00	3.25	0.02	81.16	0.43	861.22	1.38	859.84
0+200.00	4.18	0.01	89.16	0.29	950.38	1.67	948.7
0+220.00	4.71	0	106.68	0.07	1057.05	1.74	1055.31
0+240.00	4.99	0	116.41	0	1173.46	1.74	1171.72
0+260.00	4.21	0	110.41	0	1283.87	1.74	1282.13
0+280.00	3.06	0	87.19	0	1371.06	1.74	1369.31
0+300.00	2.68	0.03	68.83	0.31	1439.89	2.05	1437.83
0+320.00	4.58	0.05	87.13	0.83	1527.01	2.89	1524.12
0+340.00	5.4	0	119.76	0.53	1646.77	3.41	1643.36
0+350.00	5.35	0	64.49	0	1711.26	3.41	1707.84
0+360.00	3.85	0.02	55.21	0.11	1766.46	3.52	1762.94
0+380.00	4.18	0	96.36	0.23	1862.82	3.75	1859.07
0+400.00	3.41	0.01	91.05	0.14	1953.87	3.89	1949.98
0+420.00	3.22	0.02	79.53	0.41	2033.4	4.31	2029.1
0+440.00	2.16	0.06	64.6	0.95	2098	5.25	2092.75
0+450.00	2.18	0.06	26.1	0.67	2124.09	5.92	2118.18
0+460.00	2.6	0.05	28.72	0.63	2152.82	6.55	2146.27
0+480.00	3.48	0	73.04	0.65	2225.86	7.19	2218.67
0+500.00	3.82	0.01	87.63	0.14	2313.49	7.33	2306.16
0+520.00	3.35	0.02	85.99	0.3	2399.48	7.63	2391.85
0+530.00	3.17	0.02	39.11	0.24	2438.59	7.87	2430.72
0+540.00	3.37	0.02	39.24	0.25	2477.83	8.12	2469.71
0+560.00	2.76	0.04	73.56	0.73	2551.39	8.85	2542.54
0+580.00	3.63	0.01	76.67	0.65	2628.06	9.5	2618.56
0+590.00	3.89	0.01	45.08	0.13	2673.13	9.63	2663.51
0+600.00	4.4	0	49.8	0.07	2722.93	9.7	2713.23
0+610.00	4.67	0	54.52	0.02	2777.45	9.72	2767.73
0+620.00	5.01	0	58.1	0	2835.56	9.72	2825.83
0+640.00	4.07	0	108.89	0.01	2944.44	9.74	2934.71
0+650.00	3.45	0.02	45.08	0.12	2989.53	9.86	2979.67
0+660.00	3.45	0.02	41.41	0.22	3030.94	10.08	3020.86
0+680.00	3.29	0.02	80.9	0.42	3111.83	10.5	3101.34
0+690.00	2.61	0.04	35.4	0.31	3147.24	10.81	3136.43
0+700.00	3.76	0.02	38.23	0.35	3185.46	11.16	3174.31
0+720.00	3.32	0.03	84.88	0.59	3270.34	11.74	3258.6
0+740.00	1.64	0.07	59.46	1.11	3329.81	12.85	3316.95
0+760.00	1.4	0.08	36.5	1.69	3366.31	14.55	3351.76
0+780.00	0.04	0.29	17.35	4.24	3383.65	18.78	3364.87
0+790.00	0	1.07	0.26	7.78	3383.92	26.57	3357.35
0+800.00	0	1.89	0	16.95	3383.92	43.52	3340.4
0+813.65	3.02	0.03	24.79	15.09	3408.7	58.61	3350.1

VOLUMENES DE PAVIMENTO			
ABSCISAS	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULAD
0+000.00	0.39	0	0
0+020.00	0.39	7.8	7.8
0+040.00	0.39	7.8	15.6
0+060.00	0.39	7.8	23.4
0+070.00	0.39	3.9	27.3
0+080.00	0.39	3.9	31.2
0+100.00	0.39	7.8	39
0+110.00	0.39	3.9	42.9
0+120.00	0.39	3.9	46.8
0+140.00	0.39	7.8	54.6
0+160.00	0.39	7.8	62.4
0+180.00	0.39	7.8	70.2
0+200.00	0.39	7.8	78
0+220.00	0.39	7.8	85.8
0+240.00	0.39	7.8	93.6
0+260.00	0.39	7.8	101.4
0+280.00	0.39	7.8	109.2
0+300.00	0.39	7.8	117
0+320.00	0.39	7.8	124.8
0+340.00	0.39	7.8	132.6
0+350.00	0.39	3.9	136.5
0+360.00	0.39	3.9	140.4
0+380.00	0.39	7.8	148.2
0+400.00	0.39	7.8	156
0+420.00	0.39	7.8	163.8
0+440.00	0.39	7.8	171.6
0+450.00	0.39	3.9	175.5
0+460.00	0.39	3.9	179.4
0+480.00	0.39	7.8	187.2
0+500.00	0.39	7.8	195
0+520.00	0.39	7.8	202.8
0+530.00	0.39	3.9	206.7
0+540.00	0.39	3.9	210.6
0+560.00	0.39	7.8	218.4
0+580.00	0.39	7.8	226.2
0+590.00	0.39	3.9	230.1
0+600.00	0.39	3.9	234
0+610.00	0.39	3.9	237.9
0+620.00	0.39	3.9	241.8
0+640.00	0.39	7.8	249.6
0+650.00	0.39	3.9	253.5
0+660.00	0.39	3.9	257.4
0+680.00	0.39	7.8	265.2
0+690.00	0.39	3.9	269.1
0+700.00	0.39	3.9	273
0+720.00	0.39	7.8	280.8
0+740.00	0.39	7.8	288.6
0+760.00	0.39	7.8	296.4
0+780.00	0.39	7.8	304.2
0+790.00	0.39	3.9	308.1
0+800.00	0.39	3.9	312
0+813.65	0.39	5.32	317.32

VOLUMENES DE BASE			
ABSCISAS	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
0+000.00	1.04	0	0
0+020.00	1.04	20.8	20.8
0+040.00	1.04	20.8	41.6
0+060.00	1.04	20.8	62.4
0+070.00	1.04	10.4	72.8
0+080.00	1.04	10.4	83.2
0+100.00	1.04	20.8	104
0+110.00	1.04	10.4	114.4
0+120.00	1.04	10.4	124.8
0+140.00	1.04	20.8	145.6
0+160.00	1.04	20.8	166.4
0+180.00	1.04	20.8	187.2
0+200.00	1.04	20.8	208
0+220.00	1.04	20.8	228.8
0+240.00	1.04	20.8	249.6
0+260.00	1.04	20.8	270.4
0+280.00	1.04	20.8	291.2
0+300.00	1.04	20.8	312
0+320.00	1.04	20.8	332.8
0+340.00	1.04	20.8	353.6
0+350.00	1.04	10.4	364
0+360.00	1.04	10.4	374.4
0+380.00	1.04	20.8	395.2
0+400.00	1.04	20.8	416
0+420.00	1.04	20.8	436.8
0+440.00	1.04	20.8	457.6
0+450.00	1.04	10.4	468
0+460.00	1.04	10.4	478.4
0+480.00	1.04	20.8	499.2
0+500.00	1.04	20.8	520
0+520.00	1.04	20.8	540.8
0+530.00	1.04	10.4	551.2
0+540.00	1.04	10.4	561.6
0+560.00	1.04	20.8	582.4
0+580.00	1.04	20.8	603.2
0+590.00	1.04	10.4	613.6
0+600.00	1.04	10.4	624
0+610.00	1.04	10.4	634.4
0+620.00	1.04	10.4	644.8
0+640.00	1.04	20.8	665.6
0+650.00	1.04	10.4	676
0+660.00	1.04	10.4	686.4
0+680.00	1.04	20.8	707.2
0+690.00	1.04	10.4	717.6
0+700.00	1.04	10.4	728
0+720.00	1.04	20.8	748.8
0+740.00	1.04	20.8	769.6
0+760.00	1.04	20.8	790.4
0+780.00	1.04	20.8	811.2
0+790.00	1.04	10.4	821.6
0+800.00	1.04	10.4	832
0+813.65	1.04	14.19	846.19

VOLUMENES DE SUB-BASE			
ABSCISAS	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULAD
0+000.00	1.3	0	0
0+020.00	1.3	26	26
0+040.00	1.3	26	52
0+060.00	1.3	26	78
0+070.00	1.3	13	91
0+080.00	1.3	13	104
0+100.00	1.3	26	130
0+110.00	1.3	13	143
0+120.00	1.3	13	156
0+140.00	1.3	26	182
0+160.00	1.3	26	208
0+180.00	1.3	26	234
0+200.00	1.3	26	260
0+220.00	1.3	26	286
0+240.00	1.3	26	312
0+260.00	1.3	26	338
0+280.00	1.3	26	364
0+300.00	1.3	26	390
0+320.00	1.3	26	416
0+340.00	1.3	26	442
0+350.00	1.3	13	455
0+360.00	1.3	13	468
0+380.00	1.3	26	494
0+400.00	1.3	26	520
0+420.00	1.3	26	546
0+440.00	1.3	26	572
0+450.00	1.3	13	585
0+460.00	1.3	13	598
0+480.00	1.3	26	624
0+500.00	1.3	26	650
0+520.00	1.3	26	676
0+530.00	1.3	13	689
0+540.00	1.3	13	702
0+560.00	1.3	26	728
0+580.00	1.3	26	754
0+590.00	1.3	13	767
0+600.00	1.3	13	780
0+610.00	1.3	13	793
0+620.00	1.3	13	806
0+640.00	1.3	26	832
0+650.00	1.3	13	845
0+660.00	1.3	13	858
0+680.00	1.3	26	884
0+690.00	1.3	13	897
0+700.00	1.3	13	910
0+720.00	1.3	26	936
0+740.00	1.3	26	962
0+760.00	1.3	26	988
0+780.00	1.3	26	1014
0+790.00	1.3	13	1027
0+800.00	1.3	13	1040
0+813.65	1.3	17.74	1057.74

VOLUMENES DE BORDILLO			
ABSCISAS	AREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULADO
0+000.00	0.22	0	0
0+020.00	0.23	4.5	4.5
0+040.00	0.22	4.5	9
0+060.00	0.22	4.5	13.5
0+070.00	0.23	2.25	15.75
0+080.00	0.23	2.25	18
0+100.00	0.22	4.5	22.5
0+110.00	0.23	2.25	24.75
0+120.00	0.23	2.25	27
0+140.00	0.22	4.5	31.5
0+160.00	0.22	4.5	36
0+180.00	0.23	4.5	40.5
0+200.00	0.23	4.5	45
0+220.00	0.23	4.5	49.5
0+240.00	0.22	4.5	54
0+260.00	0.22	4.5	58.5
0+280.00	0.23	4.5	63
0+300.00	0.23	4.5	67.5
0+320.00	0.22	4.5	72
0+340.00	0.22	4.5	76.5
0+350.00	0.23	2.25	78.75
0+360.00	0.22	2.25	81
0+380.00	0.23	4.5	85.5
0+400.00	0.22	4.5	90
0+420.00	0.23	4.5	94.5
0+440.00	0.23	4.5	99
0+450.00	0.22	2.25	101.25
0+460.00	0.22	2.25	103.5
0+480.00	0.23	4.5	108
0+500.00	0.22	4.5	112.5
0+520.00	0.22	4.5	117
0+530.00	0.23	2.25	119.25
0+540.00	0.22	2.25	121.5
0+560.00	0.23	4.5	126
0+580.00	0.23	4.5	130.5
0+590.00	0.23	2.25	132.75
0+600.00	0.22	2.25	135
0+610.00	0.22	2.25	137.25
0+620.00	0.23	2.25	139.5
0+640.00	0.22	4.5	144
0+650.00	0.23	2.25	146.25
0+660.00	0.23	2.25	148.5
0+680.00	0.22	4.5	153
0+690.00	0.22	2.25	155.25
0+700.00	0.22	2.25	157.5
0+720.00	0.23	4.5	162
0+740.00	0.23	4.5	166.5
0+760.00	0.23	4.5	171
0+780.00	0.22	4.5	175.5
0+790.00	0.22	2.25	177.75
0+800.00	0.23	2.25	180
0+813.65	0.23	3.07	183.07

Anexo 4. Conteo Vehicular

Día 1.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	1	0	0
6:15-6:30	2	1	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	1	0	0
7:00-7:15	0	0	0
7:15-7:30	0	0	0
7:30-7:45	0	0	0
7:45-8:00	0	0	0
12:00-12:15	1	0	0
12:15-12:30	0	0	0
12:30-12:45	0	0	0
12:45-1:00	2	1	0
1:00-1:15	6	0	0
1:15-1:30	1	0	0
1:30-1:45	1	0	0
1:45-2:00	2	0	0
6:00-6:15	1	0	0
6:15-6:30	0	0	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	0	0	0
7:00-7:15	5	0	0
7:17-7:30	2	1	0
7:30-7:45	1	0	0
7:45-8:00	4	0	0

Día 2.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0
6:30-6:45	3	1	0
6:45-7:00	0	0	0
7:00-7:15	0	0	0
7:15-7:30	0	0	0
7:30-7:45	1	0	0
7:45-8:00	0	0	0
12:00-12:15	0	0	0
12:15-12:30	1	0	0
12:30-12:45	2	0	0
12:45-1:00	1	1	0
1:00-1:15	0	0	0
1:15-1:30	3	0	0
1:30-1:45	1	0	0
1:45-2:00	1	0	0
6:00-6:15	3	0	0
6:15-6:30	2	0	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	4	0	0
7:15-7:30	4	0	0
7:30-7:45	3	1	0
7:45-8:00	1	0	0

Día 3.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	1	0	0
6:15-6:30	0	0	0
6:30-6:45	3	1	0
6:45-7:00	2	0	0
7:00-7:15	4	0	0
7:15-7:30	0	0	0
7:30-7:45	1	0	0
7:45-8:00	0	0	0
12:00-12:15	0	0	0
12:15-12:30	1	0	0
12:30-12:45	2	0	0
12:45-1:00	0	1	0
1:00-1:15	0	0	0
1:15-1:30	0	0	0
1:30-1:45	2	0	0
1:45-2:00	2	0	0
6:00-6:15	3	0	0
6:15-6:30	2	0	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	1	0	0
7:15-7:30	1	0	0
7:30-7:45	3	1	0
7:45-8:00	1	0	0

Día 4.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	2	0	0
6:15-6:30	1	1	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	1	0	0
7:00-7:15	0	0	0
7:15-7:30	1	0	0
7:30-7:45	2	0	0
7:45-8:00	1	0	0
12:00-12:15	1	0	0
12:15-12:30	0	0	0
12:30-12:45	1	1	0
12:45-1:00	0	0	0
1:00-1:15	2	0	0
1:15-1:30	2	0	0
1:30-1:45	0	0	0
1:45-2:00	2	0	0
6:00-6:15	3	0	0
6:15-6:30	4	0	0
6:30-6:45	5	0	0
6:45-7:00	4	0	0
7:00-7:15	1	0	0
7:17-7:30	1	1	0
7:30-7:45	2	0	0
7:45-8:00	2	0	0

Día 5.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	1	0	0
6:15-6:30	1	0	0
6:30-6:45	4	1	0
6:45-7:00	1	0	0
7:00-7:15	2	0	0
7:15-7:30	1	0	0
7:30-7:45	0	0	0
7:45-8:00	3	0	0
12:00-12:15	0	0	0
12:15-12:30	3	0	0
12:30-12:45	4	0	0
12:45-1:00	6	1	0
1:00-1:15	0	0	0
1:15-1:30	0	0	0
1:30-1:45	2	0	0
1:45-2:00	1	0	0
6:00-6:15	2	0	0
6:15-6:30	2	0	0
6:30-6:45	1	0	0
6:45-7:00	2	0	0
7:00-7:15	1	0	0
7:17-7:30	0	0	0
7:30-7:45	1	1	0
7:45-8:00	0	0	0

Día 6.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	1	0	0
6:15-6:30	2	0	0
6:30-6:45	3	0	0
6:45-7:00	1	0	0
7:00-7:15	2	0	0
7:15-7:30	5	0	0
7:30-7:45	0	0	0
7:45-8:00	1	0	0
12:00-12:15	1	0	0
12:15-12:30	1	0	0
12:30-12:45	0	0	0
12:45-1:00	2	0	0
1:00-1:15	1	0	0
1:15-1:30	3	0	0
1:30-1:45	2	0	0
1:45-2:00	3	0	0
6:00-6:15	3	0	0
6:15-6:30	1	0	0
6:30-6:45	0	0	0
6:45-7:00	2	0	0
7:15-7:30	1	0	0
7:30-7:45	1	0	0
7:45-8:00	1	0	0

Día 7.

HORA	AUTO	C-2P	C-2G
6:00-6:15	0	0	0
6:15-6:30	2	0	0
6:30-6:45	1	1	0
6:45-7:00	0	0	0
7:00-7:15	3	0	0
7:15-7:30	5	0	0
7:30-7:45	0	0	0
7:45-8:00	2	0	0
12:00-12:15	5	0	0
12:15-12:30	6	0	0
12:30-12:45	0	0	0
12:45-1:00	0	0	0
1:00-1:15	1	1	0
1:15-1:30	1	0	0
1:30-1:45	1	0	0
1:45-2:00	0	0	0
6:00-6:15	2	0	0
6:15-6:30	3	0	0
6:30-6:45	1	0	0
6:45-7:00	2	0	0
7:00-7:15	1	0	0
7:17-7:30	0	0	0
7:30-7:45	1	1	0
7:45-8:00	0	0	0

Anexo 5. Estudio Geotécnico



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

HUMEDAD NATURAL

SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN :	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	1
PROFUNDIDAD :	0.20- 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Humedad natural del primer estrato		

No.recipiente	30	29	164
Whumedo+Wrecipiente	232.54	234.46	229.85
Wseco+Wrecipiente	219.73	219.67	215.65
Wrecipiente	95.78	84.73	84.30
Humedad (%)	10.34	10.96	10.81
Humedad Promedio(%)	10.70		

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

HUMEDAD NATURAL

SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN :	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	2
PROFUNDIDAD :	0.20- 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Humedad natural de segundo estrato		

No.recipiente	4m	103	58
Whumedo+Wrecipiente	217.49	280.33	199.50
Wseco+Wrecipiente	202.35	260.51	186.19
Wrecipiente	88.46	104.87	86.47
Humedad (%)	13.29	12.73	13.34
Humedad Promedio(%)	13.12		

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

HUMEDAD NATURAL

SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN :	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	3
PROFUNDIDAD :	0.20- 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Humedad natural de tercer estrato		

No.recipiente	70	43	10
Whumedo+Wrecipiente	135.50	143.24	125.00
Wseco+Wrecipiente	128.00	137.43	119.10
Wrecipiente	70.92	87.53	68.78
Humedad (%)	13.14	11.64	11.72
Humedad Promedio(%)	12.17		

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

GRANOLUMETRIA - CLASIFICACIÓN

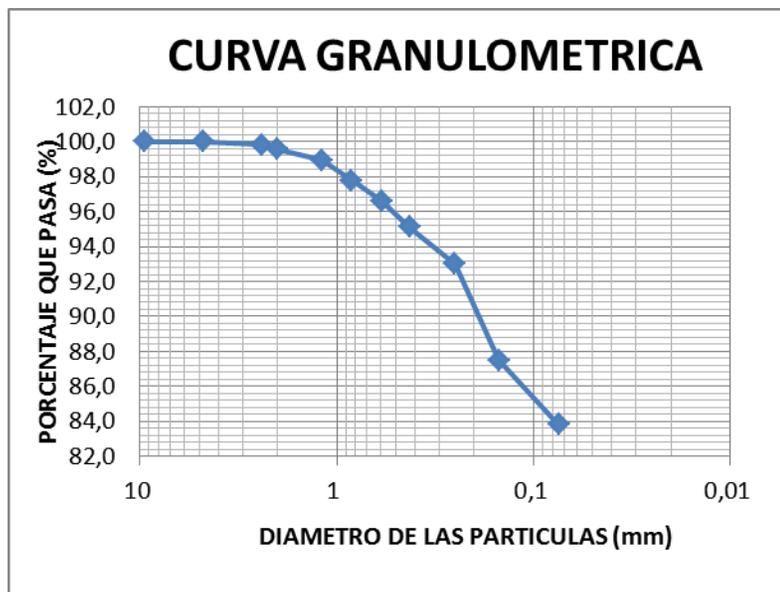
SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN:	Cúcuta, Norte de Santander		
APIQUE:	1	MUESTRA N°	1
PROFUNDIDAD:	0.20 - 1.0 metros		
DESCRIPCIÓN :	Arcilla de baja plasticidad		

PESO INICIAL:	300.00	PESO DESPUES DE LAVAR:	48.53
---------------	--------	------------------------	-------

TAMIZ No.	DIAMETRO (MM)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0	0	0	100
2 1/2"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	0	100
No. 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.38	0.50	0.17	0.17	99.83
No. 10	2	0.81	0.27	0.44	99.56
No. 16	1.19	1.84	0.61	1.05	98.95
No° 20	0.841	3.55	1.18	2.23	97.77
No. 30	0.59	3.46	1.15	3.39	96.61
No° 40	0.425	4.48	1.49	4.88	95.12
No. 60	0.25	6.36	2.12	7.00	93.00
No. 100	0.15	16.44	5.48	12.48	87.52
No. 200	0.074	11.09	3.70	16.18	83.82
FONDO		251.47	83.82	100.00	0.00
		300.00	100.00		

CLASIFICACION	
AASHTO	A-7-5b
I.G.	26
U.S.C	CL
GRAVA	0.00
ARENA	48.53
FINOS	251.47

I.P	30.84
-----	-------





UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

GRANOLUMETRIA - CLASIFICACIÓN

SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN:	Cúcuta, Norte de Santander		
APIQUE:	2	MUESTRA N°	1
PROFUNDIDAD:	0.20 - 1.0 metros		
DESCRIPCIÓN :	Arcilla de baja plasticidad		

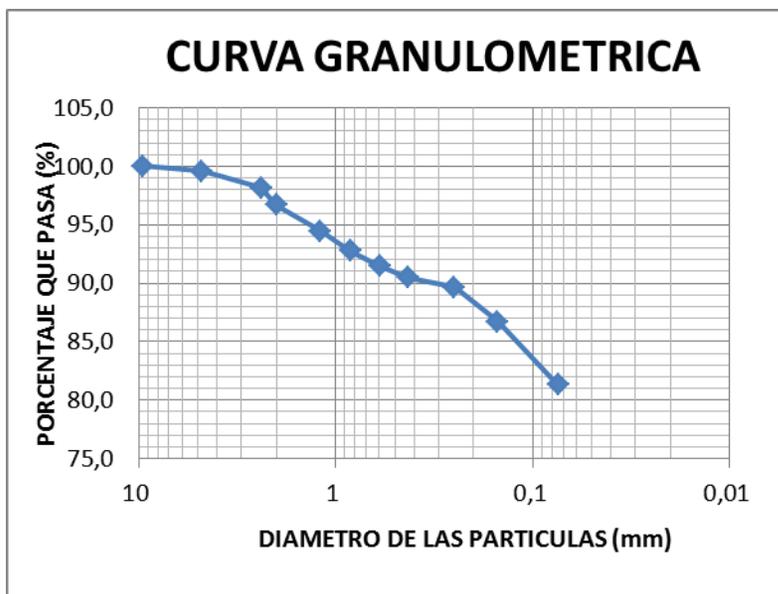
PESO INICIAL:	300.00	PESO DESPUES DE LAVAR:	56.00
---------------	--------	------------------------	-------

TAMIZ No.	DIAMETRO (MM)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0	0	0	100
2 1/2"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	0	100
No. 4	4.75	1.25	0.42	0.42	99.58
No. 8	2.38	4.25	1.42	1.83	98.17
No. 10	2	4.50	1.50	3.33	96.67
No. 16	1.19	6.67	2.22	5.56	94.44
No° 20	0.841	5.08	1.69	7.25	92.75
No. 30	0.59	3.84	1.28	8.53	91.47
No° 40	0.425	3.05	1.02	9.55	90.45
No. 60	0.25	2.43	0.81	10.36	89.64
No. 100	0.15	8.74	2.91	13.27	86.73
No. 200	0.074	16.19	5.40	18.67	81.33
FONDO		244.00	81.33	100.00	0.00

CLASIFICACION	
AASHTO	A-7-5b
I.G.	22
U.S.C	CL
GRAVA	0.00
ARENA	56.00
FINOS	244.00

I.P	27.22
-----	-------

300.00	100.00
--------	--------





UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

GRANOLUMETRIA - CLASIFICACIÓN

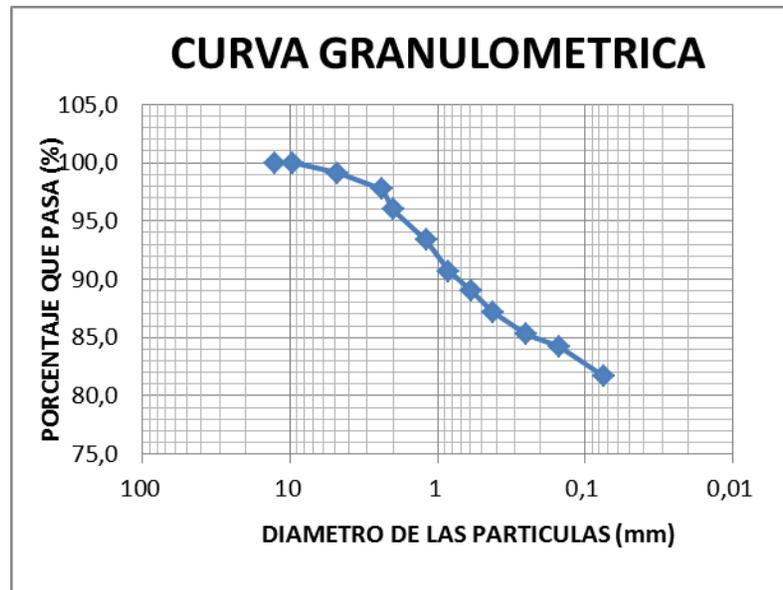
SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN:	Cúcuta, Norte de Santander		
APIQUE:	3	MUESTRA N°	1
PROFUNDIDAD:	0.20 - 1.0 metros		
DESCRIPCIÓN :	Arcilla de baja plasticidad		

PESO INICIAL:	300.00	PESO DESPUES DE LAVAR:	55.00
---------------	--------	------------------------	-------

TAMIZ No.	DIAMETRO (MM)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0	0	0	100
2 1/2"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.52	0.00	0.00	0	100.00
No. 4	4.75	2.62	0.87	0.87	99.13
No. 8	2.38	4.11	1.37	2.24	97.76
No. 10	2	5.23	1.74	3.99	96.01
No. 16	1.19	7.90	2.63	6.62	93.38
No° 20	0.841	8.02	2.67	9.29	90.71
No. 30	0.59	5.20	1.73	11.03	88.97
No° 40	0.425	5.37	1.79	12.82	87.18
No. 60	0.25	5.76	1.92	14.74	85.26
No. 100	0.15	3.14	1.05	15.78	84.22
No. 200	0.074	7.65	2.55	18.33	81.67
FONDO		245.00	81.67	100.00	0.00
		300.00	100.00		

CLASIFICACION	
AASHTO	A-7-5b
I.G.	25.0
U.S.C	CL
GRAVA	0.00
ARENA	55.00
FINOS	245.00

I.P	30.40
-----	-------





UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

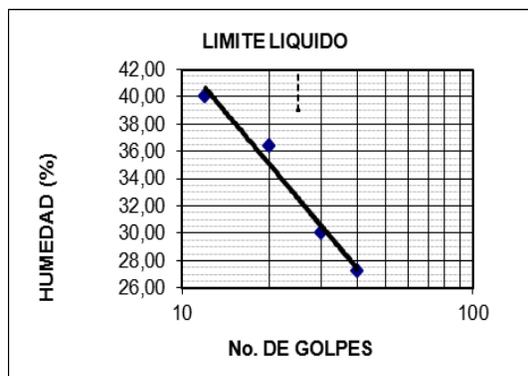
SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	1
PROFUNDIDAD :	0.20 - 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Limite liquido y plastico		

LIMITE LIQUIDO

NÚMERO DE GOLPES	37	26	22	17
NÚMERO DEL RECIPIENTE	13	15	20	25
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	6.97	7.33	7.34	7.39
PESO HÚMEDO (Gr.)	17.15	16.57	14.82	15.10
PESO SECO (Gr.)	14.00	13.63	12.40	12.55
HUMEDAD (%)	44.81	46.67	47.83	49.42

LIMITE PLASTICO

NÚMERO DEL RECIPIENTE	36	70	48	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	6.90	7.27	7.49	
PESO HÚMEDO (Gr.)	10.70	11.35	11.36	
PESO SECO (Gr.)	10.18	10.77	10.82	
HUMEDAD (%)	15.85	16.57	16.22	



LIMITE LIQUIDO (%)	47.06
--------------------	-------

LIMITE PLASTICO (%)	16.21
---------------------	-------

INDICE DE PLASTICIDAD	30.84
-----------------------	-------

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

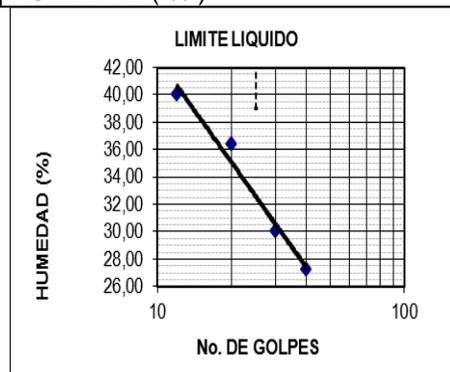
SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	2
PROFUNDIDAD :	0.20 - 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Limite liquido y plastico		

LIMITE LIQUIDO

NÚMERO DE GOLPES	36	27	23	16
NÚMERO DEL RECIPIENTE	1	5	4	8
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	5.16	7.26	5.44	7.23
PESO HÚMEDO (Gr.)	14.63	17.30	11.13	14.58
PESO SECO (Gr.)	11.80	14.18	9.35	12.21
HUMEDAD (%)	42.71	45.09	45.52	47.59

LIMITE PLASTICO

NÚMERO DEL RECIPIENTE	14	20	18	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	5.35	5.56	6.70	
PESO HÚMEDO (Gr.)	9.80	10.25	10.74	
PESO SECO (Gr.)	9.14	9.53	10.13	
HUMEDAD (%)	17.62	18.17	17.85	



LIMITE LIQUIDO (%)	4 5 1 0
-----------------------	------------------

LIMITE PLASTICO (%)	1 7 8 8
------------------------	------------------

INDICE DE PLASTICIDAD	2 7 2 2 4
--------------------------	-----------------------



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

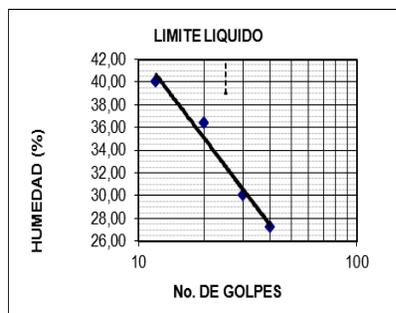
SECTOR :	Barrio Doña Nidia		
LOCALIZACIÓN	Cúcuta, Norte de Santander	APIQUE No. :	3
PROFUNDIDAD :	0.20 - 1.0 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Limite liquido y plastico		

LIMITE LIQUIDO

NÚMERO DE GOLPES	38	28	24	18
NÚMERO DEL RECIPIENTE	5	9	17	23
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	7.16	6.95	7.69	7.39
PESO HÚMEDO (Gr.)	16.50	16.76	16.92	17.08
PESO SECO (Gr.)	13.76	13.94	13.73	14.12
HUMEDAD (%)	41.62	40.35	52.79	43.94

LIMITE PLASTICO

NÚMERO DEL RECIPIENTE	84	29	K8	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	5.81	6.81	5.23	
PESO HÚMEDO (Gr.)	9.89	10.24	8.41	
PESO SECO (Gr.)	9.37	9.80	8.01	
HUMEDAD (%)	14.67	14.38	14.55	



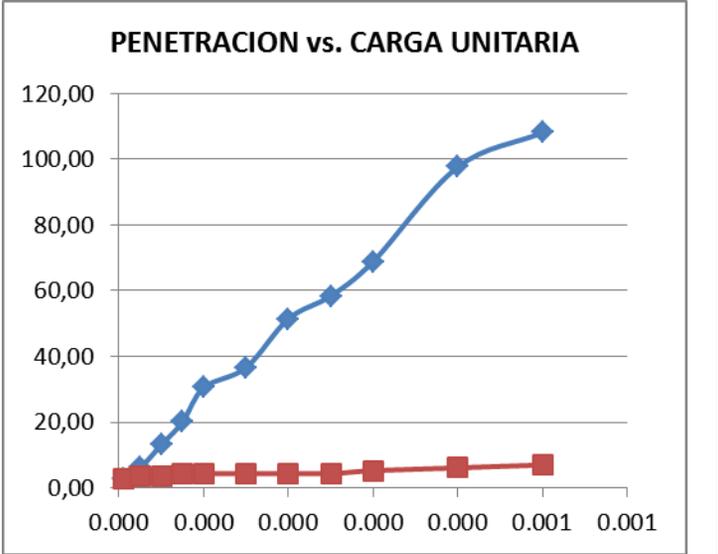
LIMITE LIQUIDO (%)	44.94
--------------------	-------

LIMITE PLASTICO (%)	14.53
---------------------	-------

INDICE DE PLASTICIDAD	30.40
-----------------------	-------

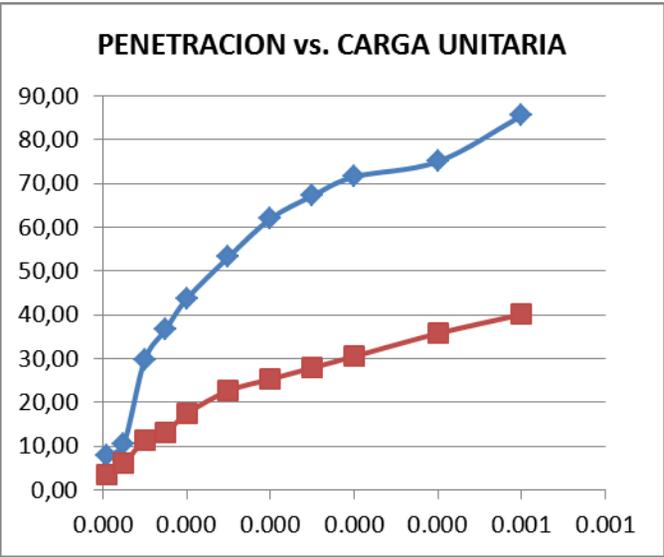
CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)					
SECTOR	Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION	Municipio Patios (N. de S.)	APIQUE	1		
PROFUNDIDAD	1 metro	MUESTRA No.	Derecho		
DESCRIPCION					
Molde No.	18	HUMEDAD DE CAMPO			
Cantidad agua adicionada (c.c)	-	Molde No.	18		
Peso molde+suelo húmedo (gr)	13485	Frasco No.	234	211	253
Peso molde (gr)	9840	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	167.452	158.672	149.312
Peso suelo húmedo (gr)	3645	Peso muestra seca+Frasco (gr)	158.219	150.857	142.33
Humedad(%)	10.18	Peso frasco (gr)	72.564	71.386	72.004
Peso suelo seco (gr)	3308.21	Humedad (%)	10.78	9.83	9.93
Peso suelo seco (Lb)	7.29	10.18			
Volumen del molde (pie3)	0.082				
Densidad seca (Lb/pie3)	88.94				
Densidad seca (gr/cm3)	1.42				
		HUMEDAD DE PENETRACION			
PRUEBA DE EXPANSIÓN		Molde No.	18		
Molde No.	18	Frasco No.	101	124	28
Lectura inicial (0,001 pulg)	12	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	195.279	208.815	187.499
Lectura 2° día (0,001 pulg)	14	Peso muestra seca+Frasco (gr)	170.18	182.621	161.473
Lectura 3° día (0,001 pulg)	16	Peso frasco (gr)	77.588	84.567	69.326
Lectura 4° día (0,001 pulg)	19	Humedad (%)	27.11	26.71	28.24
Expansión total (pulg)	1.4	27.35			

CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)				
SECTOR				
Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION		Municipio Patios (N. de S.)		APIQUE
PROFUNDIDAD		1 metro		1
DESCRIPCION				MUESTRA No.
				Derecho
RELACIÓN DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN				
Kte. Anillo sin sumergir (Lb)		2.6161		
Kte. Anillo sumergido (Lb)		2.6161		
MOLDE No.		18 - sin sumergir		AREA DEL PISTÓN (pulg2)
				3
PENETRACION	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.
0.005	3	2.62	3	2.62
0.025	7	6.10	4	3.49
0.050	15	13.08	4	3.49
0.075	23	20.06	5	4.36
0.100	35	30.52	5	4.36
0.150	42	36.63	5	4.36
0.200	59	51.45	5	4.36
0.250	67	58.43	5	4.36
0.300	79	68.89	6	5.23
0.400	112	97.67	7	6.10
0.500	124	108.13	8	6.98
C.B.R. 0,1"	3.05		0.44	
C.B.R. 0,2"	3.43		0.29	
C.B.R.	3.43		0.44	



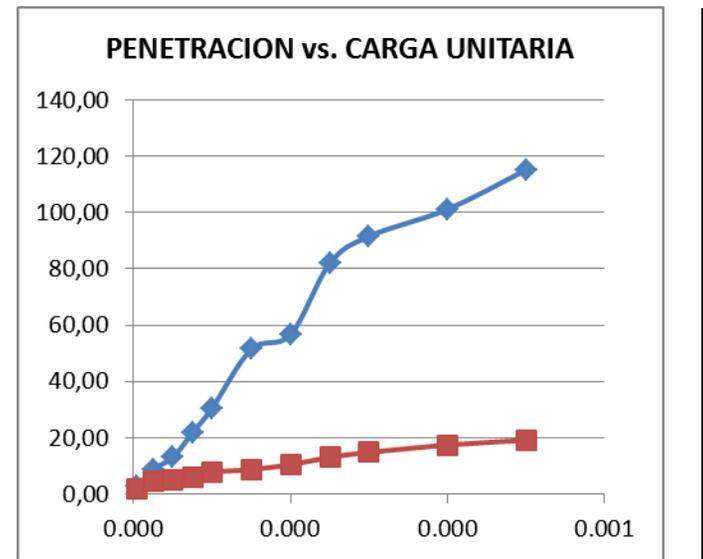
CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)					
SECTOR	Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION	Municipio Patios (N. de S.)	APIQUE	2		
PROFUNDIDAD	1 metro	MUESTRA No.	Derecho		
DESCRIPCION					
Molde No.	10	HUMEDAD DE CAMPO			
Cantidad agua adicionada (c.c)	-	Molde No.	10		
Peso molde+suelo húmedo (gr)	13797	Frasco No.	242	207	249
Peso molde (gr)	9162	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	169.719	162.105	184.121
Peso suelo húmedo (gr)	4635	Peso muestra seca+Frasco (gr)	157.565	151.226	171.3
Humedad(%)	13.50	Peso frasco (gr)	71.288	70.48	72.242
Peso suelo seco (gr)	4083.66	Humedad (%)	14.09	13.47	12.94
Peso suelo seco (Lb)	9.00	13.50			
Volumen del molde (pie3)	0.082				
Densidad seca (Lb/pie3)	109.79				
Densidad seca (gr/cm3)	1.76				
		HUMEDAD DE PENETRACION			
PRUEBA DE EXPANSIÓN		Molde No.	10		
Molde No.	10	Frasco No.	38	68	110
Lectura inicial (0,001 pulg)	250	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	220.583	189.438	218.131
Lectura 2° día (0,001 pulg)	269	Peso muestra seca+Frasco (gr)	197.37	169.508	195.745
Lectura 3° día (0,001 pulg)	270	Peso frasco (gr)	87.51	73.416	86.952
Lectura 4° día (0,001 pulg)	275	Humedad (%)	21.13	20.74	20.58
Expansión total (pulg)	5.0	20.82			

CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)				
SECTOR				
Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION		Municipio Patios (N. de S.)		APIQUE
PROFUNDIDAD		1 metro		MUESTRA No.
DESCRIPCION		Derecho		
RELACIÓN DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN				
Kte. Anillo sin sumergir (Lb)		2.6161		
Kte. Anillo sumergido (Lb)		2.6161		
MOLDE No.		AREA DEL PISTÓN (pulg2)		
10 - sin sumergir		10 - sumergido		
PENETRACION	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.
0.005	9	7.85	4	3.49
0.025	12	10.46	7	6.10
0.050	34	29.65	13	11.34
0.075	42	36.63	15	13.08
0.100	50	43.60	20	17.44
0.150	61	53.19	26	22.67
0.200	71	61.91	29	25.29
0.250	77	67.15	32	27.91
0.300	82	71.51	35	30.52
0.400	86	74.99	41	35.75
0.500	98	85.46	46	40.11
C.B.R. 0,1"	4.36		1.74	
C.B.R. 0,2"	4.13		1.69	
C.B.R.	4.36		1.74	



CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)					
SECTOR	Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION	Municipio Patios (N. de S.)	APIQUE	3		
PROFUNDIDAD	1 metro	MUESTRA No.	Derecho		
DESCRIPCION					
Molde No.	48	HUMEDAD DE CAMPO			
Cantidad agua adicionada (c.c)	-	Molde No.	48		
Peso molde+suelo húmedo (gr)	13275	Frasco No.	23	16	13
Peso molde (gr)	8452	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	121.43	129.97	124.12
Peso suelo húmedo (gr)	4823	Peso muestra seca+Frasco (gr)	117	124.53	120.52
Humedad(%)	10.05	Peso frasco (gr)	73.35	71.01	83.9
Peso suelo seco (gr)	4382.63	Humedad (%)	10.15	10.16	9.83
Peso suelo seco (Lb)	9.66	10.05			
Volumen del molde (pie3)	0.082				
Densidad seca (Lb/pie3)	117.83				
Densidad seca (gr/cm3)	1.89				
		HUMEDAD DE PENETRACION			
PRUEBA DE EXPANSIÓN		Molde No.	48		
Molde No.	48	Frasco No.	26	19	36
Lectura inicial (0,001 pulg)	60	Peso muestra húmeda+Frasco (gr)	153.93	147.95	130.04
Lectura 2° día (0,001 pulg)	62	Peso muestra seca+Frasco (gr)	141.78	136.66	120.5
Lectura 3° día (0,001 pulg)	65	Peso frasco (gr)	76.55	76.19	69.6
Lectura 4° día (0,001 pulg)	70	Humedad (%)	18.63	18.67	18.74
Expansión total (pulg)	2.0	18.68			

CBR INALTERADO (SIN SUMERGIR Y SUMERGIDO)				
SECTOR				
Barrio Once de Noviembre				
LOCALIZACION		Municipio Patios (N. de S.)		APIQUE
PROFUNDIDAD		1 metro		MUESTRA No.
DESCRIPCION		Derecho		
RELACIÓN DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN				
Kte. Anillo sin sumergir (Lb)		2.6161		
Kte. Anillo sumergido (Lb)		2.6161		
MOLDE No.		48 - sin sumergir		48 - sumergido
PENETRACION		CARGA	C.U.	CARGA
0.005		3	2.62	2
0.025		10	8.72	5
0.050		15	13.08	6
0.075		25	21.80	7
0.100		35	30.52	9
0.150		59	51.45	10
0.200		65	56.68	12
0.250		94	81.97	15
0.300		105	91.56	17
0.400		116	101.16	20
0.500		132	115.11	22
C.B.R. 0,1"		3.05		0.78
C.B.R. 0,2"		3.78		0.70
C.B.R.		3.78		0.78



Anexo 6. Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.) pavimento flexible

<i>LISTA DE MATERIALES</i>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UN D	Vr. UNITARIO	PROVEEDOR	FECHA	OBSERVACIONES
MAT-001	Acero de refuerzo fy 37 Mpa	Kg	\$ 2,300.00	HOME CENTER	Sep-17	
MAT-002	Aditivo acelerante (Sikaset-L)	KG	\$ 11,716.00	LISTA DE PRECIOS CONSTRUCCIÓN SIKA	Sep-17	
MAT-003	Arena lavada tamaño 0-5mm con transporte	M3	\$ 41,780.00	TRITURADORA LA ROCA	Sep-17	
MAT-004	Base granular tamaño maximo 1 1/2"	M3	\$ 30,000.00	TRITURADORA LA ROCA	Sep-17	
MAT-005	Cemento gris (Cemex)	KG	\$ 550.00	HOME CENTER	Sep-17	
MAT-006	Concreto preparado en obra resistencia de 21 Mpa	M3	\$ 336,000.00	ANÁLISIS BÁSICO	Sep-17	
MAT-007	Emulsionasfaltica CRL-0	litro	\$ 875.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2016	Sep-17	
MAT-008	Geotextil NT 1600 Gerfor	M2	\$ 3,539.00	LISTA DE PRECIOS GEOTEXTILES PAVCO	Sep-17	
MAT-009	Material de Terraplen	M3	\$ 13,345.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2016	Sep-17	
MAT-010	Mezcla densa en caliente MDC-2	M3	\$ 295,000.00	CONSTRUPRECIOS MARZO 2016	Sep-17	
MAT-011	Sello elastico para juntas Sikaflex-1c SL	Kg	\$ 9,322.58	LISTA DE PRECIOS CONSTRUCCIÓN SIKA	Sep-17	
MAT-012	Sub-base granular tamaño maximo 2"	M3	\$ 28,000.00	TRITURADORA LA ROCA	Sep-17	
MAT-013	Triturado 3/4" con transporte	M3	\$ 50,000.00	TRITURADORA LA ROCA	Sep-17	

Cuadro de cuadrillas

<i>ALQUILERES DE EQUIPOS & HERRAMIENTAS</i>						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	PROVEEDOR	FECHA	OBSERVACIONES
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800.00		sep-17	
E&H-002	Carrotanque irrigador de asfalto	hM	\$ 65,205.00		sep-17	
E&H-003	Cizalla manual	dU	\$ 10,971.00		sep-17	
E&H-004	Compactador de llantas	hM	\$ 96,048.00		sep-17	
E&H-005	Compresor de aire	hM	\$ 78,247.00		sep-17	
E&H-006	Dobladora manual	dU	\$ 10,971.00		sep-17	
E&H-007	Equipo de Topografía	dE	\$ 103,500.00		sep-17	
E&H-008	Finisher SB-111	hM	\$ 108,675.00		sep-17	
E&H-009	Formaleta metálica	dU	\$ 836.00		sep-17	
E&H-010	Herramienta menor	%	-		sep-17	
E&H-011	Motoniveladora	hM	\$ 120,160.00		sep-17	
E&H-012	Mezcladora 1 bulto	dM	\$ 55,680.00		sep-17	
E&H-013	Motoguadaña	dM	\$ 25,875.00		sep-17	
E&H-014	Retroexcavadora 215/E120B	hM	\$ 150,075.00		sep-17	
E&H-015	Vibrador (Gas/Elect)	dM	\$ 55,680.00		sep-17	
E&H-016	Vibrocompactador	hM	\$ 96,048.00		sep-17	
E&H-017	Volqueta 5 m3	Vje	\$ 80,000.00		sep-17	
E&H-018	Volqueta 5 m3	M3/KM	\$ 950.00		sep-17	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
E&H-009	Equipo de computacion	mE	\$ 724,500.00	0.05	mE/HA	\$ 36,225.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 841,468
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 2,683,895

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
CUA-01-ING	Ingeniero geotecnista	dH	\$ 468.834,00	0,008	dH/M2	\$ 3.750,67
CUA-01-ESP	Ayudante de especialidad	hH	\$ 7.750,60	0,02	hH/M2	\$ 155,01
CUA-02	Cuadrilla 0x2	hH	\$ 6.589,01	0,5	hH/M2	\$ 3.294,50
V/R MANO DE OBRA						\$ 7.200
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CODIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO	PARCIAL	V/R PARCIAL
E&H-013	Herramienta menor	%	-	10	%/M2	\$ 720,02
E&H-009	Equipo de computacion	mE	\$ 724.500,00	0,001	mE/M2	\$ 724,50
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 1.445
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 8.645

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP I: PRELIMINARES				FECHA:		
ITEM: 1.3 Localización, replanteo y control topográfico				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-06	Cuadrilla 1x2	hH	\$ 17,814.74	0.11	hH/M2	\$ 1,959.62
V/R MANO DE OBRA						\$ 1,960
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CODIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO	V/R PARCIAL	V/R PARCIAL
E&H-010	Herramienta menor	%	-	5	%/M2	\$ 97.98
E&H-007	Equipo de Topografia	dE	\$ 103,500.00	0.004	dE/M2	\$ 414.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 512
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 2,472

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP I: PRELIMINARES			FECHA:			
ITEM: 1.4 Limpieza			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-04	cuadrilla 1x0	hH	\$ 7,750.60	0.03	hHM2	\$ 232.52
CUA-01	cuadrilla 0x1	hH	\$ 6,589.01	0.07	hH/M2	\$ 461.23
V/R MANO DE OBRA						\$ 694
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-010	Herramienta menor	%	-	10	%/M2	\$ 69.37
E&H-013	Motoguadaña	dM	\$ 25,875.00	0.01	dM/M2	\$ 258.75
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 328
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 1,022

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP II: MOVIMIENTO DE TIERRAS				FECHA:		
ITEM: 2.1 Excavación a máquina 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-02	cuadrilla 0x2	hH	\$ 6,589.01	0.04	hH/M3	\$ 263.56
V/R MANO DE OBRA						\$ 264
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-014	Retroexcavadora 215/E120B	hM	\$ 150,075.00	0.04	hM/M3	\$ 6,003.00
E&H-010	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 13.18
E&H-016	Volqueta 5 m3	Vje	\$ 80,000.00	0.09	Vje/M3	\$ 7,200.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 13,216
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 13,480

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP II: MOVIMIENTO DE TIERRAS				FECHA:		
ITEM: 2.2 Extendido Humedecimiento y compactación 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	\$ 17,814.74	0.11	hH/M3	\$ 1,959.62
V/R MANO DE OBRA						\$ 1,960
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-017	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800.00	0.01	dM/M3	\$ 2,898.00
E&H-001	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 97.98
E&H-010	Vibrocompactador	hM	\$ 96,048.00	0.02	hM/M3	\$ 1,920.96
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 4,917
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 6,877

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP III: CONFORMACION DE LA BANCA				FECHA:		
ITEM: 3.1 Conformación de Terraplén con material de préstamo, INCLUYE TRANSPORTE				UN:		M3
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-009	Material de terraplen	M3	1.30	\$ 13,345.00		\$ 17,348.50
V/R MATERIALES						\$ 17,349
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	Cuadrilla 0x1	hH	\$ 6,589.01	0.01	hH/M3	\$ 65.89
V/R MANO DE OBRA						\$ 66
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-001	Carro tanque de agua	dM	\$ 289,800.00	0.01	dM/M3	\$ 2,898.00
E&H-010	Herramienta menor	%	-	5	%/M3	\$ 3.29
E&H-016	Vibrocompactador	hM	\$ 96,048.00	0.02	hM/M3	\$ 1,920.96
E&H-011	Motoniveladora	hM	\$ 120,160.00	0.04	hM/M3	\$ 4,806.40
E&H-017	Volqueta 5 m3	Vje	\$ 80,000.00	0.09	Vje/M3	\$ 7,200.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 16,829
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 34,243

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.1 Suministro e instalación manto geotextil NT 1600				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-008	Geotextil NT 1600 Gerfor	M2	1.10	\$ 3,539.00		\$ 3,892.90
V/R MATERIALES						\$ 3,893
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-05	cuadrilla 1x1	Hh	\$ 7,169.81	0.06	hH/M2	\$ 430.19
V/R MANO DE OBRA						\$ 430
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-010	Herramienta menor	%	-	5	%/M2	\$ 21.51
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 22
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 4,345

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)	
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 22,936
TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 59,929

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO ITEM: 4.3 Base granular				FECHA: UN: M3		
I. MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-004	base granular tamaño máximo 1 1/2"	M3	1.30	\$ 30,000.00		\$ 39,000.00
V/R MATERIALES						\$ 39,000
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	cuadrilla 0x1	hH	\$ 6,589.01	0.09	hH/M3	\$ 593.01
V/R MANO DE OBRA						\$ 593
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-001	Carrotanque de agua	dM	\$ 289,800.00	0.01	dM/M3	\$ 2,898.00
E&H-004	Compactador de llantas	hM	\$ 96,048.00	0.03	hM/M3	\$ 2,881.44
E&H-011	Motoniveladora	hM	\$ 120,160.00	0.04	hM/M3	\$ 4,806.40
E&H-018	Volqueta 5 m3	M3/KM	\$ 950.00	13.00	km/M3	\$ 12,350.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 22,936
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 62,529

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.4 Imprimación-Lechada (Emulsión)				UN:		M2
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-007	Emulsión asfáltica CRL-0	litro	0.75	\$ 875.00		\$ 656.25
V/R MATERIALES						\$ 656
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-01	cuadrilla 0x1	hH	\$ 6,589.01	0.01	hH/M2	\$ 65.89
V/R MANO DE OBRA						\$ 65.9
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-002	Carrotanque irrigador de asfalto	hM	\$ 65,205.00	0.002	hM/M2	\$ 130.41
E&H-005	Compresor de aire	hM	\$ 78,247.00	0.002	hM/M2	\$ 156.49
E&H-010	Herramienta menor	%	-	2	%/M2	\$ 1.318
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 288.22
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 1,010

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: PAVIMENTO				FECHA:		
ITEM: 4.5 Mezcla densa en caliente para carpeta MDC-2 INV 450-07				UN:		M3
I. MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-010	mezcla densa en caliente MDC-2	M3	1.30	\$ 295,000.00		\$ 383,500.00
V/R MATERIALES						\$ 383,500
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-04	cuadrilla 1x0	hH	\$ 7,750.60	0.27	hH/M3	\$ 2,092.66
CUA-01	cuadrilla 0x1	hH	\$ 6,589.01	1.08	hH/M3	\$ 7,116.13
V/R MANO DE OBRA						\$ 9,209
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-004	Compactador de llantas	hM	\$ 96,048.000	0.08	hM/M3	\$ 7,683.84
E&H-008	Finisher SB-111	hM	\$ 108,675.00	0.08	hM/M3	\$ 8,694.00
E&H-010	Herramienta menor	%	-	10	%/M3	\$ 10.00
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 16,388
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 409,097

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)						
CAP IV: MANEJO DE AGUAS					FECHA:	
ITEM: 5.1 Bordillos en concreto 21 Mpa Secc 0.15x0.30 Incluye refuerzo					UN:	ML
I.MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	CANT	V/R UNIT		V/R PARCIAL
MAT-017	Concreto preparado en obra resistencia de 21 Mpa	M3	0.05	\$ 288,886.01		\$ 12,999.87
MAT-002	Acero corrugado 1/4"	Kg	2.25	\$ 533.33		\$ 1,199.99
MAT-027	Sello elastico para juntas Sikaflex-1c SL	Kg	0.097	\$ 9,322.58		\$ 904.29
V/R MATERIALES						\$ 15,104
II. MANO DE OBRA						
CÓDIGO	CUADRILLA	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
CUA-04	cuadrilla 1x0 vaciado de concreto	hH	\$ 9,493.00	0.32	hH/ML	\$ 3,037.76
CUA-01	cuadrilla 0x1 vaciado de concreto	hH	\$ 6,589.01	0.96	hH/ML	\$ 6,325.45
CUA-08	cuadrilla 1x4 de corte y figurado	hH	\$ 7,169.81	0.18	hH/ML	\$ 1,290.57
CUA-06	cuadrilla 1x2 formaleta	hH	\$ 7,557.01	2.67	hH/ML	\$ 20,177.20
V/R MANO DE OBRA						\$ 30,831
III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
CÓDIGO	DESCRIPCION	UN	V/R UNIT	RENDIMIENTO		V/R PARCIAL
E&H-012	Formaleta metalica	dU	\$ 836.00	1.20	dU/ML	\$ 1,003.20
E&H-013	Herramienta menor	%	-	5	%/ML	\$ 1,541.55
E&H-004	Cizalla manual	dU	\$ 10,971.00	0.04	dU/ML	\$ 438.84
E&H-022	Vibrador (Gas/Elect)	dM	\$ 55,680.00	0.66	dM/ML	\$ 36,748.80
E&H-008	Dobladora manual	dU	\$ 10,971.00	0.04	dU/ML	\$ 438.84
V/R EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						\$ 40,171
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 86,106

Anexo 7. Registro Fotográfico



