Topografía en la geometría vial del paso a desnivel en la Av. Cali con Calle 132 en Bogotá.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Presentado por:

Paola Andrea Ortega Ortega 20191131029

Debinson Rafael Pérez Pérez 20201131045

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Tecnología en Levantamientos Topográficos
Bogotá D.C.
Octubre de 2023

Topografía en la geometría vial del paso a desnivel en la Av. Cali con Calle 132 en Bogotá.

Presentado por:

Paola Andrea Ortega Ortega 20191131029

Debinson Rafael Pérez Pérez 20201131045

Proyecto de grado modalidad de monografía para optar por el título de Tecnólogo(a) en Levantamientos Topográficos.

Director: Ing. Julio Hernán Bonilla Romero

Revisor: Ing. Rubby Stella Pardo Pinzón

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Tecnología en Levantamientos Topográficos

Bogotá D.C.

Octubre de 2023.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero y profundo agradecimiento a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a toda la facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a nuestros profesores quienes hicieron parte de todo nuestro proceso de formación, que nos transmitieron sus conocimientos los cuales nos ayudaron crecer día a día como profesionales y que hoy nos permite estar aquí, sin ustedes los conceptos serían solo palabras, gracias a cado uno de ustedes por la paciencia, dedicación y apoyo incondicional.

Finalmente queremos expresar nuestro mayor y sincero agradecimiento al Ing. Julio Hernán Bonilla Romero, nuestro director de proyecto de grado, quien con su conocimiento, dirección, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen 8
Abstract 9
1. Introducción 11
2. Justificación 12
3. Descripción del problema 12
4. Objetivos 13
4.1 Objetivo General 13
4.2 Objetivos específicos 13
5. Marco Geográfico 13
6. Marco Teórico 14
6.1 Articulación de la red vial y el ordenamiento territorial 14
6.2 Vía Urbana 14
6.3 Redes Viales Urbanas 14
6.4 Jerarquización Vial 15
6.5 Estudios Requeridos 16
6.5.1 Estudio topográfico 16
6.5.2 Estudios Prediales 16
6.6 Parámetros y Criterios de Diseño Planimétrico 17
6.7 Parámetros y Criterios de Diseño Altimétrico 17
6.8 Pendiente Mínima 18
6.9 Pendiente Máxima 18
6.10 Intersecciones 19
6.11 Intersección a Nivel 19
6.11.1 Sin Canalizar 20
6.11.2 Canalizadas 21
6.12 Intercambiadores de calzada 23
6.13 Glorietas 24
6.14 Gálibos 25
6.15 Intersección a Desnivel 25
6.15.1 Tipo Trompeta 26
6.15.2 Tipo Trébol 28
6.16 Curvas Circular Simple 30
6.17 Curvas Circulares Compuestas 31

6.18 Curvas Verticales 32
6.19 Peralte 33
7. Metodología 34
7.1 Fase I 35
7.1.1 Reconocimiento de la Zona 35
7.1.2 Levantamiento Topográfico 35
7.1.3 Recoleccion Analisis y Registro de datos de campo 36
7.2 Fase II 37
7.3 Determinacion de Parámetros de Diseño Geométrico 37
7.4 Parametros Diseño Planimetrico 37
7.4.1 Ejes Principales 38
7.4.2 Conectantes 39
7.4.3 Orejas 42
7.5 Diseño Altimétrico 45
7.5.1 Ejes Principales 45
7.5.2 Conectantes 47
7.5.3 Orejas 49
7.6 Peraltes 51
7.6.1 Conectantes 51
7.6.2 Orejas 53
7.7 Secciones Transversales 55
8. Fase III 56
8.1 Modelado 3D 56
9. Resultados 59
10. Conclusiones 63
11. Bibliografía 64
12. Anexos 65

Índice de Tablas

Tabla N°1 Jerarquización Vial 16
Tabla N°2 Pendientes máximas Permitidas 19
Tabla N°3 Longitud mínima del carril de aceleración 23
Tabla N°4 Longitud mínima del carril de aceleración 30
Tabla N°5 Radios mínimos para peralte máximo *e*=6% y fricción máxima 33
Tabla N°6 Diagrama de Metodología 34
Tabla N°7 Parámetros Ejes 38
Tabla N°8 Parámetros Conectantes 39
Tabla N°10 Elementos de las Curvas Simples Conectante 1- Oriente-Norte 41
Tabla N°13 Elementos de las Curvas Simples Conectante 4- Sur-Oriente 41
Tabla N°14 Parámetros de Enlaces tipo Oreja 42
Tabla N°15 Cálculos de Elementos de las Curvas Compuestas del Empalme tipo Oreja 43
Tabla N°16 Cartera deflexiones, distancias y coordenadas diseño horizontal 44
Tabla N°17 Cartera de Rasante Eje Principal 1 46
Tabla N°18 Cartera de Rasante Conectante 1 Oriente - Norte 48
Tabla N°19 Cartera de Rasante Oreja Occidente-Norte 50
Tabla N°19 Cartera de Peralte Conectante 1 Oriente – Norte 52
Tabla N°21 Cartera de Peralte Oreja 3 54

Índice de Imágenes

Imagen N°6 Esquema base intersección en Cruz “+” o Equis “X” 22
Imagen N°7 Esquema base intersección en Cruz “+” o Equis “X” con separador y carril de giro a la izquierda. 22
Imagen N°8 Jerarquización Vial 23
Imagen N°9 Intersección tipo Glorieta 24
Imagen N°10 Intersección a desnivel tipo “Trompeta” en carreteras no divididas 26
Imagen N°11Intersección a desnivel tipo “Trompeta” en carreteras divididas 27
Imagen N°12 Intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras no divididas 28
Imagen N°13 Intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras divididas 29
Imagen N°15 Elementos Geométricos de una Curva Compuesta 31
Imagen N°16 Elementos Geométricos de una Curva Vertical 32
Imagen N°17 Peralte 33
Imagen N°18 Zona de estudio 35

Imagen N°19 Levantamiento Topográfico 36
Imagen N°20 Nube de puntos y Superficie 37
Imagen N°21 Ejes viales principales 38
Imagen N°22 Eje Conectante 1- Oriente-Norte 39
Imagen N°23 Eje Conectante 2- Norte-Occidente 40
Imagen N°25 Eje Conectante 3- Sur-Oriente 40
Imagen N°26 Empalme tipo Oreja-Oriente-Sur 42
Imagen N°27 Perfil Longitudinal Eje Principal 1 Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D 45
Imagen N°31 Seccion Típica Transversal 51
Imagen N°32 Peralte Conectante 1 Oriente – Norte 52
Imagen N°36 Sección Típica Transversal Oreja 55
Imagen N°39 Generador de modelos. 57
Imagen N°42 Plano Planta Perfil 59
Imagen N°43 Plano Planta, Diagrama de Peralte 60
Imagen N°44 Modelo 3D 61

Resumen

Las vías son la principal fuente de articulación de las ciudades no siendo la excepción en Bogotá donde es evidente el atraso en la malla vial con respecto a la demanda vehicular que transita diariamente por la ciudad, uno de los mayores inconvenientes que se presenta en las vías de Bogotá es el gran número de intersecciones semaforizadas que impiden el flujo vehicular continúo limitando el tiempo de transporte, aumentando la accidentalidad y no satisfaciendo la operatividad de estas; este proyecto plantea una propuesta de diseñar geométricamente una solución a la infraestructura vial actual en el cual se propone mejorar la intersección de la Avenida Cali con Calle 132, que genera una gran congestión vehicular debido al represamiento que se presenta en la zona por la semaforización.

Se expone como una propuesta de solución geométrica vial una intersección en orejas con tres ramales sobre la Calle 132, el cual permita la circulación continua de los vehículos sin necesidad de detenerlos, así como también en la Av. Cali el diseño geométrico de las conectantes necesarias para el respectivo cambio de vía. Se presenta el diseño geométrico horizontal, vertical y diagramas de peralte de cada eje diseñado en la intersección.

El proyecto se desarrolló siguiendo los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008), Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015) y apoyado mediante las herramientas del software de AutoDesk.

Palabras Claves: Intersección, paso a desnivel, diseño geométrico, infraestructura vial**.**

Abstract

The roads are the main means of articulation of cities, and Bogotá is no exception where the backlog in the road network is evidente in relation to the daily vehicular demand that transits through the city. One of the major incoveniences on Bogota's roads is the high number of traffic-light intersections that hinder continuous traffic flow, limiting transportation time, increasing accidents, and failing to meet their operability. This project proposes a geometric design solution for the current road infrastructure, aiming to improve the intersection of Avenida Cali and Calle 132, which experiences significant traffic congestion fue to traffic lights causing delays in the area.

As a geometric road solution proporsal, it suggests an intersection with three branches on Calle 132, allowing for the continuous movement of vehicles without the need to stop them. Additionally, it includes the geometric desing of the necessary connectors on Avenida Cali to facilitate lane changes. The project presents the horizontal and vertical geometric design as well as the cross-section diagrams for each axis designed at the intersection.

The project was devoloped following the guidelines of the Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotás D.C. (2015), and supported by Autodesk software tolos.

1. Introducción

Existe la necesidad de que las ciudades cuenten con una adecuada infraestructura vial y la concesión de vías y el tránsito de vehículos en Bogotá es un factor que afecta la movilidad no solo de personas sino también de mercancías, ciclistas y peatones, haciendo de este uno de los principales motivos de afectación a la calidad de vida de los habitantes de la ciudad; es el caso de la intersección semaforizada en la Av. Cali con Cl 132 donde se presenta la problemática de movilidad afectando directamente la localidad de Suba, evidenciando la dificultad en la conexión entre los barrios Aures I, Aures II, portal de Transmilenio en Suba y La Gaitana, debido a la intersección semaforizada presente en esta zona ya que al verse expuestos a la gran congestión vehicular sobre todo a horas pico, el tema de movilidad se convierte en una pesadilla para los ciudadanos que transitan diariamente por estas calles.

"El principal deber de la ciudad, su razón de ser en cierta manera, es el ser accesible a su entorno inmediato o lejano con el fin de cumplir con su vocación de lugar de intercambio privilegiado" (Labasse, 1987, como se citó en Santos y Ganjes. L. & De las Rivas Sanz.J.L. 2008)

A partir de la problemática presentada se plantea una propuesta de diseño preliminar de un paso a desnivel como una alternativa de solución, se realiza a partir de un levantamiento topográfico convencional con estación TCRM1200 realizado por el equipo en la zona con amarre a dos puntos conocidos determinados como ΔDelta15 con coordenadas Norte: 115377.767, Este: 97630.565, Cota: 2552.685 y ΔDelta16 con coordenadas Norte: 115350.289, Este: 97744.346, Cota: 2552.831 partiendo con una poligonal cerrada de 4 Δ deltas por método directo donde se levantó andenes, zonas verdes y corredores viales de la zona de estudio; para la determinación de un diseño amigable y adecuado tomado como una posible solución al problema, generando un plano topográfico del diseño preliminar de la intersección a desnivel, sus ramales de enlace y sus respectivas conectantes y un modelado 3D del diseño definitivo.

2. Justificación

Este proyecto genera la oportunidad de espacios de participación e interés, dando la oportunidad a los estudiantes a buscar una solución a las diferentes problemáticas de movilidad que se presentan en la ciudad, donde se pueda hacer una planificación que nos permita el desarrollo y las mejoras de las zonas afectadas.

La elaboración de este proyecto permite aplicar y evaluar el conocimiento teórico-práctico adquirido durante el proceso de formación. Siendo indispensable la consulta en textos, y la asesoría de profesionales en el tema de construcción de pasos a desnivel. Obteniendo en este proceso conocimientos que pueden ser aplicados en la cotidianidad laboral y por ende contribuyen a nuestro crecimiento profesional.

3. Descripción del problema

La Avenida Cali cuenta con una extensión de 22 Km en Bogotá y 2 Km en el Municipio de Soacha, es una de las vías arteriales de Bogotá que atraviesa la ciudad en sentido Norte – Sur y viceversa, siendo esta una de las más concurridas día a día, encargada de evacuar el tránsito de miles de vehículos, por lo cual se debe velar por la eficiencia y el correcto funcionamiento para evitar estancamientos en la movilidad de los ciudadanos que transitan por ella diariamente; hoy en día se ve afectada por la existencia de intersecciones a nivel como es el caso de la intersección semaforizada en la Calle 132, donde es evidente que se presenta estancamientos debido a los semáforos existentes, como también debido al gran incremento vehicular que se viene presentando en los últimos años por la inmensa cantidad de habitantes que viven actualmente en el sector y el sistema de movilidad es complejo, haciendo que el tránsito vehicular sea un problema de calidad de vida que afecta los tiempos, las economías y la salud emocional, evidenciándose manifestación de violencia y molestia para la mayoría de ciudadanos.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta preliminar de la Topografía en la geometría vial del paso a desnivel en la Av. Cali con Calle 132 en Bogotá

4.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento topográfico de la malla vial con el fin de recolectar la información necesaria.
- Elaborar la propuesta preliminar del diseño geométrico de un paso a desnivel teniendo en cuenta la normativa vigente.
- Generar un plano topográfico y un modelado 3D del diseño vial definitivo.

5. Marco Geográfico

Para la propuesta preliminar del diseño geométrico vial de la intersección a desnivel se eligió la Avenida Cali con Calle 132, en la Localidad de Suba al Noroccidente de la ciudad de Bogotá D.C. cuenta con la localización en Latitud Norte 4°44’9.17” N y en Longitud Oeste 74°5’59.75” W

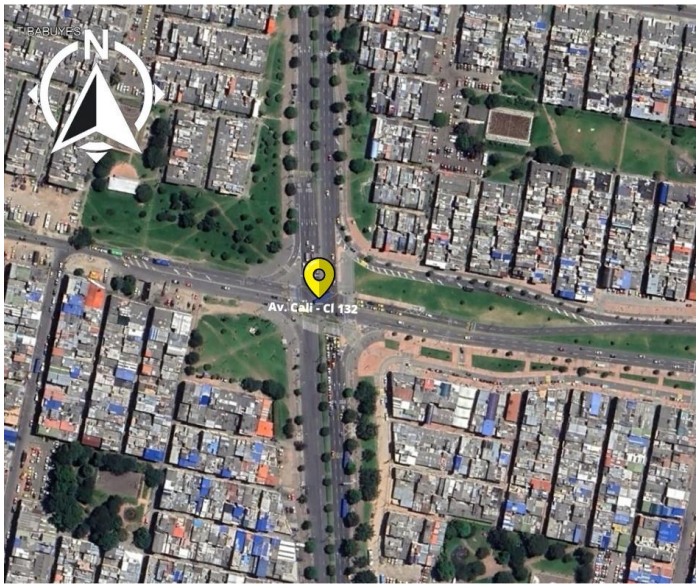


Imagen N°1 Zona de estudio Av. Cali – Cl 132.

Fuente: Google Earth 05/06/2023

6. Marco Teórico

Para el desarrollo del proyecto se debe tener en cuenta algunos conceptos y parámetros básicos que hacen parte importante para el diseño geométrico vial enmarcadas en la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015) y también el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008).

6.1 Articulación de la red vial y el ordenamiento territorial

Es así como el diseño de la infraestructura vial no se debe concentrar exclusivamente en las cuestiones asociadas a la calzada vehicular, sino que se requiere de un diseño integral que vincule a la red vial, la infraestructura propia del subsistema de transporte, como lo son las redes de transporte masivo, colectivo y de alimentación, las facilidades para el transporte público individual, los terminales y estaciones, los diferentes tipos de paraderos de buses, etc. Además, debe integrarse la infraestructura del subsistema de regulación y control, entendida como señalización, red de semaforización y sistemas tecnológicos de vigilancia y control del tráfico. Por último, es indispensable incluir la infraestructura del subsistema vial peatonal compuesto por los andenes, plazas, parques, cruces peatonales (senderos, cebras, puentes, túneles), alamedas, plazoletas y otros (p.24, IDU,2015).

6.2 Vía Urbana

Son aquellas que atraviesan o demarcan áreas urbanas consolidadas o previstas por el ordenamiento territorial, en suelo urbano o suelo urbano de expansión respectivamente. Estas son utilizadas parcial o totalmente por tráfico urbano y sirven a la comunidad en necesidades de movilidad, conectividad, permeabilidad y accesibilidad de la estructura y los usos urbanos. (p.22, IDU,2015)

6.3 Redes Viales Urbanas

Las redes viales surgen de la conjugación de múltiples líneas de deseo de viaje que conectan orígenes con destinos. Tales líneas están asociadas a diferentes niveles de demanda y a zonas atractoras y generadoras de viajes. Así las redes están configuradas básicamente en función de dos aspectos; por una parte, del modelo de movilidad y la oferta requerida para suplir los viajes de corta, media y larga distancia, y por otra, del modelo de ciudad y el ordenamiento de la estructura territorial, coligada a la distribución de los usos del suelo y las actividades económicas (p.22, IDU,2015).

6.4 Jerarquización Vial

En los Planes de Ordenamiento Terrritorial, en los contenidos destinados a los subsistemas viales, definen una jerarquía vial y unos perfiles determinados que ademas de orientar y definir la conformacion de zonas de reserva, permiten relacionar las caracteristicas de la red vial, de manera agrupada y según parámetros como la sección transversal, el tipo de viajes y tráfico que albergan, el tratamiento peatonal, de cruces viales y de control de accesos, las velocidades de operación reglamentadas, entre otros aspectos. (p.32, IDU,2015).

Según lo establecido en el Manual del IDU en la tabla de Jerarquización Vial, la clasificacion del diseño preliminar de la interseccion, corresponde a:

- **Jerarquización tipo:** V3
- **Ancho Minimo Seccion Transversal(m):** 25-30
- **Función:** Conectividad
- **Tipos de Viajes:** De media distancia
- **Tipo de Tráfico:**Vehículos livianos,de emergencia,proveedores y servicios, y transporte público.
- **Control de accesos:**Parcial
- **Cruces con Otras Vías:** Según estudios
- **Manejo Peatonal:** Según análisis de tránsito y seguridad
- **Paradas de Buses :** Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.
- **Estacionamiento en Vía:** Prohibido.

Tabla N°1 Jerarquización Vial

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	JERARQUÍA	ANCHO MÍN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	FUNCIÓN	TIPOS DE VIAJES	TIPO DE TRÁFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VIAS	MANEJO PEATONAL	PARADAS DE BUSES	ESTACIONAMIENTO EN VÍA	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)*
Malla Vial Arterial Regional y Principal	V0	100	Movilidad	De larga distancia	V. livianos V. pesados V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo	Total	A desnivel	Segregación vertical entre vehículos. y peatones	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	Prohibido	60-100
	V1	60	Movilidad	De larga distancia	V. livianos V. pesados V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo	Total	A desnivel	Segregación vertical entre vehículos .y peatones	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados	Prohibido	60-100
Malla vial Arterial Complementaria	V2	40	Movilidad y Conectividad	De media distancia	V. livianos V. pesados con restricciones V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo Tpte Público	Total o Parcial	Según estudios	Según análisis de tránsito y seguridad	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados o mediante bahías y/o zonas de parada si el ascenso y descenso de pasajeros es sobre el andén.	Prohibido	40-60
	V3	25-30	Conectividad	De media distancia	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Público	Parcial	Según estudios	Según análisis de tránsito y seguridad	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	Prohibido	40-60

Fuente: Tomada de la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015)

6.5 Estudios Requeridos

6.5.1 Estudio topográfico

La topografía es el elemento básico para realizar cualquier proyecto de infraestructura vial, sin embargo, las herramientas modernas permiten obtener para las primeras fases del proyecto precisiones aceptables, sin necesidad de realizar levantamientos topográficos convencionales.

Considerando entonces que el proyecto a realizar esta abarcado en una I Fase de **Prefactibilidad** de un proyecto de infraestructura vial para los diseños definitivos ya que requiere un levantamiento planimétrico y altimétrico a detalle amarrado al sistema Magna Sirgas, como lo establece la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (p.48, 2015)

6.5.2 Estudios Prediales

A nivel de prefactibilidad no se requiere un estudio predial detallado, se puede realizar una aproximación de las áreas afectadas a partir de los esquemas propuestos y las herramientas de geodatos o cartográficos con que se esté trabajando.

Esta relación será utilizada en la fase de diseño para dar inicio a un proceso de gestión

predial que incluye el ordenamiento de retiros o de otra índole que deban ser contemplados anticipadamente para asegurar el oportuno inicio y finalización de las obras de construcción. Simultáneamente se adelantarán los demás análisis que se requieran para los procesos de adquisición de los predios afectados según la normatividad vigente. (p.59, IDU,2015)

6.6 Parámetros y Criterios de Diseño Planimétrico

En el sector urbano, según lo establecido por la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (p.121, 2015) los elementos básicos que integran un diseño planimétrico están ligados a aquellos que condicionan la geometría del corredor vial de manera directa; estas son:

Franja de operación vehicular, compuesta por las calzadas y los separadores. El diseño geométrico de las calzadas vehiculares está gobernado por los criterios y normas para establecer los alineamientos horizontales y los que tengan que ver con variación de la curvatura.

Franja de espacio público lateral, comprendida entre la línea de paramentación y los bordes exteriores de las calzadas. Esta zona tiene un ancho variable, y la tipificación del ancho, depende en buena medida, del dimensionamiento establecido en el POT para cada perfil vial, dependiendo de la clase y función del corredor. Esta zona puede estar comprendida por los andenes, ciclorrutas, zonas abordadoras, sin generar conflictos para el ascenso y descenso de pasajeros; podría incluir arborización, señalización y mobiliario, franjas de protección ambiental, zonas de amoblamiento urbano, etc.

6.7 Parámetros y Criterios de Diseño Altimétrico

Para tener un diseño optimo, en cuanto a la verticalidad la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (p.186, 2015) establece que, en el sector urbano, el diseño altimétrico debe satisfacer condiciones especiales que garanticen toda la seguridad y comodidad necesaria para los actores de la vía.

Y donde juega un papel importante la topografía ya que este suele ser el condicionante principal de los diseños altimétricos de vías urbanas, debido a que en muchos casos los diseños se deben acomodar a los distintos condicionantes y retos que la topografía impone. Sumado a esto, la presencia de predios consolidados a los cuales se les debe garantizar la

accesibilidad de una forma segura y cómoda, es la topografía del terreno existente la que determine el diseño altimétrico. Lo mismo sucede con el manejo de accesos y empalmes existentes, los cuales se convierten en controles primarios del proyecto, y condicionarán todo el diseño de rasantes.

6.8 Pendiente Mínima

En vías urbanas, la pendiente mínima está gobernada por los problemas de drenaje, pues se debe garantizar el rápido y eficiente escurrimiento de las aguas lluvias en la superficie de rodadura, de forma que se eviten fenómenos de hidroplaneo. De acuerdo con lo anterior la pendiente mínima que se utiliza en el diseño vertical de vías urbanas es de 0.3%; estas pendientes deben ir acompañadas de las respectivas obras de drenaje a fin de garantizar la evacuación del agua.

6.9 Pendiente Máxima

En cuanto a las pendientes máximas, los límites están condicionados por la velocidad de diseño, la jerarquía funcional de las vías, el tipo de terreno y las condiciones propias del entorno y el urbanismo de la zona. El diseño altimétrico de las vías urbanas debe acomodarse a la topografía existente debido a condicionantes urbanos que exigen que así sea. No obstante, en vías arteriales y en otro tipo de vías en donde exista la posibilidad de elegir la pendiente del alineamiento vertical, como es el caso de puentes, túneles y corredores con control total de accesos, las pendientes longitudinales no deben superar el 5% o el 6%, según los condicionantes de la tabla N°2.

Tabla N°2 Pendientes máximas Permitidas

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	JERARQUÍA	SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	CONDICIÓN DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h) - APLICA PARA PROYECTOS NUEVOS										
				20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Malla Vial Arterial Principal	V0	100	Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo >= 5%	---	---	---	---	6%	6%	6%	6%	5%	5%	5%
			Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo <5%	---	---	---	---	7%	6%	5%	5%	5%	5%	4%
	V1	60	Vehículos pesados o Transporte Masivo >=5%	---	---	---	---	6%	6%	6%	6%	5%	5%	5%
			Vehículos pesados o Transporte Masivo <5%	---	---	---	---	7%	6%	5%	5%	5%	5%	4%
Malla vial Arterial Complementaria	V2	40	Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo >=5%	---	---	7%	7%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	---
			Vehículos pesados o Transporte Público o Masivo < 5%	---	---	10%	9%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	---
	V3	25-30	Transporte Público >=5%	---	---	7%	7%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	---
			Transporte Público <5%	---	---	10%	9%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	---
Malla vial Arterial Intermedia	V4	22	Transporte Público >5%	12%	10%	9%	8%	8%	---	---	---	---	---	---
			Transporte Público <5%	15%	12%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---
	V5	18	Transporte Público >5%	12%	11%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---
			Transporte Público <5%	15%	12%	10%	9%	8%	---	---	---	---	---	---
	V6	16	Transporte Público >5%	15%	12%	10%	11%	9%	---	---	---	---	---	---
			Transporte Público <5%	15%	12%	11%	10%	9%	---	---	---	---	---	---
Malla vial Local	V7	13	Cualquiera	18%	15%	12%	---	---	---	---	---	---	---	---
	V8	10	Cualquiera	18%	15%	12%	---	---	---	---	---	---	---	---

Nota: Las velocidades de 100, 110 y 120 Km/h se enuncian para casos de Autopistas Urbanas, sin embargo su utilización dependerá de la normatividad vigente.

Fuente: Tomada de la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015)

6.10 Intersecciones

Dentro de este concepto se incluye todo tipo de conflicto o cruce entre dos o más vías de igual o distinta jerarquía, que funcionen con el simple paso de las vías, a nivel o desnivel, o que incluya enlaces e intercambio a través de rampas y ramales de conexión. (p.232, IDU,2015)

Estas según la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. se clasifican en dos tipos:

6.11 Intersección a Nivel

Son cruces viales sin ningún tipo de segregación vertical. En este grupo de intersecciones se incluyen aquellas de prioridad tipo pare o ceda el paso, las semaforizadas y las glorietas normales. De estas pueden derivarse diferentes clases, dependiendo de la cantidad de ramales y los tipos de canalización. (p.233, IDU,2015)

Se clasifican en dos tipos según lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (p.172, INVIAS, 2008):

6.11.1 Sin Canalizar

6.11.1.1 Intersección en "T" o "Y"

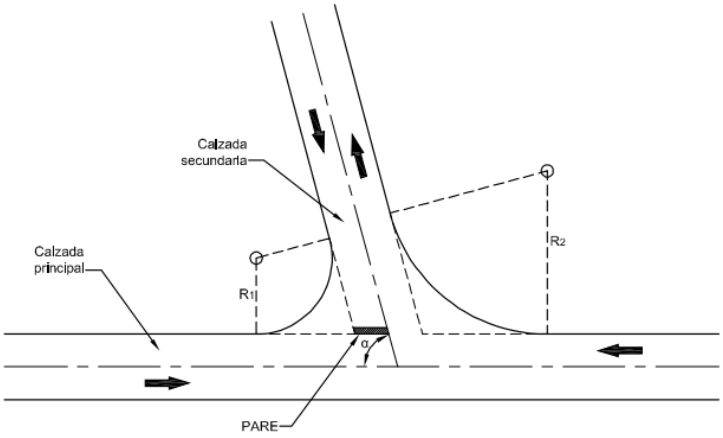


Imagen N°2 Esquema base intersección en "T" o "Y"

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.11.1.2 Intersección en Cruz "+" o Equis "X"

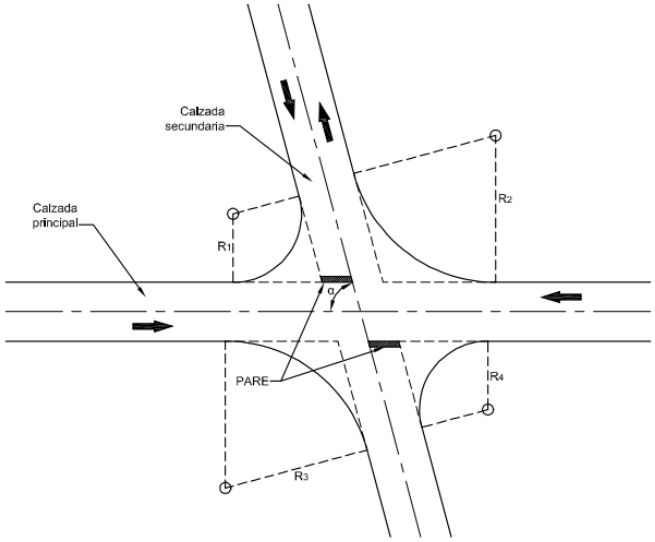


Imagen N°3 Esquema base intersección en Cruz "+" o Equis "X"

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.11.2 Canalizadas

6.11.2.1 Intersección en "T" o "Y"

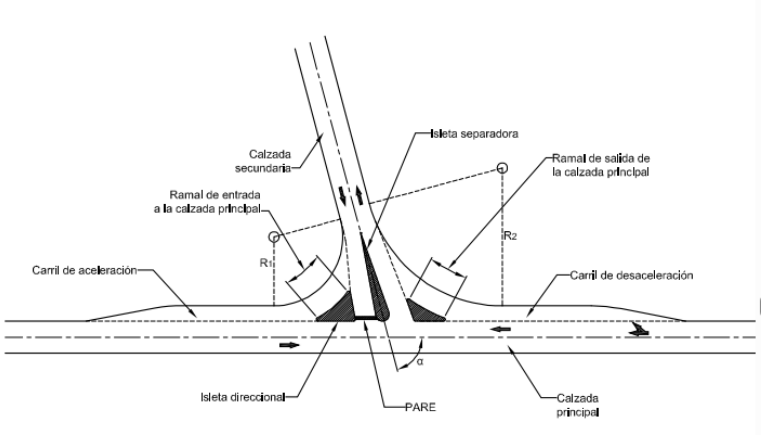


Imagen N°4 Esquema base intersección en "T" o "Y"

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

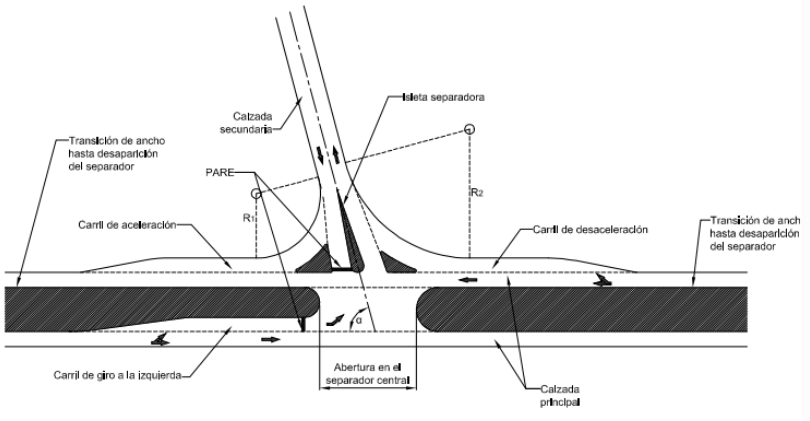


Imagen N°5 Esquema base intersección en "T" o "Y" con separador y carril de giro a la izquierda. Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

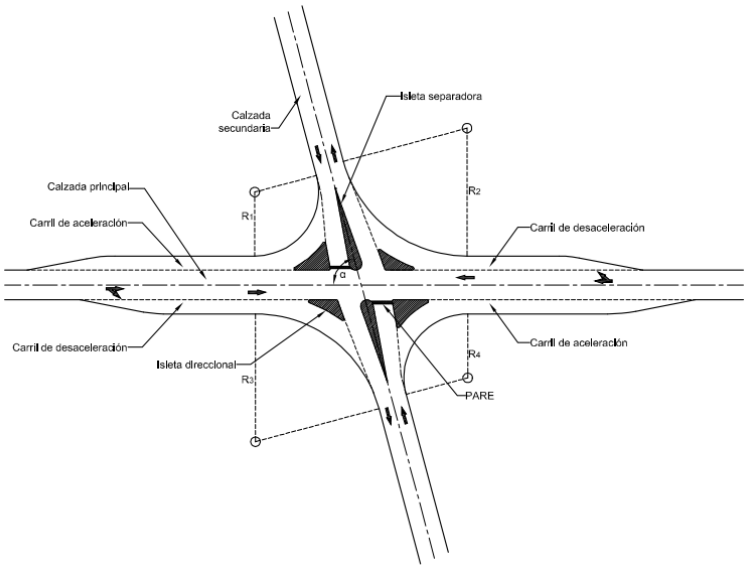


Imagen N°6 Esquema base intersección en Cruz “+” o Equis “X”

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

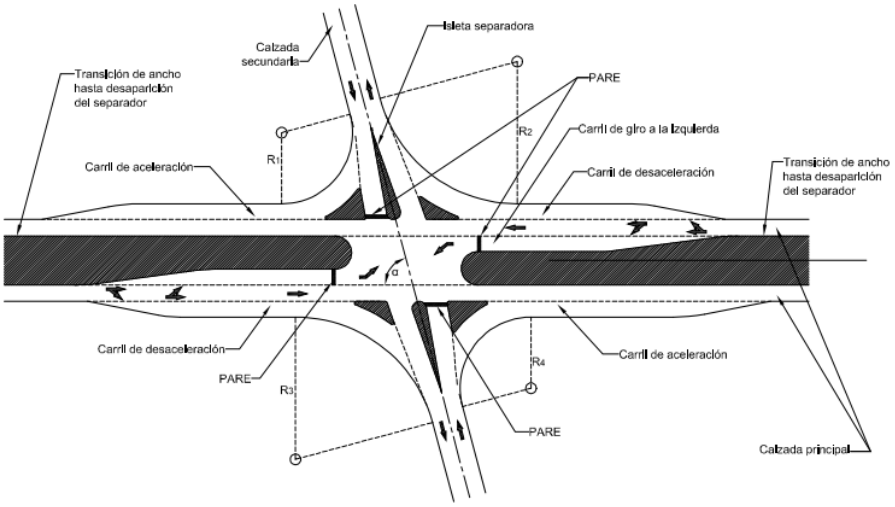


Imagen N°7 Esquema base intersección en Cruz “+” o Equis “X” con separador y carril de giro a la izquierda. Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.12 Intercambiadores de calzada

Un intercambiador de calzada es una apertura en el separador que divide dos zonas vehiculares, cuya función es generar una conexión entre las mismas, ofreciendo una zona de resguardo para los vehículos que realizan el intercambio, incorporando un proceso de desaceleración, aceleración e incorporación, el cual debe realizarse de forma canalizada y segura. (p.151, IDU,2015)

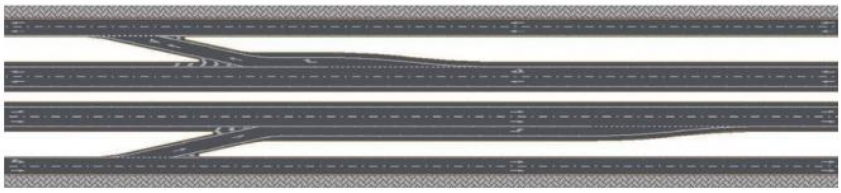


Imagen N°8 Jerarquización Vial

Fuente: Tomada de la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015)

Los ramales de enlace fueron diseñados bajo los parametros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) presentados en la siguiente Tabla:

Tabla N°3 Longitud mínima del carril de aceleración

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

(1) Ramal de entrada en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.
(2) Ramal de enlace en el caso de intersecciones a desnivel (V_{RE})

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.13 Glorietas

Las glorietas son intersecciones que están basadas en la circulación de todos los vehículos por una calzada anular unidireccional, en la que convergen diferentes lazos, tiene una isla (isleta) central circular u ovaladas de diámetro mayor a 4 metros y funciona dándole prioridad a los vehículos que se encuentran dentro de la glorieta. El ancho de la isleta central varía entre 4m y 30m de diámetro dependiendo el espacio en el que se va a construir y sobre todo la capacidad de la glorieta. Esta isla esta acordonada por sardineles, y en su interior se puede acondicionar zona verde o algo de paisajismo, es decir, su segregación es física. Su velocidad de operación es aproximadamente 30 km/h. (p.101, Correa,2021)

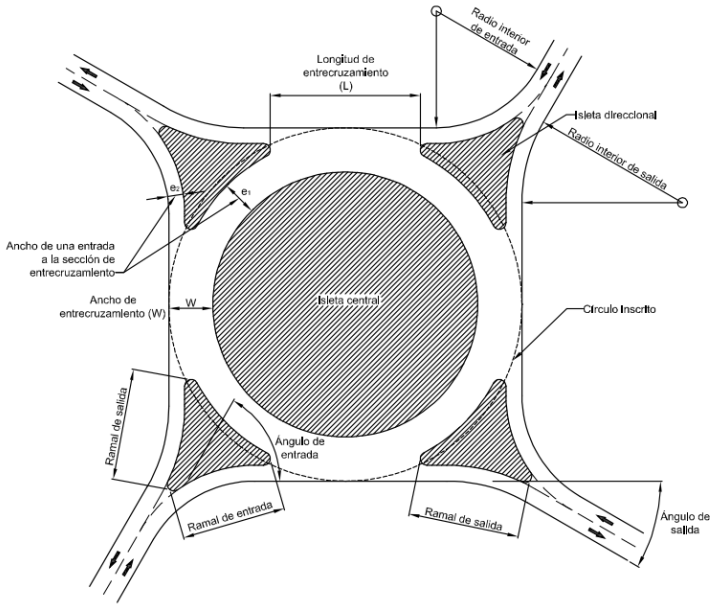


Imagen N°9 Intersección tipo Glorieta

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.14 Gálibos

Las distancias libres verticales o gálibos verticales deben ser mínimo de 5.0 m medidos a partir de la superficie de rodadura hasta la cota inferior de la estructura y a lo largo de toda la calzada; en zonas con pasos sobre líneas férreas, el gálibo vertical debe ser de 5.5 m. (p.189,IDU,2015)

6.15 Intersección a Desnivel

Conjunto de ramales que se proyectan con cierta segregación vertical, para facilitar el paso directo de determinado(s) movimiento(s) sin que exista conflicto de cruce entre estos, o para proveer el intercambio entre ramales y conexión de diferentes puntos origen-destino, con un menor número de conflictos. (p.234,IDU,2015)

Para el desarrollo del diseño preliminar se tuvo en cuenta los criterios establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) que contempla, los criterios para el diseño geométrico de los elementos de la intersección son los siguientes:

1) Carriles de cambio de velocidad. Aplican los criterios de Intersecciones canalizadas.

2) Segmento central de un ramal de enlace. Para el diseño del segmento central se debe establecer la Velocidad Específica del segmento central del ramal de enlace (VRE).

Se presentan diferentes tipos de intersecciones a desnivel que son los siguientes:

6.15.1 Tipo Trompeta

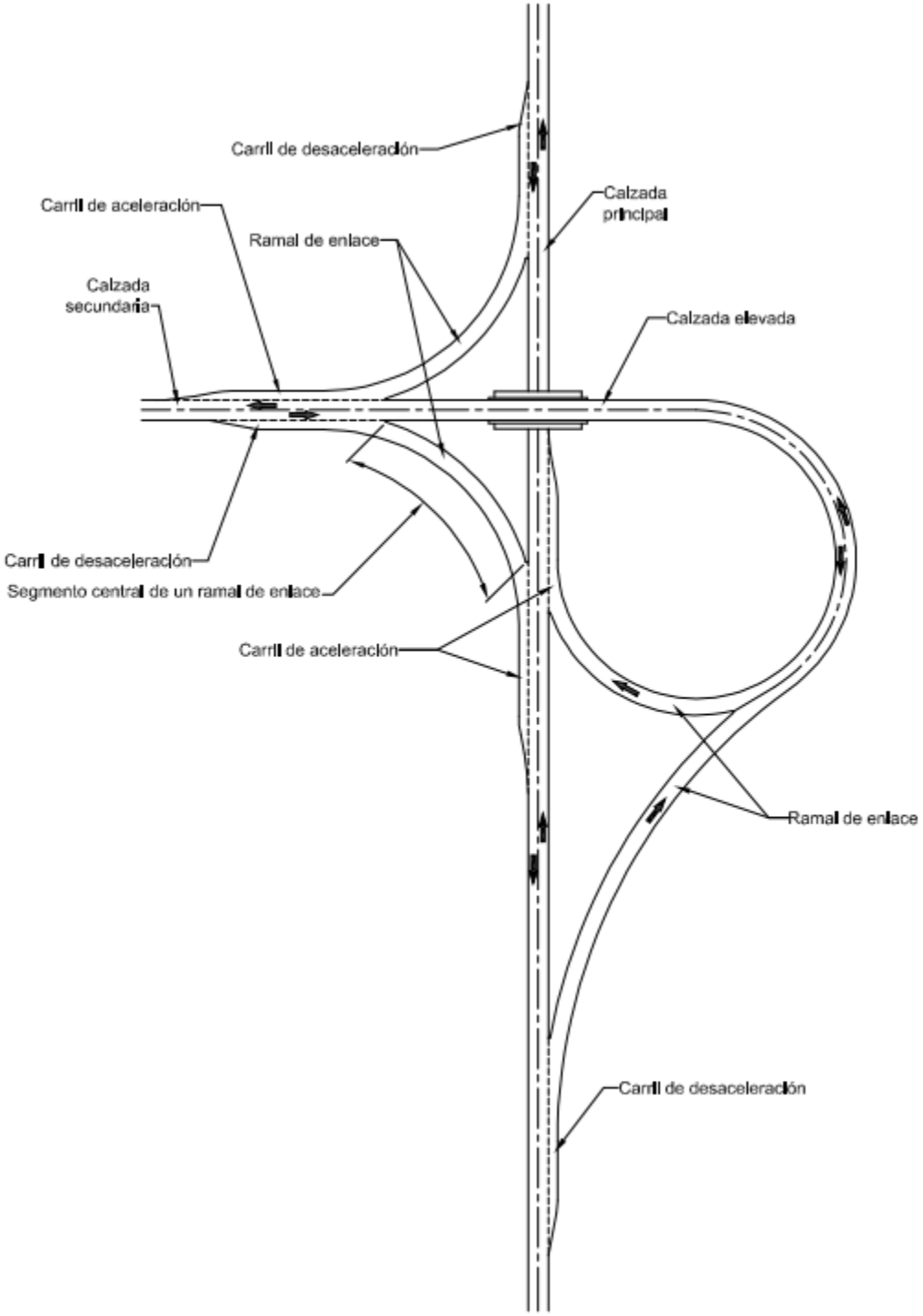


Imagen N°10 Intersección a desnivel tipo “Trompeta” en carreteras no divididas

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

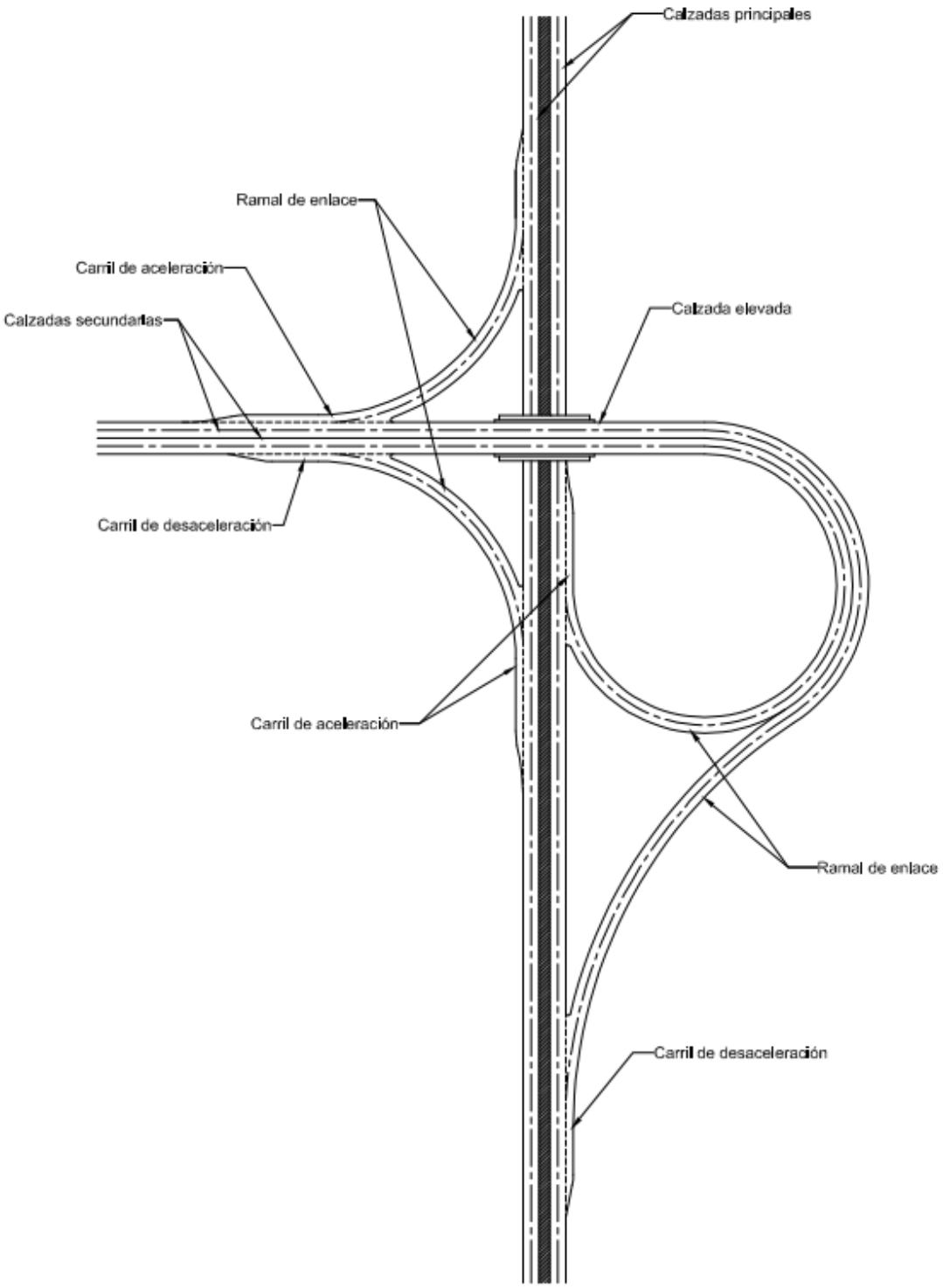


Imagen N°11Intersección a desnivel tipo “Trompeta” en carreteras divididas

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.15.2 Tipo Trébol

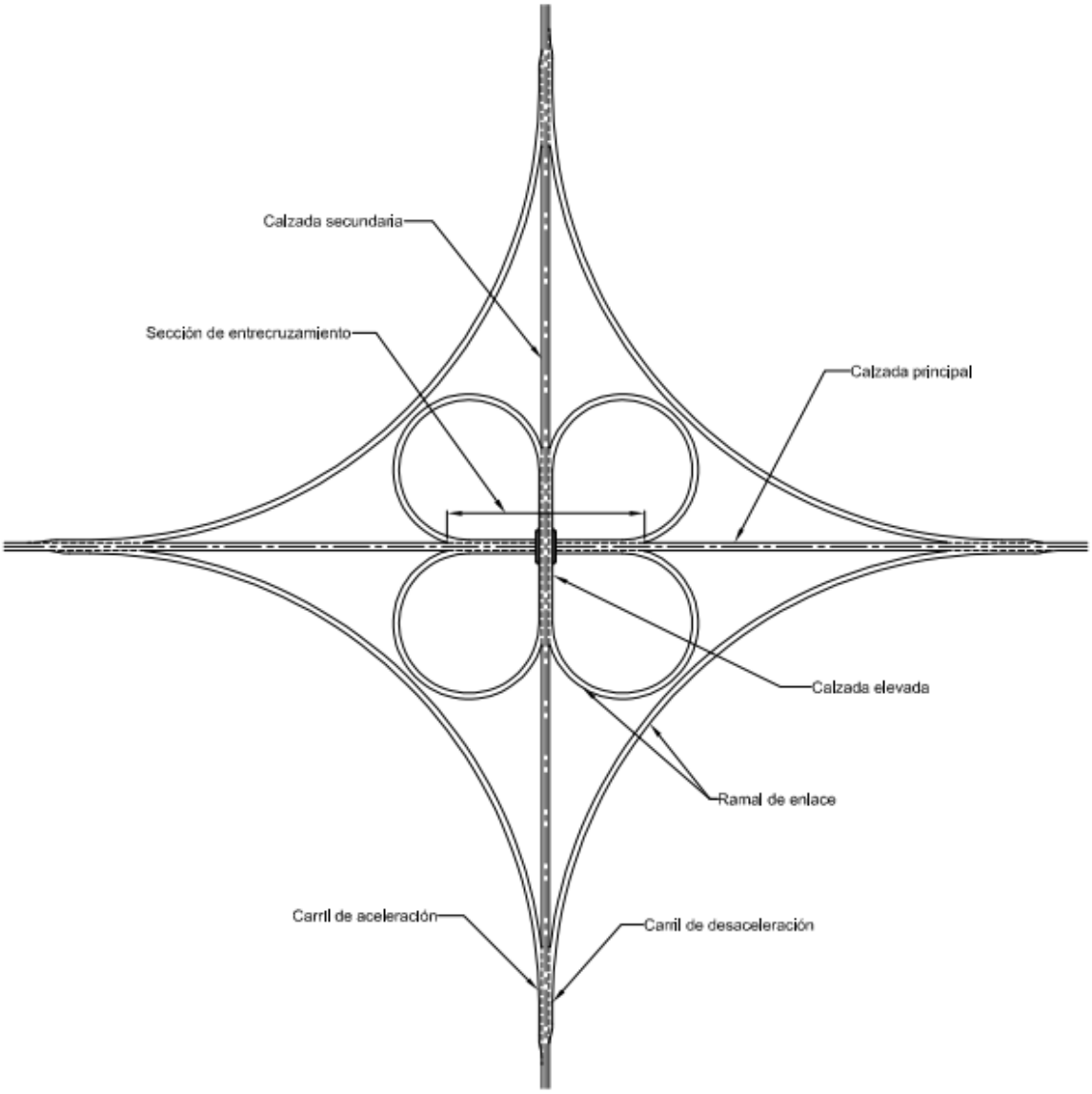


Imagen N°12 Intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras no divididas

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

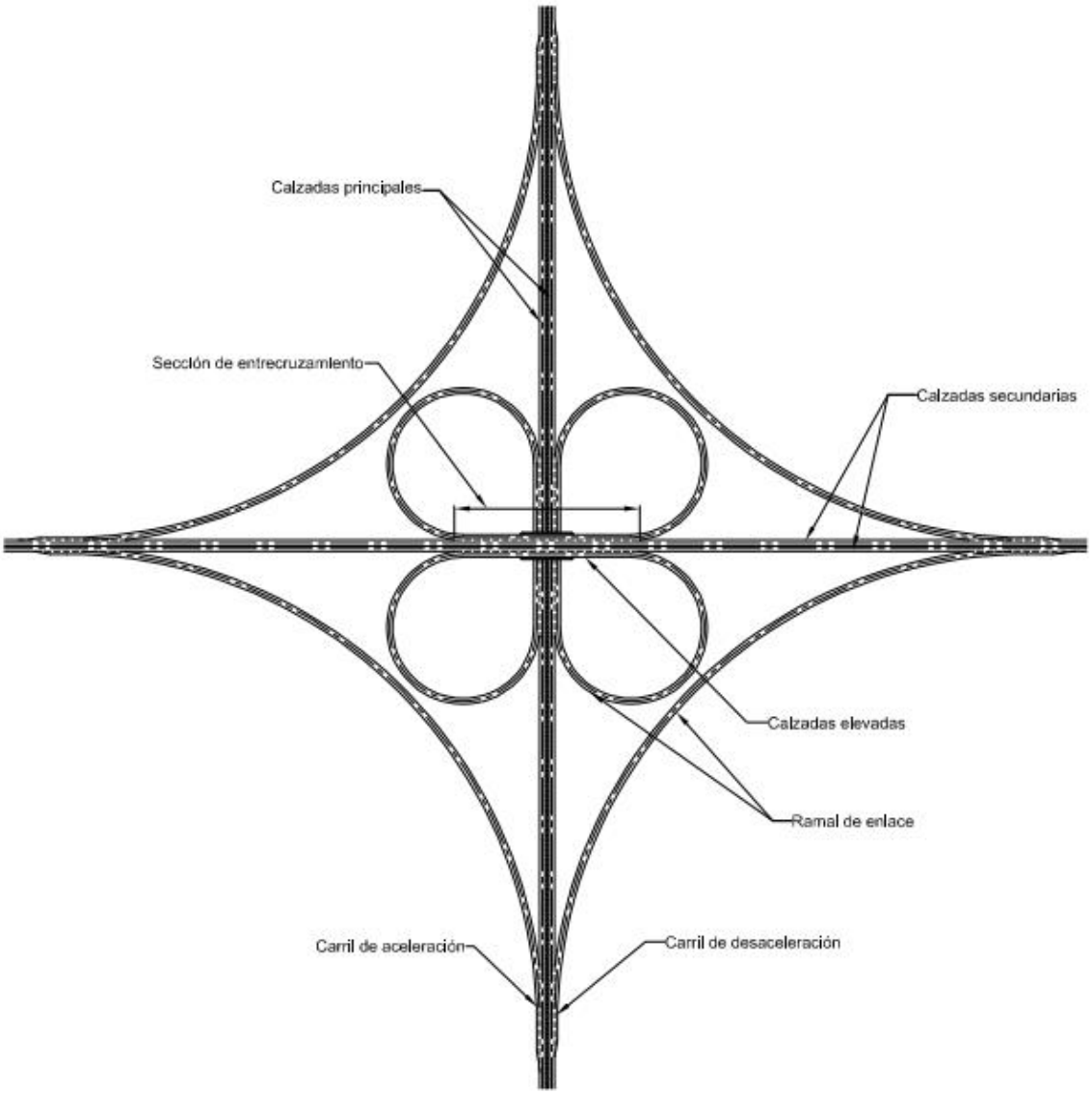


Imagen N°13 Intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras divididas

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

6.16 Curvas Circular Simple

Las *curvas horizontales circulares simples* son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas reales del espacio no necesariamente son circulares. (p.38, CARDENAS,2013)

Tabla N°4 Longitud mínima del carril de aceleración

ELEMENTOS CURVA CIRCULAR SIMPLE			
ELEMENTO		FORMULA	UNIDAD
Δ	DEFLEXION	*AZIMUT SALIDA -AZIMUT ENTRADA*	° ' ''
T	TANGENTE	*R*TANΔ/2*	m
R	RADIO	*T/TAN(Δ/2)*	m
CL	CUERDA LARGA	*2R*sen(Δ/2)*	m
E	EXTERNA	*R(1/cos(Δ/2)-1)*	m
M	ORDENADA MEDIA	*R(1-cos(Δ/2))*	m
L	LONGITUD DE CURVA	*π*R(Δ)/180*	m
PC	COORDENADAS	*NORTE*	N
		ESTE	E
PT	COORDENADAS	*NORTE*	N
		ESTE	E

Fuente elaboración propia.

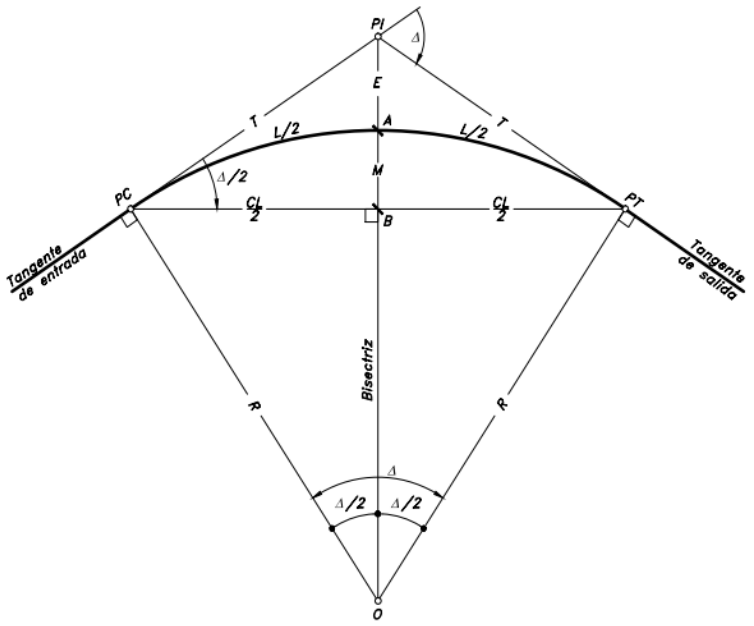


Imagen N°14 Elementos Geométricos de una Curva Simple

Fuente tomada de Diseño Geométrico de Carreteras (2013).

6.17 Curvas Circulares Compuestas

Las *curvas circulares compuestas* son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples. A pesar de que no son muy comunes, se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras. También se pueden utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño, como, por ejemplo, en los accesos a puentes, en los pasos a desnivel y en las intersecciones. (p.145, CARDENAS,2013)

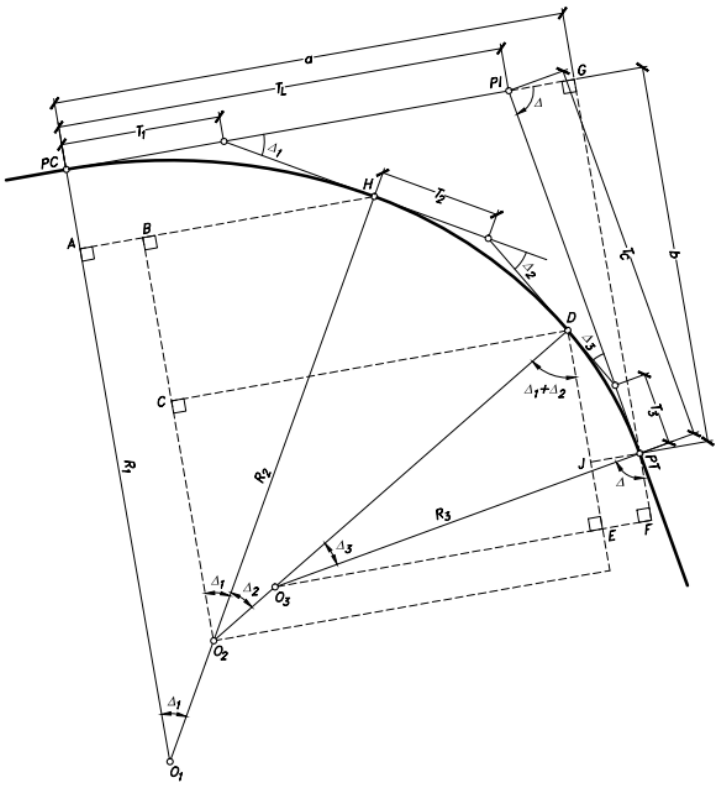
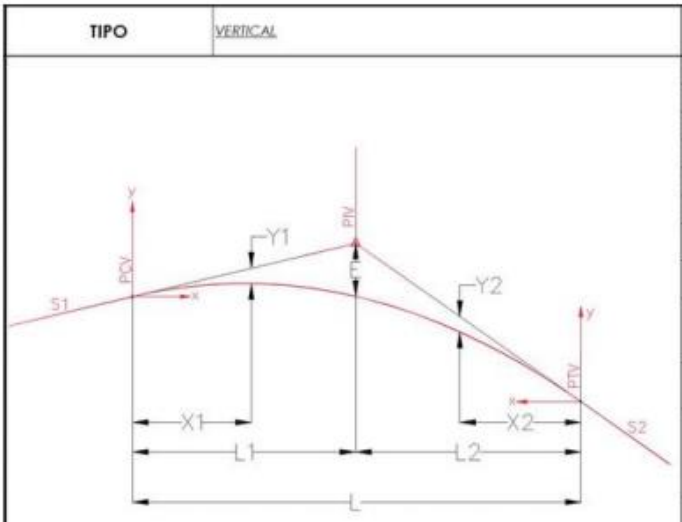


Imagen N°15 Elementos Geométricos de una Curva Compuesta

Fuente tomada de Diseño Geométrico de Carreteras (2013).

6.18 Curvas Verticales

Las *curvas verticales* son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, permitiendo la transición de pendientes entre el alineamiento de entrada y el alineamiento de salida. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, simétricas o asimétricas y están compuestas por los elementos geométricos presentados en la siguiente imagen. (p.189,IDU,2015)



TIPO	VERTICAL	ELEMENTOS	
		Simétrica	Asimétrica
PCV	Principio de la Curva Vertical		
PIV	Punto de Intersección de las Tangentes Verticales		
PTV	Terminación de la Curva Vertical		
S1	Pendiente de la tangente de entrada en porcentaje		
S2	Pendiente de la tangente de salida en porcentaje		
L1	Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal, en metros.		
L2	Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros.		
L	Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros	L=L1+L2; L1=L2	L=L1+L2; L1≠L3
A	Diferencia algebráica de pendientes, en porcentaje $A=\lvert S1 - S2\rvert$		
E	Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros $E = \frac{A * L}{800}$	$E = \frac{A * L1 * L2}{200 * (L1 + L2)}$	
X1	Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV.		
X2	Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.		
Y1	Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV. $Y1 = X1^2 * \left(\frac{A}{200 * L}\right)$	$Y1 = E * \left(\frac{X1}{L1}\right)^2$	
Y2	Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PTV. $Y2 = X2^2 * \left(\frac{A}{200 * L}\right)$	$Y2 = E * \left(\frac{X2}{L2}\right)^2$	

Imagen N°16 Elementos Geométricos de una Curva Vertical

Fuente tomada de Diseño Geométrico de Carreteras (2013).

6.19 Peralte

Es la pendiente transversal que se le da a la calzada en tramos curvos con el fin de contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga y evitar que los vehículos se salgan de la vía. El valor del peralte depende básicamente de radio de la curva. (p.41, CORREA,2021)

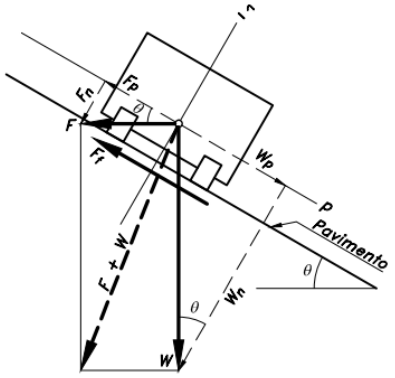


Imagen N°17 Peralte

Fuente tomada de Diseño Geométrico de Carreteras (2013).

Para determinación del peralte (***e***) se tuvo en cuenta la normativa del Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (2008), donde este elemento esta relacionado directamente con el radio de curvatura de cada calzada y se estable como peralte maximo el 6%.

Tabla N°5 Radios mínimos para peralte máximo *e*=6% y fricción máxima

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

(1)

Fuente tomada de Manual de INVIAS (2008).

7. Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto se dividió en tres fases, que incluyen los preparativos de los materiales y equipos, la recolección de datos, el procesamiento de la información con ayuda del software de AutoDesk como lo es Civil 3D, InfraWorks y SuperMap, para obtener los resultados de planos finales y modelamiento de la zona en 3D.

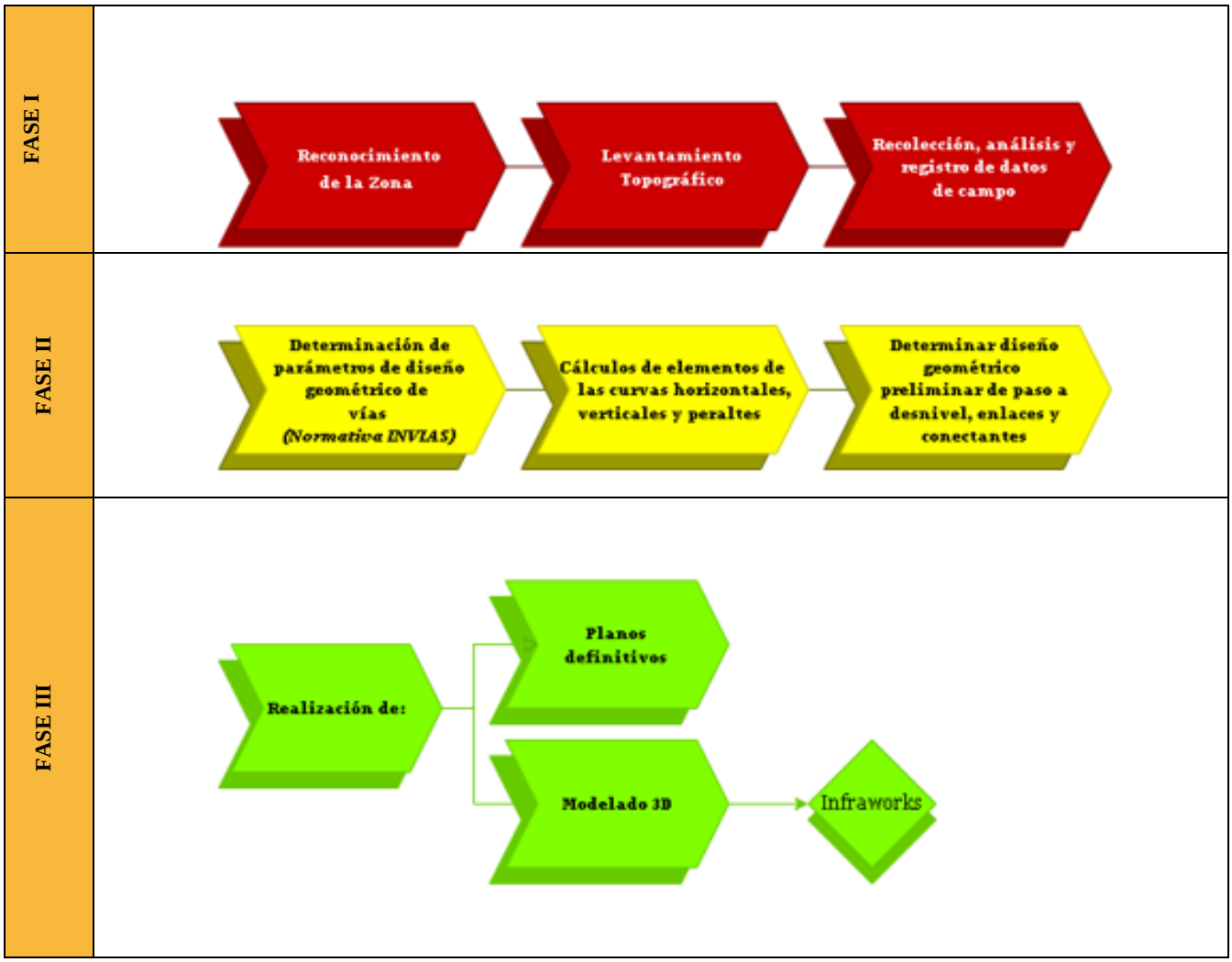


Tabla N°6 Diagrama de Metodología

Fuente: Elaboración propia

7.1 Fase I

7.1.1 Reconocimiento de la Zona

El proyecto tienen como propuesta el diseño geometrico vial de una interseccion a desnivel, por lo que se partio haciendo un reconocimiento de la zona de estudio .



Imagen N°18 Zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Levantamiento Topográfico

Se realizo a partir de un levantamiento topográfico convencional con estación TCRM1200 realizado por el equipo en la zona, con amarre a dos puntos conocidos determinados como ΔDelta15 con coordenadas Norte: 115377.767, Este: 97630.565, Cota: 2552.685 y ΔDelta16 con coordenadas Norte: 115350.289, Este: 97744.346, Cota: 2552.831 partiendo con una poligonal cerrada de 4 Δ deltas por método directo donde se levantó andenes, zonas verdes y corredores viales.



Imagen N°19 Levantamiento Topográfico

Fuente: Elaboración propia

7.1.3 Recoleccion Analisis y Registro de datos de campo

A partir del levantamiento se procedio a descargar laminformacion recolectada de la estacion, una vez hecho esto se hizo un ordenamiendo y purificación de los datos obtenidos para su posterior utilización, y se realizo el respectivo analisis de la informacion para plantear el nuevo diseño preliminar de la intersección.

7.2 Fase II

7.3 Determinacion de Parámetros de Diseño Geométrico

Se partio con la creación de una superficie de terreno con la nube de puntos recolectados, realizado en el software de Civil3D



Imagen N°20 Nube de puntos y Superficie

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

7.4 Parametros Diseño Planimetrico

Para el desarrollo de la propuesta del diseño geometrico de la intersección, se determino parametros generales por cada elemento que se usaria en esta, tales como las cuatro conectantes, dos ejes principales , tres ramales de enlace tipo orejas, y carriles de desaceleración.

Estos parametros estan regidos por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008), y la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. (2015), también con la colaboración del docente director y están contemplados en las respectivas tablas de cada elemento.

7.4.1 Ejes Principales

Se establece que la intersección a desnivel (puente) se realiza sobre la Calle 132, a partir del análisis de flujo de transito de la zona y para evitar sobrecostos.

Se inicia con la realización de dos alineamientos sobre la Cl132 en sentido Occidente-Oriente y Oriente- Occidente con una longitud de 423.20 m, cada eje mantendrá un solo sentido y con un ancho de calzada de 7.0 m para el eje en sentido Oriente-Occidente, ya que el eje número dos con sentido Occidente- Oriente cuenta con 3.25m adicionales del ancho del carril de incorporación **solo** en la parte del puente contemplado desde la abscisa k0+185.018 hasta la abscisa k0+339.171 para un total de 10.25m de ancho carril, los parámetros con los cuales se realizó el diseño se contemplan en la tabla N°7.

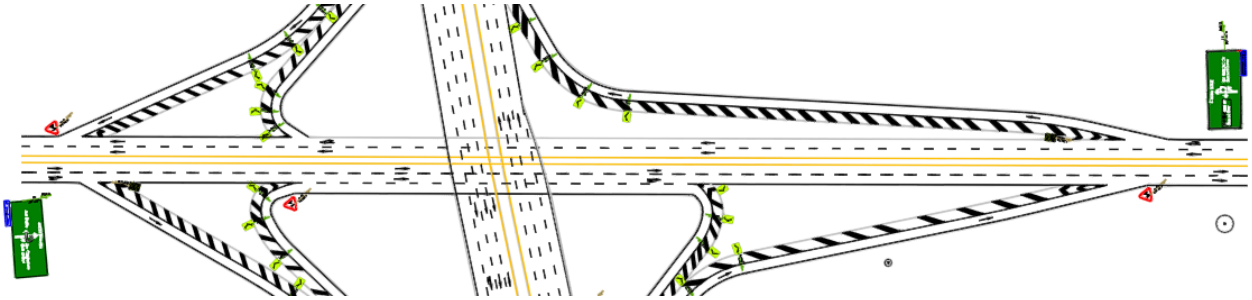


Imagen N°21 Ejes viales principales

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°7 Parámetros Ejes

EJE PRINCIPAL 1	
Parámetros de Diseño	
Parámetro	**Valor**
Vel. Diseño	30 Km/h
Ancho Carril	3.50 m
Pend. Máx.	5.00%
Gálibo Mín.	5.50 m
Peralte	2%
ABS Inicial	k0+000.000
ABS Final	k0+423.200

Fuente: Elaboración propia

7.4.2 Conectantes

Para los Diseños Geométricos de las cuatro conectantes se implementaron curvas circulares simples de dirferentes tamaños de radio adecuados a la geometria que se necesito en el diseño, al igual que sus longitudes varian en metros y estan abarcadas desde 200 m a 270m estas especificaciones se encuentran anexas en las tablas N°8 y N°9 respectivamente, se manejan a un solo sentido Occidente- Sur, Norte- Occidente,Sur- Oriente y Oriente-Norte con un ancho de calzada de 7 m cada una estas tienen la labor de ser las respectivas conexiones entre la Av.Cali y la Cl 132; los calculos de los elementos de las curvas se presentan en las tablas de la N°10 a la N°13

Tabla N°8 Parámetros Conectantes

CONECTANTE 1	
Parámetros de Diseño	
Parámetro	**Valor**
Vel. Diseño	20 Km/h
Ancho Carril	3.50 m
Pend. Máx.	0.50%
Peralte	6%
Bombeo	2%
ABS Inicial	k0+000.000
ABS Final	k0+254.440

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°9 Datos de las Conectantes

Tabla de Radios			
	Curva	**Radios(m)**	**Longitud**
Conectante N°1	1	150	k0+000.000
	2	35	k0+254.44
Conectante N°2	1	70	k0+000.000
			k0+199.980
Conectante N°3	1	200	k0+000.000
			k0+223.230
Conectante N°4	1	650	k0+000.000
	2	36	k0+269.550
	3	200	

Fuente: Elaboración propia

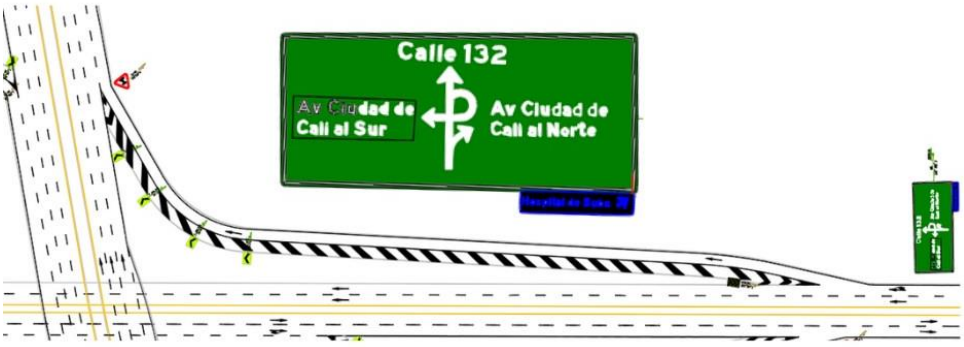


Imagen N°22 Eje Conectante 1- Oriente-Norte

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

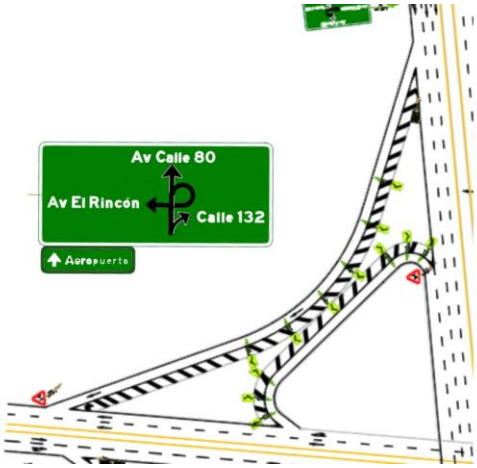


Imagen N°23 Eje Conectante 2- Norte-Occidente

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

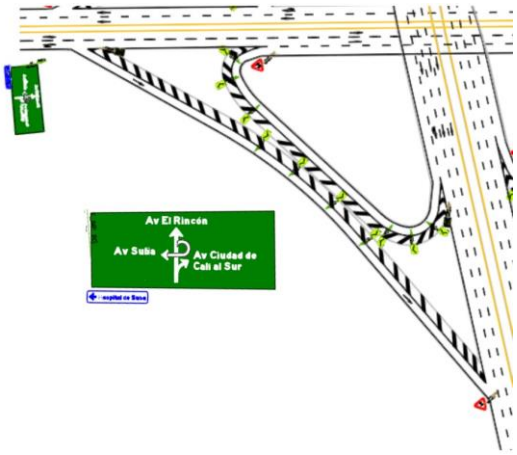


Imagen N°24 Eje Conectante 3- Occidente-Sur

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

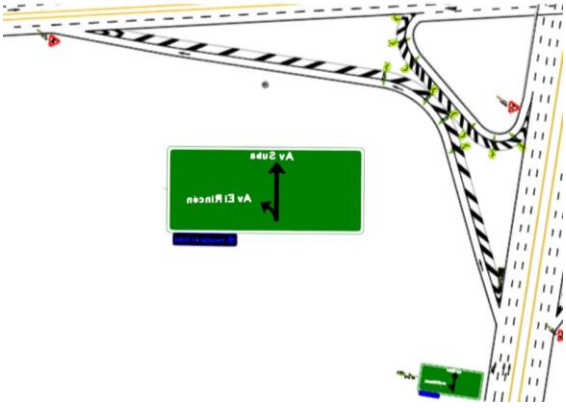


Imagen N°25 Eje Conectante 3- Sur-Oriente

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°10 Elementos de las Curvas Simples Conectante 1- Oriente-Norte

CONECTANTE 1					
ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 1			ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 2		
R	35		R	150	
PC	K0+031.130		PC	K0+203.900	
PT	K0+072.800		PT	K0+229.750	
T	17.0328		T	16.6406	
Ls	31.7038		Ls	33.1456	
DELTA	51.8998	51° 53' 59''	DELTA	12.6607	12° 39' 39''
Gs	16.3702227	16° 22' 13''	Gs	3.81971863	3° 49' 11''
Cl	55.0853008		Cl	65.7531059	
s	10		s	10	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°11 Elementos de las Curvas Simples Conectante 2-Norte-Occidente

CONECTANTE 2		
ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 1		
R	70	
PC	K0+062.350	
PT	K0+098.830	
T	40.1872	
Ls	72.9624	
DELTA	59.7205	59° 43' 14''
Gs	8.18511136	8° 11' 06''
Cl	120.900642	
s	10	

Tabla N°12 Elementos de las Curvas Simples Conectante 3-Occidente-Sur

CONECTANTE 3		
ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 1		
R	200	
PC	K0+062.310	
PT	K0+141.670	
T	40.2056	
Ls	79.3535	
DELTA	22.7331	22° 43' 59''
Gs	2.86478898	2° 51' 53''
Cl	154.575573	
s	10	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13 Elementos de las Curvas Simples Conectante 4- Sur-Oriente

CONECTANTE 4										
ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 1			ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 2			ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR 1				
R	650		R	36		R	200			
PC	K0+028.040		PC	K0+141.390		PC	K0+233.620			
PT	K0+073.280		PT	K0+184.880		PT	K0+244.630			
T	22.6338		T	24.8437		T	5.5088			
Ls	45.2492		Ls	43.4918		Ls	11.0148			
DELTA	3.9886	3° 59' 19''	DELTA	69.2194	69° 13' 10''	DELTA	3.1555	3° 09' 20''		
Gs	0.88147353	0° 52' 53''	Gs	15.9154943	15° 54' 56''	Gs	2.86478898	2° 51' 53''		
Cl	90.4253864		Cl	67.3161019		Cl	22.0184111			
s	10		s	10		s	10			

Fuente: Elaboración propia

7.4.3 Orejas

En el diseño geométrico de las orejas se realizaron a partir de dos curvas compuestas de tres radios y una entretangencia bajo los criterios plasmados en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) estas cuentan con un ancho de calzada de 7 m, su funcionamiento es a un sentido conectando la Av. Cali con la Cl 132 en los sentidos Oriente-Sur, Occidente-Norte, Sur-Oriente se realizaron con los parámetros mencionados en la tabla N°14 y N°15 para todos los empalmes.

Tabla N°14 Parámetros de Enlaces tipo Oreja

OREJA 1	
Parámetros de Diseño	
Parámetro	**Valor**
Vel. Diseño	20 Km/h
Ancho Carril	3.50 m
Pend. Máx.	3.90%
Peralte	6%
Bombeo	2%
ABS Inicial	k0+000.000
ABS Final	k0+423.200

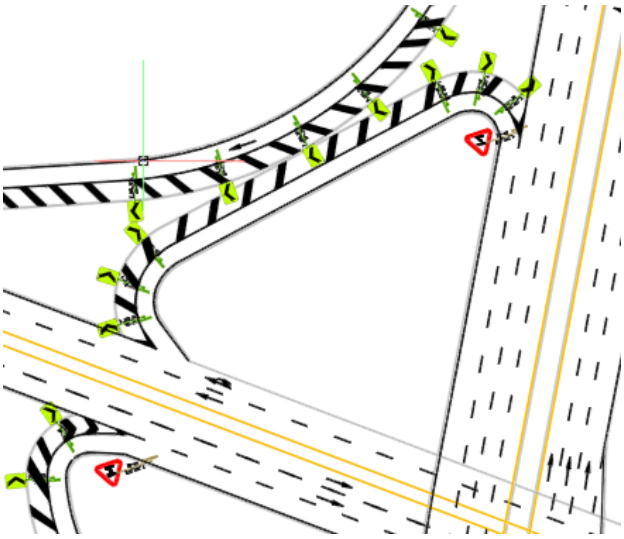


Imagen N°26 Empalme tipo Oreja-Oriente-Sur

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°15 Cálculos de Elementos de las Curvas Compuestas del Empalme tipo Oreja

CURVA COMPUESTA											
ELEMENTOS DE LA CURVA				CURVA 1				CURVA 2			
	Dec.	Radianes			Dec.	Radianes			Dec.	Radianes	
▲	97.444	1.701	97° 26' 38"	▲1	35.9586	0.628	35° 57' 31"	▲2	31.9294	0.5572732	31° 55' 46"
Azimut PC-PI1	206.037	3.596	206° 02' 13"	Radio 1			9.619	Radio 2			10.567
Azimut PI1- PI2	241.996	4.224	241° 59' 44"	T1			3.122	T2			3.023
Azimut PI2 - PI3	273.925	4.781	273° 55' 30"	Gs 1	59.565	1.040	59° 33' 54"	Gs 2	54.221298	0.9463402	54° 13' 17"
Azimut PI3 - PT	303.481	5.297	303° 28' 51"	LS 1			6.037	LS 2			5.889
Tangente corta			12.971	CL 1			5.938	CL 2			5.813
Tangente larga			11.744	E1			0.494	E2			0.424
				Gs/2	29.783	0.520	29° 46' 57"	Gs/2	27.110649	0.4731701	27° 06' 38"
				F1			0.470	F2			0.408
				S			10	S			10

coordenadas		
	NORTE	ESTE
Coordenadas PI1	115387.770	97488.638
Coordenadas PI2	115384.885	97483.213
Coordenadas PI3	115385.322	97476.840
Coordenadas PI	115380.023	97484.853
Coordenadas O1	115386.353	97498.651
Coordenadas O2	115376.975	97490.843
Coordenadas O3	115372.369	97479.324

abscisas	
Abscisa PI	k0+021.234
Abscisa PI1	k0+012.612
Abscisa PI2	k0+018.550
Abscisa PI3	k0+024.780
Abscisa PCC	k0+015.527
Abscisa PCC1	k0+021.416
Abscisa PC	k0+009.490
Abscisa PT	k0+027.994

CURVA 3			
	Dec.	Radianes	
▲3	29.5559	0.516	29° 33' 21"
Radio 3			12.753
T3			3.364
Gs 3	44.927	0.784	44° 55' 38"
LS 3			6.579
CL 3			6.506
E1			0.436
Gs/2	22.464	0.392	22° 27' 49"
F3			0.422
S			10

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16 Cartera deflexiones, distancias y coordenadas diseño horizontal

CARTERA DEFLEXIONES, DISTANCIAS Y COORDENADAS								
Punto	abscisa	Deflexión	Deflexion grados	Distancia	Azimut	Azimut grados	Coordenadas	
							Norte	Este
PI	k0+021.234				206.037	206° 02' 13"	115380.0228	97478.667
PC	k0+009.490	0	0° 00' 00"	0.000	206.037	206° 02' 13"	115390.575	97490.008
	k0+010.000	1.519	1° 31' 08"	0.510	207.556	207° 33' 21"	115390.123	97489.772
PCC1	k0+015.527	17.979	17° 58' 45"	5.938	224.016	224° 00' 59"	115386.305	97485.882
PCC2	k0+021.416	15.965	15° 57' 53"	5.813	257.960	257° 57' 37"	115385.092	97480.197
PT	k0+027.994	14.778	14° 46' 40"	6.506	288.703	288° 42' 10"	115387.178	97474.034
	k0+030.000	0.000	0° 00' 00"	2.006	303.481	303° 28' 51"	115388.285	97472.361
	k0+040.000	0.000	0° 00' 00"	10.000	303.481	303° 28' 51"	115392.695	97465.694
	k0+050.000	0.000	0° 00' 00"	10.000	303.481	303° 28' 51"	115392.695	97465.694
	k0+060.000	0.000	0° 00' 00"	10.000	303.481	303° 28' 51"	115392.695	97465.694
	k0+070.000	0.000	0° 00' 00"	10.000	303.481	303° 28' 51"	115392.695	97465.694
PC	k0+075.430	0.000	0° 00' 00"	0.00	303.481	303° 28' 51"	115387.178	97474.034
PCC1	k0+082.418	0.099	0° 05' 57"	6.988	303.580	303° 34' 48"	115391.043	97468.213
PCC2	k0+087.644	14.891	14° 53' 28"	5.227	348.812	348° 48' 45"	115396.170	97467.199
PT	k0+096.690	33.455	33° 27' 20"	9.046	37.159	37° 09' 32"	115403.380	97472.663

Fuente: Elaboración propia

7.5 Diseño Altimétrico

Una vez terminados los alineamientos de la infraestructura vial, se procede a la creación de los perfiles longitudinales, para realizar el diseño de rasantes de todos y cada uno de los elementos que componen el diseño de la intersección vial .

7.5.1 Ejes Principales

Para el diseño en vertical se tuvo en cuenta que los parametros se cumplieran en su totalidad según lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) tanto en pendientes mínimas y máximas, entretangencias como también la altura del galibo del paso a desnivel donde se debe asegurar que los dos ejes principales estén a la misma altura de 5.50m desde la cota inferior de la viga que sostendrá el puente hasta la calzada de la Av.Cali, ya que en este perfil se permite apreciar la superficie del terreno y se estable como un terreno plano según la clasificación respectiva del manual para la creación de la rasante del eje vial de la Calle132, como se muestra en la imagen N°27 *Perfil Longitudinal* y también se presenta los respectivos cálculos de rasante en la tabla N°16 y los cálculos complementarios revisar tabla en anexos Tabla N°22.

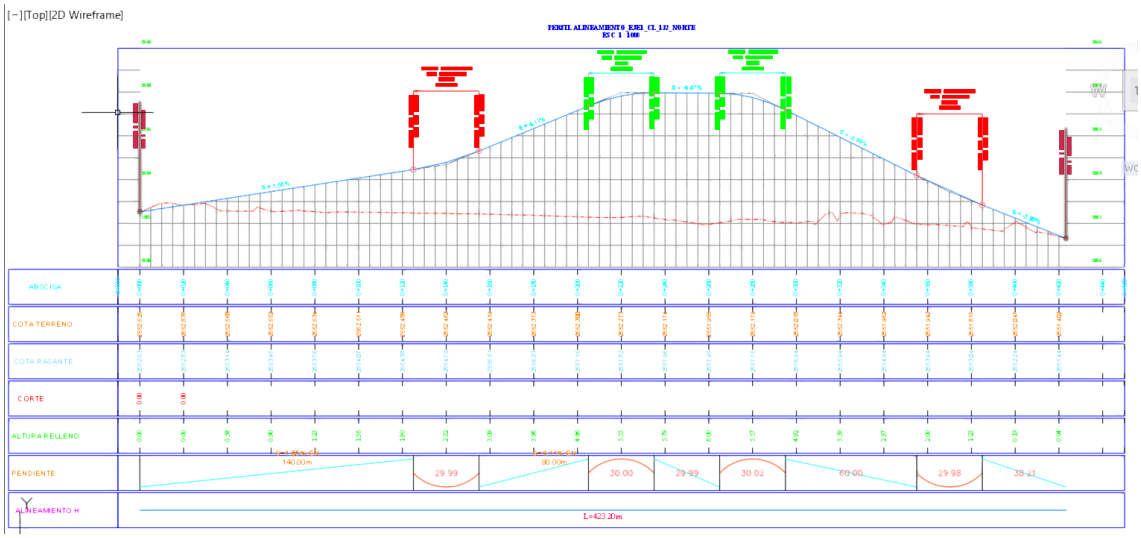


Imagen N°27 Perfil Longitudinal Eje Principal 1
Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°17 Cartera de Rasante Eje Principal 1

EST	ABSCISA	DISTANCIA	COTA TAN	PENDIENTE	COTA	ANCHO CARRIL		ANCHO DE	DISTANCIA	PERALTE		ELEVACION		COTA DE CARRIL	
					RASANTE	IZQ	DER	CALZADA		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
BOP	k0+000.00		2552.525	1.55	2552.525	3.500	3.500	7.000	0.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.455	2552.595
	k0+010.00	10.00	2552.680		2552.680	3.500	3.500	7.000	10.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.610	2552.750
	k0+020.00	20.00	2552.835		2552.835	3.500	3.500	7.000	20.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.765	2552.905
	k0+030.00	30.00	2552.990		2552.990	3.500	3.500	7.000	30.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.920	2553.060
	k0+040.00	40.00	2553.145		2553.145	3.500	3.500	7.000	40.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.075	2553.215
	k0+050.00	50.00	2553.300		2553.300	3.500	3.500	7.000	30.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.230	2553.370
	k0+060.00	60.00	2553.455		2553.455	3.500	3.500	7.000	40.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.385	2553.525
	k0+070.00	70.00	2553.610		2553.610	3.500	3.500	7.000	50.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.540	2553.680
	k0+080.00	80.00	2553.765		2553.765	3.500	3.500	7.000	80.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.695	2553.835
	k0+090.00	90.00	2553.920		2553.920	3.500	3.500	7.000	90.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.850	2553.990
	k0+100.00	100.00	2554.075		2554.075	3.500	3.500	7.000	100.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.005	2554.145
	k0+110.00	110.00	2554.230		2554.230	3.500	3.500	7.000	110.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.160	2554.300
	k0+120.00	120.00	2554.385		2554.385	3.500	3.500	7.000	120.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.315	2554.455
CURVA 1	k0+125.00	125.00	2554.463	4.11	2554.463	3.500	3.500	7.000	125.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.393	2554.533
	k0+130.00	5.00	2554.551		2554.551	3.500	3.500	7.000	130.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.481	2554.621
	k0+140.00	15.00	2554.791		2554.791	3.500	3.500	7.000	140.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.721	2554.861
	k0+150.00	25.00	2555.117		2555.117	3.500	3.500	7.000	150.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.047	2555.187
	k0+155.00	30.00	2555.310		2555.310	3.500	3.500	7.000	155.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.240	2555.380
	k0+160.00	5.00	2555.516		2555.516	3.500	3.500	7.000	160.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.446	2555.586
	k0+170.00	15.00	2555.927		2555.927	3.500	3.500	7.000	170.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.857	2555.997
	k0+180.00	25.00	2556.338		2556.338	3.500	3.500	7.000	180.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2556.268	2556.408
	k0+190.00	35.00	2556.749		2556.749	3.500	3.500	7.000	190.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2556.679	2556.819
	k0+200.00	45.00	2557.160		2557.160	3.500	3.500	7.000	200.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.090	2557.230
CURVA 2	k0+205.00	50.00	2557.365	-0.07	2557.365	3.500	3.500	7.000	205.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.295	2557.435
	k0+210.00	5.00	2557.761		2557.761	3.500	3.500	7.000	210.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.691	2557.831
	k0+220.00	15.00	2558.052		2558.052	3.500	3.500	7.000	220.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.982	2558.122
	k0+230.00	25.00	2557.960		2557.960	3.500	3.500	7.000	230.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.890	2558.030
	k0+235.00	30.00	2557.970		2557.970	3.500	3.500	7.000	235.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.900	2558.040
	k0+240.00	5.00	2557.967		2557.967	3.500	3.500	7.000	240.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.897	2558.037
	k0+250.00	15.00	2557.960		2557.960	3.500	3.500	7.000	250.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.890	2558.030
	k0+260.00	25.00	2557.953		2557.953	3.500	3.500	7.000	260.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.883	2558.023
CURVA 3	k0+265.00	30.00	2557.949	-5	2557.949	3.500	3.500	7.000	265.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.879	2558.019
	k0+270.00	5.00	2558.121		2558.121	3.500	3.500	7.000	270.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2558.051	2558.191
	k0+280.00	15.00	2559.447		2559.447	3.500	3.500	7.000	280.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2559.377	2559.517
	k0+290.00	25.00	2557.614		2557.614	3.500	3.500	7.000	290.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.544	2557.684
	k0+295.00	30.00	2557.190		2557.190	3.500	3.500	7.000	295.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2557.120	2557.260
	k0+300.00	5.00	2556.940		2556.940	3.500	3.500	7.000	300.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2556.870	2557.010
	k0+310.00	15.00	2556.440		2556.440	3.500	3.500	7.000	310.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2556.370	2556.510
	k0+320.00	25.00	2555.940		2555.940	3.500	3.500	7.000	320.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.870	2556.010
	k0+330.00	35.00	2555.440		2555.440	3.500	3.500	7.000	330.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.370	2555.510
	k0+340.00	45.00	2554.940		2554.940	3.500	3.500	7.000	340.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.870	2555.010
	k0+350.00	55.00	2554.440		2554.440	3.500	3.500	7.000	350.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.370	2554.510
CURVA 4	k0+355.00	60.00	2554.190	-3.98	2554.190	3.500	3.500	7.000	355.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.120	2554.260
	k0+360.00	5.00	2554.390		2554.390	3.500	3.500	7.000	360.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.320	2554.460
	k0+370.00	15.00	2555.223		2555.223	3.500	3.500	7.000	370.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.153	2555.293
	k0+380.00	25.00	2553.492		2553.492	3.500	3.500	7.000	380.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.422	2553.562
	k0+385.00	30.00	2552.840		2552.840	3.500	3.500	7.000	385.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.770	2552.910
	k0+390.00	5.00	2552.641		2552.641	3.500	3.500	7.000	390.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.571	2552.711
	k0+400.00	15.00	2552.243		2552.243	3.500	3.500	7.000	400.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.173	2552.313
	k0+410.00	25.00	2551.845		2551.845	3.500	3.500	7.000	410.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2551.775	2551.915
	k0+420.00	35.00	2551.447		2551.447	3.500	3.500	7.000	420.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2551.377	2551.517
OP	k0+423.20	38.20	2551.320		2551.320	3.500	3.500	7.000	423.200	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2551.250	2551.390

Fuente: Elaboración propia

7.5.2 Conectantes

Para los elementos de las conectantes se realiza el mismo proceso de crear las rasantes respectivas de cada alineamiento teniendo en cuenta los empalmes tanto en la Calle 132 como también sobre la Av. Cali siendo estas principales, es importante realizar un empalme altimetrico para que no se presenten cambios brusco en la pendiente de entrada como de salida y asi asegurar la seguridad y comodidad de los usuarios como se muestra en las imágenes N°28 y N°29 , esto se realizo una vez se hayan creado los corredores viales tanto de los alinemientos principales como tambien de las conectantes.

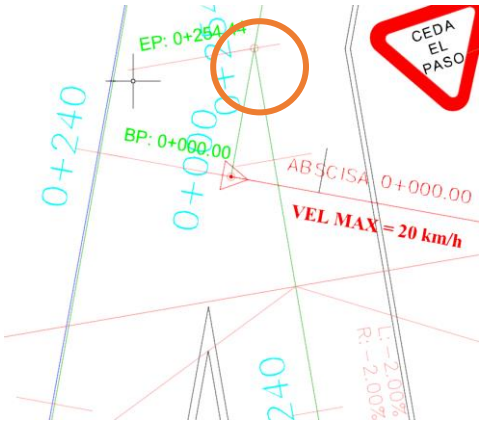


Imagen N°28 Empalme con eje principal conectante

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

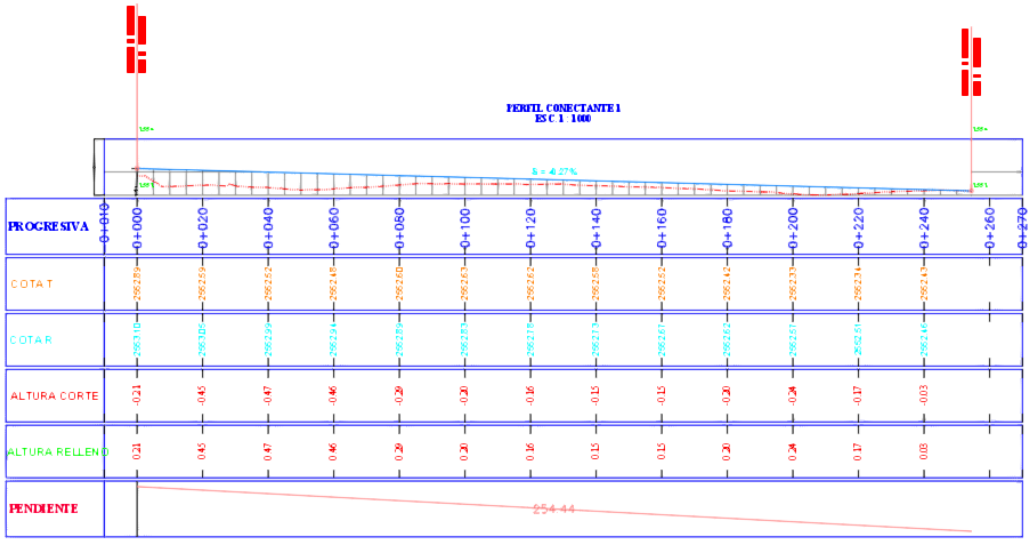


Imagen N°29 Perfil Longitudinal Conectante 1 Oriente-Norte

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°18 Cartera de Rasante Conectante 1 Oriente - Norte

CONECTANTE 1														
EST	ABSCISA	COTA TAN	PENDIENTE	COTA RASANTE	ANCHO CARRIL		ANCHO DE CALZADA	DISTANCIA	PERALTE		ELEVACION		COTA DE CARRIL	
					IZQ	DER			IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
BOP	k0+000.00	2553.101		2553.101	3.500	3.500	7.000	0.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2553.031	2553.031
	k0+010.00	2553.074	0.27	2553.074	3.500	3.500	7.000	10.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2553.004	2553.004
a	k0+017.27	2553.054		2553.054	3.500	3.500	7.000	17.270	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.984	2552.984
	k0+020.00	2553.047		2553.047	3.500	3.500	7.000	20.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.977	2552.977
B	k0+022.46	2553.040		2553.040	3.500	3.500	7.000	22.455	-2.000%	0.000%	-0.070	0.000	2552.970	2553.040
C	k0+027.64	2553.026		2553.026	3.500	3.500	7.000	10.370	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.956	2553.096
PC D	k0+027.64	2553.026		2553.026	3.500	3.500	7.000	10.370	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.956	2553.096
	k0+030.00	2553.020		2553.020	3.500	3.500	7.000	12.730	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.950	2553.090
	k0+040.00	2552.993		2552.993	3.500	3.500	7.000	40.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.923	2553.063
	k0+050.00	2552.966		2552.966	3.500	3.500	7.000	50.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.896	2553.036
PT D'	k0+053.10	2552.958		2552.958	3.500	3.500	7.000	53.098	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.888	2553.028
C'	k0+053.10	2552.958		2552.958	3.500	3.500	7.000	53.100	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.888	2553.028
B'	k0+058.28	2552.944		2552.944	3.500	3.500	7.000	58.283	-2.000%	0.000%	-0.070	0.000	2552.874	2552.944
	k0+060.00	2552.939		2552.939	3.500	3.500	7.000	60.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.869	2552.869
e	k0+063.47	2552.930		2552.930	3.500	3.500	7.000	63.468	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.860	2552.860
	k0+070.00	2552.912		2552.912	3.500	3.500	7.000	70.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.842	2552.842
	k0+080.00	2552.885		2552.885	3.500	3.500	7.000	80.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.815	2552.815
	k0+090.00	2552.858		2552.858	3.500	3.500	7.000	90.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.788	2552.788
	k0+100.00	2552.831		2552.831	3.500	3.500	7.000	100.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.761	2552.761
	k0+110.00	2552.804		2552.804	3.500	3.500	7.000	110.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.734	2552.734
	k0+120.00	2552.777		2552.777	3.500	3.500	7.000	120.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.707	2552.707
	k0+130.00	2552.750		2552.750	3.500	3.500	7.000	130.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.680	2552.680
	k0+140.00	2552.723		2552.723	3.500	3.500	7.000	140.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.653	2552.653
	k0+150.00	2552.696		2552.696	3.500	3.500	7.000	150.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.626	2552.626
	k0+160.00	2552.669		2552.669	3.500	3.500	7.000	160.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.599	2552.599
PI	k0+170.00	2552.642		2552.642	3.500	3.500	7.000	170.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.572	2552.572
a	k0+172.26	2552.636		2552.636	3.500	3.500	7.000	172.255	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.566	2552.566
B	k0+177.44	2552.622		2552.622	3.500	3.500	7.000	177.440	-2.000%	0.000%	-0.070	0.000	2552.552	2552.622
	k0+180.00	2552.615		2552.615	3.500	3.500	7.000	180.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.545	2552.685
C	k0+182.63	2552.608		2552.608	3.500	3.500	7.000	182.626	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.538	2552.678
PC	k0+187.81	2552.594		2552.594	3.500	3.500	7.000	187.811	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.454	2552.734
	k0+190.00	2552.588		2552.588	3.500	3.500	7.000	190.000	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.448	2552.728
	k0+200.00	2552.561		2552.561	3.500	3.500	7.000	200.000	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.421	2552.701
	k0+210.00	2552.534		2552.534	3.500	3.500	7.000	210.000	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.394	2552.674
	k0+220.00	2552.507		2552.507	3.500	3.500	7.000	220.000	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.367	2552.647
PT	k0+222.61	2552.500		2552.500	3.500	3.500	7.000	222.609	-4.000%	4.000%	-0.140	0.140	2552.360	2552.640
C'	k0+227.79	2552.486		2552.486	3.500	3.500	7.000	227.794	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.416	2552.556
	k0+230.00	2552.480		2552.480	3.500	3.500	7.000	230.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.410	2552.550
B'	k0+232.98	2552.472		2552.472	3.500	3.500	7.000	232.979	-2.000%	0.000%	-0.070	0.000	2552.402	2552.472
A'	k0+238.16	2552.458		2552.458	3.500	3.500	7.000	238.164	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.388	2552.388
	k0+240.00	2552.453		2552.453	3.500	3.500	7.000	240.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.383	2552.383
	k0+250.00	2552.426		2552.426	3.500	3.500	7.000	250.000	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.356	2552.356
FO	k0+254.44	2552.414		2552.414	3.500	3.500	7.000	254.440	-2.000%	-2.000%	-0.070	-0.070	2552.344	2552.344

Fuente: Elaboración propia

7.5.3 Orejas

Para los empalmes en el diseño altimetrico de las orejas se debe tener en cuenta que los ejes esten contenidos en algun punto del eje principal a conectar tanto en la Av. Cali como en en la Calle 132, es importante tambien revisar las cotas de rasante en los perfiles ya que esta tiene que empalmar en el puente, esto se hace con el fin de no generar obstrucciones o cambios bruscos de pendientes elevadas donde se pone en riesgo la seguridad de los usuarios como se muestra en la imagen N°30 con los respectivos calculos en la Tabla N°17

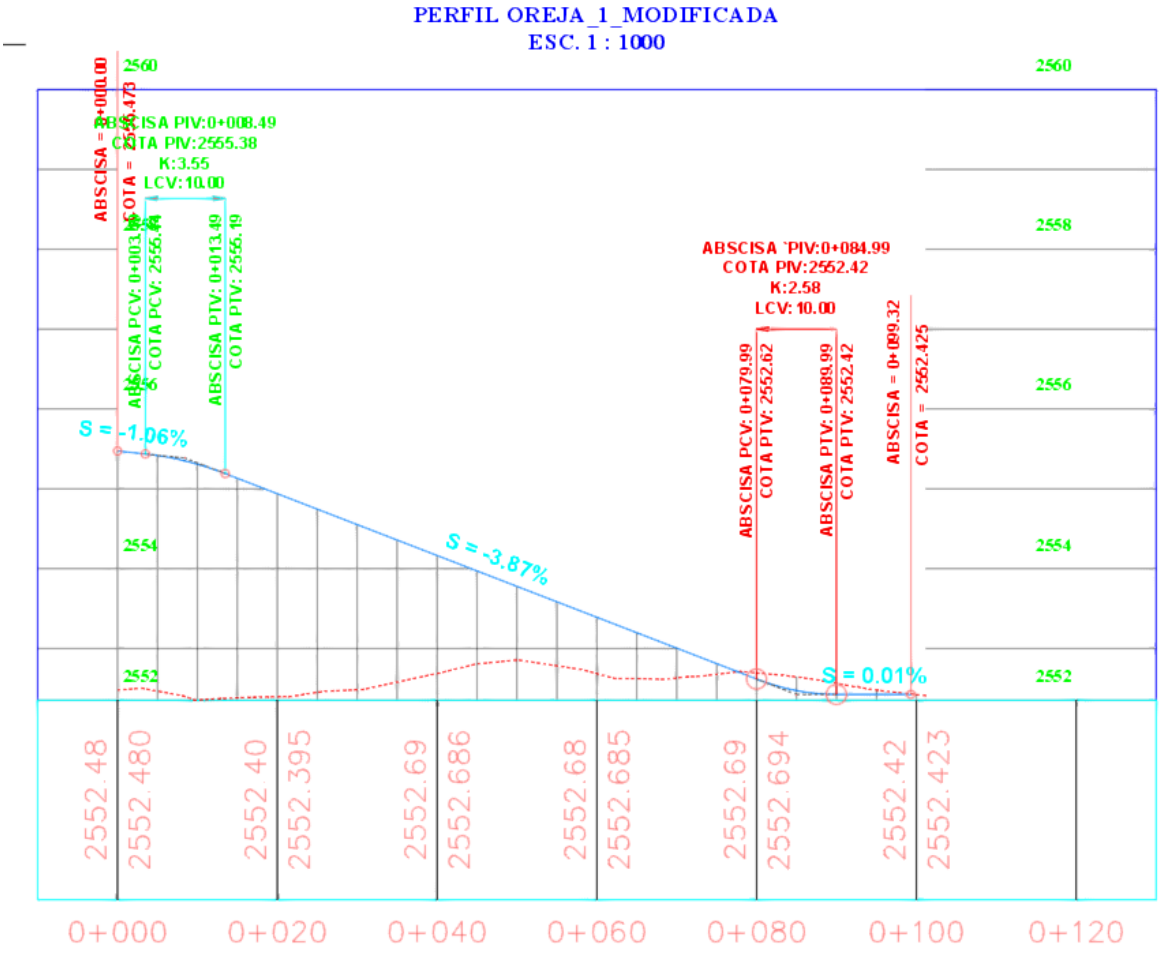


Imagen N°30 Perfil Longitudinal Oreja 1

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°19 Cartera de Rasante Oreja Occidente-Norte

ESTACIÓN	ABSCISA	DISTANCIA	COTA TAN	PENDIENTE	COTA RASANTE	ANCHO CARRIL		ANCHO DE CALZADA	DISTANCIA	PERALTE		ELEVACION		COTA DE CARRIL	
						IZQ	DER			IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
BOP	k0+000.00		2555.473		2555.473	3.500	3.500	7.000	0.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.403	2555.543
PCV	k0+003.49	3.49	2555.436	-1.06	2555.436	3.500	3.500	7.000	3.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.366	2555.506
	k0+008.49	8.49	2555.383		2555.383	3.500	3.500	7.000	8.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.313	2555.453
PTV	k0+013.49	13.49	2555.190	-3.87	2555.190	3.500	3.500	7.000	13.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.120	2555.260
	k0+020.00	6.51	2554.938		2554.938	3.500	3.500	7.000	20.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.868	2555.008
	k0+030.00	16.51	2554.551		2554.551	3.500	3.500	7.000	21.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.481	2554.621
	k0+040.00	26.51	2554.164		2554.164	3.500	3.500	7.000	31.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.094	2554.234
	k0+050.00	36.51	2553.777		2553.777	3.500	3.500	7.000	41.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.707	2553.847
	k0+060.00	46.51	2553.390		2553.390	3.500	3.500	7.000	60.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.320	2553.460
	k0+070.00	56.51	2553.003		2553.003	3.500	3.500	7.000	70.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.933	2553.073
PCV	k0+080.00	66.51	2552.616		2552.616	3.500	3.500	7.000	80.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.546	2552.686
	k0+085.00	71.51	2552.423	0	2552.423	3.500	3.500	7.000	85.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493
PTV	k0+090.00	76.51	2552.423		2552.423	3.500	3.500	7.000	90.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493
OP	k0+099.32	85.83	2552.423		2552.423	3.500	3.500	7.000	99.320	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493

Fuente: Elaboración propia

7.6 Peraltes

En el diseño de peraltes como se habia mencionado anteriormente para los ejes principales de la Calle 132 se establecieron en 4% y para los elementos de Conectantes y Empalmes tipo Orejas el 6%. Para el calculo de peraltes se debe tener en cuenta la seccion tipica transversal como se muestra en la Imagen N°30.

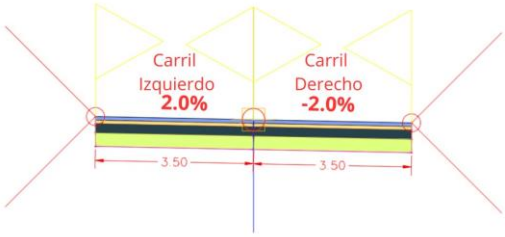


Imagen N°31 Seccion Típica Transversal

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Como se muestra en la imagen es una seccion tipica tipo peralte del 2% la cual se uso para todas las calzadas realizadas, indica que un lado es mas alto que el otro esto se realiza con el fin de que se tenga un optimo sistema de drenaje encausando el agua hacia un costado de la via donde es drenada mediante sumideros los cuales estan conectados a la red pluvial.

7.6.1 Conectantes

Para las conectantes ya que contiene curvas circulares simples se establecio como peralte maximo el 6% y como minimo el 2% en el caso de la Conectante 1 Oriente – Norte como se aprecia en la imagen N°32 se rea lizo la transición de peralte para la primera curva del 2% y para la segunda de 4.20%, teniendo en cuenta los parámetros relacionados como se muestra en la tabla N°18 que son los respectivos cálculos.

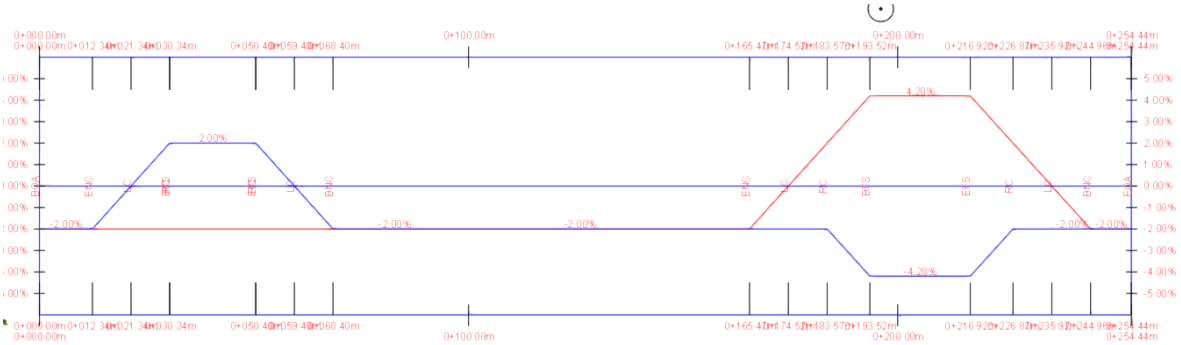


Imagen N°32 Peralte Conectante 1 Oriente – Norte

Fuente: Elaboración propia a partir de software Civil 3D

Tabla N°19 Cartera de Peralte Conectante 1 Oriente – Norte

PARAMETROS		PI	PUNTO	ABSCISA	ei	ed
VCH	20	1	A	K0+017.270	-2.00%	-2.00%
Rmin	15		B	K0+022.455	-2.00%	0.00%
emax	6.0%		C	K0+027.640	-2.00%	2.00%
La min	16.815		D PC	K0+027.640	-2.00%	2.00%
Δs: Ram P Max	1.35		D' PT	K0+053.098	-2.00%	2.00%
ancho carril	3.5		C'	K0+053.098	-2.00%	2.00%
Ram P min	0.35		B'	K0+058.283	-2.00%	0.00%
BN	2.00%		A'	K0+063.468	-2.00%	-2.00%
LT	N					
5.185	5.185	2				
10.889	5.185		A	K0+171.737	-2.00%	-2.00%
			B	K0+176.922	-2.00%	0.00%
			C	K0+182.107	-2.00%	2.00%
			D	K0+187.811	-4.20%	4.20%
			D'	K0+222.609	-4.20%	4.20%
			C'	K0+228.312	-2.00%	2.00%
			B'	K0+233.498	-2.00%	0.00%
			A'	K0+238.683	-2.00%	-2.00%

Fuente: Elaboración propia

7.6.2 Orejas

En los enlaces tipo oreja que estan integrados por dos curvas compuestas de tres radios teniendo en cuenta la pendiente de la rasante se establecio que el peralte maximo del 6% bajo los parametros establecido por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2008), que se presentan en las tablas N°19 y N°20.

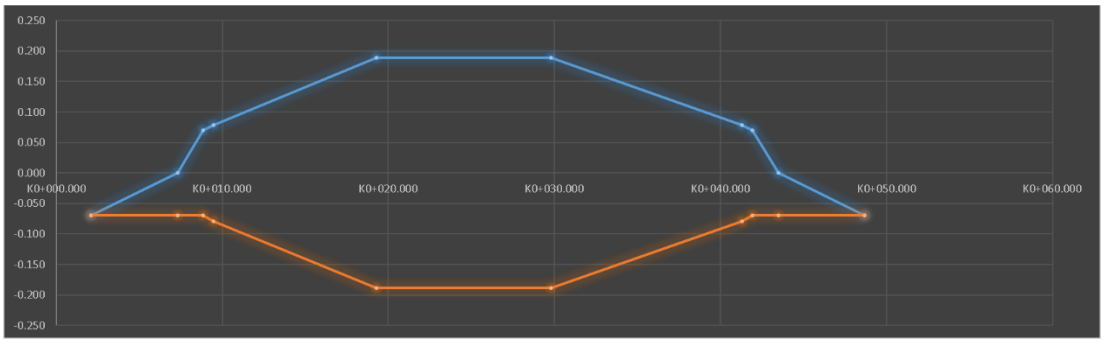


Imagen N°33 Peralte Oreja 3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20 Cartera Parámetros de Peralte Oreja 3

CURVA 1		CURVA 2	
PARAMETROS		**PARAMETROS**	
Velocidad (km/h):	20	Velocidad (km/h):	20
PC:	K0+009.470	PC:	K0+105.980
Ancho de calzada:	7	Ancho de calzada:	7
Bombeo	2	Bombeo	2
Transición en recta:	15.5556	Transición en recta:	15.5556
Δs:	1.35	Δs:	1.35
Ancho carril:	3.5	Ancho carril:	3.5
N (Long. Aplanamiento)	5.1852	N (Long. Aplanamiento)	5.1852
S	10	S	10
LT PCC'	1.556	LT PCC1	1.556
LT PCC	1.5556	LT PCC	1.556
bw	1.000	bw	1.000
Delta principal	127.5834	Delta principal	115.9973
Radio 1:	12.124	Radio 1:	36.01
Ls 1:	9.8130	Ls 1:	14.4564
Peralte máximo 1	5.40	Peralte máximo 1	5.40
Long. Transición 1	19.1852	Long. Transición 1	19.1852
Longitud curva 1	14.0000	Longitud curva 1	14.000
Deflexion 1	46.3745	Deflexion 1	23.0017
Radio 2	11.313	Radio 2	7.584
Ls 2:	10.5184	Ls 2:	8.1430
Peralte máximo 2	6.00	Peralte máximo 2	6.00
Long. Transcision 2	20.741	Long. Transcision 2	20.741
Longitud curva 2	15.55556	Longitud curva 2	15.55556
Deflexion 2	53.272	Deflexion 2	61.519
LT PCC 1	0.242	LT PCC 1	0.242
LT PCC 2	1.314	LT PCC 2	1.3136
LT PCC1 1	0.242	LT PCC1 1	0.242
LT PCC1 2	1.314	LT PCC1 2	1.314
Radio 3	23.582	Radio 3	7.580
Ls 3:	11.499	Ls 3:	4.164
Peralte máximo 3	5.40	Peralte máximo 3	5.40
Long. Transcision 3	19.185	Long. Transcision 3	19.185
Longitud curva 3	14.0000	Longitud curva 3	14.000
Deflexion 3	27.937	Deflexion 3	31.477

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°21 Cartera de Peralte Oreja 3

PUNTO	ABSCISA	DIST	ei	ed	IZQ	EJE	DER
A	K0+002.107	5.185	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
B	K0+007.292	5.185	0	-2	0.000	0.000	-0.070
C	K0+008.848	1.556	2	-2	0.070	0.000	-0.070
D (PC)	K0+009.470	2.178	2.26	-2.26	0.079	0.000	-0.079
PCC'	K0+019.283	-9.813	5.4	-5.4	0.189	0.000	-0.189
PCC	K0+029.801	-11.499	5.4	-5.4	0.189	0.000	-0.189
D (PT)	K0+041.300	2.178	2.26	2.26	0.079	0.000	-0.079
C	K0+041.922	1.556	2	-2.0	0.070	0.000	-0.070
B	K0+043.478	5.185	0	-2	0.000	0.000	-0.070
A	K0+048.663	5.185	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
TANGENTE	K0+050.000	1.337	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
	K0+060.000	11.337	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
	K0+070.000	21.337	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
	K0+080.000	31.337	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
	K0+090.000	41.337	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
A	K0+098.617	5.185	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070
B	K0+103.802	5.185	0	-2	0.000	0.000	-0.070
C	K0+105.358	1.556	2	-2	0.070	0.000	-0.070
D (PC)	K0+105.980	2.178	2.26	-2.26	0.079	0.000	-0.079
PCC'	K0+120.436	14.456	5.4	-5.4	0.189	0.000	-0.189
PCC	K0+128.579	4.164	5.4	-5.4	0.189	0.000	-0.189
D (PT)	K0+132.744	2.178	2.26	2.26	0.079	0.000	-0.079
C	K0+133.366	1.556	2	-2.0	0.070	0.000	-0.070
B	K0+134.921	5.185	0	-2	0.000	0.000	-0.070
A	K0+140.107	5.185	-2	-2	-0.070	0.000	-0.070

Fuente: Elaboración propia

7.7 Secciones Transversales

Se obtuvieron para este diseño secciones tipicas por cada eje vial, a continuación se muestran:

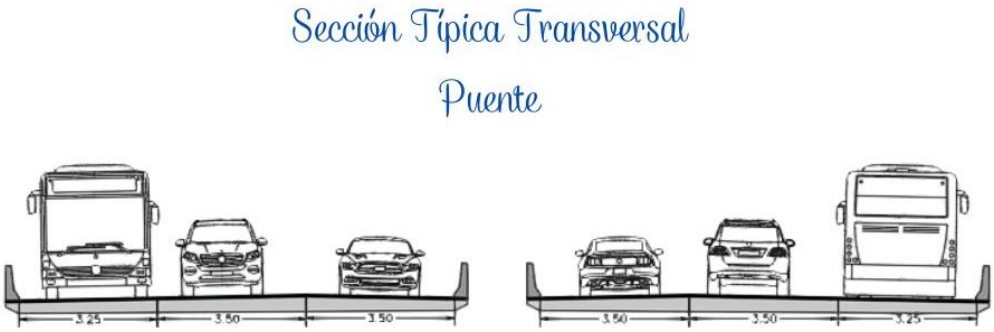


Imagen N°34 Sección Típica Transversal Puente Cl.132
Fuente: Elaboración propia

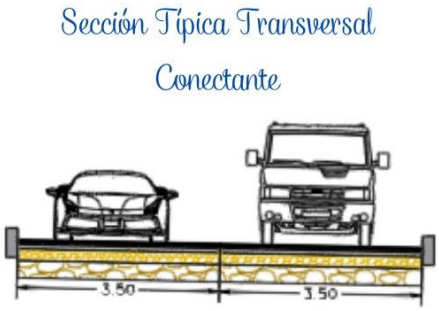


Imagen N°35 Sección Típica Transversal Conectante
Fuente: Elaboración propia

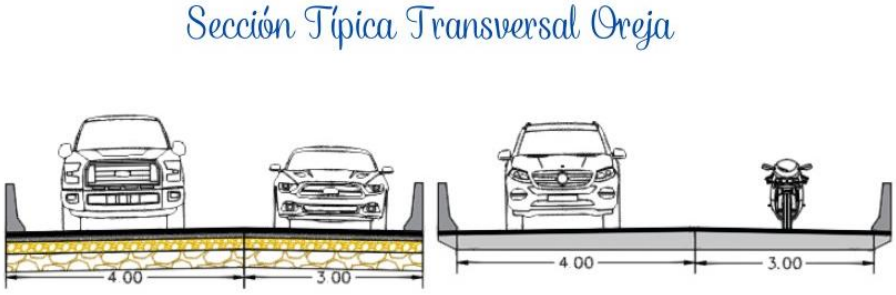


Imagen N°36 Sección Típica Transversal Oreja
Fuente: Elaboración propia

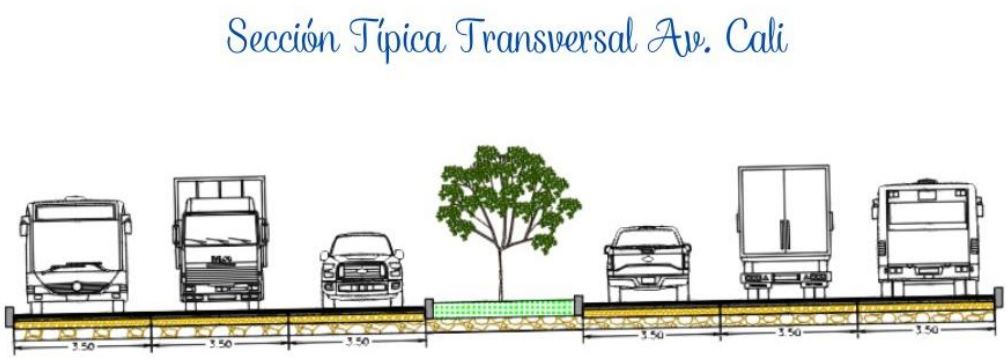


Imagen N°37 Sección Típica Transversal Av. Cali
Fuente: Elaboración propia

8. Fase III

8.1 Modelado 3D

El proceso de modelado se realizo en el Software de Infraworks (AutoDesk) este es una herramienta que permite realizar el modelado de diseños de vías y construcción, es compatible con diferentes clases de archivos brindándonos una gran variedad de extensiones: 3D Model, AutoCAD dwg (3D Objects), AutoCAD DWG as 2D Overlay, Autodesk Civil 3D DWG, Autodesk IMX, Autodesk Revit, Raster, LandXML. Para realizar es importante que el programa instalado sea la misma versión del Civil 3D para que el programa pueda reconocer los datos importados de los mismos.

Se inicia por medio de la creación de una escena para el modelo como se puede observar en la imagen N°38 es la página principal del programa donde encontramos el generador de los modelos, los modelos generados y configuración de parámetros

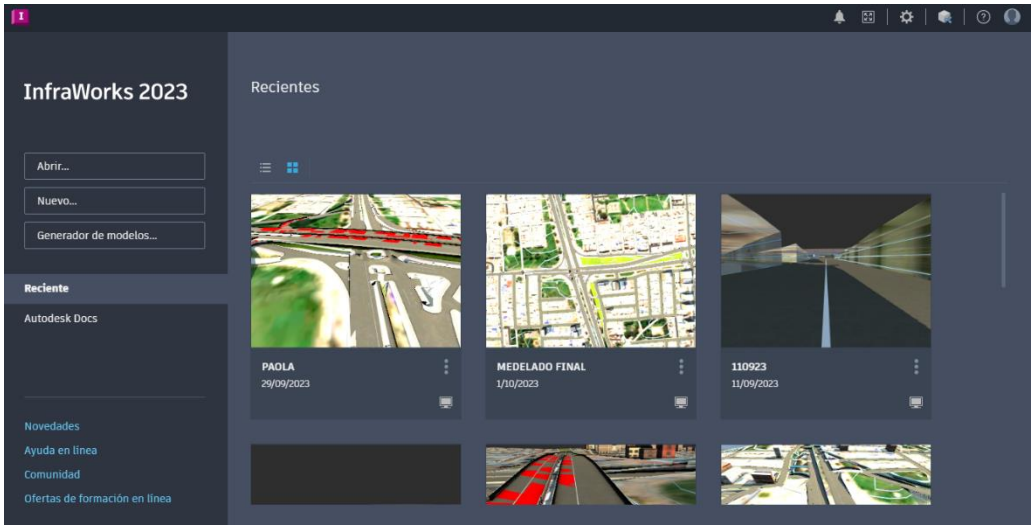


Imagen N°38 Interfaz Infraworks

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un modelo se abre el generador de modelos, y este se direcciona a una ventana en la cual se elige la zona de estudio del proyecto en la que se va a trabajar. Se le asigna un nombre, se configura el sistema de coordenadas y se crea el modelo, este proceso tarda un tiempo el cual depende de la extensión del área seleccionada. Después de creado el modelo aparece la interfaz principal.

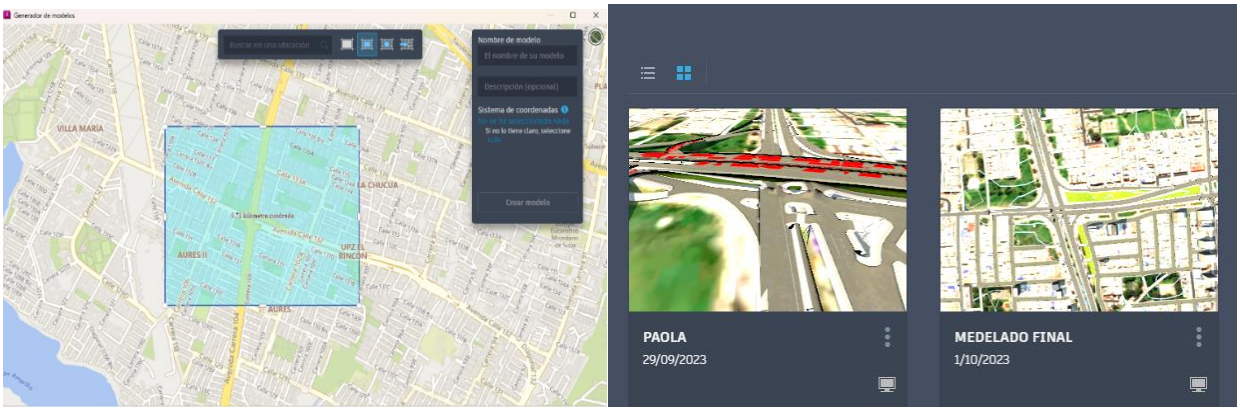


Imagen N°39 Generador de modelos.

Fuente: Elaboración propia

Al abrir el modelo generado anteriormente se abre la ventana que se muestra en la imagen N°40 se selecciona la opción de importación del archivo Autodesk 3D DWG para este caso, pero hay varias extensiones que permite abrir. Al terminar la importación del archivo, esta muestra los parámetros con los que se subió el archivo el sistema de coordenadas, y la extensión de la cual se importó el archivo.

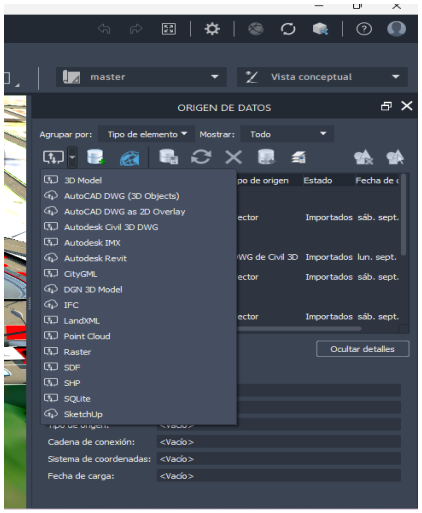


Imagen N°40 Menú de importación

Fuente: Elaboración propia

Después de hacer la actualización de modelo este permite realizar varias acciones dentro del modelo tales como crear, insertar objetos y realizar guiones gráficos que permiten observar el diseño de forma tridimensional.

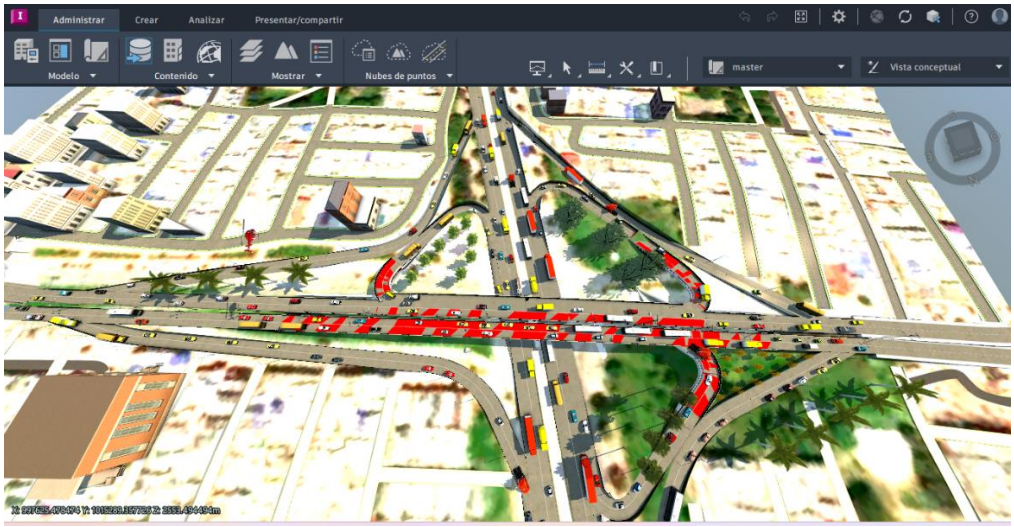


Imagen N°41 Interfaz del modelo

Fuente: Elaboración propia

9. Resultados

Los resultados que se obtuvieron del proyecto corresponden a los siguientes:

- ✓ Un plano en Planta Perfil del diseño preliminar de la interseccion a desnivel.

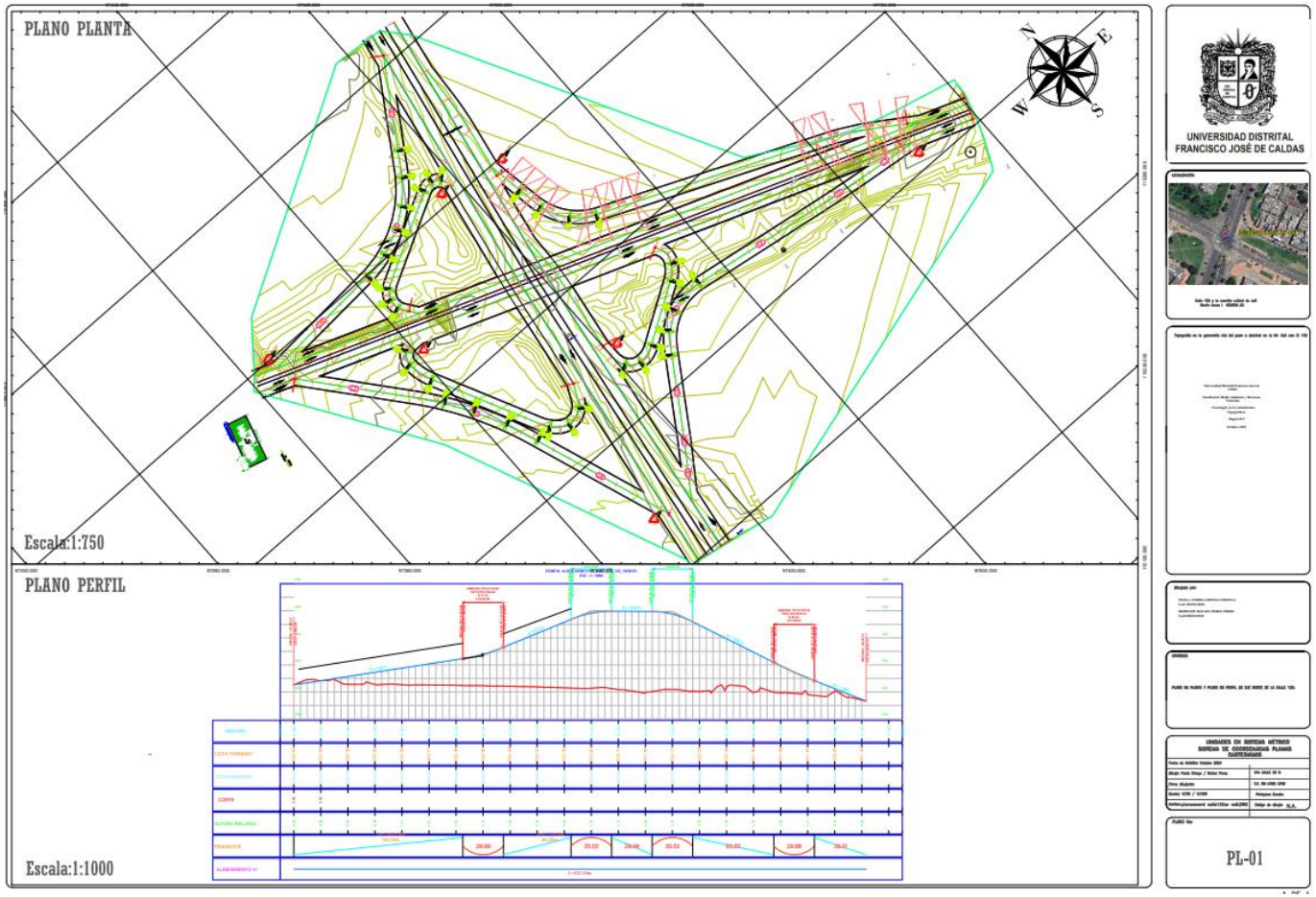


Imagen N°42 Plano Planta Perfil

Fuente: Elaboración propia

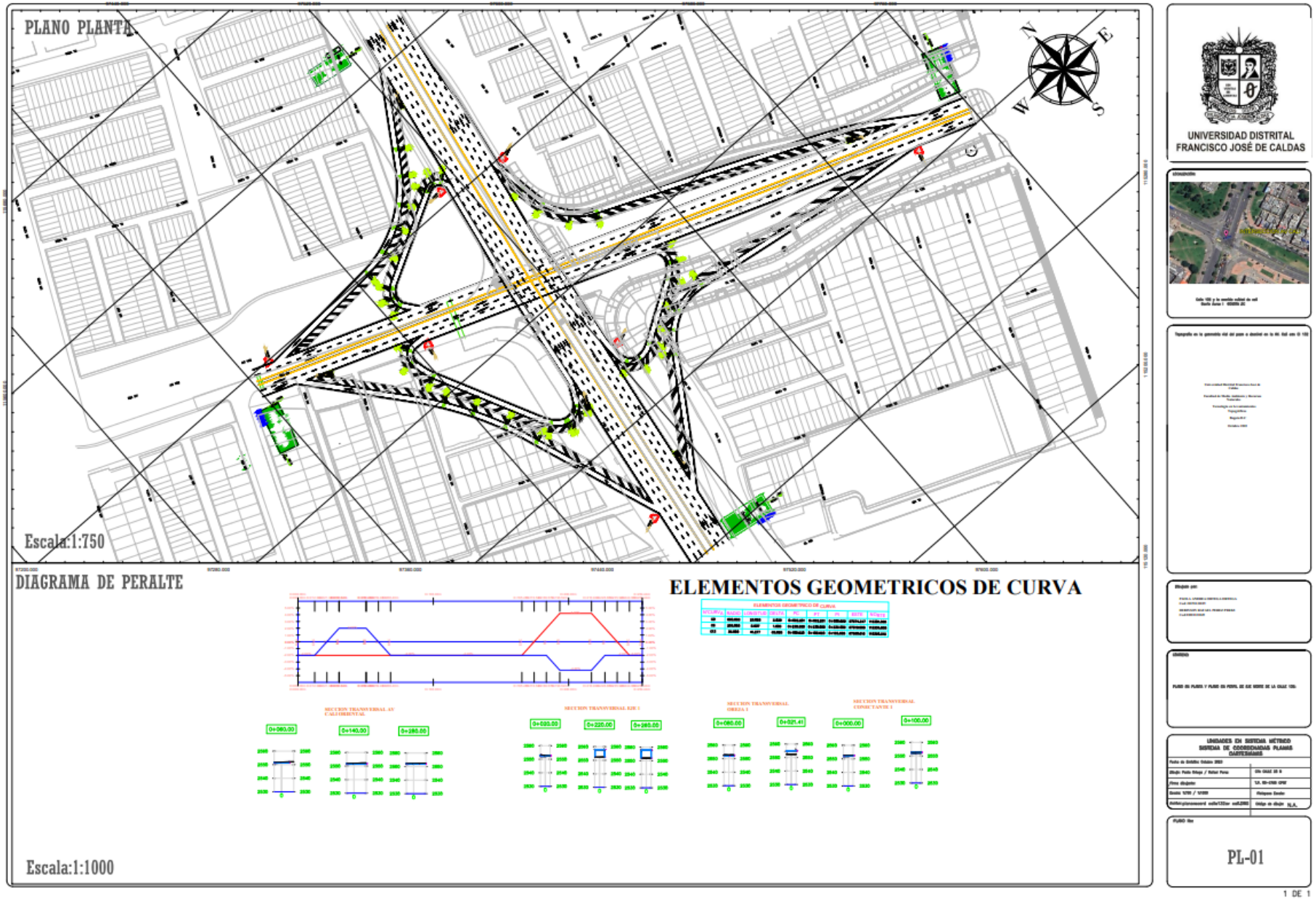


Imagen N°43 Plano Planta, Diagrama de Peralte

Fuente: Elaboración propia



Imagen N°44 Modelo 3D

Fuente: Elaboración propia

De este se obtuvo dos alineamientos principales sobre la Calle 132, en un solo sentido con un ancho de calzada de 7 m con dos carriles por cada sentido, un peralte del 2%, y dos alnemientos principales sobre la Av.Cali a un solo sentido con un ancho de calzada de 10.5 m con tres carrieles por sentido, un peralte del 2%.

Tambien el diseño preliminar de cuatro alinemientos auxiliares para cada conectante en un solo sentido con un ancho de calzada de 7 m con dos carriles y un peralte del 4%; se componen por curvas circulares simples. Se realizo el diseño de carriles de incorporacion donde se lo requeria .

Cuenta con el diseño preliminar de tres ramales de enlace tipo oreja con una velocidad de 20km/h , un ancho de calzada de 7 m en un solo sentido con dos carriles y un peralte del 6%; integrada por dos curvas compuestas de tres radios.

Todas las pendiendes de los alineamientos verticales estan establecidas por debajo del 6%.

Despues del diseño de la propuesta preliminar desarrollada en Auto Cad Civil 3D se genero un plano en planta perfil de la interseccion a desnivel con susrespectivos ramales de enlace y sus conectantes, perfiles, diagramas de peralte, secciones transversales.

Se realizo la demarcacion de los ejes viales con los respectivas señales de transito y de acuerdo al Manual de Señalización Vial (2015).

Finalmente se entrega un Modelado 3D a traves del software de Infraworks, el cual nos permite mostrar el diseño tridimencional de la interseccion, con sus respectivos ramales de enlace y sus conectantes.

10. Conclusiones

- ✓ Se logró realizar un diseño geometrico vial de una interseccion a desnivel en la Av.Cali con Cl 132 confiabiable para una operabilidad segura y comoda para los usuarios, ya que todo el diseño esta regido bajo los parametros normativos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2008)con todos y cada uno de los elementos requeridos.
- ✓ Se obtuvo como resultado final un plano topografico base, y un modelado en 3D de la zona, lo cual permitio abarcar y demostrar el modelo tridimencional adaptando un modelo mas realista.
- ✓ A traves del levantamiento se logro obtener y recolectar datos reales para posteriormente analizarlos y hacer una adecuada evaluacion para lograr un diseño optimo como alternativa de solucion de trafico garantizando asi una circulacion de transito armoniosa.
- ✓ Es necesario construir un puente peatonal sobre la Av. Cali con el fin de que sea un diseño amigable tanto para vehículos, ciclistas y peatones, como también evitar los mismos en el intercambiador ya que puede generar dificultades de tráfico, accidentes y demoras debido al gran volumen vehicular que transita por la zona.
- ✓ El software de infraworks se logró obtener un modelado tridimensional donde podemos observar con gran precisión la elaboración del diseño geométrico generado en Civil 3D; también nos brinda una mejor visualización del paso a desnivel.

11. Bibliografía

- Instituto De Desarrollo Urbano IDU (2015). *Guía Para El Diseño De Vías Urbanas Para Bogotá*. Banco De Desarrollo De América Latina, Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Ingeniería, Programa De Investigación En Tránsito Y Transporte PIT.
- Instituto Nacional De Vias INVIAS (2008). *Manual De Diseño Geométrico De Carreteras*, Ministerio De Transporte.
- Institutos Nacional de Vías Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá D.C. (2015). *Manual de Señalización Vial*, Dispositivos uniformes para la regulación del transito en calles, carreteras y Ciclorrutas de Colombia, Ministerio De Transporte.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. (2ª ed.). Bogotá D.C. Ecoe Ediciones.
- Rincón, M.A., Vargas, W.E., & González, C.J. (2018). *Diseño Geométrico de Vías con Civil 3D.* (1ª ed.). Bogotá D.C. Ecoe Ediciones.
- Chocontá Rojas, P.A. (2011). *Diseño Geométrico de Vías.* (3ª ed.). Bogotá D.C. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Suárez López, J.D. (2019) *Propuesta de Diseño Geométrico del Paso A Desnivel de la Intersección Avenida Comuneros por Avenida Circunvalar en la Ciudad de Bogotá D.C.*, https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/24836 .
- Correa Montoya, M. (2021). *Manual de Diseño de Vías Urbanas. Medellín.*, https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/29835
- Mateus Cantillo, Y.C. (2021). *La Topografía de Vías Aplicada al Mejoramiento de la Intersección de la Av. Calle 26 con Carrera 19bis y Carrera 19 Mediante un Paso a Desnivel. BogotáD.C.*, https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28557

12. **Anexos.**

Tabla N°22

CURVAS VERTICALES				
ELEMENTO	**CURVA 1**	**CURVA 2**	**CURVA 3**	**CURVA 4**
Tipo de curva	CONCAVA	CONVEXA	CONVEXA	CONCAVA
VCV	40	40	40	40
PEND ENTRADA	1.55%	4.11%	-0.07%	-5.00%
PEND SALIDA	4.11%	-0.07%	-5.00%	-3.98%
i	2.560	4.180	4.930	1.020
K	6	2	2	6
Lmin (seguridad)	15.36	8.36	9.86	6.12
Lmin (operacion)	24.000	24.000	24.000	24.000
Lmax (drenaje)	128.00	209.00	246.50	51.00
LV	30	30	30	30
EXTERNA	0.096	0.157	0.185	0.038

CURVA 1

ELEMENTO	**DATO**
ABSCISA PIV	k0+140.00
COTA PIV	2554.695
ABS PCV	k0+125.00
ABS PTV	k0+155.00
COTA PCV	2554.463
COTA PTV	2555.339

ESTACION	**ABSCISA**	**COTA TANGENTE**	**PENDIENTE**	**X**	**Y**	**COTA RASANTE**
PCV	k0+145.00	2554.463	↓ 1.55	0.000	0.000	2554.463
D	k0+150.00	2554.540		5.00	0.011	2554.551
PIV 1	k0+160.00	2554.695		15.00	0.096	2554.791
D	k0+170.00	2555.106	↓ 4.11	5.00	0.011	2555.117
PTV	k0+175.00	2555.312		0.00	0.000	2555.312

CURVA 2

ELEMENTO	**DATO**
ABSCISA PIV	k0+220.00
COTA PIV	2557.983
ABS PCV	k0+205.00
ABS PTV	k0+235.00
COTA PCV	2557.340
COTA PTV	2557.967

ESTACION	**ABSCISA**	**COTA TANGENTE**	**PENDIENTE**	**X**	**Y**	**COTA RASANTE**
PCV	k0+215.00	2557.340	↓ 4.11	0.000	0.000	2557.340
D	k0+220.00	2557.751		5.00	0.011	2557.761
PIV 1	k0+230.00	2557.956		15.00	0.096	2558.052
D	k0+240.00	2557.949	↓ -0.07	5.00	0.011	2557.960
PTV	k0+245.00	2557.946		0.00	0.000	2557.946

CURVA 3

ELEMENTO	**DATO**
ABSCISA PIV	k0+280.00
COTA PIV	2557.941
ABS PCV	k0+265.00
ABS PTV	k0+295.00
COTA PCV	2557.958
COTA PTV	2556.909
S	10

ESTACION	**ABSCISA**	**COTA TANGENTE**	**PENDIENTE**	**X**	**Y**	**COTA RASANTE**
PCV	k0+295.00	2557.958	↓ -0.07	0.000	0.000	2557.958
D	k0+300.00	2557.954		5.00	0.167	2558.121
PIV 1	k0+310.00	2557.947	↓	15.00	1.500	2559.447
D	k0+320.00	2557.447	↓ -5	5.00	0.167	2557.614
PTV	k0+325.00	2557.197		0.00	0.000	2557.197

CURVA 4

ELEMENTO	**DATO**
ABSCISA PIV	k0+370.00
COTA PIV	2553.441
ABS PCV	k0+355.00
ABS PTV	k0+385.00
COTA PCV	2554.473
COTA PTV	2552.745
S	10

ESTACION	**ABSCISA**	**COTA TANGENTE**	**PENDIENTE**	**X**	**Y**	**COTA RASANTE**
PCV	k0+215.00	2554.473	↓ -5	0.000	0.000	2554.473
D	k0+220.00	2554.223		5.00	0.167	2554.390
PIV 1	k0+230.00	2553.723	↓	15.00	1.500	2555.223
D	k0+240.00	2553.325	↓ -3.98	5.00	0.167	2553.492
PTV	k0+245.00	2553.126		0.00	0.000	2553.126

PUNTO	ABSCISA	DISTANCIA	PENDIENTE	COTA	VCV	VETV	Pendiente Min	Pendiente Max	Cumple	Long min	Long Max	Cumple
BOP	k0+000.00			2552.525								
		140.000	1.55%			40	0.3%	6%	SI CUMPLE	150	200	NO
PIV1	k0+140.00			2554.695	40							
		80.000	4.11%			40	0.3%	9%	SI CUMPLE	40	100	SI CUMPLE
PIV2	k0+220.00			2557.983	40							
		60.000	-0.07%			40	0.3%	6%	NO	40	100	SI CUMPLE
PIV3	k0+280.00			2557.941	40							
		90.000	-5.00%			40	0.3%	8%	SI CUMPLE	50	100	SI CUMPLE
PIV4	k0+370.00			2553.441	40							
		53.200	-3.98%			40	0.3%	6%	SI CUMPLE	50	100	SI CUMPLE
EOP	k0+423.20			2551.324	40							

CARTERA DEFLEXIONES, DISTANCIAS Y COORDENADAS								
Punto	abscisa	Deflexión	Deflexion grados	Distancia	Azimut	Azimut grados	Coordenadas	
							Norte	Este
PI	k0+035.093				206.037	206° 02' 13''	115367.5525	97465.264
PC	k0+009.470	0	0° 00' 00''	0.000	206.037	206° 02' 13''	115390.575	97490.008
	k0+010.000	1.252	1° 15' 08''	0.530	207.289	207° 17' 22''	115390.104	97489.765
PCC1	k0+019.283	23.187	23° 11' 14''	9.547	229.224	229° 13' 27''	115384.340	97482.778
PCC2	k0+029.822	26.687	26° 41' 14''	10.162	279.099	279° 05' 55''	115385.947	97472.744
PT	k0+041.320	13.969	13° 58' 07''	11.385	319.755	319° 45' 17''	115394.637	97465.389
	k0+050.000	0.000	0° 00' 00''	8.680	333.723	333° 43' 24''	115402.419	97461.546
	k0+060.000	0.000	0° 00' 00''	10.000	333.723	333° 43' 24''	115403.603	97460.962
	k0+070.000	0.000	0° 00' 00''	10.000	333.723	333° 43' 24''	115403.603	97460.962
	k0+080.000	0.000	0° 00' 00''	10.000	333.723	333° 43' 24''	115403.603	97460.962
	k0+090.000	0.000	0° 00' 00''	10.000	333.723	333° 43' 24''	115403.603	97460.962
	k0+100.000	0.000	0° 00' 00''	10.000	333.723	333° 43' 24''	115403.603	97460.962
PC	k0+105.980	0.000	0° 00' 00''	5.98	333.723	333° 43' 23''	115399.999	97462.741
PCC1	k0+120.436	11.501	11° 30' 03''	14.456	345.224	345° 13' 26''	115413.977	97459.054
PCC2	k0+128.579	30.759	30° 45' 34''	8.143	387.484	387° 29' 03''	115421.201	97462.812
PT	k0+132.744	15.738	15° 44' 18''	4.164	73.982	73° 58' 55''	115422.350	97466.815

CURVA COMPUESTA

ELEMENTOS DE LA CURVA

	Dec.	Radianes	
▲	115.997	2.025	115° 59' 50"
Azimut PC-PI1	333.723	5.825	333° 43' 23"
Azimut PI1- PI2	356.725	6.226	356° 43' 29"
Azimut PI2 - PI3	58.244	1.017	58° 14' 38"
Azimut PI3 - PT	89.720	1.566	89° 43' 13"
Tangente corta			14.648
Tangente larga			24.346

coordenadas

	NORTE	ESTE
Coordenadas PI1	115406.568	97459.498
Coordenadas PI2	115418.483	97458.796
Coordenadas PI3	115422.325	97464.629
Coordenadas PI	115421.828	115389.221
Coordenadas O1	115384.057	97430.452
Coordenadas O2	115413.544	97451.483
Coordenadas O3	115427.646	97458.823

abscisas

Abscisa PI	k0+130.326
Abscisa PI1	k0+113.307
Abscisa PI2	k0+124.950
Abscisa PI3	k0+130.716
Abscisa PCC	k0+120.436
Abscisa PCC1	k0+128.579
Abscisa PC	k0+105.980
Abscisa PT	k0+132.744

CURVA 1

	Dec.	Radianes	
▲1	23.002	0.401	23° 00' 06"
Radio 1			36.01
T1			7.327
Gs 1	15.911	0.278	15° 54' 40"
LS 1			14.456
CL 1			14.360
E1			0.738
Gs/2	7.956	0.139	7° 57' 20"
F1			0.723
S			10

CURVA 2

	Dec.	Radianes	
▲2	61.5191	1.0737108	61° 31' 09"
Radio 2			7.584
T2			4.514
Gs 2	75.548056	1.3185623	75° 32' 53"
LS 2			8.143
CL 2			7.757
E2			1.242
Gs/2	37.774028	0.6592812	37° 46' 27"
F2			1.067
S			10

CURVA 3

	Dec.	Radianes	
▲3	31.477	0.549	31° 28' 35"
Radio 3			7.58
T3			2.136
Gs 3	75.588	1.319	75° 35' 17"
LS 3			4.164
CL 3			4.112
E1			0.295
Gs/2	37.794	0.660	37° 47' 38"
F3			0.284
S			10

CURVA COMPUESTA

ELEMENTOS DE LA CURVA

	Dec.	Radianes	
▲	127.686	2.229	127° 41' 11"
Azimut PC-PI1	206.037	3.596	206° 02' 13"
Azimut PI1- PI2	252.412	4.405	252° 24' 41"
Azimut PI2 - PI3	305.786	5.337	305° 47' 10"
Azimut PI3 - PT	333.723	5.825	333° 43' 24"
Tangente corta			30.205
Tangente larga			25.623

coordenadas

	NORTE	ESTE
Coordenadas PI1	115385.909	97487.728
Coordenadas PI2	115382.621	97477.357
Coordenadas PI3	115389.377	97467.986
Coordenadas PI	115367.552	97478.761
Coordenadas O1	115385.253	97500.902
Coordenadas O2	115373.556	97486.197
Coordenadas O3	115366.817	97458.954

abscisas

Abscisa PI	k0+035.093
Abscisa PI1	k0+014.663
Abscisa PI2	k0+024.970
Abscisa PI3	k0+035.688
Abscisa PCC	k0+019.283
Abscisa PCC1	k0+029.822
Abscisa PC	k0+009.470
Abscisa PT	k0+041.320

CURVA 1

	Dec.	Radianes	
▲1	46.375	0.809	46° 22' 28"
Radio 1			12.124
T1			5.193
Gs 1	47.258	0.825	47° 15' 29"
LS 1			9.813
CL 1			9.547
E1			1.065
Gs/2	23.629	0.412	23° 37' 44"
F1			0.979
S			10

CURVA 2

	Dec.	Radianes	
▲2	53.3745	0.9315608	53° 22' 28"
Radio 2			11.313
T2			5.687
Gs 2	50.645846	0.8839368	50° 38' 45"
LS 2			10.539
CL 2			10.162
E2			1.349
Gs/2	25.322923	0.4419684	25° 19' 23"
F2			1.205
S			10

CURVA 3

	Dec.	Radianes	
▲3	27.937	0.488	27° 56' 15"
Radio 3			23.582
T3			5.866
Gs 3	24.296	0.424	24° 17' 47"
LS 3			11.499
CL 3			11.385
E1			0.719
Gs/2	12.148	0.212	12° 08' 53"
F3			0.697
S			10

EJE 1				
PUNTO	ABSCISA	DISTANCIA	COTA TANGENTE	PENDIENTE
BOP	k0+000.00	0.000	52.525	1.55
	k0+010.00	10.00	52.680	
	k0+020.00	20.00	52.835	
	k0+030.00	30.00	52.990	
	k0+040.00	40.00	53.145	
	k0+050.00	50.00	53.300	
	k0+060.00	60.00	53.455	
	k0+070.00	70.00	53.610	
	k0+080.00	80.00	53.765	
	k0+090.00	90.00	53.920	
	k0+100.00	100.00	54.075	
	k0+110.00	110.00	54.230	
	k0+120.00	120.00	54.385	
PCV	k0+125.00	125.00	54.463	
	k0+130.00	130.00	54.540	
PIV 1	k0+140.00	140.00	54.695	4.11
	k0+150.00	10.00	55.106	
PTV	k0+155.00	15.00	55.312	
	k0+160.00	20.00	55.517	
	k0+170.00	30.00	55.928	
	k0+180.00	40.00	56.339	
	k0+190.00	50.00	56.750	
	k0+200.00	60.00	57.161	
PCV	k0+205.00	65.00	57.367	
	k0+210.00	70.00	57.572	
PIV 2	k0+220.00	80.00	57.983	
	k0+230.00	10.00	57.990	0.07
PTV	k0+235.00	15.00	57.980	
	k0+240.00	20.00	57.976	-0.11
	k0+250.00	30.00	57.969	
	k0+260.00	40.00	57.962	
PCV	k0+265.00	45.00	57.959	
	k0+270.00	50.00	57.955	
PIV 3	k0+280.00	60.00	57.948	5.00
	k0+290.00	10.00	57.448	
PTV	k0+295.00	15.00	57.198	
	k0+300.00	20.00	56.948	
	k0+310.00	30.00	56.448	
	k0+320.00	40.00	55.948	
	k0+330.00	50.00	55.448	
	k0+340.00	60.00	54.948	
	k0+350.00	70.00	54.448	
PCV	k0+355.00	75.00	54.198	
	k0+360.00	80.00	53.948	
PIV 4	k0+370.00	90.00	53.448	3.98
	k0+380.00	10.00	53.050	
PTV	k0+385.00	15.00	52.851	
	k0+390.00	20.00	52.652	
	k0+400.00	30.00	52.254	
	k0+410.00	40.00	51.856	
	k0+420.00	50.00	51.458	
OP	k0+423.20	53.20	51.331	

CONECTANTE 1				
PUNTO	ABSCISA	DISTANCIA	COTA TANGENTE	PENDIENTE
BOP	k0+000.00	0.000	52.314	0.300
	k0+010.00	10.00	52.344	
	k0+020.00	20.00	52.374	
	k0+030.00	30.00	52.404	
	k0+040.00	40.00	52.434	
	k0+050.00	50.00	52.464	
	k0+060.00	60.00	52.494	
	k0+070.00	70.00	52.524	
	k0+080.00	80.00	52.554	
	k0+090.00	90.00	52.584	
	k0+100.00	100.00	52.614	
	k0+110.00	110.00	52.644	
	k0+120.00	120.00	52.674	
	k0+130.00	130.00	52.704	
	k0+140.00	140.00	52.734	
	k0+150.00	150.00	52.764	
	k0+160.00	160.00	52.794	
	k0+170.00	170.00	52.824	
	k0+180.00	180.00	52.854	
	k0+190.00	190.00	52.884	
	k0+200.00	200.00	52.914	
	k0+210.00	210.00	52.944	
	k0+220.00	220.00	52.974	
	k0+230.00	230.00	53.004	
	k0+240.00	240.00	53.034	
OP	k0+249.74	249.74	53.063	

OREJA 1				
PUNTO	**ABSCISA**	**DISTANCIA**	**COTA TANGENTE**	**PENDIENTE**
BOP	k0+000.00	0.000	2555.473	-1.060
PCV	k0+003.49	3.49	2555.436	
PIV	k0+008.49	8.49	2555.383	-3.87
PTV	k0+013.49	5.00	2555.190	
	k0+020.00	11.51	2554.938	
	k0+030.00	21.51	2554.551	
	k0+040.00	31.51	2554.164	
	k0+050.00	41.51	2553.777	
	k0+060.00	51.51	2553.390	
	k0+070.00	61.51	2553.003	
PCV	k0+080.00	71.51	2552.616	
PIV	k0+085.00	76.51	2552.422	0
PTV	k0+090.00	5.00	2552.422	
OP	k0+099.33	14.33	2552.422	

ESTACIÓN	ABSCISA	DISTANCIA	COTA TAN	PENDIENTE	COTA RASANTE	ANCHO CARRIL		ANCHO DE CALZADA	DISTANCIA	PERALTE		ELEVACION		COTA DE CARRIL	
						IZQ	DER			IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
BOP	k0+000.00		2555.473		2555.473	3.500	3.500	7.000	0.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.403	2555.543
	k0+003.49	3.49	2555.436	-1.06	2555.436	3.500	3.500	7.000	3.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.366	2555.506
	k0+008.49	8.49	2555.383		2555.383	3.500	3.500	7.000	8.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.313	2555.453
	k0+013.49	13.49	2555.190	-3.87	2555.190	3.500	3.500	7.000	13.490	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2555.120	2555.260
	k0+020.00	6.51	2554.938		2554.938	3.500	3.500	7.000	20.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.868	2555.008
	k0+030.00	16.51	2554.551		2554.551	3.500	3.500	7.000	21.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.481	2554.621
	k0+040.00	26.51	2554.164		2554.164	3.500	3.500	7.000	31.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2554.094	2554.234
	k0+050.00	36.51	2553.777		2553.777	3.500	3.500	7.000	41.510	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.707	2553.847
	k0+060.00	46.51	2553.390		2553.390	3.500	3.500	7.000	60.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2553.320	2553.460
	k0+070.00	56.51	2553.003		2553.003	3.500	3.500	7.000	70.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.933	2553.073
	k0+080.00	66.51	2552.616		2552.616	3.500	3.500	7.000	80.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.546	2552.686
	k0+085.00	71.51	2552.423	0	2552.423	3.500	3.500	7.000	85.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493
	k0+090.00	76.51	2552.423		2552.423	3.500	3.500	7.000	90.000	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493
	k0+099.32	85.83	2552.423		2552.423	3.500	3.500	7.000	99.320	-2.000%	2.000%	-0.070	0.070	2552.353	2552.493