

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

POYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN TOPOGRAFÍA

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.

YERALDINE CLARIE MATEUS CANTILLO

SEPTIEMBRE DE 2021

BOGOTÁ DC

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

POYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN TOPOGRAFÍA

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.

MONOGRAFIA PARA OBTAR POR EL TITULO DE TECNOLOGA EN TOPOGRAFÍA

DIRECTOR

JULIO HERNAN BONILLA ROMERO

ING. CIVIL

SEPTIEMBRE DE 2021

BOGOTÁ DC.

NOTA DE APROBACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del director

Ing. Msc. Julio Hernán Bonilla Romero

_____

Firma del jurado

Ing. Msc. Rubby Stella Pardo

Bogotá DC. Dia____ Mes____ Año____

ARTICULO 117

El siguiente documento es elaborado con responsabilidad y seriedad por parte del estudiante.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas no será responsable de las ideas expuestas por los graduados según acuerdo 029 de 1988.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por la vida, por levantarme y sostenerme siempre, a mi mamá por ser la primera que creyó en mí, a mi papá y hermanos por ser el motor en mi vida, a mi compañero de camino por darme voz de aliento cuando no podía, y al profesor Julio Bonilla por permitirme realizar este trabajo junto a él. Sin duda alguna sin ninguna de ellos este proyecto de vida no hubiese sido posible.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN 9
2. ABSTRACT 10
3. INTRODUCCIÓN 11
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
   4.1. Pregunta de Investigación 12
5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 13
6. OBJETIVOS 15
   6.1. Objetivo General 15
   6.2. Objetivos Específicos 15
7. MARCO TEORICO 16
   7.1. Planimetría 16
   7.2. Altimetría 17
   7.3. Diseño Geométrico 17
   7.4. Curvas Horizontales 18
      7.4.1. Empalme circular simple 18
      7.4.2. Empalme espiral clotoide 18
   7.5. Tangentes Verticales 18
   7.6. Curvas Verticales 19
      7.6.1. Tipos de curvas verticales 19
   7.7. Geodesía 21
8. LOCALIZACIÓN 23
9. METODOLOGIA 24
10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA 25
   10.1. Recolección de la Información Base. 25
      10.1.1. Posicionamiento GPS 25
      10.1.2. Levantamiento Topográfico 32
   10.2. Diseño 34
      10.2.1. Diseño en planta 34
      10.2.2. Diseño en perfil 37
      10.2.3. Modelamiento 41
11. RESULTADOS 44

12. CONCLUSIONES 45
13. RECOMENDACIONES 46
BIBLIOGRAFÍA 47

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Plano planimétrico 16
Imagen 2. Cota y altura 17
Imagen 3. Tangentes verticales 19
Imagen 4. Curva vertical simétrica 20
Imagen 5. Curva vertical asimétrica 20
Imagen 6. Curvas verticales convexas 21
Imagen 7. Curva vertical cóncava 21
Imagen 8. Geodesía 22
Imagen 9. Localización 23
Imagen 10. Posicionamiento GPS 26
Imagen 11. Antena 1 27
Imagen 12. Antena 2 27
Imagen 13. Antena 3 28
Imagen 14. Antena 4 29
Imagen 15. Antena BOGA 30
Imagen 16. Antena ABCC 30
Imagen 17. Diagrama de antenas Topcon Hiper+ 31
Imagen 18. Diagrama de antenas Topcon Hiper XT 31
Imagen 19. Levantamiento topográfico 33
Imagen 20. Topografía levantada 33
Imagen 21.Calzadas Calle 26 34
Imagen 22. Calzadas Puentes 35
Imagen 23. Calzada tipo variante 36
Imagen 24. Calzada variante CR19Bis 37
Imagen 25. Sección típica del deprimido 40
Imagen 26. Sección típica de las variantes 40
Imagen 27. Sección típica de los puentes 41
Imagen 28. Sección típica de la variante deprimida 41
Imagen 29. Vista 3D Calle 26, Carrera 19 Bis y variante 42
Imagen 30. Vista 3D Calle 26, Carrera 19 y variantes 43
Imagen 31. Vista 3D del proyecto 43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Geográficas 32
Tabla 2. Coordenadas Planas Cartesianas 32
Tabla 3.Parámetros de curvas calzada OCC-ORI Mixtas - CALLE 26 38
Tabla 4. Parámetros de curvas calzada OCC-ORI BRT - CALLE 26 38
Tabla 5. Parámetros de curvas calzada ORI - OCC Mixtas - CALLE 26 39
Tabla 6. Parámetros de curvas calzada OCC-ORI BRT - CALLE 26 39

1. RESUMEN

La siguiente propuesta de grado se propone en la modalidad de: Monografía. Elegido trabajo de grado por la estudiante de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y presentado al proyecto curricular de Tecnología en Levantamientos Topográficos, para poner en práctica sus conocimientos y habilidades conquistadas en la academia.

El diseño geométrico es una técnica que se utiliza para solucionar problemas de tránsito en las grandes urbes que cuentan con gran afluencia de vehículos y que desarrollan con el paso de los años problemas de movilidad que afectan el tiempo y vida de los usuarios que utilizan estos pasos viales.

El objetivo del siguiente trabajo es proponer una alternativa vial mediante el diseño geométrico mediante paso a desnivel que contribuya a la descongestión del tráfico que se ve afectado en el cruce de la Avenida calle 26, entre la carrera 19 Bis y la carrera 19, donde se diagnostica una reducción de velocidad y con largas filas de vehículos, con elevados tiempos de espera debido a los semáforos que se presentan en el lugar.

Se alcanza como resultado, el modelo final del paso a desnivel que ayudará a la descongestión del tráfico y permitirá la continuidad de vehículos sin interrumpir el paso de las dos arterias viales de la ciudad. También la propuesta de variantes y alineamientos que mejoran la circulación en todos los cruces y giros.

2. ABSTRACT

Geometric design is a technique used to solve traffic problems in large cities that have a large influx of vehicles and that develop over the years mobility problems that affect the time and life of users who use these road passages.

The objective of the following work is to propose a road alternative by geometric design through a slope crossing that contributes to the decongestion of traffic that is affected at the intersection of Avenida 26, between Carrera 19 Bis and Carrera 19, where a speed reduction is diagnosed and with long rows of vehicles, with high waiting times due to the traffic lights that are presented at the place.

It is achieved as a result, the final model of the overpass that will help the decongestion of traffic and allow the continuity of vehicles without interrupting the passage of the two road arteries of the city. Also, the proposal of variants and alignments that improve circulation at all crossings and turns.

3. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una modalidad de grado donde se expone la habilidad del estudiante para desarrollar una alternativa a la movilidad del sector de la Calle 26 con carrera 19 y 19bis mediante la aplicación de la topografía de Vías, el cual permite elaborar técnicas viales para mejorar el flujo vehicular, siguiendo lo establecido por las normas nacionales.

Se proyecta un paso a desnivel en el área de estudio para eliminar los pasos semafóricos que se presentan en la carrera 19 y la carrera 19bis. La proyección contempla un paso deprimido de aproximadamente 600 metros, una variante elevada que permitirá conectar la carrera 19 con la avenida Calle 26, y 4 vías que conectan la avenida con las carreras.

El diseño es una propuesta geométrica vial que busca bajar los tiempos de espera en el tráfico y brindar mejor servicio a los usuarios que utilizan esta intersección en Bogotá.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según un estudio de movilidad evaluado por el índice de trafico de TomTom en el 2018 se posiciona a Bogotá como la segunda ciudad del mundo, por debajo de Bombay (India), con más caos vehicular y la primera de Latinoamérica seguida de Lima, Perú. Con un nivel de congestión del 63% y con un apreciativo donde los trayectos pueden tardar hasta un 102%, (Mayorga, 2019). Mediante este documento se demostró que la ciudad ha venido presentando problemas en la movilidad y que este mismo ha venido aumentando en el tiempo dejando claro que no se han ejecutado acciones que mitiguen la problemática.

Bogotá seguirá creciendo y se convertirá en una de las nuevas megaciudades hacia el 2025 superando los 10 millones de habitantes, con este tamaño difícilmente podrá transitar si no le apuesta al transporte multimodal y a la construcción de la infraestructura necesaria. (Dangond, Jolly, Monteoliva, & Rojas, 2013). Contextualmente se visiona a Bogotá como gran urbe que necesitara intervenciones a la movilidad con infraestructuras viales que ayuden al flujo del tránsito que se proyecta debido al crecimiento poblacional.

La movilidad urbana ha adentrado en los problemas social debido a que los usuarios que se transportan por las vías de la ciudad tienden a perder más tiempo desplazándose desde el lugar de residencia hasta el lugar de trabajo y viceversa. (Álzate Hernández, 2017)

4.1. Pregunta de Investigación

¿Es posible mediante la topografía de vías desarrollar una infraestructura que contribuya a la disminución de los costos de viajes de los usuarios que utilizan la intersección de la avenida calle 26 con carrera 19b y que permita la circulación ininterrumpida de los carros en ese sector?

5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La construcción del tramo 5 de la fase III de Transmilenio en la carrera Décima, comprendido, entre la calle 26 y 34 contempla un paso deprimido o a desnivel y la primera estación subterránea de Transmilenio, que consta de dos calzadas subterráneas de dos carriles cada una para la circulación y parada exclusiva de los buses articulados de Transmilenio, tiene una longitud de 660m y una profundidad de 1 a 7 metros, es una construcción que permite obras de espacio público, andenes y senderos peatonales a nivel de la vía y es una de las obras de mayor peso arquitectónico y urbanísticos de la troncal, (EL NUEVO SIGLO, 2012), El sistema masivo de transporte de Bogotá ejecuta una obra que permite la funcionalidad de varios componentes constructivos que permiten el flujo de peatones y vehículos y a su vez permiten el protagonismo arquitectónico y de espacio público.

El 19 de abril de 2012 inicia la construcción de una glorieta deprimida en la intersección semaforizada de la Av. NQS con calle 94 la cual presenta demoras mayores a los 200 segundos y ubica el servicio en un nivel F, este paso a desnivel permitirá el paso en todos los sentidos; orienta, occidente, norte y sur, y beneficiará el espacio público del paso peatonal. (IDU, 2015). Se presentaba gran congestión vehicular en este sector del norte de la ciudad debido a los cruces semaforizados presentes en la intersección, con el paso subterráneo se solucionó ese problema, el costo de tiempos ha disminuido para los conductores y se ha beneficiado a los peatones y bici usuarios con el diseño de más espacio público.

El 13 de marzo de 2010 comenzó la fase III de Transmilenio sobre la calle 26 la cual ejecutó la demolición de un puente vehicular y contemplo la ejecución de un paso a desnivel en la intersección de la calle 26 con Av. Américas, con 200 metros de longitud y 4 carriles por sentidos, generando en la parte superior un área de espacio público de 40.000 m2 integrando el

sector del Consejo con el Centro Administrativo Distrital, (IDU, 2009). El siguiente túnel presenta una solución en la zona cercana al consejo, esta obra fue ejecutada en la fase III de la construcción del sistema Transmilenio por la avenida calle 26 Jorge Eliecer Gaitán.

Los pasos a desnivel se han convertido en una técnica de la infraestructura vial que permite el fujo del tránsito en las grandes ciudades que buscan mejorar la movilidad, tanto de peatones como de conductores, mediante esta técnica de canalización las grandes urbes conquistan la circulación prolongada del tráfico que crece en conjunto con el aumento poblacional. Haciendo uso de los beneficios de un paso a desnivel se proyecta un deprimido en la intersección de la Av. calle 26 con carrera 19b para dar solución a la congestión vehicular presentada en el sector.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Aplicar la topografía de vías para el mejoramiento de la intersección de la Avenida Calle 26 con Carrera 19bis y carrera 19 mediante un paso a desnivel deprimido.

6.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un posicionamiento GPS para obtener vértices con coordenadas actuales.
- Elaborar la propuesta topográfica vial en el cruce desarrollando el alineamiento horizontal y vertical.
- Realizar el modelo 3D de la curva vertical donde se refleje el paso vehicular.

7. MARCO TEORICO

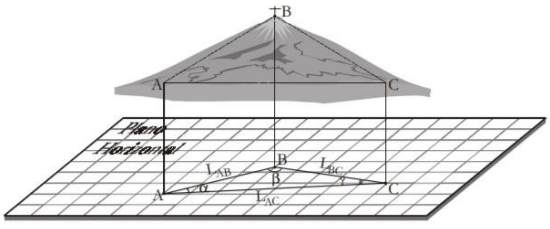
Tradicionalmente la topografía se conoce como una ciencia aplicada encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie, pero en un sentido más general, se puede definir como la disciplina que abarca todos los métodos para reunir información de partes físicas de la Tierra tales como; relieves, litorales, los cauces de corrientes hídricas, entre otros. (Rincón, Vargas, & González, 2017). Esta ciencia toma de base las matemáticas geométricas, las cuales mediante sus ecuaciones y procedimientos permiten la representación de las características que se buscan del terreno.

Toda obra ingenieril demanda de la topografía para conocer de manera clara cómo se comporta el entorno del área de afectación donde se proyectarán las obras, esto con el objetivo de implantar sus diseños sobre el terreno de trabajo. De la topografía se resaltan dos grandes ramas que son fundamental para esta ciencia.

7.1. Planimetría

Es la representación horizontal de los datos de un terreno que tiene como finalidad determinar las dimensiones de este, se realiza el procedimiento para fijar las posiciones de los puntos proyectado en un plano horizontal ignorando la elevación del terreno, es como representar la zona vista desde arriba. (Navarro, 2008)

Imagen 1. Plano planimétrico



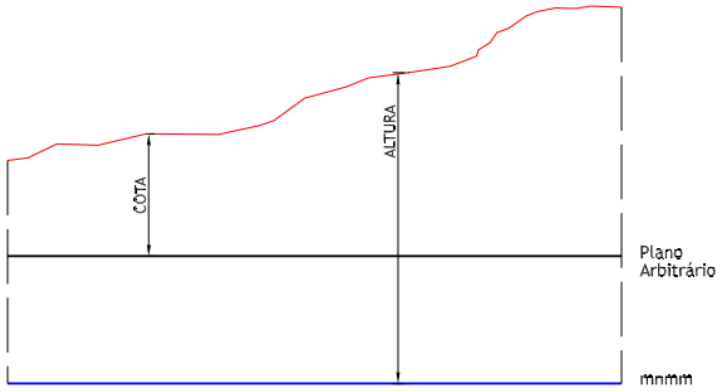
Fuente: (Bermúdez, 2020)

La planimetría no considera la verdadera figura de la tierra, califica toda la superficie de la tierra como una figura plana, por este motivo se emplea en pequeñas porciones de terreno.

7.2. Altimetría

Parte de la topografía que estudia un conjunto de procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia, consiguiendo la representación del relieve del terreno. (Botia, Vargas, & Rincón, 2011)

Imagen 2. Cota y altura



Fuente: Botia, Vargas, & Rincón. (2011)

La altimetría permite mediante las curvas de nivel conocer la morfología real de la zona de estudio, las pendientes obtenidas mediante el procedimiento de campo son números con un índice de precisión elevado debido al riguroso método de obtención de la información.

7.3. Diseño Geométrico

Una vía es un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos con la característica de continuidad en el espacio y el tiempo, y que posee de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad. (Agudelo Ospina, 2002). Es una estructura compuesta por carriles y espacios que

permite la movilización de los vehículos, son las arterias y el armazón del desarrollo que conecta a todo un país.

El diseño geométrico de vías es una técnica de la ingeniería que depende incondicionalmente de la topografía, sus bases se originan mediante la planimetría y altimetría, toma estas ramas como soporte para el diseño y estos dependen de los resultados que se obtienen mediante los diferentes tipos de levantamientos topográficos.

7.4. Curvas Horizontales

Las curvas horizontales son utilizadas en el plano para conectar dos tangentes mediante círculos y espirales, la construcción de las curvas depende del tipo de terreno. A continuación, los empalmes que más se utilizan en el diseño.

7.4.1. Empalme circular simple

Este empalme presenta una curva constante, la cual es recíproca al valor del radio. En el diseño es catalogada como un planteamiento geométrico de curvatura rígida. (INVIAS, 2008)

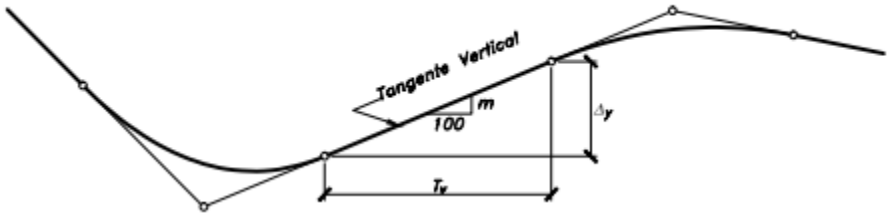
7.4.2. Empalme espiral clotoide

Es un empalme básico para conformar los diferentes tipos de curvas espiralizadas, detalla el empalme entre una recta y un arco circular de radio R_C, la espiral más utilizada en el diseño de carreteras ya que presenta bondades con respecto a otras geometrías que permiten obtener carreteras más cómodas, seguras y estéticas. (INVIAS, 2008)

7.5. Tangentes Verticales

Se caracterizan sobre el plano vertical por su longitud y su pendiente, y están limitada por dos curvas sucesivas. La longitud de una curva vertical es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y la curva inicial.

Imagen 3. Tangentes verticales



Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)

7.6. Curvas Verticales

Son las que conectan dos curvas tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que mediante su longitud se logre el paso gradual de la pendiente de entrada y de salida. Deben concluir con una vía operacionalmente segura, confortable, apariencia agradable y con obras de drenajes adecuadas. (INVIAS, 2008)

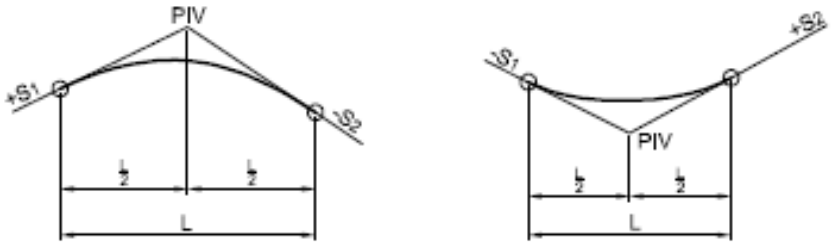
7.6.1. Tipos de curvas verticales

Pueden clasificarse por su forma como curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con su derivación que las hacen simétricas o asimétricas. (INVIAS, 2008)

7.6.1.1. Curva vertical simétrica

Parábola que se utiliza para para enlazar dos tangentes verticales consecutivas la cual tiene como características de que la pendiente a lo largo de su longitud es constante, la proyección horizontal del punto de intersección de las dos tangentes está en la mitad de la línea que une las proyecciones horizontales de los puntos extremos donde empieza y termina la curva, los elementos verticales de la curva son proporcionales a los elementos horizontales como las abscisas. (Cárdenas Grisales, 2013

Imagen 4. Curva vertical simétrica

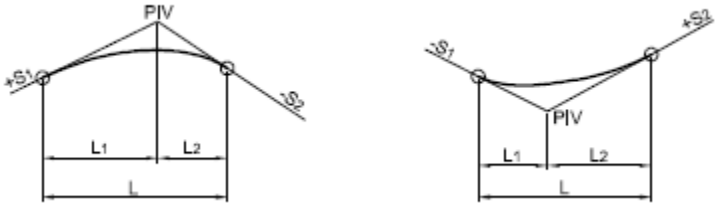


Fuente: (INVIAS, 2008)

7.6.1.2. Curva vertical asimétrica

Cuando las proyecciones horizontales des sus tangentes son de distintas longitudes se considera la curva como una asimétrica, sucede cuando una de las ramas de la curva vertical esta limitada y no puede mantenerse homogénea. (Cárdenas Grisales, 2013)

Imagen 5. Curva vertical asimétrica

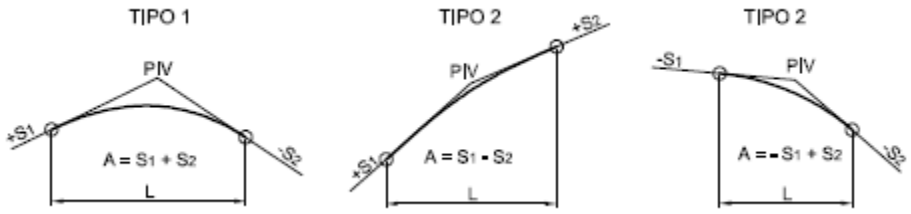


Fuente: (INVIAS, 2008)

7.6.1.3. Curvas verticales convexas

Las curvas convexas presentan su concavidad o hendidura hacia arriba dado que los puntos quedan por encima de la curva.

Imagen 6. Curvas verticales convexas

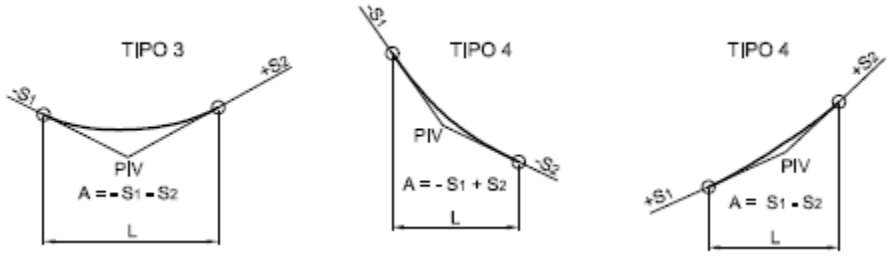


Fuente: (INVIAS, 2008)

7.6.1.4. Curva vertical cóncava

Presenta su concavidad hacia abajo dado que los puntos del segmento de la curva quedan por debajo.

Imagen 7. Curva vertical cóncava

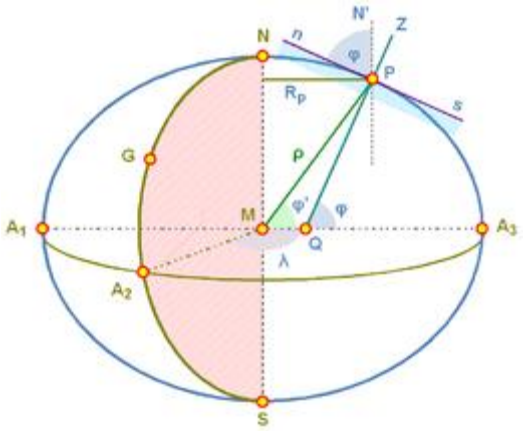


Fuente: (INVIAS, 2008)

7.7. Geodesía

Una de las ciencias practicadas por el hombre, que tiene como objeto el estudio y la determinación de la forma y dimensiones de la tierra, de su campo de gravedad y sus variaciones temporales, que tiene, además, un apéndice importante a desarrollar y es la determinación de las posiciones de puntos en la superficie, puntos referenciados y orientados al planeta. (Sevilla de Lerma, 1999).

Imagen 8. Geodesía



Fuente: (WIKILOK, 2010)

8. LOCALIZACIÓN

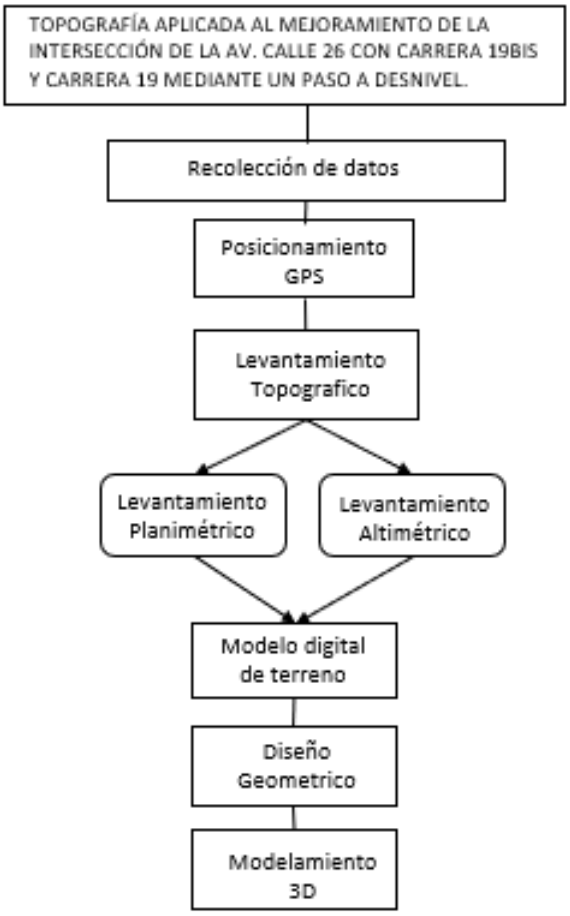
El proyecto se encuentra ubicado en la calle 26 entre la carrera 23 y la carrera Av. Caracas, en las localidades; 14 de los Mártires y la 13 de Teusaquillo, cuenta con un área aproximada de 28936.38 m^2 y 750 km en distancia.

Imagen 9. Localización



Fuente: (Mapas Bogotá, 2021)

9. METODOLOGIA



La metodología para el progreso del diseño comienza con el posicionamiento de cuatro vértices de navegación GPS con antenas de alta frecuencia que permiten la captura de información precisa, luego sigue el procesamiento y a partir del resultado sigue el levantamiento topográfico el cual es la base fundamental del diseño propuesto.

En el levantamiento topográfico se captura la información planimétrica y altimétrica de la zona de estudio, esto con lleva a la realización del modelo digital de terreno el cual nos permite el diseño en perfil de las vías a proponer, luego de esto se renderiza el proyecto para una vista futurista del producto a obtener.

10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

A continuación, se describirá el paso a paso que se empleó para el desarrollo del proyecto.

10.1. Recolección de la Información Base.

Para la recolección de los datos en campos se procedió con los siguientes métodos de obtención de la información:

10.1.1. Posicionamiento GPS

Se optó por el posicionamiento de puntos GPS para amarrar el proyecto a coordenadas actuales, amarradas a la red MAGNA SIRGAS mediante el postproceso con las antenas CORS de funcionamiento continuo que rigen en el país bajo la administración del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.

Se colocaron 4 puntos GPS contiguos al área del proyecto, se utilizaron dos antenas GPS, una Topcon Hiper XT y una Topcon Hiper+. Las antenas HIPER tienen como características los canales L1 Y L2, los cuales permite capturar satélites de GPS y GLONASS, la precisión de la base línea está en 3mm + 1 ppm.

Imagen 10. Posicionamiento GPS



Fuente: (ArcMap, 2021)

- ANTENA 1: A este punto se le asigno el siguiente código interno: JOR0408a_Z8JK, fue ubicada en la Av. calle 26 saliendo del deprimido existente en sentido Occidente – Oriente. Empezando el posicionamiento a las 08:45 am hasta las 10:17 am para una duración de 1 h y 32 min. Antena utilizada fue una Topcon HiperXT.

Imagen 11. Antena 1



Fuente: (Propia, 2021)

- ANTENA 2: A este punto se le asigno el siguiente código interno: CJW0408n_XRSW, la antena fue ubicada sobre el andén oriental de la carrera 25 con Av. calle 26. Empezando a las 08:46 am hasta las 10:16:45 am para una duración de 1 h y 30 min. La antena empleada fue una Topcon Hiper+.

Imagen 12. Antena 2



Fuente: (Propia, 2021)

- ANTENA 3: A este punto se le asigno el siguiente código: JOR0408b_Z8JK, la antena ubicada en la entrada al deprimido de la calle 26 con Av. Caracas, al costado sur de la vía. Empezando a rastrear a las 10:34:45 am hasta las 12:07:45 pm para un total de 1 h y 32 min. Antena utilizada fue una Topcon HiperXT.

Imagen 13. Antena 3



Fuente: (Propia, 2021)

- ANTENA 4: A este punto se le asigno el código: CJW0408p_XRSW, la antena ubicada sobre la Avenida Caracas, Empezó su proceso a las 10:36 am hasta las 12:07 pm, manteniendo una duración de 1 h y 31 min. La antena utilizada fue una Topcon Hiper+.

Imagen 14. Antena 4



Fuente: (Propia, 2021)

EL posicionamiento tuvo lugar el 8 de abril de 2021, esto corresponde a la semana GPS 2152 y día 90. Se descarga la semana 2149 ya que la semana perteneciente al rastreo no estaba disponible para el día cuando se realizó el procesamiento. El procesamiento se realizó en el software Topcon Tools versión 8.2.3. con una máscara de elevación de 15° grados y con efemérides precisas.

Las estaciones de funcionamiento continuo que se utilizaron fueron:

- BOGA: Ubicada en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Imagen 15. Antena BOGA



Fuente: (ArcMap, 2021)

- ABCC: Ubicada en el Centro de Control Operativo del Acueducto de Bogotá.

Imagen 16. Antena ABCC



Fuente: (ArcMap, 2021)

Ambas antenas pertenecen a la red MAGNA ECO, son administradas por el IGAC, la primera es de propiedad de este y la segunda de la EAAB.

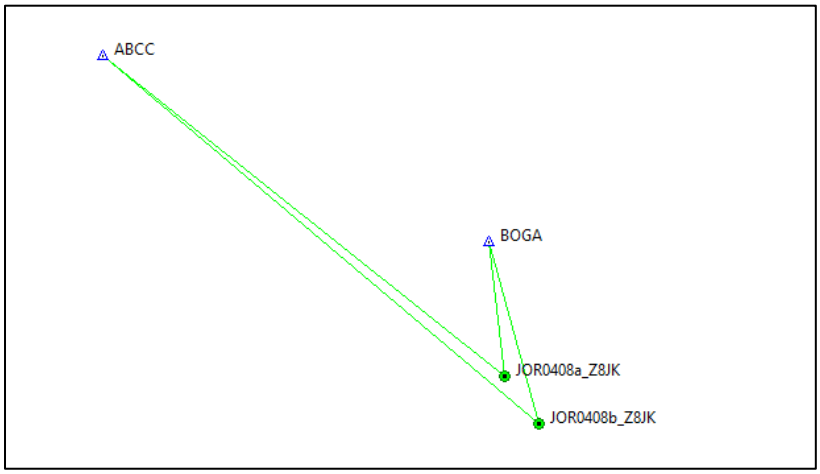
Los diagramas de procesamiento son los siguientes:

Imagen 17. Diagrama de antenas Topcon Hiper+



Fuente: (Topcon Tools v.8.2.3, 2021)

Imagen 18. Diagrama de antenas Topcon Hiper XT



Fuente: (Topcon Tools v.8.2.3, 2021)

Las coordenadas que arrojo el procesamiento fueron calculadas en geográficas y posteriormente se transformaron a planas cartesianas origen Bogotá asociadas al MAGNA SIRGAS, mediante el software Magna Sirgas PRO 4 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Tabla 1. Coordenadas Geográficas

Name	Latitude	Longitude	Elevation (m)
ABCC	4°39'40,44789"N	74°07'36,92021"W	2576.204
BOGA	4°38'19,25911"N	74°04'47,81850"W	2609.756
CJW0408p_XRSW	4°36'55,17431"N	74°04'22,91617"W	2612.447
CJW0408n_XRSW	4°37'17,70171"N	74°04'38,64174"W	2598.067
JOR0408a_Z8JK	4°37'20,69893"N	74°04'40,75374"W	2596.411
JOR0408b_Z8JK	4°36'59,81586"N	74°04'25,81333"W	2609.155

Fuente: (Topcon Tools v.8.2.3, 2021)

Tabla 2. Coordenadas Planas Cartesianas

Punto	Este	Norte	Elevación (m)
ABCC	94518.144	107191.377	2576.204
BOGA	99732.260	104696.807	2609.756
CJW0408p_XRSW	100500.361	102113.001	2612.479
CJW0408n_XRSW	100015.399	102805.207	2598.067
JOR0408a_Z8JK	99950.268	102897.304	2596.411
JOR0408b_Z8JK	100411.013	102255.624	2609.155

Fuente: (MAGNA SIRGAS PRO 4, 2021)

10.1.2. Levantamiento Topográfico

Para la toma de los detalles se realizó radiación desde cada punto GPS y deltas posicionado sobre el tramo. Para el levantamiento se utilizó una estación Leica TCM 1100. El objetivo de la radiación fue levantar la geometría actual de la vía para generar con estos detalles la superficie del terreno y poder diseñar la nueva alternativa vial.

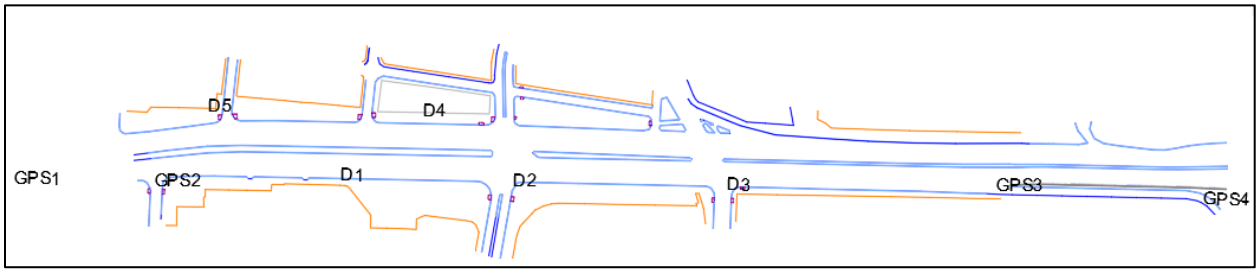
Imagen 19. Levantamiento topográfico



Fuente: (Propia, 2021)

A continuación, se evidencia el producto que se obtuvo del levantamiento topográfico de la zona. Los detalles tomados son conclusión de radiación desde cada punto GPS y de deltas tomados desde los mismos.

Imagen 20. Topografía levantada



Fuente: (AutoCAD v. 2018, 2021)

10.2. Diseño

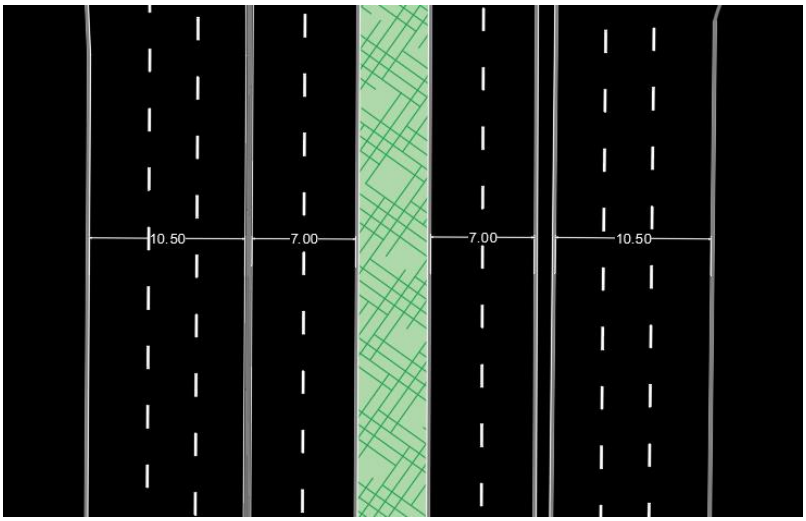
El diseño de la propuesta del presente proyecto se realizó en el software Civil 3D en la versión 2021, para el diseño se tuvo en cuenta el diseño en planta y perfil.

10.2.1. Diseño en planta

Para el diseño en planta se trabaja con referencia a la topografía de la zona, la cual se emplea para una buena localización del diseño. Primeramente, se proponen las alternativas viales que se desarrollaran el diseño, se define que el diseño contará con 8 vías y donde se trabajaran 3 diferentes velocidades de diseños y un peralte para las curvas del 6%.

- la primera vía es la calle 26 y es la vía a desnivel, esta compuesta de 4 calzadas: 2 BRT de 7 m y dos carriles cada una, y 2 mixtas de 10.50 m y 3 carriles, estas calzadas permiten conectar el occidente con el oriente y viceversa. Esta vía cuenta con una velocidad de diseño de 50km/h.

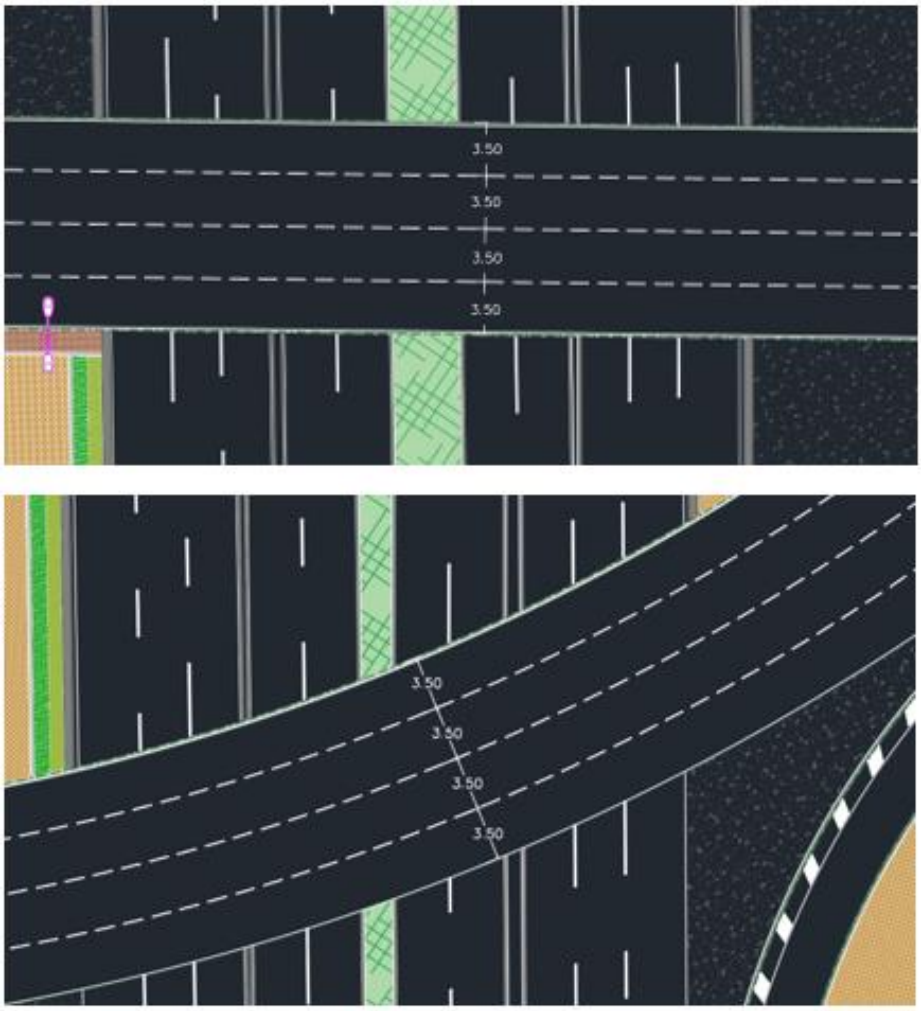
Imagen 21.Calzadas Calle 26



Fuente: (Propia, 2021)

- La segunda y tercera vía son las carreras que quedan a nivel y a su vez llevan el flujo vehicular de norte a sur y de sur a norte, estas son la carrera 19 bis y la carrera 19, y a las cuales se les conserva los anchos de carriles. Esta vía cuenta con una velocidad de diseño de 40km/h, una de las vías tiene una curva y esta cuenta con un radio de 150m que se propone para que los carros al entrar a la curva tengan un cambio de alineamiento moderado.

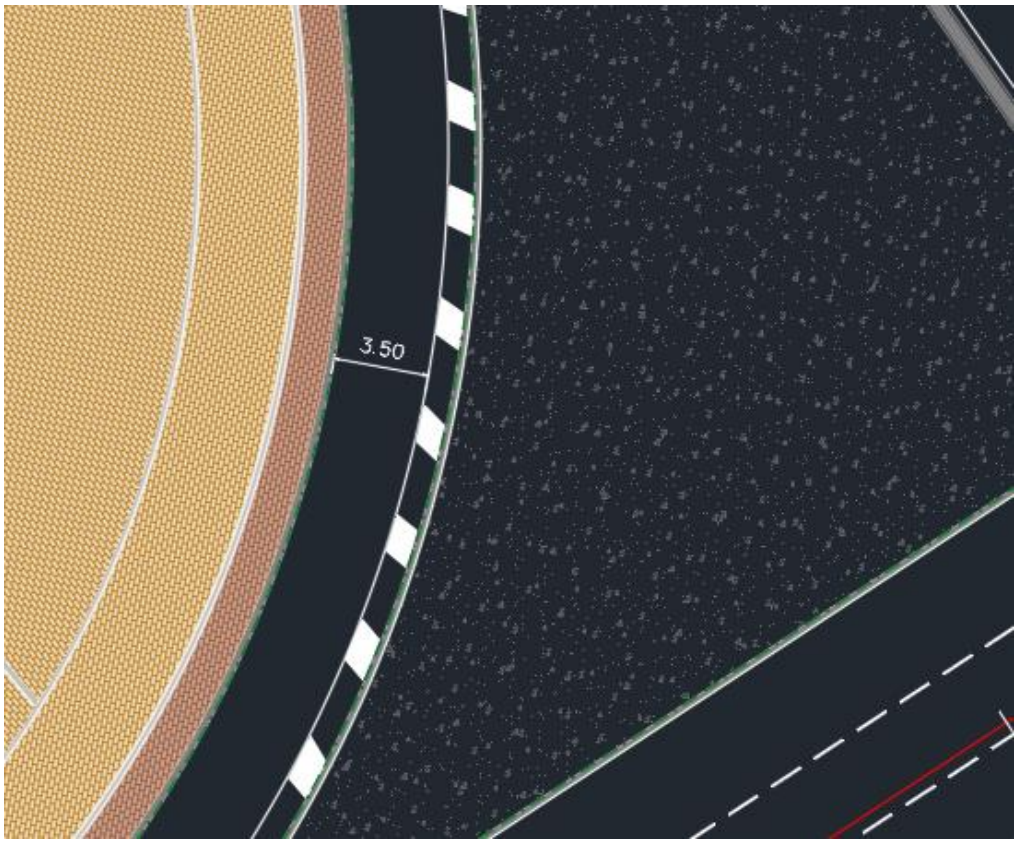
Imagen 22. Calzadas Puentes



Fuente: (Propia, 2021)

- Las 4 vías variantes o comúnmente llamadas “orejas”, de 3.5 m y 1 m de sobreancho, las cuales le permitirá a los vehículos entrar y salir de las vías alternas al deprimido. A cada una de estas vías se le asigno una velocidad de diseño de 30km/h ya que es una vía variante que permite incorporarse a vías con flujo vehicular continuo, además, se diseña la curva circular con un peralte del 6%.

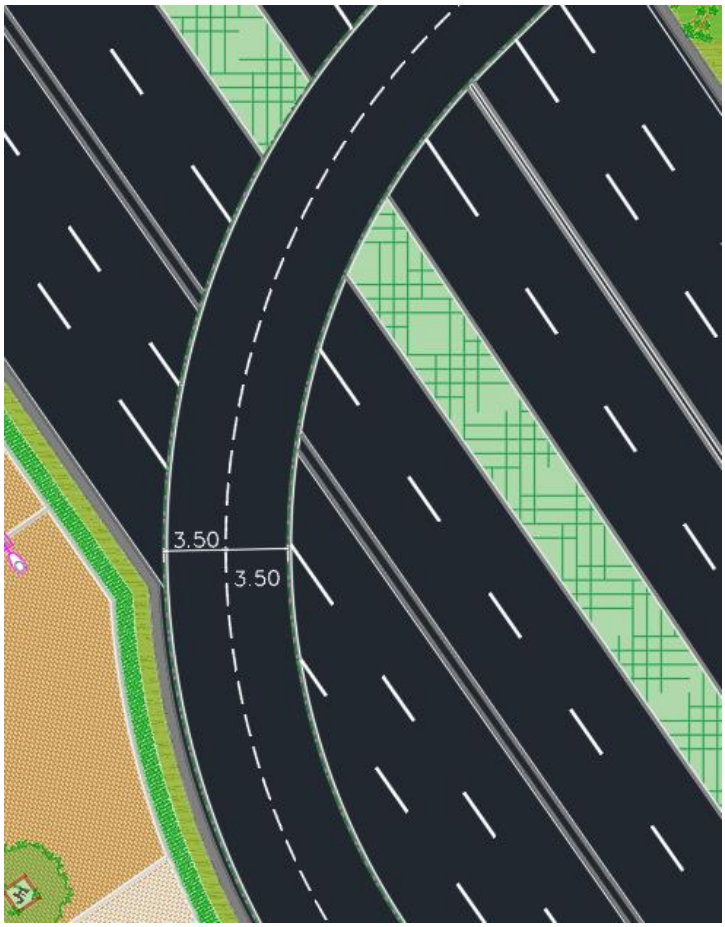
Imagen 23. Calzada tipo variante



Fuente: (Propia, 2021)

- Una variante que se deprime de la carrera 19 bis para entrar a la calzada mixta sentido occidente oriente y que cuenta con 2 carriles de 3.50 m, tiene una velocidad de diseño de 30km/h y un peralte máximo del 6%.

Imagen 24. Calzada variante CR19Bis



Fuente: (Propia, 2021)

10.2.2. Diseño en perfil

En esta parte se trabaja el diseño de las curvas verticales.

Sobre la calle 26 se diseñaron 4 alineamientos y en cada uno de estos se diseñaron 2 curvas convexas y dos curvas cóncavas.

Para el diseño de las curvas verticales se tuvo en cuenta el tamaño galibo del puente de las dos vías que conservan el nivel de rasante el cual corresponde a 7 metros, se cumple con los valores del Kmin el que permite garantizar unas mínimas condiciones de estéticas a las carreteras y se asegura de que las pendientes estén por debajo del 6%.

El alineamiento vertical para las vías variantes se diseña desde la rasante de la vía de salida hasta la rasante de la vía de llegada y se garantiza para todas las vías la pendiente máxima de 6%.

Las curvas tienen las siguientes características:

- Alineamiento calle 26 calzada OCC-ORI – MIXTA

Tabla 3.Parámetros de curvas calzada OCC-ORI Mixtas - CALLE 26

1° CURVA CONVEXA	
S1	+1.56
S2	-3.10
L	65.20
K	13.99
E	0.38

1° CURVA CÓNCAVA	
S1	-3.10
S2	+1.50
L	120.00
K	26.05
E	0.69

2° CURVA CÓNCAVA	
S1	+1.50
S2	+5.07
L	144.88
K	40.65
E	0.65

2° CURVA CONVEXA	
S1	+5.07
S2	-2.10
L	150.00
K	20.94
E	1.34

Fuente: (Propia, 2021)

- Alineamiento calle 26 calzada OCC – ORI – BRT

Tabla 4. Parámetros de curvas calzada OCC-ORI BRT - CALLE 26

1° CURVA CONVEXA	
S1	+1.61
S2	-3.01
L	144.25
K	31.23
E	0.83

1° CURVA CÓNCAVA	
S1	-3.01
S2	+2.16
L	120.00
K	23.23
E	0.77

2° CURVA CÓNCAVA	
S1	+2.16
S2	+4.16
L	130.00
K	64.90
E	0.33

2° CURVA CONVEXA	
S1	+4.16
S2	-2.17
L	211.35
K	33.38
E	1.67

Fuente: (Propia, 2021)

- Alineamiento calle 26 calzada ORI – OCC – MIXTAS

Tabla 5. Parámetros de curvas calzada ORI - OCC Mixtas - CALLE 26

1° CURVA CONVEXA	
S1	+1.67
S2	-2.81
L	146.20
K	32.61
E	0.82

1° CURVA CÓNCAVA	
S1	-2.81
S2	+1.99
L	120.00
K	25.00
E	0.72

2° CURVA CÓNCAVA	
S1	+1.99
S2	+5.12
L	170.00
K	44.70
E	0.55

2° CURVA CONVEXA	
S1	+5.12
S2	-2.30
L	199.79
K	26.91
E	1.85

Fuente: (Propia, 2021)

- Alineamiento calle 26 calzada ORI – OCC – BRT

Tabla 6. Parámetros de curvas calzada OCC-ORI BRT - CALLE 26

1° CURVA CONVEXA	
S1	+1.54
S2	-2.61
L	138.60
K	33.45
E	0.72

1° CURVA CÓNCAVA	
S1	-2.61
S2	+1.83
L	100.00
K	22.54
E	0.55

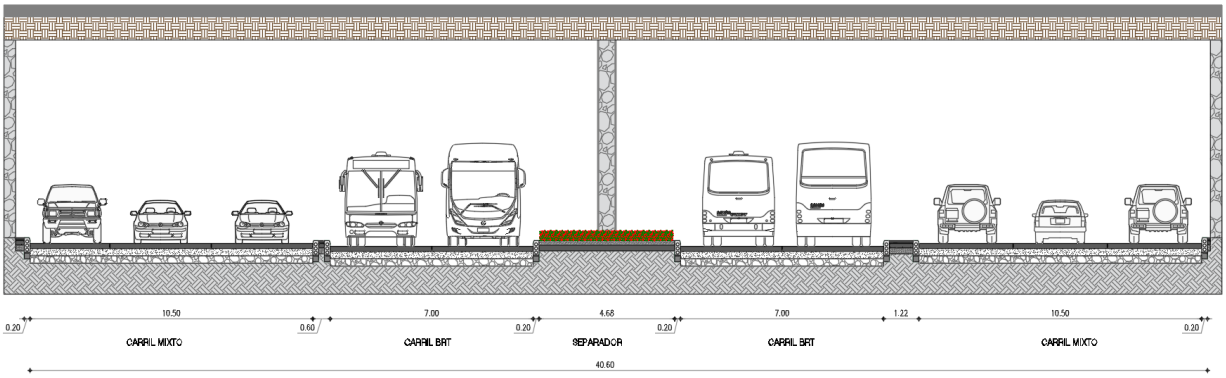
2° CURVA CÓNCAVA	
S1	+1.83
S2	+4.84
L	120.00
K	39.90
E	0.45

2° CURVA CONVEXA	
S1	+4.84
S2	-1.97
L	260.59
K	38.27
E	2.22

Fuente: (Propia, 2021)

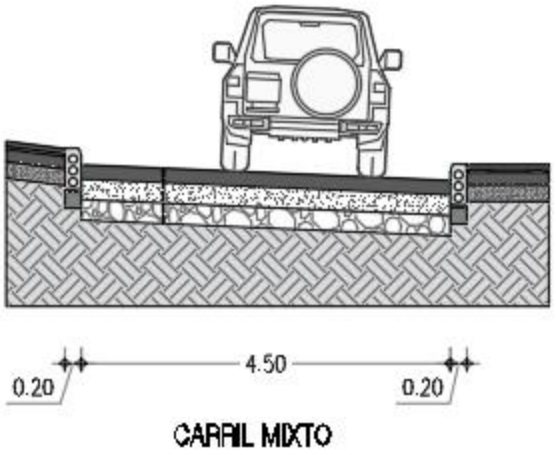
A continuación, las secciones típicas de las vías:

Imagen 25. Sección típica del deprimido



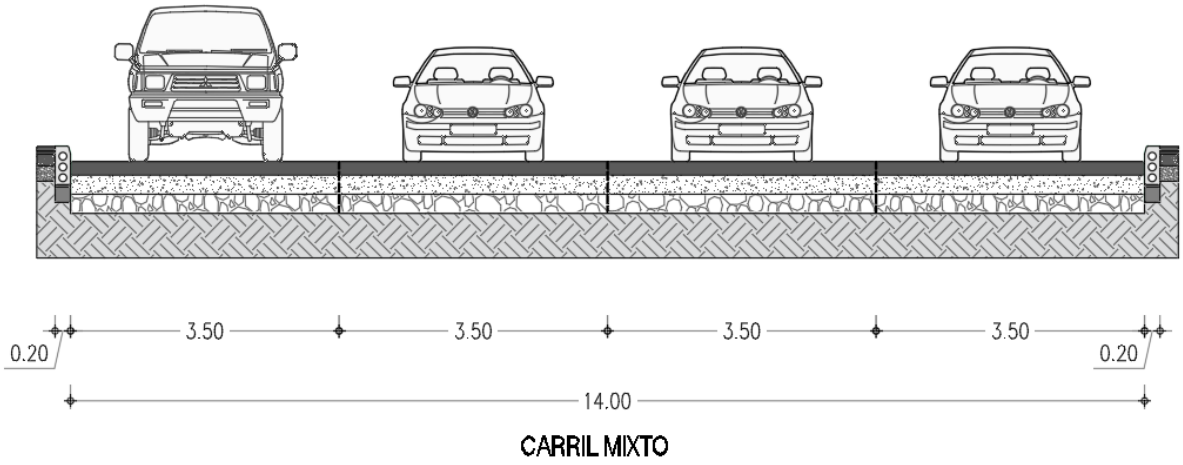
Fuente: (Propia, 2021)

Imagen 26. Sección típica de las variantes



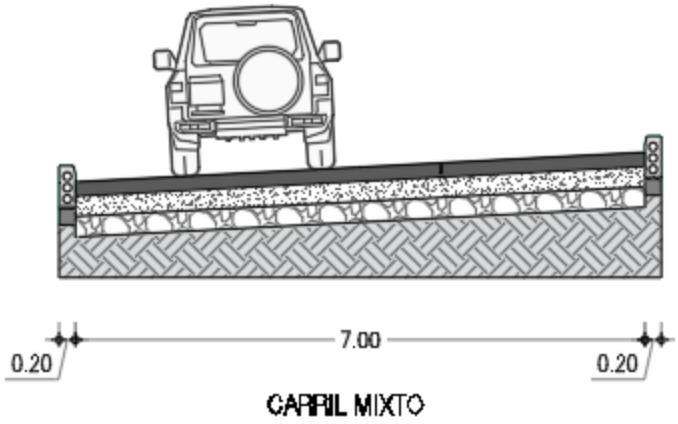
Fuente: (Propia, 2021)

Imagen 27. Sección típica de los puentes



Fuente: (Propia, 2021)

Imagen 28. Sección típica de la variante deprimida



Fuente: (Propia, 2021)

10.2.3. Modelamiento

Para el modelamiento se renderiza el proyecto en el software PTV VISSIM que permite visualizar el resultado de la propuesta vial en una representación gráfica 3D.

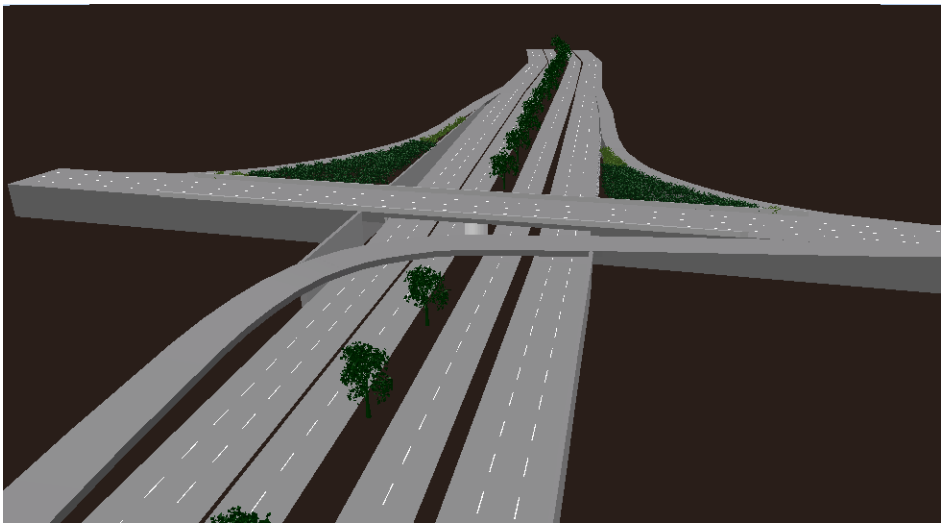
Primero se crean las vías principales del proyecto, estas son las que conforman el deprimido, luego se proyectan los puentes o vías que quedan a nivel y luego las conectantes. Se toma como base una altura 8m, esto para poder entrar al deprimido y que se visualice la forma.

A cada vía se le asigna la velocidad de diseño correspondiente y se inicia con la reproducción del tráfico sobre la zona de trabajo arrojando el resultado final que pretendía eliminar los cruces semaforizados.

A continuación, se evidencia el modelado de las vías:

- Vista abierta desde el oriente, se observa la Av. Calle 26, es la vía que se deprime, se observa también la carrera 19 bis, la cual lleva el flujo vehicular de norte a sur, y que conserva la rasante y una vía que se desprende variante desde la carrera 19 bis y se conecta al deprimido en su calzada mixta que conecta el occidente con el oriente.

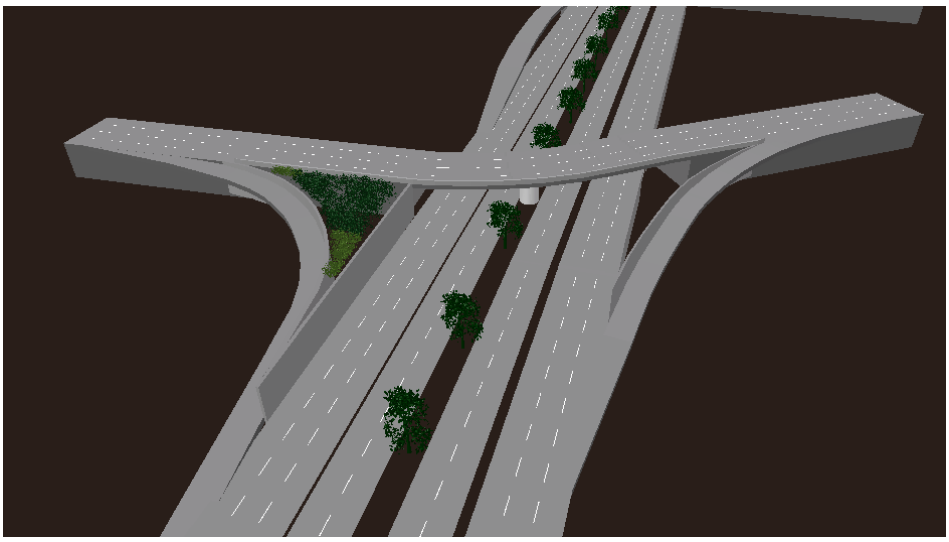
Imagen 29. Vista 3D Calle 26, Carrera 19 Bis y variante



Fuente: (Propia, 2021)

- Vista abierta del deprimido Av. Calle 26 a la altura de la carrera 19, la cual lleva el flujo vehicular del sur hacia el norte, se puedes observar la variante que se desprende de la vía y entra a la variante y otra variante que sale de la calzada mixta ORI-OCC y sale al norte.

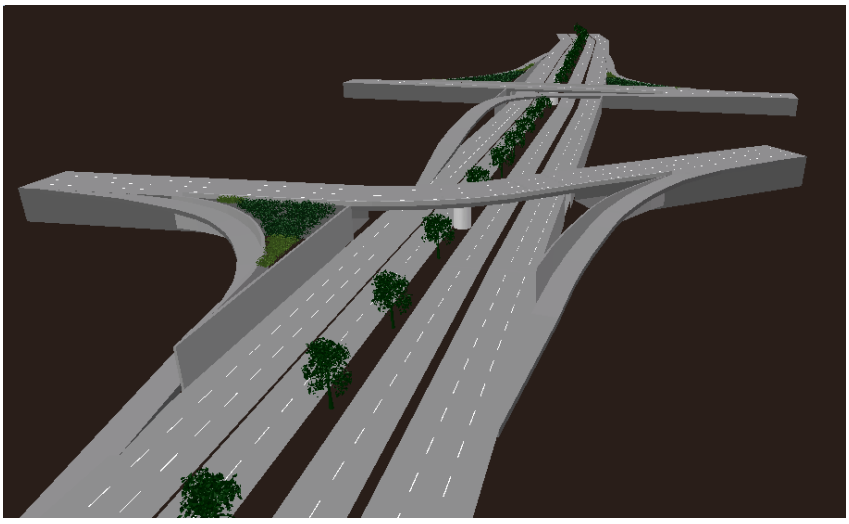
Imagen 30. Vista 3D Calle 26, Carrera 19 y variantes



Fuente: (Propia, 2021)

- Vista completo del modelado de las vías diseñadas.

Imagen 31. Vista 3D del proyecto



Fuente: (Propia, 2021)

11. RESULTADOS

El presente proyecto arroja los siguientes resultados:

- Un sistema vial que permita el flujo del tráfico vehicular en el sector de la Av. Calle 26 con Carrera 19b, cual se ejecute con los requerimientos que demanda el INVIAS mediante el manual de diseño geométrico de vías.
- Un portafolio de planos donde se encuentran representado las partes importantes del proyecto y sus elementos generales como lo son elementos de curvas, secciones transversales, cantidades de cortes y rellenos.
- Ocho vías diseñadas con todos los elementos topográficos correspondientes.
- Cuatro perfiles de los cuatro alineamientos de las calzadas que componen la vía deprimida, cada uno de estos con cuatro curvas verticales que corresponden al diseño vertical de cada calzada y sietes perfiles del diseño de las vías conectantes y puentes.
- Cuatro secciones típicas de las vías proyectadas en el diseño.
- El modelamiento del deprimido mediante software 3D donde se refleja el tránsito en la zona del proyecto

12. CONCLUSIONES

- Se opta por un posicionamiento GPS y levantamiento topográfico para obtener la planimetría y altimetría de la zona, y generar un modelo digital de terreno con información más actualizada del polígono donde se efectuó el proyecto de diseño. Estos procedimientos topográficos son los métodos más confiables a la hora de diseñar vías ya que comparándolos con información reposadas en bases de datos distritales se puede evidenciar que minimizan en gran medida los márgenes de errores y hacen más precisas las entidades a utilizar.

- Se obtienen el paso a desnivel en la Calle 26 el cual cuenta con cuatro calzada dos de ellas destinadas al flujo de vehículos mixtos, con tres carriles de 3.5 metros cada uno y los otros dos a vías del transporte masivo Transmilenio con dos carriles de 3.5 metros cada uno, cuatro vías conectantes de 3.5 metros, 1 metro de sobreancho, 30 km/h, peralte máximo de 6% y bombeo de 2%, dos vías puentes que conservan su nivel de rasante del diseño original de cuatro carriles de 3.5 metros y 40km/h, y una vía que varía de uno de estas últimas vías e ingresa a una de las calzadas de las vías deprimidas diseñada con una velocidad de 30km/h.

- Se alcanza un diseño claro y seguro de un paso a desnivel en la Av. Calle 26 entre la carrera 24 y la Av. Caracas en el centro de la ciudad de Bogotá, cumpliendo a cabalidad con los lineamientos que demanda tener en cuenta el manual de diseño de vías del Instituto Nacional de Vías INVIAS.

- Un modelamiento que pretende mostrar el futuro de proyecto y como los pasos semaforizados en la zona son superados y la estructura vial contribuye al tráfico.

13. RECOMENDACIONES

- Para asegurar un diseño confiable y con una ubicación real se deberá realizar un trabajo de posicionamiento de vértices GPS y topográfico con el fin de obtener la ubicación precisa y real de la zona de afectación del proyecto.

- Garantizar los giros de radio y las longitudes demandadas en el manual de INVIAS, ya que estas ofrecen armonía vial a los conductores para entrar y salir de las vías conectantes.

- Proteger las vías de sobrepasar las pendientes máximas de diseños exigidas por el diseño, teniendo en cuenta para esto el tipo de características de la vía.

- Conseguir un buen manejo del software para el modelaje, ya que este el que permite mostrar en real el proyecto y no saber bien el manejo podría entorpecer el diseño el planta y perfil.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Ospina, J. J. (2002). Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf
- Álzate, Hernández, W. R. (2017). El tiempo de viaje y su costo para ciudad de Bogotá, En El Año 2014. Bogotá DC: Repositorio Institucional Universidad Santo Tomás. Obtenido de http://hdl.handle.net/11634/10621
- Bermúdez, E. (septiembre de 2020). Topografía y proyectos.com. Obtenido de https://topografiayproyectos.com/division-de-la-topografia/
- Botia, C., Vargas, W., & Rincón, M. (2011). ALTIMETRÍA. Bogotá: Editorial UD. Obtenido de https://editorial.udistrital.edu.co/contenido/c-14.pdf
- Cárdenas Grisales, J. (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá D.C.: ECOE EDICIONES.
- Dangond, C., Jolly, J., Monteoliva, A., & Rojas, F. (2013). Del transporte a la movilidad urbana en Bogotá más que un problema de vías y automotores. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0uZ5NezapAcC&oi=fnd&pg=PA150&dq=el+transito+en+bogota&ots=Q3Iq_7yF4E&sig=QWAdCChowW3vXyF9aIm_qcSpMFk#v=onepage&q&f=false
- EL NUEVO SIGLO, E. N. (13 de agosto de 2012). EL NUEVO SIGLO. Obtenido de https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/8-2012-estacion-en-centro-internacional-va-en-59

- Gutiérrez, V. (24 de enero de 2006). El nuevo túnel de O'Donnell conectará la Puerta de Alcalá con la M-30 a partir de abril. El País. Obtenido de https://elpais.com/diario/2006/01/25/madrid/1138191864_850215.html
- IDU, I. d. (2009). SE INICIA CIERRE EN EL PUENTE VEHICULAR DE LA CALLE 26 POR AVENIDA AMERICAS. Bogotá DC. Obtenido de https://www.idu.gov.co/blog/boletin-de-prensa-idu-1/post/se-inicia-cierre-en-el-puente-vehicular-de-la-calle-26-por-avenida-americas-41
- IDU, I. d. (2015). OBRA DE INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA CALLE 94 EN EL 55 % DE AVANCE. Bogotá. Obtenido de https://www.idu.gov.co/blog/boletin-de-prensa-idu-1/post/obra-de-interseccion-a-desnivel-de-la-calle-94-en-el-55-de-avance-1072
- INIVIAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá D.C.: MINISTERIO DE TRANSPORTE.
- Mayorga, N. (10 de junio de 2019). Bogotá es la segunda ciudad a nivel mundial en ranking de caos vehicular. La República. Obtenido de https://www.larepublica.co/globoeconomia/bogota-es-la-segunda-ciudad-a-nivel-mundial-en-ranking-de-caos-vehicular-2871706
- Navarro, S. (2008). MANULA DE TOPOGRAFÍA - PLANIMETRÍA. Estelí. Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf
- Rincón, M., Vargas, W., & González, C. (2017). TOPOGRAFÍA CONCEPTOS Y
- APLICACIONES. Bogotá: ECO EDICIONES. Obtenido de https://www-digitaliapublishing-com.bdigital.udistrital.edu.co/visor/66625

- Sevilla de Lerma, M. J. (1999). INTRODUCCIÓN HISTORICA DE LA GEODESIA. Universidad de Complutense. Madrid: Instituto de Astronomía y Geodesia de la Universidad de Complutense.
- Torres, A., & Villate, E. (2000). TOPOGRAFÍA (4° ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. Obtenido de https://www.academia.edu/39249795/Topografia_Alvaro_Torres_Nieto_4edc