

Modelación y Análisis Técnico del Comportamiento de los Vehículos de Carga, por Afectación a la Movilidad en Tramo de la Carrera 13, entre Calles 53 y 45, en la ciudad de Bogotá

Juan José Álvarez Penagos

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Bogotá, Colombia
2024

Modelación y Análisis Técnico del Comportamiento de los Vehículos de Carga, por Afectación a la Movilidad en Tramo de la Carrera 13, entre Calles 53 y 45, en la Ciudad de Bogotá

Juan José Álvarez Penagos

Tesis presentada como requisito para optar al título de:

Magister en Infraestructura Vial

Director(a):

Prof. Antonio Preziosi Ribero

Codirector(a):

Prof. Rubby Stella Pardo

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

2024

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitir cumplir todos mis sueños, de igual forma le agradezco a mi familia por su apoyo incondicional para permitir cumplir mis objetivos personales y académicos. También agradezco a mis tutores por su dedicación y persistencia, sin sus consejos y guía no hubiese sido posible lograr esta instancia tan anhelada y por último agradecer a las demás personas que hicieron parte de este gran proyecto.

Modelación y Análisis Técnico del Comportamiento de los Vehículos de Carga, por Afectación a la Movilidad en Tramo de la Carrera 13, entre Calles 53 y 45, en la Ciudad de Bogotá

Resumen

Una de las zonas más importantes de la Ciudad de Bogotá es la Carrera 13, en donde se encuentra gran variedad de comercio y lugares de recreación nocturna. No obstante, esta importante vía no es ajena a los problemas de movilidad que aquejan la ciudad, es por esto que el presente documento aborda el análisis y modelación del comportamiento actual de los vehículos de carga, con el objetivo principal de evaluar el impacto de estos vehículos en la movilidad de esta vía.

Se utiliza la herramienta de modelación PTV VISSIM, para simular el flujo vehicular y analizar variables como la congestión, tiempos de desplazamiento y seguridad vial. Además, se considera el impacto y la influencia que tienen los vehículos de carga en el tráfico general y en la calidad de vida de los demás conductores.

Los resultados obtenidos buscan ofrecer y brindar recomendaciones técnicas para mejorar la circulación y proponer alternativas en cuanto a la infraestructura vial de la Carrera 13 para el acceso de vehículos de carga, contribuyendo así a un urbanismo más eficiente y sostenible en la ciudad.

Palabras clave: vehículos de carga, PTV VISSIM, flujo vehicular, tiempos de desplazamiento, bahías de descarga

Modeling and technical analysis of the behavior of freight vehicles, due to the impact on mobility in the road section of Carrera 13, between the streets 53 and 45, in Bogotá city.

Abstract

One of the most important roads in Bogota is the called Carrera 13, where is a wide variety of commerce and night recreation places. However, this important road is not different from the mobility problems that haves the city, it is for this reason, that this document it's made for the analysis and modeling of the current behavior of freight vehicles, with the main objective of evaluating the impact of these vehicles on the mobility of this road in Bogota.

The PTV VISSIM modeling tool is used to simulate traffic flow and analyze variables such as congestion, travel times, and safety roads. Also, it's considered the impact and influence that freight vehicles have on the general traffic of the city and the quality of life of other drivers.

The results obtained in this research are direct to offer and provide technical recommendations to improve circulation and propose alternatives regarding the road infrastructure of the Carrera 13 for the access of freight vehicles, contributing to a more efficient and sustainable urban planning in the city.

Keywords: Congestion variable, freight vehicles, *PTV VISSIM*, *traffic Flow*, *trave*

Índice

Resumen	IV
Índice de figuras	VII
Índice de tablas.....	VIII
Índice de graficas.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	6
3.1 Objetivo general:.....	6
3.2 Objetivos específicos:.....	6
4. MARCO TEÓRICO	7
4.1 Vehículos de Carga	8
4.1.1 Clasificación Vehículos de Carga.....	8
4.1.1.1 Vehículos Automotores	8
4.1.1.2 Vehículos no Automotores	8
4.2 Señalización Vial y Bahías de Carga y Descarga	11
4.2.1 Señalización Vertical.....	11
4.2.2 Señales Reglamentarias	11
4.2.3 Señales Preventivas	12
4.2.4 Señales Transitorias	12
4.2.5 Señales Informativas.....	12
4.2.6 Señalización Horizontales	13
4.2.7 Señalización Vehículos de Carga:.....	13
4.2.7.1 Vehículos Pesados A La Derecha	14
4.2.7.2 Circulación Prohibida de Vehículos de Carga	14
4.2.7.3 Zona De Cargue Y Descargue	15
4.2.7.4 Prohibido El Cargue Y Descargue.....	15
4.2.7.5 Bahías de Carga y Descarga	15
4.3 Software Vissim	16
4.3.1 Evaluación y comprobación del rendimiento del tráfico	16
4.3.2 Evaluación de tecnologías de tráfico	17
4.3.3 Evaluación ambiental del tráfico.....	17
4.4 Procesos para el Diseño y Construcción de Bahías de Carga y Descarga de Mercancía.....	17
4.4.1 Análisis de Demanda y Localización	17

4.4.2	<i>Análisis de Integración en el Entorno Urbano</i>	19
4.4.3	<i>Diseño de las Bahías</i>	20
4.4.3.1	<i>Instalación de señalización</i>	20
4.4.4	<i>Estrategias de Gestión y Control</i>	21
4.4.5	<i>Herramienta de Gestión y Control</i>	21
5.	ESTADO DEL ARTE	22
6.	METODOLOGÍA	30
7.	RESULTADOS	32
7.1	Aforos	32
7.2	Análisis De Tránsito – Modelación	33
7.2.1	Evaluación De Volúmenes Vehiculares.....	33
7.3	Modelación	35
7.4	Parametrización Del Modelo	35
7.3.1	Volúmenes vehiculares	35
7.4	Estructuración de la red vial.....	37
7.4.1	Tipologías vehiculares.....	37
7.4.2	Líneas de Transporte Público.....	37
7.5	Dispositivos semafóricos	38
7.6	Red Vial Modelada En Situación Actual	39
7.6.1	Calibración De La Red Vial Modelada – Volúmenes	40
7.6.2	Calibración De La Red Vial Modelada – Velocidades.....	42
7.6.3	Red Vial Modelada Con Proyecto	44
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
9.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	69
	ANEXO	74
	ANEXO 1. SISTEMAS DE SEMANFOROS INTELIGENTES (SSI)	75
	ANEXO 2. SISTEMAS DE SEMANFOROS INTELIGENTES (SSI) – 2056 – CV900V	78
	ANEXO 3. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	81
	ANEXO 4. RESULTADOS DEL NODO LINEA BASE	85
	ANEXO 5. RESULTADOS DEL NODO SEÑALIZACIÓN	87
	ANEXO 6. RESULTADOS DEL NODO BAHIA	89

Índice de figuras

Figura 1. Vehicular de Carga Calle 49 x Carrera 13	5
Figura 2. Vehículos de carga Calle 46 x Carrera 13	5
Figura 3. Clasificación vehículos de carga.	10
Figura 4. Señales Reglamentarias	11
Figura 5 Señales Preventivas.....	12
Figura 6 Señales Transitoria	12
Figura 7 Señales Informativas.....	13
Figura 8 Señalización Horizontal	13
Figura 9. Señal de Transito Vehículos Pesados a la Derecha	14
Figura 10. Circulación Prohibida de Vehículos de Carga.....	14
Figura 11. Zona De Cargue Y Descargue	15
Figura 12. Prohibido El Cargue Y Descargue	15
Figura 13 Bahía de Carga y Descarga	16
Figura 14 Modelación de tráfico en intersección vial	17
Figura 15. Zonas reservadas en Oslo para el proceso de cargue y descargue de mercancía ..	26
Figura 16. Entregas desde una bahía (metros)	26
Figura 17. Bahía de carga para las entregas en la ciudad de New York.....	27
Figura 18. Entregas desde una bahía (metros)	29
Figura 19. Plano de cargas vehículos mixtos por intersección	36
Figura 20. Red Vial Modelada de acuerdo con la situación actual a partir del software VISSIM	39
Figura 21. Tiempos de recorrido promedio corredores evaluados	43
Figura 22. Red vial modelada para la situación con señalización	45
Figura 23. Señalización zona de entrega mercancía propuesta	46
Figura 24. Señalización vertical propuesta e implementada en modelo.....	46
Figura 25. Red vial modelada para la situación con bahía	47
Figura 26. Señalización horizontal implementada en modelo	48
Figura 27. Implementación de Bahía en modelo Vissim	48
Figura 28. Red vial modelada para la situación con bahía	67

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos específicos	31
Tabla 2. Estaciones de aforo y periodos	32
Tabla 3. Demanda asignada HMD	34
Tabla 4. Valores equivalencia – volúmenes vehiculares	34
Tabla 5. Líneas de Transporte Público	38
Tabla 6. Resultados de la calibración – Situación actual	41
Tabla 7. Datos GEH de 0.6.....	41
Tabla 8. Velocidad medida y modelada	43
Tabla 9. Resultados calibración por velocidades	44
Tabla 10. Resultados de la Red para Escenario con señalización	49
Tabla 11. Resultados de la Red para Escenario con bahías.....	50
Tabla 12. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 1	52
Tabla 13. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 2	55
Tabla 14. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 3	59

Índice de graficas

Grafica 1. Señalización Estación 1.....	53
Grafica 2. Bahía Estación 1.....	54
Grafica 3. Señalización Estación 2.....	56
Grafica 4. Bahía Estación 2.....	57
Grafica 5. Señalización Estación 3.....	59
Grafica 6. Bahía Estación 3.....	60
Grafica 7. Comparación demoras Promedio entre la implementación bahías y la señalización.....	61

1. INTRODUCCIÓN

Bogotá se ha caracterizado por ser una de las ciudades a nivel mundial con mayor congestión vehicular. Al ser una ciudad capital, durante los últimos años, Bogotá ha presentado un aumento considerable en su población, generando cambios sociales y económicos, lo que conlleva a una mayor demanda en bienes de consumo; esta situación obliga a las empresas a aumentar su producción y distribución, generando aumento del tránsito de camiones de carga por la ciudad, afectando la movilidad de los capitalinos (Contreras, Navarro & Redondo, 2020).

El crecimiento continuo del parque automotor en la ciudad ha ocasionado importantes problemas de movilidad en diversas zonas de la misma. Durante los años 90' circulaban en la ciudad aproximadamente 100.000 vehículos diarios, por lo que en la época la construcción de la malla vial estuvo pensada en favorecer las obras de vivienda y la organización social; es por esto por lo que las diferentes vías se proyectaron para un sistema de movilidad que no satisface las necesidades de la población, ya que para el año 2023 el parque automotor de la ciudad registro 2'400.000 vehículos circulando por las vías de la ciudad (Pachon, 2023).

La Congestión vial en Bogotá, es un reflejo de las problemáticas latentes en ciudades contemporáneas, que se convierten en epicentro para el desarrollo industrial y económico. El corredor vial de la Carrera 13 en Bogotá D.C. es uno de los sectores con mayor flujo vehicular, especialmente a causa del tránsito y transporte de vehículos de carga pesada, lo que a su vez influye en diversas problemáticas que afectan la calidad de vida de los habitantes (Contreras, Navarro & Redondo, 2020).

Existen diferentes factores a los cuales atribuir la congestión vial de la ciudad, entre ellos el descargue de mercancía; teniendo en cuenta que es el tema central de esta investigación, nos centraremos en los problemas de tráfico en la carrera 13 de la ciudad de Bogotá, vía donde se ubican importantes centros de comercio, restaurantes y otros establecimientos que acrecientan el flujo de vehículos de carga pesada, es por esto que al año cerca de 17.000 camiones circulan por esta vía, lo que representa el 25% de la carga que se transporta en la ciudad (Meneses y Gómez, 2023).

El uso del transporte de carga terrestre se ha implementado con más regularidad para suplir la demanda de mercancías de importación y exportación, pero la capacidad de las vías de

la ciudad para soportar estos volúmenes de tránsito ha dado como resultado daño en las diferentes vías de acceso y congestión vehicular, aumentando el caos vehicular, generando daños ambientales y estrés en la población. Por otra parte, se ha creado una serie de restricciones con el fin de mitigar el impacto de vehículos de carga pesada en la congestión vehicular, las cuales no se cumplen por falta de capacitación para los transportadores y control con los principales puntos de cargue y descargue. (Contreras, Navarro & Redondo, 2020).

El proceso de descargue de mercancía genera alta congestión vehicular, ya que los camiones deben estacionarse en los costados, habilitando un solo carril para el tránsito de los distintos tipos de vehículos debido a la usencia de zonas exclusivas para realizar esta actividad, no obstante, la Secretaria de Movilidad de Bogotá, se han implementado algunas restricciones con el propósito de reducir el impacto de los vehículos de carga en la movilidad. Según el Decreto 840 de 2019, el distrito estableció que entre las 6:00 a.m. y las 8:00 a.m., así como entre las 5:00 p.m. y las 8:00 p.m., se restrinja el tránsito de vehículos de transporte de carga en la ciudad, con el fin de disminuir la contaminación, la accidentalidad y la congestión del tráfico. Sin embargo, estas medidas suelen ser ignoradas por comerciantes y transportadores.

Como se ha venido evidenciado, Bogotá presenta un retraso significativo en cuanto a temas de movilidad y ampliación de vías que garanticen una calidad de vida para sus habitantes. Sin embargo, diferentes ciudades del mundo se encuentran realizando cambios estructurales que permitan que sus habitantes se adapten a los nuevos estilos de vida y prácticas del siglo XXI, donde las ciudades sean sostenibles, por medio de cambios sociales, políticas públicas que permitan mayor resiliencia a los impactos negativos del cambio climático, reducción de la vulnerabilidad en la población incrementando la capacidad de adaptación y conservación de los recursos naturales (Rodriguez,2018).

La renovación del espacio público es fundamental para la generación de estos cambios, esto abarca la modernización de calles, plazas, parques y espacio urbano en general. Por lo tanto, se debe propender por construir una ciudad productiva y eficiente, llevando a cabo los ejes principales de innovación y del desarrollo de la infraestructura vial.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante presentar una propuesta que permita mejorar y transformar la infraestructura vial de la Carrera 13 de Bogotá, con el objetivo de disminuir los tiempos de tráfico y garantizar que el descargue de mercancía no afecte la movilidad

de los ciudadanos, es por esto que, por medio de una modelación y análisis del comportamiento de los vehículos de carga, se espera proponer diferentes alternativas y mejoras en la infraestructura vial.

2. JUSTIFICACIÓN

El transporte de carga terrestre ha sido a lo largo de los años uno de los sistemas más eficientes para el envío de mercancías, pues permite realizar conexiones eficaces entre los diferentes departamentos y municipios; Colombia al ser un país con una gran variedad geográfica y contar una de las cadenas de suministro más complejas, requiere del servicio de vehículos de gran capacidad para transitar por diferentes corredores viales y transportar cualquier tipo de mercancía, por lo que el 90% de la carga nacional se moviliza por vías terrestres (Díaz,2022).

El transporte terrestre es considerado como un sistema funcional cuando se requiere transportar mercancía en lo que podrían considerarse distancias cortas. Empresas dedicadas a la logística y transporte mencionan las ventajas de realizar el transporte de manera terrestre; estas ventajas incluyen los recorridos cortos, la facilidad de transportar mercancías de diversos tipos, ahorro en los costos de transporte y distribución, variedad en los horarios y el transporte en gran variedad de horarios; sin embargo, pueden encontrarse algunas desventajas relacionadas a este tipo de transporte, como lo son, la capacidad limitada de la carga, las distancias recorridas que deben ser más cortas en relación con otros tipos de transporte, la contaminación producida por los motores y equipos, las restricciones y la infraestructura vial (Díaz,2022).

De estos factores mencionados, la contaminación es uno de gran preocupación; es importante mencionar que durante las últimas décadas la contaminación a nivel mundial ha aumentado, estimando aproximadamente un 8% anual, y si no se toman las medidas necesarias, se tendrán mayores consecuencias para el medio ambiente. En el transporte terrestre pueden producirse altos niveles de contaminación relacionados a la combustión de combustibles, generando un aumento en huella de carbono, que a largo plazo representa un alto riesgo para el medio ambiente (Díaz,2022).

En Colombia, el transporte terrestre es uno de los más utilizados; con las innovaciones y ampliaciones que se han venido realizando en las carreteras del país desde el 2014, es posible decir que el transporte terrestre ha mejorado durante los últimos años en términos de

infraestructura y tiempo de transporte, estableciendo así también que se han evidenciado disminuciones en los costos de operaciones gracias a estos factores (Díaz,2022).

Durante el primer trimestre del año 2024 transitaron un total de 34.995.401 toneladas de carga por las diferentes rutas del país, sin embargo, la capacidad de las vías en las diferentes ciudades no está diseñadas para el tránsito de vehículos pesados, lo que ha generado afectaciones en la malla vial, congestión vehicular y en algunos casos ha contribuido con la accidentalidad; aunque se han creado diferentes restricciones con el fin de disminuir las múltiples problemáticas ocasionadas por los camiones de carga, estas normas no se cumplen por falta de control por parte de los entes reguladores en los puntos de descargue (Min Transporte, 2024)

La ciudad de Bogotá enfrenta uno de los problemas más graves en materia de movilidad y son los vehículos mal estacionados, los cuales no solo afecta la fluidez del tráfico, sino que también contribuye significativamente a que Bogotá sea una de las ciudades con mayor tiempo perdido en congestiones a nivel mundial. En el 2024, Bogotá fue testigo de un aumento considerable en los operativos contra el mal estacionamiento. De acuerdo con las cifras de la Alcaldía de Bogotá y la secretaria Distrital de Movilidad, se han llevado a cabo más de 5.500 operativos, resultando aproximadamente en 30.000 comparendos y la inmovilización de 9.000 vehículos por infracciones relacionadas con el estacionamiento en lugares prohibidos. (Secretaria de Movilidad Bogotá, 2024). Sin embargo, para las diferentes administraciones distritales, este tema ha sido de difícil manejo y control, teniendo en cuenta que se ha generado un crecimiento exponencial en la población de la ciudad y sus alrededores, aumentando la necesidad de transporte para bienes y servicios que son propios de los vehículos de carga. Así mismo, la logística necesaria para el descargue de la mercancía no ha sido regulada, debido a que los puntos de descargue no están ubicados o delimitados para el uso exclusivo de estos vehículos en la ciudad, lo cual obliga a los transportadores a estacionar y transitar por vías no adecuadas y diseñadas para el peso y tamaño de los camiones que se movilizan por la ciudad. (Secretaria de Movilidad Bogotá, 2023)

Uno de los sectores de la capital con mayor afluencia de vehículos es la Carrera 13, ya que es conocida por su comercio y vida nocturna, lo que la convierte en una vía de alto tráfico para locales y visitantes. Asimismo, en los últimos años, la Carrera 13 ha intentado adaptarse a las nuevas necesidades de la capital, es por esto, que actualmente las vías se han convertido en un espacio exclusivo para el tránsito de buses, camiones de carga y vehículos particulares con el objetivo de mejorar la movilidad, el tráfico y favorecer las obras del metro de Bogotá.

La presente investigación, enfatiza el estudio en la localidad de Chapinero, exactamente en la Carrera 13 entre la calle 53 y la calle 45. Vía transitada día a día por gran cantidad de vehículos de carga de diferentes ejes, diferentes rutas de transporte público SITP y automóviles particulares, generando mayor congestión y tráfico pesado especialmente en las horas pico. La causa principal de las afectaciones en la movilidad se debe a la mala implementación de normativas, mal uso del suelo y ausencia de control en las zonas de descargue como se muestra en las Figuras No.1 y No.2.



Figura 1. Vehicular de Carga Calle 49 x Carrera 13

Descripción: Camión descargando mercancía carril derecho en horas pico de la ciudad. Fuente: Elaboración Propia (2024)



Figura 2. Vehículos de carga Calle 46 x Carrera 13

Descripción: Camiones estacionados en carril derecho e izquierdo. Fuente: Elaboración Propia (2024)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

Modelar y analizar técnicamente el comportamiento de los vehículos de carga, por afectación a la movilidad en tramo de la carrera 13, entre calles 53 y 45, en la ciudad de Bogotá.

3.2 Objetivos específicos:

- Evaluar en términos del tráfico, la situación actual de la carrera 13, presentando datos referentes a diferentes actores viales.
- Modelar conceptual y numéricamente de forma microscópica el tráfico de la carrera 13 con los datos recopilados, evaluando el rendimiento del tráfico en la actualidad.
- Modelar conceptual y numéricamente de forma microscópica dos diferentes escenarios con mejoramientos en la infraestructura de la carrera 13.
- Evaluar las mejoras propuestas a la luz de planes de manejo de tráfico de ciudades europeas consideradas líderes en planeación urbana, considerando la sostenibilidad y eficiencia de las soluciones innovadoras.

4. MARCO TEÓRICO

Uno de los logros de la Alcaldía de Bogotá durante el periodo 2020 - 2023, fue lograr señalar algunas zonas de las diferentes localidades de la capital, para el descargue de mercancía, una iniciativa que buscaba beneficiar a empresarios y habitantes, permitiendo una operación más organizada, eficiente, segura y sostenible (Bogota,2022); esta señalización indica los lugares en que los transportadores pueden estacionar sus vehículos y los horarios establecidos. Sin embargo, esta iniciativa no es suficiente a la demanda actual, teniendo en cuenta que la población en Bogotá ha aumentado y como consecuencia, la necesidad de productos y servicios que deben ser transportados en estos vehículos de carga también ha aumentado. Teniendo en cuenta lo anterior, la cantidad de camiones que se movilizan en la ciudad ha aumentado, de acuerdo con el Ministerio de Transporte (2024) durante el 2023 se realizaron 10.862.876 viajes de carga líquida y sólida, mientras que para el 2022 se realizaron tan solo 10.209.153 viajes. Lo anterior expuesto se evidencia en las diferentes vías de la ciudad, debido al evidente aumento de problemas en la congestión vial, siendo los camiones uno de los agentes que contribuyen a la problemática, por el mal estacionamiento en las vías de los principales sectores comerciales.

Uno de los retos de la administración actual es lograr una mayor planeación y control en los comerciantes, empresarios y conductores de camiones, verificando que cumplan con las restricciones que actualmente están establecidas en la ley, así mismo se considera necesario continuar con la implementación de señalización y demarcación vial de zonas exclusivas para el descargue de mercancía e iniciar con la renovación de la malla vial para la construcción de bahías que mitiguen la presencia de camiones en las corredores viales, evitando la congestión vehicular en Bogotá. (Secretaria de Movilidad Bogotá, 2023).

Es crucial entender que mejorar la movilidad en Bogotá requiere un esfuerzo conjunto de todos los actores involucrados: autoridades, conductores y peatones. Bogotá merece una movilidad eficiente, segura y sostenible. Junto con los entes de control y los ciudadanos respetando las normas de tránsito y participando activamente en las iniciativas que promuevan una mejor calidad de vida para todos los bogotanos se puede cumplir.

Teniendo en cuenta lo anterior y el objetivo de este estudio, se considera importante centrar el marco teórico en los siguientes aspectos:

4.1 Vehículos de Carga

Son vehículos diseñados para el transporte de diferentes mercancías, los cuales se diferencian de los demás automóviles por contar con una estructura compuesta por un chasis y carrocería robusta, pensada en aprovechar el espacio, para que así la estructura trasera sea la protagonista y se pueda transportar la mayor cantidad de productos. (Mira & Soler, 2024).

El transporte público en Colombia está sujeto a diversas leyes, decretos y resoluciones expedidas por el Ministerio de Transporte, que se encarga de supervisar y controlar la prestación del servicio, garantizando que se ofrezca con calidad, puntualidad y seguridad. En el caso de los vehículos de carga, estos deben ajustarse a una normativa específica que regula las dimensiones, los pesos máximos permitidos tanto en total como por eje, para poder circular por la red vial del país (Resolución 4100 de 2004).

La clasificación de los vehículos de transporte de carga terrestre está definida en el numeral 2 de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4788, que regula la tipología de estos vehículos automotores (NTC, 2000)

4.1.1 Clasificación Vehículos de Carga

De acuerdo con la norma NTC 4788, la clasificación de los vehículos de transporte de carga se realiza según su sistema de propulsión, de la siguiente forma (NTC, 2000):

4.1.1.1 Vehículos Automotores

Vehículos con motor de combustible (Resolución 4100 de 2004):

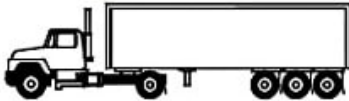
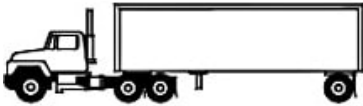
- Vehículos Rígidos: Son aquellos que tienen la carrocería y el chasis unido. (Camioneta / Camión)
- Tractocamión o articulados: Son aquellos que tienen un cabezote más un tráiler

4.1.1.2 Vehículos no Automotores

Son vehículos sin motor propio (Resolución 4100 de 2004):

- Remolques
- Semirremolques
- Remolque Balanceado

Por otro lado, estos vehículos cuentan con una designación según sus ejes, es decir los elementos que soportan el peso y la carga del camión, apoyan el sistema de dirección y suspensión, manteniendo los neumáticos paralelamente alineados, por lo que sirven para determinar la capacidad y resistencia de la carga. Los camiones de 1, 2 o 3 ejes, son parte fundamental de la industria del transporte y la logística, estos vehículos son reconocidos por su capacidad de carga robusta y su estabilidad en carretera (Resolución 4100 de 2004):

DESIGNACIÓN	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
2		Camión dos ejes Sencillo (Carga, 2023)
3		Camión tres ejes Dobletroque (Carga, 2023)
4		Camión cuatro ejes (Carga, 2023)
2S1		Tractocamión dos ejes semirremolque de un eje (Carga, 2023)
2S3		Tractocamión dos ejes semirremolque de tres ejes (Carga, 2023)
3S1		Tractocamión tres ejes semirremolque de un eje (Carga, 2023)
3S2		Tractocamión tres ejes emirremolque de dos ejes (Carga, 2023)
3S3		Tractocamión tres ejes semirremolque de tres ejes (Carga, 2023)
R2		Remolque dos ejes (Carga, 2023)
2R2		Camión dos ejes remolque de dos ejes (Carga, 2023)
2R3		Camión dos ejes remolque de tres ejes (Carga, 2023)

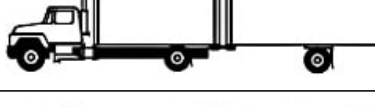
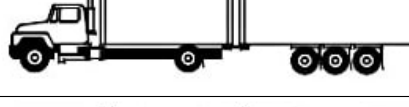
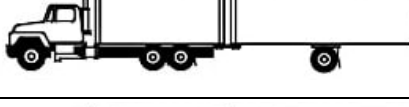
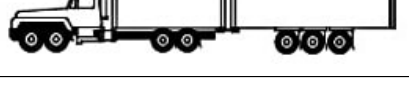
3R3		Camión tres ejes Dobletroque remolque de tres ejes (Carga, 2023)
4R2		Camión cuatro ejes remolque de dos ejes (Carga, 2023)
4R4		Camión cuatro ejes remolque de cuatro ejes (Carga, 2023)
2B1		Camión dos ejes remolque balancin de un eje (Carga, 2023)
2B2		Camión dos ejes remolque balancin de dos ejes (Carga, 2023)
2B3		Camión dos ejes remolque balancin de tres ejes (Carga, 2023)
3B1		Camión tres ejes Dobletroque, remolque balancin de un eje (Carga, 2023)
3B2		Camión tres ejes Dobletroque, remolque balancin de dos ejes (Carga, 2023)
3B3		Camión tres ejes Dobletroque, remolque balancin de tres ejes (Carga, 2023)
4B1		Camión cuatro ejes remolque, balancin de un eje (Carga, 2023)
4B2		Camión cuatro ejes remolque, balancin de dos ejes (Carga, 2023)
4B3		Camión cuatro ejesremolque, balancin de tres ejes (Carga, 2023)

Figura 3. Clasificación vehículos de carga.

Descripción: Las letras iniciales sirven para identificar el tipo de vehículo: la letra B se emplea para el servicio de pasajeros, la C para el servicio de transporte de carga, la S para un semirremolque y la R para un remolque. Fuente: Carga, 2023.

La denominación y configuración de los vehículos de carga, según su número de ejes, se detallan a continuación, como se observa en la Figura 1 (Resolución 4100 de 2004):

1. El primer dígito indica el número de ejes del camión o tractocamión (cabezote).
2. La letra S representa un semirremolque, y el dígito siguiente señala la cantidad de ejes.
3. La letra R denota un remolque, y el dígito refleja el número de ejes.
4. La letra B corresponde a un remolque balanceado, y el dígito especifica la cantidad de ejes.

4.2 Señalización Vial y Bahías de Carga y Descarga

Las señales de tránsito son el medio que tienen las vías para comunicarse y guiar a los conductores en su recorrido, en Colombia las normas de tránsito son reguladas por el artículo 110 de la Ley 769 de 2002 y se clasifican en:

4.2.1 Señalización Vertical

La señalización vertical consiste en los dispositivos instalados a nivel de la vía o sobre ella, por medio de placas sujetas a postes o estructuras. Su objetivo es informar a los usuarios de las vías acerca de las normas específicas, con el propósito de prevenir, regular e informar, mediante el uso de símbolos o textos específicos (Ruiz, Astorga & Villa, 2019).

4.2.2 Señales Reglamentarias

Su objetivo es informar a los usuarios de las vías sobre las limitaciones y prohibiciones del uso de estas, y comunicar que su violación puede resultar en una infracción o sanción de acuerdo con las disposiciones de la Ley 769 de 2002.



Figura 4. Señales Reglamentarias

Descripción: Señales que le indican a los usuarios de las vías, limitaciones y restricciones. Fuente: Mintransporte, 2015

4.2.3 Señales Preventivas

Su objetivo es percatar al usuario de la vía sobre la presencia de un peligro y la causa de este (Ley 769 de 2002).



Figura 5 Señales Preventivas

Descripción: Señales que advierten a los usuarios en las vías. Fuente: Neoland,2020

4.2.4 Señales Transitorias

Son señales reglamentarias, preventivas o informativas, y siempre tendrán color naranja. Su objetivo es modificar temporalmente el uso habitual de la vía (Ley 769 de 2002).

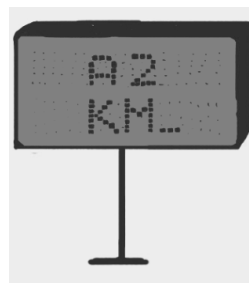


Figura 6 Señales Transitoria

Descripción: Señales que modifican temporalmente el uso normal de una vía. Fuente: Neoland,2020

4.2.5 Señales Informativas

Estas señales tienen el propósito de guiar a los usuarios y entregar la información necesaria para orientar sus destinos de manera sencilla, también presentan información sobre kilometrajes, distancias, nombres de ciudades, entre otros (Mintransporte, 2015)

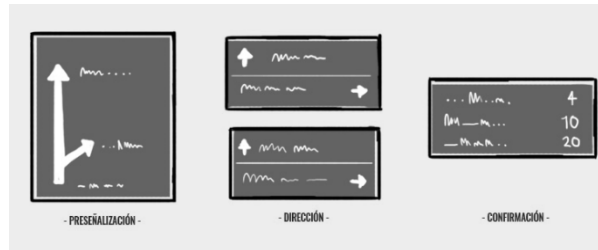


Figura 7 Señales Informativas

Descripción: Señales que contienen información necesaria para que los usuarios lleguen a sus destinos. Fuente: Neoland,2020

4.2.6 Señalización Horizontales

Las marcas viales son líneas, flechas, símbolos y letras aplicadas sobre el pavimento o en las estructuras de las vías. Su propósito es informar a los usuarios sobre las normas específicas que buscan prevenir, regular e informar, mediante el uso de símbolos o textos. Estas marcas permiten regular y dirigir el tránsito, así como advertir sobre la presencia de obstáculos. Las demarcaciones son obligatorias para asegurar una visibilidad adecuada de la vía (Mintransporte, 2015).



Figura 8 Señalización Horizontal

Descripción: Muestra la implementación de la señalización horizontal, con una correcta demarcación vial. Fuente: El Tiempo,2019

4.2.7 Señalización Vehículos de Carga:

Los vehículos de carga tienen una serie de normas y reglamentaciones diferentes, por sus características especiales, las cuales buscan advertir a los usuarios de las vías las delimitaciones y comportamientos que se deben tener en las vías al compartir con este tipo de vehículos (Mintransporte, 2015):

4.2.7.1 Vehículos Pesados A La Derecha

Esta señalización se utiliza principalmente en las carreteras del país, con el fin de informar que los vehículos de carga deben transitar solo por el carril derecho de las vías (Mintransporte, 2015).



Figura 9. Señal de Tránsito Vehículos Pesados a la Derecha

Descripción: Se evidencia que los vehículos pesados siempre deben ir en el carril derecho en las vías nacionales.

Fuente: El Tiempo, 2019

4.2.7.2 Circulación Prohibida de Vehículos de Carga

Esta señal tiene por objetivo informar que en la zona está prohibida la circulación de vehículos de carga (Mintransporte, 2015).



Figura 10. Circulación Prohibida de Vehículos de Carga

Descripción: Esta señal indica que en la zona está prohibida la circulación de vehículos de carga. Fuente: El Tiempo, 2019

4.2.7.3 Zona De Cargue Y Descargue

Esta señal indica que SI está permitido el cargue y descargue de mercancía en la zona (Mintransporte, 2015).



Figura 11. Zona De Cargue Y Descargue

Descripción: Esta señal indica que en la zona esta permitido el cargue y descargue de mercancía. Fuente: El Tiempo, 2019

4.2.7.4 Prohibido El Cargue Y Descargue

Esta señal indica que en esa zona NO está permitido el cargue y descargue de mercancía (Mintransporte, 2015).



Figura 12. Prohibido El Cargue Y Descargue

Descripción: Esta señal indica que en la zona está no está permitido el cargue y descargue de mercancía. Fuente: El Tiempo, 2019

4.2.7.5 Bahías de Carga y Descarga

Se denomina bahías de carga y descarga a las áreas destinadas al estacionamiento de vehículos de carga pesada que transportan mercancías en la ciudad, permitiendo su operación

por un tiempo limitado. Esto tiene como objetivo facilitar la convivencia en el espacio público (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).



Figura 13 Bahía de Carga y Descarga

Descripción: Imagen que demuestra las zonas designadas para el estacionamiento de vehículos de carga. Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022.

4.3 Software Vissim

El software Vissim es una herramienta utilizada para la modelación de flujos de tráfico de una congestión vial, con el fin de lograr un sistema de tráfico urbano sostenible, el software permite evaluar y optimizar el rendimiento de la infraestructura de transporte, la planificación basada en datos, y abordar desafíos como las emisiones, la congestión y la distribución del espacio vial (Kučera & Chocholáč, 2021).

El software PTV VISSIM se puede definir como un simulador de tráfico urbano real, que diseña redes de carreteras, realiza análisis de situaciones de tráfico con el fin de evaluar y eliminar la congestión vial, reducir demoras de vehículos, mejora de la seguridad vial, diseñar estrategias de gestión del tráfico eficientes y probar diferentes construcciones de todo tipo de intersecciones (Kučera & Chocholáč, 2021).

4.3.1 Evaluación y comprobación del rendimiento del tráfico

PTV Vissim representa de forma realista cualquier tipo de infraestructura vial, para transporte público o de bicicletas, permite comprobar el rendimiento del tráfico de la infraestructura de transporte y las medidas adoptadas para identificar el mejor diseño (PTV Group, n.d.).

4.3.2 Evaluación de tecnologías de tráfico

PTV Vissim investiga y simula de forma realista el comportamiento de conducción de vehículos y sus efectos en el flujo de tráfico; así mismo el software prioriza la simulación del transporte público y los límites de velocidad (PTV Group, n.d.).

4.3.3 Evaluación ambiental del tráfico

El software permite comprobar las medidas de ingeniería de tráfico, como el control adaptado de semáforos, los sistemas de tráfico inteligentes o la flota de vehículos que afectan a las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero relacionadas con la congestión vial (PTV Group, n.d.).

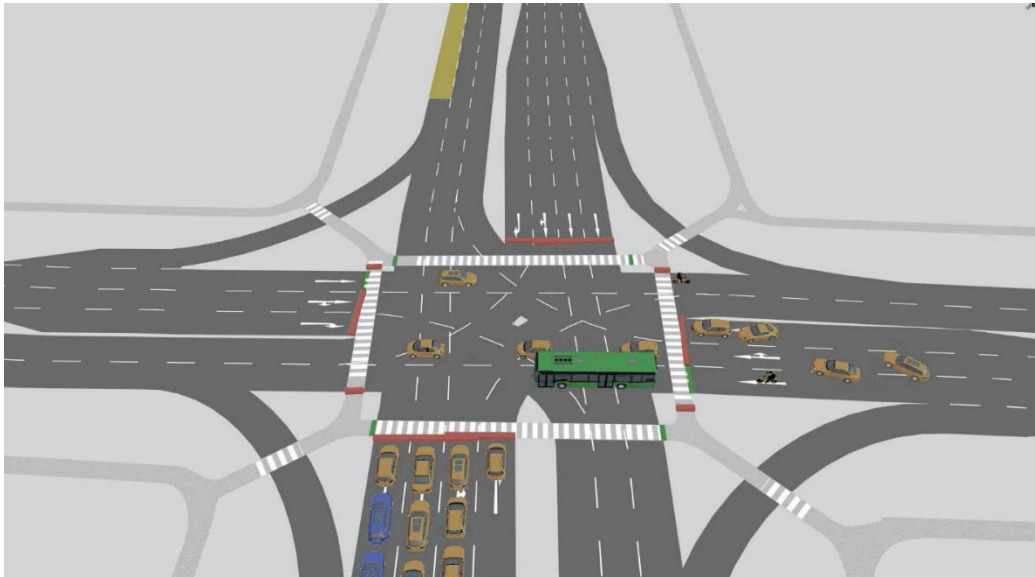


Figura 14 Modelación de tráfico en intersección vial

Descripción: Demuestra la modelación del tráfico en una intersección vial por medio de Vissim. Fuente: El PTV Group. (n.d.).

4.4 Procesos para el Diseño y Construcción de Bahías de Carga y Descarga de Mercancía

4.4.1 Análisis de Demanda y Localización

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para determinar el lugar para la construcción de una bahía:

- Definir un perímetro de intervención, dentro del cual se cuantifica el número de bahías necesarias en función de la demanda de estacionamiento de los establecimientos comerciales. (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
- Determinar el perímetro a intervenir, debe contener una elevada concentración de actividades comerciales susceptibles de requerir bahías de carga y descarga. (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
- Mapear los establecimientos comerciales ubicados en el perímetro delimitado según la clasificación de establecimientos, incluir establecimientos que carezcan de espacios de carga y descarga interna. (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
- Realizar un registro de datos por un periodo mínimo de una semana para cada establecimiento, teniendo en cuenta las siguientes variables (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022):
 - a. Entregas diarias – mínimo
 - b. Entregas diarias – máximo:
 - i. Entregas semanales en hora pico logística (periodo definido por la ciudad)
 - ii. Entregas semanales totales:
 - Porcentaje de entregas en hora pico
 - Duración de la hora pico logística (minutos)
 - Tiempo máximo (minutos) permitido de permanencia en la bahía (a definir por la ciudad)

El proceso de recolección de datos, las realizan las autoridades en colaboración con comerciantes, quienes, a través de la observación, registran manualmente la cantidad de entregas que reciben al día en su negocio, por un periodo de una semana. Para facilitar

el registro de las entregas en cada establecimiento (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

- Cuantificar las cantidades mínimas y máximas de bahías necesarias para cubrir la demanda estimada, por medio de las siguientes formulas (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022):

$$\text{Número de bahías (mínimo)} = \frac{\sum A \times C \times E}{D}$$

$$\text{Número de bahías (máximo)} = \frac{\sum B \times C \times E}{D}$$

El valor final debe estar en el rango entre el valor mínimo y máximo. El valor máximo evitaría que dos operaciones de carga y descarga ocurran en el mismo momento, pero daría lugar a un sobredimensionamiento de capacidad para carga y descarga fuera de la hora pico, por lo que no es recomendable determinar la cantidad final en el valor máximo (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

La metodología presentada permitirá conocer un número aproximado de bahías de carga y descarga. Sin embargo, es importante reconocer que en la ciudad las autoridades deberán realizar ajustes a la cantidad conforme a las condiciones del entorno y las necesidades de comerciantes y distribuidores, así como considerar la disponibilidad de recursos tanto económicos como humanos para su implementación y gestión (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

4.4.2 Análisis de Integración en el Entorno Urbano

Para analizar la tipología de la vía y su adecuación para la instalación de una bahía se debe observar la cantidad de carriles, el ancho o la continuidad del trazado, que determinan diferentes usos e intensidades, considerando el movimiento vehicular, la afluencia y la funcionalidad del espacio de socialización (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

Así mismo, observar los tipos de vehículos más frecuentes en el reparto urbano, así como sus dimensiones y las características que deben informar sobre el diseño del espacio físico de

las bahías. Se recomienda usar la clasificación de vehículos (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

4.4.3 Diseño de las Bahías

El diseño de las bahías se realiza con una configuración flexible para permitir diferentes tipologías de vehículos e incluso múltiples vehículos simultáneos. Se recomienda que la dimensión de las bahías sea de 12 a 15 metros de longitud y entre 2 y 2.5 metros de ancho (entre 2.2 y 2.5 metros es el ancho óptimo para sobresalir con respecto a un cajón de estacionamiento convencional, que tiene 2 metros de ancho y contribuye a la sensación de alerta entre los restantes usuarios de la calle) (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

4.4.3.1 Instalación de señalización

- **Señalización horizontal:** Marcar con rayas discontinuas de 50 cm de largo y 10 cm de ancho, con un espacio entre líneas de 50 cm (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
- **Señalización vertical:** Colocar placa de señal vertical que indica la ubicación de una bahía de carga y descarga con su pictograma, la señalización debe incluir información sobre el horario de vigencia para las operaciones, la longitud máxima permitida del

vehículo y el tiempo máximo de estadía para cada camión (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

4.4.4 Estrategias de Gestión y Control

Se debe fijar tiempo de permanencia permitido de entre 15 y 30 minutos, también fijar horarios de funcionamiento de la bahía de carga y descarga:

1. Funcionamiento de 24 horas si el reparto nocturno en el área no tiene un impacto social negativo (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
2. Funcionamiento coincidente con los horarios de actividad mayoritaria de los comercios, por ejemplo, de 8 am a 5 pm (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
3. Separar la franja de horarios nocturnos de la franja diurna más extensa. La operación nocturna quedaría acotada a un espacio más puntual, por ejemplo, entre 9 pm y 11 pm (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).
4. En calles peatonales comerciales, ventanas de 7 am a 11 am y de 3 pm a 6 pm para coordinar la actividad con comercios, pero contener la fricción con peatones (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

4.4.5 Herramienta de Gestión y Control

El control del tiempo de estacionamiento en las bahías es importante para asegurar la rotación de vehículos. Existen sistemas de control de tiempos manuales o digitales como: Disco horario, que es una forma de gestión manual (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

El conductor marca las horas y minutos en que ha estacionado y el disco registra el tiempo máximo de estacionamiento (30 minutos, por ejemplo) desde ese punto (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México, 2022).

5. ESTADO DEL ARTE

A nivel mundial, uno de los factores que influye en la organización de una ciudad es su logística de transporte. Según la Organización de Naciones Unidas, los vehículos motorizados son los principales responsables de los problemas de movilidad y contaminación en las ciudades, siendo los mayores emisores de gases de efecto invernadero (Naciones Unidas, s.f.). Por esta razón, muchas grandes ciudades han decidido promover la movilidad sostenible, adoptando tecnologías limpias y renovables para disminuir la huella de carbono. Además, se busca incentivar el empleo de medios de transporte alternativos, el transporte público y la construcción de infraestructuras adecuadas para bicicletas, con el objetivo de reducir la congestión y mejorar la seguridad vial (Universidad de los Andes, 2024).

Asimismo, se ha demostrado que la movilidad sostenible tiene impacto directo en la salud pública, ya que la disminución de la contaminación del aire y el ruido está relacionada con la disminución de enfermedades patológicas. Además, fomentar el uso de modos de transporte activos contribuye a promover estilos de vida más saludables (Naciones Unidas, s.f.). Por esta razón, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) indica que la movilidad sostenible permite satisfacer necesidades sin comprometer los límites ambientales y de salud pública, a la vez que asegura un uso razonable y eficiente de los recursos naturales disponibles (Hinojosa, 2017).

En este contexto, la ciudad de Bogotá ha buscado implementar diversas políticas públicas para lograr una ciudad más sostenible. Un ejemplo de esto es el Plan Maestro de Movilidad, propuesto durante la alcaldía del periodo 2020-2023, el cual priorizó los sistemas de transporte sostenible, promoviendo el uso del transporte público y de vehículos no motorizados, este plan dio lugar a la implementación de varios proyectos orientados a mejorar las condiciones físicas, operativas y de seguridad vial. Esto se logró mediante la creación de sistemas de transporte que incluyen la mejora del espacio público, la pacificación del tránsito y la intermodalidad (Secretaría Distrital de Movilidad Bogotá, 2021).

Así mismo, en la vigencia 2024, la alcaldía ha implementado una política pública que promueve la movilidad motorizada de cero y bajas emisiones, buscando la transición a una movilidad sostenible para que en el año 2040 se logre una implementación completa (Secretaría de Movilidad Bogotá, 2024).

En lo que respecta a los vehículos del sistema integrado de transporte público, se está promoviendo una transición hacia una movilidad con cero y bajas emisiones. El objetivo es renovar toda la flota de buses, ya que, de los 10.984 vehículos, solo 1.485 son eléctricos. Se proyecta que para el año 2039, toda la flota de buses sea de cero emisiones (Transmilenio, 2023).

Para los vehículos de carga, se establece que, según la Ley 1972 de 2019, a partir del año 2035, el registro de estos vehículos será exclusivamente para aquellos de cero emisiones. Además, la Secretaría Distrital de Movilidad, durante el periodo 2020-2023, inició la implementación de señalización vial para el cargue y descargue de mercancías en los principales centros de distribución comercial de la ciudad. Con la instalación de la señalización vertical y horizontal, se busca incrementar la productividad de las empresas transportadoras, optimizar la logística, mejorar el tránsito y reducir la congestión vial generada por las operaciones de descargue. La señalización instalada tiene la capacidad de acoger simultáneamente hasta 15 vehículos de carga de dos ejes (Bogotá, 2022).

No obstante, los esfuerzos no han sido enfocados solo en los vehículos particulares, de servicio público y de carga, ya que la alcaldía mayor ha incluido en su sistema de transporte, desde el 2018 el Trasmiclable, beneficiando a más de 700.000 habitantes de la localidad de Ciudad Bolívar, convirtiéndose en un modelo de movilidad sostenible y eficiente, que ha permitido un mejor desarrollo urbano y una mejor calidad de vida a los ciudadanos que viven en este sector (Transmilenio, 2023).

Ahora, con lo puesta en ejecución y construcción del proyecto Metro, se espera que, para el segundo semestre de 2028, el metro inicie su operación comercial, con esta puesta en marcha se cree que la ciudad va a mejorar considerablemente el sistema de movilidad pública, al ser un medio de transporte amigable con el medio ambiente y productor de energías eficientes. En cuanto a beneficios sociales se espera que los capitalinos ahorren alrededor de 268 horas al año en movilidad, se reduzca al 6% los accidentes viales y haya una evidente mejora en la seguridad

de los entornos. Con respeto al medio ambiente, la expectativa radica en la eliminación de 171.000 toneladas de CO₂ al año, la reducción del consumo de gasolina en 19 millones de galones menos cada año, la reutilización de energías producidas por el frenado y el uso de luz natural en todas las estaciones. Por ultimo los beneficios para la movilidad se verán reflejados en la implementación de 19 kilómetros más de ciclorrutas, la construcción de 9.750 nuevos ciclo parqueaderos y la reducción en los tiempos de desplazamientos, ejemplo; desplazamiento de la estación Bosa a estación calle 72, solo tardara 31 minutos (Metro de Bogotá, n.d.).

En cuanto al uso de vehículos no motorizados, Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Movilidad, ha impulsado en la última década el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo. Esta iniciativa ha estado respaldada por la creación de infraestructura adecuada y campañas de seguridad vial, con el objetivo de fomentar el uso de la bicicleta en la ciudad.

La alcaldía distrital ha proyectado y construido infraestructura de exclusividad para los ciclistas, partiendo de la reorganización de la malla vial, implementando ciclorrutas en calzada, y en andenes peatonales, buscando brindar a los ciclistas conexiones que satisfagan las necesidades en sus recorridos, con señalización adecuada para brindar buena seguridad al usuario, actualmente existen 630 kilómetros de carriles para ciclorrutas, las cuales facilitan los desplazamientos en bicicleta y patineta eléctrica, promoviendo una movilidad más sostenible y segura.

La alcaldía de Bogotá planea que los vehículos de carga se sometan a una transición hacia las tecnologías de cero a bajas emisiones, ya que, deben contribuir en la reducción de contaminantes atmosféricos e incluir nuevas tecnologías que se acoplen a las necesidades del sector, generando polución en el aire, siendo un contaminante que hoy en día ha aumentado de manera considerable, llegando a ser nocivo para la salud según la organización mundial de la salud. (Silva Casallas, 2019).

También, la ciudad ha dado sus primeros pasos para la creación e implementación de espacios diferenciados, especialmente para los vehículos de carga, los cuales se encuentran en diferentes zonas de la ciudad de Bogotá, estas fueron direccionadas cualitativamente en áreas donde se encuentran fábricas, distribuidores, mayoristas, zonas comerciales, puntos de venta y de mercados (Google Maps (n.d.):

- Zona Rosa (Chapinero): Carrera 15 alrededor de la Calle 82 y Calle 94
- Centros Comerciales: Centro Mayor, Salitre Plaza y Unicentro

- Centro Histórico: Calle 29, Calle 26, Cerca de la Plaza de Bolívar y áreas comerciales de la Candelaria
- Zona Industrial: En localidades como Fontibón, Puente Aranda y Engativá se encuentran estas bahías especialmente en áreas de fábricas, distribuidores y mayoristas
- Avenida Caracas: Se encuentran puntos de carga y descarga especialmente cerca a zonas comerciales y mercados

Así mismo, ciudades como Ámsterdam, Oslo, Singapur, Londres, Nueva York, París y Río de Janeiro han implementado proyectos innovadores enfocados en promover una movilidad sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Estas iniciativas abarcan la construcción de más vías exclusivas para ciclistas, el diseño de calles con tráfico fluido sin señales de tránsito ni semáforos, y la implementación de espacios diferenciados para diversos medios de transporte (Ecologistas en Acción, 2007).

En el caso de Oslo, el tráfico de la capital se organiza de acuerdo con el Street Design Manual for Oslo (2020), el cual tiene como lema *"una ciudad más verde, cálida e inclusiva para todos"*, es por esto que la ciudad busca que las calles sirvan para algo más que el tráfico de vehículos, por lo que promueven el uso de bicicletas, caminatas y las patinetas eléctricas, con el fin de dar prioridad a la vida urbana, a los usuarios y a la infraestructura conforme al diseño universal, para que la planificación de las calles sea en función de los distintos usuarios.

Teniendo en cuenta lo anterior y que en las ciudades no solo se movilizan vehículos particulares, el manual de Oslo, tiene como estrategia "entregas desde las calles a edificios existentes", con el fin de organizar el proceso de descargue de mercancía. Es por esto que, en los lugares comerciales, se debe adecuar zonas de estacionamiento alterno a la vía, con señalización y limitaciones para realizar esta labor, con una duración limitada, ya que serán zonas reservadas para que todos los camiones puedan hacer el proceso de cargue y descargue, tal como se muestra en la Figura No.13 (Street Design Manual for Oslo, 2020):

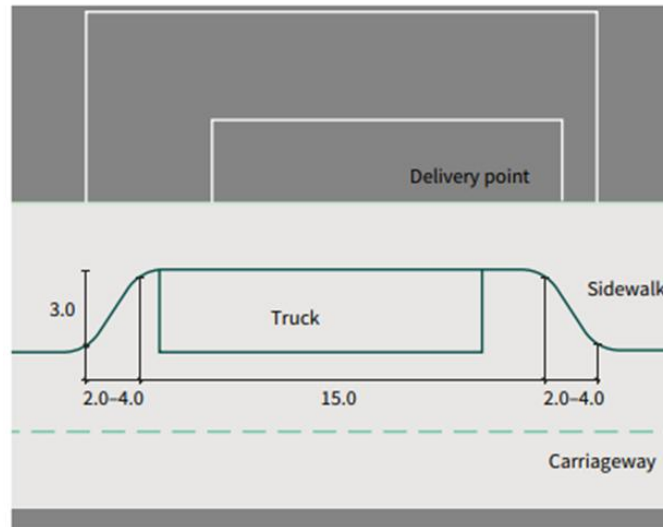


Figura 15. Zonas reservadas en Oslo para el proceso de carga y descarga de mercancía

Descripción: Demuestra el diseño muestra el diseño geométrico de las bahías para descarga de camiones . Fuente: Street Design Manual for Oslo, 2020

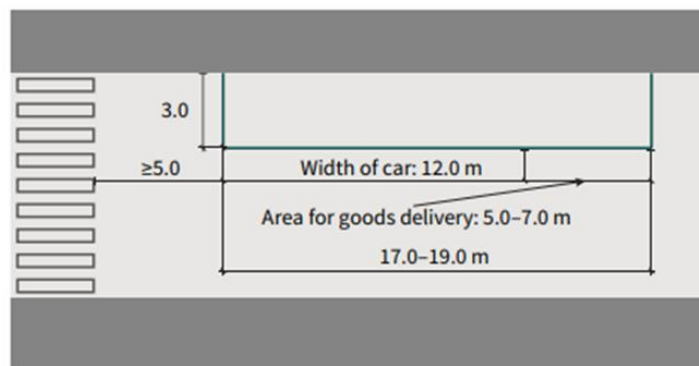


Figura 16. Entregas desde una bahía (metros)

Descripción: Señalización en vía demarcada con un ancho de 3 mts y un largo de 12 mts para realizar las entregas desde una bahía. Fuente: Street Design Manual for Oslo, 2020

Por otro lado, la ciudad de New York por medio de manual NYC Street Desing (2020), establece directrices generales para el diseño geométrico de calles para mejorar la seguridad, la movilidad y la sostenibilidad, así mismo este diseño es indispensable para el uso de las vías ya que pueden relacionar de manera directa con la economía, la comunidad y los servicios de la zona, así como al medio ambiente.

En cuanto a los camiones de carga, New York busca que los grandes camiones no ingresen a la ciudad, si no que la mercancía sea distribuida en la ciudad por medio de camiones más pequeños, que no invadan las vías principales generando congestión, por otro lado, la

ciudad busca implementar zonas de carga de camiones y parquímetros para evitar el estacionamiento de ellos en doble fila en el carril bus (NYC Street Desing, 2020).

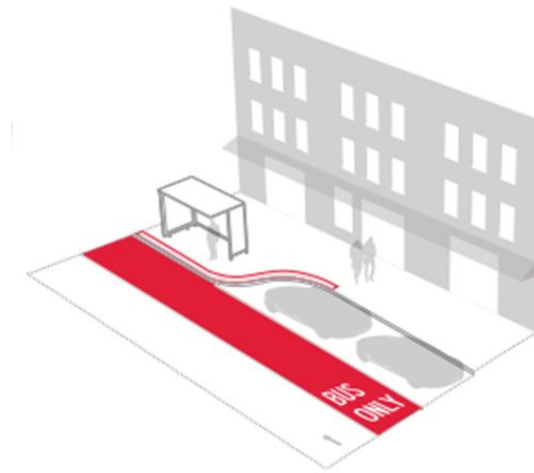


Figura 17. Bahía de carga para las entregas en la ciudad de New York.

Descripción: Muestra la zona la implementación de zona de carga de camiones independiente al carril exclusivo del bus. Fuente: NYC Street Desing, 2020

Al mismo tiempo Colombia, se han presentado grandes avances para hacer sus ciudades más sostenibles, por medio de la implementación de medios de transporte y vehículos eléctricos, energías renovables y concientización de los ciudadanos en los cambios estructurales. No obstante, la adaptación y la implementación de este cambio ha sido lento, a la fecha en Bogotá el 65% de los desplazamientos se realizan en medios de transporte motorizados que requieren de combustibles; es evidente que la cantidad de viajes en estos medios de transporte continúan contribuyendo en la contaminación del aire, y en la producción de gases de efecto invernadero afectando el cambio climático.

Según la organización global de diseño y Agenda 2030 de las Naciones Unidas, quien investiga a cientos de ciudades globales y pone a prueba sus iniciativas sostenibles, las ciudades del mundo tienen menos de 2.000 días para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas en 2030 (Moran & Díaz, 2020).

Después de realizar un recorrido por diferentes ciudades del mundo y sus sistemas integrados de movilidad, es relevante destacar la existencia de la *Guía Global de Diseño de Calles* (2016), que establece una nueva referencia mundial para el diseño urbanístico. Esta guía reconoce a las ciudades como espacios para las personas, enfocándose en la mejora de los

desplazamientos, la seguridad vial, así como en aspectos como la calidad ambiental, el beneficio económico, la mejora del entorno, la salud pública y la calidad de vida en general.

En relación con los procesos de cargue de mercancía, la Guía Global de Diseño de Calles contempla un capítulo que destaca la importancia de crear redes viales que permitan a los camiones de carga llevar a cabo sus actividades sin afectar la movilidad de las ciudades. Esto facilita el transporte seguro de mercancías y aumenta la eficiencia en el servicio, así como el crecimiento económico de la ciudad. Por ello, el documento propone el diseño y construcción de zonas urbanas donde los bienes puedan ser transferidos de vehículos grandes a vehículos más pequeños, adecuados para las calles de la ciudad, con el objetivo de evitar la circulación de camiones de gran tamaño en vías de menor capacidad. Además, sugiere la implementación de horarios específicos para el descargue de mercancías, ya que estas restricciones ayudan a reducir los conflictos con otros usuarios, disminuyen la congestión y mejoran la eficiencia del suministro de mercancías (La Guía Global de Diseño de Calles, 2016).

Por otro lado, la guía menciona las bahías de carga, las cuales favorecen el flujo del tráfico, ya que su implementación evita que los vehículos de transporte de mercancía bloqueen las aceras. El uso de estas bahías debe ser estratégico, ubicándolas cerca de cada punto de comercio y asegurándose de que estén debidamente señalizadas y demarcadas para minimizar el tráfico no deseado en las vías. La señalización de estas bahías puede incluir límites de peso y altura, así como restricciones al ancho de los vehículos (La Guía Global de Diseño de Calles, 2016).

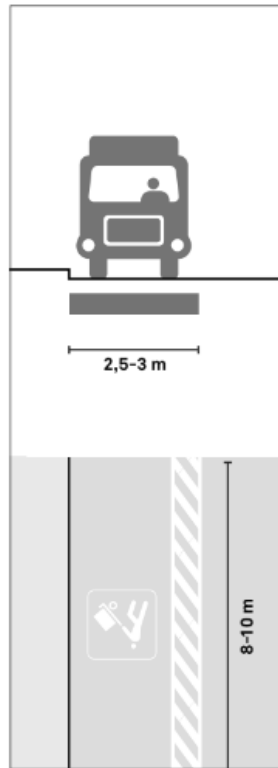


Figura 18. Entregas desde una bahía (metros)

Descripción: Señalización en vía demarcada con un ancho de 3 mts y un largo de 10 mts para realizar las entregas desde una bahía. Fuente: Street Design Manual for Oslo, 2020

Para concluir, Bogotá se posiciona como una ciudad competitiva con gran proyección a nivel mundial por la implementación de su política pública de movilidad sostenible, no obstante, es importante contar con el apoyo del gobierno nacional y local, en el mejoramiento y construcción de infraestructura vial de zonas exclusivas para los vehículos de carga de mercancía, así mismo la ejecución de carriles exclusivos para el tránsito de buses de servicio público. De igual forma, los usuarios de los distintos sistemas de transporte esperan contar con mejores condiciones de seguridad vial y seguridad en el transporte público, para fomentar el su uso, por lo que sería importante que el IDU y la secretaria de movilidad sumaran esfuerzos para incluir los temas tratados anteriormente por La Guía Global de Diseño de Calles, para que de esta forma se genere mayor organización en las vías del país y Bogotá logre posicionarse como una ciudad sostenible en temas de movilidad.

6. METODOLOGÍA

Para esta investigación, se utilizó un enfoque mixto, que combina la recopilación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, facilitando su integración y discusión en conjunto (Hernández-Sampieri, 2020). En cuanto a la recolección de datos cuantitativos, se utilizó el método de observación mediante una cámara de video que registró los vehículos que transitaron por la Carrera 13 de Bogotá. Posteriormente, se modelaron tres escenarios diferentes en el software Vissim con el objetivo de analizar los tiempos de desplazamiento y evaluar la alternativa óptima, considerando la implementación de bahías para el descargue de mercancías y la señalización vial para vehículos estacionados sobre la calzada.

En cuanto a los datos cualitativos, las zonas para la implementación de bahías de descarga y zonas de implementación de señalización vertical y horizontal fueron seleccionadas con los criterios del análisis del tráfico y de la percepción del terreno, evidenciando los lugares de mayor afluencia de vehículos de carga en locales comerciales del sector, con el fin de generar un impacto social positivo.

Los objetivos específicos del presente trabajo generaron una serie de actividades, las cuales fueron realizadas y desarrolladas con el propósito de obtener los productos esperados para dar respuesta y cumplimiento de cada objetivo, así como se detalla en la Tabla No.1:

OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDAD	PRODUCTO (RESPUESTA)
1. Evaluar en términos del tráfico, la situación actual de la carrera 13, presentando datos referentes a diferentes actores viales	- Aforos de tráfico en diferentes intersecciones de la carrera 13 entre calles 53 y 45. - Conformar una base de datos con los escenarios presentados.	- Base de datos de aforos de tráfico constituida y funcional. - Aforos vehiculares cada 15 minutos en horas pico. - Visita de campo, estado de malla vial y demás actores.
2. Modelar conceptual y numéricamente de forma microscópica el tráfico de la carrera 13 con los datos recopilados, evaluando el rendimiento del tráfico en la actualidad.	- Elaboración de modelo en Software Vissim. - Modelación de escenarios para la modificación de la infraestructura.	
3. Modelar conceptual y numéricamente de forma microscópica dos diferentes escenarios con mejoramientos en la infraestructura de la carrera 13.	- Modelación de escenarios para la modificación de la infraestructura. - Se presentará una comparación entre las modelaciones generadas en Vissim, para así proponer la alternativa y solución más viable para la carrera 13.	- Modelos funcionales con resultados en el software Vissim.
4. Evaluar las mejoras propuestas a la luz de planes de manejo de tráfico de ciudades europeas consideradas líderes en planeación urbana, considerando la sostenibilidad y eficiencia de las soluciones innovadoras.	- Evaluación de las alternativas de forma estadística. - Comparación a la luz de manuales de ciudades que tienen manejo de tráfico avanzado.	- Evaluación estadística. Recomendaciones de diseño

Tabla 1. Actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos específicos.
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

7. RESULTADOS

Con el objetivo de analizar las distintas alternativas para impedir el estacionamiento de vehículos de carga en la avenida Carrera 13, se llevaron a cabo diversas modelaciones para presentar y comparar los resultados relacionados con la carga y descarga de mercancías.

Según las actividades programadas en la metodología del presente documento, se pretende evaluar dos opciones para el estacionamiento en el carril derecho de la Avenida Carrera 13 entre Calles 53 y 45, lo que hace pertinente la revisión de la afectación de los indicadores operacionales para la situación actual y proyectada, con el objeto de medir el impacto generado por las actividades mencionadas en la movilidad del sector y prever las medidas de mitigación necesarias.

A su vez, al considerar que los volúmenes vehiculares son el insumo principal para la elaboración del presente análisis de tránsito, ya que éstos permiten la caracterización cuantitativa de las condiciones operacionales de un corredor o red vial, se realizó la toma de información en campo en los puntos, fechas y periodos que se muestran a continuación:

7.1 Aforos

El jueves 14 de marzo de 2024 se llevó a cabo la toma de datos en campo para los escenarios propuestos, en el horario de 7:00 am a 8:00 am. La primera intersección donde se realizó la toma de datos fue la Carrera 13 con Calle 45, seguida de la segunda intersección, Carrera 13 con Calle 49, y, finalmente, en la intersección de Carrera 13 con Calle 53, como se muestra en la Tabla No. 2:

NODO	DIRECCIÓN	FECHA	DÍA	PERIODO
1,0	Carrera 13 x Calle 45	jue. 14 mar. 2024	Típico	07:00 - 08:00
2,0	Carrera 13 x Calle 49	jue. 14 mar. 2024	Típico	07:00 - 08:00
3,0	Carrera 13 x Calle 53	jue. 14 mar. 2024	Típico	07:00 - 08:00

Tabla 2. Estaciones de aforo y periodos
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La recolección de datos se realizó con el fin de modelar la situación actual de los escenarios propuestos, de manera que represente las diferentes variables y dinámicas del

tránsito. Una vez se inicien las modelaciones, se considerarán los cambios en los patrones de viaje por la modificación de las condiciones de operación de la infraestructura vial en el sector.

De igual forma, se realizó una revisión de los volúmenes vehiculares recopilados en las áreas de influencia del proyecto, así como el procedimiento y resultados de la modelación de los escenarios con y sin implementación de bahías de descarga y zonas de señalización vertical y horizontal, para mitigar los efectos negativos del desarrollo de las actividades en la movilidad del sector.

7.2 Análisis De Tránsito – Modelación

A continuación, se presentan los volúmenes vehiculares recopilados en el análisis de tránsito, su procesamiento y ajuste de acuerdo con la modelación, para caracterizar las condiciones y comportamientos de los usuarios en los escenarios analizados, acercándose lo más próximos a la realidad.

7.2.1 Evaluación De Volúmenes Vehiculares

Los escenarios seleccionados cuentan con las intersecciones aforadas mencionadas en la Tabla 1. Para este análisis se tuvo en cuenta el horario de mayor tráfico vehicular, de acuerdo con recomendaciones académicas. La hora mayor tráfico se da en el día típico en un horario de 07:00 am – 08:00 am con un total de 7.625 vehículos equivalentes.

Esta será la hora modelada para evaluar las afectaciones por las actividades de descarga de mercancía, el volumen de vehículos en horario de mayor tráfico vehicular, la totalidad de intersecciones y los movimientos incorporados se evidencian en la Tabla No.3:

NODOS	MOVIMIENTO	AUT	BUS	CAM	MOT	BIC	MIX	EQU
1	1	528	73	10	310	5	926	856
1	91	218	24	7	117	3	369	343
1	5	91	0	1	49	2	143	119
1	3	449	19	13	392	12	885	719
1	93	184	23	6	119	4	336	306
1	103	1	1	0	2	1	5	4
1	8	0	0	0	1	1	2	1
1	4	256	3	6	137	38	440	357

1	104	0	0	0	1	1	2	1
2	4	194	0	4	69	6	273	240
2	8	77	0	1	20	1	99	90
2	1	647	77	15	434	19	1192	1061
2	93	157	0	3	71	8	239	202
3	3	544	6	12	332	61	955	770
3	93	282	6	8	171	12	479	403
3	103	0	0	0	0	3	3	1
3	4	348	7	6	210	77	648	505
3	8	0	0	0	0	0	0	0
3	104	0	0	0	1	0	1	1
3	1	688	73	17	444	17	1239	1104
3	5	309	9	3	163	3	487	417
3	91	62	17	3	45	2	129	127

Tabla 3. Demanda asignada HMD
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

En la Tabla No.3 se evidencia, la cantidad de vehículos según su denominación (automóvil, bus, camión, motocicleta y bicicleta), los cuales se movilizan en cada nodo y los distintos movimientos que realizan. El valor que se muestra en la columna de *Mixtos* es la suma de todos los modos de transporte aforados, y el valor que se encuentra en la columna de *Equivalentes* se calcula de la siguiente manera:

MODOS	EQUIVALENCIA
Automóvil	1
Bus	2
Camión	2,5
Motocicleta	0,5
Bicicleta	0,3

Tabla 4. Valores equivalencia – volúmenes vehiculares
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

7.3 Modelación

Para respaldar técnicamente este estudio, a continuación, se presenta el análisis del tránsito, que incluye la modelación de la situación actual con asignación estática. Este escenario se contempla sin intervenciones en la red vial, en condiciones ideales y sin el estacionamiento de vehículos sobre la vía. Esta situación debería ser monitoreada y controlada por la Secretaría Distrital de Movilidad y las autoridades de Tránsito de la ciudad.

Así mismo, se efectuará la representación de las alternativas propuestas (implementación de bahías de descarga y zonas de señalización vertical y horizontal) para la ejecución de carga y descarga de mercancía en los escenarios seleccionados, con el objetivo de medir la variación de indicadores operacionales, establecer el impacto generado por las actividades proyectadas y las alternativas de mitigación que permitan mantener condiciones de movilidad adecuadas para los usuarios dentro de la zona de influencia.

7.4 Parametrización Del Modelo

La parametrización del modelo se realiza para asegurar que las condiciones representen adecuadamente los parámetros operativos presentes en la realidad. Los aspectos incluidos en esta parametrización son los siguientes:

7.3.1 Volúmenes vehiculares

Para el análisis de capacidad y niveles de servicio, se considerará la información primaria de los volúmenes vehiculares recopilados en campo para las intersecciones mencionadas previamente. En la Figura No. 17 se muestra el plano de cargas de vehículos mixtos para la hora de máxima demanda:

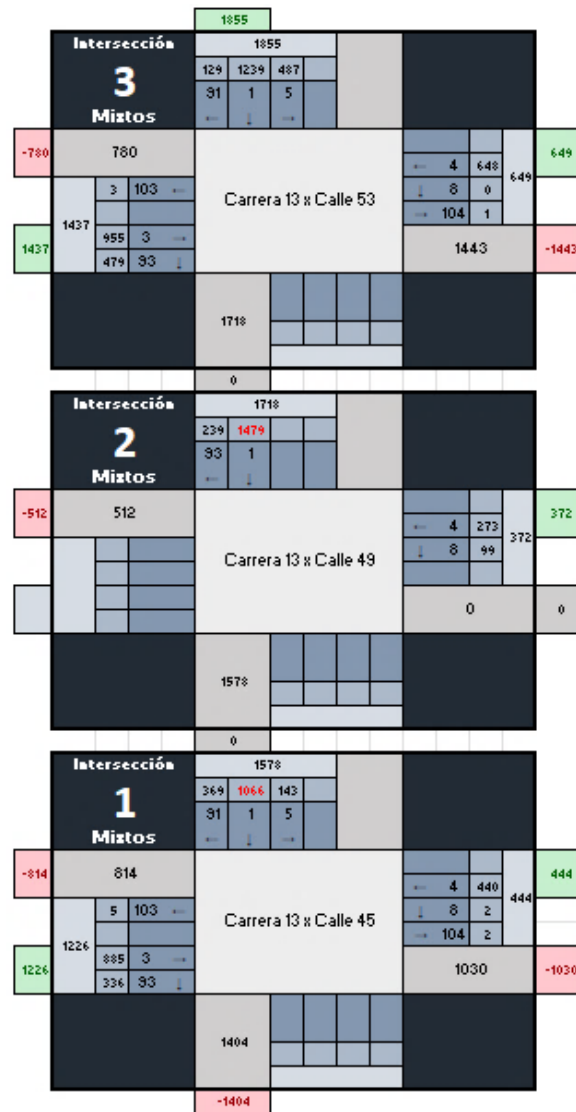


Figura 19. Plano de cargas vehículos mixtos por intersección
Descripción: Estructuración de la red vial: Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Los números en rojo demuestran los volúmenes que fueron calculados por continuidad para tener el escenario más crítico posible, aumentando la cantidad de vehículos en las intersecciones mencionadas de acuerdo con la cantidad de vehículos aforados en el sector.

Las casillas color verde indican a la cantidad de vehículos que ingresan al modelo por cada intersección y las casillas color rojo, los vehículos que salen del modelo en cada intersección.

La Figura No.19, explica la estructuración de la red vial en los tres escenarios seleccionados, que generan los siguientes movimientos:

- La intersección uno ubicada en la Carrera 13 x Calle 45, tiene los movimientos 91, 1 y 5 en sentido de norte a sur, también los movimientos 4,8,104 en sentido de oriente a occidente y por último en el sentido occidente oriente cuenta con los movimientos 103,3 y 93.
- La intersección dos ubicada en la Carrera 13 x Calle 48, tiene los movimientos 93 y 1 en sentido norte a sur y los movimientos 4 y 8 en sentido de oriente a occidente.
- La intersección tres ubicada en la Carrera 13 x Calle 53, tiene los movimientos 91,1 y 5 en el sentido norte a sur, también los movimientos 4,8 y 104 en sentido oriente a occidente y por último en el sentido occidente oriente cuenta con los movimientos 103,3 y 93.

7.4 Estructuración de la red vial

En relación con la zona de influencia definida por las actividades y el impacto generado en la movilidad, el modelo se estructuró en la Carrera 13, entre la Calle 45 y la Calle 53.

Las características geométricas y operacionales de los corredores viales, como los anchos de calzada, radios de giro, sentidos viales, dispositivos de control, entre otros, se representaron utilizando cartografía disponible, imágenes satelitales e inspecciones realizadas en campo.

7.4.1 Tipologías vehiculares

Los modos motorizados (vehículos livianos, motocicletas, buses y camiones) se desagregaron en función de la información primaria allegada mediante conteos realizados con cámaras, considerando las características de comportamiento y las dimensiones adecuadas para cada tipo de vehículo.

7.4.2 Líneas de Transporte Público

Según los volúmenes de buses, obtenidos en la aforación en campo, se estructuraron las siguientes rutas de transporte público como se evidencia en la Tabla No.5, analizando el comportamiento de las detenciones en los paraderos de la red según su ubicación en el sector, cuyas rutas y frecuencias tienen como objetivo la calibración del modelo.

Línea	Buses	Frecuencia
1-3a1-3	19	189
1-93a1-93	23	156
1-103a1-103	1	3600
1-4a1-4	3	1200
3-1a1-91	24	150
3-1a1-1	16	220
3-1a1-1	16	220
3-1a1-1	16	220
3-5a3-5	9	400
3-91a3-91	17	211
3-3a3-3	6	600
3-93a1-1	6	600
3-4a3-4	7	514

Tabla 5. Líneas de Transporte Público
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Teniendo en cuenta la Tabla No.5, se puede identificar que para el caso específico de línea de transporte público 1-3 a 1-3, en donde transitan 19 buses (SIPT, privados, escolares o intermunicipales) en un tiempo estimado de una hora, generan una frecuencia de tiempo de 189 segundos. Este último es implementado en el modelo de Vissim cuando se inserta la línea de transporte público.

7.5 Dispositivos semafóricos

El área de influencia cuenta con tres intersecciones semaforizadas, cuyos planes se encuentran en los Anexos No. 1,2 y 3, obtenidos de la Secretaría Distrital de Movilidad (2024):

- Carrera 13 x Calle 45 (2058)
- Carrera 13 x Calle 49 y 50 (2056)
- Carrera 13 x Calle 53 (2055)

Según la denominación de los planeamientos semafóricos suministrados por la Secretaría Distrital de Movilidad (2024), y teniendo en cuenta que la aforación se realizó el jueves 14 de

marzo 2024 (el automático de semana es 1) en horario de 7:00 am a 8:00 am, por lo que se selecciona la tabla WD1 que se encuentra en el anexo No 3, página 75.

Teniendo en cuenta lo anterior, el plan semaforico utilizado en el modelo corresponde al número dos (2), estipulado en los planeamientos semaforicos evidenciado en el Anexo No.3; para las tres intersecciones asignadas en el periodo modelado.

7.6 Red Vial Modelada En Situación Actual

Considerando los criterios de parametrización mencionados previamente, se procede a efectuar la modelación en PTV Vissim de las condiciones actuales de la red vial, con los datos aforados de la carrera 13 entre calle 53 a la 45, como se muestra en la Figura No.20:

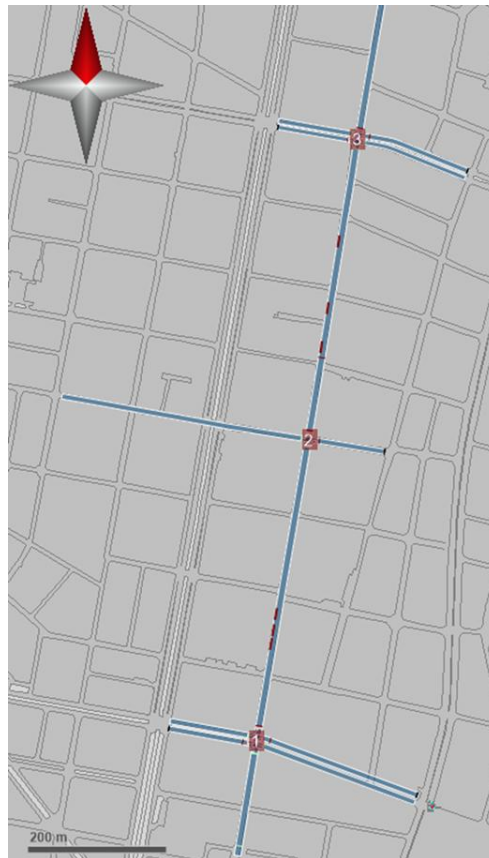


Figura 20. Red Vial Modelada de acuerdo con la situación actual a partir del software VISSIM
Descripción: Evidencia la modelación con los datos aforados: Fuente: Elaboración Propia, 2024

7.6.1 Calibración De La Red Vial Modelada – Volúmenes

El proceso de calibración por volúmenes consiste en comparar los vehículos contabilizados en campo con los vehículos que se están modelando en el sistema, con el fin de ajustar y validar el modelo de tráfico según los datos reales obtenidos. Para verificar la exactitud de los resultados de la asignación, se compara los flujos en los arcos seleccionados como puntos de aforo, para los cuales se cuenta con información real obtenida en campo. Uno de los insumos fundamentales para la calibración son los volúmenes aforados en campo (información primaria), los cuales se emplean para contrastar los flujos obtenidos en el modelo con los registrados en los puntos de control. A partir de estos datos, se extraen los volúmenes vehiculares durante el periodo pico en los principales puntos del corredor vial estudiado.

Como resultado de la calibración, se obtiene el volumen vehicular para cada arco de la red vial, basado en los conteos vehiculares. Utilizando el estadístico Geoffrey E. Havers (GEH) (1), que compara los resultados modelados con los datos aforados, se determina la aceptación de la calibración. Este procedimiento asegura que las diferencias entre los volúmenes modelados y los observados sean mínimas, lo que valida la precisión del modelo (ASITT, 2016).

Según Geoffrey E. Havers, se considera que el modelo está calibrado y validado para generar las evaluaciones correspondientes cuando el valor del GEH es menor de 5 ($GEH < 5$) en al menos el 85% de los tipos de vehículos. Este criterio asegura que las diferencias entre los volúmenes modelados y los observados sean suficientemente pequeñas, lo que indica que el modelo refleja de manera adecuada la realidad (ASITT, 2016).

$$GEH = \sqrt{\frac{(q\ obs - q\ sim)^2}{0.5 (q\ obs + q\ sim)}}$$

Donde,

- *GEH*: Indicador estadístico
- *q obs*: Flujo vehicular estimado del modelo
- *q sim*: Flujo vehicular medido en campo

1	Flujos de arcos individuales
2	Suma de todos los flujos por arco

ERROR DE PRECISIÓN	3	GEH para flujos por arco individual
1%	4	GEH para suma sobre flujos de arco

AFORADO	MODELADO	GEH	% ACEPTACIÓN	% ACEPTACIÓN INT. 1	% ACEPTACIÓN INT. 2	% ACEPTACIÓN INT. 3
8 989	8 935	0.6	100%	100%	100%	-

Tabla 6. Resultados de la calibración – Situación actual
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Para el presente trabajo se aforaron 8.989 vehículos y se modelaron 8.935 vehículos, obtenido un GEH de 0.6, el cual está por debajo de la condicionante ($GEH < 5$), considerando la calibración de la modelo validada.

No.	Nodo	Mov.	Aforado	Modelado	GEH	Aceptación	Int. 1	Int. 2	Int. 3
1	1	1	1.049	1.048	0,0	1	-	1	-
2	1	5	141	140	0,1	1	1	-	-
3	1	91	366	352	0,7	1	1	-	-
4	1	3	873	868	0,2	1	-	1	-
5	1	93	332	342	0,5	1	1	-	-
6	1	103	4	4	0,0	1	1	-	-
7	1	4	402	406	0,2	1	1	-	-
8	1	8	1	1	0,0	1	1	-	-
9	1	104	1	0	1,4	1	1	-	-
10	2	1	1.458	1.430	0,7	1	-	1	-
11	2	91	231	235	0,3	1	1	-	-
12	2	4	267	271	0,2	1	1	-	-
13	2	8	98	107	0,9	1	1	-	-
14	3	1	1.222	1.216	0,2	1	-	1	-
15	3	5	484	466	0,8	1	1	-	-
16	3	91	127	129	0,2	1	1	-	-
17	3	3	894	895	0,0	1	-	1	-
18	3	93	467	460	0,3	1	1	-	-
19	3	103	0	0	-	-	1	-	-
20	3	4	571	564	0,3	1	1	-	-
21	3	8	0	0	-	-	1	-	-
22	3	104	1	1	0,0	1	1	-	-

Tabla 7. Datos GEH de 0.6
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla No.7, y aplicando los criterios de validación junto con el método estadístico ($GEH < 5$), se obtiene que todos los valores de GEH son menores a 5. Por lo tanto, el porcentaje de aceptación es del 100% al utilizarlo para la suma sobre los flujos de arco. Esto indica que la calibración del modelo a nivel micro es aceptada y validada (ASITT, 2016). en cuenta los resultados de la Tabla No.7, a partir de los criterios de validación y aplicando el método estadístico ($GEH < 5$), se obtiene como resultado que todos los valores de GEH son menores a 5, por tanto, se el porcentaje de aceptación es 100 % al utilizarlo para la suma sobre flujos de arco, por lo cual, se considera que la calibración del modelo a nivel micro es aceptada y validada (ASITT, 2016).

7.6.2 Calibración De La Red Vial Modelada – Velocidades

La velocidad de recorrido experimentada por los usuarios a lo largo de una vía es uno de los indicadores que mejor reflejan las condiciones operacionales de un corredor vial, constituyéndose como un insumo para caracterizar el escenario actual, así mismo, permite cuantificar el impacto que se generaría con la entrada en operación de escenarios futuros, como el que se presenta ante la implementación del estacionamiento en la vía. La velocidad promedio de los corredores incluidos en el modelo se revisó en Google Maps con los históricos de tiempos promedio de recorrido como se evidencia en la Figura No.21:

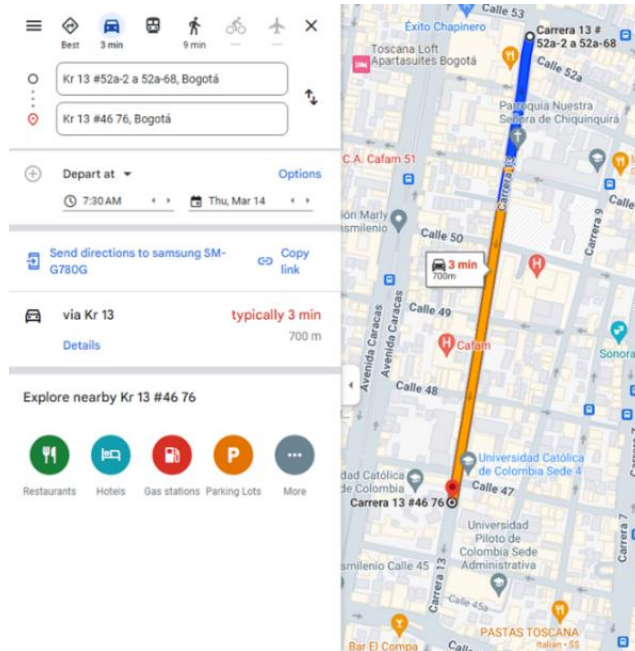


Figura 21¹. Tiempos de recorrido promedio corredores evaluados
Descripción: Recorrido corredores evaluados. Fuente: Google Maps, n.d

La calibración del modelo por velocidad de la situación actual efectuada mediante el modelo GEH, requiere que la velocidad de la red modelada no difiera en más del 15% de la observada en campo, la velocidad para la situación actual se estimó en la Tabla No.8. Esta velocidad se comparó con los resultados de la modelación para la situación actual.

Escenario	Corredor	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Velocidad (km/h)
Campo	Avenida Carrera 13	180	700	14.0
Modelo	Avenida Carrera 13	297	1250	15.1

Tabla 8. Velocidad medida y modelada²

¹ Google maps solo permite realizar la medición hasta el minuto 3, en este caso fueron 700 metros. Al ser un promedio, se espera que se mantenga a lo largo de todo el corredor modelado, por lo cual no afecta si la distancia es diferente con el escenario modelado, ya que lo relativamente importante es que contar con la velocidad promedio calculada en Google maps o en campo.

² Google maps solo permite realizar la medición hasta el minuto 3, en este caso fueron 700 metros. Al ser un promedio, se espera que se mantenga a lo largo de todo el corredor modelado, por lo cual no afecta si la distancia es diferente

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Así, y a partir de los criterios de calibración por velocidades mencionados para el modelo GEH, se valida los resultados generados por la modelación.

1	Velocidad promedio relativa a lo observado (10%)
2	Velocidad dentro del 15% de la velocidad observada

% ACEPTACIÓN ALT. 1
100%

% ACEPTACIÓN ALT. 2
100%

No.	Segmento	Observado	Modelado	CALIBRACIÓN ALT 1		CALIBRACIÓN ALT 2	
				Diferencia 1	Aceptación 1	Diferencia 2	Aceptación 2
1	Avenida Carrera 13	14.0	15.1	1.1	1	1.1	1

Tabla 9. Resultados calibración por velocidades
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

7.6.3 Red Vial Modelada Con Proyecto

Considerando que la ejecución de actividades de carga y descarga requiere del estacionamiento en vía de camiones, se realizan dos escenarios, el primero implementando zona de aparcamiento en vía y el segundo con zona de bahía para el estacionamiento de vehículos en carril adicional a los existentes en la Carrera 13, para comparar los resultados con la situación actual.

Para iniciar la modelación, se implementó la señalización en el modelo Vissim, en tres puntos claves de la zona de trabajo, el primero en la calle 53 con carrera 13, el siguiente en la calle 49 con carrera 13 y el ultimo en la calle 45 con carrera 13, considerándose como los puntos de comercio con mayor afluencia del sector, como se evidencia en la Figura No.22:

con el escenario modelado, ya que lo relativamente importante es que contar con la velocidad promedio calculada en Google maps o en campo.

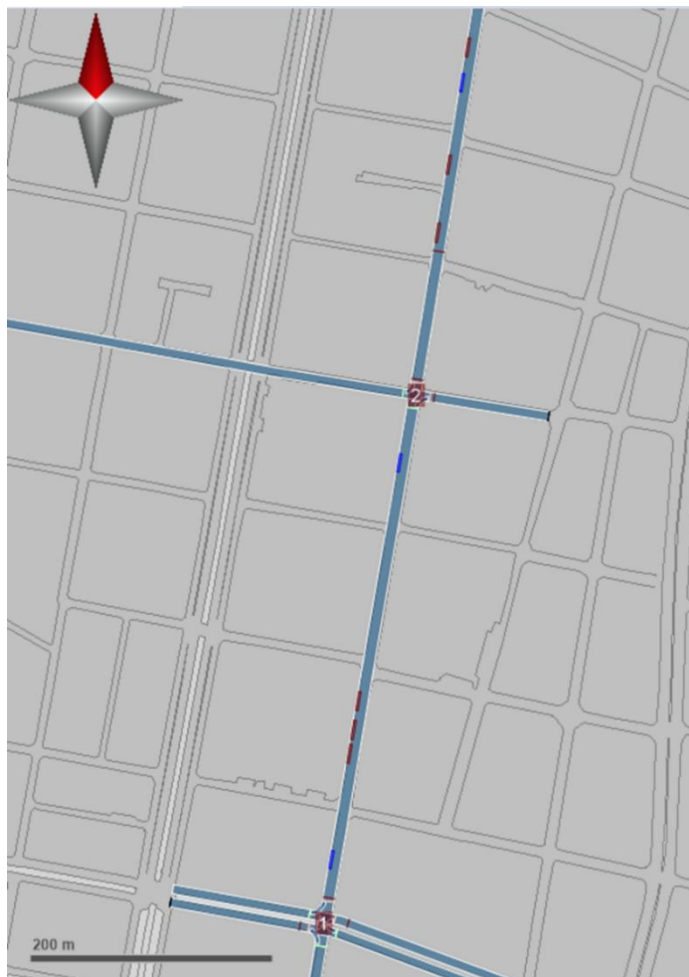


Figura 22. Red vial modelada para la situación con señalización

Descripción: Evidencia la modelación en Vissim implementando señalización: Fuente: Elaboración Propia, 2024.

El diseño de señalización horizontal implementada tiene las siguientes dimensiones, largo de 10 metros y ancho de 3.0 metros, como se evidencia en la Figura No.23:

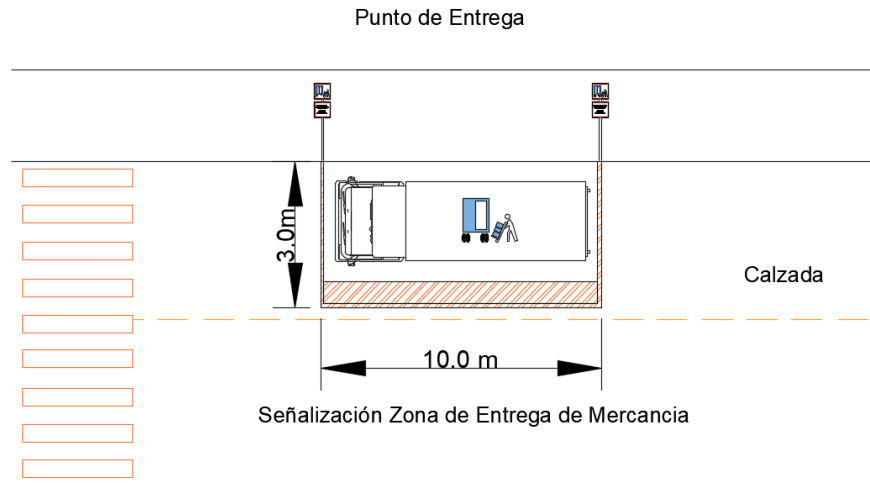


Figura 23. Señalización zona de entrega mercancía propuesta

Descripción: Se evidencia la implementación de la señalización vertical y horizontal en la calzada: Fuente: Elaboración Propia, 2024.

El tipo de señalización vertical propuesta comprende dos secciones, la señalización superior que muestra gráficamente la actividad a realizar en la zona demarcada y la señalización inferior que muestra a manera informativa como se debe implementar y usar la zona delimitada, tal como se evidencia en la Figura No.25:



Figura 24. Señalización vertical propuesta e implementada en modelo

Descripción: Propuesta de señalización vertical de acuerdo con el modelo. Fuente: Elaboración Propia, 2024.

En cuanto a las bahías, se implementaron en el modelo de Vissim, en tres puntos claves de la zona de trabajo, el primero en la calle 53 con carrera 13, el siguiente en la calle 49 con

carrera 13 y el ultimo en la calle 45 con carrera 13, considerándose como los puntos de comercio con mayor afluencia del sector, tal como se evidencia en la Figura No.25:

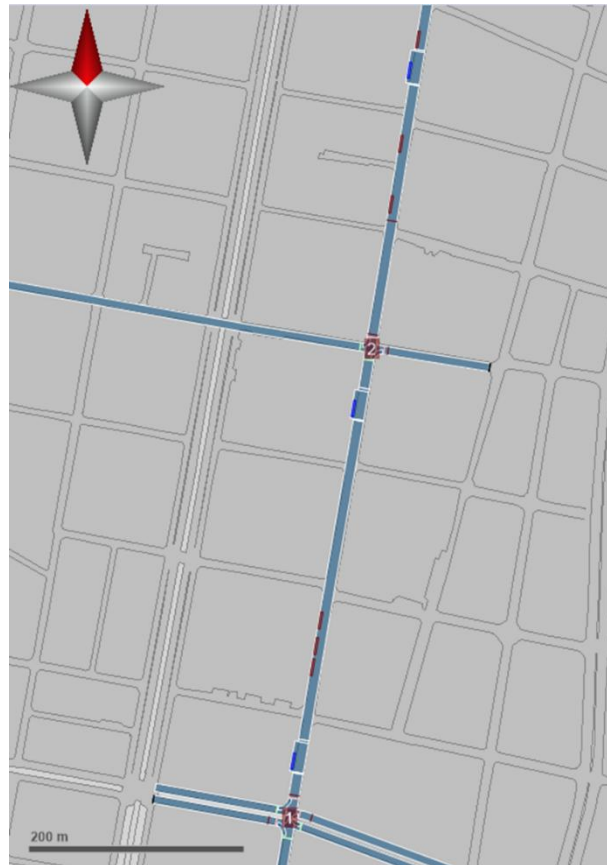


Figura 25. Red vial modelada para la situación con bahía
Descripción: Modelación Vissim con situación de Bahía: Fuente: Elaboración Propia, 2024.

El diseño de las bahías propuestas tiene cuenta con las siguientes dimensiones, largo de 15 metros y ancho de 3.5 metros, garantizando suficiente capacidad para el estacionamiento de los diferentes tipos de vehículos de carga, tal como se evidencia en la Figura No.26:

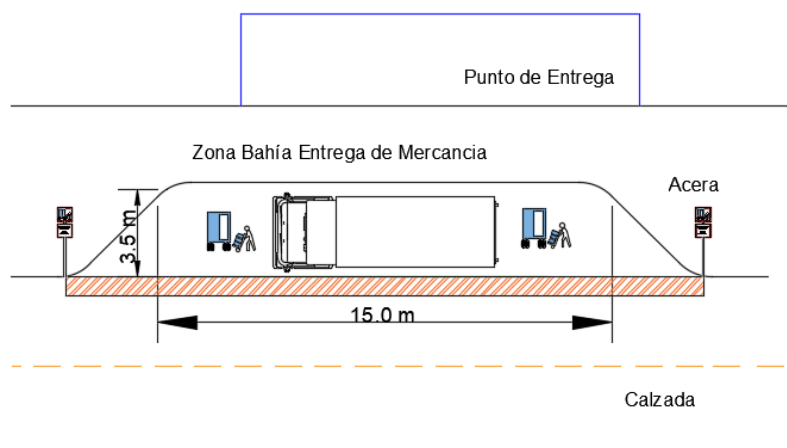


Figura 26. Señalización horizontal implementada en modelo
Descripción: Implementación de Bahía en el carrera 13 .Fuente: Elaboración Propia, 2024.

En la Figura No.27 se muestra la implementación de bahía en el modelo de Vissim, alterno a los tres carriles de la carrera 13:

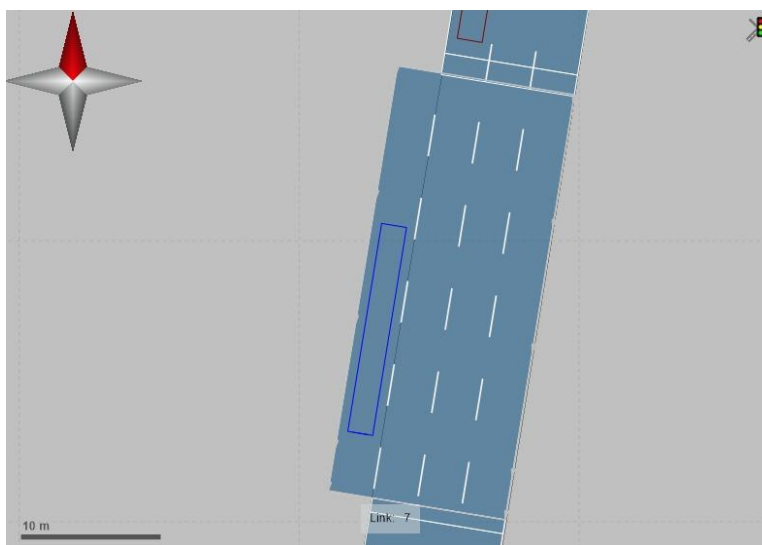


Figura 27. Implementación de Bahía en modelo Vissim
Descripción: Implementación de Bahía de acuerdo con Vissim. Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Una vez implementados los escenarios, se evidencia que la red modelada en condición con las alternativas propuestas y comparada con la línea base, genera los resultados que se muestran en la Tabla No.10:

Parámetros	Línea Base	Señalización	Variación
Demora Promedio (seg)	71.16	78.83	0.11
Paradas Promedio	1.84	2.06	0.12
Velocidad (km/h)	16.38	15.34	-0.06
Demora Promedio x Parada (seg)	49.32	55.91	0.13
Distancia Total Recorrida (km)	3430.11	3392.38	-0.01
Tiempo de Viaje Total (h)	209.46	222.53	0.06
Demora Total (h)	117.66	130.22	0.11
Total Paradas	10946.00	12231.00	0.12
Demora Total x Parada (h)	81.55	92.32	0.13
Vehículos Activos	222.00	252.00	0.14
Vehículos Despejados	5732.00	5713.00	0.00
Demora Latente (h)	4.17	21.19	4.09
Demanda Latente	9.20	53.40	4.80

Tabla 10. Resultados de la Red para Escenario con señalización
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La modelación de la red implementando y comparando el escenario de línea base con señalización, genera una serie de resultados los cuales son evidenciados en la Tabla No.10 e indican que:

- La demora promedio incrementa en 7.67 segundos y tiene una variación del 0.11% con señalización.
- Se refleja que la velocidad con señalización disminuye en 1.04 km/h, con una variación de – 0.06%.
- Con la implementación de señalización la demora total en recorrer el escenario incrementa 12.56 horas con una variación de 0.11%.
- La señalización genera un incremento de 30 vehículos activos más que la línea base, con una variación de 0.14%.
- La señalización genera un incremento de 30 vehículos activos más que en la línea base, con una variación de 0.14%.

Ahora bien, implementado bahías en el modelo, se generan otra serie de resultado los cuales se evidencia en la Tabla No.11:

Parámetros	Línea Base	Bahías	Variación
Demora Promedio (seg)	71,16	69,70	-0,02
Paradas Promedio	1,84	1,75	-0,05
Velocidad (km/h)	16,38	16,36	0,00
Demora Promedio x Parada (seg)	49,32	48,52	-0,02
Distancia Total Recorrida (km)	3430,11	3449,71	0,01
Tiempo de Viaje Total (h)	209,46	210,81	0,01
Demora Total (h)	117,66	116,50	-0,01
Total Paradas	10946,00	10506,00	-0,04
Demora Total x Parada (h)	81,55	81,09	-0,01
Vehículos Activos	222,00	230,00	0,04
Vehículos Despejados	5732,00	5787,00	0,01
Demora Latente (h)	4,17	0,66	-0,84
Demanda Latente	9,20	0,00	-1,00

Tabla 11. Resultados de la Red para Escenario con bahías.
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La modelación de la red implementando y comparando el escenario de línea base con bahías, indican que:

- La demora promedio disminuye en 1.46 segundos y tiene una variación del -0.02%.
- La velocidad disminuye en 0.02 km/h, con una variación de 0.00%.
- La tardanza total en recorrer el escenario disminuye es de 1.16 horas con una variación de 0.01%.
- Con la implementación de bahías se incrementa a 8 el número de vehículos activos con respecto a la línea base, con una variación de 0.04%.

Recopilando la información anterior de los escenarios propuestos, se consolidó una tabla que contiene los diferentes niveles de servicio que describen la calidad del flujo del tránsito de

acuerdo con la implementación de la señalización y bahía en la Carrera 13, estos niveles de servicio se clasifican de la siguiente manera:

- **Nivel F:** Nivel muy alto de servicio
- **Nivel E:** Nivel alto de servicio
- **Nivel D:** Nivel medio de servicio
- **Nivel C:** Nivel bajo de servicio
- **Nivel B:** Nivel muy bajo de servicio

A continuación, se presentan para cada movimiento en la red los resultados desagregados de acuerdo con las estaciones:

Estación 1:

En la Tabla No.12 se evidencian los resultados de la modelación para estación 1 y movimientos en los diferentes escenarios (bahía, señalización y línea de base):

Escenario	Estación	Movimiento	Volumen	Demora	NDS	Cola Promedio	Cola Máxima
Línea Base	1	1	1047	58.8	F	44.61	145.64
Señalización	1	1	1023	58.2	F	56.30	205.08
Bahía	1	1	1042	58.1	F	44.25	133.58
Línea Base	1	3	866	34.5	D	38.71	119.15
Señalización	1	3	865	32.9	D	37.73	121.62
Bahía	1	3	865	33.5	D	38.52	120.59
Línea Base	1	4	406	28.2	D	16.29	53.59
Señalización	1	4	406	28.3	D	16.31	53.78
Bahía	1	4	406	28.2	D	16.32	53.78
Línea Base	1	5	140	61.1	F	40.87	156.77
Señalización	1	5	138	56.7	F	57.71	225.20
Bahía	1	5	139	57.2	F	41.06	142.49

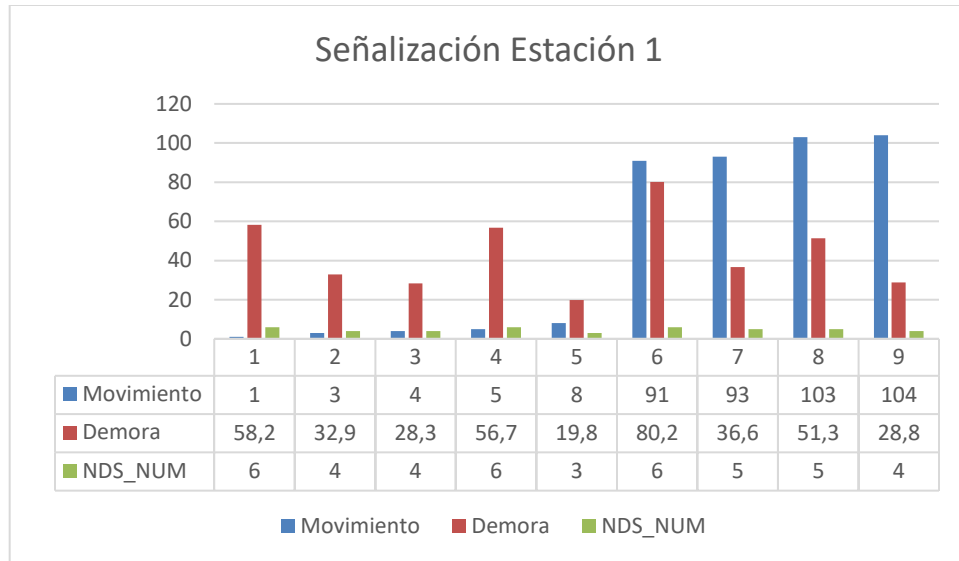
Línea Base	1	8	1	20.5	C	11.00	44.37
Señalización	1	8	1	19.8	C	11.02	44.56
Bahía	1	8	1	20.0	C	11.02	44.56
Línea Base	1	91	351	60.9	F	45.14	146.96
Señalización	1	91	342	80.2	F	57.10	206.39
Bahía	1	91	352	61.8	F	44.99	134.90
Línea Base	1	93	340	37.4	E	34.45	113.29
Señalización	1	93	341	36.6	E	33.51	115.77
Bahía	1	93	341	37.0	E	34.27	114.73
Línea Base	1	103	4	52.1	E	38.20	118.44
Señalización	1	103	4	51.3	E	37.22	120.92
Bahía	1	103	4	51.2	E	38.01	119.88
Línea Base	1	104	0	29.5	D	40.87	156.77
Señalización	1	104	0	28.8	D	57.71	225.20
Bahía	1	104	0	28.9	D	41.06	142.49
Línea Base	1	Total	3154	46.2	E	33.66	161.11
Señalización	1	Total	3120	47.3	E	38.36	225.20
Bahía	1	Total	3151	45.6	E	33.56	148.91

Tabla 12. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 1
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La Tabla No.12 evidencia los siguientes niveles de servicio de acuerdo con los diferentes escenarios:

Resultados implementando señalización estación 1:

Los resultados implementando solo señalización en la estación No.1 se evidencian en la Grafica No.1:

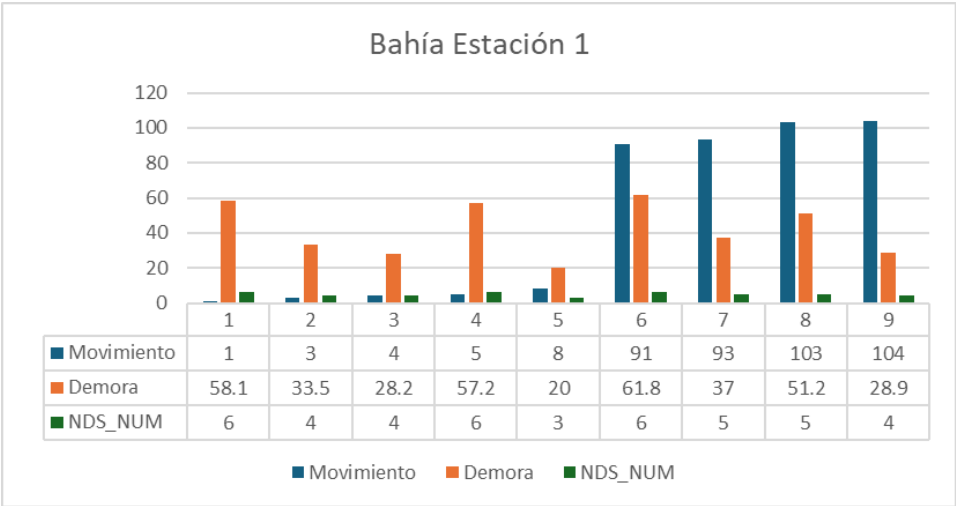


Grafica 1. Señalización Estación 1
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La estación 1 movimiento 1, el escenario presenta una demora de 58.2 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La estación 1 movimiento 3 presenta una demora de 32.9 segundos generando un nivel de servicio (D).
- La estación 1 movimiento 4, genera una demora de 28.3 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).
- La estación 1 movimiento 5, genera una demora de 56.7 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La estación 1 movimiento 8, genera una demora de 19.8 segundos ocasionando un nivel de servicio (C),
- La estación 1 movimiento 91, genera una demora de 80.2 segundos ocasionando un nivel de servicio (F),
- La estación 1 movimiento 93, genera una demora de 36.6 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 1 movimiento 103, genera una demora de 51.3 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 1 movimiento 104, genera una demora de 28.8 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).

Resultados implementando bahía en estación 1:

Los resultados implementando solo bahía en la estación No.1 se evidencian en la Grafica No.2:



Grafica 2. Bahía Estación 1
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La estación 1 movimiento 1, genera una demora de 58.1 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La Estación 1 movimiento 3, genera una demora de 33.5 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).
- La Estación 1 movimiento 4, genera una demora de 28.2 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).
- La Estación 1 movimiento 5, genera una demora de 57.2 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La Estación 1 movimiento 8, genera una demora de 20 segundos ocasionando un nivel de servicio (C).
- La Estación 1 movimiento 91, genera una demora de 61.8 segundos ocasionando un nivel de servicio (F)
- La Estación 1 movimiento 93, genera una demora de 37 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).

- La Estación 1 movimiento 103, genera una demora de 51.2 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La Estación 1 movimiento 104, genera una demora de 28.9 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).

Estación 2:

En la Tabla No.13 se evidencian los resultados de la modelación para estación 2 y movimientos con los diferentes escenarios (bahía, señalización y línea de base):

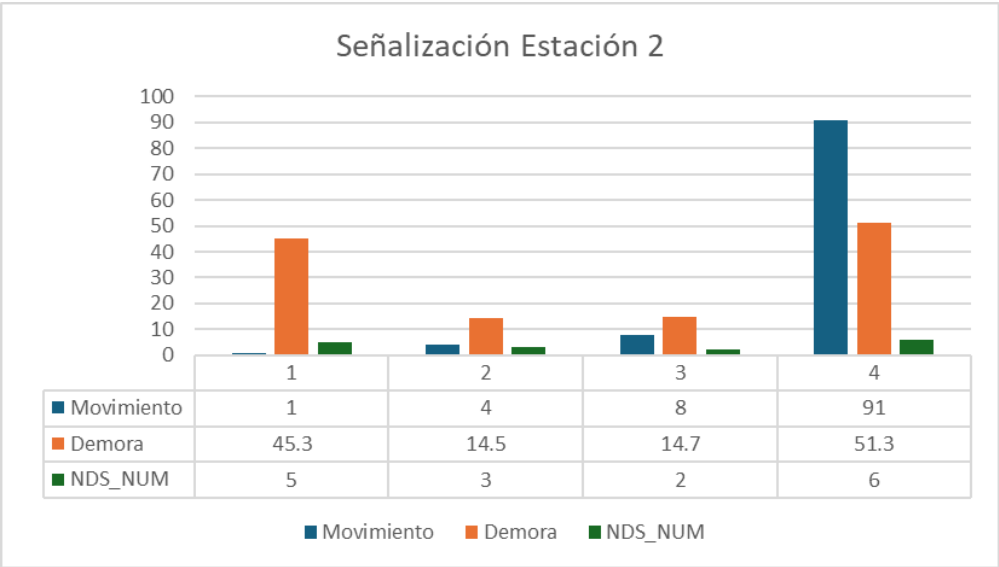
Escenario	Estación	Movimiento	Volumen	Demora	NDS	Cola Promedio	Cola Máxima
Línea Base	2	1	1431	49.3	E	4.88	79.81
Señalización	2	1	1399	45.3	E	3.73	72.48
Bahía	2	1	1435	48.6	E	5.05	70.87
Línea Base	2	4	271	14.6	C	9.05	45.64
Señalización	2	4	271	14.5	C	9.06	44.77
Bahía	2	4	271	14.5	C	9.06	45.64
Línea Base	2	8	107	14.7	B	6.34	38.82
Señalización	2	8	107	14.7	B	6.34	37.95
Bahía	2	8	107	14.7	B	6.34	38.82
Línea Base	2	91	235	57.1	F	4.97	81.59
Señalización	2	91	233	51.3	F	3.77	74.31
Bahía	2	91	234	56.9	F	5.32	72.70
Línea Base	2	Total	2043	43.8	E	6.31	81.59
Señalización	2	Total	2009	40.2	E	5.72	74.31
Bahía	2	Total	2047	43.3	E	6.44	72.70

Tabla 13. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 2
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La Tabla No.13 evidencia los siguientes niveles de servicio de acuerdo con los diferentes escenarios:

Resultados implementando señalización estación 2:

Los resultados implementando solo señalización en la estación No.2 se evidencian en la Grafica No.3:

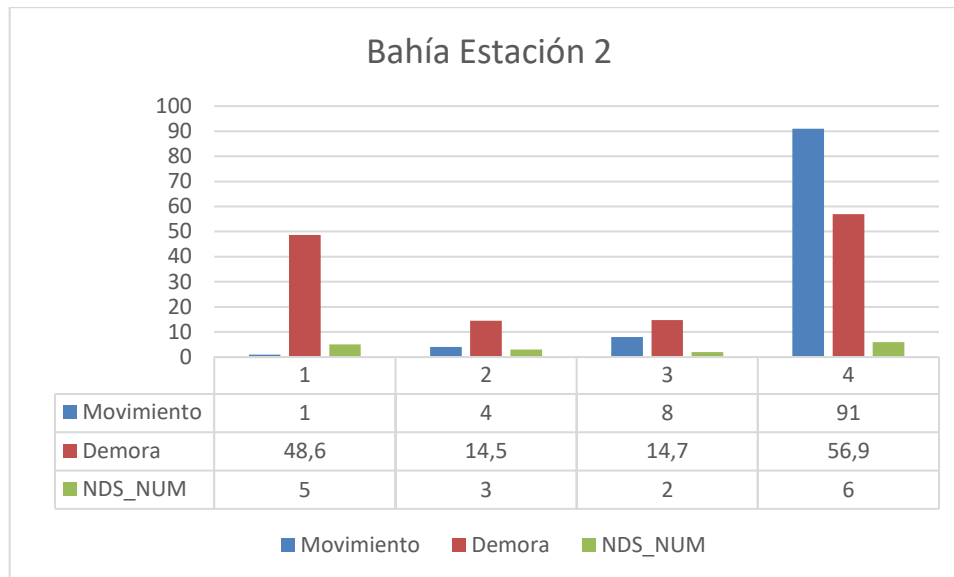


Grafica 3. Señalización Estación 2
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La estación 2 movimiento 1, genera una demora de 45.3 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 2 movimiento 4, genera una demora de 14.5 segundos ocasionando un nivel de servicio (C).
- La estación 2 movimiento 8, genera una demora de 14.7 segundos ocasionando un nivel de servicio (B).
- La estación 2 movimiento 91, genera una demora de 51.3 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).

Resultados implementando bahía en estación 2:

Los resultados implementando solo bahía en la estación No.2 se evidencian en la Grafica No.4:



Grafica 4. Bahía Estación 2
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La Estación 2 movimiento 1, genera una demora de 48.6 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La Estación 2 movimiento 4, genera una demora de 14.5 segundos ocasionando un nivel de servicio (C).
- La Estación 2 movimiento 8, genera una demora de 14.7 segundos ocasionando un nivel de servicio (B),
- La Estación 2 movimiento 91, genera una demora de 56.9 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).

Estación 3:

En la Tabla No.14 se evidencian los resultados de la modelación para estación 2 y movimientos con los diferentes escenarios (bahía, señalización y línea de base):

Escenario	Estación	Movimiento	Volumen	Demora	NDS	Cola Promedio	Cola Máxima
Línea Base	3	1	1216	35.8	E	40.58	129.60
Señalización	3	1	1204	49.4	E	56.77	148.53

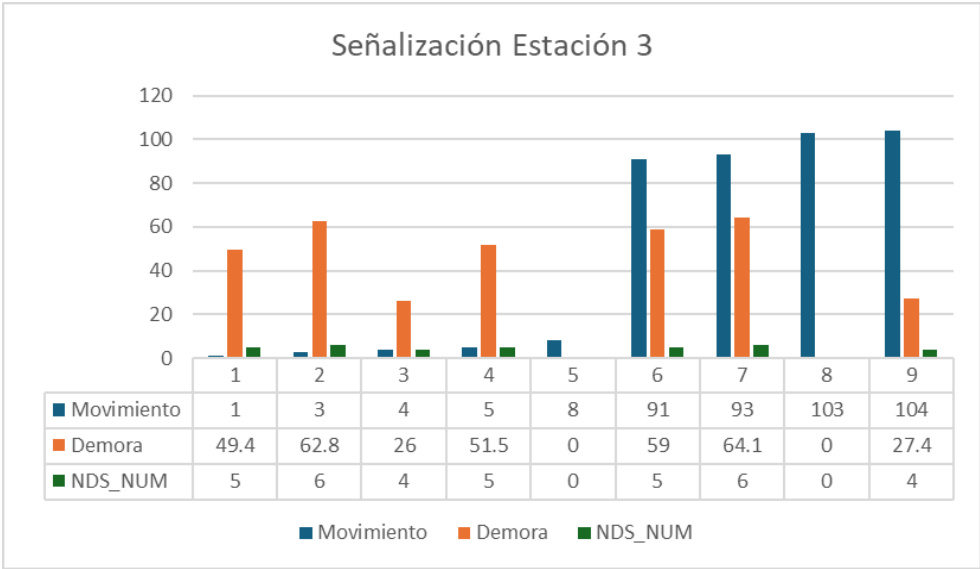
Bahía	3	1	1221	36.4	E	43.35	135.38
Línea Base	3	3	885	53.4	E	59.14	122.36
Señalización	3	3	860	62.8	F	63.62	121.85
Bahía	3	3	890	48.8	E	56.46	120.48
Línea Base	3	4	564	25.3	D	16.31	62.97
Señalización	3	4	564	26.0	D	16.48	61.65
Bahía	3	4	564	25.3	D	16.35	62.54
Línea Base	3	5	466	41.2	E	59.66	142.37
Señalización	3	5	459	51.5	E	74.83	161.29
Bahía	3	5	466	41.7	E	62.30	148.14
Línea Base	3	8	0	0.0	-	12.87	57.05
Señalización	3	8	0	0.0	-	12.99	55.73
Bahía	3	8	0	0.0	-	12.91	56.63
Línea Base	3	91	129	36.1	E	41.48	131.13
Señalización	3	91	173	59.0	E	57.71	150.05
Bahía	3	91	174	39.5	E	44.19	136.90
Línea Base	3	93	455	54.4	E	54.02	116.24
Señalización	3	93	435	64.1	F	58.43	115.73
Bahía	3	93	458	51.1	E	51.43	114.36
Línea Base	3	103	0	0.0	-	58.61	121.73
Señalización	3	103	0	0.0	-	63.08	121.22
Bahía	3	103	0	0.0	-	55.96	119.85
Línea Base	3	104	1	27.6	D	59.66	142.37
Señalización	3	104	1	27.4	D	74.83	161.29
Bahía	3	104	1	27.7	C	62.30	148.14
Línea Base	3	Total	3717	41.3	E	42.84	142.37
Señalización	3	Total	3697	51.2	E	50.49	161.29

Bahía	3	Total	3776	40.3	E	42.87	148.14
-------	---	-------	------	------	---	-------	--------

Tabla 14. Resultados de los Nodos para Escenario evaluados estación 3
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

La Tabla No.14 evidencia los siguientes niveles de servicio de acuerdo con los diferentes escenarios:

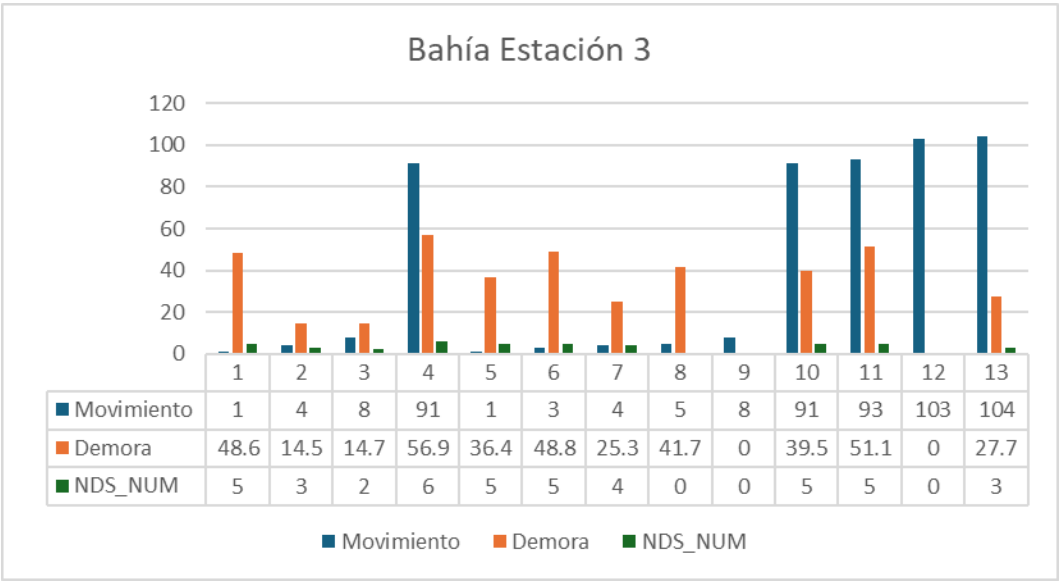
Resultados implementando señalización estación 3:



Grafica 5. Señalización Estación 3
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La estación 3 movimiento 1, genera una demora de 49.4 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La Estación 3 movimiento 3, genera una demora de 62.8 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La estación 3 movimiento 4, genera una demora de 26 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).
- La Estación 3 movimiento 91, genera una demora de 59 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 3 movimiento 93, genera una demora de 64.1 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La estación 3 movimiento 104, genera una demora de 27.4 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).

Resultados implementando bahía en estación 3:

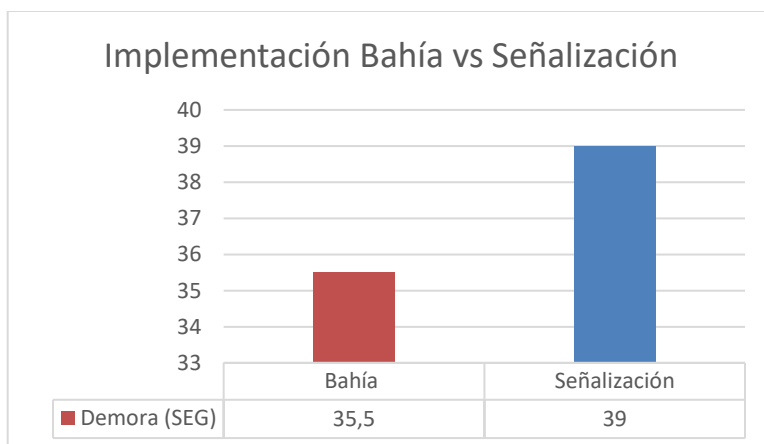


Grafica 6. Bahía Estación 3
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

- La estación 3 movimiento 1, genera una demora de 48.6 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 3 movimiento 4, genera una demora de 14.5 segundos ocasionando un nivel de servicio (C).
- La estación 3 movimiento 8, genera una demora de 14.7 segundos ocasionando un nivel de servicio (B).
- La estación 3 movimiento 91, genera una demora de 56.9 segundos ocasionando un nivel de servicio (F).
- La estación 3 movimiento 1, genera una demora de 36.4 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 3 movimiento 3, genera una demora de 48.8 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).

- La estación 3 movimiento 4, genera una demora de 25.3 segundos ocasionando un nivel de servicio (D).
- La estación 3 movimiento 91, genera una demora de 39.5 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 3 movimiento 93, genera una demora de 51.1 segundos ocasionando un nivel de servicio (E).
- La estación 3 movimiento 104, genera una demora de 27.7 segundos ocasionando un nivel de servicio (C).

En la gráfica No.7 se presentan los resultados generales y desagregando la información se concluye que el promedio de tiempo de recorrido de la movilidad entre los nodos, implementando la señalización horizontal y vertical es de 39 segundos y el promedio implementando las bahías en la infraestructura vial de la Carrera 13 es de 35.5 segundos.



Grafica 7. Comparación demoras Promedio entre la implementación bahías y la señalización
Fuente: Elaboración Propia, 2024.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados anteriormente expuestos se generan los siguientes análisis:

- El escenario bahía entre los nodos calle 53 y calle 45 presenta una demora promedio de 35.5 segundos, es decir 3.5 segundos más rápido que el escenario implementando señalización. Esto convierte a la bahía en una alternativa viable para mejorar la infraestructura y ofrecer soluciones a las dificultades de movilidad generadas por los vehículos de carga.
- En la bahía y señalización en vía la estación 1 movimiento 1, el nivel de servicio es F, se evidencia que el estacionamiento en vía de camiones de carga lo afecta, generando grandes demoras en los desplazamientos y afectaciones al estar cerca de la calle 45, ya que los vehículos que están realizando los giros a la derecha deben salir al carril izquierdo para evitar camiones estacionados, generando cuellos de botella y demoras en la movilidad.
- En el escenario de bahía y señalización en vía en la estación 1, para los movimientos 1, 5 y 9(1), el nivel de servicio es F. Esto se debe a que es común en Bogotá que las intersecciones semaforizadas no cuenten con la capacidad suficiente para atender la demanda a lo largo de la Hora de Máxima Demanda. En este caso, el acceso norte presenta un flujo vehicular considerablemente mayor al que la intersección semaforizada puede soportar, siendo este el más afectado.
- En el escenario bahía y señalización en vía la estación 1 movimiento 91, el nivel de servicio es F, siendo muy crítico el escenario señalización con una demora promedio de (80.2 segundos), pero mejorando en el escenario de bahía a una demora promedio de

61.8 (segundos). Se logra evidenciar que el estacionamiento en vía de camiones de carga le afecta, generando grandes demoras en los desplazamientos y afectaciones al estar cerca de la calle 45, ya que los vehículos que están realizando los giros a la derecha no tienen opción cruzarse al carril izquierdo para no encontrarse de frente con el camión estacionado.

- En el escenario bahía y señalización en vía la estación 1 movimiento 92, el nivel de servicio es F, siendo muy crítico el escenario señalización con una demora promedio de (51.3 segundos), y el escenario de bahía a una demora promedio de 56.9 (segundos) el cual aumenta. El 92 no existe, debe referirse al 91 y la razón es la misma que se explica en los dos párrafos anteriores; el semáforo tiene mucho tiempo de rojo para el flujo NS afectando todos los movimientos que vienen del norte (1, 5, y 9(1)).
- En el escenario señalización en vía la estación 3 movimiento 3, el nivel de servicio es F, esto debido a la alta demora promedio (62.8 segundos), los vehículos que cruzan por la calle 53 de occidente a oriente se reducen 20 vehículos con señalización y la demora aumenta 9.4 segundos más, esto genera que el nivel de servicio cambie, pero implementando la bahía en la vía, el nivel de servicio cambia a E, reduciendo la demora a 48.8 segundos.
- En el escenario señalización en vía la estación 3 movimiento 93, el nivel de servicio es F, esto debido a la alta demora promedio (64.1 segundos), siendo un nivel de servicio malo, pero es normal ya que el semáforo tiene un tiempo extenso en rojo. Pero implementando la bahía en la vía, el nivel de servicio cambia a E, reduciendo la demora a 51.1 segundos.
- Se logra evidenciar que, de las alternativas propuestas, entre las alternativas propuestas, la solución más viable es la incorporación de bahías de estacionamiento en la infraestructura de la carrera 13, ya que con los datos anteriormente mencionados se evidencia mejoras notorias en cuanto a la situación actual para funcionar de una manera más eficiente en la movilidad en el tramo de estudio.
- De igual manera cabe aclarar que con la implementación de señalización en vía para estacionamiento, si se compara con los resultados de línea base, podría ser una solución

para implementar, siempre y cuando se incorporen cámaras de foto multas y aumenten los agentes de tránsito designados exclusivamente para control de estacionamiento de camiones en vía, con el fin de realizar el respectivo control en las zonas delimitadas.

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación pretende encontrar la mejor alternativa para optimizar la movilidad en la Ciudad de Bogotá, especialmente en la Carrera 13, entre calles 53 y 45, abordando el descargue de mercancía como uno de los problemas que genera mayor congestión vial en la capital, teniendo en cuenta que los camiones de carga estacionados en vía son un factor determinante en las demoras, provocando la reducción de carriles habilitados lo que genera mayor congestión.

La implementación de los diferentes escenarios (línea de base, señalización y bahía), demostraron que las bahías son el escenario más viable como propuesta de mejora en la movilidad en el sector, ya que contribuye a una buena movilidad, tráfico de flujo libre sin afectar significativamente los indicadores operacionales, presentando una demora entre la calle 53 a la calle 45 de tan solo 35,5 segundos.

En relación con la señalización, se ha observado que su implementación provoca una demora promedio de 39 segundos entre nodos. Esta situación se atribuye a los vehículos de carga estacionados en uno de los tres carriles de la carrera 13, lo que representa un obstáculo para los demás usuarios. A pesar de contar con una zona delimitada para el estacionamiento, los vehículos deben maniobrar para evitar el camión estacionado, lo que complica aún más la movilidad.

A partir de los resultados obtenidos, se puede evidenciar que se genera un cambio en el escenario con señalización y con bahías respectivamente de deterioro del 11% y mejora del 2% en la demora promedio, y un aumento del 6% y 1% en el tiempo total de viaje.

En la velocidad se evidencia una afectación del 6% y 0%, lo que indica que estas propuestas no logran impedir los desplazamientos a lo largo de la malla vial.

El nivel de servicio promedio es (E) para todos los nodos en los tres escenarios evaluados, y la demora promedio no presenta afectaciones significativas. El único cambio notable se observa en el escenario con señalización, donde las longitudes de cola promedio y máxima aumentan: en el nodo uno y tres, la cola promedio incrementa en 5 y 8 metros; en cuanto a la cola máxima, se registran aumentos de 64 y 19 metros en los mismos nodos.

El nivel de servicio anteriormente mencionado indica que la demanda del tráfico supera la capacidad de la infraestructura vial, lo que resulta en demoras significativas de más de 35 segundos en recorrer los nodos. A partir de los resultados, se concluye que la alternativa de estacionamiento en bahía es viable. A pesar de los cambios en los indicadores operacionales de la red, se garantiza y mejora la movilidad en los corredores afectados, manteniendo condiciones aceptables.

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de Maraví, Matuk y Chong (2019), quienes proponen alternativas para las entregas de mercancías mediante un uso multimodal del espacio público. Esto incluye la implementación de bahías de descarga, la ampliación de las vías, la regulación de las actividades y la creación de carriles exclusivos para carga. De manera similar, Merchán & Blanco (2016) proponen una metodología para analizar alternativas de logística urbana que permitan sobrepasar algunas de las limitaciones observadas en estudios recientes de diferentes ciudades grandes de Latinoamérica. Por ejemplo, Buenos Aires ha implementado cerca de 800 bahías en las zonas de mayor movimiento de carga de la ciudad. Finalmente, Serna (2017) refuerza la idea de que la ausencia de bahías o áreas de carga y descarga refleja el crecimiento y la saturación acelerada de zonas como el centro de Bogotá, las cuales se desarrollaron rápidamente al ritmo de la explosión demográfica y económica, sin tener en cuenta aspectos fundamentales de planificación urbana relacionados con la logística de mercancías.

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia que la implementación de bahías ha favorecido en diferentes lugares de Latinoamérica el alto flujo del tráfico, especialmente en zonas de comercio que se ven afectadas por el estacionamiento de vehículos de carga, que ocupan un carril generando congestión vial.

La ejecución y puesta en funcionamiento de bahías de carga y descarga en la ciudad de Bogotá ofrecerá una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos. Entre estos, se destacan mejoras en la movilidad, mayor seguridad en las vías, entregas más rápidas por parte de las empresas, reducción de emisiones contaminantes y un aire más limpio para los habitantes.

Además, estas bahías facilitarán la logística de distribución de mercancías en áreas urbanas, lo que generará beneficios económicos y ambientales al disminuir el consumo de combustibles, reducir contaminantes, acortar distancias recorridas y optimizar los tiempos de viaje.

Como conclusión y de acuerdo con todo el análisis anteriormente expuesto, el mejor modelo a implementar son las bahías, con el propósito que esta estrategia sea replicada e implementada en las demás zonas comerciales de la ciudad, el modelo propuesto se evidencia en las Figuras 26 y 28:

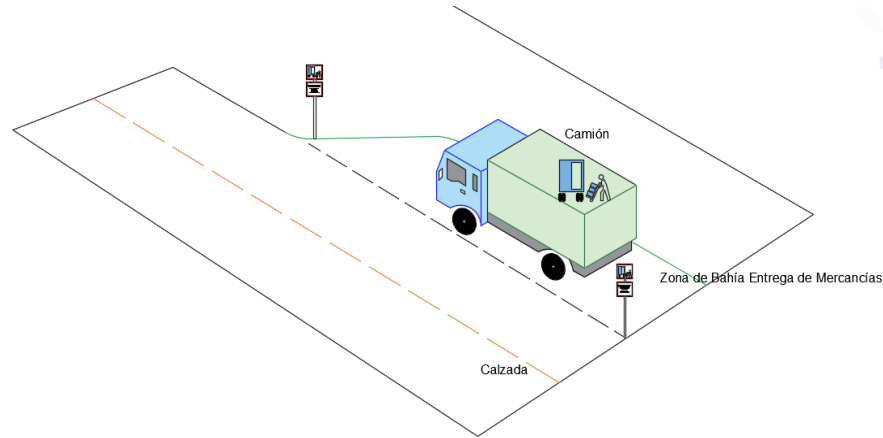


Figura 28. Red vial modelada para la situación con bahía
Descripción: Modelación Vissim con situación de Bahía: Fuente: Elaboración Propia, 2024.

No obstante, es considerable tener en cuenta las siguientes recomendaciones para que la implementación de la bahía tenga un resultado exitoso en la movilidad de la ciudad de Bogotá:

- Las políticas públicas y restricciones que existen a la fecha deben ser mas específicas con el fin de que logren abordar los problemas de movilidad existentes, es importantes también, que se haga un correcto seguimiento por parte de la policía de tránsito a los horarios de restricción para los camiones de carga en zonas de comercio que puedan afectar la movilidad de los ciudadanos.
- Se debe establecer un tiempo de permanencia en las bahías de entre 15 y 30 minutos. Además, el funcionamiento de estas deberá coincidir con los horarios de actividad de los puntos comerciales, tanto diurnos como nocturnos. En las calles peatonales comerciales, es importante coordinar las operaciones con los comercios para minimizar el contacto con los peatones.
- Es importante involucrar a la comunidad a la hora de implementar las infraestructuras de bahías en los diferentes sectores con el fin de llegar a acuerdos con los habitantes de la zona y los comerciantes locales, ya que pueden contribuir con información importante que permita ajustar la propuesta.

- Al diseñar las bahías de carga y descarga, es fundamental considerar los siguientes aspectos:
 - La ubicación y dimensiones de las bahías deben satisfacer las necesidades de los vehículos y de la operación logística, así como también atender a los requerimientos de los comerciantes y garantizar las condiciones de seguridad vial.
 - Es esencial que las bahías no interfieran con la movilidad de peatones y ciclistas.
 - Deben estar ubicadas en áreas debidamente demarcadas y señalizadas, tanto horizontal como verticalmente.
- Por último, es importante proponer futuros estudios para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y cómo se podrían adaptar a otros contextos urbanos de la ciudad de Bogotá.

BIBLIOGRAFÍA

- ASITT. (2016). ANÁLISIS DE MOVILIDAD PLAN PARCIAL EL CHANCO.
https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/anexo1_analisis_movilidad.pdf
- Bogotá. (2022). Entra en operación una zona de cargue y descargue de mercancías en Puente Aranda.
<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/movilidad-zona-de-cargue-y-descargue-en-la-localidad-de-puente-aranda>
- Contreras, S. P., Navarro, M. & Rendón, O. (2020). *Análisis vial de vehículos de carga pesada en el corredor de la calle 13 en Bogotá D.C. En el periodo 2018 - 2020.*
<http://hdl.handle.net/20.500.12010/10841>.
- Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable – GIZ GmbH en México. (2022). GUÍA TÉCNICA: DISEÑO DE BAHÍAS DE CARGA Y DESCARGA.
https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2023/05/guia_tecnica_diseño_de_bahias_de_carga_y_descarga.pdf
- Decreto 840 de 2019, Por medio del cual se establecen las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones. 27 de diciembre 2019. D.O. No. 840
- Díaz, D. (2022). *Movilidad sostenible en el transporte terrestre de carga en Colombia.*
<http://hdl.handle.net/10654/44258>
- Ecologistas en Acción. (2007). Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible.
[https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/3_Movilidad%20sostenible%20\(Ecologistas\).pdf](https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/3_Movilidad%20sostenible%20(Ecologistas).pdf)
- El Tiempo. (2019). Toda señal debe transmitir un mensaje inequívoco al usuario de las vías.
<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/lo-que-debe-saber-de-senalizacion-vial-en-colombia-396682>
- Google Maps (n.d.). Maps. https://www.google.com/maps/@15.2970703,10402880m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAyMy4wLkxMDS0ASAFQAw%3D%3D

Hernández-Sampieri, R. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64591365/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n._Rutas_cuantitativa_cualitativa_y_mixta-libre.pdf?1601784484=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=1730258332&Signature=VWSBo4sCBIBJcng9XqUpEJLozKapRP633NJ80zl2DpuBcY1n1SIX8o-0Nr09-bsZiHlfZ9GDLPgMwzp~OM4Nbfu6vJ8~B2avoXxSq-GspHm~aoWTRBaXceG2XiYjoK22fu-TLRf2TxNA~u2ruPNcultbP0pNRredpqiUmpRLcNhpbCCYbA0HW8mqgCBXrMpMD0Or1rZ5o4bKne4aFFW5ifWuUZn1dlEbuWi5jlszty6nBofjYse0RnBn3TI~xajNGayrO8oL5v5LCHoPwXmmFP~nF6ULWia7Y~X4Tlrjml-sHswzZfV4i36PWBt4DxL2Dh2sCIY44iM0vfCW-BmzLw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Hinojosa, R. (2017). Infraestructura urbana, factor influyente de la movilidad urbana y por consecuencia impacta en la seguridad vial, y en la salud pública de la ciudad: caso de estudio, zona metropolitana de la ciudad de Toluca. https://bdigital.uncu.edu.ar//objetos_digitales/10300/21-07.pdf

Kučera, T & Chocholáč, J. (2021). Design of the City Logistics Simulation Model Using PTV VISSIM Software. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521001939>

La Guía Global de Diseño de Calles. (2016). <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide-es/>

Ley 1971 de 2019, POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECE LA PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE SANO ESTABLECIENDO MEDIDAS TENDIENTES A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES. 18 de julio 2019.

Ley 769 de 2002, Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. 6 de agosto 2002.

- Maraví, G., Matuk, D., & Chong, M. (2019). Impacto de la infraestructura en las operaciones logísticas. Gestión de carga y entrega de mercancías. <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/382/471>
- Meneses, S & Gómez M. (2023). Caracterización de emisión de ruido asociado al tráfico de camiones en la calle 13 de Bogotá. Periodos pre, durante y post pandemia. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/3336>
- Metro de Bogotá, (n.d.). Infografía Beneficios Metro. <https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/Infografia-beneficios-metro.pdf>
- Ministerio de Transporte. (2024). En 2023 se movizaron más de 135 millones de toneladas de carga por las vías del país. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11666/en-2023-se-movizaron-mas-de-135-millones-de-toneladas-de-carga-por-las-vias-del-pais/#:~:text=Es%20as%C3%AD%20como%20el%20a%C3%B1o,a%20la%20cifra%20de%202022>
- Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización Vial. <https://mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>
- Ministerio de Transporte. (2024). En el primer trimestre de 2024 se movizaron más de 34 millones de toneladas de carga por las vías del país. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11719/en-el-primer-trimestre-de-2024-se-movizaron-mas-de-34-millones-de-toneladas-de-carga-por-las-vias-del-pais/>
- Moran, S., & Diaz, C. (2020). El objetivo de desarrollo sostenible 11 de la Agenda 2030: ciudades y comunidades sostenibles. Metas, desafíos, políticas y logros. *Cuadernos de estrategia*, (206), 21-68. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7649178>
- Mira, J., & Soler, D. (2024). *Manual del transporte de mercancías*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AWJUDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=manual+de+transporte+de+mercancias&ots=72LkUNUW9O&sig=6_gstvASzPEBQfAfpR4_UJaktlA0#v=onepage&q=manual%20de%20transporte%20de%20mercancias&f=false
- Naciones Unidas (n.d.). Causas y efectos del cambio climático. <https://www.un.org/es/climatechange/science/causes-effects-climate->

[change#:~:text=El%20transporte%20es%20responsable%20de,transporte%20durante%20los%20pr%C3%B3ximos%20a%C3%B1os.](#)

Neoland. (2020). ¿Cómo cotizar las Señales Verticales?. <https://neolandsas.co/como-cotizar-las-senales-verticales/>

Normas Técnicas Colombianas. (2000). TIPOLOGÍA PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE. NTC 4788. https://cdatecnosabana.com/wp-content/uploads/Docs/NTC4788_Tipologia_de_vehiculos.pdf

NYC Street Desing. (2020). Geometry. https://www.nycstreetdesign.info/sites/default/files/2020-03/Geometry_SDM_v3_2020_1.pdf

Pachón, N. (2023). PROBLEMÁTICA DE MOVILIDAD EN BOGOTÁ. <https://repositorio.unbosque.edu.co/items/3dfde10c-109e-4567-80b1-60a8d24abd4a>

PTV Group. (n.d.). PTV Vissim demo. PTV Group. <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim/demo>

Resolución 4100 de 2004, Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera. para su operación normal en la red vial a nivel nacional. 28 de diciembre 2004.

Rodríguez, Y. (2018). Potenciar la resiliencia de las ciudades y sus territorios de pertenencia en el marco de los acuerdos sobre cambio climático y de la Nueva Agenda Urbana. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44218>

Ruiz, M., Astorga, F., & Villa, J. (2019). La Importancia de las Señales de Tránsito en las Vías Terrestres. *FingUACH . Una Mirada a La investigación científica*, 5(17), 10,11. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/finguach/article/view/359>

Secretaria de Movilidad Bogotá. (2021). NFORME DE ALCANCE AL DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE DPM-ET-007-2020 A LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DE TRAZADO PARA DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN DE CICLO-INFRAESTRUCTURA. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Temas/2021-11-23/alcance_dts_dpm-et-007-2020.pdf

- Secretaria de Movilidad Bogotá. (2023). INFORME DE GESTIÓN Y RESULTADOS. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-01-2024/informe_de_gestion_y_resultados_2023.pdf
- Secretaria de Movilidad Bogotá. (2024). Movilidad Sostenible. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/cero_y_bajas_emisiones/home
- Serna, E. (2017). INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN INGENIERÍA. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación, Primera Edición. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/investigacion-formativa-en-ingenieria-1197376/>
- Street Design Manual for Oslo. (2020). CITY OF OSLO, AGENCY FOR URBAN ENVIRONMENT Street Design Manual for Oslo. https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13441080-1646147194/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Gatenormal%20og%20normmark/Gate%20og%20veinormaler/Street-design-manual_ENG.pdf
- Silva Casallas, J. (2019). Análisis de la influencia de los factores atmosféricos en el desvanecimiento de la señal en las emisoras comunitarias de la ciudad de Bogotá. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/88017db2-0a35-4901-a349-99d207864a7c/content>
- Transmilenio. (2023). Con 1.485 buses 100% eléctricos, Bogotá es la ciudad con mayor flota eléctrica fuera de China. <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/152026/con-1485-buses-100-electricos-bogota-es-la-ciudad-con-mayor-flota-electrica-fuera-de-china/>
- Transmilenio. (2023). Abecé de TransMiCable. <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151067/abece-de-transmicable/>
- Universidad de los Andes. (2024). Educación Movilidad sostenible: un camino hacia ciudades más saludables. <https://programas.uniandes.edu.co/articulo/movilidad-sostenible-posgrado#:~:text=Adoptar%20la%20movilidad%20sostenible%20conlleve,positivamente%20en%20la%20salud%20p%C3%ABlica.>

ANEXO

A continuación, se detallan los anexos utilizados producto de la investigación para el desarrollo del presente documento:

ANEXO 1. SISTEMAS DE SEMANFOROS INTELIGENTES (SSI)



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría de Movilidad

SISTEMA DE SEMÁFOROS INTELIGENTE (SSI) - BOGOTÁ D.C.
CONTRATO SDM 2017 1913

ACTA DE ENTREGA - PLANEAMIENTO SEMAFORICO

DATOS GENERALES

NÚMERO EXTERNO: 2058

EQUIPO: C900V

ZONA PLANEAMIENTO: Centro

ZONA AUTOMÁTICA: 2801

COMUNICACIONES

CONEXIÓN: Central

PROTOCOLO: OCITZ.0

FUNCIONAMIENTO: CA-TA

TIPO DE PROGRAMACIÓN LÓGICA: PDM

TIPO DE MODIFICACION

ESQUEMA: MODIFICADO

MATRIZ CONFLICTOS: MODIFICADA

MATRIZ INTERMEDIOS: MODIFICADA

LÓGICA: MODIFICADA

T. FASES: MODIFICADA

PERMISIVIDAD: MODIFICADA

PARAMETROS TA: MODIFICADA

PARAMETROS CA: MODIFICADA

DIRECCIÓN		FASES	DISPOSITIVOS	ESTADO DISPOSITIVOS				CONTADOR REGRESIVO
ID SIG:	293	3	Botón-Sonoro-Video	Conectado	Conectado	Conectado	N.A.	
DIRECCIÓN: KR 13 X AV FRANCISCO MIRANDA (AC 45)								

CONTENIDO:

Esquema Cant. 1

Automático Interno (AI) 1

Matriz de conflictos (MC) 1

Matriz de Tiempos Intermedios (MI) 1

Plan de Conexión (PC) 1

Plan de Desconexión (PD) 1

Planes de Señales (PS) 12

Tabla Detectores Cant. 1

Parámetros TA 1

Parámetros CA 12

Tabla de Condiciones / Diagrama de Flujo 1

Plan Secuencia de Fases (SF) 1

Transiciones de Fase (TF) 5

Planes de Permisividad (PP) 11

Archivo Digital Planeamiento Cant. 1

Archivo Digital de Simulación 1

Protocolo de Prueba PS 1

2058_Versión1.sop6

2058_Vissim1.zip

ACTIVIDAD **OBSERVACIONES:**

Optimización Intersección

Se modifica planeamiento por optimización e incorporación a la zona Automática 2801, se modifican los planes existentes, se crean los planes 9, 10, 11 y 12.
Se activa el modo de operación respectivo de la siguiente manera en los grupos 3 y 4 Brechas y en los grupos 721, 723, 724, 731, 733 y 734 Activación de Sonoros.
El plan 8 opera en tiempos fijos. Hace parte integral de este planeamiento el concepto la zona Automática correspondiente.

PROCESO	NOMBRE Y CARGO	FIRMA	FECHA
Elaboró CMF 2050:	Jairo Gil Gamba - Ing. Planeamiento de tráfico		22/10/2020
Revisó y Aprobó CMF 2050:	Carlos Eduardo González Zuluaga - Ing. Especialista Tránsito y Transporte		22/10/2020
Aprobó CPT:	Herivel Varela Maffa - Ing. Especialista Tránsito y Transporte		2020.10.29 09:26:42 -05'00'
Validó SDM:			2020.11.08 23:16:39 -05'00'

CONVENCIONES

Modo Local: TF: Tiempos Fijos - TA: Tráfico Activo

Modo Central: CA: Central Adaptativa - R: Responsivo - RP: Responsivo Pasivo - BT: Basado Tiempo

* para programación SL, los parámetros se encuentran en la SF.

OPERACIONES - CMF 2050

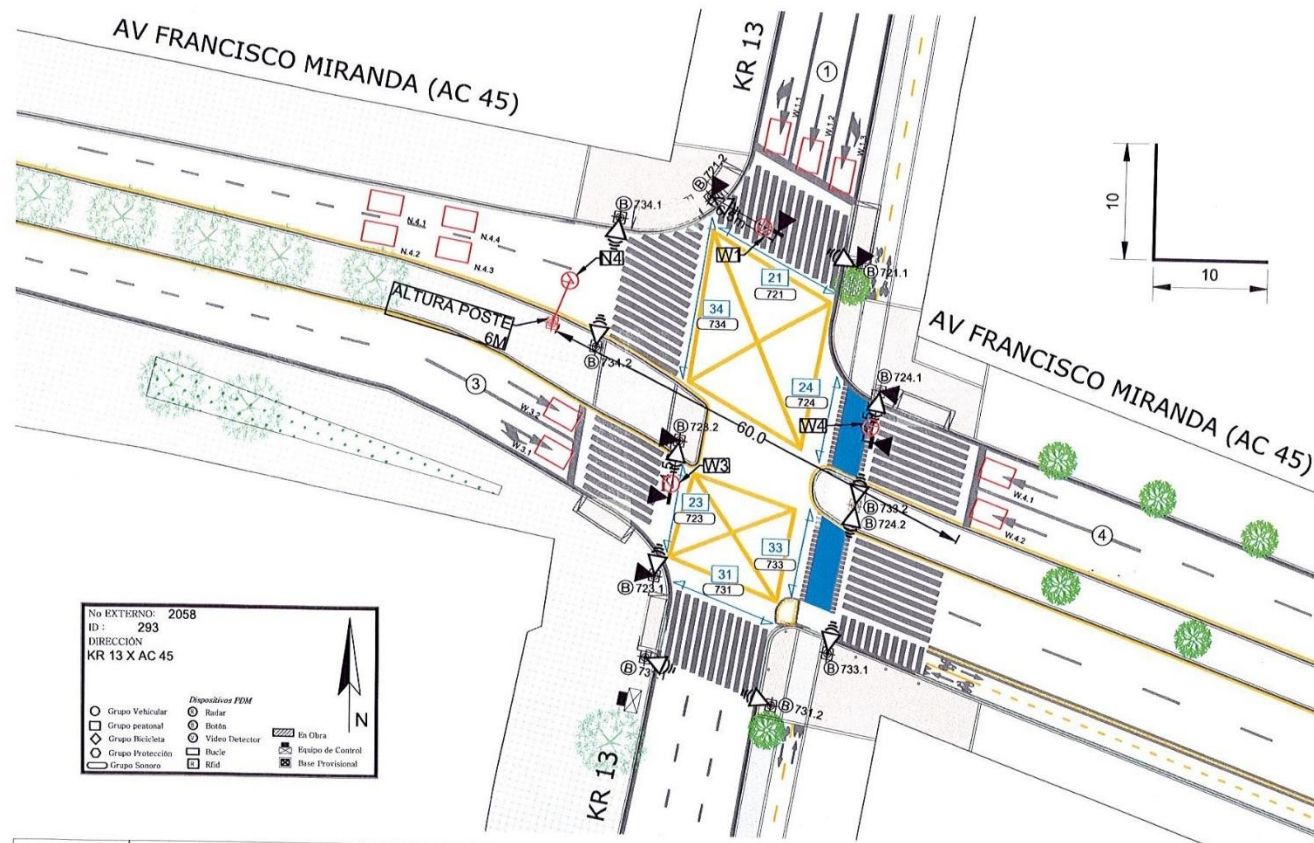
Coordinador:

Operador:

Nombre y Firma: José Javier Díaz, Shanny Suarez

Fecha Implementación: 09/10/2022

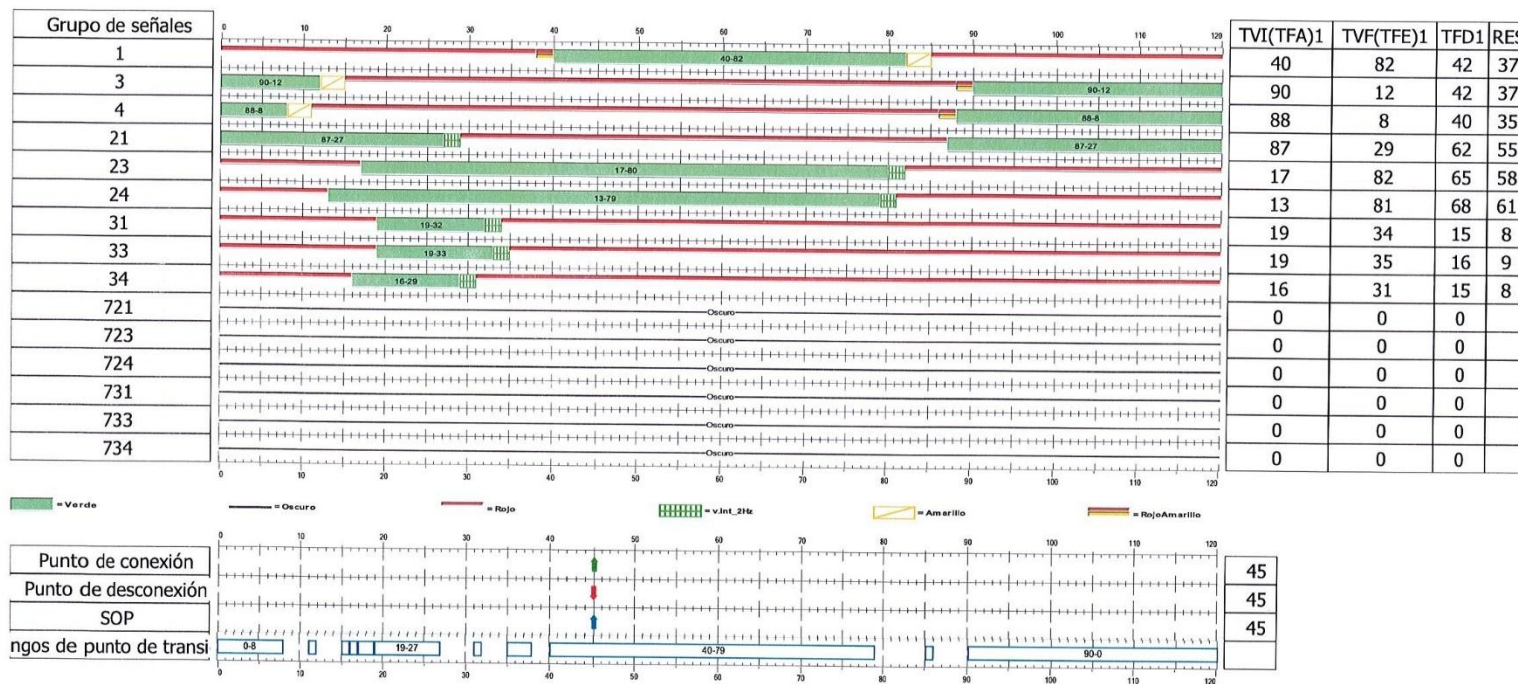
Mapa



Externo:	2058	Dirección:	KR 13 X AC 45	Zona Auto:	2801	Vo.Bo.CMF	ING. CEGZ
Encargado:	Ing. Jairo Gil Gamba	Versión:	SSI_2058_Versión1.sop6	Fecha:	8/05/2020 20:23:11	Vo.Bo.CPT	
Contrato:	CTO SDM: 20171913	Consorcio Movilidad Futura 2050		Sittraffic Office		Vo.Bo.SDM	

Programas de señal \ PS_2_C900V_2058

Ser. no.	O-Nr.	Nombre corto	Nombre	Descripción	Tiempo de Ciclo	No de Com. Dispo.	Tipo	Desfase	Tabla de volúmenes	MTI(ZZ)	MDI	MDF	COORDINACION	S-Encendido	S-Off	@Point-in-time values based on
2	2	PS_2_C900V_2058	PS_2_C900V_2058		120	2	SG	0		MI_C900V_2058			1	PC_C900V_2058	PD_C900V_2058	0



Externo:	2058	Dirección:	KR 13 X AC 45	Zona Auto:	2801	Vo.Bo.CMF	ING.CEGZ.
Encargado:	Ing. Jairo Gil G.	Versión:	SSI_2058_Versión1.sop6	Fecha:	05/05/2020 13:37:56	Vo.Bo.CPT	
Encargado:	CTO SDM: 20171913	Consortio Movilidad Futura 2050		Sitrafica Office		Vo.Bo.SDM:	

ANEXO 2. SISTEMAS DE SEMANFOROS INTELIGENTES (SSI) – 2056 – CV900V



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría
Movilidad



SISTEMA DE SEMÁFOROS INTELIGENTE (SSI) - BOGOTÁ D.C. CONTRATO SDM 2017 1913

ACTA DE ENTREGA - PLANEAMIENTO SEMAFORICO

DATOS GENERALES		COMUNICACIONES		TIPO DE MODIFICACION	
NÚMERO EXTERNO:	2056	CONEXION:	Central	ESQUEMA:	LÓGICA:
EQUIPO:	ACTROS	PROTOCOLO:	OCIT2.0	MATRIZ CONFLICTOS:	T. FASES:
ZONA PLANEAMIENTO:	Centro	FUNCIONAMIENTO:	RP-TF	MATRIZ INTERMEDIOS:	PERMISIVIDAD:
ZONA AUTOMÁTICA:	2801	TIPO DE PROGRAMACION LOGICA:	N.A.		PARAMETROS TA:
					PARAMETROS CA:

DIRECCIÓN	FASES	DISPOSITIVOS	ESTADO DISPOSITIVOS	CONTADOR REGRESIVO
ID SIG: 274 KR 13 X CL 50	2	Sin	N.A. - N.A. - N.A. - N.A.	
ID SIG: 279 KR 13 X CL 49	2	Sin	N.A. - N.A. - N.A. - N.A.	

CONTENIDO:	Cant.	Cant.	Cant.
Esquema	1	Tabla Detectores	1
Automático Interno (AI)	1	Parámetros TA	
Matriz de conflictos (MC)	1	Parámetros CA	
Matriz de Tiempos Intermedios (MI)	1	Tabla de Condiciones / Diagrama de Flujo	
Plan de Conexión (PC)	1	Plan Secuencia de Fases (SF)	
Plan de Desconexión (PD)	1	Transiciones de Fase (TF)	
Planes de Señales (PS)	12	Planes de Permisividad (PP)	
		Archivo Digital Planeamiento	1 2056_Versión1.zip
		Archivo Digital de Simulación	
		Protocolo de Prueba PS	

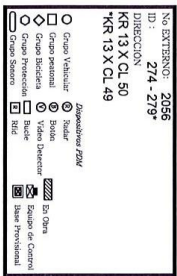
ACTIVIDAD	OBSERVACIONES:
Optimización Intersección	Se modifica planeamiento por optimización e incorporación a la zona Automática 2801, se modifican los planes existentes, se crean los planes 9, 10, 11 y 12. Hace parte integral de este planeamiento el concepto de la zona Automática correspondiente.

PROCESO	NOMBRE Y CARGO	FIRMA	FECHA
Elaboró CMF 2050:	Jairo Gil Gamba - Ing. Planeamiento de tráfico	Firmado digitalmente por Gil Gamba Jairo DN: cn=Gil Gamba Jairo, o=Siemens, email=jairo.gil_gamba@siemens.com Fecha: 2020.10.30 17:04:15 -05'00'	30/10/2020
Revisó y Aprobó CMF 2050:	Carlos Eduardo González Zuluaga - Ing. Especialista Tránsito y Transporte	Firmado digitalmente por Gonzalez Zuluaga Carlos Eduardo Fecha: 2020.11.20 12:05:48 -05'00'	30/10/2020
Aprobó CPT:	Hervé Varela Maffa - Ing. Especialista Tránsito y Transporte	Firmado digitalmente por HERVER VARELA Fecha: 2020.11.20 18:13:35 -05'00'	
Validó SDM:		Sandra Fuentes 2020.11.25 09:58:49 -05'00'	

OPERACIONES - CMF 2050	
Coordinador	Operador
Nombre y Firma	Nombre y Firma
Fecha Implementación:	05-01-2021

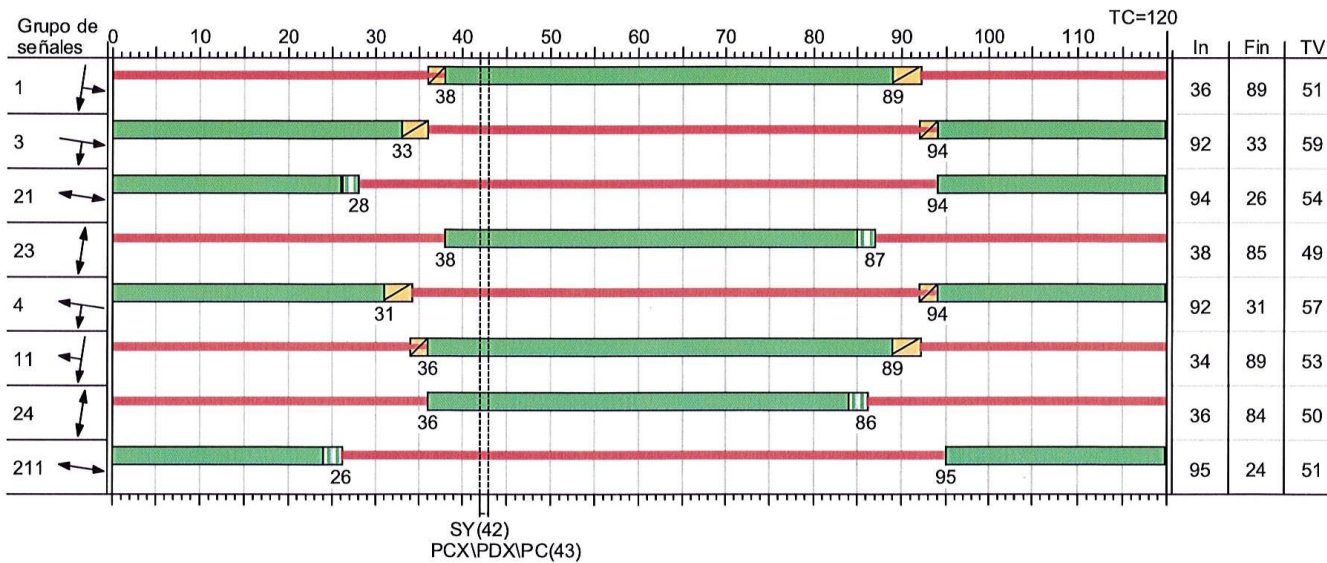
CONVENCIONES	Modo Local: TF: Tiempos Fijos - TA: Tráfico Actuado	Modo Central: CA: Central Adaptativa - R: Responsivo - RP: Responsivo Pasivo - BT: Basado Tiempo
	* para programación SL, los parámetros se encuentran en la SF.	

LISA+



Proyecto:	Bogotá SSI		
Dirección:	KR 13 X CL 50; KR 13 X CL 49		
Contrato:	CTO SDM 2017/1913 CMF/2050	Version:	SSI_2056_Version1.zip
Encargado:	Ing. Jairo Gil G.	Vo.Ba.CMF/CP/SDM:	ING. CEGZ
			
		Fecha:	08/05/2020
		Zona Aut:	2801

PS_2_ACTROS_2056



Proyecto	Bogotá SSI				
Intersección	KR 13 X CL 50; KR 13 X CL 49				
Contrato no.	CTO SDM 20171913 CMF2050	Versión:	SSI_2056_Versión1.zip	Fecha	2/03/2020
Encargado	Ing. Jairo Gil G.	Vo.Bo.CMF/CPT/SDM:	ING. CEGZ	Zona Aut:	2801

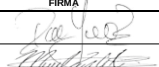
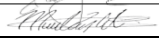
ANEXO 3. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Secretaría de Movilidad	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG			
	PROCESO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO			
	ACTA DE ENTREGA - PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO			
	Código: PM03-PR07-F06		Versión: 1.0	

ACTA DE ENTREGA - PLANEAMIENTO SEMAFORICO				
DATOS GENERALES	COMUNICACIONES	FUNCIONAMIENTO	GRUPOS	MODIFICACIONES
NÚMERO EXTERNO: <u>2055</u> EQUIPO: <u>ACTROS</u> ZONA PLANEAMIENTO: <u>CENTRO</u> ZONA AUTOMÁTICA: <u>2809</u>	CONEXION: <u>CENTRAL</u> PROTOCOLO: <u>OCIT2.0</u> FUNCIONAMIENTO: <u>R-TA</u> TIPO DE PROGRAMACION LOGICA: <u>OMI</u>	Activación de sonoro: <u>721-723</u> Brechas: <u>1:3:4</u> Fases por demanda vehicular: _____ Fases por demanda peatonal: _____ Fases por demanda peatonal sonoro: _____	Optimización Intersección: _____ _____ _____ _____	

DIRECCIÓN	FASES	DISPOSITIVOS	ESTADO DISPOSITIVOS	GRUPOS COMPLEMENTO
ID SIG: <u>267</u> <u>KR 13 X AC 53</u>	<u>3</u>	<u>Video Detector - Botón - Sonoro</u>	Conectados - Conectados - Conectados -	CR LP BOSEP PD

Esquema: Cant. <u>1</u> Automático Interno (AI): <u>1</u> Matriz de conflictos (MC): <u>1</u> Matriz de Tiempos Intermedios (MI): <u>1</u> Plan de Conexión (PC): <u>1</u> Plan de Desconexión (PD): <u>1</u> Planes de Señales (PS): <u>12/12</u>	Tabla Detectores: Cant. <u>1</u> Parámetros TA: <u>1</u> Parámetros CA: <u>1</u> Tabla de Condiciones / Diagrama de Flujo: <u>1</u> Plan Secuencia de Fases (SF): <u>1</u> Transiciones de Fase (TF): <u>3/3</u> Planes de Permisividad (PP): <u>12/12</u>	Archivo Digital Planeamiento: Cant. <u>1</u> <u>SEMA 2055 Versión1.zip</u> Archivo Digital de Simulación: <u>1</u> <u>SEMA 2055 Versión1.zip</u> Protocolo de Prueba PS: <u>1</u> <u>PS 2</u>
--	--	---

PROCESO	NOMBRE Y CARGO	FIRMA	FECHA
Elaboró:	Ing. Diana Y. Izquierdo C. - Profesional universitario SDM		08/11/2023
Aprobó:	Profesional Especializado SDM		

CONVENIONES	
Modo Local: _____ Modo Central: CA: Central Adaptativa - R: Responsivo - RP: Responsivo Pasivo - BT: Basado Tiempo	* para programación SL, los parametros se encuentran en la SF.

OPERACIONES	
Nombre y Firma: <u>Felipe Lopez</u> Fecha Implementación: <u>7/12/23</u>	Nombre y Firma: <u>Manuel Gómez M.</u> Fecha: <u>06/12/2023</u> Operaciones - Contrato de Mantenimiento: _____ Operaciones SDM: _____ Operador: 

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	PROCESO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO	
	PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA INTERNO	
	Código: PM03-PR07-F04	Versión: 2.0

DATOS GENERALES	
NÚMERO EXTERNO: 2055	DIRECCIÓN: KR 13 X AC 53
EQUIPO: ACTROS	ID SIG: 267

362

DÍA DE LA SEMANA	AUTOMÁTICO DE SEMANA
Lunes a Jueves	1
Viernes	4
Sábado	2
Domingo / Festivo	3

ZONA AUTOMATICA

2809

WD1		
HORA	MINUTO	PLAN
0	00	8
5	00	7
5	30	2
11	00	3
15	00	4
21	30	7
23	00	8

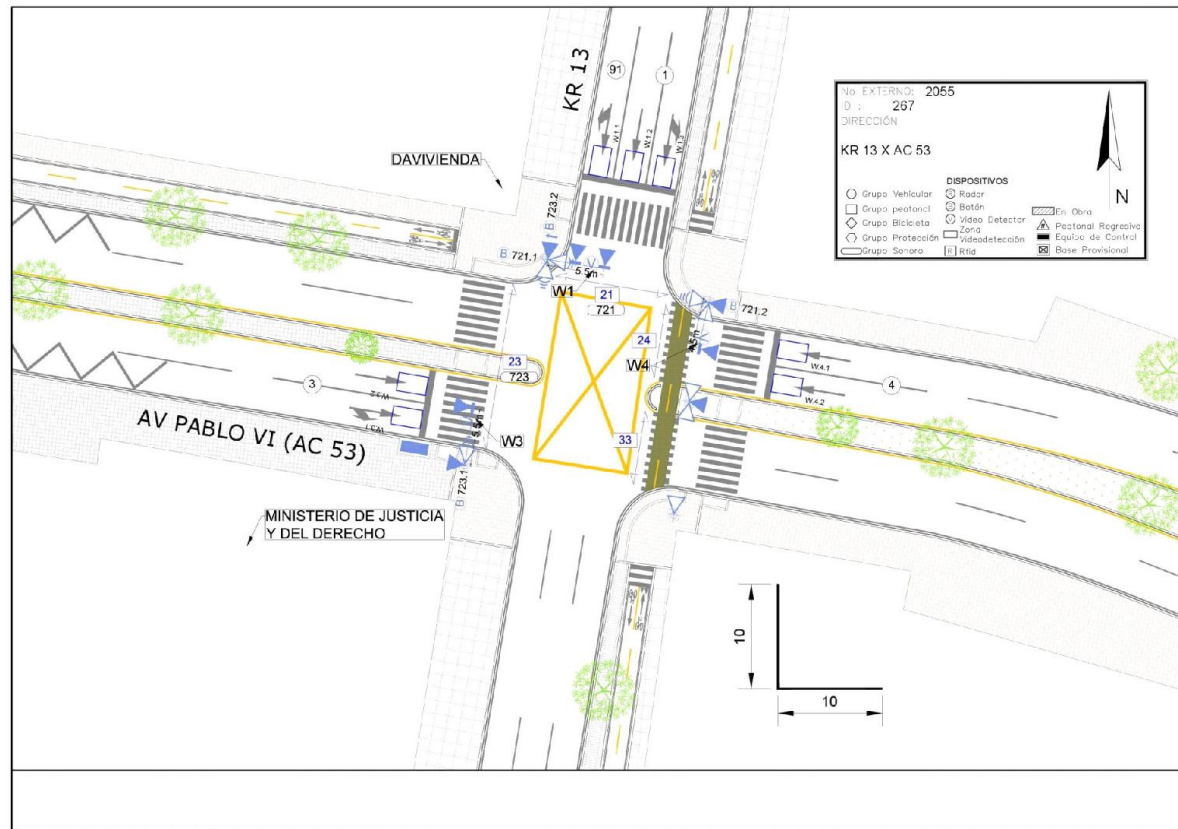
OBSERVACIONES:		SE ACTUALIZA AUTOMÁTICO INTERNO POR CAMBIO DE ZONA AUTOMÁTICA PASA DE 2801 A 2809.		<table><tr><th colspan="2">OPERACIONES</th></tr><tr><td></td><td>Manuel Gómez M. 06/12/2023</td></tr><tr><td>Operaciones - Contrato de Mantenimiento</td><td>Operaciones SDM</td></tr><tr><td>Nombre y Firma Felipe Lopez 7/12/23</td><td>Nombre y Firma Operator</td></tr></table>		OPERACIONES			Manuel Gómez M. 06/12/2023	Operaciones - Contrato de Mantenimiento	Operaciones SDM	Nombre y Firma Felipe Lopez 7/12/23	Nombre y Firma Operator
OPERACIONES													
	Manuel Gómez M. 06/12/2023												
Operaciones - Contrato de Mantenimiento	Operaciones SDM												
Nombre y Firma Felipe Lopez 7/12/23	Nombre y Firma Operator												
PROCESO	NOMBRE Y CARGO	FIRMA	FECHA										
Elaboró: CONVENIONES	Ing. Diana Y. Izquierdo C. - Profesional universitario SDM.		08/11/2023										
Aprobó:	Ing. Profesional Especializado SDM		23/11/2023										

Unrestricted

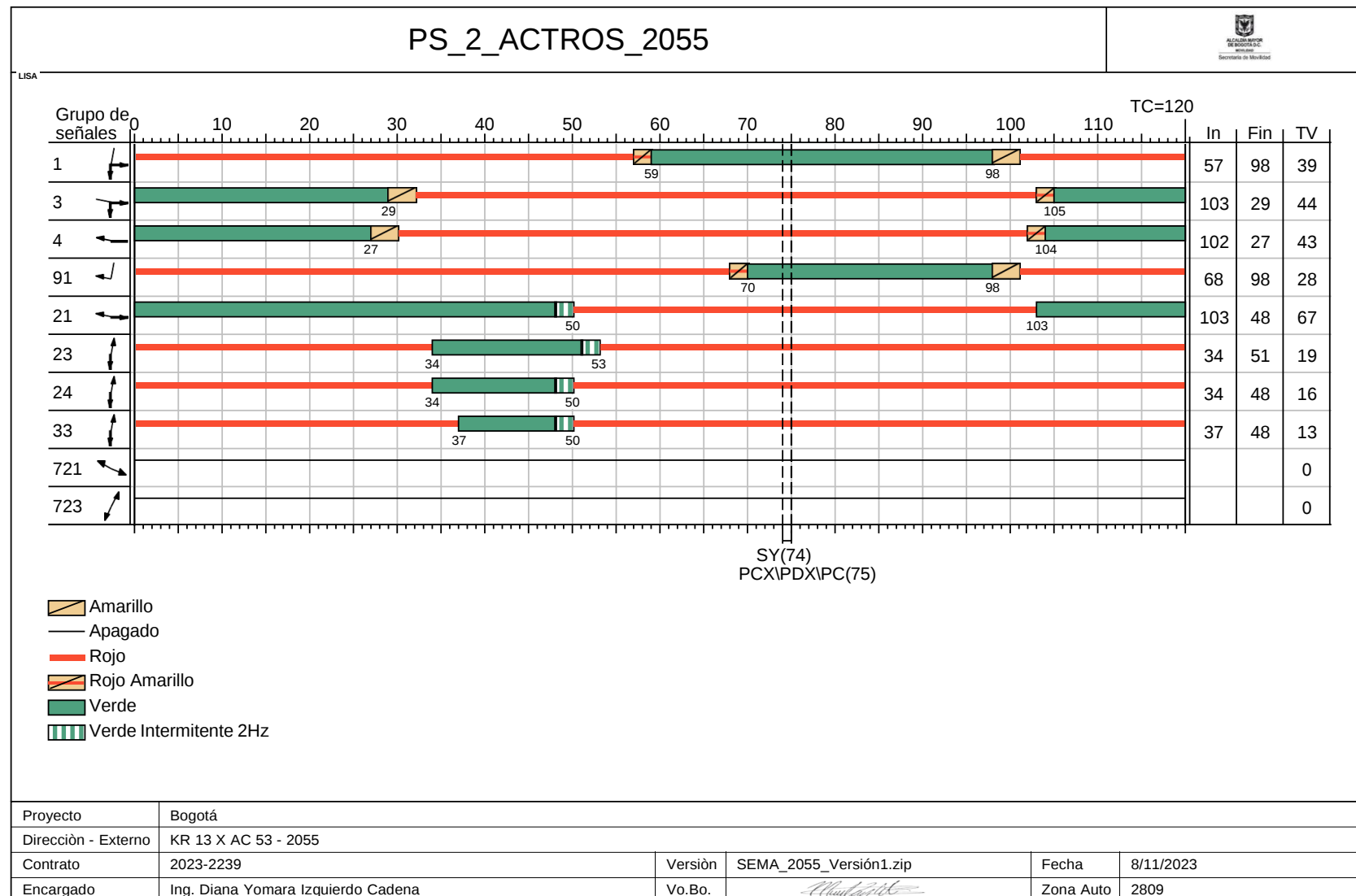
ESQUEMA GENERAL - ACTROS - 2055



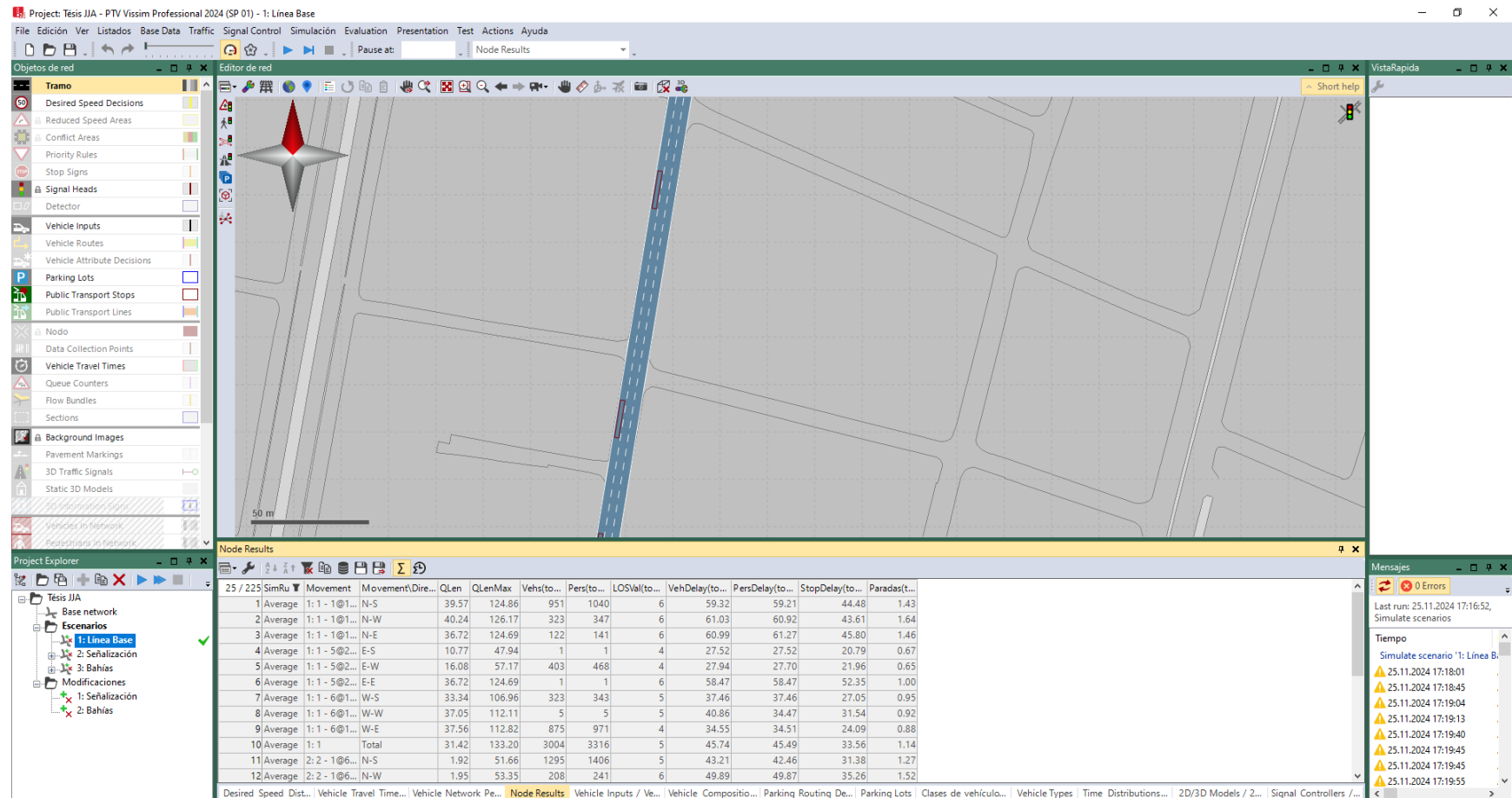
LISA



Proyecto	Bogotá				
Dirección - Externo	KR 13 X AC 53 - 2055				
Contrato	2023-2239	Versión	SEMA_2055_Versión1.zip	Fecha	8/11/2023
Encargado	Ing. Diana Yomara Izquierdo Cadena	Vo.Bo.		Zona Auto	2809



ANEXO 4. RESULTADOS DEL NODO LINEA BASE



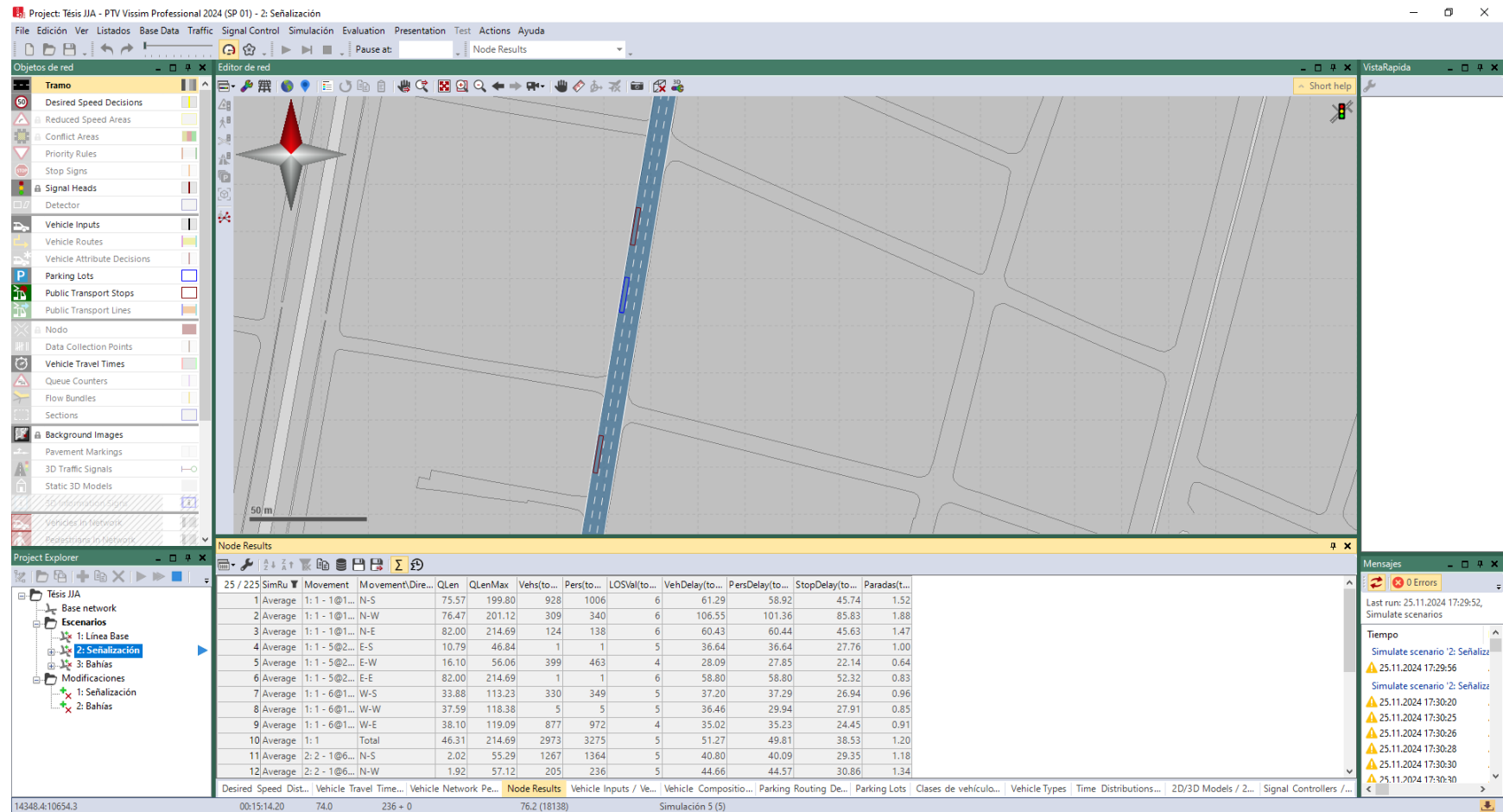
NODO LINEA BASE

MOVEMENTE	TIMEINT	MOVEMENT	MOVEMENT\	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOSVAL(ALL)	VEHDELAY(A	PERSDELAY(A	STOPDELAY(A	STOPS(ALL)
AVG	900-4500	1-1@1086.3-1	N-S	39.57	124.86	951	1040	6	59.32	59.21	44.48	1.43
AVG	900-4500	1-1@1086.3-5	N-W	40.24	126.17	323	347	6	61.03	60.92	43.61	1.64
AVG	900-4500	1-1@1086.3-6	N-E	36.72	124.69	122	141	6	60.99	61.27	45.8	1.46
AVG	900-4500	1-5@232.3-1	E-S	10.77	47.94	1	1	4	27.52	27.52	20.79	0.67
AVG	900-4500	1-5@232.3-5	E-W	16.08	57.17	403	468	4	27.94	27.7	21.96	0.65
AVG	900-4500	1-5@232.3-6	E-E	36.72	124.69	1	1	6	58.47	58.47	52.35	1
AVG	900-4500	1-6@114.3-1	W-S	33.34	106.96	323	343	5	37.46	37.46	27.05	0.95
AVG	900-4500	1-6@114.3-5	W-W	37.05	112.11	5	5	5	40.86	34.47	31.54	0.92
AVG	900-4500	1-6@114.3-6	W-E	37.56	112.82	875	971	4	34.55	34.51	24.09	0.88
AVG	900-4500	1 Total		31.42	133.2	3004	3316	5	45.74	45.49	33.56	1.14
AVG	900-4500	2-1@652.5-1	N-S	1.92	51.66	1295	1406	5	43.21	42.46	31.38	1.27
AVG	900-4500	2-1@652.5-4	N-W	1.95	53.35	208	241	6	49.89	49.87	35.26	1.52
AVG	900-4500	2-4@98.2-1	E-S	6.28	35.33	96	116	3	15.28	15.02	12.31	0.48
AVG	900-4500	2-4@98.2-4	E-W	9.05	42.15	267	320	3	15.39	15.12	11.34	0.45
AVG	900-4500	2 Total		4.8	54.6	1866	2083	5	38.57	37.62	28	1.14
AVG	900-4500	3-1@208.3-1	N-S	161.3	216.7	1058	1134	6	146.47	145.76	110.55	5.65
AVG	900-4500	3-1@208.3-2	N-E	174.1	229.46	425	482	6	245.56	245.52	176.59	10.48
AVG	900-4500	3-1@208.3-3	N-W	162.75	218.22	110	108	6	118.17	117.32	92.15	3.96
AVG	900-4500	3-2@105.2-1	W-S	69.07	116.37	426	490	6	75.61	75.85	54.35	2.74
AVG	900-4500	3-2@105.2-2	W-E	74.46	122.5	822	949	6	75.3	75.44	51.09	3.08
AVG	900-4500	3-2@105.2-3	W-W	73.9	121.87	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-1	E-S	13.55	55.31	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-2	E-E	174.1	229.46	1	1	2	8.72	8.72	3.75	0.88
AVG	900-4500	3-3@156.2-3	E-W	17.19	61.23	564	649	4	29.31	29.02	21.82	0.83
AVG	900-4500	3 Total		93.29	229.46	3405	3813	6	111.19	110.01	81.18	4.36

VISION

VEHICLENETV	TIMEINT	DELAYAVG(ALL)	STOPS(ALL)	SPEEDAVG(ALL)	DELAYSTOPA	DISTTOT(ALL)	TRAVTMTOT(ALL)	DELAYTOT(ALL)	STOPSTOT(ALL)	DELAYSTOPTOT	VEHACT(ALL)	VEHARR(ALL)	DELAYLATENT	DEMANDLATENT
AVG	900-4500	113.36	3.85	12.08	78.69	3180.32	951222.2	650793.75	22090	451703	305	5441	222728.16	199.6

ANEXO 5. RESULTADOS DEL NODO SEÑALIZACIÓN



NODO SEÑALIZACIÓN

MOVEMENTE	TIMEINT	MOVEMENT	MOVEMENT\	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOSVAL(ALL)	VEHDELAY(AI	PERSDELAY(A	STOPDELAY(A	STOPS(ALL)
AVG	900-4500	1-1@1086.3-1	N-S	75.57	199.8	928	1006	6	61.29	58.92	45.74	1.52
AVG	900-4500	1-1@1086.3-3	N-W	76.47	201.12	309	340	6	106.55	101.36	85.83	1.88
AVG	900-4500	1-1@1086.3-4	N-E	82	214.69	124	138	6	60.43	60.44	45.63	1.47
AVG	900-4500	1-5@232.3-1	E-S	10.79	46.84	1	1	5	36.64	36.64	27.76	1
AVG	900-4500	1-5@232.3-5	E-W	16.1	56.06	399	463	4	28.09	27.85	22.14	0.64
AVG	900-4500	1-5@232.3-6	E-E	82	214.69	1	1	6	58.8	58.8	52.32	0.83
AVG	900-4500	1-6@114.3-1	W-S	33.88	113.23	330	349	5	37.2	37.29	26.94	0.96
AVG	900-4500	1-6@114.3-5	W-W	37.59	118.38	5	5	5	36.46	29.94	27.91	0.85
AVG	900-4500	1-6@114.3-6	W-E	38.1	119.09	877	972	4	35.02	35.23	24.45	0.91
AVG	900-4500	1 Total		46.31	214.69	2973	3275	5	51.27	49.81	38.53	1.2
AVG	900-4500	2-1@652.5-1	N-S	2.02	55.29	1267	1364	5	40.8	40.09	29.35	1.18
AVG	900-4500	2-1@652.5-4	N-W	1.92	57.12	205	236	5	44.66	44.57	30.86	1.34
AVG	900-4500	2-4@98.2-1	E-S	6.41	36.36	98	119	3	15.58	15.49	12.47	0.5
AVG	900-4500	2-4@98.2-4	E-W	9.21	43.18	272	325	3	15.47	15.16	11.4	0.45
AVG	900-4500	2 Total		4.89	59.65	1842	2044	5	36.17	35.24	26	1.05
AVG	900-4500	3-1@208.3-1	N-S	173.4	220.66	1035	1099	6	177.54	175.74	134.26	6.73
AVG	900-4500	3-1@208.3-2	N-E	186.2	233.43	406	459	6	255.36	255.13	186.03	10.75
AVG	900-4500	3-1@208.3-3	N-W	174.8	222.18	156	153	6	133.91	133.75	101.72	4.26
AVG	900-4500	3-2@105.2-1	W-S	78.01	116.33	420	480	6	86	85.95	61.06	3.47
AVG	900-4500	3-2@105.2-2	W-E	83.61	122.45	804	928	6	85.95	86.31	58.09	3.79
AVG	900-4500	3-2@105.2-3	W-W	83.03	121.82	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-1	E-S	13.52	53.75	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-2	E-E	186.2	233.43	1	1	2	6.66	6.66	2.84	0.38
AVG	900-4500	3-3@156.2-3	E-W	17.19	59.67	560	648	4	29.39	28.98	21.55	0.88
AVG	900-4500	3 Total		101.22	233.43	3383	3766	6	125.54	123.29	91.9	4.95

VISION

VEHICLE	TIMEINT	DELAYAVG(AI	STOPS(VG(AI	SPEEDAVG(AI	DELAYSTOP(A	DISTTOT(ALL)	TRAVTMTOT(	DELAYTOT(ALL	STOPSTOT(ALL	DELAYSTOPTOT	VEHACT(ALL)	VEHARR(ALL)	DELAYLATENT	DEMANDLATENT
AVG	900-4500	127.76	4.29	10.94	90.1	3123.15	1029344	730173.96	24477	514919.42	317	5406	423851.8	291.8

Project: Tesis IIA - PTV Vissim Professional 2024 (SP 01) - 3: Bahías

File Edición Ver Listados Base Data Traffic Signal Control Simulación Evaluation Presentation Test Actions Ayuda

Objetos de red Editor de red

Tramo

- Desired Speed Decisions
- Reduced Speed Areas
- Conflict Areas
- Priority Rules
- Stop Signs
- Signal Heads
- Detector
- Vehicle Inputs
- Vehicle Routes
- Vehicle Attribute Decisions
- Parking Lots
- Public Transport Stops
- Public Transport Lines
- Nodo
- Data Collection Points
- Vehicle Travel Times
- Queue Counters
- Flow Bundles
- Sections
- Background Images
- Pavement Markings
- 3D Traffic Signals
- Static 3D Models
- Vehicles in Network
- Pedestrians in Network

Node Results

25 / 225	SimRu	Movement	Movement.Dire...	QLen	QLenMax	Vehs(to...	Pers(to...	LOSVal(to...	VehDelay(to...	PersDelay(to...	StopDelay(to...	Paradas(t...
1	Average	1: 1 - 5@2...	E-W	16.08	57.17	403	468	4	27.92	27.68	21.95	0.65
2	Average	1: 1 - 5@2...	E-E	36.77	131.38	1	1	6	58.45	58.45	52.33	1.00
3	Average	1: 1 - 5@2...	E-S	10.77	47.94	1	1	4	29.51	29.51	21.19	1.17
4	Average	1: 1 - 6@1...	W-W	36.68	119.98	5	5	5	40.33	33.68	31.05	0.95
5	Average	1: 1 - 6@1...	W-E	37.19	120.68	875	970	4	34.14	34.16	23.79	0.86
6	Average	1: 1 - 6@1...	W-S	32.99	114.82	323	343	5	36.94	37.00	26.82	0.94
7	Average	1: 1 - 12@...	N-W	38.78	123.85	312	342	6	61.11	60.88	43.77	1.62
8	Average	1: 1 - 12@...	N-E	36.77	131.38	120	137	6	60.20	60.35	45.61	1.41
9	Average	1: 1 - 12@...	N-S	38.12	122.53	932	1001	6	59.24	59.10	44.62	1.38
10	Average	1: 1 - Total		30.92	138.65	2972	3268	5	45.36	45.06	33.38	1.11
11	Average	2: 2 - 4@9...	E-W	9.08	42.15	268	320	3	15.41	15.13	11.34	0.46
12	Average	2: 2 - 4@9...	E-S	6.30	35.33	96	116	3	15.29	15.02	12.32	0.47

Desired Speed Dist... Vehicle Travel Time... Vehicle Network Pe... Node Results Vehicle Inputs / Ve... Vehicle Composio... Parking Routing De... Parking Lots Clases de vehiculo... Vehicle Types Time Distributions... 2D/3D Models / 2... Signal Controllers / ...

14352.6:10701.0

Mensajes

0 Errors

Last run: 25.11.2024 17:36:43, Simulate scenarios

Tiempo

Simulate scenario '3: Bahías':

- 25.11.2024 17:36:44

Simulate scenario '3: Bahías':

- 25.11.2024 17:37:03
- 25.11.2024 17:37:03
- 25.11.2024 17:37:03
- 25.11.2024 17:37:05
- 25.11.2024 17:37:13
- 25.11.2024 17:37:13

NODO BAHIA

MOVEMENTE	TIMEINT	MOVEMENT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOSVAL(ALL)	VEHDELAY(A	PERSDELAY(A	STOPDELAY(A	STOPS(ALL)
AVG	900-4500	1-5@232.3-5@	E-W	16.08	57.17	403	468	4	27.92	27.68	21.95	0.65
AVG	900-4500	1-5@232.3-6@	E-E	36.77	131.38	1	1	6	58.45	58.45	52.33	1
AVG	900-4500	1-5@232.3-12@	E-S	10.77	47.94	1	1	4	29.51	29.51	21.19	1.17
AVG	900-4500	1-6@114.3-5@	W-W	36.68	119.98	5	5	5	40.33	33.68	31.05	0.95
AVG	900-4500	1-6@114.3-6@	W-E	37.19	120.68	875	970	4	34.14	34.16	23.79	0.86
AVG	900-4500	1-6@114.3-12@	W-S	32.99	114.82	323	343	5	36.94	37	26.82	0.94
AVG	900-4500	1-12@22.7-5@	N-W	38.78	123.85	312	342	6	61.11	60.88	43.77	1.62
AVG	900-4500	1-12@22.7-6@	N-E	36.77	131.38	120	137	6	60.2	60.35	45.61	1.41
AVG	900-4500	1-12@22.7-12@	N-S	38.12	122.53	932	1001	6	59.24	59.1	44.62	1.38
AVG	900-4500	1 Total		30.92	138.65	2972	3268	5	45.36	45.06	33.38	1.11
AVG	900-4500	2-4@98.2-4@	E-W	9.08	42.15	268	320	3	15.41	15.13	11.34	0.46
AVG	900-4500	2-4@98.2-8@	E-S	6.3	35.33	96	116	3	15.29	15.02	12.32	0.47
AVG	900-4500	2-8@237.2-4@	N-W	2	63.7	202	237	5	47.62	47.58	32.85	1.5
AVG	900-4500	2-8@237.2-8@	N-S	2.07	64.02	1264	1355	5	42.28	41.38	30.42	1.25
AVG	900-4500	2 Total		4.86	67.85	1829	2028	5	37.55	36.48	26.98	1.12
AVG	900-4500	3-1@208.3-1@	N-S	177.49	220.81	1022	1083	6	185.89	184.14	139.37	7.27
AVG	900-4500	3-1@208.3-2@	N-E	190.3	233.57	407	461	6	262.16	262.32	189.9	11.17
AVG	900-4500	3-1@208.3-3@	N-W	179.01	222.33	154	149	6	142.46	141.32	108	4.58
AVG	900-4500	3-2@105.2-1@	W-S	68.29	116.41	427	488	6	75.43	75.12	53.95	2.78
AVG	900-4500	3-2@105.2-2@	W-E	73.7	122.54	827	957	6	73.75	73.57	49.74	3.08
AVG	900-4500	3-2@105.2-3@	W-W	73.15	121.91	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-1@	E-S	13.66	53.33	0	0					
AVG	900-4500	3-3@156.2-2@	E-E	190.3	233.57	1	1	2	6.92	6.92	2.77	0.38
AVG	900-4500	3-3@156.2-3@	E-W	17.34	59.25	564	649	4	29.43	29.14	21.39	0.87
AVG	900-4500	3 Total		99.12	233.57	3402	3788	6	124.22	121.64	90.67	4.89

VISION

VEHICLENETV	TIMEINT	DELAYAVG(AL	STOPS(VG(AL	SPEEDAVG(AL	DELAYSTOPA	DISTTOT(ALL)	TRAVTMTOT	DELAYTOT(AL	STOPSTOT(AL	DELAYSTOPTC	VEHACT(ALL)	VEHARR(ALL)	DELAYLATENT	DEMANDLATENT
AVG	900-4500	119.82	4.07	11.47	83.48	3143.15	988827.72	686793.95	23344	478509.65	290	5447	378034.56	276.6