

**SUBSECRETARÍA DE POLÍTICA DE MOVILIDAD
DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD
SUBDIRECCIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CARRIL PREFERENCIAL DE LA CALLE 76
ENTRE LA CARRERA 7 Y LA AVENIDA CARACAS**

STPUB-ET-032-2023

BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2023

Página 1 de 42

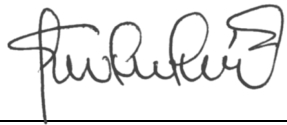



SECRETARÍA DE
MOVILIDAD

SUBSECRETARÍA DE POLÍTICA DE MOVILIDAD
DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN DE LA MOVILIDAD
SUBDIRECCIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CARRIL PREFERENCIAL DE LA CALLE 76
ENTRE LA CARRERA 7 Y LA AVENIDA CARACAS

STPUB-ET-032-2023.

Actividad	Nombre	Cargo	Firma
Aprobó	Ruth Dary Borrero Gómez	Subdirectora de Transporte público	
Elaboró	Natalie Mateus Cortes	Subdirección de Transporte Público	

BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2023

Página 2 de 42

Secretaría Distrital de Movilidad

Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo General	8
2.2 Objetivos Específicos	8
3. ALCANCE	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. ANTECEDENTES	12
5.1 Legales	12
5.2 Marco Histórico	13
6. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL CORREDOR	17
6.1 Contexto	17
6.2 Uso del Suelo	17
6.3 Estrato Socioeconómico	18
6.4 Infraestructura	19
6.4.1 Tramo 1: Avenida carrera 7 y carrera 15	19
6.4.2 Tramo 2: Carrera 15 y avenida Caracas	19
6.5 Pasos Peatonales semaforizados	20
6.6 Transporte Público Colectivo	21
6.7 Velocidad SITP	21
7. EVALUACIÓN DEL CARRIL PREFERENCIAL	23
7.1 Metodología	23
7.1.1 Supuestos de modelación	23
7.2 Análisis Macro	24
7.2.1 Resultados del modelo Macro	24
7.3 Parametrización del modelo	28
7.3.1 Volúmenes vehiculares	28
7.3.2 Estructura de la red vial:	29
7.3.3 Tipologías vehiculares:	30
7.3.4 Rutas de transporte público:	31

7.4	Calibración del Modelo Base.....	32
7.5	Alternativas Evaluadas.....	36
7.5.1	Resultados Escenario Base.....	36
7.5.2	Comparación de resultados.....	38
8.	Conclusiones y Recomendaciones	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Carriles preferenciales implementados en Bogotá (octubre 2014 – diciembre 2022).....	13
Tabla 2.	Localización de intersecciones semaforizadas a lo largo del corredor.....	20
Tabla 3.	Rutas del SITP sobre el corredor	21
Tabla 4.	Resultados de la calibración.....	33
Tabla 5.	Indicadores generales de operación – Escenario base.....	37
Tabla 6.	Niveles de servicio – Escenario base.....	38
Tabla 7.	Variación de los indicadores generales de la red.....	38
Tabla 8.	Variación de los indicadores generales de la red.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución porcentual de todos los viajes mayores a 15 minutos en Bogotá y el área de influencia	10
Figura 3.	Red de carriles preferenciales implementados 2014-2022	14
Figura 5.	Usos de suelo predominantes área de influencia calle 76	18
Figura 6.	Estrato socioeconómico del área de influencia	19
Figura 7.	Intersecciones semaforizadas sobre el corredor de la calle 76.....	20
Figura 11.	Esc. Base VS Esc. 1 (Carril preferencial entre Cr 7 y Av. Caracas).....	26
Figura 12.	Esc. Base VS Esc. 2 (calzada solo bus entre Cr 7 y Cr 15 + Carril preferencial entre Cr 15 y Av. Caracas)	27
Figura 13.	Esc. Base VS Esc. 3 (Carril preferencial entre Cr 15 y Av. Caracas).....	28
Figura 14.	Información de volúmenes vehiculares disponible.....	29
Figura 15.	Corredores viales incorporados en el modelo.....	30
Figura 16.	Composición vehicular	31

Figura 17. Rutas de transporte público incorporadas en el modelo 31
 Figura 18. Mapa de velocidades – Escenario base..... 37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución del parque automotor en Bogotá entre 2013 y 2021 11
 Gráfica 2. . Evolución de la velocidad promedio de circulación en un día hábil de los vehículos del SITP zonal en los carriles preferenciales desde su implementación.. 16
 Gráfica 3. Velocidades para el transporte público a lo largo del corredor para un día típico..... 22
 Gráfica 4. Tiempos de viaje escenario Base y escenario 1 24
 Gráfica 5. Velocidades escenario Base y escenario 1 25
 Gráfica 6. Variación de las demoras promedio 39
 Gráfica 7. Variación de las longitudes de cola promedio..... 40
 Gráfica 8. Variación de las longitudes de cola máxima 40

1. INTRODUCCIÓN

Con el inminente y rápido crecimiento de las ciudades la tasa de adquisición y uso de vehículos motorizados individuales ha incrementado, lo que se traduce en aumento de externalidades negativas en el transporte como lo son la congestión, la siniestralidad y los impactos ambientales como el ruido y la contaminación atmosférica.

En contraste, el servicio de transporte público masivo es más eficiente, pues representa solo el 1%, factores que han contribuido en un aumento en los tiempos de viaje de los usuarios, disminuyendo la velocidad de desplazamiento e impactando directamente la calidad de vida de la ciudadanía.

Por lo tanto, entre las estrategias planteadas en el Plan Maestro de Movilidad de Bogotá (PMM) se le da prioridad al transporte público, teniendo en cuenta que:

*“La gestión de la movilidad urbana debe ser entendida como una acción coordinada entre las políticas de desarrollo urbano, transporte, tránsito e infraestructura vial, basada en los principios relacionados al interés público y para atender la mayor parte de la población, que en Bogotá está formada por usuarios del transporte público. De esta manera, **el uso del sistema vial deberá conceder la prioridad de circulación al transporte público, especialmente a los autobuses, y también a la circulación de los peatones y así mismo a otras modalidades, como las bicicletas**”.*

En cumplimiento del PMM y en concordancia con los lineamientos de política pública distrital en movilidad como lo son como la racionalización del uso del vehículo particular, el impulso a la movilidad sostenible y la seguridad vial, la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), ha venido generando acciones de mejoramiento en la movilidad del Distrito, en pro de una movilidad sustentable. Una de ellas es consolidar la red de Carriles Preferenciales priorizando y ampliando la aplicación de esta medida a corredores estratégicos para el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), considerando los buenos resultados obtenidos con los carriles ya existentes.

Los carriles preferenciales desde el punto de vista de la oferta propenden por reducir los conflictos con otros actores viales, disminuir los tiempos de ciclo de las rutas de servicio público y por consiguiente emplear de manera más eficiente la flota y los recursos del SITP. Desde la demanda, se orienta a reducir los tiempos de viaje de los usuarios, así como mejorar la seguridad en el ascenso y descenso en paraderos. Además, el proyecto de carril preferencial le apuesta a visibilizar y sensibilizar a los bogotanos –usuarios y no usuarios del transporte público– sobre la importancia del transporte público para la movilidad de la ciudad, el cual es priorizado dado sus aportes en el logro de la democratización del espacio público y en búsqueda de la una “Bogotá Mejor para Todos”.

En este contexto, este documento presenta la evaluación de la viabilidad de implementar un carril preferencial en la calle 76 entre la carrera 7 y la avenida Caracas

a partir de un diagnóstico de las dinámicas de movilidad actuales del corredor y la elaboración de un modelo de micro simulación de escenarios con carril preferencial en el carril derecho.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la viabilidad de la implementación de un carril preferencial para el transporte público colectivo en la calle 76 entre la carrera 7 y la avenida Caracas.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico sobre la disponibilidad y uso actual de infraestructura vial y servicios de transporte públicos para la movilidad, así como la normativa que los regula.
- Cuantificar el efecto en el flujo vehicular de la implementación de un carril preferencial para buses de transporte público colectivo a partir de la elaboración de modelos de micro simulación de tránsito.

3. ALCANCE

El análisis se realizó sobre el corredor de la calle 76 entre la carrera 7 y la avenida Caracas, en sentido oriente - occidente. Los insumos corresponden a hallazgos de visitas de campo y a recopilación de información primaria y secundaria, posteriormente procesada y analizada mediante la modelación macro y micro de la situación actual, en un escenario sin intervenciones sobre la red vial y la evaluación de las alternativas propuestas, con el objetivo de medir la variación de los indicadores operacionales de la red vial y poder determinar el impacto generado por cada una de estas y, de esta manera, establecer si las propuestas planteadas permiten mantener unas condiciones de movilidad adecuadas o si de lo contrario no son viables para ser ejecutadas.

4. JUSTIFICACIÓN

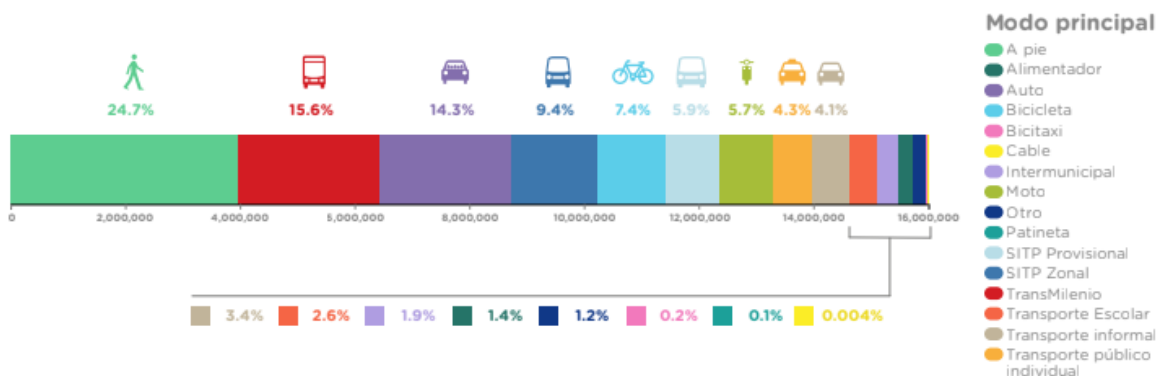
Una buena operación del sistema de transporte público es esencial para el funcionamiento cotidiano de todas las grandes ciudades del mundo. Como indican diferentes organizaciones internacionales y académicos independientes, la priorización del transporte público masivo es crucial tanto para la sustentabilidad ambiental de las ciudades como para la salud pública (Un-Habitat, 2013; Dimitriou and Gakenheimer, 2011), porque es un instrumento vital para que las ciudades modernas transporten sus habitantes de manera eficiente y ordenada (Replogle, y otros, 2013).

Los sistemas de transporte público organizados y confiables permiten consolidar la operación, mantenimiento y funcionamiento de los vehículos en el transporte público, reduciendo las demoras de tránsito y aumentando la velocidad de viaje, lo que incidirá directamente en la reducción de emisiones asociadas al sector transporte.

Así mismo, incentivar el transporte público masivo puede reducir el número de lesionados y fallecidos en siniestros viales, reduciendo altos costos sociales y económicos (Peden, y otros, 2004), respalda directamente la formación de ciudades equitativas, donde toda la población tiene oportunidades de movilizarse (E. A. Vasconcellos, 2001; E. Vasconcellos, 2011), contribuye en la reducción de la pobreza y exclusión, al brindar a los ciudadanos acceso a nuevas oportunidades de empleo, educación, y salud, entre otros (Gwilliam, 2002), y permite combatir la parálisis que resulta del aumento del uso del vehículo particular, asociado al crecimiento del parque motorizado (Agarwal, Gouthami, & Ibraimova, 2014).

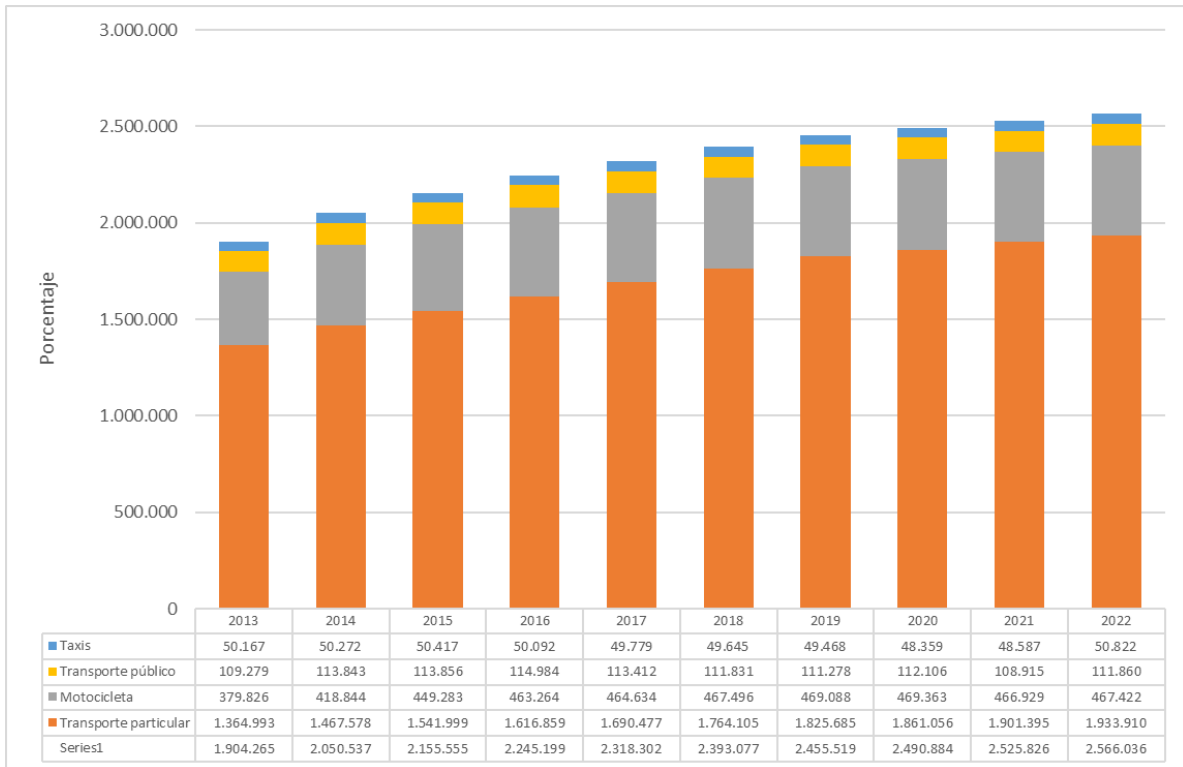
En búsqueda de mejorar la sustentabilidad ambiental, crecimiento económico y equidad, y teniendo en que el transporte público tipo SITP zonal y provisional movilizaron el 15.3% de los viajes diarios (Figura 1) con tan solo el 4% de los vehículos (Ver Figura 1), la SDM ha buscado soluciones de movilidad que priorizan y les brinden preferencia a los usuarios del transporte público a través del uso de carriles preferenciales.

Figura 1. Distribución porcentual de todos los viajes mayores a 15 minutos en Bogotá y el área de influencia



Fuente: Encuesta de Movilidad 2019, Bogotá y 17 municipios aledaños.

Gráfica 1. Evolución del parque automotor en Bogotá entre 2013 y 2021



Fuente: Elaboración propia con base en registros del RUNT

Por otra parte, se resalta que en Bogotá el comportamiento histórico del número de vehículos matriculados evidencia que el parque automotor tuvo un incremento del 32% entre 2013 y 2021 (Ver Gráfica 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), en donde los vehículos particulares representan un 75% del parque automotor en la ciudad. Aunque debido a la emergencia sanitaria por COVID-19, redujo la tasa de crecimiento de los vehículos en el país, aún los vehículos de transporte particular y las motos representan la mayor cantidad de vehículos registrados en la ciudad.

Adicionalmente, la ciudad se encuentra en una etapa de construcción de obras para el mejoramiento de la movilidad, teniendo frentes de obra sobre la avenida carrera 68, la avenida caracas, la calle 72, la avenida ciudad de Cali, entre otras, lo cual afecta la velocidad de desplazamiento de todos los actores viales y en especial del transporte público.

Por todo lo anterior, se hace necesario continuar con la adopción de medidas orientadas hacia una movilidad sustentable, que permitan mitigar el impacto generado por el crecimiento de la ciudad y su parque automotor, optimizando y priorizando la

operación de los sistemas de transporte de pasajeros que actualmente funcionan en el Distrito.

5. ANTECEDENTES

5.1 Legales

En el artículo 2 de la Ley 769 de 2002 *“Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones”* se define el Sistema de Transporte Terrestre Masivo de Pasajeros como *“el conjunto de infraestructura, equipos, sistemas, señales, paraderos, vehículos, estaciones e infraestructura vial destinadas y utilizadas para la eficiente y continua prestación del servicio público de transporte de pasajeros en un área específica”*.

La Política de Movilidad del SITP se enmarca en el Decreto Distrital 319 de 2006 *“Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, que incluye el ordenamiento de estacionamientos, y se dictan otras disposiciones.”*, el cual ordena la implementación de un sistema de transporte organizado y eficiente, orientado al logro de una movilidad más segura, accesible, competitiva, sostenible, equitativa, articulada, flexible al crecimiento y coordinada en los ámbitos institucional, social y económico, tanto al interior de la ciudad como a nivel regional.

Para el logro de los anteriores propósitos, en el artículo 12 se señala que el Sistema de Movilidad tendría como eje estructurador el SITP, con base en sus estipulaciones y bajo las condiciones previstas en la Ley 310 de 1996 *“Por medio del cual se modifica la Ley 86 de 1989”*, la cual rige los sistemas de transporte masivo, sus normas reglamentarias, modificatorias, y las demás disposiciones que prevean la integración del transporte público colectivo y el masivo.

El parágrafo primero del artículo 4 del Decreto Distrital 409 de 2014, faculta a la SDM para establecer carriles preferenciales como parte de la infraestructura de transporte priorizada para el SITP de la ciudad y definir sus condiciones de operación.

Finalmente, en concordancia con la visión de movilidad establecida en el PMM, el Plan de Desarrollo Distrital (PDD) *“Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”*, tiene como objetivo del Propósito 4. Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible:

“La promoción de modos sostenibles de transporte, el mejoramiento de los tiempos y de la experiencia del desplazamiento, teniendo a la red de metro regional, de buses y a la red de ciclorrutas como ejes articuladores de la movilidad tanto de la ciudad como de la región.”

El eje estructurador de este programa es el Sistema Integrado de Transporte Masivo, compuesto por Transmilenio y Metro. El Sector Movilidad promoverá su adecuada integración y coordinación con proyectos regionales. Así mismo, buscará potenciar las redes de transporte masivo y zonal como catalizadores de la renovación urbana.

El Decreto Distrital 409 de 2014 “Por el cual se adoptan medidas para la optimización de la infraestructura vial del Sistema Integrado de Transporte Público” define en el Art. 4:

“Artículo 4. CARRILES PREFERENCIALES. A lo largo de la infraestructura existente para la circulación de vehículos, podrán establecerse carriles preferenciales para la operación de vehículos del SITP.

Parágrafo 1. La Secretaría Distrital de Movilidad, con base en los estudios técnicos elaborados para el efecto, podrá establecer carriles preferenciales en la ciudad y definir las condiciones de su operación.

Parágrafo 2. El Instituto de Desarrollo Urbano adelantará las adecuaciones necesarias en la infraestructura de la ciudad, para garantizar la adecuada operación de los carriles preferenciales.”

Dentro de este marco normativo, se plantearon dos ejes estructurantes para fortalecer la red de carriles preferenciales.

5.2 Marco Histórico

Desde finales de 2014, se han implementado carriles preferenciales para transporte público colectivo en algunos de los principales corredores de Bogotá, bajo las siguientes resoluciones expedidas por la SDM:

Tabla 1. Carriles preferenciales implementados en Bogotá (octubre 2014 – diciembre 2022)

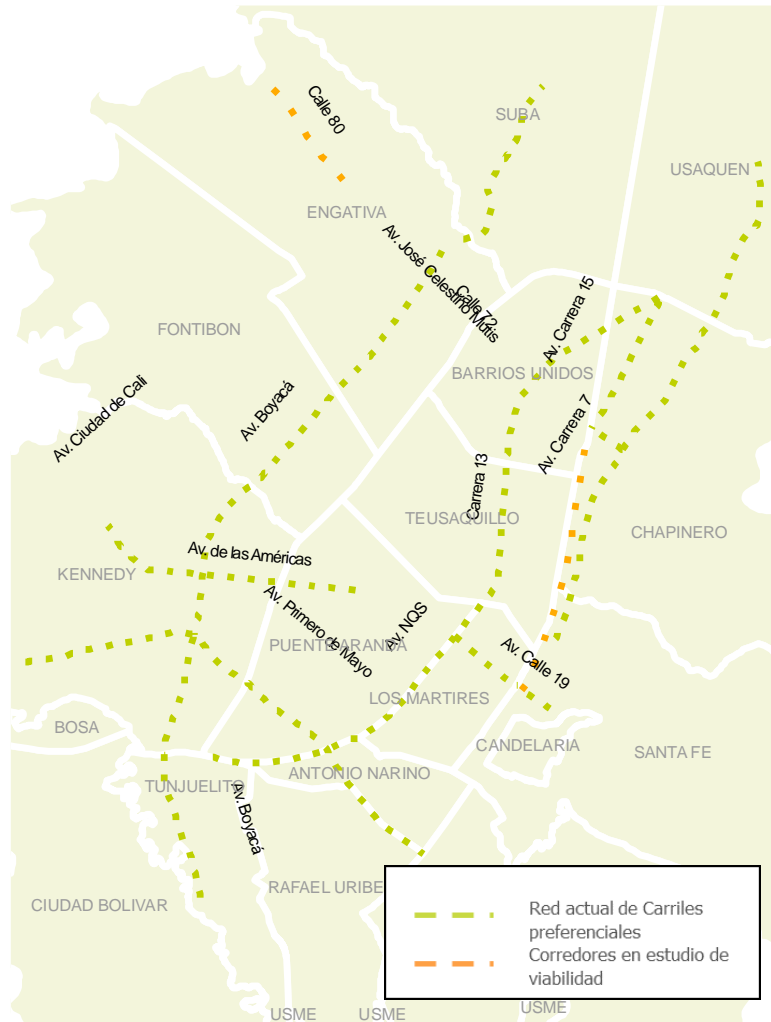
Carril	Carriles preferenciales	Resolución Distrital	Fecha de implementación
1	Av. Carrera 7 entre Calle 31 y Av. Calle 100	Resolución 483 de 2014, derogada por la Resolución 560 de 2015	24/10/2014
	Extensión del carril preferencial Av. Carrera 7 hasta la Av. Calle 134	Resolución 560 de 2015	17/07/2015
2	Av. Carrera 15 entre Av. Calle 72 y Av. Calle 100	Resolución 182 de 2015	20/03/2015
3	Av. Calle 72 entre Av. Carrera 7 y Av. Carrera 15	Resolución 402 de 2014	28/05/2014
4	Av. de las Américas desde la Av. Ciudad de Cali hasta Carrera 50	Resolución 833 de 2015	20/11/2015
5	Av. Norte – Quito – Sur (Av. NQS), desde el puente de	Resolución 946 de 2015	15/12/2015

Carril	Carriles preferenciales	Resolución Distrital	Fecha de implementación
	Venecia (Carrera 68) hasta la Calle 92		
6	Av. Calle 19 entre Av. Caracas y Carrera 3	Resolución 258 de 2016	15/09/2016
	Av. Calle 19 entre Av. Caracas y Av. NQS	Resolución 253 de 2020	03/10/2020
7	Av. Primero de Mayo entre Av. Carrera 10 y Av. Agoberto Mejía (Carrera 80)	Resolución 093 de 2017	Tramo 1: 05/06/2017 Tramo 2 y 3: 12/07/2017
8	Av. Boyacá entre Av. Villavicencio y Av. Calle 134	Resolución 233 de 2018	Tramo 1: 10/12/2018 Tramo 2: 07/09/2019 Tramo 3: 03/10/2020

Fuente: (Subdirección de transporte público, SDM, 2023)

En total, corresponden a 138.8 km de corredor-carril preferencial implementado, correspondiente a ocho (8) diferentes corredores. La distribución en la ciudad según su estado se presenta en la siguiente figura:

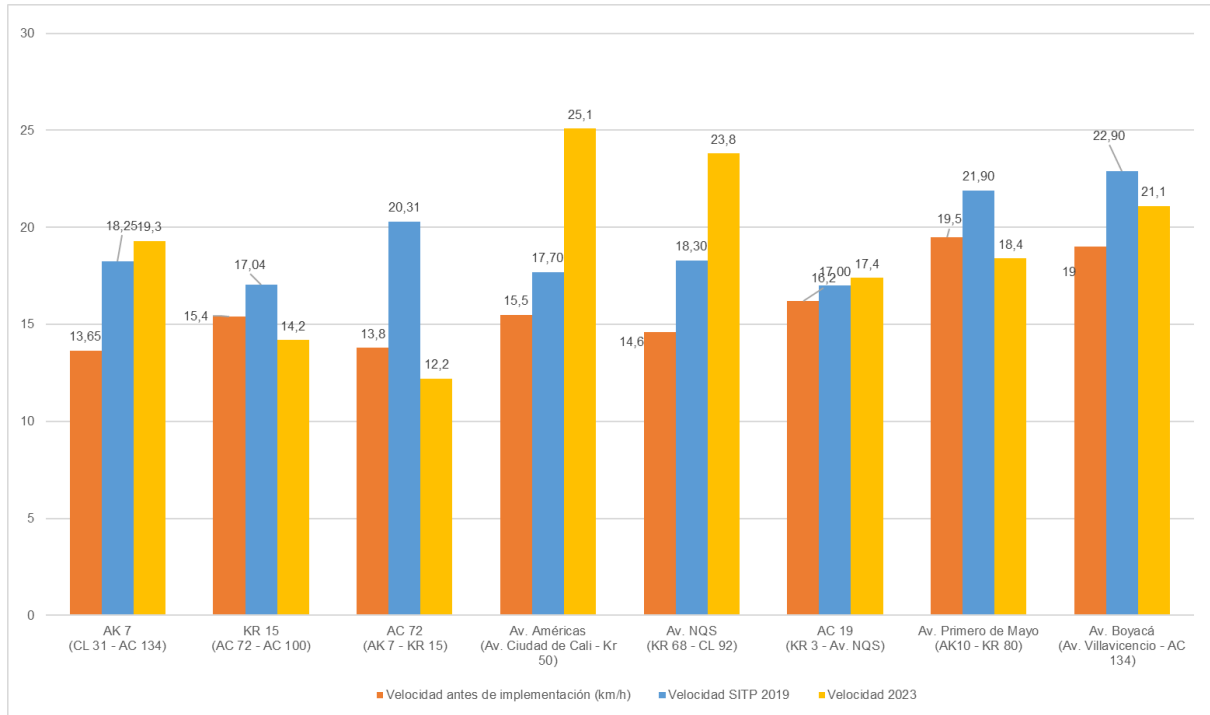
Figura 2. Red de carriles preferenciales implementados 2014-2022



Fuente: (Subdirección de transporte público, SDM, 2023)

La implementación de los carriles preferenciales en la ciudad ha traído consigo mejoras significativas en la velocidad promedio de los vehículos de transporte público en dichos corredores, las cuales se detallan en la siguiente gráfica.

Gráfica 2. Evolución de la velocidad promedio de circulación en un día hábil de los vehículos del SITP zonal en los carriles preferenciales desde su implementación



Fuente: Elaboración de la Subdirección de Transporte Público con base en información de TMSA, 2023

Dichas mejoras en la velocidad de los corredores por donde se tiene a mayor participación de rutas zonales del SITP generan mejoras sobre la oferta del Servicio y los ahorros que se derivan en tiempos de viaje, los cuales se estiman entre desde 1 y hasta 12 minutos dependiendo de sus orígenes y destinos de viaje.

6. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL CORREDOR

6.1 Contexto

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial - POT, reglamentado por el Decreto 190 de 2004 *"Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003"*, la Calle 76 está clasificada como una vía de la malla vial arterial.

Según las disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial la calle 76 está proyectada entre la avenida Alberto Lleras Camargo y la avenida Caracas, en la actualidad el corredor se extiende entre estos dos corredores, tiene una longitud aproximada de 1.1 km, su sentido de circulación es único entre el oriente y el occidente y se encuentra en la localidad de Chapinero en Bogotá. Para efectos del presente estudio, el carril preferencial se proyecta sobre los 1.1 km de la vía.

Entre los centros de generación y atracción de viajes que se encuentran en las inmediaciones del corredor y su área de influencia, se destacan entre otros, Unilago, Gimnasio Campestre, Universidad Pedagógica de Colombia, estación de Transmilenio Calle 76, Centro Comercial Avenida Chile, entre otros.

6.2 Uso del Suelo

El corredor en evaluación tiene influencia directa sobre la localidad de Chapinero. El uso de suelo en su mayoría tiene carácter residencial, no obstante a lo largo del corredor se destacan predios de carácter comercial, dotacional educativo y de oficinas; como se puede evidenciar en la siguiente figura.

Figura 3. Usos de suelo predominantes área de influencia calle 76

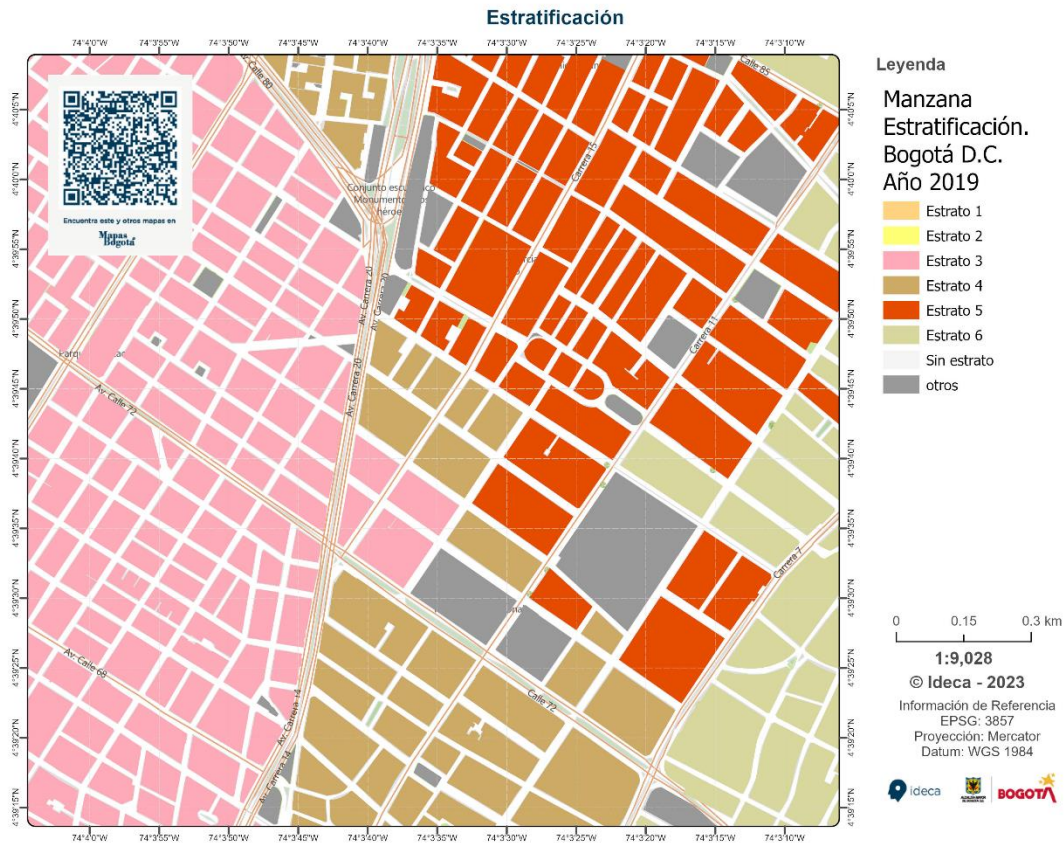


Fuente: Mapas Bogotá, IDECA, 2023

6.3 Estrato Socioeconómico

Con relación al estrato económico de la población que concurre en las inmediaciones del corredor, en la siguiente figura se detalla dicha clasificación a nivel de manzana, en efecto se evidencia que en el área de influencia del corredor de la calle 76 predominan predios de los estratos 4,5 y 6.

Figura 4. Estrato socioeconómico del área de influencia



Fuente: Mapas Bogotá, IDECA, 2023

6.4 Infraestructura

6.4.1 Tramo 1: Avenida carrera 7 y carrera 15

La calle 76 entre la avenida carrera 7 y la carrera 15, está configurado una única calzada, sentido oriente occidente con dos carriles de circulación y estructura de pavimento rígido en buen estado.

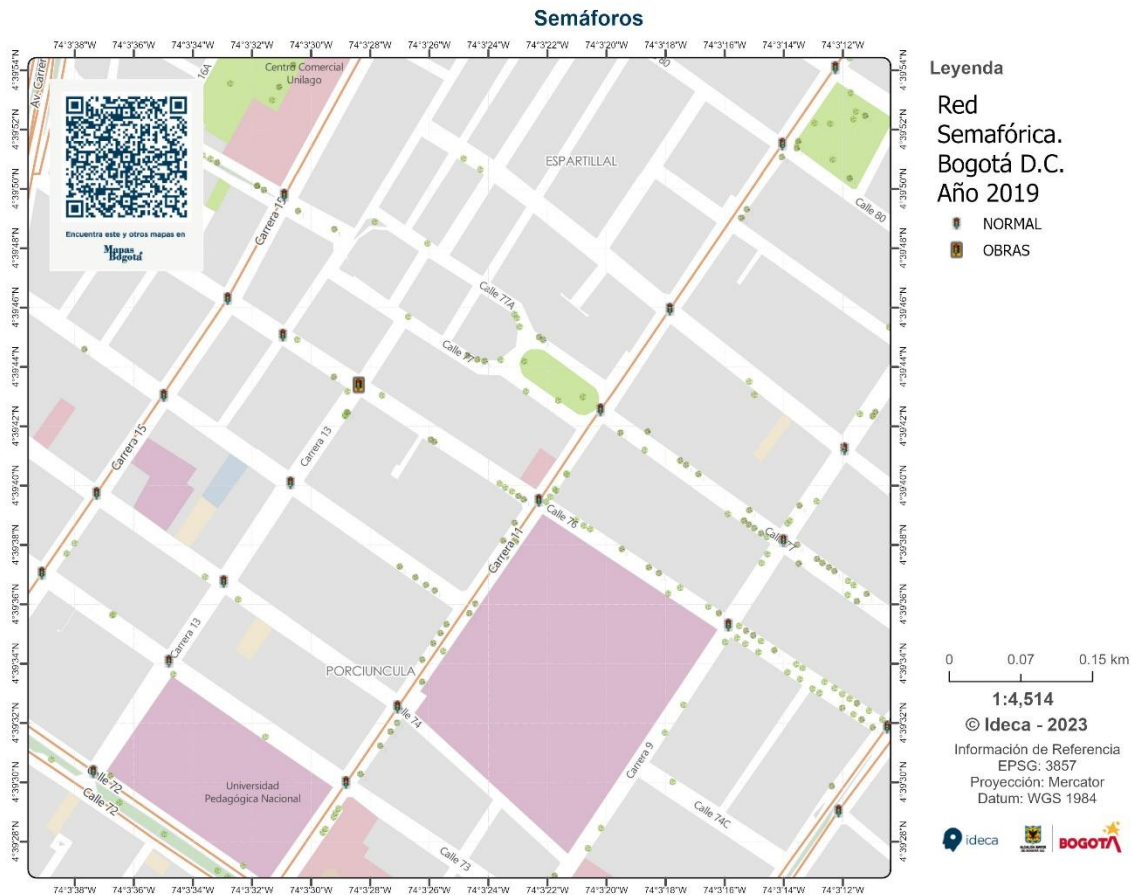
6.4.2 Tramo 2: Carrera 15 y avenida Caracas

La calle 76 entre la avenida carrera 11 y la carrera 15, está configurado una única calzada, sentido oriente occidente con cuatro carriles de circulación y estructura de pavimento rígido en regular estado.

6.5 Pasos Peatonales semaforizados

En el corredor existen 6 intersecciones semaforizadas. Es preciso mencionar, que en los 6.7 km de longitud que tiene el corredor, existe un dispositivo semafórico cada 183 metros en promedio. A lo largo del corredor no se cuenta con pasos a desnivel.

Figura 5. Intersecciones semaforizadas sobre el corredor de la calle 76



Fuente: Mapas Bogotá, IDECA, 2023

En la siguiente tabla se detalla la localización de las intersecciones semaforizadas a lo largo del corredor.

Tabla 2. Localización de intersecciones semaforizadas a lo largo del corredor

ID	Dirección	Tipo de interacción
1	Calle 76 x carrera 9	Vehicular, peatonal
2	Calle 76 x carrera 11	Vehicular, peatonal
3	Calle 76 x carrera 13	Vehicular, peatonal
4	Calle 76 x carrera 14	Vehicular, peatonal
5	Calle 76 x carrera 15	Vehicular, peatonal

ID	Dirección	Tipo de interacción
6	Calle 76 x avenida Caracas	Vehicular, peatonal

Fuente: Elaboración propia, 2023

6.6 Transporte Público Colectivo

La oferta de transporte público colectivo en el corredor en evaluación está constituida por 8 servicios urbanos y 2 servicios duales del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP.

Tabla 3. Rutas del SITP sobre el corredor

Código	Denominación	Tipo de ruta
FA410	TIERRA BUENA - CHICO NORTE	Zonal
CA103	PORTALES DEL NTE - GERMANIA	Zonal
E25	ENGATIVA CENTRO - LOURDES	Zonal
HA601	PERDOMO - SAN DIEGO	Zonal
P500	AEROPUERTO - CENTRO ANDINO	Zonal
CA124	BILBAO - CENTRO	Zonal
12	SAN PABLO - PORCIUNCULA	Zonal
359	ZN. IN ALAMOS - GERMANIA	Zonal
C84	SUBA LOMBARDÍA	Dual
D81	PUENTE DE GUADUA	Dual

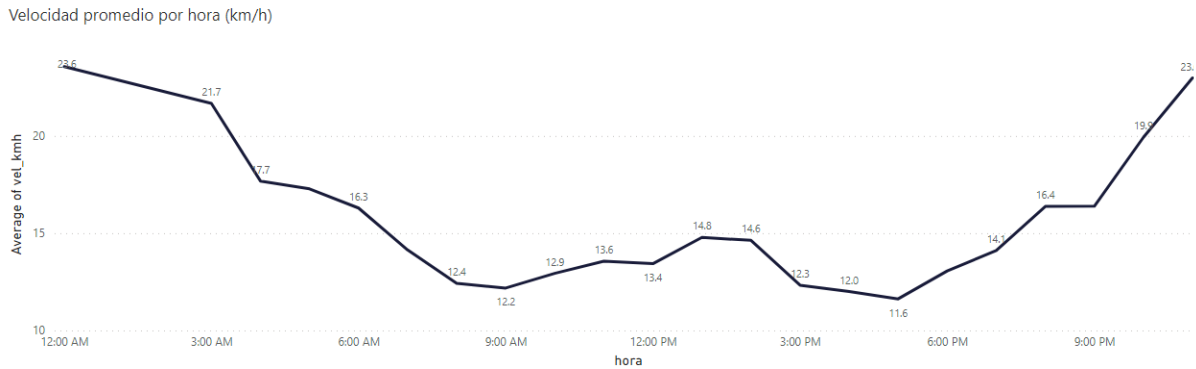
Fuente: Elaboración propia con datos TMSA, 2023

A lo largo del corredor existen 3 paraderos del SITP, en estos se registran alrededor 2412 validaciones diarias en día hábil, siendo el paradero BD-051A, aquel con la mayor cantidad de validaciones correspondientes a las rutas D81 y C84 del componente dual.

6.7 Velocidad SITP

A partir de la información del posicionamiento geográfico de los buses del sistema que operan a lo largo del corredor de la calle 76 se procedió a analizar la velocidad promedio a lo largo del día. En efecto a partir de la información de posicionamiento de flota aportada por Transmilenio S.A. se estableció que la velocidad con mayor grado de criticidad del corredor se presenta entre las 08:00 y las 11:00 y entre las 15:00 y las 18:00, en donde las velocidades llegan hasta 11.6 km/h. en la siguiente gráfica, se muestran las velocidades en un día típico a lo largo del corredor.

Gráfica 3. Velocidades para el transporte público a lo largo del corredor para un día típico



Fuente: Tomado del tablero Velocidades SITP. Power BI, 2023

Si bien la velocidad promedio del corredor es de 15.4 km/h, al revisar cada uno de los tramos, se identifica que entre la carrera 11 y la avenida Caracas, la velocidad promedio es de 14 km/h, siendo menor a la presentada en el tramo comprendido entre la carrera 7 y la carrera 11, en donde esta velocidad es de 16.7 km/h.

7. EVALUACIÓN DEL CARRIL PREFERENCIAL

Con el fin de brindar herramientas técnicas para la toma de decisiones y en concordancia con la afectación proyectada sobre la red vial, se presenta a continuación el análisis del impacto en la movilidad del sector, por la implementación de un carril preferencial de transporte público en la Calle 76 entre Carrera 7 y Av. Caracas, mediante la modelación macro y micro de la situación actual, en un escenario sin intervenciones sobre la red vial y la evaluación de las alternativas propuestas, con el objetivo de medir la variación de los indicadores operacionales de la red vial y poder determinar el impacto generado por cada una de estas y, de esta manera, establecer si las propuestas planteadas permiten mantener unas condiciones de movilidad adecuadas o si de lo contrario no son viables para ser ejecutadas.

7.1 Metodología

El análisis del proyecto se realiza desde dos escalas de modelación, desde la perspectiva del modelo macro, se visualizará el comportamiento del tráfico en el sector y desde la perspectiva micro se evaluará el comportamiento específico de los usuarios de la Calle 76 entre Carrera 7 y Av. Caracas.

A partir de los escenarios calibrados de la situación base, se construirán los escenarios base sin proyecto y los escenarios con las diferentes alternativas del proyecto, los cuales se presentan a continuación:

- Escenario base: Nuevo escenario base calle 73 abierta, desvío obra calle 72
- Escenario 1: Carril preferencial en la totalidad del tramo, horario HMD PM (Análisis micro y macro)
- Escenario 2: Carril preferencial en la totalidad del tramo + calzada solo bus entre la AK7 y la carrera 15, horario HMD PM (Análisis macro)
- Escenario 3: Calzada solo bus entre la AK7 y la carrera 15, horario HMD PM (Análisis macro)

7.1.1 Supuestos de modelación

- **MACRO:** Para la construcción de los escenarios en el modelo macro, se utilizaron las matrices de hora pico PM de la ciudad, las cuales corresponden al periodo comprendido entre las 17:00 y 18:00.
- **MICRO:** El modelo micro corresponde a la hora de máxima demanda del sector, es decir, de 18:00 a 19:00.

7.2 Análisis Macro

Para este análisis se utilizó como escenario sin proyecto el escenario base actualizado, el cual incluye los desvíos en la calle 72 por las obras que se están ejecutando para la construcción de la estación de la PLMB. A partir de las anteriores condiciones de operación de la red vial del sector, se crearon los escenarios con las diferentes propuestas para el proyecto, los cuales fueron presentados en el capítulo de Metodología.

7.2.1 Resultados del modelo Macro

En el análisis del escenario 1, el cual contempla la implementación del carril preferencial entre Carrera 7 y Av. Caracas, se compara la afectación en los tiempos de viajes y las velocidades de operación de los usuarios del corredor vial con proyecto, con los tiempos de viaje del escenario base.

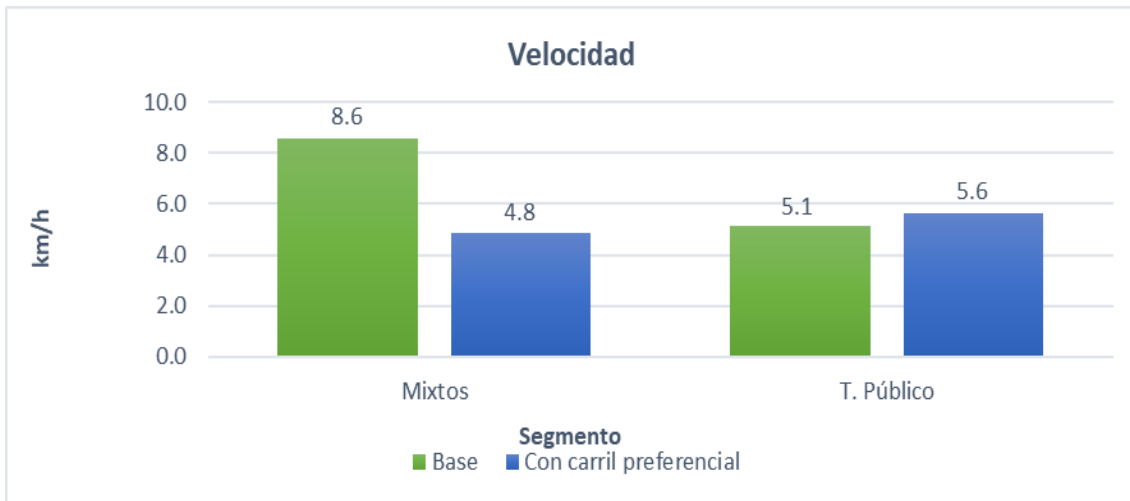
Gráfica 4. Tiempos de viaje escenario Base y escenario 1



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del modelo, con la implementación del carril preferencial, se observa un aumento en los tiempos de viaje del tráfico mixto del 77%, pasando de 7.5 a 13.5 minutos y para transporte público una disminución del 9%, logrando una disminución de 1 minuto aproximadamente.

Gráfica 5. Velocidades escenario Base y escenario 1



Fuente: Elaboración propia.

La velocidad del tráfico mixto disminuyó 43% con la implementación del carril preferencial y para el transporte público aumentó un 10%.

Al analizar la redistribución del tráfico mixto en la red, se encontró que para el caso del escenario 1 respecto al escenario base, en el tramo del proyecto se pierde un volumen cercano a los 500 vehículos, debido a que éstos deciden cambiar su ruta por el aumento del tiempo de viaje sobre la calle 76.

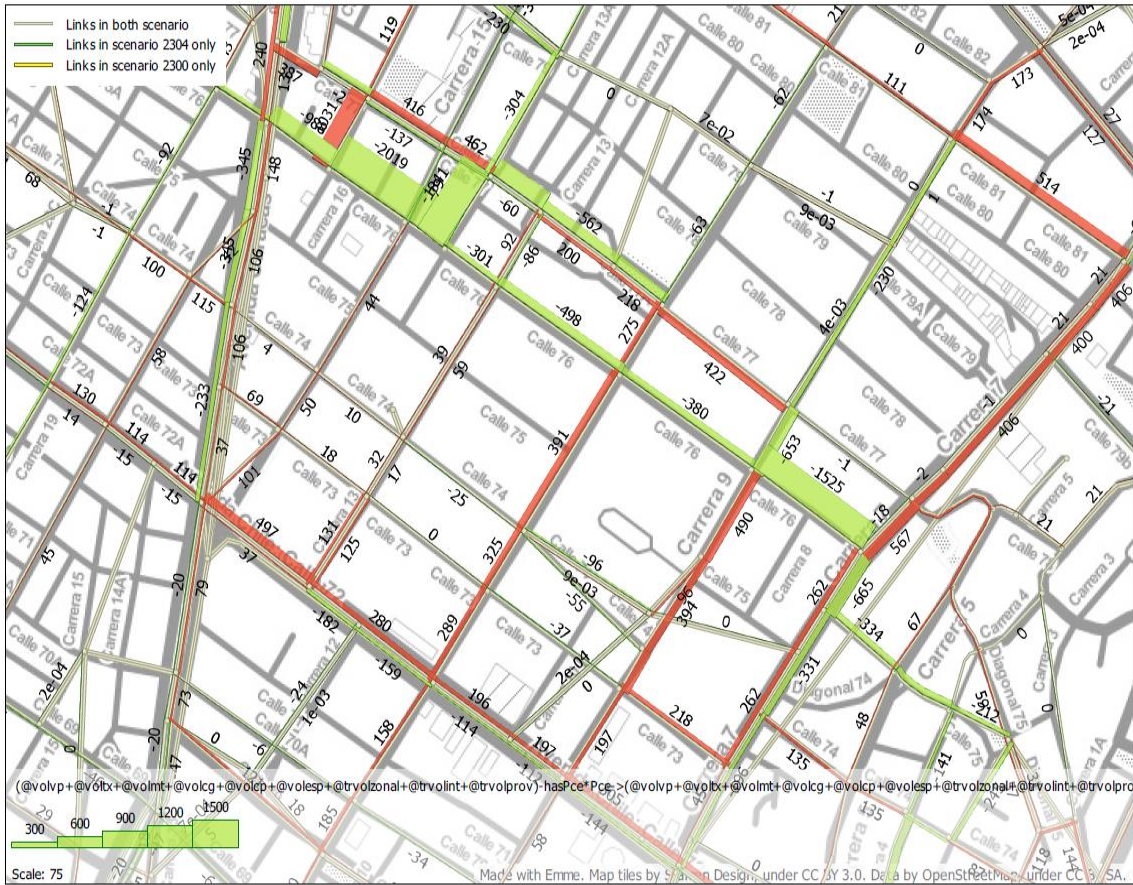
Figura 6. Esc. Base VS Esc. 1 (Carril preferencial entre Cr 7 y Av. Caracas)



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de transporte de Bogotá

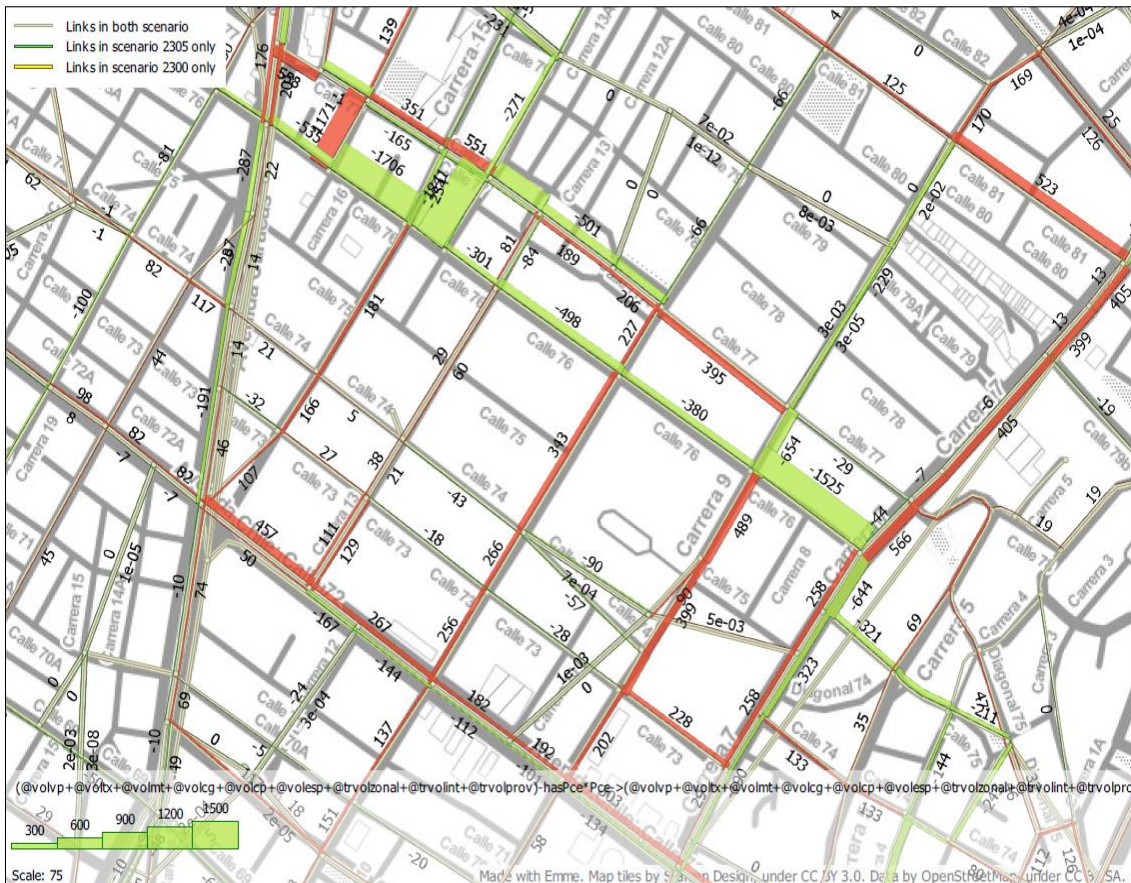
En el caso de los escenarios 2 y 3, donde se propone calzada solo bus entre Carrera 7 y Carrera 15, se observa que la redistribución vehicular puede llegar a superar los 2000 respecto al escenario base, tal como se muestra en las dos siguientes imágenes.

Figura 7. Esc. Base VS Esc. 2 (calzada solo bus entre Cr 7 y Cr 15 + Carril preferencial entre Cr 15 y Av. Caracas)



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de transporte de Bogotá

Figura 8. Esc. Base VS Esc. 3 (Carril preferencial entre Cr 15 y Av. Caracas)



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de transporte de Bogotá

El flujo vehicular que pierde la calle 76, se redistribuye por las calles 72, 77, 70 y 81.

7.3 Parametrización del modelo

La parametrización del modelo se efectúa para garantizar las condiciones de representatividad adecuada de los parámetros operativos que se encuentran en la realidad e incluyen, entre otros, los siguientes aspectos:

7.3.1 Volúmenes vehiculares

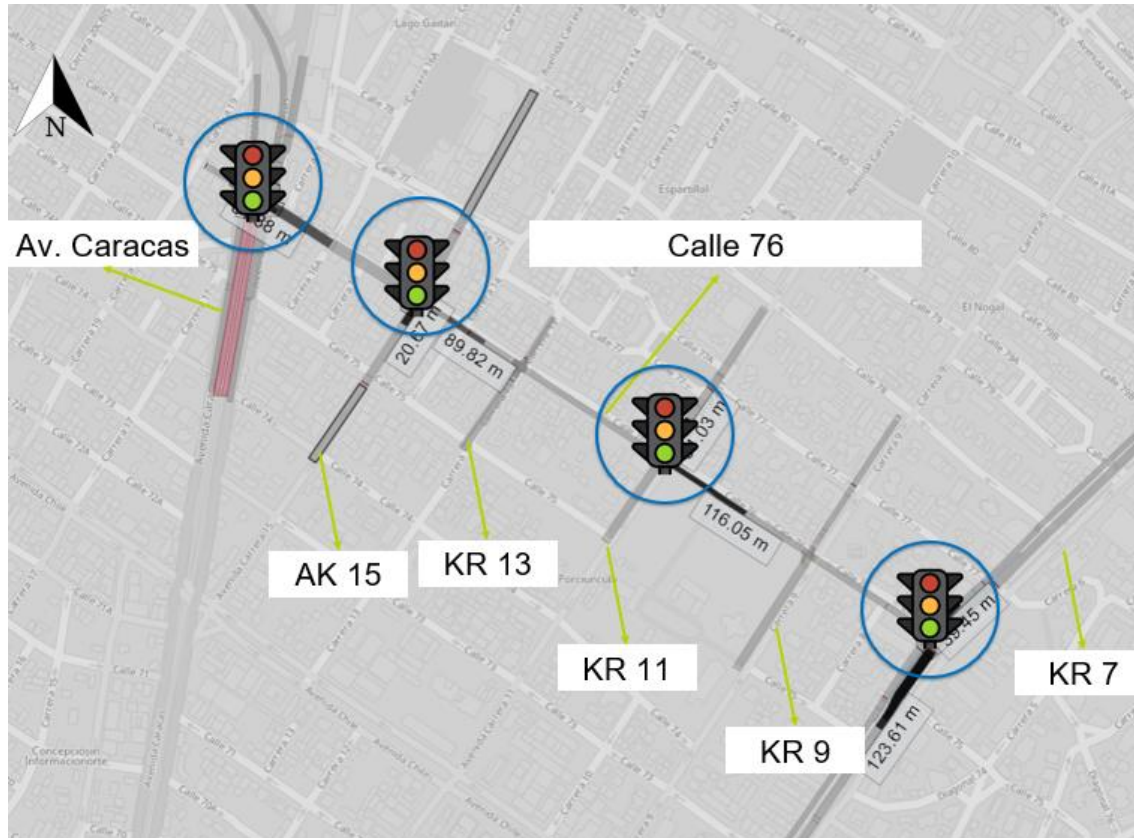
Para el análisis de modelación se tuvo en cuenta información primaria de volúmenes vehiculares recolectados en campo para las siguientes intersecciones:

- KR 7 X CL 76
- KR 9 X CL 76
- KR 11 X CL 76

- KR 13 X CL 76
- AK 15 X CL 76
- AC. CARACAS X CL 76

A continuación, en la siguiente figura se presentan la información de volúmenes vehiculares disponible en cada una de las intersecciones.

Figura 9. Información de volúmenes vehiculares disponible



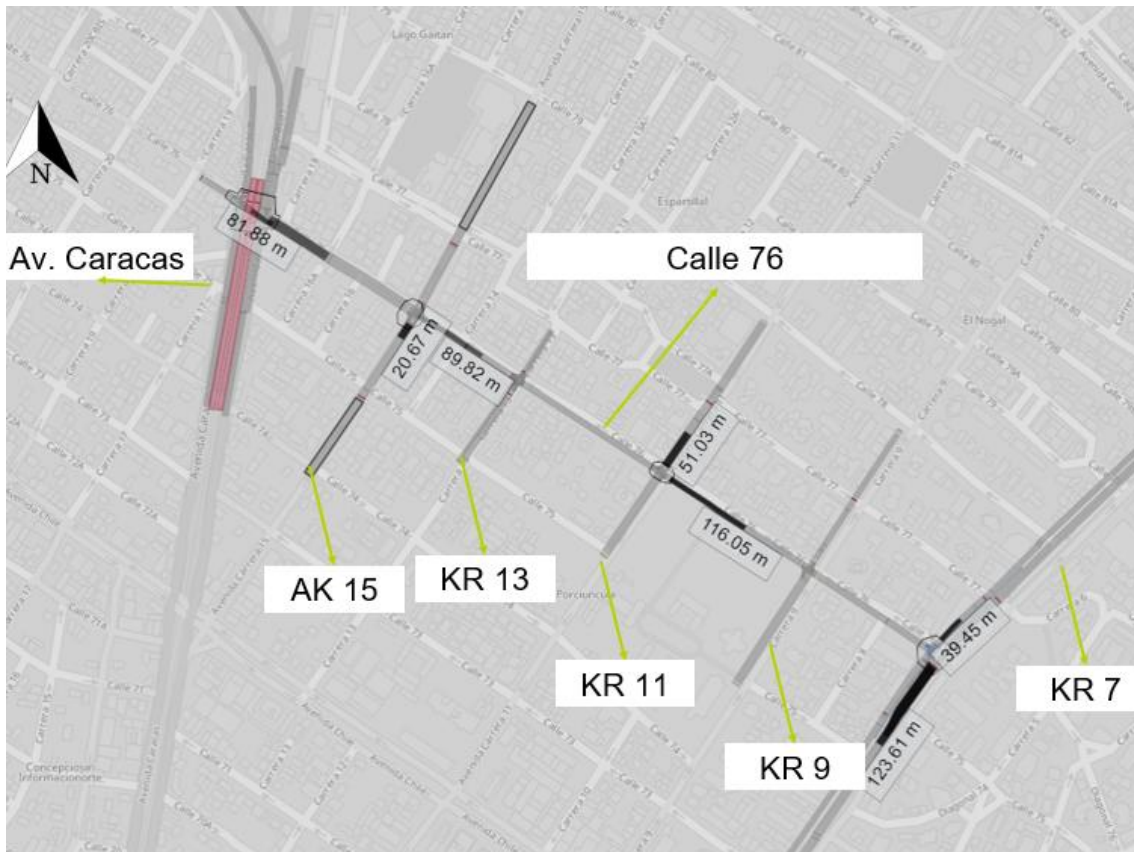
Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Estructura de la red vial:

De acuerdo con la zona de influencia definida por las intervenciones planteadas y el impacto generado a la movilidad del sector se estructuró el modelo con las vías relacionadas a continuación, tal como se presenta en la siguiente figura

- CL 76 entra KR 7 y Av. Caracas

Figura 10. Corredores viales incorporados en el modelo

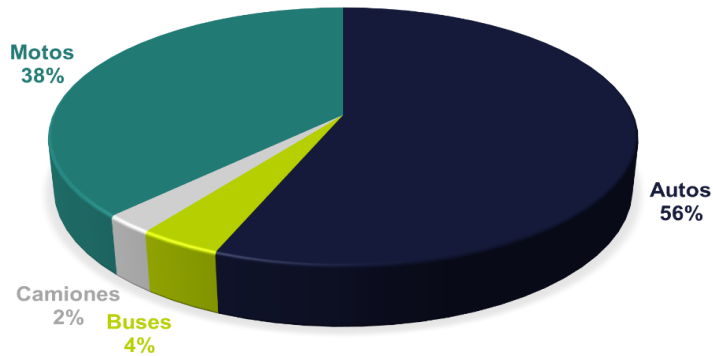


Fuente: Elaboración propia

7.3.3 Tipologías vehiculares:

Se incorporaron al modelo los siguientes modos motorizados: vehículos livianos, motocicletas, buses y camiones, los cuales se desagregaron conforme a la información recolectada mediante conteos manuales, así como con las características y dimensiones apropiadas para cada uno.

Figura 11. Composición vehicular



Fuente: DIM, 2023

7.3.4 Rutas de transporte público:

En el proceso de modelación fueron incorporadas 53 rutas de transporte público de los componente zonal del Sistema Integrado de Transporte Público y 22 paraderos o punto de parada.

Figura 12. Rutas de transporte público incorporadas en el modelo



Fuente: DIM, 2023

7.4 Calibración del Modelo Base

El proceso de calibración por volúmenes es una secuencia de asignaciones de la matriz origen – destino de viajes – vehículo sobre la red vial, hasta ajustar los flujos asignados a los que se dispone en los puntos de aforo. Para comprobar si los resultados de la asignación son correctos se procede a comparar los flujos en los arcos seleccionados como puntos de aforo de los cuales se dispone de información real. Uno de los insumos para la calibración son los volúmenes vehiculares aforados en campo (información primaria) los cuales se emplean para contrastar los volúmenes vehiculares en la hora de máxima demanda en los principales puntos de la red vial analizada.

Para la validación del presente modelo se tomó la información recolectada en las intersecciones del corredor en la hora de máxima demanda la cual se ubicó entre las 18:00 y las 19:00 horas. Esta información se contrastó con los resultados obtenidos por el modelo de micro simulación. Lo anterior, dado que estas intersecciones representan en buena medida la movilidad del área de influencia del proyecto, de esta manera, como resultado del proceso de calibración se obtiene el volumen vehicular por cada uno de los arcos de la red vial que poseen conteos vehiculares y, a partir de la aplicación del método estadístico GEH, se determina la aceptación de la modelación.

Ecuación 1. Expresión del método estadístico GEH

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{obs} - q_{sim})^2}{0.5(q_{obs} + q_{sim})}} \quad [1]$$

Donde,

q_{obs} flujo vehicular observado en el período considerado,

q_{sim} flujo vehicular simulado en el periodo considerado

Tabla 4. Resultados de la calibración

No.	PUNTO - ARCO	TIPOLOGÍA	DIRECCIÓN	VOLUMEN OBSERVADO	VOLUMEN MODELADO	CALIBRACIÓN GEH		CALIBRACIÓN FLUJOS		
						GEH	ACEPTACIÓN	INT. 1	INT. 2	INT. 3
1	1008_1	AUTOS	1008 AK 7 X CL 76	370	358	0.6	1	1	-	-
2	1008_1	BUSES		111	143	2.8	1	1	-	-
3	1008_1	MOTOS		476	460	0.7	1	1	-	-
4	1008_1	CAMIONES		8	8	0.0	1	1	-	-
5	1008_91	AUTOS		112	104	0.8	1	1	-	-
6	1008_91	BUSES		9	9	0.0	1	1	-	-
7	1008_91	MOTOS		52	53	0.1	1	1	-	-
8	1008_91	CAMIONES		4	3	0.5	1	1	-	-
9	1008_2	AUTOS		898	881	0.6	1	-	1	-
10	1008_2	BUSES		134	138	0.3	1	1	-	-
11	1008_2	MOTOS		352	366	0.7	1	1	-	-
12	1008_2	CAMIONES		20	18	0.5	1	1	-	-
13	1008_6	AUTOS		450	435	0.7	1	1	-	-
14	1008_6	BUSES		47	31	2.6	1	1	-	-
15	1008_6	MOTOS		204	201	0.2	1	1	-	-
16	1008_6	CAMIONES		5	5	0.0	1	1	-	-
17	1279_1	AUTOS	1279 - AK 11 X CL 76	1048	1043	0.2	1	-	1	-
18	1279_1	BUSES		87	112	2.5	1	1	-	-
19	1279_1	MOTOS		686	696	0.4	1	1	-	-
20	1279_1	CAMIONES		19	20	0.2	1	1	-	-

No.	PUNTO - ARCO	TIPOLOGÍA	DIRECCIÓN	VOLUMEN OBSERVADO	VOLUMEN MODELADO	CALIBRACIÓN GEH		CALIBRACIÓN FLUJOS		
						GEH	ACEPTACIÓN	INT. 1	INT. 2	INT. 3
21	1279_91	AUTOS	1193 - AK 15 X CL 76	119	113	0.6	1	1	-	-
22	1279_91	BUSES		2	1	0.8	1	1	-	-
23	1279_91	MOTOS		50	44	0.9	1	1	-	-
24	1279_91	CAMIONES		4	3	0.5	1	1	-	-
25	1279_4	AUTOS		410	502	4.3	1	1	-	-
26	1279_4	BUSES		29	32	0.5	1	1	-	-
27	1279_4	MOTOS		318	297	1.2	1	1	-	-
28	1279_4	CAMIONES		6	5	0.4	1	1	-	-
28	1279_8	AUTOS		149	206	4.3	1	1	-	-
28	1279_8	BUSES		6	14	2.5	1	1	-	-
28	1279_8	MOTOS		21	21	0.0	1	1	-	-
28	1279_8	CAMIONES		2	2	0.0	1	1	-	-
28	1193_2	AUTOS		579	561	0.8	1	1	-	-
28	1193_2	BUSES		31	46	2.4	1	1	-	-
28	1193_2	MOTOS		230	236	0.4	1	1	-	-
28	1193_2	CAMIONES		10	12	0.6	1	1	-	-
28	1193_6	AUTOS	46	42	0.6	1	1	-	-	
28	1193_6	BUSES	1	0	1.4	1	1	-	-	
28	1193_6	MOTOS	25	20	1.1	1	1	-	-	
28	1193_6	CAMIONES	15	15	0.0	1	1	-	-	
28	1193_4	AUTOS	481	522	1.8	1	1	-	-	
28	1193_4	BUSES	26	22	0.8	1	1	-	-	
28	1193_4	MOTOS	559	554	0.2	1	1	-	-	
28	1193_4	CAMIONES	12	13	0.3	1	1	-	-	

No.	PUNTO - ARCO	TIPOLOGÍA	DIRECCIÓN	VOLUMEN OBSERVADO	VOLUMEN MODELADO	CALIBRACIÓN GEH		CALIBRACIÓN FLUJOS		
						GEH	ACEPTACIÓN	INT. 1	INT. 2	INT. 3
28	1193_94	AUTOS		125	136	1.0	1	1	-	-
28	1193_94	BUSES		3	8	2.1	1	1	-	-
28	1193_94	MOTOS		36	34	0.3	1	1	-	-
28	1193_94	CAMIONES		0	0	-	-	1	-	-
28	1047_94	AUTOS	AK 20 X CL 76	74	77	0.3	1	1	-	-
28	1047_94	BUSES		0	4	2.8	1	1	-	-
28	1047_94	MOTOS		59	49	1.4	1	1	-	-
28	1047_94	CAMIONES		27	27	0.0	1	1	-	-

8,547	8,702	1.7	100%	100%	100%	-
TOTAL OBSERVADO	TOTAL MODELADO	GEH	% ACEPTACIÓN	% ACEPTACIÓN INT. 1	% ACEPTACIÓN INT. 2	% ACEPTACIÓN INT. 3

2%
ERROR PRECISIÓN

1	Flujos de arcos individuales
2	Suma de todos los flujos por arco
3	GEH para flujos por arco individual
4	GEH para suma sobre flujos de arco

Fuente: Elaboración propia con base en información de la DIM

Teniendo en cuenta los anteriores resultados y a partir de los criterios de la validación del método estadístico GEH (Geoff E. Havers) mostradas en la Tabla 2-1 se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para los arcos individuales el indicador GEH es inferior a 5 en el 92% de los casos.
- Para volúmenes inferiores a 700 veh/hora, la diferencia con el volumen modelado no supera los 100 veh/hora en la mayoría de los casos.
- Para volúmenes entre los 700 y los 2700 veh/hora, la diferencia con el volumen modelado no supera el 15%, en la totalidad de los casos.
- El error de precisión es del 0%.

Dado que se cumplen con los criterios mínimos de calibración se considera que la calibración del modelo a nivel micro es aceptada y validada.

7.5 Alternativas Evaluadas

Como objeto principal del presente análisis se requería la evaluación de un Carril preferencial para Buses en el corredor de la Calle 76 entre Av. Caracas y Carrera 7.

7.5.1 Resultados Escenario Base

A partir del modelo calibrado se procedió a la obtención de los resultados correspondientes a la situación actual. A continuación, en la siguiente figura, se presenta un mapa de velocidad del escenario base, donde se identifican las zonas de baja velocidad y formación de colas en intermediación a las intersecciones semaforizadas, principalmente.

Adicionalmente, en la siguiente figura se puede observar dentro de la malla vial los efectos en la velocidad ocasionada por elementos como los pompeyanos y estado regular de la malla vial, los cuales generan reducciones en la velocidad.

Figura 13. Mapa de velocidades – Escenario base



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los indicadores generales de desempeño de la red vial se encontró que la velocidad promedio de operación es de 13.9 km/h, las demoras promedio son de 82.9 seg/veh y el volumen atendido fue del orden de los 6648 vehículos, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5. Indicadores generales de operación – Escenario base

Escenarios	DESEMPEÑO GENERAL DE LA RED			
	Indicador			
	Velocidad de la red (km/h)	Demora promedio por Vehículo en la Red (seg/veh)	Volumen	Demanda Latente
Base	13.9	82.9	6648.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se encontró que las intersecciones operan en niveles de servicio de B, C o D. En la siguiente tabla se presentan los niveles de servicio obtenidos para todas las intersecciones.

Tabla 6. Niveles de servicio – Escenario base

Nivel de Servicio (LOS)	
Intersección	Base
1008 AK 7 X CL 76	C
1279 - AK 11 X CL 76	C
1193 - AK 15 X CL 76	B
1047 - AK 20 X CL 76	D

Fuente: Elaboración propia

7.5.2 Comparación de resultados

Una vez obtenido el modelo calibrado de la situación actual se procedió a incorporar dentro de este cada uno de los escenarios planteados en la siguiente tabla. De esta manera se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla

Tabla 7. Variación de los indicadores generales de la red

DESEMPEÑO GENERAL DE LA RED				
Escenarios	Indicador			
	Velocidad de la red (km/h)	Demora promedio por Vehículo en la Red (seg/veh)	Volumen	Demanda Latente
Base	13.9	82.9	6648.0	0.0
Escenario1	8.6	202.8	5821.0	433.6

Fuente: Elaboración propia

En esta se puede observar que en el escenario 1 se presenta una desmejora en la velocidad de operación de alrededor del 38%; de la misma forma, parámetros como la demora promedio cerca del 145%. Por su parte el volumen atendido continúa prácticamente constante en el escenario de acuerdo con las asignaciones por propuesta.

En cuanto a los niveles de servicio por intersecciones, se encontró que estos sufren variaciones en el escenario con respecto al escenario base, tal como se presenta en la Tabla 4-4.

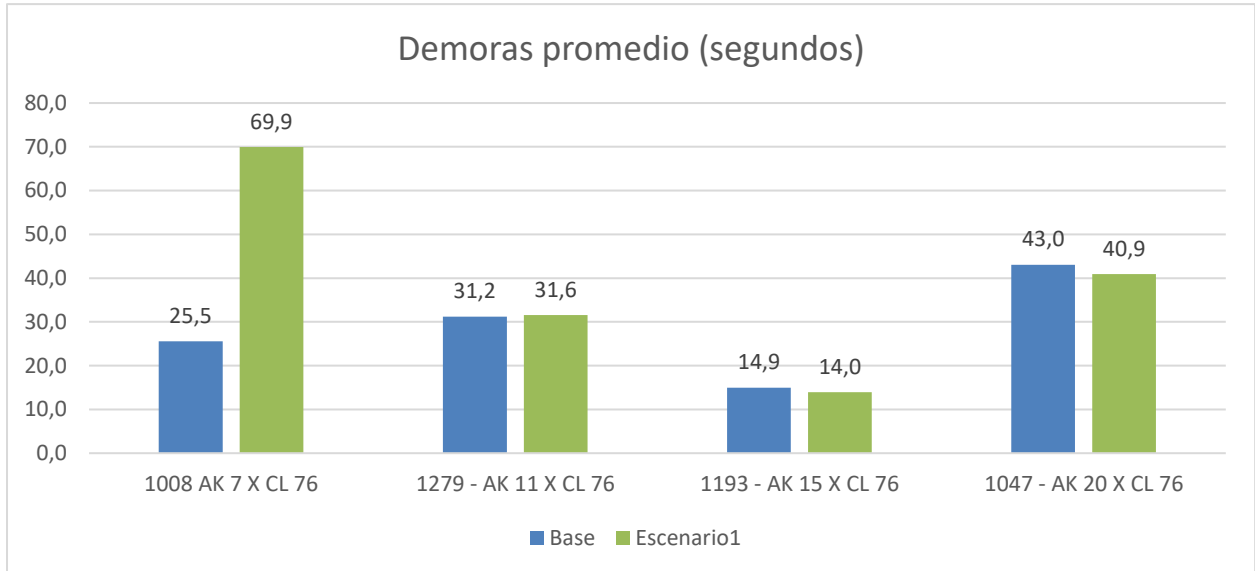
Tabla 8. Variación de los indicadores generales de la red

Nivel de Servicio (LOS)		
Intersección	Base	Escenario1
1008 AK 7 X CL 76	C	E
1279 - AK 11 X CL 76	C	C
1193 - AK 15 X CL 76	B	B
1047 - AK 20 X CL 76	D	D

Fuente: Elaboración propia

Considerando ahora la variación en parámetros como las demoras promedio y las longitudes de cola, en la siguiente gráfica se presenta la variación en el escenario de las demoras promedio.

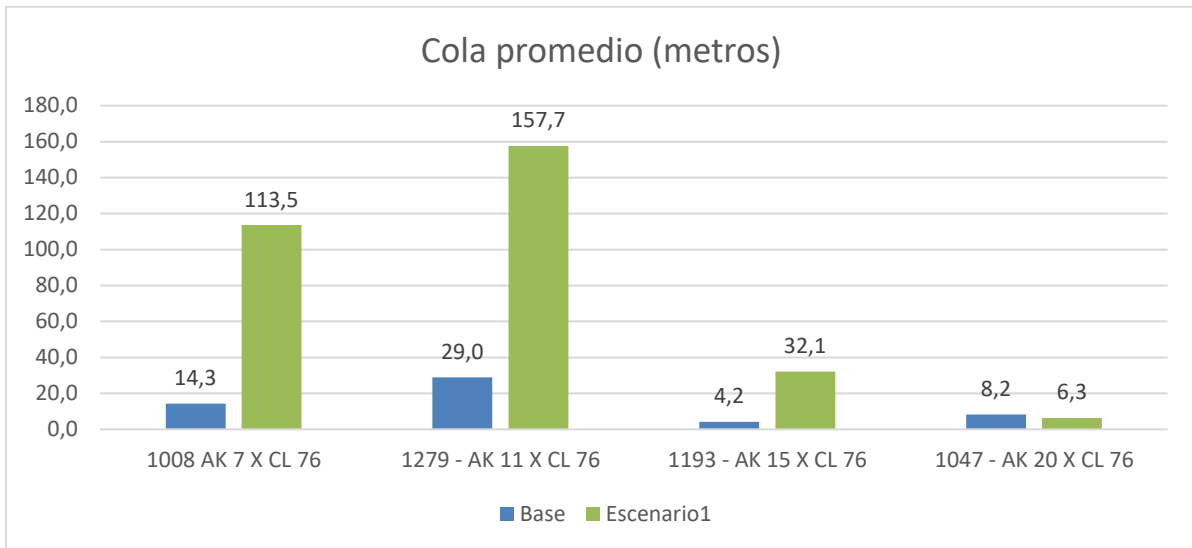
Gráfica 6. Variación de las demoras promedio



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las longitudes de cola promedio, se presenta un aumento en el escenario evaluado. Asimismo, en las intersecciones de la AK 7 X CL 76 Y LA AK 11 X CL 76 se presenta un aumento considerable en el escenario evaluado en las colas generadas. Las demás intersecciones no presentan cambios significativos, tal como se presenta en la siguiente gráfica.

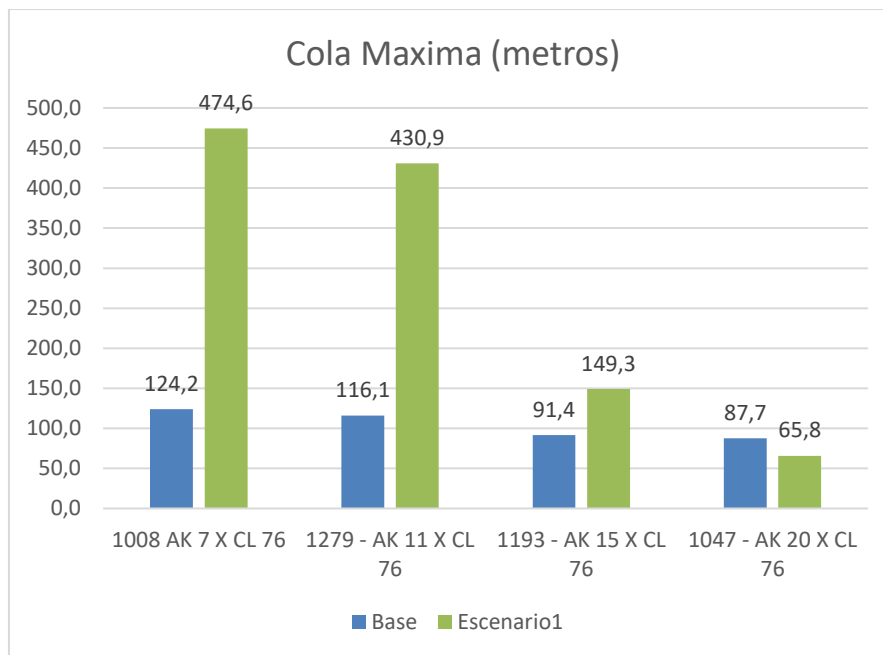
Gráfica 7. Variación de las longitudes de cola promedio



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las longitudes de cola máximas sufren variaciones en la intersección de las intersecciones de la AK 7 X CL 76 Y LA AK 11 X CL 76 y en las demás intersecciones se presentan pocas variaciones, tal como se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 8. Variación de las longitudes de cola máxima



Fuente: Elaboración propia

8. Conclusiones y Recomendaciones

- A nivel general de la red vial modelada se obtuvo una reducción del 38% en la velocidad promedio y un aumento del 145% en las demoras promedio.
- Se obtuvo una desmejora en el nivel de servicio de la intersección de la AK 7 X CL 76 al pasar de un nivel de servicio C en la situación actual a un nivel de servicio E en el escenario con proyecto. En este sentido, se obtuvo un aumento en las demoras promedio en esta intersección del 174%, un aumento en la cola promedio de un 695%, y las colas máximas aumentaron en un 282%.
- A nivel de corredores, se obtuvo un aumento del tiempo de viaje en los corredores de la CL 76, con el 31%. En sentido con lo anterior, todos los corredores sufrieron una reducción en la velocidad de operación en promedio del 29%.
- En cuanto a las recomendaciones es importante resaltar que la implementación del carril preferencial puede disminuir los niveles de servicio sobre los tramos analizados, de acuerdo con los resultados obtenidos donde se pasa de un nivel de servicio C a E, especialmente sobre la intersección de la AK 7 X CL 76.
- Teniendo en cuenta los resultados anteriores, con las condiciones de movilidad actuales y la metodología utilizada **no se recomienda** implementar el carril preferencial en la calle 76 entre la avenida carrera 7 y la avenida Caracas.
- Por lo anterior y dado que la medida **no se viabilizó con las condiciones actuales de movilidad**, se recomienda realizar seguimiento a las condiciones en las que se implementará el Corredor Verde de la avenida Carrera 7 y las implicaciones en las rutas de transporte público que se presenten durante la etapa de obras de infraestructura y una vez se implemente el proyecto.
- En complemento, es necesario también que tanto la SDM como Transmilenio S.A. evalúen alternativas que incluyan la gestión de la oferta de servicios de transporte público (trazado de rutas, flota, entre otras) como de gestión de la demanda de transporte en vehículos particulares, con el objetivo que corredor ofrezca mejores niveles de servicio para las rutas del SITP.