

**ANÁLISIS DE MODELOS DE SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA DE
MOVILIDAD Y TRANSPORTE ENTRE LAS CIUDADES DE SAO PAULO Y
BOGOTÁ**

**SANDRA MILENA BONILLA MENDIETA
JULIAN DAVID SABOGAL RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2020**

**ANÁLISIS DE MODELOS DE SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA DE
MOVILIDAD Y TRANSPORTE ENTRE LAS CIUDADES DE SAO PAULO Y
BOGOTÁ**

**SANDRA MILENA BONILLA MENDIETA
JULIAN DAVID SABOGAL RODRIGUEZ**

**Monografía para Optar por el Título de
Ingeniero Civil**

**Director
ING. Javier Valencia Sierra**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2020**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres por apoyar en cada paso nuestro proyecto de vida y al Ingeniero Javier Valencia por haber guiado nuestro proceso de formación profesional.

BOGOTÁ D.C.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. GENERALIDADES.....	10
1.1 ANTECEDENTES.....	10
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.5 ALCANCE.....	19
1.6 LIMITACIONES.....	19
1.7 METODOLOGÍA.....	20
2. ESTADO DEL ARTE.....	21
3. MARCO DE REFERENCIA.....	23
4. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO.....	26
4.1 EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.....	31
5. ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE DISEÑO PARA VÍAS URBANAS.....	37
5.1 EL CASO BRASIL.....	37
5.2 EL CASO COLOMBIA.....	51
5.3 DIFERENCIACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.....	66
6. MARCOS LEGALES.....	67
6.1 EL ORDENAMIENTO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.....	67
6.2 EL ORDENAMIENTO EN LA CIUDAD DE SAO PAULO.....	70
6.3 ANÁLISIS DIFERENCIAL.....	72
7. CIUDAD INTELIGENTE Y MOVILIDAD.....	75
7.1 AUTOMATIZACIÓN DE VEHÍCULOS.....	77
7.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	77
8. CRONOGRAMA.....	79
9. PRESUPUESTO.....	82
10. CONCLUSIONES.....	83

11. RECOMENDACIONES.....85

12. BIBLIOGRAFÍA.....86

ANEXOS.....92

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Infraestructura del sistema Transmilenio	11
Figura 2. Estadísticas de uso BRT en Curitiba	12
Figura 3. Perfil de demanda día típico en el sistema	12
Figura 4. Diagrama general del sistema SCT	15
Figura 5. Modelo de vehículo articulado de servicio troncal	34
Figura 6. Modelo de vehículo biarticulado de servicio troncal	35
Figura 7. Modelo de servicio alimentador	35
Figura 8. Modelo de vehículo de servicio urbano	35
Figura 9. Modelo de vehículo de servicio complementario	36
Figura 10. Modelo de vehículo de servicio especial	36
Figura 11. Diagrama de clasificación vial	39
Figura 12. Tipos de entrecruzamientos y Espacios necesarios para ciclistas	42
Figura 13. Secciones transversales típicas en vías con ciclo carriles	42
Figura 14. Distancia entre construcciones y franjas de circulación peatonal y puntos de parada para buses públicos	43
Figura 15. Distancias entre cruces peatonales y zonas de estacionamiento	44
Figura 16. Triángulo de visibilidad en intersecciones	46
Figura 17. Arreglos de drenajes en vías de doble circulación	48
Figura 18. Cruce de peatones a mitad de cuadra	49
Figura 19. Ramales de entrada y salida de vías expresas	50
Figura 20. Necesidad de barreras de protección en relación a la pendiente del talud y la altura de la vía.	50
Figura 21. Diagrama de flujo general para el diseño de vías urbanas	52
Figura 22. Variables influyentes en la selección del vehículo de diseño	55
Figura 23. Diagrama paso a paso del diseño planimétrico	57
Figura 24. Elementos básicos de las secciones transversales urbanas	58
Figura 25 Elementos en la sección transversal	58

Figura 26. Espacio mínimo recomendado para dos ciclo usuarios	60
Figura 27. Sección transversal franja ambiental	61
Figura 28. Proyección de crecimiento de árboles	61
Figura 29. Líneas de flujo verticales y zonas de conflicto	62
Figura 30. Convergencia tipo 2-3-6, tratamientos recomendados y situaciones de peligro	63
Figura 31. Divergencia tipo 6 en curva vertical convexa	63
Figura 32. Entrecruzamiento con carril auxiliar en intersección TIPO TREBOL	64
Figura 33. Triángulo de visibilidad	64
Figura 34. Geometrías de entradas y salidas dimensiones recomendadas	64
Figura 35. Manejo de ciclo ruta y franja de circulación peatonal para intersecciones semaforizadas	65
Figura 36. Áreas de influencia de los sistemas de transporte público	72
Figura 37. Ranking de ciudades inteligentes en el mundo, comparativo Bogotá-Sao Paulo	75

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Corredor línea verde URBS Curitiba	13
Imagen 2. Corredor Norte Transmilenio	13
Imagen 3. Movilidad colapsada Bogotá, Colombia	17
Imagen 4. Autopista elevada en la ciudad de Sao Paulo	17
Imagen 5. Mapa de la ciudad de Sao Paulo año 1897	27
Imagen 6. Mapa actual de la ciudad de Sao Paulo	27
Imagen 7. Área de la ciudad de Bogotá año 1894	28
Imagen 8. Área de la ciudad de Bogotá actual	28
Imagen 9. Tranvía de tracción animal - 1875	31
Imagen 10. Demanda de pasajeros en el metro de Sao Paulo Febrero de 2020	33
Imagen 11. Vía expresa presidente Joao Goulart	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Paralelo entre censos oficiales de Bogotá y Sao Paulo	29
Tabla 2. Paralelo entre la densidad poblacional de Bogotá y Sao Paulo	30
Tabla 3. Selección de nivel de servicio en un proyecto vial urbano/suburbano	41
Tabla 4. Radios mínimos de diseño	43
Tabla 5. Tipos de vehículos de diseño y sus dimensiones básicas	44
Tabla 6. Velocidades directrices	45
Tabla 7. Valores de radios mínimos en función de las tasas máximas de peralte	47
Tabla 8. Ancho de los carriles de acuerdo al tipo de vía	47
Tabla 9. Longitud de las franjas de estacionamiento	49
Tabla 10. Jerarquización vial: características y restricciones	53
Tabla 11. Tipos de vehículos de diseño	55
Tabla 12. Velocidades de diseño guías	56
Tabla 13. Dimensiones geométricas para garantizar la circulación de personas con movilidad reducida en rampas	59
Tabla 14. Principales ejes de movilidad que integran el D.C. a las diferentes escalas	68
Tabla 15. Líneas propuestas en el POT para el tren de cercanías	70
Tabla 16. Cronograma de actividades para propuesta de trabajo de grado	79
Tabla 17. Cronograma de aceptación para propuesta de trabajo de grado	80
Tabla 18. Cronograma de actividades para informe final de trabajo de grado	80
Tabla 19. Presupuesto considerado para la realización del trabajo de grado	82

RESUMEN

La presente monografía, expone una investigación sobre los modelos de infraestructura vial y de transporte, identificados durante la visita técnica internacional a Brasil realizada a través de la Universidad Católica de Colombia junto a la Universidad de Sao Paulo. En primera instancia se muestran las generalidades y los conceptos claves para contextualizar el documento, así como los antecedentes que condujeron a la formulación de la problemática y posterior resolución de los objetivos planteados.

Basado en lo anterior, se realiza en primer lugar un análisis del crecimiento demográfico de cada una de las ciudades, a partir de los datos proporcionados por los censos oficiales y de esa forma revisar la dinámica social, partiendo del dato de densidad poblacional, y cómo este hecho influye en el desarrollo de la infraestructura que presentan en la actualidad tanto Bogotá como Sao Paulo. Luego se realiza una examinación de las especificaciones de diseño de vías urbanas, su elaboración y su respectiva implementación en cada ciudad, con el fin de encontrar diferencias y similitudes para ser examinadas y estudiadas, lo cual va de la mano de un análisis de las políticas de desarrollo propuestas por los gobiernos de ambos núcleos urbanos enfocados en la inclusión del aspecto de movilidad y transporte. Lo anterior permite pues, llevar a cabo un estudio completo de todo lo referente a la infraestructura vial y de transportes de las urbes en cuestión y así por último incluir la observación de un modelo tecnológico innovador desarrollado en la ciudad de Sao Paulo el cual pueda ser aplicado a la dinámica de movilidad y transporte de Bogotá.

Palabras clave: Infraestructura vial, transporte, movilidad, especificaciones de diseño, políticas de desarrollo, innovación.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades, desde el concepto de Polis que nace en la antigua Grecia, se convirtieron en el centro económico, social, político y cultural de los seres humanos al agrupar en un sector geográfico delimitado la totalidad de dichos conceptos. Con el transcurso del tiempo, la concentración de población se ha ido manifestando con mayor claridad en las grandes urbes del mundo, ocasionando dinámicas de densidad demográfica que causan problemáticas reflejadas en la movilidad de los habitantes dentro de la ciudad.

El constante y apresurado desarrollo de la humanidad no ha sido ajeno a América Latina, y es que es cada vez más evidente e incuestionable que las ciudades latinoamericanas han cobrado relevancia y se convirtieron en el lugar de albergue de millones de personas. Bogotá siendo la capital de Colombia, se ha visto históricamente perjudicada debido a la falta de planeación por parte de las entidades distritales y el incumplimiento en la ejecución del plan de ordenamiento territorial, lo cual ha desatado congestión y contratiempos en cuanto a la eficiencia y el servicio del sistema de transporte para la ciudadanía, que día a día ve necesario hacer uso de este para desarrollar sus actividades diarias.

Por lo anterior, el análisis de modelos de infraestructura de movilidad y transporte de otras ciudades que posean características sociales, económicas y políticas similares a las de Bogotá, como lo es la ciudad de Sao Paulo, permite ampliar el panorama de alternativas de aplicación de sistemas para la ciudad en pro de su crecimiento y mejoramiento de la calidad de vida de la población de forma equilibrada.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Dentro del estudio de planes de mejoramiento de las condiciones de movilidad para la ciudad de Bogotá, se encuentra una gran variedad de propuestas basadas en sistemas de transporte público masivos utilizados en otras ciudades del mundo. El caso más relevante dio lugar al sistema de transporte público masivo utilizado actualmente en la ciudad, Transmilenio, el cual corresponde a un modelo previamente aplicado y extensamente estudiado en Curitiba, Brasil.

La ciudad de Curitiba en el estado de Paraná, es considerada una de las ciudades con uno de los patrones de crecimiento poblacional más organizados del mundo, gracias a que su desarrollo se ha venido dando de la mano con la organización del transporte público. En el año de 1974 nace en esta ciudad la primera flota del sistema de buses de tránsito rápido en el mundo, por sus siglas en inglés BRT, y desde entonces el gobierno municipal se dedicó a proyectar el crecimiento de la ciudad y de su población muy de la mano con la progresión del transporte público, permitiendo así la potenciación de desarrollo urbano en áreas específicas.¹ Este concepto del uso de los sistemas de transporte como generadores de avance urbano, particularmente para el caso de los servicios de BRT es conocido como DO-BRT (Desarrollo Orientado a los Buses de Tránsito Rápido) surgió precisamente del éxito del sistema aplicado en Curitiba que llegó hasta ciudades como Hong Kong, donde los BRT se implementaron como líneas suplementarias a su sistema principal del metro y la entidad pública operadora del sistema de transporte se ha convertido en desarrollador urbano.²

Sin embargo, el éxito del sistema de BRT en Curitiba fue posible en gran medida gracias a que la ciudad creció de la mano con el sistema, y es allí donde se diferencia radicalmente de Transmilenio implementado en Bogotá. La ciudad ya altamente desarrollada y con puntos de concentración demográfica fuertemente marcados, tomó la idea e implantó un sistema con muy alta capacidad en comparación al modelo original mediante la implementación de estaciones más largas, carriles de sobrepaso que permiten velocidades mayores, abordaje en estaciones por múltiples puertas, rutas rápidas y recaudos del costo del pasaje al ingreso a la estación dando lugar a una capacidad inicial de 48.000 pasajeros hora

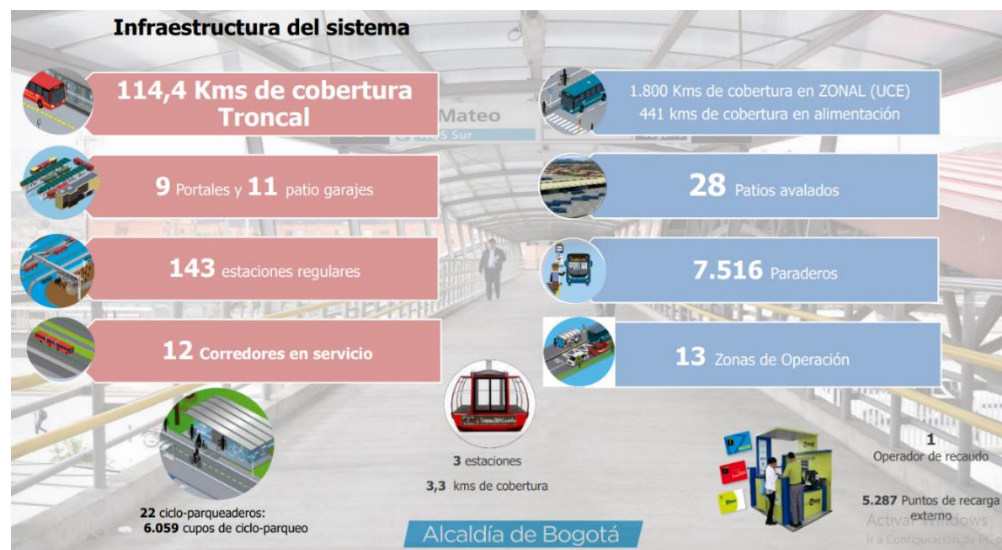
¹ RODRIGUEZ, Daniel A. Desarrollo urbano orientado a buses rápidos. Chapel Hill: Lincon Institute, 2013. p. 4.

² *Ibid.*, p.6.

sentido en el año 2000³, capacidad que 20 años después apenas ha alcanzado los 50.000 pasajeros hora sentido⁴.

Las *figuras 1 y 2*, describen las características principales de los sistemas de transporte masivo implementados para cada una de las ciudades y su estado al año 2019. La ciudad modelo, Curitiba cuyo sistema se encuentra bajo la dirección de *URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.*, asociación público privada que maneja el funcionamiento del sistema de transporte en la ciudad, al año 2019, según la alcaldía de Curitiba, contaba con 1'930.000 habitantes, y durante este año el sistema de transporte reportó un promedio de pasajeros diarios de 1'365.615, lo que indica que aproximadamente el 70% de la población total se movilizó utilizando el sistema BRT en la ciudad. Del otro lado, la ciudad de Bogotá que implementó un sistema de transporte más robusto desde sus inicios a cargo de TRANSMILENIO S.A., para el año 2019 según datos de la Secretaría Distrital la ciudad tenía 7'150.000 habitantes, es decir 3,7 veces la población de Curitiba y la movilidad de pasajeros reportados por el sistema durante los tiempos de mayor flujo diarios es de aproximadamente 2'500.000 pasajeros (*Ver figura3*).

Figura 1. Infraestructura del sistema Transmilenio



Fuente: Sitio Web Transmilenio S.A.

³ DUARTE, Fabio. ROJAS, Fernando. Intermodal connectivity to BRT: A comparative analysis of Bogota and Curitiba. Tampa: Journal of Public Transportation, 2012. p. 14.

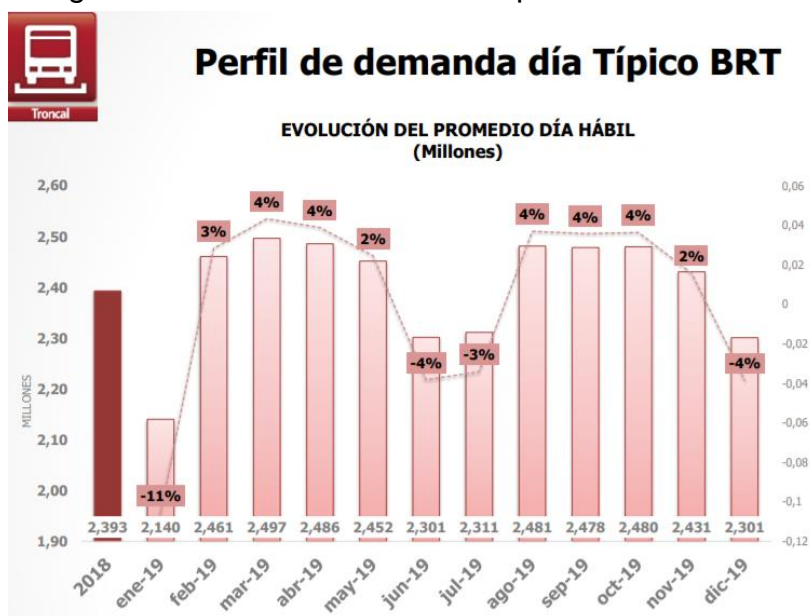
⁴ TRANSMILENIO. TRANSMILENIO EN CIFRAS: Estadísticas de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público-SITP. Informe No. 62. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019. p. 3.

Figura 2. Estadísticas de uso BRT en Curitiba

Transporte Coletivo Urbano (2019)	
1.365.615	Passageiros transportados (dia útil)
620.602	Passageiros pagantes equivalentes (dia útil)
251	Linhas de ônibus
329	Estações tubo
21	Terminais
1.229	Ônibus da frota operante
300.773	Km percorridos (dia útil)
14.166	Nº de viagens (dia útil)
16,07%	Representatividade das gratuidades e descontos (idosos, pessoas com deficiência, estudantes, etc.) nos custos tarifários
1.793.260	Cartões transporte ativos - categoria Usuário
192.865	Cartões transporte ativos - categoria Isento
15.197	Cartões transporte ativos - categoria Estudante
2.123	Alunos atendidos pelas 56 linhas de ônibus do SITES - Sistema Integrado de Transporte para o Ensino Especial
290	Estações tubo equipadas com elevadores ou rampas de acesso
97,25%	Percentual da frota de ônibus com acessibilidade
555.345	Passageiros transportados na Linha Turismo (total ano)
63,20%	Percentual de tarifas pagas com a utilização do cartão transporte

Fuente: Sitio Web URBS Curitiba

Figura 3. Perfil de demanda día típico en el sistema



Fuente: Sitio Web Transmilenio S.A.

A pesar de que las cifras pueden ser un poco desalentadoras y muestran que en Bogotá no se obtuvo el mismo resultado con la aplicación de BRT en comparación al caso Curitiba, cabe resaltar que en la capital colombiana se cuenta con otros sistemas que han tratado de ser integrados al sistema principal de buses rápidos de Transmilenio, como lo es el caso de los “Buses azules” SITP, al igual que el sistema de cable en las zonas periféricas TRANSMICABLE, sin embargo los problemas de movilidad persisten en una ciudad con uno de los peores tráficos vehiculares del mundo.

Imagen 1. Corredor línea verde URBS Curitiba



Fuente: Sitio Web UBRS

Imagen 2. Corredor Norte Transmilenio



Fuente: Sitio Web Caracol Radio

El caso Transmilenio, es el modelo de transporte más popular traído a Colombia convertido en un referente mundial para la implementación de los BRT, pues muchos países han visto en este una oportunidad de adaptación de este sistema como un alimentador de sus bases centrales de transporte público que generalmente se encuentran en los servicios metro. Sin embargo, debido a que evidentemente Transmilenio no ha podido adaptarse al rápido crecimiento de la ciudad y cada día es más evidente la necesidad de implementar nuevas estrategias de movilidad, la administración de Enrique Peñalosa inició la implementación de sistemas de semaforización inteligentes.

Los sistemas de semáforos inteligentes, surgen de la idea de las ciudades inteligentes, en donde mediante el uso de los desarrollos tecnológicos se busca optimizar los tiempos de recorridos de los usuarios y con esto impactar de manera positiva todo los aspectos relacionados a la movilidad, no solo por parte de vehículos particulares, sino también considerando el transporte público, ciclistas y peatones, siendo este un modelo que propone una completa integración de todos los actores y la eficiencia de sus desplazamientos.

La implementación de los semáforos inteligentes ha sido ampliamente utilizada en países de Asia y Europa que le apuestan a la tecnología como una herramienta para el mejoramiento de la movilidad de sus habitantes. Estos dispositivos son capaces de detectar la cantidad de flujo vehicular mediante el uso de sensores, estratégicamente dispuestos⁵, que se conectan a un software que controla el cambio de la semaforización en función a las dinámicas de flujo que se presenten en diferentes circunstancias del día. Varios estudios han demostrado que la aplicación de estos sistemas de automatización mejoran la circulación vehicular, a tal punto que es posible una reducción en las emisiones de CO₂ debido a que las paradas en las intersecciones se reducen en más de un 50% lo que implica directamente un menor consumo de combustible y a su vez menos generación de CO₂ liberado en la atmósfera.⁶

La ciudad de Bogotá que cuenta con aproximadamente 18.500 semáforos en toda su extensión, según la Secretaría de Movilidad, inició en el 2019 el proceso de mejoramiento del sistema donde se planea automatizar toda la red de semaforización con el fin de mejorar la calibración de los tiempos de las luminarias

⁵ MORALES, Rafael. GONZALEZ, Juan José. Control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes. Maracaibo, 2013. p. 23.

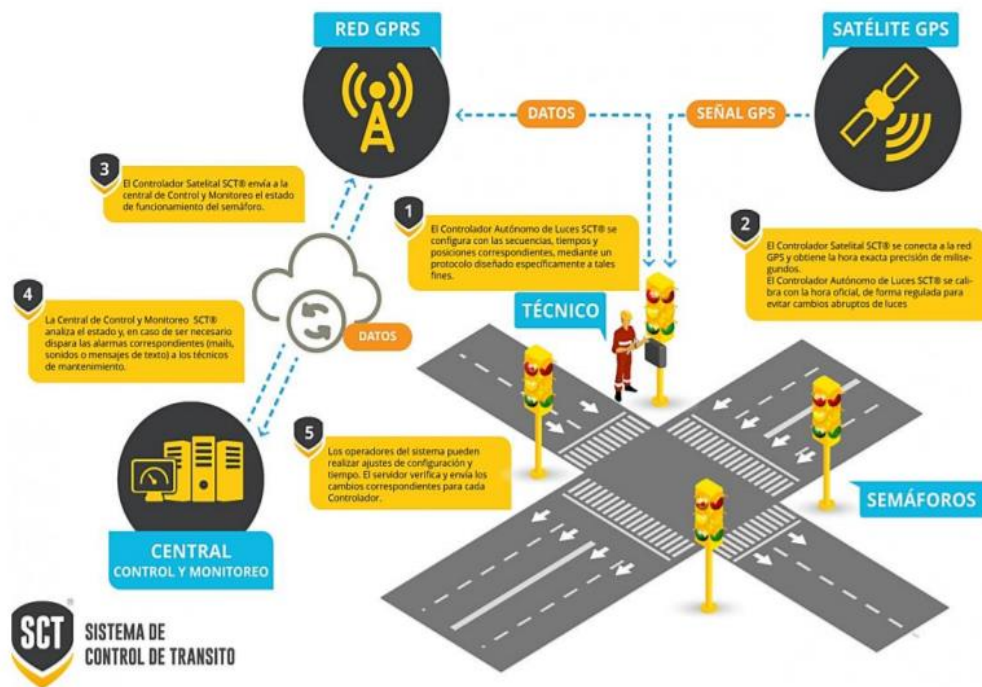
⁶ SAMANIEGO, Victor. VIÑAN, Marlon. JARAMILLO, Wilson. JACOME, Luis. SINCHE, Javier. Semáforos inteligentes y tráfico vehicular: un caso de estudio comparativo para reducir atascos y emisiones contaminantes. Loja: Revista ibérica de sistemas y tecnologías de información, 2019. p. 10.

en respuesta a las demandas de tráfico para cada sector. Debido a que la ciudad cuenta con un elevado número de intersecciones de alto flujo, el proceso de cambio de los equipos y puesta en marcha del sistema completo espera terminarse para agosto de 2020.

A pesar de que el ideal sería reducir el número de semáforos en la ciudad y poder optimizar las intersecciones que se presentan, otro punto importante dentro del uso de los semáforos en la ciudad está relacionado con el tránsito peatonal. Uno de los problemas que enfrentan las grandes ciudades son los altos índices de accidentalidad que en su mayoría involucran vehículos y peatones y que muestran la importancia de proporcionar pasos seguros para que las personas circulen fácilmente por las calles concurridas.

El sistema que se busca implementar en la ciudad de Bogotá, es similar a la semaforización usada en Argentina, donde todo el sistema opera de forma centralizada, lo que indica que todos los semáforos de la ciudad de encuentran conectados a un centro de operación que recibe y administra la información que envía cada dispositivo en las calles (Ver figura 4). Sin embargo el tiempo de implementación es largo debido a que al tratarse de un sistema centralizado que depende de servicios externos como internet y transmisión GPS, requiere una mayor inversión e infraestructura en su desarrollo.

Figura 4. Diagrama general del sistema SCT



Fuente: SCT VIAL

De igual manera se han realizado incontables observaciones sobre la viabilidad de implementación dentro de la ciudad de uno de los sistemas de transporte más usados alrededor del mundo como lo es el metro, el cual podría cambiar considerablemente las dinámicas de movilidad en una ciudad que sufre los estragos de la falta de planeación, proyección y voluntad política. En la actualidad se encuentra licitada y en espera para su inicio la primera línea de metro elevado para la ciudad de Bogotá, sin embargo el proyecto lucha contra las dificultades que trae consigo la construcción de mega obras en medio de ciudades ya urbanizadas, lo que implica, en primera instancia un impacto social y económico incalculable para las comunidades aledañas a los puntos de obra y en general un impacto a la economía de la ciudad que necesita mejorar las condiciones de movilidad pero no cuenta con los fondos suficientes para la inversión en proyectos de esta envergadura.

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desorden en el crecimiento demográfico de las ciudades latinoamericanas ha generado, cada vez más con el paso de los años, recurrentes problemas dentro de la movilidad y sus sistemas de transporte, lo cual se debe a la deficiente planificación de desarrollo de infraestructura vial que sea capaz de responder a estas necesidades.

Para el caso de la ciudad de Bogotá D.C que ha experimentado un crecimiento poblacional inusitado alrededor de los últimos veinte años, es evidente el déficit en cuanto a sistemas de infraestructura vial y transporte público que se ve reflejado en los largos tiempos de recorrido para los usuarios. A partir de esto surge la necesidad de proponer alternativas de solución a través del análisis de las condiciones de otras ciudades con variaciones demográficas semejantes a las del Distrito Capital.

Bajo estos parámetros se considera la ciudad de Sao Paulo, Brasil como muestra de desarrollo urbano que puede aportar al mejoramiento de las estrategias de movilidad dentro de una ciudad ya construida, es así que mediante el estudio de sus modelos de sistemas de infraestructura de transporte se busca analizar y determinar cuáles de ellos pueden ser implementados satisfactoriamente en la ciudad de Bogotá.

¿Es posible aplicar algún modelo existente dentro de la infraestructura de movilidad y transporte urbano de Sao Paulo de manera efectiva, para mitigar los niveles de congestión en la ciudad de Bogotá?

Imagen 3. Movilidad colapsada Bogotá, Colombia



Fuente: Noticias RCN en Twitter

Imagen 4. Autopista elevada en la ciudad de San Paulo



Fuente: IBGE

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL. Realizar un análisis sobre los modelos de infraestructura de movilidad y transporte de la ciudad de Sao Paulo, Brasil, que sean factibles de implementar dentro de las dinámicas de movilidad de la ciudad de Bogotá, Colombia.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un paralelo entre el crecimiento demográfico y la evolución de infraestructura en ambas ciudades.
- Examinar las especificaciones de diseño de vías urbanas exigidas por el gobierno de Brasil, particularmente la ciudad de Sao Paulo, con el fin de determinar similitudes y diferencias con la normatividad colombiana aplicada en la ciudad de Bogotá.
- Analizar las políticas de desarrollo y crecimiento urbano, específicamente en relación a los aspectos de movilidad.
- Proponer la aplicación de desarrollos tecnológicos usados en Brasil dentro de las dinámicas de movilidad de la ciudad de Bogotá.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El paulatino crecimiento de la población mundial ha traído consigo constantes retos en el desarrollo y la construcción de las grandes ciudades, las cuales albergan un porcentaje considerable de seres humanos. No hay duda de que a medida que aumenta el número de habitantes, es lógico que haya un crecimiento al mismo ritmo de la capacidad para atender las necesidades que requieren los ciudadanos y uno de los principales servicios del que se hace uso es el del transporte público ya que es la manera en el que las personas se desplazan de sus lugares de residencia a sus sitios de trabajo, estudio y demás actividades.

El transporte público posee tal importancia, que para su elaboración y ejecución se requieren de personas aptas, con experiencia y conocimiento en la materia que realicen aportes para su desarrollo y a su vez ir de la mano de una regulación legal y de políticas públicas que ayuden a su control y mantenimiento por tratarse de un asunto de interés público.

Sin embargo en la ciudad de Bogotá DC, los estudios de aplicación de nuevos sistemas de infraestructura de transporte utilizados alrededor del mundo carecen de una revisión a fondo de las proyecciones de crecimiento y desplazamiento de la ciudad y no consideran el mejoramiento integral de la infraestructura relacionada a la movilidad en general, cuyos actores no son únicamente los sistemas de transporte público, sino también los particulares, ciclistas, motociclistas y la nueva ola de servicios a través de plataformas digitales, que transportan diariamente en las calles a millones de pasajeros.

Es así que surge la necesidad de considerar distintos modelos y avances tecnológicos referentes a la materia, aplicados en ciudades con características

urbanas, volúmenes y flujos poblacionales similares a la ciudad de Bogotá. Para este caso, la ciudad de Sao Paulo, Brasil, cumple con dichos parámetros al ser una de las metrópolis más pobladas y con flujos de tránsito similares a los que presenta Bogotá, no obstante con una infraestructura vial visiblemente superior. Sumando a lo anterior las dinámicas poblacionales son semejantes lo que la convierte en una ciudad modelo de alto interés de análisis.

1.5 ALCANCE

El desarrollo del presente proyecto se realiza con base en la visita técnica internacional a Brasil, llevada a cabo en el mes de julio del año 2019 donde se pudo conocer de primera mano algunos tramos de la infraestructura vial del país, apoyado en las conferencias y charlas con el grupo de investigación de tránsito de la Escuela de Ingeniería de Sao Carlos en la Universidad de Sao Paulo (EESC-USP). Además, a través del acceso al servicio de la biblioteca Prof. Dr. Sergio Rodríguez Fontes, se hizo la revisión de documentos de investigación apoyados por la universidad, a partir de los cuales se realiza el planteamiento del problema y se complementa con una revisión bibliográfica externa, con el fin de presentar una monografía que permita cumplir con los objetivos planteados y la importancia de los avances implementados en la ciudad de Sao Paulo que puedan llegar a ser aplicados y ejecutados como modelos de innovación y transferencia tecnológica en la ciudad de Bogotá.

1.6 LIMITACIONES

Debido a que en el proyecto se basa en el estudio de las dinámicas de movilidad que se viven a diario en la ciudad de Sao Paulo y sistemas alternativos que pueden ser aplicados exitosamente en Bogotá, es un inconveniente la dificultad de traslado a Brasil por motivos principalmente económicos, lo que limita la investigación a los pocos recorridos que se hicieron dentro de la ciudad durante la visita realizada y a la teoría que encontremos no solo en artículos académicos sobre estudios en Brasil, sino además a reseñas de carácter informativo regular, sobre los cambios que viven los ciudadanos en su día a día.

Debido a que se debe realizar una recolección de información exhaustiva de fuentes locales, existe la barrera del lenguaje que se debe trabajar de la mano del uso de herramientas tecnológicas. Adicionalmente se determinó como un limitante importante, el acceso a los documentos técnicos y normativos aplicados en Brasil

que presentan algunas restricciones en divulgación y su consecución ha sido engorrosa.

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Tipo de estudio. La información presentada para la elaboración de este proyecto fue adquirida a partir de la visita técnica internacional a Brasil promovida por la Universidad Católica de Colombia, siendo partícipes de conferencias y charlas con profesionales, docentes e investigadores de la Universidad de Sao Paulo en la ciudad de Sao Carlos, brindando información a partir del área de especialidad que abarcan.

1.7.2 Fuentes de investigación. Se obtuvo información de primera mano a partir del ciclo de conferencias desarrollada en la agenda de la visita, y se complementó ampliamente gracias al acceso que se adquirió al banco de tesis y disertaciones de la biblioteca de la Universidad de Sao Paulo. Así mismo, para temáticas exclusivas de la ciudad de Bogotá, se contó con el apoyo de los docentes de la Universidad Católica de Colombia y el acceso al sistema nacional de normatividad.

1.7.3 Diseño metodológico. El análisis a realizar tendrá como base un enfoque metodológico descriptivo y correlacionar con el fin de determinar similitudes y diferencias que caractericen los sistemas de infraestructura en cada una de las ciudades.

Para su desarrollo se determinaron las siguientes fases:

Fase 1. Análisis histórico del crecimiento demográfico de las ciudades en cuestión.

Fase 2. Realizar una revisión de la normativa legal vigente en cuanto al diseño de infraestructura urbana para Brasil y Colombia.

Fase 3. Estudio de las dinámicas de movilidad y planes de desarrollo asociadas a esto.

Fase 4. Analizar modelos tecnológicos de la ciudad de Sao Paulo capaces de ser implementados en la ciudad de Bogotá.

Fase 5. Conclusiones y recomendaciones finales.

2. ESTADO DEL ARTE

La investigación a desarrollar se ha abordado desde distintos puntos de vista tanto a nivel local como global. Al realizar una revisión bibliográfica sobre estudios comparativos entre los sistemas de infraestructura de transporte entre ciudades latinoamericanas, se encuentra que el enfoque de estos ha estado primordialmente relacionado con la implementación de modelos de transporte público masivos, principalmente el caso metro para la ciudad de Bogotá. Se ha analizado ampliamente la configuración de la estructura metro de la ciudad de Sao Paulo y su aplicación dentro del sistema de transporte público para el distrito capital con investigaciones como *“Recomendaciones de construcción para la proyección de la primera línea del metro de Bogotá, Colombia, de acuerdo con el metro de Sao Paulo Brasil”*⁷ y *“Análisis de métodos y eficiencia de la operación y gestión de transporte público con infraestructura fija caso – metro Sao Paulo”*⁸.

En cuanto al análisis de investigaciones desarrolladas en Brasil, particularmente en la escuela de ingeniería de la universidad de Sao Paulo, existen tesis enfocadas al estudio de los patrones del tráfico y la aplicación de tecnología para su optimización; tal es el caso del trabajo de disertación *“Análise de ferramentas computacionais para planejamento estratégico do uso do solo e transportes”* (Análisis de herramientas computacionales para el uso estratégico del suelo y la planificación del transporte)⁹. Así mismo existe otra perspectiva dentro el desarrollo urbano de la ciudad ya construida para para la elaboración de metodologías de planificación del transporte como *“Um processo sintetizado para planejamento de transportes urbanos”* (Un proceso sintetizado para el planeamiento ed transportes urbanos)¹⁰.

⁷ PINTO, Liliana. Recomendaciones de construcción para la proyección de la primera línea del

Metro de Bogotá Colombia, de acuerdo con el metro de São Paulo Brasil. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. p.23.

⁸ ORTEGA, Marcela. Análisis de métodos y eficiencia de la operación y gestión de transporte público con infraestructura fija caso – metro de Sao Paulo. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. p.47.

⁹ ROCHA, Gustavo. Análise de ferramentas computacionais para planejamento estratégico do uso do solo e transportes. Sao Carlos: Universidad de Sao Paulo, 2010, p.86.

¹⁰ AKISHINO, P. Um processo sintetizado para planejamento de transportes urbanos. São Carlos: Universidad de São Paulo, 2002. p.96.

Por otro lado a nivel global, existe bibliografía como *“Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina”*¹¹, que aborda las características principales de los centros urbanos en países latinoamericanos, especialmente en las ciudades densamente pobladas dentro de las cuales se encuentra Bogotá. Sin embargo su orientación principal es la caracterización de las problemáticas relacionadas a la política y la coyuntura socioeconómica.

Si bien lo mencionado anteriormente es de suma relevancia dentro del diseño de las ciudades modernas, no se ha abordado específicamente al análisis de modelos de infraestructura de movilidad y transporte, que determina no solo los flujos dentro del transporte público, sino que además considera el colectivo, lo cual es el objetivo del presente trabajo.

¹¹ FIGUEROA, Oscar. Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. Santiago de Chile: EURE, 2005. p. 6.

3. MARCO DE REFERENCIA

Con la aparición de los primeros asentamientos humanos y la formación de relaciones socio-comerciales dentro de sus integrantes, se han venido desarrollando dinámicas de interacción que marcan los movimientos de los individuos dentro de ciertos espacios delimitados, de allí surge la idea más primitiva de ciudad. Sin embargo, su rápido crecimiento ha desencadenado la formación de inmensas aglomeraciones de personas que habitan espacios reducidos, dedicadas a desplazarse constantemente de un punto a otro con el fin de desarrollar actividades de tipo industrial, comercial, social, académico y administrativo. Se ha considerado entonces, como una característica fundamental, el tamaño medido en cuanto al número de personas dentro de un área particular.

Estas áreas delimitadas por el uso de los suelos, se han convertido en zonas urbanas que se caracterizan por la centralización de algunos tipos de actividades que reúne a grandes grupos de personas con ciertos patrones sociales predecibles. Bajo estas circunstancias se hace evidente la necesidad de analizar los movimientos en masa que se generan en las grandes urbes, los cuales, con el crecimiento estrepitoso de la población y la globalización se han convertido en problemas de movilidad alrededor del mundo, especialmente en los últimos 50 años.

Así, al analizar las ciudades latinoamericanas se observa que estas no son la excepción, los bajos niveles de calidad de vida en las zonas rurales y la desigualdad social han impulsado cada vez más personas a las ciudades principales en busca oportunidades laborales, lo que incrementa la densidad poblacional dramáticamente y crea una brecha manifiesta entre las proporciones de la población en las áreas rurales y las áreas urbanas. Cabe resaltar que, este tipo de migraciones de personas con bajos ingresos, da origen a dinámicas de movimiento particulares dentro de las grandes ciudades, la más marcada es sin duda la ocupación de las zonas de periferia, creando largos trayectos de recorridos en la movilización hasta los puntos de mayor afluencia que generalmente hacen parte de centros empresariales y sectores laborales que se convierten en nodos de vital importancia dentro de las ciudades.

A partir de esto surgen los conceptos de tránsito, tráfico y transporte como respuesta a la necesidad de suplir las demandas en cuanto a la movilidad de personas dentro de la ciudad. Cada uno cumple un papel importante dentro de los flujos de movilidad, pero es fácil la confusión entre estos, por lo que es primordial reconocer que tanto el tráfico como el tránsito surgen a partir del desarrollo del transporte definido como: *“El transporte es un sistema integrado por tres elementos fundamentales interaccionados entre sí: la infraestructura, el vehículo y la empresa de servicio.”*¹²

¹² IZQUIERDO, Rafael. Transportes, un enfoque integral. España: Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, 1994. p.65.

Esta definición muestra la complejidad detrás de los movimientos repetitivos de los actores dentro de las ciudades, que se convierten en usuarios, sin importar el sistema de movilidad escogido y resalta la importancia de la infraestructura como factor fundamental dentro de los modelos de transporte que deben ser desarrollados cuidadosamente examinando los movimientos de personas entre puntos nodales dentro de la ciudad. Los estudios de movimientos en masa, deben ser proyectados de acuerdo a las necesidades futuras de las poblaciones involucradas obligando a la planificación no solo de los sistemas de transporte a implementar, sino en general a un modelo de crecimiento poblacional organizado, con usos del suelo definidos que facilite la ampliación de la ciudad paulatinamente no solo en área sino es prestación de servicios eficientes.

Los problemas en la deficiencia de los sistemas de planificación, imposibilitan la expansión de las grandes ciudades ya construidas, muchas veces sin mucho espacio de crecimiento territorial, y limitan las acciones viables a desarrollar por lo que se considera de manera general, que el tratamiento de los problemas de movilidad dentro de las grandes ciudades es uno de los puntos focales a la hora de desarrollar políticas en pro de la mejora de la calidad de vida.

El ideal dentro de las dinámicas de flujo de las ciudades, es contar con todos los servicios necesarios requeridos por una familia promedio, dentro de un área de influencia mínima alrededor de su vivienda lo cual aumentaría los nodos de concentración de personas, repartiendo mejor los volúmenes en movimiento y potenciando los espacios, sin embargo esto implicaría una revolución total en cuanto a la clasificación de los usos del suelo que se complica notoriamente dentro de ciudades previamente constituidas y que generalmente presentan una sectorización muy marcada.

Es así como para el caso de la ciudad de Bogotá, considerando los factores de movilidad, desarrollo y crecimiento poblacional, debe buscarse mejorar los sistemas de transporte que pueden revisarse a partir de la experiencia de otras metrópolis del mundo, con condiciones económicas, políticas y sociales similares para determinar de manera más precisa su viabilidad dentro del contexto colombiano.

Bogotá es la capital de Colombia ubicada en el departamento de Cundinamarca, en la zona central del país a una altura de aproximadamente 2.600 m.s.n.m. La ciudad es el centro político, cultural y económico, con los índices de producción industrial más altos del país, generando el 57% del PIB; por ende es la ciudad más poblada de la nación aglomerando el 60% de la población total¹³. Según datos de la Alcaldía

¹³ DINERO, Revista. Congestión Poblacional en Bogotá. Bogotá: Revista Dinero, 2019. p. 1.

Mayor de Bogotá y el DANE, posee un total de 7.181.469 habitantes, concentrados en una extensión territorial de 1.636 km².

Paralelamente se encuentra la ciudad de San Pablo, ubicada en el estado de San Pablo al sur oriente del Brasil a una altitud media de 760 m.s.n.m. Aún sin ser la capital del país, es la ciudad más poblada con 12.252.023 habitantes al 2019, dentro de un área total de 1.521,2 km². A raíz de esto se presenta una densidad poblacional de alrededor de 7.400 hab/km²¹⁴ lo cual convierte a esta metrópolis en un caso de alto interés para el estudio de desarrollo urbano y movilidad. Además considerando las similitudes socio-culturales que tienen Brasil y Colombia, es particularmente conveniente analizar los sistemas de infraestructura vial que allí se desarrollan.

¹⁴ IBGE, Cidades e estados: São Paulo. Sao Pablo, 2019. p. 2.

4. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

El aspecto demográfico de una ciudad muestra la manera en que esta se encuentra distribuida en un momento concreto a partir de una revisión histórica de su evolución. Bajo este orden de ideas es necesario realizar un análisis poblacional de las ciudades en cuestión de esta investigación, para así poner en contexto las realidades de cada una de ellas.

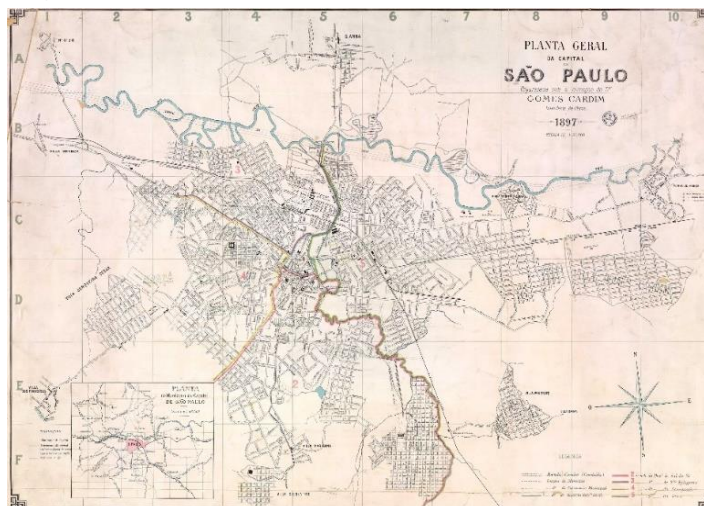
La ciudad de Sao Paulo fundada en el año de 1554, se encuentra ubicada en la región sur oriental de Brasil en el estado que recibe el mismo nombre, y cuenta con una extensión territorial de 1521 Km².¹⁵ Por otro lado Bogotá, capital de Colombia que fue fundada en el año de 1538, está ubicada en el centro del país en el departamento de Cundinamarca, posee una extensión territorial de 1636 Km².¹⁶ Basados en los datos expuestos anteriormente, se identifica que la capital colombiana posee 16 años más de historia que Sao Paulo y presenta una mayor extensión territorial, lo cual es un parámetro a tener en cuenta dado que sirve de base para analizar la densidad poblacional que presenta las ciudades, y como cada una ha avanzado con el transcurrir de los años.

Para poder realizar el análisis del crecimiento territorial, se hallaron mapas de los años ochenta con el fin de identificar la forma de expansión de cada una de las ciudades. En el caso de Sao Paulo se logra identificar en el mapa de 1897 (*ver imagen 5*) una ciudad desarrollada en las cercanías del río Tietê al norte hasta el Villa Marianna en el sur, y desde Agua Branca al este hasta Penha de Franca al oeste. Según José Inácio de Melo Souza, durante esa época se presentó un aumento considerable de la población, lo cual generó demanda en el servicio de construcción de vías con el fin de satisfacer los requerimientos que estaba presentando la ciudadanía.

¹⁵ IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ciudades e Estados. São Paulo: IBGE, 2019.

¹⁶ ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Todo lo que debes saber sobre Bogotá en 2019. Bogotá, 2019.

Imagen 5. Mapa de la ciudad de Sao Paulo año 1897



Fuente: Biblioteca Nacional Digital Brasil

Los límites descritos anteriormente, comprenden aproximadamente siete de las treinta y dos subprefecturas actuales de la ciudad (ver imagen 6). Si bien la ciudad se expandió en todos los sentidos, el proceso de crecimiento se hizo predominante hacia el sur, con aproximadamente ocho subprefecturas de gran área de influencia para la ciudad.

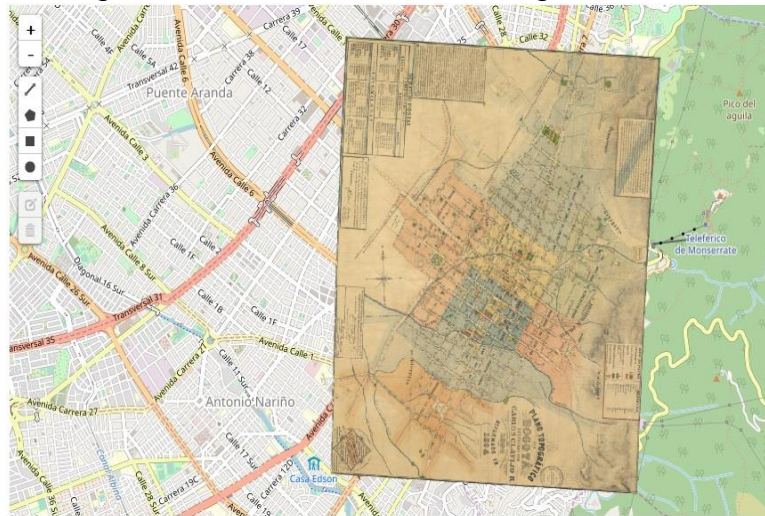
Imagen. 6 Mapa actual de la ciudad de Sao Paulo



Fuente: Sitio Web Ayuntamiento de Sao Paulo

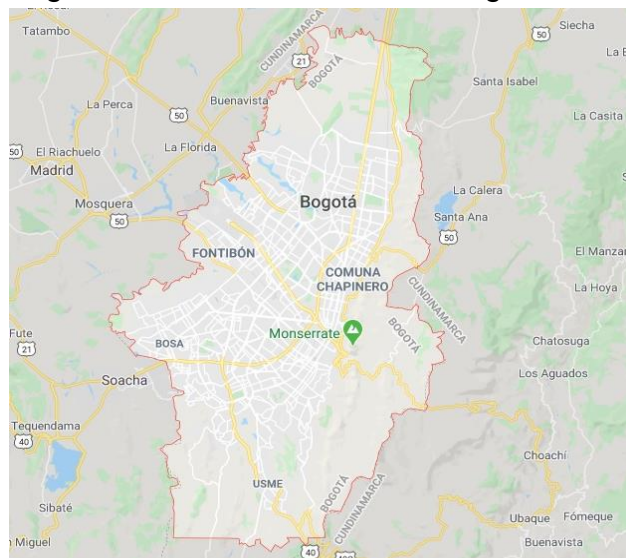
Para el caso de Bogotá se identifica en un mapa de 1894 (ver imagen 7) una ciudad formada hacia los cerros orientales y que se extiende hacia el occidente hasta carrera 19, y de norte a sur desde la calle 26 hasta la calle 1ª respectivamente. Se evidencia que Bogotá no ha tenido un crecimiento organizado desde esa época evidenciada con la aparición de localidades de gran extensión, sin una muestra clara de estudio o planeación para su organización. Muestra de ello es el noroccidente de la ciudad con Suba y Engativá, el Suroriente con San Cristóbal y Usme, y el occidente con Bosa y Kennedy, localidades que han sido foco de aglomeraciones de millones de habitantes y que siguen en crecimiento constante.

Imagen 7. Área de la ciudad de Bogotá año 1894



Fuente: Cartografías de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia

Imagen 8. Área de la ciudad de Bogotá actual



Fuente: Aplicación Google Maps

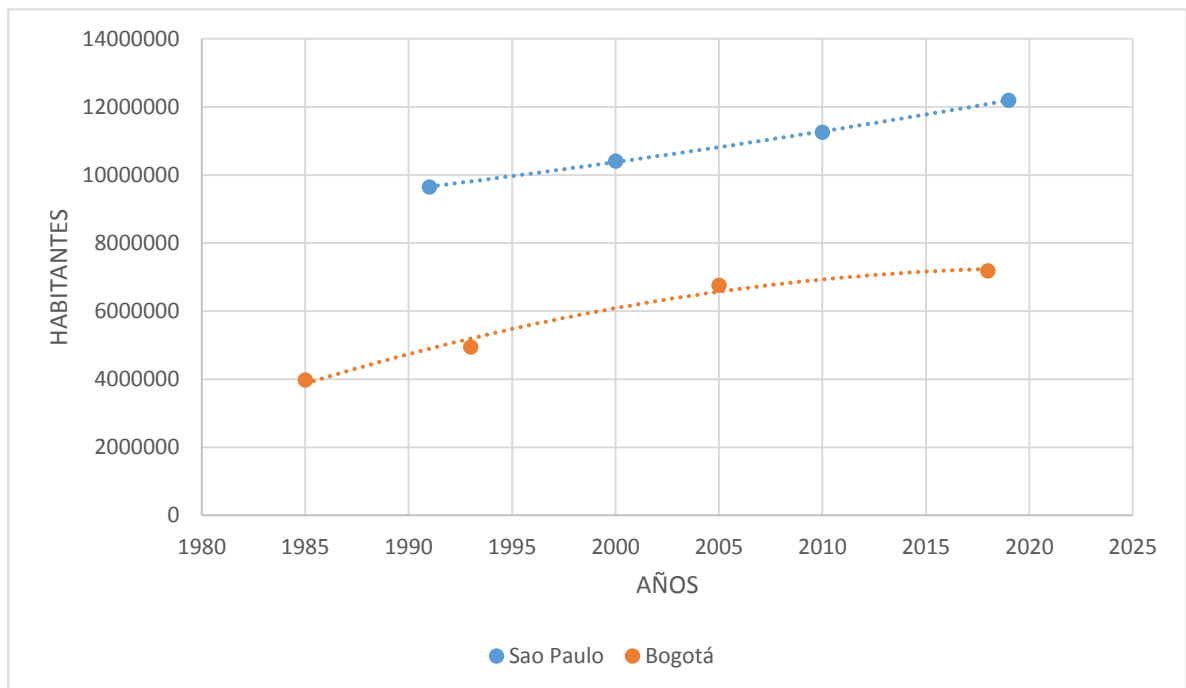
Para poder realizar un análisis demográfico completo, es indispensable tener un recuento del crecimiento poblacional que ha tenido cada ciudad. De este modo mediante los censos oficiales que aportan los entes encargados, es posible realizar un paralelo del número de habitantes presentes en cada una de las urbes (*Tabla 1*), y estudiar cómo ha sido la tendencia de crecimiento de ambas ciudades (*Gráfica 1*).

Tabla 1. Paralelo entre censos oficiales de Bogotá y Sao Paulo

CENSOS POBLACIONALES		
	Año	Habitantes
Sao Paulo	1991	9.646.185
	2000	10.405.867
	2010	11.253.503
	2019	12.200.000
Bogotá	1985	3.982.941
	1993	4.945.448
	2005	6.763.325
	2018	7.181.469

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Comportamiento de crecimiento de población de Bogotá y Sao Paulo



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que el comportamiento de la población de Sao Paulo va en crecimiento mas no es exponencial, ya que la curva no presenta una pendiente pronunciada sino constante, caso contrario a la de Bogotá que presenta picos e inestabilidad en su comportamiento. Adicionalmente la población del municipio de Soacha es un agravante, ya que la gran mayoría de sus habitantes se desplazan a la capital para ejercer sus trabajos, lo cual suma a la congestión que sufre diariamente la ciudad.

Basados en todos los datos anteriormente expuestos es posible determinar la densidad poblacional para cada ciudad (*Tabla 2*) partiendo de los datos oficiales obtenidos.

Tabla 2. Paralelo entre la densidad poblacional de Bogotá y Sao Paulo

CIUDAD	POBLACIÓN (Habitantes)	EXTENSIÓN TERRITORIAL (Km²)	DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/Km²)
BOGOTÁ	7.181.469	1636	4389,65
SAU PAULO	12.200.000	1521	8021,04

Fuente: Elaboración propia

En sentido general, la densidad poblacional permite conocer cuántos habitantes hay presentes en una superficie específica, pero también proporciona un indicativo de qué tipo de necesidades presenta la población a causa de la aglomeración que este término representa. Basados en los datos de cada una de las ciudades, se evidencia que Sao Paulo presenta casi el doble de densidad poblacional que Bogotá, lo cual ocasiona que sea una ciudad con exigencias y problemas urbanos tales como la movilidad que se asemejan a la de la capital colombiana, ya que son las ciudades más importantes y pobladas en sus respectivos países. Sin embargo aunque Bogotá presente un menor índice de densidad poblacional no ha desarrollado sistemas de infraestructura vial capaces de satisfacer de mejor forma la demanda que tiene por la cantidad de población que posee, principalmente hacia la periferia que aglomera el mayor número de familias en la capital.

4.1 EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

4.1.1 Sao Paulo – Brasil

Tanto Sao Paulo como Bogotá han evolucionado en sus modelos de infraestructura a través de su historia hasta llegar a lo que se conoce actualmente. En la ciudad brasileña desde su fundación en el año de 1554, no presentó un avance significativo en su desarrollo de infraestructura vial, solo hasta el año de 1867 cuando se inauguró el Ferrocarril Santos – Jundiaí cuya finalidad era la comercialización de café. Ahora bien, dicha línea ferroviaria constituía más un servicio de transporte comercial nacional que distrital. Sólo hasta el año de 1872 se implementa el primer sistema de transporte colectivo para la ciudad a cargo de la Compañía Carris de Ferro, el cual consistía en tranvías remolcados por tracción animal (*ver imagen 9*), que permitía transportar un aproximado de ocho a diez personas con tarifas que oscilaban entre los \$300 reales hasta los \$1500 reales según las zonas de cobertura del transporte¹⁷. Entre los años comprendidos de 1891 a 1900 aproximadamente, se presentan dos acontecimientos de relevancia para la ciudad que fueron la inauguración de la Avenida Paulista, la cual fue ideada y solicitada por las élites de la sociedad y que se convirtió en la principal arteria vial de la ciudad hasta la actualidad al concentrar gran parte del sector financiero, y la llegada de la iluminación eléctrica que conllevó a que el sistema de tranvía pasara a ser por función eléctrica.

Imagen 9. Tranvía de tracción animal -1875



Fuente: Acervo fotográfico del museo de la ciudad de Sao Paulo

¹⁷ GREENFIELD, Gerald Michael. Algumas notas sobre a história da viação urbana no velho São Paulo. Vol.; 1. São Paulo, 1974. p. 120.

Para el año de 1934 se pone en circulación los autobuses de la Empresa Paulista de autobús Mooca, el cual era considerablemente más flexible que el sistema de tranvías al tener mayor rango de cobertura para una ciudad que estaba presentando un importante crecimiento poblacional y económico. Dentro de dicho desarrollo, en la década de los setenta también hubo un importante avance para su infraestructura. En primer lugar se realiza la inauguración de una obra cumbre en la infraestructura vial de la ciudad como lo fue el Elevado Costa e Silva, proyecto que conectaba la zona este con la zona oeste de la ciudad por lo que tuvo gran importancia. En segunda instancia en el año 1974 se inaugura oficialmente la primera línea de metro de la ciudad, la cual representaba su avance siendo ejemplo internacional de desarrollo.

Hoy en día la ciudad de Sao Paulo ha ampliado dichos sistemas y posee una estructura de transporte público conformado por Autobús a cargo del gobierno municipal y complementado por el sistema Metro, trenes a cargo de la compañía Paulista de Trenes Urbanos (CPTM) y autobuses intermunicipales pertenecientes a la Compañía Metropolitana de Transporte Urbano (EMTU) de responsabilidad del gobierno estatal.

4.1.1.1 Autobús

Está compuesto por veintiún sectores que comprenden áreas de la ciudad establecidas de acuerdo a la planificación y organización de servicios. Para cada lote de servicios se disponen de líneas de transporte organizadas según la proximidad regional de la siguiente manera:

- Líneas estructurales: 9 (nueve) lotes de servicios.
- Líneas Locales de Articulación Regional: 10 (diez) lotes de servicios.
- Líneas de distribución locales: 13 (trece) lotes de servicios.

En total son 1347 líneas que conforman la flota de 12795 autobuses dispuestos de tal forma que pueda satisfacer la demanda de la ciudad que se estima ser 219 millones de pasajeros al mes¹⁸.

4.1.1.2 Metro

El sistema metropolitano de trenes de Sao Paulo cuenta con 74,3km de líneas ferroviarias distribuidas en cinco líneas, conectadas por 64 estaciones. Hay siete estaciones de integración CPTM y tres estaciones de transferencia (*ver anexo 1*). La red de metro es de suma relevancia para un gran porcentaje de la sociedad que hace uso de este para moverse representado en los siguientes datos.

¹⁸ SECRETARÍA MUNICIPAL DE MOBILIDADE E TRANSPORTES, Cidade de São Paulo. "Sistema de transporte". São Paulo, 2019

Imagen 10. Demanda de pasajeros en el metro de Sao Paulo Febrero de 2020



INFORMAÇÕES SOBRE A DEMANDA - FEVEREIRO/2020

ENTRADA DE PASSAGEIROS POR LINHA¹

DEMANDA (milhares)	Linha 1-Azul	Linha 2-Verde	Linha 3-Vermelha	Linha 15-Prata	Rede
Total	23.702	13.971	26.349	1.454	65.476
Média dos dias úteis	1.048	641	1.151	68	2.907
Média dos Sábados	606	297	693	36	1.625
Média dos Domingos	333	204	431	14	982
Máxima Diária	1.107	678	1.209	71	3.054

¹ Corresponde às entradas pelas linhas de bloqueios

Fuente: Dirección de operaciones/ Coordinación de información de gestión y estudios estratégicos

4.1.1.3 Tren

La Compañía Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) opera seis líneas con 90 estaciones. Posee 260.8 km de extensión, sirviendo a 19 de los 39 municipios del Estado de Sao Paulo (*ver anexo 1*). En los últimos tres años, la Compañía ha transportado un promedio de 700 millones de pasajeros. La tarifa única tiene un costo de R\$ 4,40 y posee convenios de integración con los demás medios de transporte público de la ciudad.

4.1.2 Bogotá D.C – Colombia

Desde su fundación la capital colombiana ha presentado cambios en la manera de transportarse de la ciudadanía. El primer sistema de transporte correspondió al tranvía halado por mulas cuya operación inició en el año de 1884, la cual recorría la Plaza de Bolívar, la plazoleta San Diego, la calle 26 y culminaba en la zona de Chapinero. Aproximadamente en el año de 1910 se incorpora a la ciudad el tranvía eléctrico mediante la creación de la Empresa de Tranvía Municipal de Bogotá que permitió la ampliación de las rutas y facilitó la cobertura a un área mayor de la ciudad. El tranvía era el principal sistema de transporte usado por la clase obrera de la ciudad, lo cual implicaba aumentar la oferta que hacia el año de 1922 alcanzó el número de 29 carros al servicio de la ciudadanía.

Dado el crecimiento de la población, el tranvía empezaba a volverse limitado al tratarse de un medio de transporte rígido que no poseía la cobertura que necesitaba los residentes y empezaban a aparecer buses a gasolina que prestaban servicio para algunas zonas que no podía abarcar el tranvía. Sumado a esto según relata Fernando Rojas, investigador experto en movilidad de Bogotá, hacia el año de 1938 se pone en acción un plan de obras que tenían como finalidad arreglar barrios de la

ciudad con un alto grado de deterioro y la construcción de la Avenida Caracas, que albergaría un alto flujo de transporte. Con el asesinato del líder político Jorge Eliécer Gaitán Ayala acontecido el 9 de abril de 1948, se produce la destrucción de alrededor de 35 tranvías lo cual marcó casi el final de este medio de transporte que para el año de 1951 vio su fin bajo la alcaldía de Fernando Mazurera Villegas.

Luego de la desaparición del tranvía, Bogotá pasa a tener un modelo de movilidad basado en trolebuses que se movilizaban a través de la red eléctrica de la ciudad y de buses. Para el año de 1959 se constituye la Empresa Distrital de Transporte Urbano (EDTU), cuya finalidad era ejercer control del sistema de transporte privado y modernizar el modelo que manejaban. En vista de la dificultad que representaba para el distrito hacerse con la administración del transporte público, el sector privado y específicamente las empresas afiladoras toman el control para dirigir las rutas que otorgaban el gobierno y a su vez vendía a los dueños de los buses el derecho de prestar el servicio de transporte, modelo que se extendió hasta la década de los noventa. Dado el crecimiento de la población y la ineficiencia tanto de infraestructura como de servicio de transporte, el Consejo de Bogotá aprueba el proyecto para la creación de un sistema público – privado mediante el acuerdo 04 de 1999 y así crear la Empresa de Transporte de Tercer Milenio, TRANSMILENIO S.A que acababa con el hecho de que los conductores tuvieran contacto directo con el dinero y obtuvieran un contrato con todas las garantías de ley. Bajo la alcaldía de Enrique Peñalosa se pone en funcionamiento la primera ruta comprendida entre la calle 80 y la calle sexta a lo largo de la troncal Avenida Caracas con la operación de 14 buses articulados.

En la actualidad el sistema de transporte de Bogotá, bajo el marco del Plan Maestro de Movilidad (PMM), se basa en el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), que incluye un total de cinco tipos de servicio para garantizar la cobertura de pasajeros en la capital, los cuales se identifican según su color, y cada uno tiene un rango de cobertura diferente.

4.1.2.1 Servicio Troncal

Conecta las estaciones y los portales del sistema Transmilenio y se identifica por el color rojo. Este sistema actualmente maneja dos tipos de vehículos, los articulados y los biarticulados.

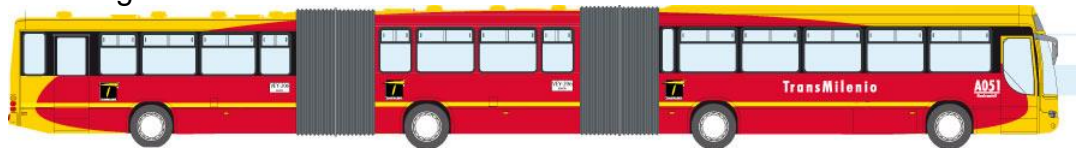
Figura 5. Modelo de vehículo articulado de servicio troncal



Fuente: Sitio Web SITP

Los vehículos articulados poseen una capacidad promedio de 160 pasajeros (ver figura 5), y los vehículos biarticulados cuentan con una capacidad de 250 pasajeros (ver figura 6).

Figura 6. Modelo de vehículo biarticulado de servicio troncal



Fuente: Sitio Web SITP

4.1.2.2 Servicio Alimentador

Estos buses permiten la movilización hacia las zonas cercanas de los portales de Transmilenio y se identifica por su color verde. Poseen una capacidad de aproximadamente 90 personas (ver figura 7).

Figura 7. Modelo de servicio alimentador



Fuente: Sitio Web SITP

4.1.2.3 Servicio Urbano

Este servicio transita por las vías de la ciudad a través de paraderos de las distintas rutas ya establecidas y se identifican por el color azul. Poseen distintas capacidades según la importancia de la ruta (ver figura 8).

Figura 8. Modelo de vehículo de servicio urbano



Fuente: Sitio Web SITP

4.1.2.4 Servicio Complementario

El servicio complementario transita solo por una zona en concreto con conexión directa a un acceso peatonal, portal o estación de Transmilenio y se identifica por el color naranja. Los vehículos también poseen distintas capacidades (*ver figura 9*).

Figura 9. Modelo de vehículo de servicio complementario



Fuente: Sitio Web SITP

4.1.2.5 Servicio Especial

Este servicio circula por las zonas periféricas de la ciudad a las que el servicio urbano no tiene cobertura. Son en su mayoría vehículos de aproximadamente 19 pasajeros y su color característico es el vino tinto (*ver figura 10*).

Figura 10. Modelo de vehículo de servicio especial



Fuente: Sitio Web SITP

5. ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE DISEÑO PARA VÍAS URBANAS

Dentro del desarrollo de infraestructura en todos los países alrededor del mundo, existen una serie de normas internacionales aceptadas que aseguran el correcto desarrollo de los proyectos con el fin de garantizar vías aptas para la circulación. Esta normatividad surge de estudios realizados por entidades gubernamentales de algunos países y cuya aplicabilidad es de carácter mundial. Para el caso de las naciones Latinoamericanas, la normatividad y las guías de diseño utilizadas son las propuestas por los centros de investigación de Estados Unidos, sin embargo, la libertad de cada nación le permite adaptar esos lineamientos a sus propias políticas públicas. A continuación se presentan las generalidades de los manuales de diseño que son utilizados para el desarrollo de proyectos viales urbanos tanto en Brasil como en Colombia, esto con el fin de analizar sus similitudes y diferencias y cómo estos parámetros legales pueden diferenciar el desarrollo de sus ciudades.

5.1 EL CASO BRASIL

El diseño de vías urbanas en Brasil se encuentra parametrizado por el *Manual de Proyecto Geométrico de Vías Urbanas (2010)* desarrollado por el Departamento Nacional de Infraestructura (DNIT) y el Instituto de Investigación Vial (IPR), como una actualización de la norma para vías urbanas del año 1974. El manual vigente, hace no solo una modernización de las condiciones tecnológicas de la época; como los vehículos que circulan actualmente en Brasil, sino que además toma como base normativa la publicación “*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*” de la AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), edición 2004 y trae a colación los conceptos desarrollados por el Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) dentro del *Manual de Diseño de Vías Rurales (2005)*, *Diseño de Intersecciones (2005)* y *Estudios de tráfico (2006)*, todo estos asociados con la normativa AASHTO en general.

5.1.1 ESTRUCTURAL DEL MANUAL

El documento Manual de Proyecto Geométrico de Cruces Urbanos por su traducción al español, se encuentra concebido como una guía para el desarrollo de vías dentro de las grandes urbes Brasileñas. El enfoque de la guía es estrictamente técnico y busca proporcionar las condiciones más favorables de circulación a la hora de conectar dos puntos cualesquiera dentro de la ciudad o con sus alrededores.

El manual tiene un diseño básico que le permite al lector revisar el paso a paso del proyecto, dividiéndolo en 5 secciones como se observa a continuación:

Sección 1: Introducción

Sección 2: Definición de Términos en Busca de Homogenización

Sección 3: Jerarquización de las Vías

Sección 4: Controles y Criterios que Guían la Elaboración de Proyectos

Sección 5: Ítems Técnicos que Componen el Proyecto

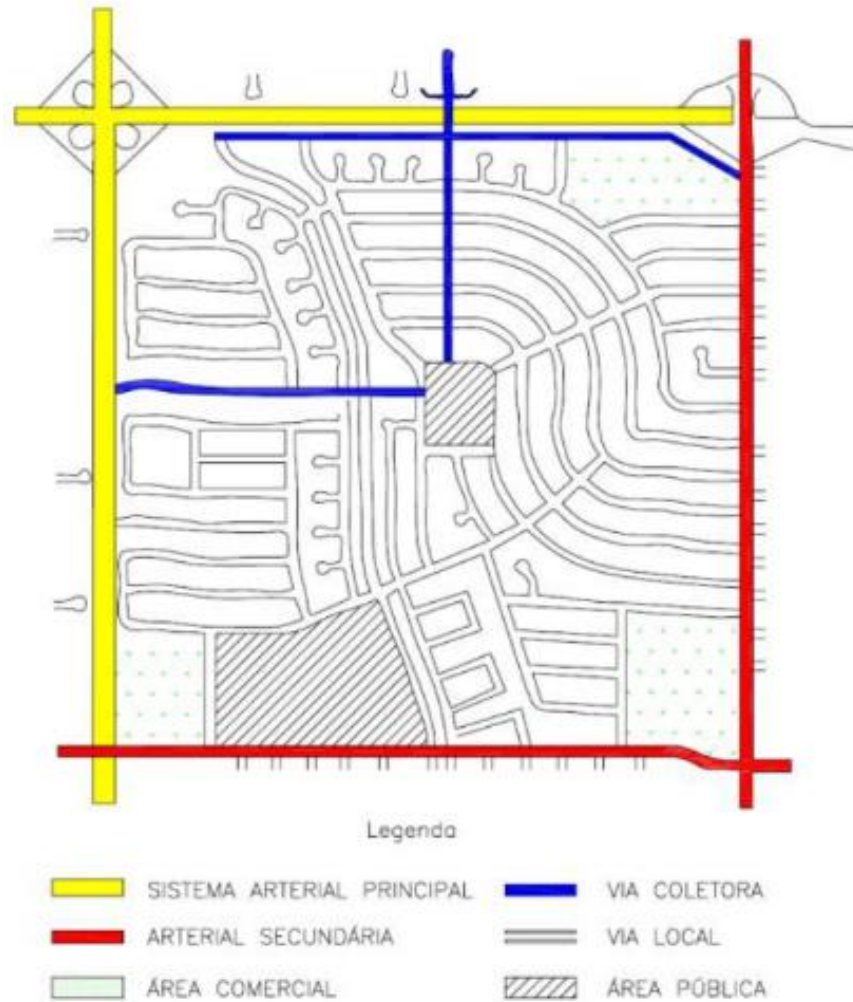
Las primeras dos secciones del libro son las pautas técnicas necesarias para la clara comprensión del manual, que buscan facilitar el uso de los conceptos descritos para los lectores y homogenizar la terminología utilizada dentro del diseño vial. La importancia de estos lineamientos radica en que el vocabulario usado dentro del ámbito del diseño y la construcción puede variar de un lugar a otro, y en pro de evitar la mayor cantidad de inconvenientes dentro del camino del planteamiento de un proyecto, lo mejor es desde un principio definir para todo el territorio nacional las pautas claras a seguir.

A continuación se realizará una descripción del contenido de las secciones tres, cuatro y cinco que hacen parte del desarrollo técnico de un proyecto vial urbano en Brasil y que son pertinentes al desarrollo del tema que trata esta monografía.

5.1.2 SECCIÓN 3: JERARQUIZACIÓN DE VÍAS

Una primera claridad que realiza el manual es la división del concepto de urbano entre áreas urbanas (más de 5.000 habitantes) y pequeñas áreas urbanas, esta aclaración es importante a la hora de determinar puntos de alta circulación que finalmente moldean las dinámicas del tránsito dentro de las ciudades. De acuerdo con esto Brasil utiliza para el diseño de sus vías una clasificación basada en la funcionalidad (*ver figura 11*), es decir la importancia de conectar sus actores viales de manera eficiente, respondiendo a las demandas de movilidad a puntos de alto tránsito diario.

Figura 11. Diagrama de clasificación vial



Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessias Urbanas*

5.1.2.1 Sistema Arterial Principal

Las vías que componen este sistema proporcionan acceso a los principales centros generadores de tráfico como los centros financieros de las ciudades, o en general lugares donde se concentra el flujo de trabajadores diariamente. Estas vías presentan los mayores volúmenes de tráfico dentro del sistema vial de las ciudades, al igual que los viajes con recorridos más largos. Su principal característica es el control total de sus accesos, lo que busca garantizar un flujo continuo de tráfico. Tal vez una de las vías rápidas más emblemáticas de la ciudad de Sao Paulo es el corredor elevado *Presidente Joao Goulart* (ver imagen 11).

Imagen 11: Vía expresa presidente Joao Goulart



Fuente: Imágenes UPS

5.1.2.2 Sistema Arterial Secundario

Este tipo de vías son complementarias al sistema arterial principal que buscan suplir la necesidad de conexión entre áreas de importancia media con vías arteriales de alto flujo. Con controles de acceso parciales y por lo mismo velocidades y distancias de recorridos menores.

5.1.2.3 Sistema Colector y Sistema Local

Estos últimos sistemas se caracterizan por tener niveles de movilidad significativamente menores. El sistema local es referente a la red vial dentro de las zonas barriales, es decir, su función es proveer accesos directos a los predios. Mientras que el sistema colector busca conectar dichas zonas barriales con el sistema arterial secundario permitiéndoles a los usuarios conectar sus hogares al sistema de red vial de la ciudad.

Se puede observar que la clasificación es meramente una forma de determinar las capacidades de cada una de las vías y algunas características generales, pero que deben funcionar de manera conjunta para permitir el flujo dentro del sistema de manera eficaz.

5.1.3 SECCIÓN 4: CRITERIOS Y CONTROLES QUE GUIAN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

Esta sección relaciona los puntos importantes a considerar a la hora de realizar el diseño de un proyecto de infraestructura vial de carácter urbano; iniciando con los estudios de volúmenes de tráfico, la composición del mismo (tipos de vehículos) y distribución direccional, lo que permitirá delimitar las capacidades de diseño del proyecto (*ver tabla 3*). Cabe resaltar que el manual es muy completo dentro de la etapa de estudios previos, donde plantea diferentes escenarios y soluciones a los mismos, así como el uso de *check list* que facilitan el cumplimiento de todos los niveles de estudio.

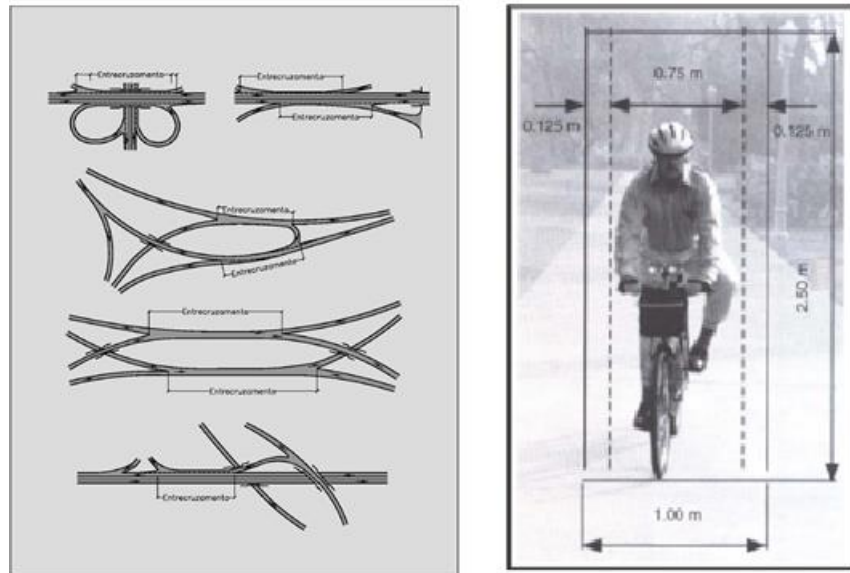
Tabla 3. Selección del nivel de servicio en un proyecto vial urbano/suburbano

Tipo de Via	Tipo de Terreno		
	Plano	Ondulado	Montanoso
Via Expresa	C	C	C-D
Via Arterial	C	C	C-D
Via Coletora	C-D	D	D
Via Local	C-D	D	D

Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessías Urbanas*

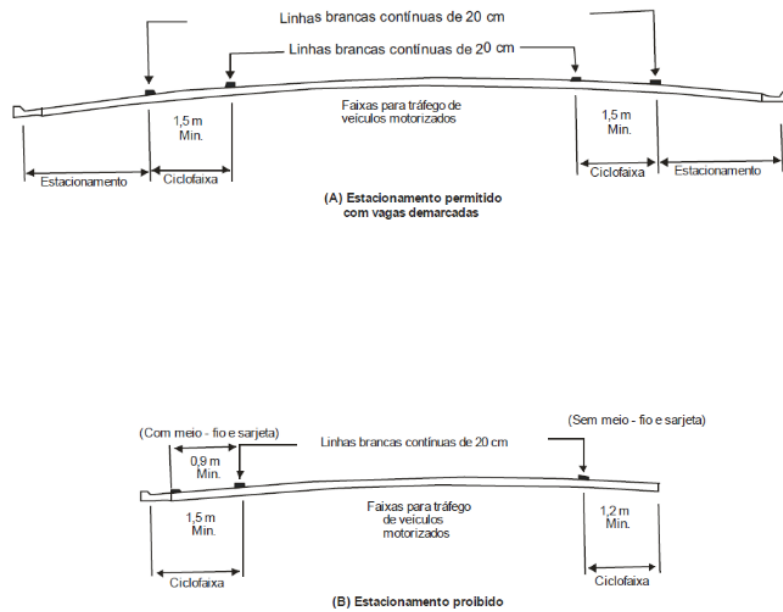
Además dentro de este capítulo cuenta con un apartado dedicado a las intersecciones, haciendo énfasis en la importancia de su adecuado diseño, tipo de intersecciones utilizadas (*ver figura 12*) y metodologías de diseño, sin embargo llama la atención la consideración especial tomada a la hora de hablar de los peatones como actores de suma importancia dentro de las dinámicas del diseño de intersecciones y del diseño vial en general para las ciudades. De igual manera se toma en consideración el tránsito de bicicletas, modelo que ha venido tomando más fuerza como una alternativa de transporte, que ha generado la necesidad de integrar en el diseño de vías algunos lineamiento para su desarrollo con las condiciones de seguridad adecuadas de circulación; como espacios mínimos (*ver figura 12*), secciones transversales típicas (*ver figura 13*), radios mínimos de diseño para ciclo vías (*ver tabla 4*).

Figura 12. Tipos de entrecruzamientos y Espacios Necesarios para ciclistas



Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Figura 13. Secciones transversales típicas en vías con ciclo carriles



Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessias Urbanas*

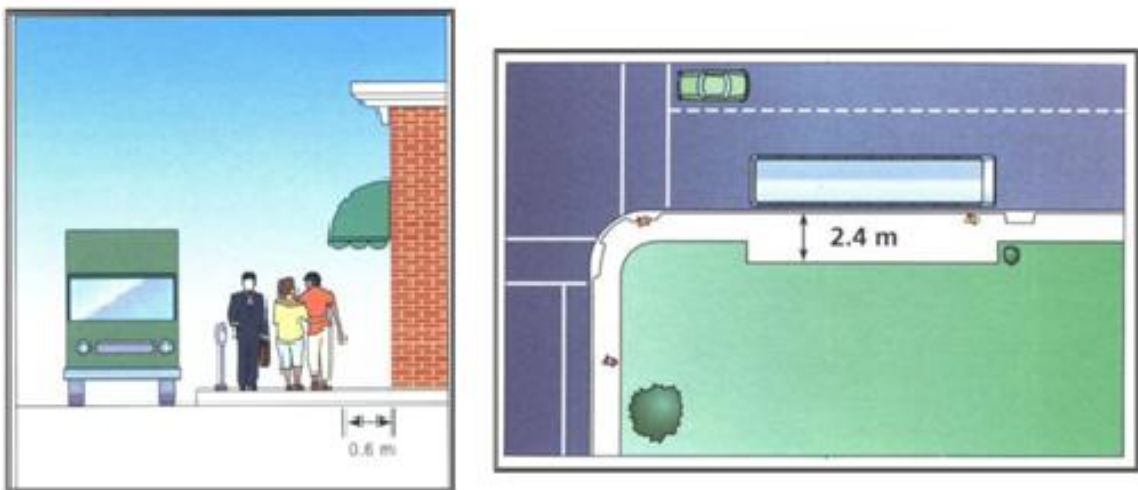
Tabla 4. Radios mínimos de diseño

Velocidade de Projeto (km/h)	Coefficiente de Atrito - f	Raio Mínimo (m)
20	0,31	10
30	0,28	24
40	0,25	47
50	0,21	86

Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessias Urbanas*

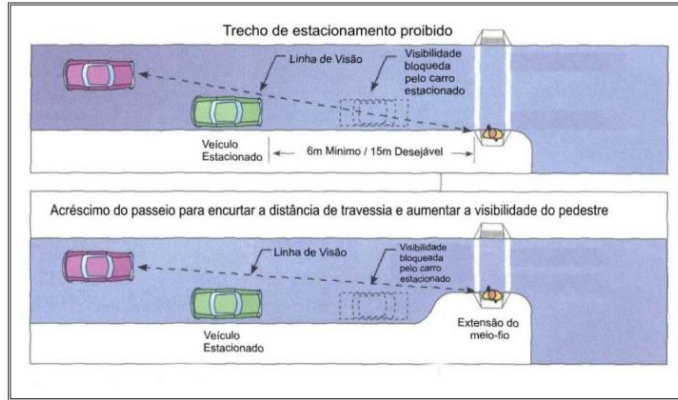
Se tratan además temas como el control ambiental, con especial énfasis en el control del ruido, las franjas de circulación peatonal (ver figura 14), especificaciones para los puntos de parada de buses (ver figura 14) y la normatividad para las zonas de estacionamiento sobre vías transitables (ver figura 15).

Figura 14. Distancia entre construcciones y franjas de circulación peatonal y puntos de parada para buses públicos



Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Figura 15. Distancias entre cruces peatonales y zonas de estacionamiento



Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

5.1.4 SECCION 5: ITEMS TÉCNICOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

Este capítulo tiene como enfoque principal los sistemas de arterias principales, marcándolos como las estructuras básicas de la circulación vial urbana, y es a partir de estos que debe desarrollarse toda una red que los alimente, de tal manera que los usuarios entren y salgan eficientemente con el fin de optimizar los tiempos de recorrido. Para poder llegar a estos desarrollos, se plantea que para el inicio de todo proyecto debe realizarse una caracterización de los vehículos que darán uso a la ruta, esto con el fin de decidir el vehículo de diseño a utilizar. En el caso de Brasil, la legislación permite la circulación de vehículos de carga con una longitud de hasta 30 metros y/o un peso de hasta 74 toneladas.

Tabla 5. Tipos de vehículos de diseño y sus dimensiones básicas

Características	Designação do Veículo								
	Veículo leve (VP)	Cam./Ônibus conv. (CO)	Ônibus urbano longo (O)	Ônibus rodoviário (OR)	Carreta (CA)	Bitrem de 7 eixos (BT7)	Cegonheiro (CG)	Bitrem de 9 eixos (BT9)	Bitrem longo/Rodotr. (BTL)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	14,0	18,6	19,8	22,4	25,0	30,0
Raio mín. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,8	13,7	13,7	13,7	14,8	16,6
Raio de giro do eixo dianteiro (RED)	6,4	11,5	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	13,6	15,4
Raio mín. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	7,7	6,1	6,8	1,6	4,5	3,9

Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

La escogencia de dicho vehículo es de vital importancia, pues a partir de sus dimensiones deben realizarse los ajustes de seguridad del corredor vial, diseñando así no solo la geometría de la vía, sino también la estructura del pavimento a utilizar.

5.1.4.1 Velocidades de Diseño

Esta es una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar un corredor vial y va a depender de factores como la topografía del terreno, el tipo de vía deseada y las condiciones del tránsito previamente estudiadas. El manual hace la recomendación de uso de velocidades de 80 Km/h para vías con una interferencia peatonal baja y presencia de intersecciones reducida, 60 Km/h para vías menores que tengan presencia de intersecciones esporádicas y 50 Km/h para vías que atraviesan zonas de alto movimiento, tanto vehicular como peatonal, y que por consiguiente presentan menores distancias entre intersecciones. La *Tabla 26* muestra los rangos de velocidades de diseño propuestas por el manual para las vías urbanas del país de acuerdo a los tipos de corredores previamente definidos. Adicionalmente se hace énfasis en la consideración de factores como distancias de visibilidad (*ver figura 16*) que permite la prevención de choques y accidentes de tránsito.

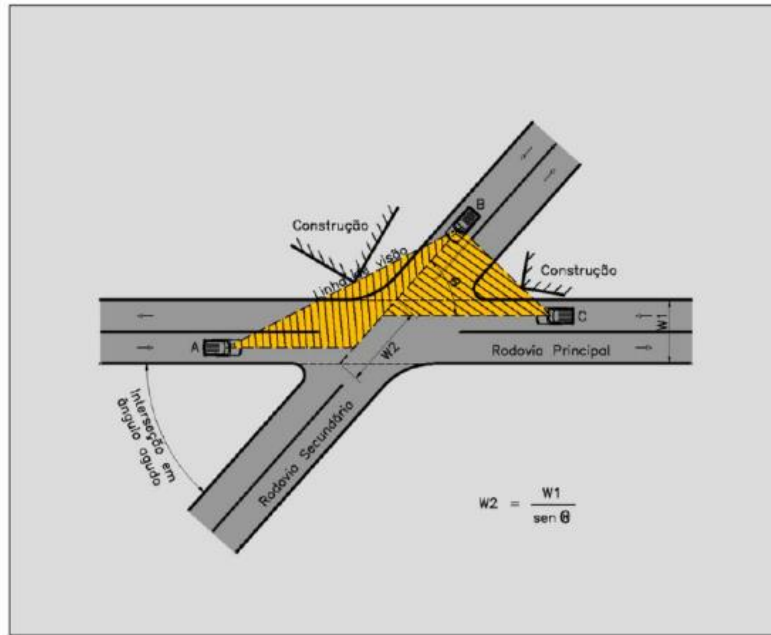
Tabla 6. Velocidades directrices

Categoria da Via	Velocidade Diretriz (km/h)	
	Desejável	Mínimo
Via expressa primária	110	80
Via expressa secundária	90	60
Via arterial primária	80-60*	50
Ramos de interconexões com vias expressas		
– direcional	80	60
– semidirecional	60	50
– alça	50	40
Outros ramos: função da velocidade diretriz da via de categoria superior		
– 80 km/h	70	40
– 70 km/h	60	40
– 60 km/h	50	30
– 50 km/h	40	20

* Em função da importância da via, condições topográficas e urbanísticas, características do tráfego e de controle de acesso.

Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Figura 16. Triangulo de visibilidad en intersecciones



Fuente: *Manual de Proyecto Geométrico de Travessías Urbanas*

5.1.4.2 Radios Mínimos

La selección de los radios mínimos de basa, al igual que en Colombia, en la normatividad de la *AASTHO* de año 2004, donde para la correcta configuración de las curvas horizontales deben cumplirse con los factores de fricción, el peralte, sus transiciones y un radio mínimo determinado por la *ecuación 1*. Así se logran correlacionar los radios de curvatura con el peralte y la velocidad (*ver tabla 7*) que le permiten al diseñador adaptar la construcción del corredor a las características particulares del entorno manteniendo los estándares de seguridad y confort necesarios según la norma.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (e_{max} + f_{max})} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Tabla 7. Valores de radios mínimos en función de las tasas máximas de peralte

Vias Expresas e Arteriais Primárias							
e máx (%)	Velocidade diretriz (km/h)						
	50*	60	70	80	90	100	110
4 *	100	150	205	280	355	465	595
6	90	135	185	250	320	415	530
8	80	125	170	230	290	375	475
10	75	115	155	210	265	345	435
12	70	105	145	195	245	315	400
Ramos							
e máx (%)	Velocidade diretriz (km/h)						
	30	40	50	60	70	80	
0	25	55	105	170	260	360	
2	25	50	95	150	230	315	
4	25	50	85	135	205	280	
6	20	45	80	125	185	250	
8	20	40	75	115	170	230	
10	20	40	70	105	155	210	
12	20	35	65	100	145	195	

Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Ubanas*

5.1.4.3 Elementos de la Sección Transversal

En cuanto al desarrollo de la sección transversal de la vía, éste se encuentra estrechamente relacionado con su clasificación y uso. Para la determinación de los anchos de vía, por ejemplo, se tienen bajo consideración las velocidades y los volúmenes de circulación de tráfico proyectados. De manera general la *Tabla 8* muestra los rangos aceptables de ancho de carril de acuerdo a la clasificación.

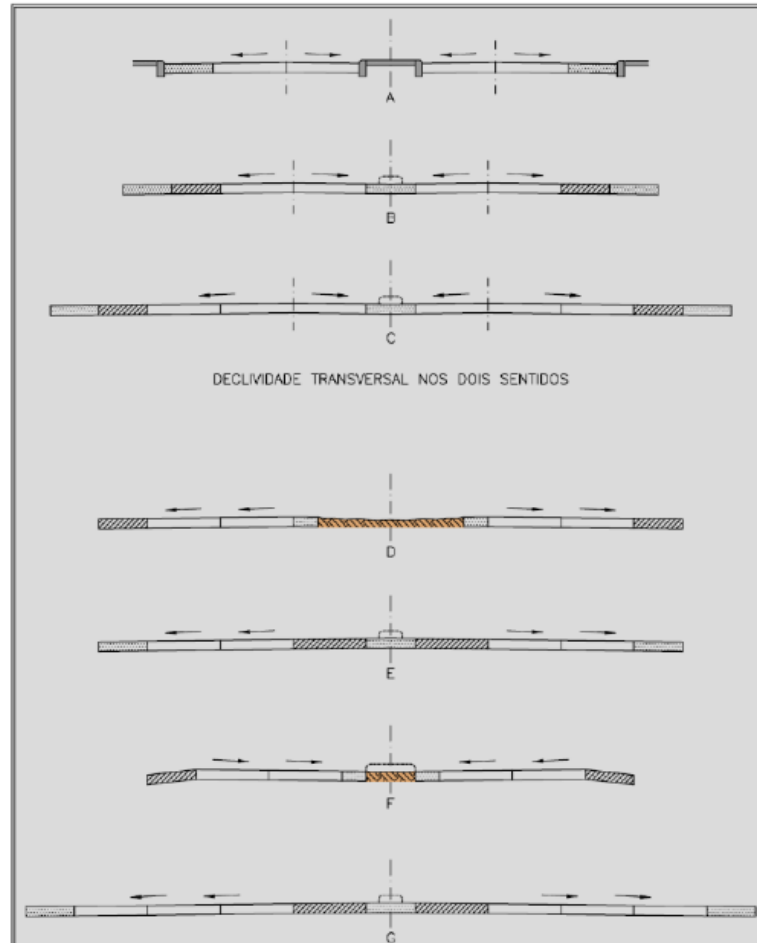
Tabla 8. Ancho de los carriles de acuerdo al tipo de vía

Categoria da via	Largura das faixas de rolamento (m)	
	Desejável	Mínimo
Vias Expresas	3,60	3,50
Vias Arteriais *		
Velocidade diretriz 60-80 km/h	3,60	3,50
Velocidade diretriz 50-60 km/h	3,50	3,30

Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Ubanas*

También se establecen los parámetros a seguir a la hora de diseñar los drenajes de las vías, la *Figura 17* muestra casos típicos de secciones transversales en vías de doble sentido de circulación y las distintas opciones de drenajes que puedes usarse.

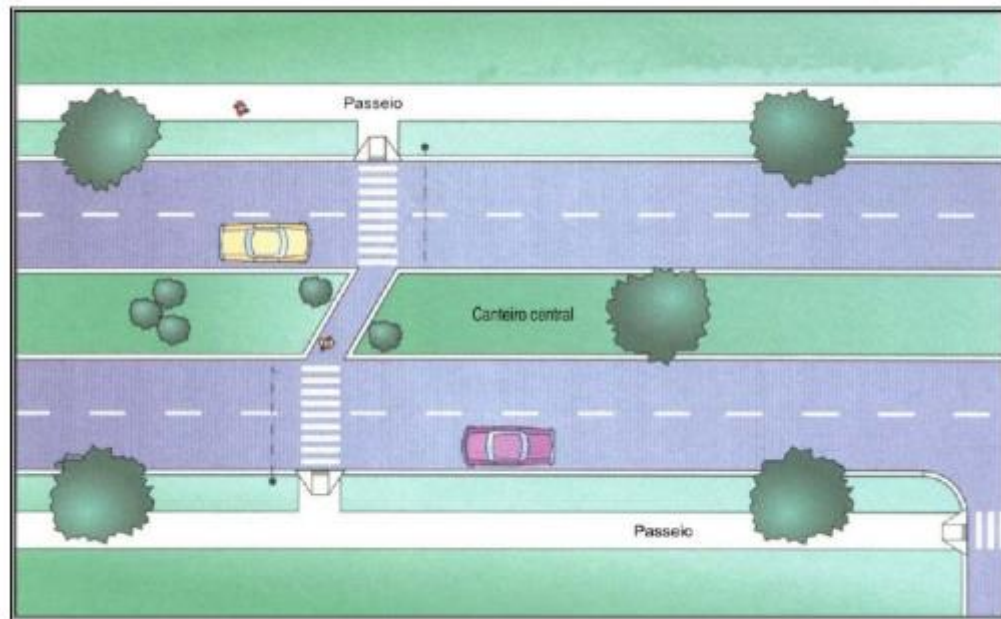
Figura 17. Arreglos de drenajes en vías de doble circulación



Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

En esta última sección se hace referencia además a la importancia de la inclusión de cruces peatonales (*ver figura 18*), franjas de parqueo sobre corredores viales (*ver tabla 9*), construcción de taludes y su relación con las necesidades de implementación de barreras de seguridad (*ver figura 19*), tipos de conexiones con vías expresas (*ver figura 20*), proporcionando al diseñador las herramientas que necesita a la hora de considerar los detalles que complementan el diseño geométrico de una vía dentro de un centro densamente poblado.

Figura 18. Cruce de peatones a mitad de cuadra



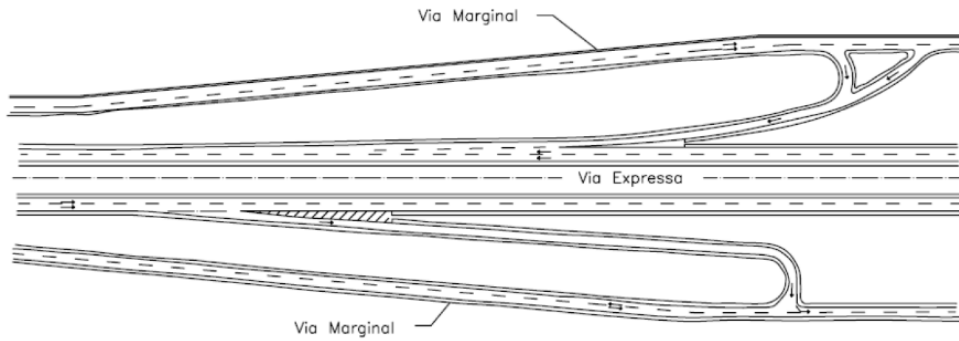
Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Tabla 9. Longitud de las franjas de estacionamiento

Tipo de uso e Intensidade do tráfico	Largura das faixas de estacionamento (m)
Uso predominante por vehículos leves; Tráfico moderado	2,50
Uso compartido por vehículos comerciales; Tráfico intenso	3,00
Uso intenso por vehículos comerciales	Largura da faixa de rolamento

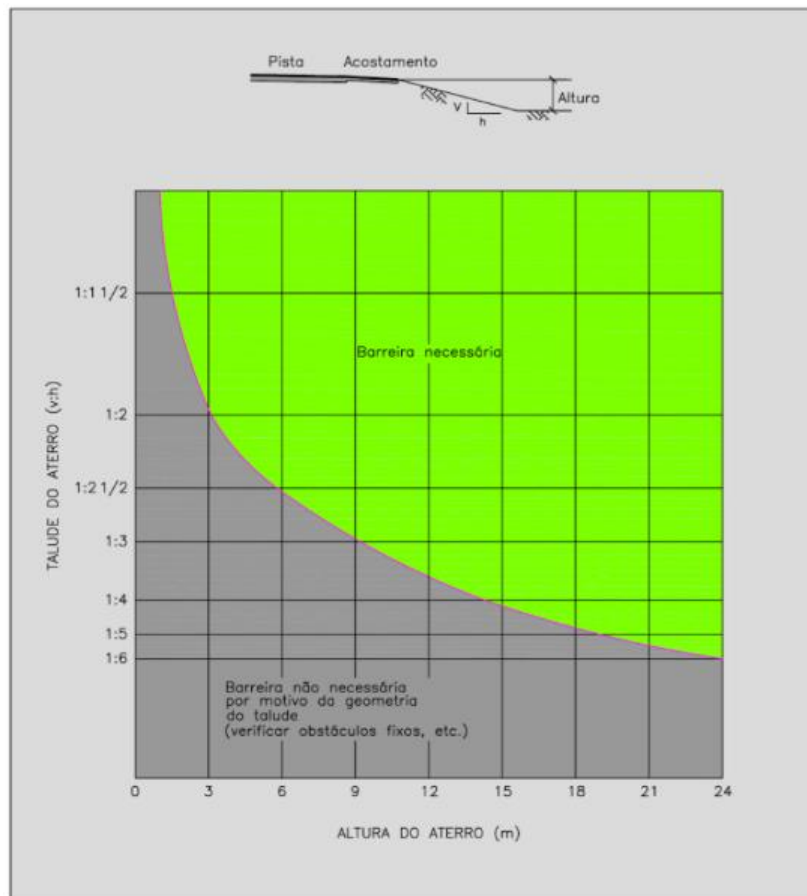
Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Figura 19. Ramales de entrada y salida de vías expresas



Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

Figura 20. Necesidad de barreras de protección en relación a la pendiente del talud y la altura de la vía



Fuente: *Manual de Projecto Geométrico de Travessias Urbanas*

5.2 EL CASO COLOMBIA

Para el caso general de Colombia, el diseño de vías se encuentra regido por el *Manual de Diseño Geométrico* del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), donde se presentan los conceptos básicos para el diseño de cualquier proyecto vial, así como los parámetros fundamentales que deben tener los corredores viales para cumplir las normas de seguridad establecidas. A nivel nacional el gobierno no ha presentado ningún otro tipo de manual que especifique los patrones de diseño de vías urbanas particularmente, por lo cual los conceptos allí encontrados son de manera general para cualquier tipo de proyecto. Sin embargo, la ciudad de Bogotá, siendo la capital del país con una de las mayores concentraciones demográficas, se vio obligada a desarrollar unos lineamientos normativos que permitieran la homogenización de sus corredores viales y un correcto diseño acorde al crecimiento y flujo de la ciudad. Por esto, la Alcaldía Mayor de Bogotá en cabeza del *Instituto de Desarrollo urbano (IDU)* realizó, junto con la colaboración de la *Corporación Andina de fomento (CAF)* y *La Universidad Nacional de Colombia* la *GUIA PARA EL DISEÑO DE VIAS URBANAS DE BOGOTÁ D.C.* en el año 2012 manual que será descrito detalladamente a continuación.

5.2.1 SURGIMIENTO

Según cifras del *Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (FORENSIS)*, los índices de accidentalidad para el año 2011 se habían disparado en Bogotá evidenciando las problemáticas de control de tráfico y movilidad en la ciudad donde el 35% de las víctimas involucradas en accidentes de tránsito eran motociclistas y el 30% peatones. Según el mismo organismo, de continuar estas dinámicas, los accidentes de tránsito se convertirían en una de las principales causas de mortalidad de la población. A partir de esto, el *Instituto de Desarrollo Urbano (IDU)* realizó análisis de los factores de causalidad de las altas tasas de accidentalidad concluyendo: “*La aplicación exclusiva de Manual de Diseño Geométrico de carreteras conduce a inconsistencias y tratamientos incoherentes, que representan soluciones ineficientes e inseguras.*”

De esta manera se hizo evidente la necesidad del desarrollo de un manual con los lineamientos particulares necesarios para la construcción de corredores viales dentro de la ciudad, pensando en la creación de vías seguras y eficientes que puedan adaptarse a las necesidades y condiciones específicas del territorio, por lo que la entidad decidió que la guía a desarrollar debía realizarse ligando estrechamente la construcción vial al *Plan de Ordenamiento Territorial (POT)*.

5.2.2 CONTENIDO DE LA GUIA

La guía consta de 422 páginas donde se busca proveer al lector de un paso a paso de las etapas de diseño que deben tenerse en cuenta a la hora de concebir vías dentro de Bogotá. El texto contiene explicaciones de conceptos básicos que permiten la correcta comprensión de los procedimientos esperados para la correcta ejecución de obras y contiene de manera particular un listado de entregables esperados a la hora de la presentación de una propuesta vial para la ciudad de Bogotá. De manera general la guía se encuentra dividida así:

CAPITULO 1: Principios y conceptos

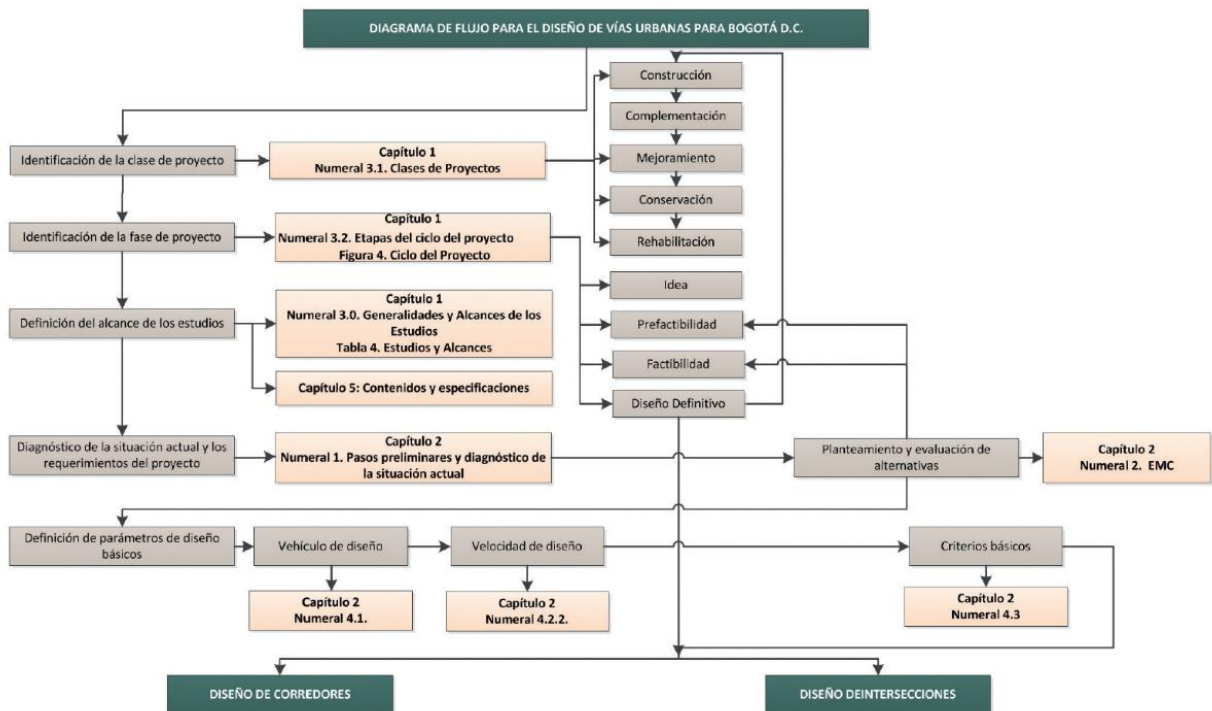
CAPITULO 2: Criterios básicos para el diseño de proyectos viales urbanos

CAPITULO 3: Diseño definitivo de corredores viales

CAPITULO 4: Diseño definitivo de intersecciones

CAPITULO 5: Contenido y especificaciones de los entregables de diseño

Figura 21. Diagrama de flujo general para el diseño de vías urbanas



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

Los capítulos que componen esta guía serán descritos a continuación.

5.2.3 CAPITULO 1: PRINCIPIOS Y CONCEPTOS

Dentro de este capítulo, el texto inicia con la explicación de la necesidad de su conformación y el impacto positivo que tiene la estandarización de normatividad para el desarrollo vial dentro de un territorio. Llama la atención el énfasis que se presenta en la importancia del reconocimiento de los usos del suelo como el primer paso a la hora de determinar la construcción de un desarrollo vial en cualquier área de la ciudad y con esto se presenta de manera importante la relación que la guía de diseño va a tener con el POT dentro de su desarrollo.

Adicionalmente dentro de esta sección del libro se realiza la clasificación vial, tomando como referencia la organización de vías según su funcionalidad de la AASHTO, 2004¹⁹ que es la misma utilizada en el caso de Brasil por lo que no ahondaremos en cada una de estas, pero se puede observar la *tabla 10* el resumen de la presentación realizada en esta guía.

Tabla 10. Jerarquización vial: características y restricciones

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	JERARQUÍA	ANCHO MÍN. SECCIÓN TRANSVERSAL (m)	FUNCIÓN	TIPOS DE VIAJES	TIPO DE TRÁFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VÍAS	MANEJO PEATONAL	PARADAS DE BUSES	ESTACIONAMIENTO EN VÍA	VEL. DE OPERACIÓN (Km/h)*
Malla Vial Arterial Regional y Principal	V0	100	Movilidad	De larga distancia	V. livianos V. pesados V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo	Total	A desnivel	Segregación vertical entre vehículos y peatones	Con exclusividad en estaciones y terminales debidamente diseñados	Prohibido	60-100
	V1	60	Movilidad	De larga distancia	V. livianos V. pesados V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo	Total	A desnivel	Segregación vertical entre vehículos y peatones	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados	Prohibido	60-100
Malla vial Arterial Complementaria	V2	40	Movilidad y Conectividad	De media distancia	V. livianos V. pesados con restricciones V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Masivo Tpte Público	Total o Parcial	Según estudios	Según análisis de tránsito y seguridad	Con exclusividad y en estaciones y terminales debidamente diseñados o mediante bahías y/o zonas de parada si el ascenso y descenso de pasajeros es sobre el andén.	Prohibido	40-60
	V3	25-30	Conectividad	De media distancia	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Público	Parcial	Según estudios	Según análisis de tránsito y seguridad	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	Prohibido	40-60
Malla vial Arterial Intermedia	V4	22	Conectividad y Permeabilidad	De paso y local	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Público	Según análisis	Según estudios	Según análisis de tránsito y seguridad	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	Considerables si no se proveen facilidades fuera de la vía	30-60
	V5	18	Permeabilidad	De paso y local	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Público	Según análisis	Según estudios	Cruces controlados con canalización	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	Considerables si no se proveen facilidades fuera de la vía	30-60
	V6	16	Permeabilidad y Acceso predios	De paso y local	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios Tpte Público	Ninguno	Según estudios	Cruces controlados con canalización	Sobre carril de circulación o con bahía, según estudios de tránsito y seguridad vial.	Considerables si no se proveen facilidades fuera de la vía	30-60

¹⁹ AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY; OFFICIALS, Transportation. *A policy on geometric design of highways and streets*. 2004.

Malla vial Local	V7	13	Acceso a predios	Local	V. livianos V. emergencia V. proveedores y servicios	NA	A nivel	Considerable libertad con cruces aleatorios	Sujeto a consulta con la comunidad**	Aceptable excepto si se prohíbe expresamente por seguridad vial o tránsito.	<30
	V8	10	Acceso a predios	Local	V. livianos V. especiales	NA	A nivel	Considerable libertad con cruces aleatorios	Sujeto a consulta con la comunidad**	Aceptable excepto si se prohíbe expresamente por seguridad vial o tránsito.	<30
Vías Peatonales y Alamedas	V9	8	Acceso a predios, encuentro y recreación	De paso	Peatones	NA	NA	Completa libertad	Prohibido	NA	NA

* Se hace referencia a la velocidad de operación de las vías, sin embargo no se compromete la definición de la velocidad máxima de circulación, la cual debe ser acordar con la normatividad nacional y distrital que esté vigente
** Según la Ley 769 de 2002 el uso de vías locales por el servicio de transporte público está supeditado a la aprobación de la comunidad, por intermedio de las juntas administradoras

Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

Adicionalmente dentro de este capítulo, la guía hace una breve descripción de los estudios fundamentales que deben realizarse a lo hora de llevar a cabo un diseño vial urbano como los estudios de suelo, tránsito, transporte, seguridad vial, estudios ambientales y sociales, etc., que determinaran la viabilidad del proyecto y las características particulares de este.

5.2.4 CAPITULO 2: CRITERIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS VIALES URBANOS

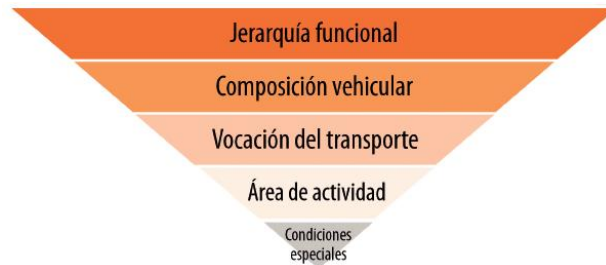
En este segmento se busca que el diseñador siga los pasos propuestos por los desarrolladores de la guía y que logre completar una lista de chequeo de los criterios que cumple o no el proyecto a desarrollar. Se inicia con un diagnóstico de la situación previa del área sobre la cual se pretende realizar el trabajo, a continuación se realiza la evaluación de las posibles alternativas que solucionen las problemáticas presentadas a partir de un análisis multi criterio. Una vez escogida una de las alternativas, se lleva a cabo una revisión minuciosa de los posibles riesgos que ésta pueda presentar en todos los espectros del panorama, es decir, se consideran riesgos sociales, ambientales, económicos, etc., que buscan determinar una relación costo beneficio del diseño a proponer. Finalmente deben definirse los parámetros de diseño básicos para cada proyecto vial como la elección del vehículo de diseño y la velocidad de diseño a utilizar.

5.2.4.1 Vehículo de Diseño

La escogencia del vehículo de diseño es de vital importancia pues este determina la capacidad que va a tener el corredor vial y con esto la durabilidad del mismo, por lo que debe escogerse el vehículo con las mayores exigencias que posiblemente

hará uso de la infraestructura con una frecuencia importante²⁰. La guía considera las variables a tener en cuenta a la hora de la selección del vehículo (ver figura 22) y presenta los tipos de vehículos de diseño que pueden ser utilizados (ver tabla 11) que al igual que dentro del manual de diseño brasilero son los vehículos estipulados por la normatividad AASHTO.

Figura 22. Variables influyentes en la selección del vehículo de diseño



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

Tabla 11. Tipos de vehículos de diseño

CONDICIÓN	TIPO DE VEHICULO DE DISEÑO										
	VL	V.P		VS-VE	V.T.						
	Auto (PNL-5.79M)	*CAMION (WB-1.2M)*	*CAMION (WB-1.5M)*	*CAMION (WB-1.9M)*	*CAMION C2-G (SUM-9.15 M)*	*MICROBUS (19 PAS-6.28 M)*	*BUSERA (40 PAS-7.59 M)*	*BUSETON (50 PAS-8.42 M)*	*PADRON (80 PAS-12.25 M)*	*ARTICULADO (1.60 PAS-18.29 M)*	*BIARTICULADO (2.40 PAS-27.57 M)*
JERARQUÍA FUNCIONAL											
ARTERIALES PRINCIPALES					•						
Autopistas Urbanas					•						
Vías Rápidas Urbanas					•						
Vías Arterias Convencionales					•						
VÍAS COMPLEMENTARIAS					•						
VÍAS INTERMEDIAS					•						
VÍAS LOCALES*	•				•						
VOCACIÓN DE TRANSPORTE											
RED DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO*										•	•
RED DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO*						•	•	•	•		
RED DE TRANSPORTE DE CARGA*		•	•	•	•						
ÁREA DE ACTIVIDAD											
Residencial*	•				•						
Dotacional					•						
Comercio y Servicios*		•			•						
Central*	•				•						
Integral					•						
Industrial*		•	•	•							
Minera*		•	•	•							

VL: Vehículos Liviano - V.P: Vehículos Pesados - VS-VE: Vehículos Proveedores y de Servicios y Vehículos de Emergencia - V.T: Vehículos de Transporte.
 Los números entre paréntesis corresponden a la longitud total del vehículo.
 * Cuando una condición acepte diferentes tipos de vehículos de diseño se escogerá el más exigente en función de la composición vehicular registrada y/o de acuerdo con el tránsito desarrollado o atraído.
 ** Cuando un tramo vial, una calzada o una zona del proyecto presente diferentes tipos de vehículos de diseño por jerarquía funcional, vocación de transporte o área de actividad, se escogerá el más crítico.
 *** Un solo proyecto podría tener varios vehículos de diseño, por vías, calzadas, tramos, intersecciones, etc. Debe presentarse la debida justificación.

Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

²⁰ AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY; OFFICIALS, Transportation. *A policy on geometric design of highways and streets*. 2011.

5.2.4.2 Velocidad de Diseño

Dentro de la guía, se realiza la distinción de las velocidades de operación, la velocidad específica, las velocidades de circulación y la velocidad de diseño, todas de gran importancia para el diseño del corredor vial y además para el correcto funcionamiento del mismo, bajo los parámetros de seguridad y eficiencia exigidos, de acuerdo a la clasificación funcional de la vía que se esté tratando. El manual presenta un listado de velocidades de diseño guías (*ver tabla 12*) que pueden ser modificadas al considerar parámetros particulares del proyecto de acuerdo al criterio del diseñador.

Tabla 12. Velocidades de diseño guías

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

* Aplica solo para anchos de carril mayores o iguales a 3.50 m

Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

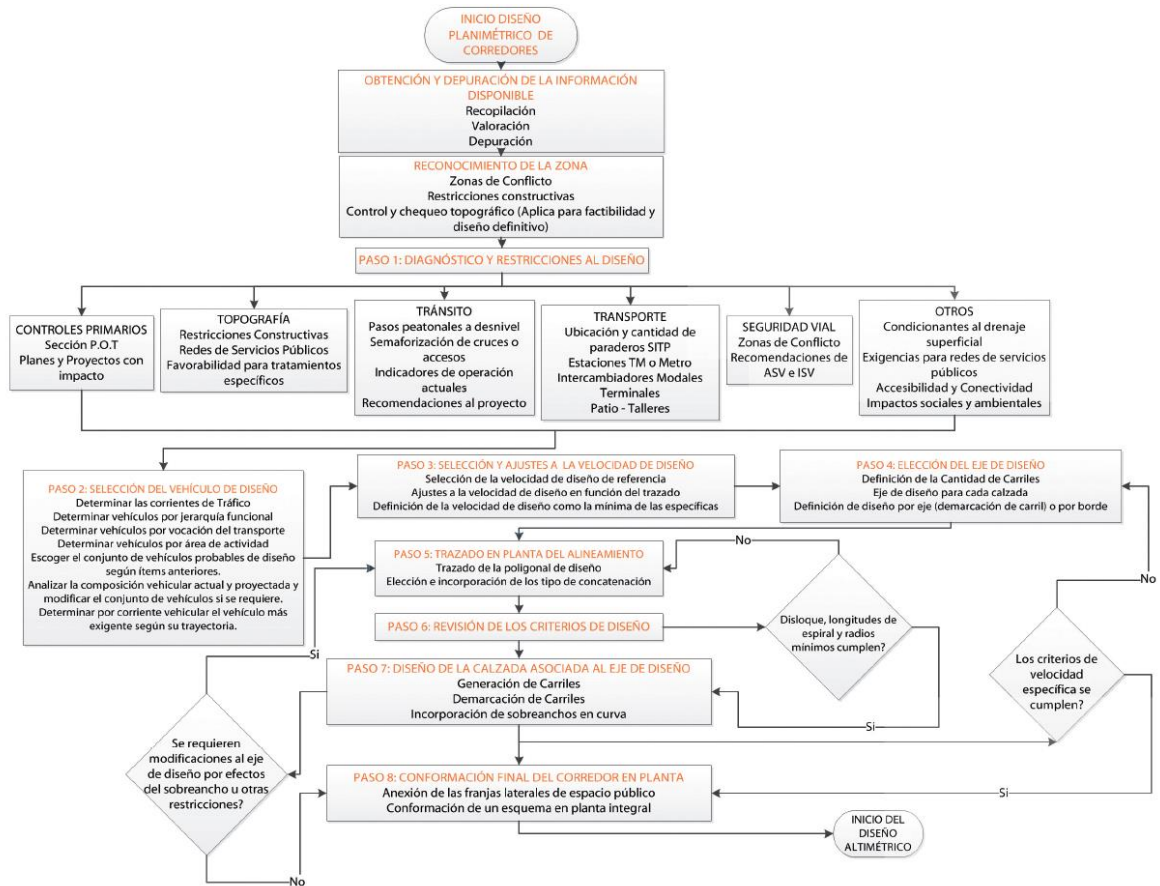
5.2.5 CAPITULO 3: DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES VIALES

Esta sección de la guía abarca los aspectos procedimentales y metodológicos del diseño geométrico de la vía y hace la inclusión del diseño de troncales exclusivos para el uso de buses rápidos (BRT). El capítulo se subdivide en diferentes secciones y debido a su importancia dentro del desarrollo de los diseños, estos sub capítulos se desglosan a continuación.

5.2.5.1 Parámetros y Criterios de Diseño Planimétrico

Esta sección brinda una explicación teórica de las características de las curvas usadas en el diseño de alineamientos horizontales, especificando las curvas ideales y sus elementos correspondientes. Se enfatiza en que los diseños deben ser económicos, funcionales, seguros y deben armonizar con su entorno de acuerdo a las condiciones pactadas en el POT de la ciudad, por lo que se aconseja un paso a paso (*ver figura 23*) que asegura que el diseño cumpla las exigencias del ente territorial.

Figura 23. Diagrama paso a paso del diseño planimétrico



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

5.2.5.2 Peraltes

Esta sección se dedica únicamente al correcto desarrollo de las transiciones de peralte y su importancia dentro del desarrollo vial.

5.2.5.3 Parámetros y Criterios del Diseño de Secciones Transversales

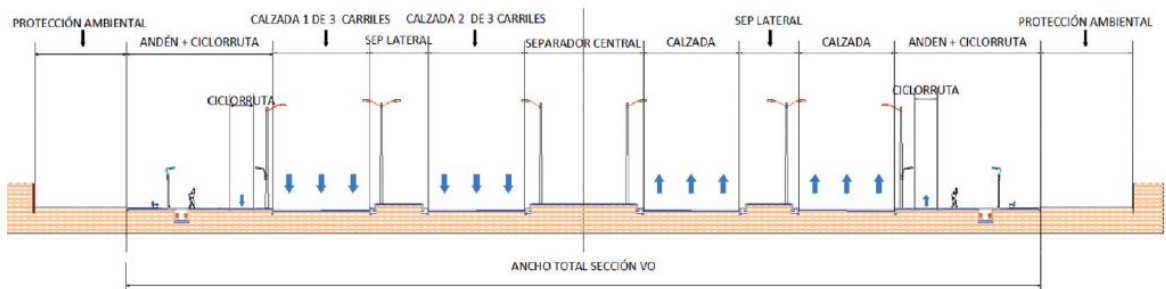
Allí se especifican los elementos básicos de las secciones transversales (ver figura 24) y se realiza la incorporación de las zonas peatonales, áreas de ciclo usuarios, señalización, mobiliario urbano, obras de drenaje y en general toda el área de espacio público que rodea el desarrollo vial (ver figura 25).

Figura 24. Elementos básicos de las secciones transversales urbanas



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C.

Figura 25. Elementos en la sección transversal



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Hace referencia además a los carriles de circulación, cuyo ancho depende de los lineamientos establecidos en el POT que para Bogotá en vías sencillas tiene un ancho mínimo de 3,0 m, en vías con circulación de camiones un ancho mínimo de 3,25 m y para corredores exclusivos de vehículos de transporte público debe ser como mínimo de 3,5 m. Además describe algunas características básicas que se deben cumplir en cuanto a cantidades de carriles, modificaciones en anchos de calzadas, intercambiadores, separadores, taludes, terraplenes y muros de contención.

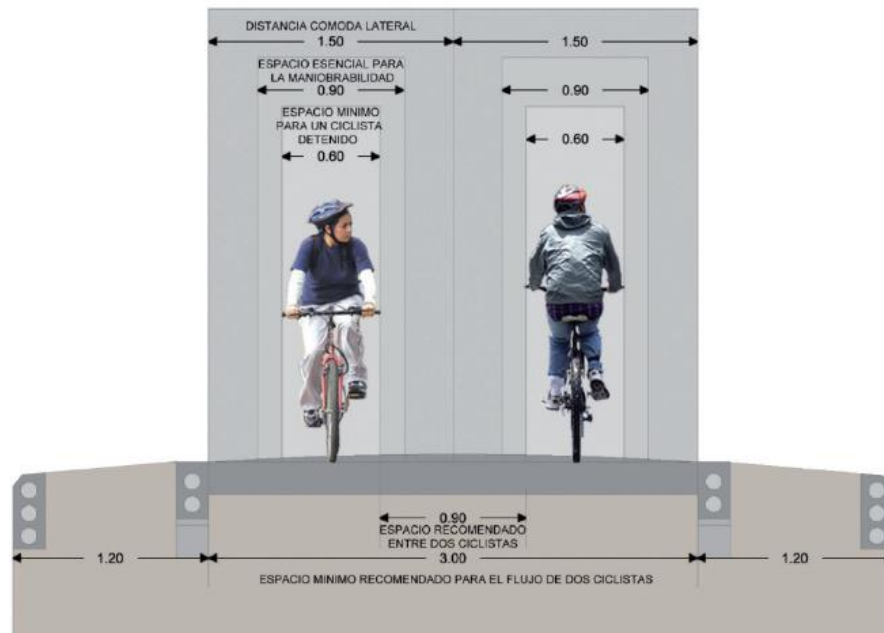
Es importante resaltar que en este capítulo se presenta una gran importancia al papel que juegan los peatones y los ciclistas dentro del desarrollo vial de una ciudad, y se tiene gran consideración con la incorporación de espacios que permitan la circulación amigable de todos los actores por igual. En el ámbito de la movilidad peatonal, se tienen en cuenta los accesos de discapacitados (*ver tabla 13*) en los diseños de intersecciones y por supuesto las variantes de cruces peatonales dependientes del corredor vial. En cuanto a los bici usuarios la guía diferencia los distintos tipos de movilidad que se pueden presentar de acuerdo a la ubicación de los senderos dentro de las secciones transversales, teniendo por lo tanto ciclo rutas, carriles bici y zonas mixtas. A partir de esta diferenciación, se establecen parámetros de diseño mínimos, como los espacios de circulación para bici usuarios (*ver figura 26*).

Tabla 13. Dimensiones geométricas para garantizar la circulación de personas con movilidad reducida en rampas

Ancho mínimo en rampas: 0.90 m
Posibilidad de giro a 90°, ancho libre 1.5 m
Superficie de aproximación libre de obstáculos: área enmarcada por un radio de 1.2 m.
Pendiente longitudinal Max. 12%, > consultar NTC 4143
Pendiente transversal Max. 2%
Longitud mínima de descansos 1,20 m

Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Figura 26. Espacio mínimo recomendado para dos ciclo usuarios



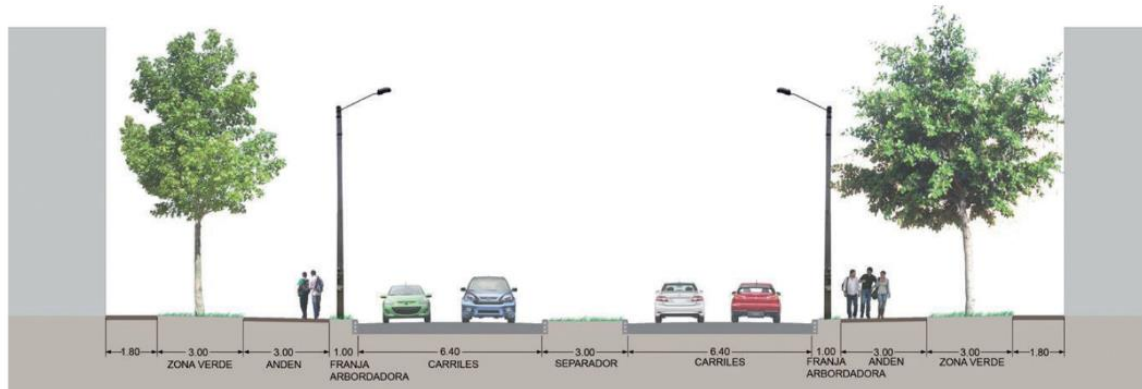
Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Se destaca la importancia del manejo de las zonas de control ambiental (ver figura 27) como áreas de alto potencial para el manejo paisajístico y lúdico, los carriles de estacionamiento sobre vías de importancia intermedia y los controles de acceso de gran importancia para el correcto flujo del tránsito donde el POT considera importante la inclusión de los desarrollos comerciales e industriales sobre vías de alto flujo que deben cumplir:

“Para establecimientos cuya dimensión o tipo de actividad económica esté clasificada como de escala metropolitana, urbana o zonal, el espacio para la atención de la demanda del acceso vehicular al inmueble o desarrollo, así como para las labores de cargue y descargue, deberá garantizar la acumulación de vehículos dentro del predio, de manera que no se generen colas sobre la vía pública”²¹

²¹ De Bogotá, A. M. Plan de ordenamiento territorial. Documento Técnico de Soporte. Bogotá, 2000.

Figura 27. Sección transversal franja ambiental



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

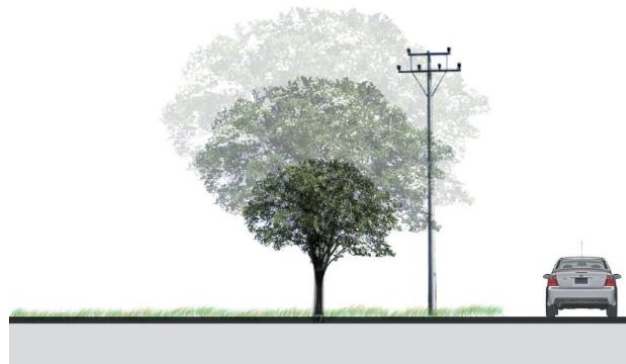
5.2.5.4 Parámetros y Criterios de Diseño Altimétrico

El diseño de las condiciones de altimetría garantiza la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía, además de una mejor adaptación al terreno sobre el cual se lleva a cabo el desarrollo. Dentro de esta sección se consideran las pendientes de las vías, los gálibos reglamentarios para la construcción de puentes (mínimo $5,0\text{ m}$ a partir de la superficie de la rodadura de calzada) y las curvas verticales.

5.2.5.5 Elementos Complementarios

Finalmente el capítulo termina con la definición de algunas consideraciones extra que debe tenerse en cuenta dentro del diseño urbano como lo es el paisajismo, que debe armonizar con el ambiente circundante y generar condiciones agradables para todos los usuarios (*ver figura 28*), se especifican además algunos sistemas típicos de controles de velocidad (resaltos, pompeyanos, etc.) que buscan mejorar las condiciones de seguridad y algunos elementos de contención vehicular, como barreras de seguridad y los casos en los cuales son necesarios.

Figura 28. Proyección de crecimiento de árboles



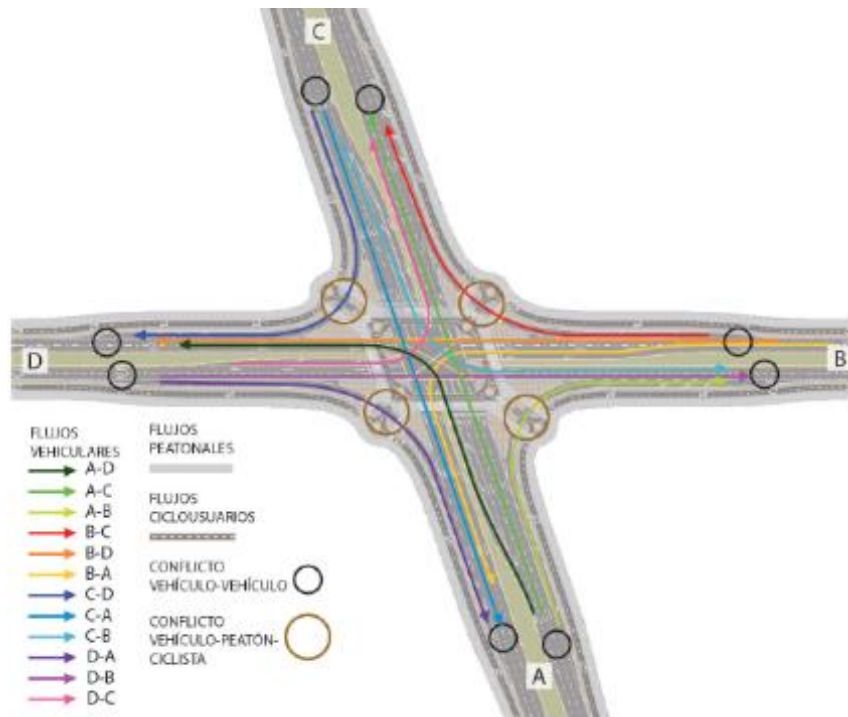
Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

5.2.6 CAPITULO 4: DISEÑO DE INTERSECCIONES

Este capítulo como su nombre lo indica, se encuentra exclusivamente dedicado al diseño de diferentes tipos de intersecciones dentro de las zonas urbanas. Se hace inicialmente una conceptualización de los tipos de intersecciones más comunes y sus usos, luego muestra los parámetros de selección para intersecciones y describe a detalle todos los tipos más utilizados. Es muy completo pues abarca un gran número de variables a considerar a la hora del diseño de cualquier tipo de intersección e incluso hace referencia a cruces inexistentes dentro del contexto colombiano.

Se presentan ejemplos de líneas de flujo (ver figura 29) donde se analizan los actores que intervienen dentro de una intersección en particular, procedimiento que debe realizarse para cada uno de los puntos intersección dentro del corredor, tipos de convergencias (ver figura 30), tipos de divergencias (ver figura 31), entrecruzamientos (ver figura 32), distancias de visibilidad (ver figura 33) caracterización y uso de glorietas e intersecciones con orejas (ver figura 34) como soluciones de infraestructura a la movilidad especialmente de vehículos motorizados.

Figura 29. Líneas de flujos vehiculares y zonas de conflicto



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Figura 30. Convergencia tipo 2-3-6, tratamientos recomendados y situaciones de peligro



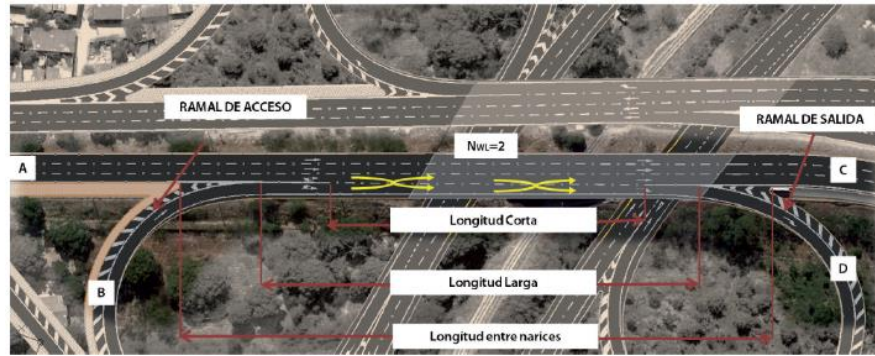
Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Figura 31. Divergencia tipo 6 en curva vertical convexa



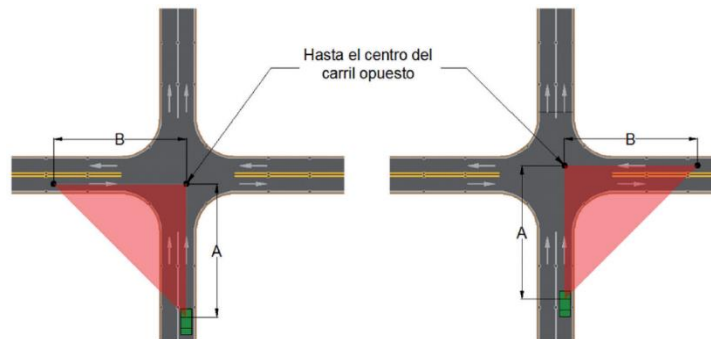
Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Figura 32. Entrecruzamiento con carril auxiliar en intersección TIPO TREBOL



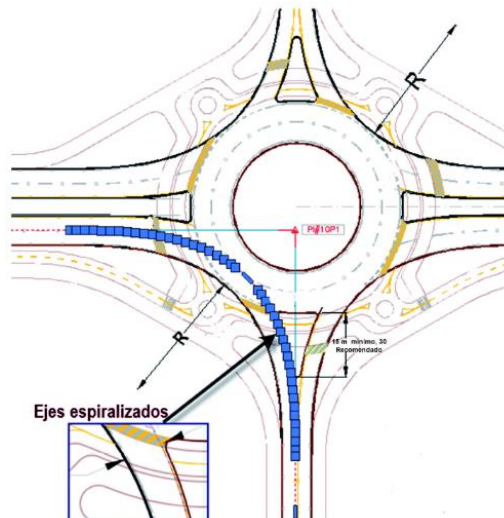
Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Figura 33. Triangulo de visibilidad



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

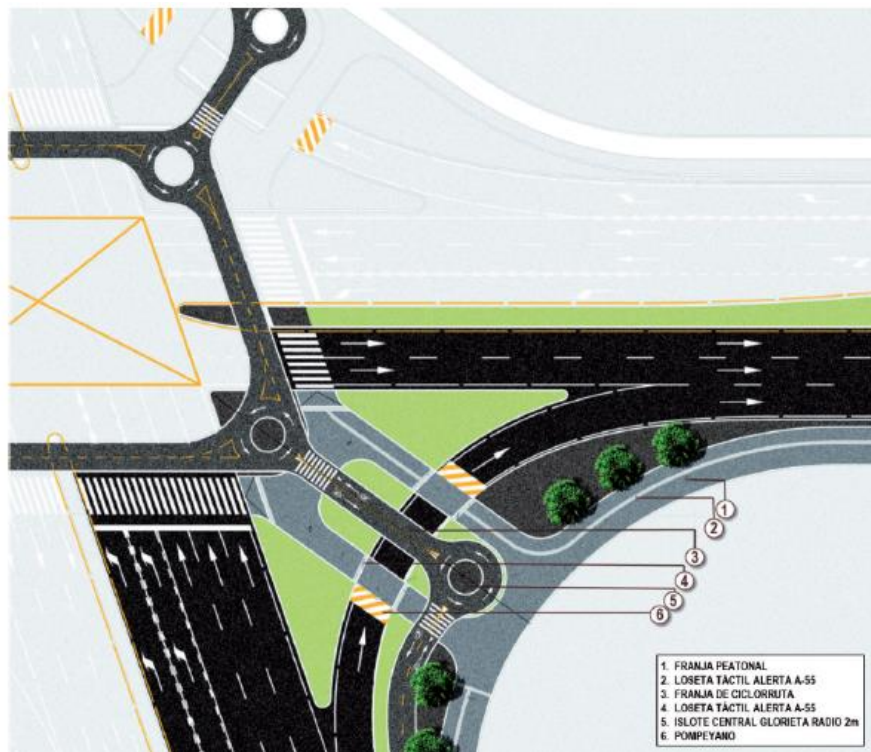
Figura 34. Geometrías de entradas y salidas dimensiones recomendadas



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

Sin embargo la guía hace un énfasis en la importancia de la inclusión de todos los actores viales dentro del diseño de intersecciones, por lo que se tienen consideraciones de diseño especiales para peatones y ciclistas (ver figura 35) resaltando que el correcto manejo del espacio público contribuye a la fácil circulación de todos los actores viales integrados a una sola infraestructura.

Figura 35. Manejo de ciclo ruta y franja de circulación peatonal para intersecciones semaforizadas



Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C

5.2.7 CAPITULO 5: CONTENIDO Y ESPECIFICACIONES DE LOS ENTREGABLES DEL DISEÑO

Este último capítulo describe el material a entregar a la hora de presentar el proyecto, avalando la correcta realización del diseño bajo la normatividad vigente y que por lo tanto acredita el correcto desarrollo del mismo como el primer paso previo a su ejecución. Dentro de los entregables se encuentra:

Estudios técnicos
Estudios de pre factibilidad
Memorias de cálculo
Plantas de diseño
Perfiles de diseño

Secciones transversales
Cotas de pavimento
Peraltes
Paisajismo

5.3 DIFERENCIACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

La revisión del material normativo descrito previamente, muestra una gran similitud entre las condiciones de diseño presentes en Sao Paulo y los parámetros de diseño existentes en Bogotá, ambos utilizando como base los lineamientos dictados por la AASHTO desde la definición de los tipos de corredores viales y sus clasificaciones, hasta los parámetros técnicos a utilizar. Sin embargo esta situación es apenas obvia, considerando que la mayoría de los países latinoamericanos han usado la normativa americana como fundamento, no solo en vías sino en infraestructura en general desde que se dictaron lineamientos de diseño y construcción con el fin de garantizar condiciones mínimas de seguridad, durabilidad y uso.

A pesar de que las condiciones de diseño son en esencia iguales, es evidente que los sistemas de infraestructura en Sao Paulo se encuentran mucho más desarrollados que en Bogotá y que a pesar de tener niveles de densidad considerablemente más altos, esta ciudad presenta una calidad de circulación urbana más eficiente que la capital colombiana.

Adicionalmente, el gobierno distrital en Bogotá a partir del año 2000, ha centrado sus esfuerzos en la elaboración de normatividad para mejorar las condiciones de movilidad como el *MANUAL DE PLANEACIÓN Y DISEÑO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE* de la Alcandía de Bogotá (2005), y la construcción de corredores viales exclusivos para bici usuarios, apostándole a éste como un nuevo modelo de movilidad masivo en la ciudad con el desarrollo del *MANUAL DE DISEÑO PARA EL PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS DE BOGOTÁ* (2004). Sin embargo, aunque los manuales colombianos son más completos en cuanto a la integración de todos los actores de movilidad, diferentes planes de circulación en la ciudad y la integración del POT dentro de las consideraciones para el diseño de cualquier corredor vial, parece ser que la aplicación de estos documentos técnicos no se encuentra regulada por ninguna entidad, y los lineamientos allí consignados son pasados por alto a la hora de llevar a cabo un proyecto dentro de la gran urbe.

Es importante aclarar que el uso de la normatividad Americana dentro del contexto colombiano es totalmente aceptable y garantiza características de seguridad necesarias dentro de los corredores viales. Como se observa en el caso de Brasil, la correcta aplicación de estos lineamientos favorece el desarrollo de ciudades que presentan altos crecimientos demográficos. Por esto podemos decir que los problemas de movilidad que se presentan en la ciudad de Bogotá, no son consecuencia de la falta o deficiencia de las normas técnicas para su diseño.

6. MARCOS LEGALES

Otro aspecto relevante a la hora de estudiar los sistemas de infraestructura de las ciudades, es considerar las políticas que rigen su crecimiento y con esto específicamente la normativa legal que limita la infraestructura en las grandes ciudades. A partir de los años 70s, los modelos de crecimientos de las ciudades creados en Europa para la delimitación de los sectores dentro de la ciudad, fueron implantados en la mayoría de los países latinoamericanos como una forma de control del suelo. Cada uno de los países adaptando las ideas a su contexto particular y moldeando la política a sus intereses públicos crea un modelo de desarrollo para las ciudades que busca controlar su crecimiento.

Las ciudades de Bogotá y Sao Paulo, principalmente por su importancia económica para cada una de sus naciones, se convierten en pioneras en la creación de modelos de planificación urbana cada una adaptada de manera diferente a las consideraciones de los gobiernos involucrados, pero que básicamente tienen el mismo cuerpo y objetivo en su creación. A continuación se presentan cada uno de los modelos de planeación de las ciudades y se analizarán sus similitudes y diferencias.

6.1 EL ORDENAMIENTO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

La legislación colombiana utiliza el modelo de regulación de las ciudades POT, el cual reglamenta los usos de suelo, patrones de crecimiento urbano y proyectos de índole, económico, social y estructural. La *ley 388 de 1997* mediante la cual se da inicio a la implementación de este tipo de normatividad, define el POT como “*el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas programadas, actuaciones y normas, destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y utilización del suelo*”.²² Esto como respuesta a la necesidad de mantener un crecimiento organizado de las ciudades a largo plazo estableciendo una proyección a 12 años, con el fin de evitar que las condiciones políticas cambiantes afecten el desarrollo homogéneo de la ciudad.

En la actualidad el POT vigente para la ciudad de Bogotá se encuentra dictado por el *Decreto Distrital 619 del 2000* revisado y actualizado por el *Decreto Distrital 190 de 2004*. Considerando los lineamientos generales de aplicación del POT, para el año 2016 debió llevarse a cabo la presentación de su nueva versión, sin embargo debido a fallas dentro de las administraciones de la ciudad esto no ha sido posible y desde el año 2019 se encuentra en marcha la construcción del nuevo plan de

²² CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. “*Plan de Ordenamiento Territorial*”. Bogotá: Ordenamiento Territorial, 2019.

desarrollo que no ha podido ser aprobado por desacuerdos entre los sectores relacionados. Es evidente que existen fallas en los procedimientos legislativos, ya que se han generado demoras en la actualización del plan de crecimiento para la ciudad con un atraso en la proyección de casi 20 años.

A pesar de estar totalmente desactualizado, dentro del documento vigente se encuentran varios apartados particularmente de proyectos de infraestructura vial y movilidad que aún no han sido ejecutados. Aunque el POT es un documento que abarca todos los aspectos de desarrollo para la ciudad (salud, industria, economía, etc.) dentro del presente documento solo se relacionan los artículos pertinentes a infraestructura vial y movilidad. El *Artículo 10* del decreto en vigencia es el primer apartado de movilidad que la reconoce como un factor importante dentro del crecimiento económico de la ciudad, por lo que exige la priorización en proyectos de infraestructura que mejoren las condiciones pre existentes de la malla vial principal particularmente en el centro de la ciudad y otras áreas de alto interés productivo. Así mismo, el *Artículo 19* delimita las distribuciones de los principales ejes de movilidad considerados en la ciudad (*ver tabla 14*) y presenta la importancia del *Plan Maestro de Movilidad* como complemento para el correcto funcionamiento de los corredores viales.

Tabla 14. Principales Ejes de Movilidad que Integran el D.C. a las Diferentes Escalas

EJE	CENTRALIDADES INTEGRADAS	ESCALA DE INTEGRACIÓN
Avenida Caracas	Restrepo – Santander	Internacional
Paseo de los libertadores	Centro histórico – Centro internacional	Regional
	Chapinero	Urbano
	Calle 72 – Calle 100	
	Usaquen – Santa Bárbara	
	Toberín – La paz	
	Prado veraniego	

Avenida Centenario	Centro (Centro histórico – Centro internacional)	Internacional
Corredor Ferrero de Occidente	Salitre – Zona industrial	Regional
Calle 26	Fontibón – Aeropuerto El Dorado	Urbano
	Álamos – Engativá	
Autopista al Llano	Nueva centralidad Eje de integración Llanos Nuevo Usme	Internacional
Avenida Boyacá	Nueva Centralidad Danubio – Rio Tunjuelo – Américas	Regional
		Urbana
NQS	6 de Agosto	Regional
Autopista Sur	Delicias – Ensueño	Urbano
	Restrepo – Santander	
	Bosa	
Calle 80	Ferías – Rionegro	Regional
	Nueva Centralidad Quirigüa – Bolivia	Urbano

Fuente: Decreto 190 de 2004, POT

Además el *Artículo 64* trata la priorización a proyectos como: Articulación de la Av. José Celestino Mutis al Occidente, construcción de terminales de carga, construcción de la Av. Ferrocarril del Sur Tramo de la Av. Bosa, Prolongación del transporte masivo TransMilenio a Soacha, Av. Autopista al Llano, construcción intersección Puente Aranda, construcción de la Av. Ferrocarril de Occidente, ampliación de la malla vial intermedia de Puente Aranda y la integración Autopista al Llano.

El *Capítulo 2* hace referencia a los proyectos previstos para desarrollar en el periodo 2004-2007 (*ver anexo 2*). Dentro de éste capítulo se encuentran los *Artículos 162, 163 y 164* referentes al Sistema de Movilidad, sus objetivos y componentes donde se subdividen y desglosan el subsistema vial, el subsistema de transporte y el subsistema de regulación del tráfico. En el subsistema de transporte se tratan las directrices para proyectos como la construcción de la primera línea del metro (*ver anexo 3*), la aplicación de un plan de implementación de ciclo rutas (*ver anexo 4*),

el tren de cercanías (ver tabla 15), la red de estacionamientos públicos y terminales de buses interurbanos.

TABLA 15. Líneas Propuestas en el POT para el Tren de Cercanías

LINEA	DISTANCIA
Bogotá-La Caro	34 kilómetros
La Caro-Zipacquirá	19 kilómetros
La Caro-Suesca	40 kilómetros
Km 5-Facatativa	35 kilómetros

Fuente: Elaboración Propia

De manera general, se tiene el POT como una muestra de las proyecciones que se tenían para el crecimiento de Bogotá en el año 2000 y que lamentablemente no solo no han sido ejecutadas como debía planificarse, sino que además se han quedado cortas para las necesidades actuales de los Bogotanos, ya que a pesar de que existían proyecciones de crecimiento poblacional para la ciudad, los números actuales han superado por mucho los modelos de expansión.

Adicionalmente dentro del marco normativo es importante mencionar que la ciudad cuenta con el despacho de la Secretaría Distrital de Planeación, con seccionales como la *Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos*, encargada de realizar estudios relacionados con las políticas, planes y programas de vías, tránsito y transporte, así como prestar asesorías técnicas para la articulación de proyectos públicos y privados con los planes de desarrollo local y el POT, la definición de zonas de reserva para infraestructura, el seguimiento al plan maestro de movilidad, y la presentación de propuestas para ajustar la normatividad vigente. Y la *Dirección de Norma Urbana* que se encarga de reglamentar el uso y ocupación del suelo y la elaboración de los conceptos técnicos relacionados a la normatividad urbana. En cabeza de este organismo es que se ejecutan los proyectos previstos en el POT y se reglamenta la aplicación de modificaciones en caso de ser pertinentes.

6.2 EL ORDENAMIENTO EN LA CIUDAD DE SAO PAULO

La normativa brasilera se rige bajo los modelos de *Plan Estratégico Director para el Municipio de Sao Paulo*, el cual es el ordenamiento homólogo al POT colombiano. Denominado PDE por sus siglas en portugués, este documento reglamentado por cada una de las municipalidades del país presenta las proyecciones de crecimiento de la ciudad a 16 años integrando los sectores políticos, sociales y económicos.

Para el año 2020, el PDE vigente es el dictado por la *Ley Municipal No. 16.050/2014* que sustituye a su antecesora la *Ley Municipal No. 13.430/2002*, su elaboración se encuentra a cargo de la Secretaria Municipal de Desarrollo Urbano o SMDU-SP (por sus siglas en portugués) involucrando departamentos y secretarías sectoriales, además de líderes y representantes de la sociedad civil. El PDE se desarrolla bajo la guía de ocho principios que caracterizan el concepto de desarrollo orientado al transporte sostenible:

Socializar las ganancias de producción de la ciudad
Garantizar el derecho de una vivienda digna para la población en necesidad
Mejorar la movilidad urbana
Mejorar la vida urbana en barrios
Orientar el crecimiento de la ciudad en las cercanías del transporte público
Reorganizar las dinámicas metropolitanas
*Promover el desarrollo económico de la ciudad*²³

El PDE hace referencia a una serie de lineamientos normativos para el desarrollo de proyectos que permitan el crecimiento de la ciudad cumpliendo con las perspectivas a futuro de su funcionamiento. Como se mencionó anteriormente, el documento trata en general sobre los aspectos socio-económicos integrando a todos los actores y sectores de Sao Paulo, pero particularmente dentro del ámbito de infraestructura y movilidad, hace algunas aclaraciones particulares para la planeación de la ciudad. El *Capítulo 1, Sección 3* titulado *Redes de estructuración y transformación urbana*, menciona las necesidades en la expansión de la oferta de servicios de transporte público bajo parámetros específicos de influencia (*ver figura 36*) abarcando los sistemas de metro, tren, tren ligero y buses rápidos. Además dentro de este se hace énfasis en el incentivo de creación de nuevos centros empresariales y comerciales que descentralicen la actividad de la ciudad en un único punto y faciliten la circulación de la población a diferentes niveles.

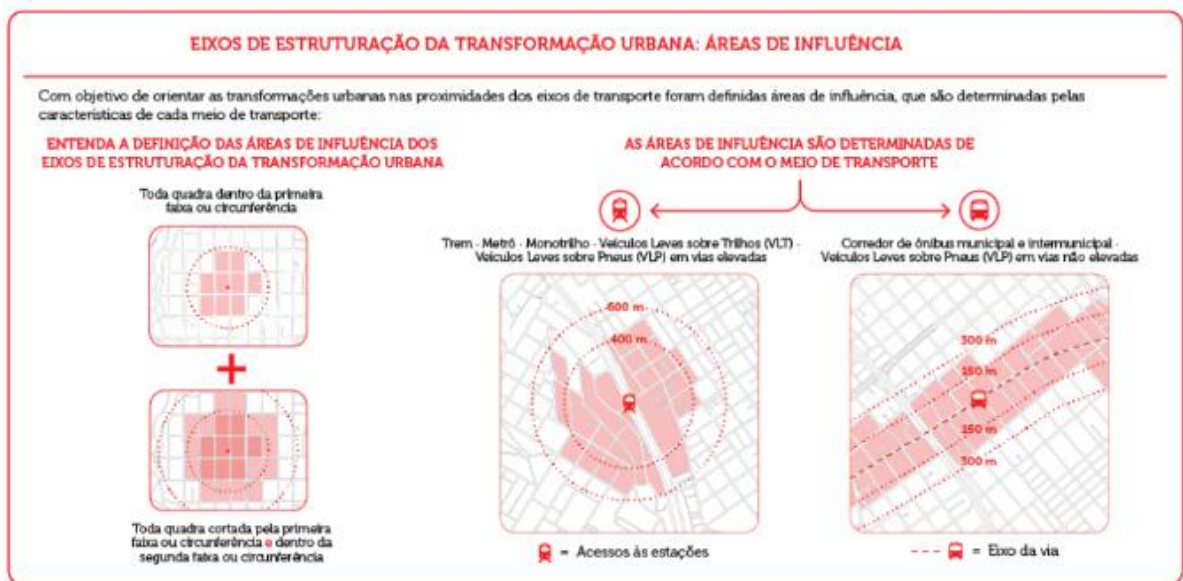
El *Capítulo 5*, en su sección titulada *Política de los sistemas de movilidad*, hace una diferenciación de los sistemas de movilidad que componen la ciudad: vial, circulación peatonal, transporte colectivo público, transporte colectivo privado, ciclo vías, sistema hidroviario y aeroviario y los sistemas de logística y transporte de carga. Allí se delimitan los objetivos para cada uno donde se hace énfasis en el sistema de transporte público como el eje central de movilidad para la ciudad y los

²³ MOURA, Iuri Barroso de; OLIVEIRA, Gabriel Tenenbaum de; FIGUEIREDO, Aline Cannataro de. “*Plano diretor estratégico de São Paulo (PDE-SP): análise das estratégias sob a perspectiva do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável*”. Sao Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). 2016. p.154.

demás sistemas como complementarios, buscando principalmente desestimular el uso de transporte individual motorizado con el fin de disminuir el número de vehículos en circulación.

Dentro del documentos general se observa el interés de la municipalidad por crear directrices que impulsen el crecimiento de Sao Paulo como una ciudad pionera en eco innovación pues gran mayoría del documento trata sobre la ampliación de zonas verdes, viviendas amigables con el entorno, reducción en los tiempos y necesidades del uso de vehículos para recorridos diarios.

Figura 36. Áreas de Influencia de los Sistemas de Transporte Público



Fuente: Ley No. 16.050 de 31 de julio de 2014, PDE

6.3 ANÁLISIS DIFERENCIAL

Mediante la revisión de estos documentos, se busca poder obtener información sobre cómo las políticas públicas han impactado en las formas de crecimiento de cada ciudad e identificar las diferencias más marcadas que presentan en relación a sus sistemas de movilidad. A pesar de que los planes de crecimiento de ambas ciudades tienen como base los mismos lineamientos inspirados en ideas europeas, las diferencias dentro del desarrollo de los documentos es bastante marcada. Aunque es inevitable considerar que el proceso histórico es determinante en su desarrollo de infraestructura y servicios de transporte, en el primer capítulo se trató la evolución en este ámbito para ambas ciudades y pudo evidenciarse que frente a Bogotá, la ciudad de Sao Paulo ha presentado históricamente un avance mucho

más rápido y estructurado en relación a la construcción tanto de vías para uso particular como servicios e infraestructura de transporte público.

A la hora de revisar las políticas gubernamentales que han reglamentado el crecimiento de la ciudad a través del tiempo, la base de ambos modelos de desarrollo surgen de las ideas de ordenamiento territorial europeas introducidas en Latinoamérica a principios de los años 70s con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. Sin embargo, las administraciones locales han direccionado el crecimiento de las ciudades de acuerdo con los intereses de cada nación y han marcado las diferencias que se ven hoy en día entre el crecimiento de la ciudad. Por ejemplo la ciudad de Sao Paulo, durante el auge del vehículo particular introducido al mercado nacional, dedicó sus esfuerzos a la construcción de corredores viales que suplieran la demanda de un gran población que se movilizaba en este medio y posteriormente, debido al crecimiento de la población dentro de la ciudad, ha modificado sus políticas en busca de priorizar la circulación mediante transporte público por lo que se tienen líneas de metro, tren liviano y buses. Bogotá por su lado, presenta deficiencia en la eficiencia de los corredores viales para la movilidad de vehículos privados y su sistema de transporte público masivo es relativamente nuevo y no ha logrado suplir las necesidades básicas de movilidad de la población.

Al revisar los documentos vemos que las falencias en el desarrollo vial en Bogotá no son debido a una falta de planificación como tal, aunque las proyecciones realizadas en el POT vigente ya fueron por mucho superadas, pues se tienen planteados proyectos viales de gran envergadura que conectan puntos neurálgicos dentro de la ciudad, si no que el país ha sido víctima de una cultura de corrupción y burocracia que ha impedido la evolución de todas las ciudades del país, pero particularmente la de su capital.

Además de esto el enfoque de los POT vigentes para cada ciudad es totalmente diferente, por un lado, Bogotá tiene planteados proyectos desde hace 20 años que no son viables en la actualidad, debido a que los constantes cambios dentro de la morfología urbana han invadido los trazados iniciales y su construcción llevaría no solo excesivos esfuerzos en gestión predial, sino que además los costos se elevarían de tal manera que no serían compensados por el beneficio que puede prestar el corredor. Por otro lado, la ciudad de Sao Paulo, gracias a la constante revisión y actualización de su PDE, se encuentra en la fase de aplicación de medios alternativos de transporte que puedan mejorar las condiciones medio ambientales de una ciudad ya saturada de infraestructura.

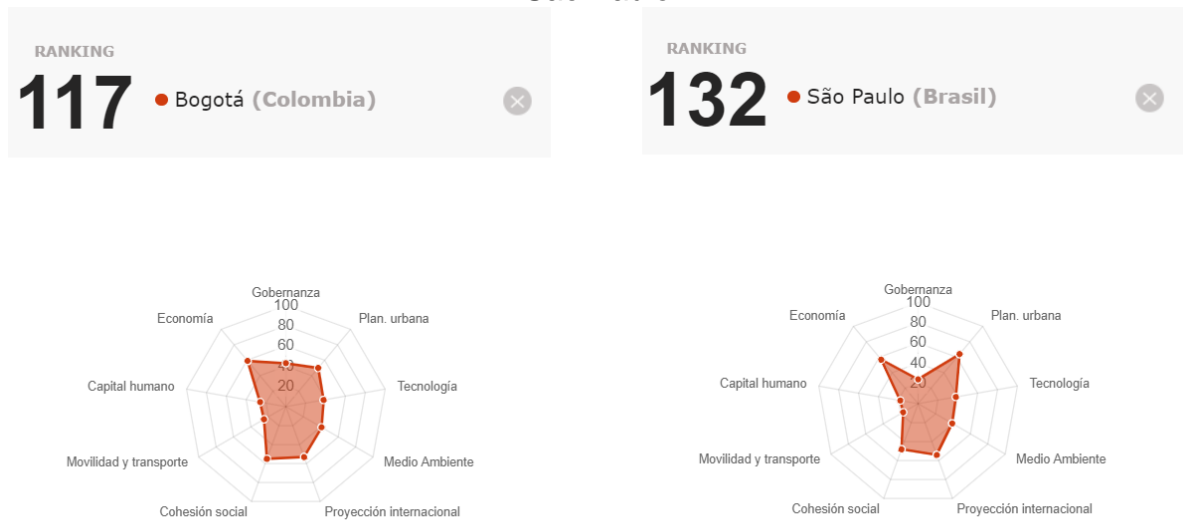
Esta diferenciación entre los planes de cada una de las ciudades en la actualidad, es la muestra de que Bogotá necesita políticas públicas serias que actualicen todos

los sistemas de movilidad de la ciudad y que sobre todo se dé un desarrollo de la mano del medio ambiente, como una forma de aprovechar el atraso para iniciar desde el nivel más básico la construcción de una ciudad eco amigable y amigable con sus ciudadanos.

7. CIUDAD INTELIGENTE Y MOVILIDAD

El término ciudad inteligente surge a mediados de los años 2000 con el crecimiento tecnológico y su inusitada expansión a nivel global; proviene de la expresión anglosajona *Smart Cities* que significa el desarrollo de ciudades incluyentes con proyecciones al desarrollo integral de los sectores que componen los núcleos urbanos. Esta expresión no es nueva para Bogotá, de hecho ha sido clasificada como la ciudad más inteligente de Colombia, la sexta en Latinoamérica y ocupó el puesto 117 entre 174 según el índice *Cities in Motion* elaborado por el *IESE Business School* en 2018, que cataloga una ciudad como inteligente “por su desarrollo en ámbitos como economía, capital humano, cohesión social, medio ambiente, gobernanza, planificación urbana, proyección internacional, tecnología, movilidad y transporte; el conglomerado de dichas actitudes definirá que tan ingeniosa es cada una de las urbes”.²⁴

Figura 37. Ranking de Ciudades Inteligentes en el Mundo, Comparativo Bogotá – Sao Paulo



Fuente: Sitio Web IESE, 2018

Dentro de este ranking también se encuentra la ciudad de Sao Paulo que ocupa el lugar 132 en el listado, debido especialmente a sus altos niveles de desigualdad social y todos los problemas que desencadena tan altos niveles de densidad poblacional. La *figura 37* muestra las calificaciones obtenidas por las ciudades, para cada uno de los criterios de evaluación considerados para ciudades inteligentes.

²⁴ SKG TEGNOLOGÍA. “Las ciudades más inteligentes en Latinoamérica”. Bogotá. 2019.

Como se muestra en el estudio, uno de los puntajes más altos obtenidos por Sao Paulo es el planeamiento urbano y paradójicamente su calificación en materia de movilidad se encuentra al mismo nivel que Bogotá, debido a la gran cantidad de vehículos particulares que circulan por sus vías, las cuales a pesar de presentar buenos niveles de circulación se han visto colapsadas. Es por esto que los gobiernos locales han venido buscando alternativas que impulsen el uso del transporte público masivo y mejoren las condiciones del mismo para que puedan impactar de manera positiva a los usuarios. Una de las alternativas más innovadoras hace parte del sistema de transporte metro de la ciudad, que luego de 52 años de funcionamiento busca reinventarse y dirigir sus esfuerzos a la tecnificación y mejoramiento de procesos de movilidad en la ciudad mediante el proyecto *MetroLab*.

El concepto de Movilidad como Servicio, o MaaS por sus siglas en inglés (*Mobility as a Service*), justamente está enfocado en buscar el bienestar del individuo residente de una urbe e indiscutiblemente trae consigo resultados beneficiosos en donde se implementa. Este concepto tiene su origen en Finlandia, en donde fue un modelo de innovación disruptiva, que llegó al punto de instaurarse como política nacional en el sector de transporte. Su funcionamiento se basa en la digitalización y agrupación de todo tipo de transporte al alcance de una aplicación móvil que sea capaz de intuir las necesidades del usuario, administrar dichos requerimientos de manera eficiente y proporcionar la solución en cuanto a planificación de rutas, lugares de estacionamiento y hasta mantenimiento a la persona que la posee.

Bajo dicho panorama de automatización del tránsito y transporte, el 18 de febrero de 2020 el Metro de Sao Paulo en asociación con el Centro de Innovación Tecnológica del Metro de Sao Paulo (NIT), realizó la inauguración de *MetroLab*, el primer laboratorio del mundo dedicado a estudiar problemáticas en la movilidad urbana y desarrollar soluciones mediante proyectos sostenibles incorporando distintas áreas de conocimiento, partiendo como base los aprendizajes y las experiencias proporcionadas en los 52 años de funcionamiento del Metro de Sao Paulo.

El proyecto cuenta con la infraestructura física adecuada para agrupar los diferentes grupos de investigación, así como equipamiento tecnológico que le permita al personal de trabajo el desarrollo de soluciones óptimas e innovadoras que requiere la movilidad urbana de la ciudad.

Inicialmente el proyecto *MetroLab* está enfocado a implementarse en el sistema Metro de la ciudad debido a que es el medio de transporte más importante y que mayor densidad de pasajeros recibe diariamente. Sin embargo, dado que Sao Paulo

es la ciudad de mayor relevancia en Brasil, *MetroLab* tiene como propósito generar soluciones que abarquen a toda la movilidad urbana y así progresar en su modelo de ciudad inteligente.

7.1 AUTOMATIZACIÓN DE VEHÍCULOS

Uno de los principales objetivos que busca la creación de *MetroLab*, es el proceso de automatización de los vehículos. Dicho desarrollo lo expone Jurandir Fernández, presidente de la UITP (*Union Internationale des Transports Publics*) en América Latina durante la inauguración de *MetroLab*, mediante la implementación de cinco niveles, de los cuales dos hacen referencia a procedimientos que ya se encuentran en funcionamiento, pero que son importantes de analizar para comprender la totalidad del proyecto. Los niveles descritos son:

Nivel 1 (Everything on): Existe una plena asistencia por parte del conductor en la manipulación del vehículo ejecutando actividades simples como el control de la velocidad. Este nivel se encuentra implementado desde el año 2000.

Nivel 2 (Feet off): Empieza una automatización parcial del vehículo. En dicho nivel el conductor debe permanecer alerta para mantener el control del vehículo. Este nivel se encuentra implementado desde el año 2013.

Nivel 3 (Hands off): Busca una automatización condicional bajo ciertos contextos. Está basado en límites de velocidad y bajo la vigilancia del conductor que puede retomar el control y la dirección del vehículo si fuese necesario.

Nivel 4 (Eyes off): Implica un alto nivel de automatización. El vehículo realiza las tareas fundamentales de dirección, aceleración y freno, mediante la implementación de sensores que respondan a todas las condiciones que se presentan en el transcurso del viaje. Su implementación se proyecta para el año 2024.

Nivel 5 (Mind off): Supone una automatización total. El vehículo no requerirá de intervención humana, por consiguiente no dispondrá de cabina de manejo ni de volante. Se prevé que se desarrolle dicha tecnología entre los años 2027 a 2030.

7.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Otro de los principales objetivos que se desarrollan dentro del laboratorio de movilidad *MetroLab*, tiene que ver con la recolección de información sobre los

patrones de uso y movilidad de los usuarios del sistema, que permitan la formulación de soluciones a posibles fallas dentro del funcionamiento del metro en la ciudad.

Sin embargo esto no se queda allí, la recopilación de esta información hace parte de todo un sistema de uso de datos conocido como *BigData*, que hace referencia a la captación de datos masivos para el análisis y su posterior aprovechamiento en ideas novedosas que mejoren las dinámicas de la ciudad en pro de alcanzar la meta de planificación para una ciudad inteligente. Como lo señala Joyanes Aguilar en su libro *BigData: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*:

“BigData permite mediante procesos analíticos, de inteligencia artificial y Machine Learning generar análisis descriptivos, predictivos y disruptivos, que permiten tomar decisiones en las organizaciones, éstas son herramientas tecnológicas que actualmente tienen una inclusión en mercados determinados, el análisis de estos grandes volúmenes de datos implicarán una gran mejora en la toma de decisiones”²⁵

Por lo anterior, *MetroLab* se convierte así en un modelo de innovación merecedor de ser analizado y llevado a estudio para su implementación en ciudades que poseen dificultades en cuanto a movilidad y servicio de transporte se refiere, como en el caso Bogotá. En el camino para convertirse en una ciudad inteligente, Bogotá ha venido presentando esfuerzos en el ámbito de control de tráfico, con la implementación del nuevo sistema de semaforización que busca mejorar las dinámicas dentro de las miles de intersecciones semaforizadas de la ciudad y que entrará en funcionamiento total a finales del 2020. Adicionalmente la ciudad cuenta con un sistema conocido como Sistema Inteligente de Transporte (SIT), que a menor escala recopila datos de los tiempos de recorrido de los buses del sistema integrado de transporte SITP y al cual será conectado el nuevo sistema de semaforización.

La implementación de un sistema como el proyectado dentro del metro de Sao Paulo por *MetroLab* en Bogotá ayudaría especialmente a mejorar el modelo de transporte tanto público como particular de la ciudad y la recopilación de datos sería una herramienta importante para el análisis de los proyectos de infraestructura que necesitan llevarse a cabo en la ciudad para mejorar la calidad de vida de los bogotanos.

²⁵ AGUILAR, Luis Joyanes. *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Bogotá: Alfaomega Grupo Editor, 2016.

8. CRONOGRAMA

TABLA 16: Cronograma de actividades para propuesta de trabajo de grado.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO			
MES	SEMANA	FECHA	ACTIVIDAD
JULIO 2019	1	20 al 24	Visita técnica internacional a Brasil
AGOSTO 2019	2	29 al 02	Reunión de inicio y construcción de la propuesta de Trabajo de Grado
	3	05 al 09	Definición de problema
	4	12 al 16	Antecedentes y justificación
	5	19 al 23	Estado del arte y Marco de referencia
	6	26 al 30	Introducción y Objetivos
	SEPTIEMBRE 2019	7	02 al 06
8		09 al 13	Metodología
9		16 al 20	Presupuesto y Cronograma
10		23 al 27	Aval final de Asesor

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 17: Cronograma de aceptación para propuesta de trabajo de grado.

CRONOGRAMA DE ACEPTACIÓN PARA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO		
MES	FECHA	ACTIVIDAD
OCTUBRE	01 al 02	Revisión de originalidad de la propuesta de Trabajo de Grado y Comité de Trabajo de Grado
	04 al 19	Evaluación de la propuesta de Trabajo de Grado
	15 al 19	Corrección de la propuesta de Trabajo de Grado
	21 al 26	Entrega de rúbricas y aval del docente asesor
	30	Entrega definitiva de la propuesta de Trabajo de Grado

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 18: Cronograma de actividades para informe final de trabajo de grado.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO	
FECHA	ACTIVIDAD
6 de Febrero de 2020	Reunión de inicio de actividades
Marzo 6 – Marzo 10 de 2020	Reporte de avance 1
Abril 1 de 2020	Reporte de nueva fecha de entrega de proyecto de grado a causa de cuarentena
Mayo 15 de 2020	Entrega de informe final
Mayo 18-19 de 2020	Revisión por Ithenticate

Mayo 28-29 de 2020	Envío de listado de socialización
Mayo 30 – Junio 3 de 2020	Socializaciones de trabajo de grado.
Junio 4 de 2020	Entrega de notas a Secretaría Académica.

Fuente: Elaboración propia.

9. PRESUPUESTO

TABLA 19: Presupuesto considerado para la realización del trabajo de grado.

DESCRIPCIÓN DE PRESUPUESTO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	VIAJE			
1.1	Pago operador logístico para salida técnica internacional, que incluye tiquetes aéreos estadía en hotel, desayunos y almuerzos durante estadía, transportes a visitas académicas, seminario certificado por la Universidad de San Pablo, impuestos y seguro médico.	Cuotas	3	\$5.451.000
1.2	Dinero adicional para cenas y gastos personales durante la estadía	Global	1	\$1.000.000
2	MATERIALES			
2.1	Papelería e Impresión de avances y material de consulta	Global	1	\$ 20.000
			TOTAL	\$6.471.000

Fuente: Elaboración propia.

10. CONCLUSIONES

En primer lugar, tras la finalización de esta monografía de trabajo de grado, es importante conocer la evolución histórica en cuanto a infraestructura vial y de transporte que ha desarrollado cada una de las ciudades, ya que a partir de este análisis es posible afirmar que a lo largo de su historia la ciudad de Sao Paulo ha ejecutado proyectos de gran relevancia e inversión, lo que le ha permitido poseer una infraestructura en términos generales más completa que la de la ciudad de Bogotá, muestra de ello es el conjunto de sistema de transporte público compuesto por autobuses, tren y el de mayor relevancia y cobertura que es el metro, a diferencia de Bogotá que su mayor medio de transporte es el Transmilenio, complementándolo con la flota de buses que conforman el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

En la misma secuencia, el haber realizado la revisión de los manuales técnicos de diseño urbano de ambas ciudades, permitió reconocer que ambos están basados en el manual expedido por la AASHTO, incluyendo todos los parámetros reglamentarios y de diseño necesarios. Sin embargo existen diferencias entre ambas normativas, la principal de ellas radica fundamentalmente en su rigurosa ejecución y cumplimiento, demostrado en el hecho de que aunque la normatividad colombiana es más completa integrando todos los autores que intervienen en el ejercicio de la movilidad, no se ve puesto en práctica dado a que no existe una estricta vigilancia que verifique y garantice su implementación, razón por la cual se encuentran ineficiencias en la infraestructura de un considerable número de sectores de la capital, como por ejemplo en la ausencia de andenes para flujo peatonal, área de bermas nulas o insuficientes, falta de señalización reglamentaria adecuada o incluso ancho de carriles no coherentes a la normativa.

Ahora bien, gracias a la revisión realizada tanto del POT de Bogotá como del PDE de Sao Paulo es posible llegar a la conclusión de que los estudios y las propuestas de desarrollo de la ciudad de Bogotá, se han visto retrasadas en su ejecución debido principalmente a la notoria corrupción de la cual es víctima la capital, demostrado en el hecho de que existen proyectos planteados desde hace muchos años que aún no han sido realizados y por consiguiente ya no son acordes a las necesidades actuales de la ciudadanía. Caso contrario de Sao Paulo que actualiza continuamente su plan de desarrollo de modo tal que busque ir a la par del crecimiento de su ciudad.

Finalmente, el estudio de los modelos tecnológicos permitió identificar que ambas metrópolis se encuentran en la búsqueda de convertirse en ciudades inteligentes, y bajo ese concepto Bogotá no se encuentra tan retrasada como sería lógico pensar demostrado en el ranking del índice *Cities in Motion* que la ubica por encima de Sao

Paulo en los puestos 117 y 132 respectivamente. Esto no quiere decir que sea todo perfecto y que Bogotá ya tenga resuelto todos sus inconvenientes de movilidad y transporte, sino que por el contrario tiene que seguir en ese camino de innovación e incluir más modelos tecnológicos que le aporten a dicho desarrollo, como lo es la iniciativa de *MetroLab* de la ciudad de Sao Paulo, que pudiera ser implementada en la capital colombiana y así destinar un ente enfocado exclusivamente a desarrollar soluciones innovadoras y acordes a las necesidades de los capitalinos.

11. RECOMENDACIONES

Dentro del marco del mejoramiento de las prácticas de movilidad en la ciudad e Bogotá, se determinó la necesidad de mejorar el enfoque de los métodos de planeación aplicado especialmente a la creación de un POT que considere de manera imperativa, la oportunidad de avance mediante el uso de la tecnología y todas las herramientas digitales, que permitan encaminar el desarrollo de la ciudad de manera auto sostenible y sobre todo amigable con sus habitantes.

Debido a que la movilidad y transporte son unos de los sectores críticos dentro de las dinámicas de la ciudad, la creación de centros de estudio, como lo es el caso *MetroLab* en la ciudad de Sao Paulo, que se encuentren dedicados a la planeación de estrategias mediante el estudio de las dinámicas de la ciudad que propongan soluciones a la precariedad del sistema, son una gran alternativa que adicionalmente abriría paso a la mejora de todos los grupos económicos presentes en la ciudad.

Adicionalmente, aprovechando la construcción de la primera línea del metro para la ciudad, es posible el planteamiento de captura de datos masivos a través del sistema que permitan en primera instancia realizar una evaluación en tiempo real del funcionamiento de la misma línea del sistema y con esto la proyección de las próximas líneas y en segundo lugar, la captura de información masiva para el estudio socio económico de la ciudad que pueda ser usado de manera abierta por diferentes sectores dando paso a la construcción de una ciudad inteligente, más allá de la instalación de sensores de conteo e identificación del tráfico en las intersecciones semaforizadas. Para la situación actual de la ciudad, la captura de datos y análisis de los mismos pueden empezar a implementarse dentro del mismo sistema de transporte Transmilenio como un plan piloto para analizar la aceptación que tiene la captura de datos dentro del público.

El uso de las herramientas digitales tiene una capacidad infinita que puede tener un alto impacto en la manera como las personas se movilizan dentro de la ciudad, los medios de transporte que usan, las formas de pago, comunicación y la capacidad de manejo del tiempo, sin embargo existe varios retos en cuanto al uso y protección de los datos recolectados, que deben siempre mantener la privacidad de los usuarios.

12. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Luis Joyanes. *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Bogotá: Alfaomega Grupo Editor, 2016.

AKISHINO, P. Um processo sintetizado para planejamento de transportes urbanos. São Carlos, 2002, 146p. Disertación (Doctoral dissertation). Universidad de São Paulo.

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. “Todo lo que debes saber sobre Bogotá en 2019”. {En línea}. {19 marzo 2020} disponible en: (www.bogota.gov.co/mi-ciudad/turismo/informacion-de-bogota-en-2019).

ALCÂNTARA VASCONCELLOS, E. (2010). *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Bogotá: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/414>

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY; OFFICIALS, Transportation. *A policy on geometric design of highways and streets*. 2011.

ARZATE HERNANDEZ, Luis. MANZO CRUZ, Francisco. Sistema de semáforos inteligentes para el control del tráfico vehicular. Nezahualcóyotl, 2019, 126p. Trabajo de grado (Ingeniería de Sistemas Inteligentes). Universidad Autónoma del Estado de México.

BARRIA, Cecilia. “Cuál es la ciudad con el peor tráfico vehicular de América Latina (y cómo podría mejorar su problema)”. {En Línea}. {8 diciembre de 2019} disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47473793>

BORJA, J., Drnda, M., Fiori, M., Iglesias, M., & Muxí, Z. *La ciudad conquistada* (p. 29). Madrid: Alianza editorial. 2003.

CABEZA, Á. M. *Políticas latinoamericanas de ordenamiento territorial. Procesos de ordenamiento en América Latina y Colombia*, 13. 2006.

CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. “*Plan de Ordenamiento Territorial*”. {En línea}. 2019. {10 marzo de 2020}. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Transformar-Bogota/Gestion-Urbana/Ordenamiento-territorial/Plan-de-Ordenamiento-Territorial>

CARDIM, Gomes. “Planta geral da capital de são paulo organizada sob a direção de dr. gomes cardim intendente de obras”. {En línea}. {18 marzo de 2020} disponible

en:

www.objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart71701/cart71701.jpg.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *XV censo nacional de población y IV de vivienda--Colombia* (Vol. 4). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2005

DE BOGOTA, A. M. INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. *Guía de manejo Ambiental para Proyectos de Infraestructura Urbana en Bogota DC*. 2015.

DÍAZ-OSORIO, M. S., & Marroquín, J. C. *Las relaciones entre la movilidad y el espacio público. Transmilenio en Bogotá*. (2016). *Revista de arquitectura*, 18(1), 126-139.

DINERO, Revista. Congestión Poblacional en Bogotá. {En línea}. {05 octubre 2019} disponible en: <https://www.dinero.com/pais/articulo/densidad-poblacional-bogota/207534>.

DUARTE, Fabio. ROJAS, Fernando. "Intermodal connectivity to BRT: A comparative analysis of Bogota and Curitiba". {En Línea}. {21 septiembre 2019} disponible en: <https://scholarcommons.usf.edu/jpt/vol15/iss2/1/>

FIGUEROA, Oscar. Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. Santiago de Chile, 2005.

GREENFIELD, Gerald Michael. Algunas notas sobre a história da viação urbana no velho São Paulo. Vol.; 1 (Sep.1974); p.119-123.

IBGE. "Cidades e Estados: São Paulo". {En línea}. {10 agosto 2019} disponible en: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html?>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística. "Ciudades e Estados". {En línea}. {18 marzo de 2020} disponible en: (www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística. "Censo demográfico". {En línea}. {19 marzo de 2020} disponible en: (www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e).

INVIAS, I. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. 2008

IZQUIERDO, Rafael. Transportes, un enfoque integral. España, 1994, 86p. Tomo I, transporte y economía del transporte. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos.

KAISER, E. J., Godschalk, D. R., & Chapin, F. S. *Urban land use planning* (Vol. 4). Urbana, IL: University of Illinois Press. 1995.

LUPANO, J. A., & Sánchez, R. *Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte*. 2008.

METROSPOFICIAL. “Lançamento do MetroLab”. {En línea}. {23 abril de 2020} disponible en: www.youtube.com/watch?reload=9&time_continue=955&v=wjXgLE9Jk-E&feature=emb_logo.

MINISTERIO DOS TRANSPORTES. *MANUAL DE PROJETO GEOMÉTRICO DE TRAVESSIAS URBANAS*.(2011). Obtenido de http://ipr.dnit.gov.br/normas-emanuais/manuais/documentos/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf/view

MONTES Lira, P. F. *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. Cepal. 2001.

MORALES LINARES, Rafael José. GONZALEZ SANCHEZ, Juan José. “Control del tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes”. Maracaibo, 2013, 83p. Trabajo Especial de Grado (Ingeniería en Computación). Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería.

MORALES, Rafael. GONZALEZ, Juan José. “Control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes”. {En línea}. {20 septiembre 2019} disponible en: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2015-05-01_10-16-47121159.pdf

MOLINA NAVARRO, Antonio. ZAMORA CASTRO, Sergio. REMESS PEREZ, Miriam. LAGUNES LAGUNES, Elsa. “Los semáforos inteligentes en la logística urbana sustentable”. {En Línea}. {9 octubre de 2019} disponible en: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol3num9/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V3_N9_3.pdf

MOURA, Iuri Barroso de; OLIVEIRA, Gabriel Tenenbaum de; FIGUEIREDO, Aline Cannataro de. Plano diretor estratégico de São Paulo (PDE-SP): análise das estratégias sob a perspectiva do desenvolvimento orientado ao transporte

sustentável. 2016. {En línea}. {15 febrero de 2020} disponible en: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9204/1/Plano%20diretor.pdf>

NORZA-CÉSPEDES, Eryvn H., et al. Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. *Revista criminalidad*, 2014, vol. 56, no 1, p. 157-187.

ORTEGA, Marcela. Análisis de métodos y eficiencia de la operación y gestión de transporte público con infraestructura fija caso – metro de Sao Paulo. Bogotá, 2016, 69p. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Católica de Colombia.

PASQUALI, Marina. “Ciudades más pobladas de Brasil en 2019”. {En Línea}. {10 enero de 2020} disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/599077/ciudades-mas-grandes-en-brasil-en/>

PINTO, Liliana. Recomendaciones de construcción para la proyección de la primera línea del Metro de Bogotá Colombia, de acuerdo con el metro de São Paulo Brasil. Bogotá, 2016, 37p. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad Católica de Colombia.

ROCHA, Gustavo. Análise de ferramentas computacionais para planejamento estratégico do uso do solo e transportes. São Carlos, 2010, 113p. Disertación (Maestría en Ciencias, Ingeniería de Transportes). Universidad de Sao Paulo.

RODRIGUEZ, Daniel A. “Desarrollo urbano orientado a buses rápidos”. {En Linea}. {20 septiembre 2019} disponible en: https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/rodriguez-wp14dr2sp-full_0.pdf

SAMANIEDO CALLE, Victor. VIÑAN LUDEÑA, Marlon Santiago. JARAMILLO SANGURIMA, Wilson. JACOME GALARZA, Luis. SINCHE FREIRE, Javier. “Semáforos inteligentes y tráfico vehicular: un caso de estudio comparativo para reducir atascos y emisiones contaminantes”. {En Linea}. {10 noviembre de 2019} disponible en: <https://search.proquest.com/openview/3f3e68e1956185244d3021a820e1d14d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>

SSTRUCTURALIA, FORMACION PARA LA INGENIERÍA. *Top 10 infraestructuras para 2017: América Latina*. (17 de noviembre de 2016). Obtenido de <https://www.structuralia.com/mx/blog/24-construccion/10002101-top-10-infraestructuras-para-2017-america-latina>

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, & Triana, W. F. C. *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte*. Bogotá: Alcaldía Mayor, 2005.

SECRETARÍA MUNICIPAL DE MOBILIDADE E TRANSPORTES, Cidade de São Paulo. "Sistema de transporte". São Paulo, 2019.

SECRETARÍA MUNICIPAL DE MOBILIDADE E TRANSPORTES, Cidade de São Paulo. "Sistema de transporte". {En línea}. {23 marzo de 2020} disponible en: (www.sptrans.com.br/sptrans/).

SHORT, J., & KOPP, A. *Transport infrastructure: Investment and planning. Policy and research aspects. Transport policy*. (2005). 12(4), 360-367.

SITP, Sistema Integrado de Transporte Público. "Servicios". {En línea}. {27 marzo 2020} disponible en: (www.sitp.gov.co/publicaciones/40571/servicios_del_sitp/).

SKG TEGNOLOGÍA. "Las ciudades más inteligentes en Latinoamérica". {En línea}. 2017. {15 marzo de 2020} disponible en: <https://skgtecnologia.com/tag/smart-city-bogota/>

TRANSMILENIO S.A.. TRANSMILENIO EN CIFRAS: Estadísticas de oferta y demanda del sistema integrado de transporte público-SITP. Informe No. 62. Bogotá. 2019.

UITP, Latin América. "LABORATORIO DE INNOVACIÓN METRO DE SP". {En línea}. {27 abril de 2020} disponible en: (www.latinamerica.uitp.org/es/laboratorio-de-innovaci%C3%B3n-metro-de-sp).

URBS. "URBS em números". {En Línea}. {8 enero de 2020} disponible en: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/urbs-em-numeros>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. "Cartografías de Bogotá". {En línea}. {19 marzo 2020} disponible en: (www.cartografia.bogotaendocumentos.com/mapa).

VALERO MARTINEZ, Marta. ZAMORA ALVAREZ, Tomás. NATIVIDAD VIVO, Pau. REYES CERDA, María. PORTILES IBAÑEZ, Javier. ALGORA SEBASTIA, Enrique. "Desarrollo urbótico del semáforo inteligente. Primeras experiencias en el living urbano". {En Línea}. { 15 noviembre 2019} disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4574871>

VUCHIC, V. *Transportation for livable cities*. Routledge. 2017.

WHIM, MaaS Global. "What is Mobility as a service (MaaS)?" {En línea}. {29 abril de 2020} disponible en: (www.whimapp.com/what-is-mobility-as-a-service-maas/).

ANEXOS

ANEXO 1

Mapa do Transporte Metropolitano
































Metropolitan Transport Network



Lacortia Lacortia

Scale: 1:500,000
December 2014

Legenda Legend

 1 Linha 1 - Azul Line 1-Blue	METRÔ	 Corredor Metropolitano de Ônibus Metropolitan Bus Corridor	EMTU
 2 Linha 2 - Verde Line 2-Green	METRÔ	 A Corredor São Mateus-Jabaquara São Mateus-Jabaquara Corridor	EMTU
 3 Linha 3 - Vermelha Line 3-Red	METRÔ	 B Corredor Guarulhos-SP Guarulhos-SP Corridor	EMTU
 4 Linha 4 - Amarela Line 4-Yellow	VIAQUATRO	 C Corredor Itapevi-SP Itapevi-SP Corridor	EMTU
 5 Linha 5 - Lilás Line 5-Lilac	VIAMOBILIDADE	 Trecho do viário com tráfego compartilhado Street sector with shared traffic	EMTU
 7 Linha 7 - Rubi Line 7-Ruby	CPTM	 Terminal Metropolitano de Ônibus Metropolitan Bus Terminal	
 8 Linha 8 - Diamante Line 8-Diamond	CPTM	 Estação Station	
 9 Linha 9 - Esmeralda Line 9-Emerald	CPTM	 Integração - gratuita Free interchange	 Acesso livre Free access
 10 Linha 10 - Turquesa Line 10-Turquoise	CPTM	 Integração - tarifada Paid interchange	
 11 Linha 11 - Coral Line 11-Coral	CPTM	 Integração - gratuita: Horário Especial Free interchange during off-peak hours	
 12 Linha 12 - Safira Line 12-Sapphire	CPTM	 Distância em metros entre estações, a pé Distance in meters between stations, on foot	
 13 Linha 13 - Jade Line 13-Jade	CPTM	 Terminal Rodoviário Long Distance Bus Terminal	 Aeroporto Airport
 15 Linha 15 - Prata Line 15-Silver	METRÔ	Informações úteis Useful information	
 Connect Aeroporto (consulte os horários no site CPTM) Airport Connect	CPTM	CPTM	www.cptm.sp.gov.br 0800 055 0121
 Expresso Aeroporto (consulte os horários no site CPTM) Airport Express	CPTM	EMTU	www.emtu.sp.gov.br 0800 724 0555
 Expresso Turístico Touristic Express	CPTM	METRÔ	www.metro.sp.gov.br 0800 770 7722
 Ponte Orca ao Zoológico Orca Shuttle to the Zoo	EMTU	VIAQUATRO	www.viaquatro.com.br 0800 770 7100
		VIAMOBILIDADE	www.viamobilidade.com.br 0800 770 7106



Utilize o código ao lado para obter a versão digital deste mapa e outros conteúdos. Consulte no site das empresas os horários de funcionamento das estações e transferências entre linhas.

Please use the QR Code to get the digital version of this map and other contents. Address the websites of the metropolitan transport companies for stations service hours and line interchange information.



Secretaria dos Transportes Metropolitanos

ANEXO 2	
PROYECTOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
2004 - 2007	
PROYECTOS 1 - Plano Proyectos 1	
Proyectos de la Estructura Ecológica Principal	
	1. Restauración y equipamiento Parque ecológico corredor Río Tunjuelo
	2. Restauración y equipamiento reserva forestal distrital corredor del restauración del río Tunjuelo
	3. Recuperación humedal Juan Amarillo (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	4. Recuperación Humedal Jaboque (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	5. Recuperación Humedal Córdoba (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	6. Recuperación Humedal Torca (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	7. Recuperación Humedal Guaymaral (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	8. Recuperación Humedal La Conejera (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	9. Recuperación Humedal La Vaca (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	10. Recuperación Humedal Techo (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	11. Recuperación Humedal El Burro (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)
	12. Recuperación Humedal Tibanica (adecuación hidráulica, restauración ecológica, saneamiento ambiental y obras de rehabilitación ZMPA)

		13. Plan de Manejo de los Cerros
		14. Consolidación del sistema rural de áreas protegidas
		Manejo de humedales y quebradas urbanas
Proyectos del Sistema de Movilidad		
1. Sistema Vial		
	a. Subsistema Vial de Estructura Urbana	
		15. Avenida de los Cerros desde calle 9ª hasta Avenida de los Comuneros
		16. Avenida Germán Arciniegas, carrera 11, desde calle 106 hasta Avenida Laureano Gómez, carrera 9ª
		17. Avenida Colombia desde calle 76 hasta Avenida Medellín (Calle 80)
		18. Avenida Ciudad de Cali desde Avenida Bosa hasta Avenida circunvalar del sur
		19. Avenida Jorge Gaitán Cortés, transversal 33, desde Avenida Boyacá hasta Avenida Congreso Eucarístico, carrera 68
		20. Avenida Jorge Gaitán Cortés, transversal 33, desde Avenida Congreso Eucarístico hasta Matatigres
		21. Avenida José Celestino Mutis desde Avenida del Congreso Eucarístico hasta Avenida de la Constitución
		22. Avenida José Celestino Mutis desde Avenida de la Constitución hasta Avenida Boyacá
		23. Avenida El Rincón desde Avenida Boyacá hasta Avenida Conejera y El Tabor desde Av. Conejera hasta Av. Ciudad de Cali
		24. Avenida Dario Echandia desde Avenida Villavicencio hasta Avenida Guacamayas
		25. Avenida Ferrocarril de Occidente desde Avenida Ciudad de Lima, calle 19, hasta límite del distrito con Funza
		26. Avenida Centenario, calle 13 (vía por terminar), desde Avenida del Congreso Eucarístico, carrera 68, Avenida Boyacá
		27. Avenida Caracas (vía por terminar) desde Avenida Ciudad de Villavicencio hasta Avenida del Uval
		28. Avenida de Los Comuneros desde la Av. Fernando Mazuera hasta la Av. De Los Cerros
		29. Avenida Pablo VI, calle 53 de la carrera 24 hasta la carrera 17
		30. Avenida Mariscal Sucre desde la Av. Ciudad de Lima, calle 19 hasta la Av. Jiménez calle 13
		31. Avenida Francisco Miranda de la carrera 5 a la Av. Caracas

	32. Avenida Ciudad de Cali desde la carrera 91 hasta la calle 125
	33. Avenida Ferrocarril del Sur desde la Av. Ciudad de Lima, calle 19 hasta Av. Los Comuneros (muelas paralela línea férrea)
	34. Conexión carrera 11 entre calle 100 y calle 106
	35. Tapón calle 21 de Avenida Batallón Caldas hasta la carrera 44
	36. Avenida La Sirena entre el Canal Córdoba y la Av. Paseo de Los Libertadores
	37. Circuito y Pontón paralela línea férrea
	38. Avenida de La Esmeralda desde Avenida Chile hasta Avenida Gabriel Andrade Lleras
	39. Avenida de la Constitución desde Avenida José Celestino Mutis hasta puente Río Salitre (incluye traslado línea alta tensión)
	40. Avenida de la Sirena, calle 153 (calzada Costado Sur), desde Canal Córdoba hasta Avenida Boyacá
	41. Avenida Tintal desde Avenida Ciudad de Villavicencio hasta Avenida Manuel Cepeda Vargas calzada oriental
	42. Avenida del Uval desde Avenida Caracas hasta Avenida circunvalar del sur
	43. Avenida Santa Bárbara (Av. 19) desde Av. Callejas, calle 127 hasta Av. Contador, calle 134 (reconstrucción)
	44. Avenida Luis Carlos Galán Sarmiento desde la carrera 97 hasta Avenida EL TAM
	45. Avenida EL TAM desde Avenida de La Esperanza hasta Avenida Centenario, calle 13.
	46. Avenida Mariscal Sucre y Avenida Colombia carrera 24 desde calle 62 hasta la Avenida Ciudad de Lima, calle 19. (ampliación, reconstrucción y mejoramiento geométrico)
	47. Avenida Villavicencio desde Avenida Primero de Mayo hasta Avenida Agoberto Mejía (reconstrucción)
	48. Diagonal 8 sur desde Avenida Congreso Eucarístico , carrera 68 hasta Avenida Ciudad Montes calle 3 (reconstrucción)
	49. Carrera 63 desde Avenida Boyacá hasta Avenida Congreso Eucarístico, carrera 68 con diagonal 8 sur (reconstrucción)
	50. Avenida Guacamayas desde Avenida Darío Echandía hasta Avenida Caracas
	51. Avenida Usminia desde la Autopista al Llano hasta la Av. Circunvalar del Sur
	b. Subsistema de integración Ciudad Región
	52. Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) desde Chuzacá hasta la calle 13 tramo sur

	53. Autopista al Llano desde el CAI de Yomasa hasta el límite del Distrito con Chipaque
	54. Avenida Paseo de Los Libertadores desde la Avenida San José hasta el límite del Distrito con Chía
	55. Avenida San José desde Avenida Boyacá hasta Avenida Ciudad de Cali.
	56. Avenida José Celestino Mutis, calle 63, desde carrera 103 hasta carrera 114
	57. Avenida José Celestino Mutis desde carrera 114 hasta carrera 122
	58. Avenida Centenario, calle 13 (vía por terminar), desde Avenida Boyacá hasta límite del Distrito con Funza
	59. Avenida Boyacá (vía por terminar) desde Avenida Villavicencio hasta Autopista al Llano
	60. Avenida Circunvalar del Sur desde la Av. Caracas hasta Autopista al Llano
c. Intersecciones	
	61. V-2 Avenida Laureano Gómez (Avenida 9ª) x V-4 Calle 94
	62. V-1 Avenida Boyacá x V-1 Avenida José Celestino Mutis (Calle 63)
	63. V-2 Avenida Laureano Gómez (Avenida 9ª) x V-3 Avenida Germán Arciniegas (Carrera 11)
	64. V-1 Avenida El Rincón x V-1 Avenida Boyacá
	65. V-1 Avenida Medellín (Calle 80) x V-3 Avenida Colombia (Carrera 24)
	66. V-2 Avenida Chile, calle 72 x V-2 Avenida del Congreso Eucarístico, carrera 68 (Construcción orejas y conectantes)
2. Subsistema de Transporte	
a. Troncales Sistema de Transporte Masivo	
	67. Troncal NQS de la Calle 92 (Intersección Avenida de los Libertadores) a los límites con Soacha en la Autopista Sur
	68. Troncal Suba de la Avenida Ciudad de Cali hasta la Troncal Calle 80
b. Ciclorrutas	
	69. Autopista Norte - Usme desde Avenida Caracas x calle 27 Sur hasta centro de Usme
	70. Avenida Boyacá desde Avenida Ciudad de Villavicencio hasta barrio Alfonso López
	71. Autopista Norte - Usme desde Avenida San José calle 170 hasta Avenida Medellín calle 80

	72. Avenida de la Calleja, calle 127 desde Avenida Boyacá hasta Carrera 91.
	73. Avenida Ciudad de Cali desde Avenida Primero de Mayo hasta Avenida Cincunvalar del Sur
	74. Avenida Longitudinal de Occidente desde Avenida Cota, calle 180 hasta Avenida Ciudad de Villavicencio.
	75. Avenida Ferrocarril del Sur desde Avenida Comuneros, calle 6ª hasta Avenida del Sur.
	76. Avenida El Salitre calle 66 desde Avenida Ciudad de Quito hasta Avenida Longitudinal de Occidente
	77. Avenida carrera 103 desde Avenida Jorge E Gaitán, calle 26 hasta Avenida Centenario, calle 13.
	78. Avenida Agoberto Mejía desde Avenida Américas hasta Centro de Bosa.
	79. Avenida San José calle 170 desde Transversal 72 hasta Avenida Longitudinal de Occidente
	80. Avenida Iberia calle 134 desde Avenida Santa Barbara carrera 28 hasta Avenida Alberto Lleras Camargo, carrera 7ª
	81. Avenida de la Constitución desde Avenida Centenario hasta Avenida Ciudad Montes calle 3ª
	82. Parque Simón Bolívar desde Avenida Jorge E Gaitán, calle 26 hasta Avenida El Salitre calle 66
	83. Avenida de la Calleja, calle 127 desde Avenida Alberto Lleras Camargo cra 7a hasta Avenida 19
	84. Norte-Quito-Sur, desde Avenida Bosa hasta Avenida Boyacá
	85. Norte-Quito-Sur, desde Calle 100 hasta Avenida de los Cedritos, calle 147
	86. Avenida Jorge E. Gaitán, Cll 26 desde Aeropuerto el Dorado hasta Cra 103
	87. Avenida de las Américas, desde Avenida Jorge E, Gaitán Calle 26 hasta Puente Aranda
	88. Avenida Centenario, desde Avenida Constitución hasta Río Bogotá
	89. Autonorte-Usme, desde El Monumento de los Héroes hasta Avenida Caracasx Calle 27 sur
	90. Avenida José Celestino Mutis, Calle 63 desde Avenida la Constitución hasta Avenida Boyacá
	91. Avenida Iberia, Calle 134 desde Avenida Santa Barbara Carrera 28 hasta Autonorte
	92. Norte-Centro- Sur desde Avenida 12xAv. Jiménez hasta Avenida Caracas x cll 27 su
	93. Canal Arzobispo desde Carrera 30 hasta Parque Simón Bolívar

	94. Avenida Bosa desde Avenida del Sur hasta Avenida Agoberto Mejía
	95. Avenida Congreso Eucarístico desde Autopista Norte hasta Canal Rio Negro
	96. Avenida 1 de Mayo desde Calle 40 sur hasta Avenida Boyacá
Proyectos del Sistema de Espacio Público Construido	
1. Parques	
a. Proyectos de parques de escala metropolitana y urbana	
	97. PU 5 Parque Arboledas
	98. PU 12 Parque Bosque de San Carlos
	99. PU 15 Parque Santa Lucía
	100. PM 6 Parque Las Mercedes
	101. PM 9 Parque Planta de Tratamiento Salitre
	102. PM 13 Parque del Indio o de las Cometas
	103. PU 8 Parque Tercer Milenio
	104. PU 16 A Parque Calle 26 - Globo B
b. Parques de escala zonal	
	105. PZ 44 La Estación
	106. PZ 7 La Igualdad
	107. PZ 71 San José - Usme
	108. PZ 9 Córdoba
	109. PZ 10 Bonanza
	110. PZ 13 El Carmelo
	111. PZ 19 San Vicente
	112. PZ 89 Los Laches
	113. PZ 16 Villa Luz
	114. PZ 23 Villas de Granada

	115. PZ 25 La Vida
	116. PZ 26 Tabora
	117. PZ 46 La Concordia
	118. PZ 1 La Victoria
	119. PZ 72 casablanca
	120. Las Margaritas RCN
	121. Fontanar del Río
	122. La Esperanza
	123. San José de Bavaria - Calle 170
	124. El Country
	125. Illimani
	126. Buenavista - El Porvenir
	127. El Taller
	128. La Joya
	129. Entrenubes
	130. Villa Alemania
	131. La Tingua
c. Parques de escala regional	
	132. La Florida
2. Andenes y Alamedas	
	133. Autopista Norte desde Calle 80 hasta Calle 183
	134. Avenida de la Calleja, Calle 127 desde Alberto Lleras Camargo, Carrera 7 hasta Avenida 19
	135. Calle 100 desde Carrera 7a hasta Autopista Norte
	136. Carrera 13 desde Calle 67 hasta Calle 26
	137. Calle 53 desde carrera 30 hasta Parque Simón Bolívar

	138. Calle 53 desde transversal 48 hasta Avenida 68
	139. Calle 92 desde Avenida NQS hasta Avenida Alberto Lleras
	140. Calle 90 Avenida Paseo de los Libertadores hasta Carrera 9a
	141. Avenida Calle 85 desde Avenida Paseo de los Libertadores hasta Avenida Alberto Lleras
	142. Diagonal 57 (Borde Norte Colieso el Campín) desde Avenida NQS hasta Avenida Colombia
	143. Diagonal 57 Desde Avenida Colombia hasta Avenida Caracas
	144. Calle 53 B desde Avenida NQS hasta Avenida Colombia
	145. Carrera 21 - transversal 21 desde Calle 53 hasta Avenida Colombia
	146. Carrera 100 desde Calle 13 hasta Calle 26
	147. Calle 22 desde Avenida de los Comuneros hasta ALO
	148. Avenida Agoberto Mejía desde Avenida de la Américas hasta Centro de Bosa (Calle 13 sur)
	149. Avenida Bosa desde Autopista del Sur hasta Avenida Agoberto Mejía
	150. Avenida Congreso Eucarístico desde Autopista Norte hasta Canal Río Negro
	151. Avenida 1 de Mayo desde Avenida 40 sur hasta Avenida Boyacá
	152. Transversal 71 D (conexión con parque Mundo Aventura) desde Diagonal 3 hasta Avenida Américas
	153. Carrera 92, desde Avenida San José hasta Avenida Transversal de Suba
	154. Transversal 91 desde Avenida Transversal de Suba hasta Avenida Ciudad de Cali
	155. Calle 13 (Bosa) desde Autopista Sur hasta Alameda Franja Seca
	156. Carrera 14 (Negativa) desde Calle 13 hasta Humedal del Jaboque
	157. Carrera 80 desde Avenida de las Américas hasta Avenida 1 de Mayo
	158. Calle 10 desde Carrera 8a hasta Plaza España
	159. Alameda San Bernardino
	160. Usme-Río Tunjuelito-Parque Alemán - Parque Entrenubes
	161. Plaza España

3. Puentes peatonales	
	162. Puente Peatonal Av. 1º de Mayo por Carrera 66 (Frente a Funeraria Apogeo). Prototipo metálico
	163. Puente Peatonal Av. 127 por Cra 41 (Atabanza). Prototipo concreto.
	164. Puente Peatonal Vía La Calera por Kilómetro 5. Prototipo concreto.
	165. Puente Peatonal Av. Boyacá por Calle 59 A. Prototipo Concreto
	166. Puente Peatonal Av. Boyacá por Calle 11 A (Villa Alsacia). Prototipo Concreto
	167. Puente Peatonal Av. Boyacá por Diagonal 8. Prototipo Concreto
	168. Puente Peatonal Av. Boyacá por Calle 23. Prototipo Concreto
	169. Puente Peatonal Av. Boyacá por Calle 68 B. Prototipo Concreto
	170. Puente Peatonal Av. Carrera 7 por Calle 182. Prototipo Concreto.
	171. Puente Peatonal Av. 127 por Cra 31 (Clínica reina Sofía). Prototipo concreto
	172. Puente Peatonal Av. Centenario por Carrera 111. Prototipo Concreto.
	173. Puente Peatonal Av. 9 por Calle 123. Prototipo Concreto.
	174. Puente Peatonal Av. 9 por Calle 130 B. Prototipo Concreto.
	175. Puente Peatonal Av. Dorado por Carrera 94. Prototipo Concreto.
	176. Puente Peatonal Av. Dorado por Carrera 104 B (Puente Aéreo). Prototipo Concreto
	177. Puente Peatonal Calle 170 por Cra 47 (Villa del Prado). Prototipo concreto
	178. Puente Peatonal Av. Carrera 68 por Calle 23 Sur. Prototipo concreto
	179. Puente Peatonal Av. Carrera 68 por Calle 31 Sur. Prototipo concreto.
	180. Puente Peatonal Av. Carrera 68 por Calle 38 A Sur. Prototipo concreto
	181. Puente Peatonal Av. Dorado por Transversal 48. Prototipo concreto.
PROYECTOS 2 -Plano Proyectos 2	
Proyectos del Sistema de Acueducto	

1. Zona Usme	
a. Sistema Red Matriz El Dorado II Etapa	
	1. Tanque Los Soches
	2. Estación de bombeo El Paso
	3. Tanque Mochuelo
	4. Ampliación tanque La Laguna
	5. Ampliación tanque El Uval
	6. Tanque y estación de bombeo El Zuque
	7. Estación de bombeo Piedra Herrada
	8. Estación de bombeo La Fiscala
	9. Ampliación Estación de bombeo El Dorado
	10. Línea de Impulsión El Paso - Los Soches
	11. Línea Piedra Herrada - Mochuelo
2. Zonas de expansión Sistema Sur Oriental Ciudad Bolívar	
	12. Línea Sierra Morena - Tanque el Rincón
	13. Tanque El Rincón
	14. Línea tanque El Rincón - Tanque El Cielo
	15. Tanque Doña Juana
	16. Línea tanque El Rincón - Tanque Doña Juana
	17. Estación de bombeo Tierra Linda
	18. Tanque El Cielo
3. Zonas de expansión occidental	
	19. Línea Avenida Villavicencio (Refuerzos)
	20. Línea Bosa Kennedy
4. Zona de Suba entre la Autopista Norte y el río Bogotá, la calle 193 y la calle 80	

	21. Tanque Suba Medio Sur y estación de bombeo
	22. Línea Avenida San José
	23. Interconexión Suba - Rincón
	24. Línea Calle 193
	25. Línea Carrera 99 - Suba
	26. Línea Calle 153
	27. Línea Calle 145
	28. Línea Las Villas
	29. Línea de impulsión Tierra - Linda - Tanque El Rincón
Proyectos del Sistema de Saneamiento Básico	
1. Proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial	
a. Proyectos para la cuenca del Fucha	
Alcantarillado Sanitario	
	30. Interceptor izquierdo Fucha
	31. Interceptor izquierdo San Francisco
Alcantarillado Pluvial	
	32. Colector Avenida Ferrocarril
	33. Colector Avenida La Esperanza
	34. Colector calle 22
	35. Colectores pluviales sector Fontibón Occidental
	36. Colector Avenida Centenario y Emisario Final
	37. Canal y colector central de Fontibón
	38. Canal Fucha
	39. Canal Ayuelos - Prado Grande
	40. Pondaje La Magdalena

b. Proyectos para la cuenca del Salitre	
Alcantarillado Sanitario	
	41. Interceptor aguas residuales Quebrada Molinos - vía La Calera
	42. Interceptor aguas residuales sector Gavilanes
Alcantarillado Pluvial	
	43. Sistema alcantarillado pluvial Salitre
	44. Colector sector Gavilanes
	45. Colector sector nororiental
	46. Canal Córdoba
c. Proyectos para la cuenca del Tunjuelo	
Alcantarillado Sanitario	
	47. Interceptores Quebrada Fucha
	48. Interceptores Quebrada Chiguaza
	49. Interceptores Quebrada Fiscala
	50. Interceptor Tunjuelito
	51. Interceptor Trompeta
	52. Interceptor Tunjuelo bajo izquierdo
	53. Interceptor Tunjuelo alto derecho
	54. Interceptor Tunjuelo bajo derecho
	55. Interceptor Tunjuelo alto izquierdo
	56. Estación de bombeo Tunjuelo
	57. Interceptor Terreros - Soacha
	58. Interceptor Quebrada Infierno
	59. Interceptores Quebrada Santa Librada
Alcantarillado pluvial y control de crecientes	

	60. Adecuación Quebrada Yomasa
	61. Adecuación y canal Quebrada Tibanica
	62. Adecuación Quebrada Limas
	63. Adecuación Quebrada Infierno
	64. Presa de Cantarrana y obras anexas
	65. Adecuación Quebrada Trompeta
	66. Adecuación Quebrada Fiscala
	67. Adecuación Quebrada La Nutria
	68. Colector La Estrella
	69. Adecuación Quebrada Fucha
	70. Adecuación y canalización Quebrada Chiguaza
	71. Dragados Río Tunjuelo (en algunos sectores entre el barrio Meissen y el Río Bogotá)
	72. Realces Jarillones (en algunos sectores entre el barrio Meissen y el Río Bogotá)
	73. Adecuación Quebrada Santa Librada.
d. Proyectos para la cuenca del Tintal	
Alcantarillado Sanitario	
	74. Interceptores Fucha bajo
	75. Interceptor izquierdo Tintal IV
	76. Interceptor San Bernardo
	77. Recuperación Humedal de Techo.
	78. Interceptor Avenida Cundinamarca Sur- Tramo 2 (2000-2004)
Alcantarillado pluvial	
	79. Canal Fucha bajo
	80. Canal Alsacia
	81. Canal La Magdalena Tintal Norte (red secundaria)

	82. Canal Castilla
	83. Canal Tintal IV
	84. Colector San Bernardo
	85. Canal La Isla
	86. Canal Avenida Cundinamarca Tintal Sur (2000-2004)
	87. Colectores C95N C98 C98A
e. Proyectos para la cuenca del Jaboque	
Alcantarillado sanitario	
	88. Interceptores Dorado y Cedro
	89. Interceptor Salitrosa
Alcantarillado pluvial	
	90. Colector y canal Álamos
	91. Colector Dorado
	92. Estación de bombeo Dorado
	93. Colector El Cedro
	94. Estación de bombeo El Cedro
f. Proyectos para la cuenca de Torca	
Alcantarillado sanitario	
	95. Interceptor Izquierdo Torca
	96. Interceptor Derecho Torca
Alcantarillado pluvial	
	97. Canal Buenavista
g. Proyectos para el río Bogotá	
	98. Interceptor Engativá - Cortijo - Planta tratamiento Salitre
	99. Interceptor Zona Franca

	100. Interceptor Río Bogotá - Fucha - Tunjuelo
	101. Obras de Mitigación Inundación Río Bogotá Alicachín - Tunjuelo, Tunjuelo - Fucha
	102. Jarillones y Dragados del cauce del Río Bogotá Alicachín - Humedal La Conejera
h. Proyectos del componente rural	
	Construcción de acueductos veredales de Usme y Sumapaz
Proyectos de Equipamientos Urbanos	
	Construcción de 12 Jardines Infantiles
	Construcción de 2 Supercades (Tintal y Suba)
	Construcción de 36 colegios
	Construcción de 28 CAI
Proyectos del Programa Patrimonio	
	Restauración Iglesia de La Candelaria
	Restauración Cementerio Central
	Recuperación plaza de mercado Las Cruces
Proyectos del Programa Vivienda	
1. Subprograma de nueva vivienda de interés social y prioritario	
	Proyecto Asociativo 2004 (6000 viviendas)
	Proyecto Asociativo 2005 (6000 viviendas)
	Proyecto Asociativo 2006 (6000 viviendas)
2. Subprogramas de reasentamiento	
	Reasentamiento de familias en zonas de alto riesgo no mitigable
3. Subprograma de mejoramiento integral	
	Mejoramiento de condiciones de vivienda
	Coordinación Programa de Mejoramiento Integral
Proyectos del Programa de Producción Ecoeficiente	

	Programas de ecourbanismo (promoción de barrios ecológicos, observatorio de sostenibilidad del hábitat, promoción de tecnologías limpias, ciclo de vías de materiales de construcción con visión regional, pactos de borde).
	Manejo ambiental de la minería
	Manejo agropecuario sostenible
	Manejo del ciclo de materiales
	Producción y consumo sostenibles (parques industriales ecoeficientes)
	Manejo del ciclo del agua (Uso eficiente del agua en el sector productivo, arquitectura y urbanismo)

ANEXO 3

Subcapítulo 1. Sistema de transporte Masivo Metro: Primera Línea de Metro			
La ruta establecida para la Primera Línea del Metro es la siguiente:			
DESDE	RECORRIDO	HASTA	LONGITUD
Avenida Ciudad de Villavicencio por avenida Ciudad de Cali	Por avenida Ciudad de Villavicencio hasta avenida 1º de Mayo; por avenida 1º de Mayo hasta avenida Congreso Eucarístico	Avenida del Congreso Eucarístico, Carrera 68	6.730 metros
Avenida Congreso Eucarístico, carrera 68	Por Avenida Ferrocarril del Sur hasta Avenida Los Comuneros	Avenida Los Comuneros	580 metros
Avenida Los Comuneros	Por Avenida Ferrocarril del Sur hasta Avenida Colón, calle 13; por Avenida Colón y avenida Jiménez, calle 13, hasta avenida Fernando Mazuera, carrera 10; por avenida Fernando Mazuera hasta calle 21		
Calle 21	Por Avenida Fernando Mazuera, carrera 10, hasta calle 34; por avenida Alberto Lleras, carrera 7 hasta avenida Chile, calle 72; por avenida Chile, calle 72 hasta carrera 20	Carrera 20	6.615 metros
Carrera 20	Por avenida Chile, calle 72, y calle 68, hasta avenida El Cortijo, carrera 115	Carrera 115	9.125 metros

La localización de las estaciones previstas para la Primera línea del Metro es la siguiente:		
LOCALIDAD	No.	DIRECCIÓN
Kennedy	1	Avenida Ciudad de Villavicencio con Avenida Ciudad de Cali
	2	Avenida Ciudad de Villavicencio con carrera 83-85

	3	Avenida 1° de Mayo con calle 41-42 Sur
	4	Avenida 1° de Mayo con carrera 74
	5	Avenida 1° de Mayo con carrera 64-65
Puente Aranda	6	Avenida Ferrocarril del Sur con calle 19 Sur - 22 Sur
	7	Avenida Ferrocarril del Sur con avenida 3a (Carrera 50)
	8	Avenida Ferrocarril del Sur con calle 9-10
	No.	DIRECCIÓN
Mártires	9	Avenida Jimenez (calle 13) con carrera 29-31
	10	Avenida Jimenez (calle 13) con carrera 18-20
Santa Fé y La Candelaria Chapinero	11	Avenida Jimenez (calle 13) con avenida Caracas - carrera 13
	12	Carrera 10a con calle 17-19
	13	Avenida Alberto Lleras Camargo (carrera 7) con calle 28-31
	14	Avenida Alberto Lleras Camargo (carrera 7) con calle 40-42
	15	Avenida Alberto Lleras Camargo (carrera 7) con calle 53-55
	16	Avenida Alberto Lleras Camargo (carrera 7) con calle 64-66
	17	Avenida Chile (calle 72) con carrera 14-15
Barrios Unidos	18	Avenida Chile (calle 72) con carrera 20-25
	19	Avenida Chile (calle 72) con carrera 35-39
Engativá	20	Avenida calle 68 con carrera 56-58 (avenida 68)
	21	Avenida calle 68 con carrera 70-73A (avenida Boyacá)
	22	Avenida calle 68 con carrera 81-83
	23	Avenida calle 68 con carrera 98
	24	Avenida calle 68 con carrera 108A

Artículo 189. Proyecto Primero Línea del Metro: ejecución (artículo 177 del Decreto 619 de 2000)

La Primera Línea del Metro se desarrollará en dos etapas, durante un periodo de 9 años, contados a partir de la aprobación del presente Plan, y de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla

PROYECTO	EXTENSIÓN DE LA LÍNEA FERREA	ESTACIÓN DE ORIGEN	ESTACIÓN DE DESTINO
Primera etapa	15,3 Kms	Avenida Ciudad de Villavicencio por Avenida ciudad de Cali	Calle 28-31 por Avenida Alberto Lleras Camargo, carrera 7
Segunda etapa	14 Kms	Calle 28 - 31 por Avenida Alberto Lleras Camargo, carrera 7	Avenida Chile, calle 72 por carrera 108A

ANEXO 4

Artículo 192. Corredores que conforman la red de ciclorrutas (artículo 180 del Decreto 619 de 2000, modificado por el artículo 148 del Decreto 469 de 2003)		
Ciclorrutas de la red principal		
ITEM	CORREDOR	VÍAS
1	Autopista Norte -Usme	Avenida Paseo de Los Libertadores, carrera 32, carrera 17, carrera 22, Avenida Caracas
2	Norte- Quito- Sur	Avenida Laureano Gómez, carrera 9, Avenida Ciudad de Quito, Avenida del Sur
3	Avenida Medellín, calle 80	Avenida Medellín, calle 80
4	Avenida Boyacá	Avenida Boyacá, Autopista al Llano, Calle 90 sur, calle 90 sur, calle 90 sur
5	Avenida de la Calleja, calle 127	Avenida de la Calleja, calle 127, Avenida Rodrigo Lara Bonilla, calle 127, Avenida El Rincón, calle 125 Avenida El Tabor, calle 131
6	Avenida Ciudad de Cali	Avenida Ciudad de Cali
7	Avenida José Celestino Mutis, calle 63	Avenida José Celestino Mutis, calle 63
8	Avenida Longitudinal de Occidente	Avenida Longitudinal de Occidente
9	Avenida Jorge E Gaitán, calle 26	Avenida Jorge E Gaitán, calle 26, calle 24, carrera 3
10	Avenida Américas	Avenida Manuel Cepeda Vargas, calle 6, Avenida Américas
11	Avenida Ferrocarril del Sur	Avenida Ferrocarril del Sur, Avenida Ciudad de Lima, calle 19
12	Avenida Centenario	Avenida Colon, calle 13 Avenida Jiménez, calle 13, Avenida Centenario, calle 13
Ciclorrutas de la red secundaria		
ITEM	CORREDOR	VÍAS

1	Avenida San José calle 170	Avenida San José, calle 170, Avenida San Juan Bosco, calle 170
2	Avenida Iberia	Avenida Iberia, calle 134, Avenida Contador, calle 134
3	Avenida de la Constitución	Avenida de la Constitución, transversal 49
4	Avenida Comuneros	Avenida Comuneros, calle 6
5	Avenida de la Hortúa	Avenida de la Hortúa, calle 1, Avenida General Santander, carrera 27, Avenida Jorge Gaitán Cortes, transversal 33
6	Avenida Ciudad de Villavicencio	Avenida Ciudad de Villavicencio
7	Avenida Batallón Caldas, carrera 50	Avenida Batallón Caldas, carrera 50
Ciclorurutas de la red complementaria		
ITEM	CORREDOR	VÍAS
1	Norte - Centro - Sur	Avenida Jorge Uribe Botero carrera 33, Avenida de Las Orquídeas calle 161, Avenida Santa Barbara carrera 28, calle 92, carrera 13, carrera 11, carrera 7 ^a , calle 6 ^a Avenida Fernando Mazuera carrera 10 ^a , calle 27 sur.
2	Avenida Bosa	Avenida Bosa, calle 58 sur
3	Avenida Tunjuelito	Avenida Tunjuelito
4	Avenida Pedro León Trabuchy	Avenida Pedro León Trabuchy, carrera 42
5	Avenida Congreso Eucarístico	Avenida Carlos Lleras Restrepo, calle 100, Avenida España, Avenida Congreso Eucarístico
6	Avenida la Victoria, carrera 4 este	Avenida la Victoria, carrera 4 este, Avenida Primero de Mayo, calle 22 sur
7	Canal Arzobispo	Calle 39, Avenida Pablo VI calle 53
8	Avenida El Salitre calle 66	Avenida El Salitre calle 66
9	Avenida carrera 103	Avenida carrera 103

10	Avenida Agoberto Mejía	Avenida Agoberto Mejía, carrera 86
Ciclorrutas de la red ambiental y recreativa		
ITEM	CORREDOR	VÍAS
1	Parque el Simón Bolívar	Avenida de la Esmeralda, transversal 46