

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

“Propuesta para potenciar el Servicio de Transporte Eléctrico de Superficie en la Ciudad de México. Estudio de Caso: Reincorporación de la Línea E de Trolebuses del Eje 8 Sur”

T R A B A J O R E C E P C I O N A L
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

P R E S E N T A :

Yazmín Pineda Reyes

Director del trabajo recepcional

M. en I. Francisco Gerardo Alvarado Arias

Ciudad de México, junio 2016

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Dedicatoria.

Este trabajo se lo dedico a mis padres por su invaluable apoyo y creer en mí.

A mis hermanas y sobrinos: el querer es poder.

A los profesores que aceptaron ser parte de esta investigación.

A los amigos por hacer más agradables las horas de estudio.

Agradecimientos.

Manifiesto mi agradecimiento a la Gerencia de Transportación de Trolebuses del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE-DF), a los ingenieros José Ignacio García Hernández y Gerardo Rivas por la gran oportunidad y su invaluable apoyo para formar parte del equipo de trabajo que desarrolló la presente investigación, por autorizar y proporcionar al personal y a los vehículos requeridos para la realización de los estudios de campo, en días y horarios previamente establecidos.

Asimismo, al gran equipo que formó parte de esta investigación y que labora en el STE-DF, al señor Gerardo Montiel, Valente Vega, Leopoldo Lorenzo C., Víctor Hugo Ruíz Ramírez, Raúl Villareal Vázquez, Heriberto Arellano Peña, Cesario Juan Ramírez Torrez, Oscar Luis Echeverría F., Jesús Moreno Chávez y Carlos Ricardo De Jesús Guzmán; por su grata colaboración y el tiempo dedicado a la realización de cada uno de los estudios de campo.

Gracias a todos y cada uno de ustedes.

A la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), por la formación académica y facilidades brindadas en la realización de mis estudios profesionales. Asimismo, por el apoyo recibido para la impresión y empastado de la presente investigación a través del convenio UACM-CSE-ITR/59/2016.

Gracias.

A quien me ha dado muchas bendiciones, entre ellas la vida y salud y me ha permitido seguir adelante para alcanzar uno de varios logros en mi vida.

Gracias Dios.

Expreso mi reconocimiento con amor y respeto a mis padres, por el gran amor, ejemplo y apoyo incondicional brindado durante toda mi vida. Por creer en mí y alentarme para continuar y llegar a culminar esta parte tan importante en mi vida y no cansarse en recordarme: "hasta donde quiero llegar...puedo llegar". Recuerden que mis esfuerzos y logros han sido también suyos.

Gracias Padres.

Al M. en I. Francisco Gerardo Alvarado Arias, por compartir sus conocimientos y experiencias, por su constante apoyo y paciencia como profesor y asesor durante mi formación como estudiante de la licenciatura, por su grata colaboración y aceptar la responsabilidad en dirigir el desarrollo de la presente investigación.

Gracias Profesor.

A los sinodales: M. en C. María del Rocío Sarmiento Torres, M. en E. Gerardo Antonio Osegura Peña, M. en I. Raúl Soto Peredo y al M. en I. José Alberto Valdés Palacios, por sus conocimientos aportados durante mi formación como estudiante de la licenciatura en la UACM y por el tiempo dedicado a la revisión de la presente tesis.

Gracias Profesores.

Expreso mi reconocimiento a una gran amiga, a la Srta. Alejandra Santiago Soriano, también estudiante de ésta casa de estudios, con quien, en calidad de prestadoras del Servicio Social en el STE, se asumió la responsabilidad de la planeación, desarrollo, seguimiento, e interpretación de los registros de campo asociados con cada una de las técnicas de investigación utilizadas. Asimismo, por haberme brindado su apoyo y amistad incondicional, por aprender una de la otra, por formar un gran equipo y compartir durante varios años grandes experiencias.

Gracias Amiga.

ÍNDICE

Propuesta para potenciar el Servicio de Transporte Eléctrico de Superficie en la Ciudad de México. Estudio de Caso: Reincorporación de la Línea E de Trolebuses del Eje 8 Sur.

Objetivos.	1
Introducción.	2
Capítulo I. Aspectos históricos relevantes en la prestación del servicio de transporte eléctrico en la Ciudad de México.	4
I.1. El concepto de concesión y su relación con la prestación del servicio de transporte público urbano.....	4
I.2. El comienzo del transporte público en la Ciudad de México.	5
I.2.1. Los primeros tranvías, propulsados por locomotoras de vapor.	6
I.2.2. Los tranvías de tracción de sangre.	6
I.3. La evolución tecnológica de principios del siglo XX, reflejada en la implementación del servicio de tranvías eléctricos en la Ciudad de México.	7
I.4. La reestructuración del servicio de transporte eléctrico mediante la creación en 1946 de un organismo público descentralizado: el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE-DF).	11
I.4.1. La inestabilidad en la calidad del servicio de tranvías eléctricos a partir de la década de 1920.	11
I.4.2. La revocación de concesiones a las empresas tranviarias y la creación del STE. ...	12
I.4.3. La modernización del transporte eléctrico en la Ciudad de México a partir de la década de 1950.	12
I.4.3.1. Reemplazo de los tranvías más antiguos por los modernos PCC.	13
I.4.3.2. Introducción de una tecnología alterna de tracción eléctrica: el Trolebús.	14
I.5. Transición tecnológica del transporte eléctrico en la Ciudad de México en el periodo 1967-1979.	15
I.5.1. El nacimiento del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC).	15
I.5.2. La modernización de la infraestructura vial de la Ciudad de México: la construcción de los Ejes Viales y la inclusión de Líneas de Trolebús en dicha reestructuración.	17

Capítulo II. Línea “E” – “Eje 8 Sur” de Trolebuses, derrotero estratégico para la movilidad entre el oriente y el poniente del Distrito Federal.	20
II.1. Los Ejes Viales y la nueva visión del transporte público hacia 1980.....	20
II.1.1. La creación de Autotransportes Urbanos de Pasajeros, Ruta-100.....	20
II.1.2. La implementación del Eje 8 Sur.	22
II.2. Trazo de la Línea “E” de Trolebuses en el Eje 8 Sur.	26
II.2.1. Principales intersecciones viales en el derrotero estudiado.	28
II.2.2. Paradas del derrotero de la Línea “E”.....	29
II.2.3. Conectividad de la Línea “E” con el transporte público.	31
II.2.3.1. Conectividad con el Sistema de Transporte Colectivo, Metro.	31
II.2.3.2. Conectividad con el Sistema Metrobús.	32
II.2.3.3. Conectividad con el Servicio de Transportes Eléctricos del DF.	32
II.2.3.4. Conectividad con otros servicios de transporte público.....	34
II.3. El entorno y su relación con las zonas generadoras y atractoras de viajes.	35
II.3.1. Colonias atendidas con el trazo de la Línea “E”.....	36
II.3.2. Usos de suelo.....	37
II.3.3. Puntos de interés en la zona estudiada.	40
Capítulo III. Diagnóstico de las condiciones actuales en la zona de estudio.	42
III.1. Descripción de la situación actual.....	42
III.1.1. Servicio actualmente proporcionado por las unidades de transporte público de pasajeros de superficie.....	42
III.1.1.1. Clasificación de los prestatarios de transporte, de acuerdo con su régimen administrativo.	42
III.1.1.2. Caracterización de los prestatarios de transporte, de acuerdo con algunos de sus componentes (estudiados desde una perspectiva interna).	46
III.1.2. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura vial y peatonal.....	52
III.1.2.1. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura vial.	52
III.1.2.2. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura peatonal.....	56
III.1.3. Otras problemáticas detectadas en el arco estudiado.....	60
III.1.3.1. Inconsistencia de los usos de suelo.....	60
III.1.3.2. Falta de educación cívica y vial.	60
III.1.3.3. Contaminación en la zona de estudio.	61
III.2. Técnicas utilizadas para la recopilación de información.	63

III.2.1.	Estudios de transporte: análisis y resultados obtenidos.....	63
III.2.1.1.	Inventario de las rutas de transporte existentes en el derrotero de estudio.....	64
III.2.1.2.	Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras.....	68
III.2.1.3.	Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.....	70

Capítulo IV. Alternativas de solución para incrementar el nivel de servicio del transporte público de superficie en la sección de estudio del Eje 8 Sur. 83

IV.1.	Participación de los actuales proveedores del servicio de transporte público en la sección de estudio.....	83
IV.2.	Configuraciones vehiculares propuestas para conformar el parque vehicular de la Línea “E”.....	84
IV.2.1.	Trolebús Regular (trolebús con carrocería de un solo cuerpo).....	87
IV.2.2.	Trolebús Articulado (trolebús con carrocería de dos cuerpos).....	91
IV.2.3.	Trolebús Biarticulado (trolebús con carrocería de tres cuerpos).....	92
IV.3.	Diseño de las posibles modalidades de reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses.....	93
IV.3.1.	“Escenario A”: Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses como Corredor de Transporte, coordinado conjuntamente con COVISUR.....	95
IV.3.1.1.	Descripción de la propuesta de servicio en el “Escenario A”.....	95
IV.3.1.2.	Selección de la configuración vehicular más conveniente para la Línea “E”.....	95
IV.3.1.3.	Resultado del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario A”.....	101
IV.3.2.	“Escenario B”: Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses en la modalidad de Corredor Cero Emisiones.....	104
IV.3.2.1.	Descripción de la propuesta de servicio en el “Escenario B”.....	104
IV.3.2.2.	Selección de la configuración vehicular más conveniente para la Línea “E”.....	105
IV.3.2.3.	Resultado del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario B”.....	106
IV.3.3.	“Escenario C”: Análisis de la Capacidad de Línea a futuro, a partir del diseño conceptual del servicio en la modalidad “Cero Emisiones” (“Escenario B”).....	109
IV.3.3.1.	Modificar el Intervalo de Paso, i	109
IV.3.3.2.	Modificar la Capacidad Vehicular, C_v	111
IV.3.3.3.	Modificar conjuntamente: el Intervalo de Paso y la Capacidad Vehicular.....	114
IV.4.	Diseño geométrico preliminar del servicio a proyectar.....	115
IV.4.1.	Propuesta tipo para el diseño de la sección vial.....	115
IV.4.2.	Propuesta tipo para el diseño de paradas.....	119

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.	121
Capítulo VI. Bibliografía y Otras Referencias para Consulta.	127

Índice de Figuras.

Figura 1.	Ferrocarril en el patio de la Estación Buenavista. Ciudad de México.....	5
Figura 2.	Tranvía de Tracción de Sangre transitando por el Canal de La Viga a principios del siglo XX.....	7
Figura 3.	Tranvía "0" en Av. Insurgentes, en la intersección con Av. Campeche, en los límites de las colonias Roma Sur e Hipódromo.	8
Figura 4.	Tranvía PCC.	13
Figura 5.	Inauguración del Servicio de Trolebuses a cargo del Director del STE, Manuel Moreno Sánchez, 9 de marzo de 1951.....	14
Figura 6.	Primeros trabajos de construcción de la Línea 1 del STC Metro, en la Glorieta de las Avenidas Bucareli y Chapultepec.....	16
Figura 7.	Trabajos de construcción en los Ejes Viales de la Ciudad de México (1978).....	18
Figura 8.	Autobús Articulado Prototipo (desarrollado por técnicos de Ruta 100).	21
Figura 9.	Trolebús Marmon Herrington No.Eco. 3742 circulando sobre la Av. Popocatépetl (hacia el oriente), esquina con Bélgica, en 1970.	22
Figura 10.	Sección Transversal Tipo del Eje 8 Sur desde Av. Insurgentes Sur hacia Calzada de La Viga.....	24
Figura 11.	Sección Vial (Vista en Planta), de la intersección de la Calzada Ermita Iztapalapa con la Calzada de La Viga.....	24
Figura 12.	Sección Transversal Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa, desde el Metro Constitución de 1917 hacia el deportivo de Santa Cruz Meyehualco.....	25
Figura 13.	Sección en Planta del Eje 8 Sur, en las inmediaciones del Metro Constitución de 1917. Prácticas habituales por parte del servicio de transporte público.....	49
Figura 14.	Tramo del Eje 8 Sur comprendido entre Centeno y Av. Tláhuac.	54
Figura 15.	Tramo del Eje 8 Sur comprendido entre Av. Tláhuac y General Anaya.	55
Figura 16.	Sección Tipo (Vista en Planta) del Eje 8 Sur – Av. Popocatépetl, en la intersección con Eje 1 Pte. – Av. Cuauhtémoc. Punto de Observación No.2.....	72
Figura 17.	Trolebús Regular de 12 metros, Dina Ridder E – Vossloh/Kiepe.....	88
Figura 18.	Trolebús Regular de 15 metros, Solaris Trollino 15.	89
Figura 19.	Trolebús Regular de 15 metros, Caio Millennium BRT (Chasis Scania).	90
Figura 20.	Trolebús Articulado de 18 metros, Solaris Trollino 18.....	91
Figura 21.	Trolebús Biarticulado de 25 metros, HESS LighTram3.....	92
Figura 22.	Diagrama Velocidad vs. Capacidad de Línea para la selección del modo de transporte.	96
Figura 23.	Arreglo recomendado para la redistribución del espacio interior del Trolebús LighTram3.	111

Figura 24.	Sección Vial Tipo del Eje 8 Sur (Tramo: Insurgentes - La Viga). Sección Transversal.	116
Figura 25.	Sección Vial Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa (Tramo: Constitución de 1917 a Genaro Estrada). Sección Transversal.	116
Figura 26.	Sección Vial Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa (Tramo: Genaro Estrada a Calle 39). Sección Transversal.	117
Figura 27.	Vista transversal del diseño de parada tipo.	119

Índice de Tablas.

Tabla 1.	Características generales del Eje 8 Sur.	23
Tabla 2.	Principales intersecciones del Eje 8 Sur en la sección de estudio.	28
Tabla 3.	Paradas de la Línea “E”- Eje 8 Sur, derrotero E1 – Vicente Guerrero.	29
Tabla 4.	Paradas de la Línea “E”- Eje 8 Sur, derrotero E2 – Santa Cruz Meyehualco.	30
Tabla 5.	Intersección de la Línea “E” con otras Líneas de Trolebuses.	33
Tabla 6.	Servicios de transporte público que ofrecen conectividad con la Línea “E”	34
Tabla 7.	Colonias relacionadas con la zona de estudio, dentro de las Delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa.	37
Tabla 8.	Uso del suelo en Benito Juárez.	38
Tabla 9.	Uso del suelo en Iztapalapa.	39
Tabla 10.	Zonas atractoras y generadoras de viajes.	40
Tabla 11.	Servicios de transporte público que operan en el Eje 8 Sur, de acuerdo con su régimen administrativo.	45
Tabla 12.	Prestatarios más relevantes del servicio de transporte público en la zona de estudio.	65
Tabla 13.	Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio.	66
Tabla 14.	Resultados del Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras.	69
Tabla 15.	Índices de Ocupación convertidos a Pasajeros Equivalentes.	74
Tabla 16.	Información de la cédula del Estudio Frecuencia de Paso y Carga Vehicular, Punto 1.	75
Tabla 17.	Información con el Número Equivalente de Pasajeros Transportados por el transporte público, Punto 1.	75
Tabla 18.	Volumen de pasajeros totales transportados por intervalo.	76
Tabla 19.	Promedio de los Volúmenes de Pasajeros Transportados por Intervalo en los 3 días de observación, Punto 1: Cuauhtémoc.	77
Tabla 20.	Demanda de Pasajeros por Hora Sentido, Punto 1: Cuauhtémoc.	78
Tabla 21.	Volumen Diario Promedio de los tres días de observación.	82
Tabla 22.	Modelos de Trolebuses “Tipo” existentes en el mercado.	86
Tabla 23.	Información para integrar el Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” para los Escenarios “A” y “B”.	99

Tabla 24.	Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” en el “Escenario A”: Corredor Coordinado STE y COVISUR.	101
Tabla 25.	Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” en el “Escenario B”: Corredor Cero Emisiones del STE.....	107
Tabla 26.	Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar el “l” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.	110
Tabla 27.	Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar la “Cv” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.....	112
Tabla 28.	Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar “l” y “Cv” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.....	114

Índice de Mapas.

Mapa 1.	Líneas de la Compañía de Tranvías de México.....	10
Mapa 2.	Derrotero de la Línea “E” de trolebuses.....	26
Mapa 3.	Detalle de los Recorridos E1 y E2.	27
Mapa 4.	Uso del suelo urbano en la delegación Benito Juárez.	38
Mapa 5.	Uso del suelo urbano en la delegación Iztapalapa.....	39
Mapa 6.	Derrotero de las rutas de transporte.	65
Mapa 7.	Puntos propuestos para efectos de observación, para el Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.....	71
Mapa 8.	Derrotero de ambas modalidades de servicio a proyectar.	94

Índice de Gráficas.

Gráfica 1.	Distribución de pasajeros promedio en HMD, Av. Cuauhtémoc (P - O).	79
Gráfica 2.	Distribución de pasajeros promedio en HMD, Av. Cuauhtémoc (O - P).	80
Gráfica 3.	Distribución de pasajeros promedio en HMD, Calzada de La Viga (P-O).	80
Gráfica 4.	Distribución de pasajeros promedio en HMD, Calzada de La Viga (O - P).	81
Gráfica 5.	Demanda Promedio por punto de control.	82

Índice de Diagramas.

Diagrama 1.	Problemáticas que afectan la calidad del servicio de transporte público de pasajeros de superficie y sus posibles causas.	51
Diagrama 2.	Deficiencias de la infraestructura vial y peatonal.	59
Diagrama 3.	Otros problemas encontrados en la zona estudiada.....	62

Objetivos.

El objetivo del presente trabajo de investigación, consiste en desarrollar una propuesta para potenciar el Servicio de Transporte Eléctrico de Superficie de la Ciudad de México, mediante la reincorporación y el fortalecimiento de una de las numerosas líneas de trolebuses que fueron canceladas de la red durante el último lustro, para integrar un corredor de transporte público de alta capacidad y amigable con el medio ambiente.

A partir de éste, se describen los siguientes objetivos particulares:

- Referir brevemente, la evolución que a través del tiempo ha tenido el transporte eléctrico de superficie en la Ciudad de México y con ello demostrar por qué sigue siendo en la actualidad una tecnología de probada funcionalidad, además de ser la única conocida que está completamente exenta de emisiones locales de gases de combustión y partículas contaminantes hacia la atmósfera.
- Describir los antecedentes y las características generales de la Línea “E” – “Eje 8 Sur” de Trolebuses y analizar los posibles escenarios para su reincorporación al servicio, incluyendo su reestructuración como un Corredor Cero Emisiones de alta capacidad.
- Proporcionar información general acerca de las actuales condiciones físicas y operativas de la infraestructura vial y peatonal a lo largo del desarrollo del Eje 8 Sur.
- Generar un diagnóstico actual del comportamiento operativo de las rutas de transporte público que se sobreponen en el derrotero de la Línea “E”; aplicando algunas de las técnicas de investigación de campo que provee la Ingeniería de Transporte.
- Difundir que los diferentes tipos de autobuses eléctricos semiguiaados modernos, abarcan desde autobuses regulares hasta autobuses biarticulados, por lo cual, pueden ser utilizados exitosamente para la explotación de servicios de transportación urbana de baja, mediana y alta capacidad, como ocurre en numerosas ciudades del mundo, particularmente europeas.
- Integrar información para el diseño técnico del programa de explotación del servicio que de manera más conveniente resuelva las problemáticas identificadas en el Eje 8 Sur.
- Generar un documento de carácter no sólo académico, sino que sea testimonio de los productos que puede proveer la investigación aplicada en campo, como un insumo técnico para orientar responsablemente la toma de decisiones del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal y en general, del Gobierno de la Ciudad de México; así como de los distintos actores del sector privado y asociaciones civiles vinculados con el desenvolvimiento del transporte público de pasajeros, que contribuyan al mejoramiento de la calidad del servicio y el medio ambiente.

Introducción.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, se deriva de la prestación del Servicio Social en el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE-DF), específicamente dentro de la Gerencia de Transportación de Trolebuses, durante el primer semestre de 2014. Una de las diversas actividades en las cuales se colaboró, consistió en la actualización de los datos de la operación de la Línea “E” de trolebuses, pues con la construcción de la Línea 12 del Metro, ésta dejó de prestar servicio.

Con motivo de la probable implementación del Cuarto Corredor Cero Emisiones Línea “E” en el Eje 8 Sur, de Insurgentes a Santa Martha, contemplada dentro del “Programa Integral de Movilidad 2013-2018” de la Secretaría de Movilidad del Gobierno del Distrito Federal (SEMOVI), la Gerencia de Transportación de Trolebuses del STE-DF, decidió actualizar la información relativa a dicha línea, a través de la aplicación de diversos estudios de transporte. Esto, en el entendido de que con el paso del tiempo los deseos de los viajes, el volumen de la demanda de pasaje e incluso los usos de suelo han tenido cambios, luego de la inauguración del proyecto del Metro antes mencionado.

Gracias a la gran oportunidad de formar parte del equipo de trabajo que desarrolló la investigación de campo y gabinete para el STE-DF, es que se decidió aprovechar la información generada y los procedimientos implementados, para integrar el presente trabajo de investigación de tesis, a fin de adquirir un mayor aprendizaje y aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula dentro de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas de Transporte Urbano que se imparte en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

La experiencia de realizar el Servicio Social en la Gerencia de Transportación de Trolebuses, condujo adicionalmente a comprobar que el servicio de trolebuses representa una opción absolutamente viable para la implementación de futuros corredores de transporte público en la Ciudad de México, aún los de mayor demanda, con el beneficio adicional de no emitir localmente gases de combustión ni partículas contaminantes hacia la atmósfera. Estos aspectos, a menudo poco valorados en este país, han significado que el trolebús padezca de una injustificada falta de interés para su expansión o al menos, la conservación de la red actualmente en servicio dentro de la Ciudad de México.

En este contexto, el presente trabajo de investigación se compone de cinco capítulos, por lo que a continuación se presenta de manera sintetizada el contenido de cada uno de éstos.

En el Capítulo I, se presentan los antecedentes que permitirán al lector comprender el interés por devolverle el papel protagónico que el servicio de transporte eléctrico de superficie tuvo dentro de la movilidad urbana en la Ciudad de México, ya que además de precursor, éste cuenta con más de un siglo de presencia ininterrumpida dentro de la ciudad.

Durante el Capítulo II, la investigación se enfoca en uno de los acontecimientos de mayor relevancia en la historia del transporte eléctrico en la Ciudad de México, que fue la reestructuración de la traza urbana que tuvo lugar a finales de la década de 1970, gracias a la cual se construyó el Eje 8 Sur y posteriormente, sobre esta vialidad modernizada se habilitó la Línea “E” de Trolebuses, una de las más importantes de la renovada red y que comunicaba con un notable nivel de servicio a las delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa.

El Capítulo III, corresponde al diagnóstico de la oferta del servicio de transporte público de superficie que utiliza la misma infraestructura por donde operaba la Línea “E”. La investigación, permite interpretar el actual nivel de servicio ofertado en la zona de estudio, desde los aspectos cualitativos y cuantitativos. Para el análisis cualitativo, se distinguen ciertos aspectos que influyen en la calidad del nivel de servicio que los usuarios perciben diariamente al transitar por el Eje 8 Sur. En lo que respecta al análisis cuantitativo, se implementaron algunas de las técnicas de campo que provee la Operación del Transporte, mismas que son descritas en este apartado, junto con los resultados obtenidos.

En el Capítulo IV, luego de la interpretación de los resultados obtenidos en cada uno de los estudios de transporte efectuados en campo, se realizó un análisis puntual de los parámetros de interés para el diseño de las posibles alternativas de solución. En esta parte de la investigación, se plantean diferentes escenarios para el diseño de la solución operativa técnicamente más conveniente, que permita resolver las problemáticas identificadas en la actual oferta de transporte público de pasajeros en el Eje 8 Sur. En este capítulo, también se estudiaron detenidamente las configuraciones vehiculares propuestas para conformar el parque vehicular de la nueva Línea “E”, adoptando la tecnología de los autobuses eléctricos alimentados por línea elevada, que exitosamente han prosperado en este nuevo siglo en diferentes ciudades consideradas ambientalmente responsables.

Finalmente, en el Capítulo V, se exponen las Conclusiones a las cuales condujo el desarrollo del presente trabajo de investigación. Asimismo, se integran las Recomendaciones a considerarse para la selección de las alternativas de solución propuestas. Conjuntamente, se analiza el cumplimiento de los objetivos y alcances establecidos para esta investigación, que estudia la posibilidad de la reinserción de la Línea “E” – Eje 8 Sur de Trolebuses bajo diferentes escenarios posibles, como una alternativa ambientalmente amigable para mejorar la movilidad en la Ciudad de México.

Capítulo I. Aspectos históricos relevantes en la prestación del servicio de transporte eléctrico en la Ciudad de México.

Con más de un siglo de presencia en esta ciudad, el transporte eléctrico de superficie merece ser considerado dentro de las alternativas más sobresalientes para la solución de las problemáticas actuales y futuras en materia de movilidad urbana, lo cual se refuerza debido a la creciente preocupación mundial por mejorar la calidad del medio ambiente.

El presente trabajo de investigación, plantea un corredor de transporte en el sur de la ciudad, que facilite los viajes entre el oriente y el poniente (y viceversa), haciendo uso de una tecnología de probada capacidad y confiabilidad, así como de menor impacto ambiental que otras alternativas: el transporte con autobuses eléctricos semiguizados, comúnmente conocidos como Trolebuses.

A continuación, se presentarán de manera abreviada algunos eventos relevantes de la presencia del transporte eléctrico en la Ciudad de México.

I.1. El concepto de concesión y su relación con la prestación del servicio de transporte público urbano.

Aunque la implementación de la infraestructura para la prestación de los servicios de transporte urbano se realiza mediante inversiones que efectúa la Administración Pública, la operación de dichos servicios requiere a menudo de cuantiosas inversiones, primordialmente en cuanto a la adquisición y operación de los equipos móviles; es decir, los vehículos. En México, estas inversiones suelen ser efectuadas por particulares, por medio de la autorización que la Administración Pública les confiere para la explotación del servicio de transporte público de pasajeros a través de la figura jurídica de la concesión o del permiso.

Para comprender la relación que existe entre los conceptos de servicio público y concesión, a continuación se presentan sus definiciones, de acuerdo con lo que estipula la legislación vigente en la materia.

En la *Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal* de 2014, se entiende por *servicio público*: “la actividad organizada que realice o concesione la Administración Pública conforme a las disposiciones jurídicas vigentes en el Distrito Federal, con el fin de satisfacer en forma continua, uniforme, regular y permanente, necesidades de carácter colectivo”.

En cuanto al término de *concesión*, la *Ley de Movilidad del Distrito Federal* de 2014 la define como el “acto administrativo por virtud del cual la Secretaría (de Movilidad) confiere a una persona física o moral la prestación temporal del servicio de transporte público de pasajeros o de carga, mediante la utilización de bienes del dominio público o privado del Distrito Federal”.

De acuerdo con estas definiciones, se puede establecer que el servicio de transporte de pasajeros consiste en la satisfacción en forma continua, uniforme, regular y permanente, de una necesidad de carácter colectivo. Además, dicho servicio puede ser proporcionado directamente por la Administración Pública, que en el caso de la Ciudad de México, le compete al Gobierno del Distrito Federal (GDF) a través del Sistema de Transporte Colectivo (Metro), la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP) y el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE); o bien, por un particular a quien se le haya otorgado una concesión para la prestación (explotación) de dicho servicio.

Asimismo, la Administración Pública establece las características del servicio de transporte de pasajeros que concede y tiene facultades para la suspensión y/o revocación de dicha concesión, en caso de que alguna o algunas de las condiciones asumidas por el concesionario no sean debidamente cumplidas.

En la actualidad, las concesiones que el Gobierno del Distrito Federal ha otorgado a numerosos interesados en la explotación de los servicios de transporte de pasajeros en la ciudad, son las que atienden en mayor proporción a esta necesidad colectiva, aunque no siempre bajo los mejores parámetros de seguridad, capacidad, confiabilidad o calidad que desearían los usuarios y en general, los habitantes de esta ciudad.

I.2. El comienzo del transporte público en la Ciudad de México.

Fue durante el transcurso del siglo XIX cuando comenzó el servicio de transporte público en la Ciudad de México, con el otorgamiento de las primeras concesiones, orientadas a facilitar la introducción del que en esa época se consideraba como el mayor adelanto tecnológico en materia de comunicaciones y transportes en el mundo, el ferrocarril con locomotoras de vapor a base de carbón. (Figura 1).

Figura 1. Ferrocarril en el patio de la Estación Buenavista. Ciudad de México.



Fuente: Fototeca Nacional del INAH. Archivo Histórico Casasola.

El Congreso Nacional expidió en 1824, el primer decreto que autorizaba la construcción de infraestructura ferroviaria en el país. A partir de ese año, se otorgaron múltiples concesiones, tanto a inversionistas nacionales como a extranjeros, por medio de las cuales fue posible que el 1° de enero de 1873 (Medina, 2011) el presidente Sebastián Lerdo de Tejada realizara el primer viaje de México a Veracruz. Pero, definitivamente, fue durante el gobierno del Gral. Porfirio Díaz (quien asumió la presidencia en 1876), que la construcción de vías ferroviarias se impulsó con un dinamismo sobresaliente.

I.2.1. Los primeros tranvías, propulsados por locomotoras de vapor.

No sólo se buscaba la integración del territorio nacional con la construcción de ferrocarriles de alcance interurbano, sino que también se intentó comunicar a la Ciudad de México con las poblaciones más importantes e inmediatas a ésta, dando origen a los servicios de transporte público urbano; como ejemplo de esto, cabe mencionar la concesión que se adjudicó a Luis Hammeken el 13 de agosto de 1856 (Álvarez et al., 2000), para la construcción de una vía férrea que comunicara al Zócalo con Tacubaya, naciendo así la Compañía del Ferrocarril de México a Tacubaya.

Existieron a partir de entonces: la Compañía del Ferrocarril de México a Tlalpan y Chalco, la Compañía Limitada de Tranvías con Correspondencia y la Compañía del Ferrocarril del Valle de México; mismas que posteriormente conformarían la Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal, quien fuera la más grande e importante empresa, hasta que en 1896 vendió todas sus líneas a la Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal de México, S. A.

La ciudad continuó siendo paulatinamente más compleja y con ello, los ferrocarriles vieron reducida su operatividad, debido a su dificultad para transitar a través de calles angostas y a la inestabilidad de las vías, como resultado de su gran peso y el suelo arcilloso predominante en la ciudad. Por ello, las líneas de ferrocarril tuvieron que sustituir el sistema de tracción de vapor por el de la tracción de sangre.

I.2.2. Los tranvías de tracción de sangre.

Los tranvías de sangre fueron adquiriendo mayor importancia a partir de la década de 1850 (Aguirre, 2004), precisamente cuando se otorgaron las primeras concesiones para este servicio. De esta manera, el Distrito Federal tuvo dos modalidades de servicio público: por un lado los ferrocarriles operaban en la periferia de la ciudad y los tranvías tirados por caballos o mulas, lo hicieron en el interior de la misma (Figura 2). Esto propició que el tranvía fuera considerado como un transporte funcional, por lo cual conformó una importante red que permitió comunicar a los distintos barrios de la ciudad.

Figura 2. Tranvía de Tracción de Sangre transitando por el Canal de La Viga a principios del siglo XX.



Fuente: Fototeca Nacional del INAH. Archivo Histórico Casasola.

A partir de estos sucesos, se emprendieron importantes proyectos que iban encaminados a mejorar la calidad del transporte y de su infraestructura, logrando acrecentar la red ferroviaria y tranviaria, permitiendo la comunicación y la competencia económica de la ciudad y del país.

La Ciudad de México experimentó numerosos cambios durante la segunda mitad del siglo XIX y la intención de sus gobernantes fue colocarla a la altura de las más modernas, estéticas y funcionales urbes del mundo.

I.3. La evolución tecnológica de principios del siglo XX, reflejada en la implementación del servicio de tranvías eléctricos en la Ciudad de México.

Con el nuevo siglo, la transición tecnológica en materia de transporte urbano consistió en el cambio de la tracción animal a los tranvías de tracción eléctrica, cuando la Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal solicitó un permiso al Ayuntamiento para incorporar en algunas de sus líneas esta tecnología.

Lo que ocasionó que se llevaran a cabo en las calles de la ciudad diversas obras de servicios públicos; como fue el cambio de vías y la construcción de redes eléctricas, para dar inicio el 15 de enero de 1900 a la operación de la primera línea de tranvías eléctricos, entre el Zócalo y Tacubaya (Álvarez et al., 2000). A partir de ese momento, los tranvías de tracción de sangre fueron desapareciendo gradualmente, aunque continuaron prestando servicio a la ciudad todavía durante más de tres décadas.

Para 1901, la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México comenzó la explotación del servicio en diversas rutas que tenía a cargo la Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal, quien con el apoyo del gobierno, realizó diversas obras públicas para la modernización de las vías y la instalación del tendido eléctrico.

Se pusieron en operación las líneas que iban de México a La Villa de Guadalupe, de Peralvillo a Belem, de Tacubaya a Mixcoac, de Mixcoac a San Ángel, de México a Tlalpan y de Chapultepec a Dolores, con lo cual el servicio adquirió gran importancia. (Figura 3).

Figura 3. Tranvía “0” en Av. Insurgentes, en la intersección con Av. Campeche, en los límites de las colonias Roma Sur e Hipódromo.



Fuente: Diario “El Universal”.

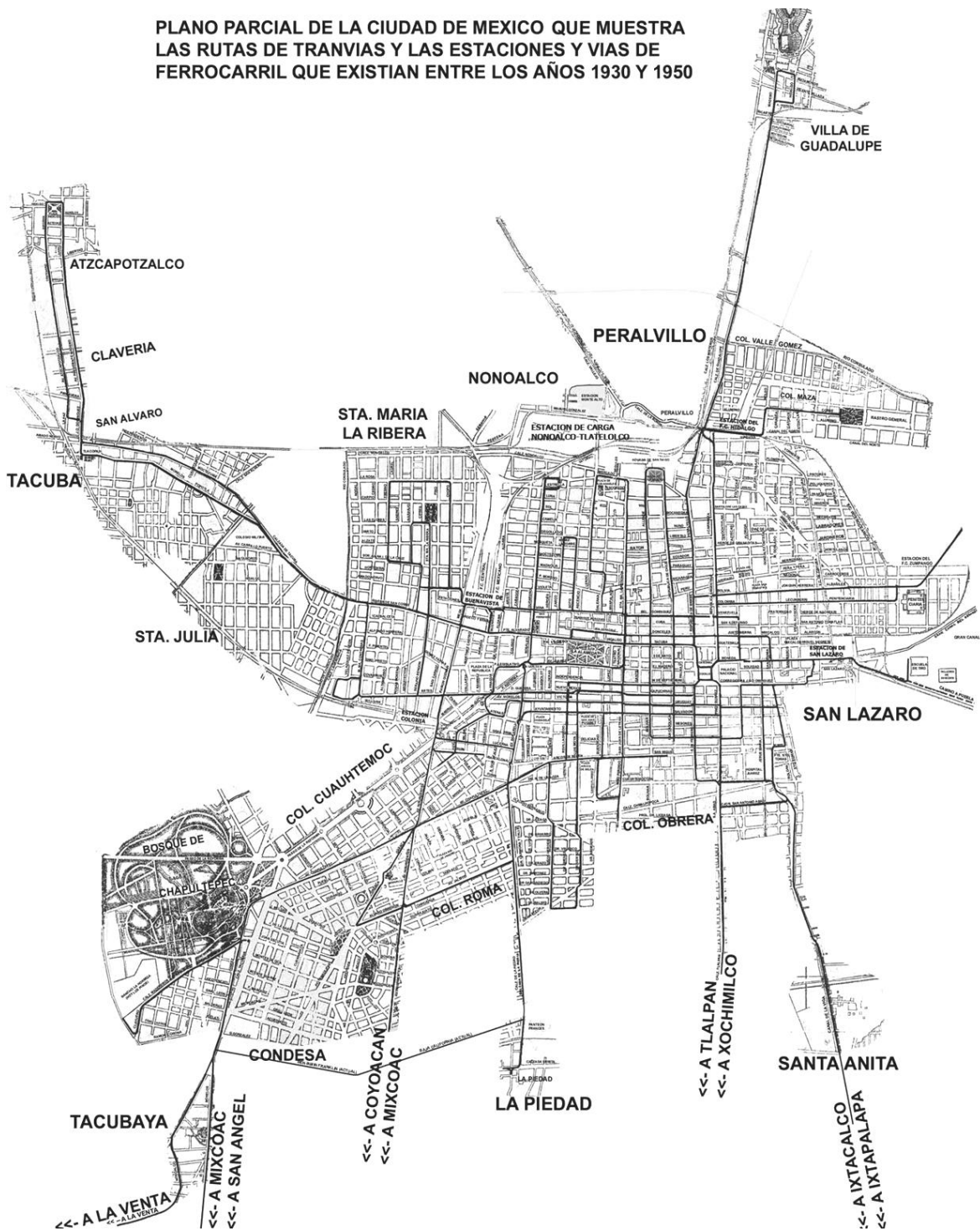
Fotografía tomada durante la primera mitad de la década de 1970.

La Compañía Limitada de Tranvías de México cedió, el 20 de noviembre de 1907, el derecho de explotación de sus líneas, material rodante y bienes inmuebles a la Compañía de Tranvías de México, quien se consolidó como la empresa más importante de transporte público en el Distrito Federal, al ampliar la cobertura de la red con la puesta en operación de nuevas líneas, además de que diversificó su mercado, pues además del traslado de pasajeros, la infraestructura también fue aprovechada para el transporte de carga, servicios funerarios, penitenciarios, turísticos y hasta presidenciales. (Mapa 1).

Con la diversificación de su mercado, el transporte eléctrico pasó a ser un importante ícono de modernidad y avance tecnológico trayendo consigo mejoras en las calles, puesto que algunas de ellas se pavimentaron; e inclusive, se realizaron obras para la modernización del sistema de alumbrado público.

Esta red de transporte, con una trama ortogonal de líneas de tranvías que permitía abordarlos con sólo caminar un máximo de 300 metros en cualquier dirección (Morales, 1978), tuvo un impacto positivo muy notable para la población debido a que facilitó los traslados, reduciendo las distancias y los tiempos de viaje, al mismo tiempo que hizo posible la accesibilidad de los habitantes a las plazas, colegios, mercados, edificios públicos, comercios, iglesias, panteones y sitios de recreo, que resultaran de particular interés.

Mapa 1. Líneas de la Compañía de Tranvías de México.



Fuente: Ing. Manuel Aguirre Botello.

I.4. La reestructuración del servicio de transporte eléctrico mediante la creación en 1946 de un organismo público descentralizado: el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE-DF).

La red de tranvías en el Distrito Federal experimentó, desde su nacimiento, un continuo proceso de crecimiento y por ello, los trabajadores de las diferentes líneas de tranvías se comenzaron a organizar en agrupaciones obreras, para ser representados ante las compañías tranviarias. Destacan entre dichas organizaciones, la Sociedad Mutualista de Empleados de Tranvías de la Ciudad de México, fundada en 1911; la Casa del Obrero Mundial, creada en 1912; la Federación de Empleados y Obreros de la Compañía de Tranvías de México, conformada en 1914; y la Alianza de Obreros y Empleados de la Compañía de Ómnibus y Tranvías de México, S.A., surgida en 1924 (en el presente, conocida como la Alianza de Tranviarios de México).

Todas esas agrupaciones de trabajadores, deseando ser reconocidas por la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México, se vieron en la necesidad de organizar huelgas, las cuales paralizaron las actividades que tenían lugar en la ciudad. Debido a estos acontecimientos, la evolución del transporte público en la Ciudad de México padeció significativos cambios, como fue el nacimiento, la permanencia y la creciente presencia de las líneas de camiones y autobuses urbanos.

I.4.1. La inestabilidad en la calidad del servicio de tranvías eléctricos a partir de la década de 1920.

La Compañía de Tranvías de México, logró mantenerse como el actor fundamental en la prestación del servicio de transporte público de la ciudad hasta mediados del siglo XX, a pesar de las huelgas a las que estaba recurrentemente sometida; situación que fue aprovechada por los permisionarios del autotransporte de pasajeros, quienes se ocuparon de atender con sus camiones básicamente dos situaciones:

1. prestar el **servicio en aquellas rutas que no eran atendidas por el tranvía** (sobre todo en asentamientos de reciente creación) o bien,
2. **transportar la demanda remanente** de otras líneas de tranvía.

De esta manera, la competitividad de la empresa lentamente fue decayendo, a pesar de los vicios (falta de organización y de regularidad) que desde su origen tuvieron los servicios de autotransporte.

A partir de la huelga de 1917, se continuaron presentando movilizaciones por parte de las agrupaciones tranviarias durante la década siguiente. En las décadas de 1920 y 1930, la inestabilidad social, política y económica que se percibía en el país, afectaba directamente al funcionamiento de la Ciudad de México y su sistema de transporte público. En ese ambiente,

hubieron largas y tensas negociaciones entre la Compañía de Tranvías y los trabajadores representados por la Alianza de Tranviarios para conciliar los intereses de ambas partes, pues mientras los trabajadores solicitaban un incremento salarial, la Compañía solo podía considerarlo a través de un aumento en la tarifa, un recorte en la plantilla de trabajadores o la eliminación de los abonos semanales. Evidentemente, no era sencilla la resolución de estas discrepancias.

I.4.2. La revocación de concesiones a las empresas tranviarias y la creación del STE.

Las grandes inversiones que se requerían para ampliar y modernizar la red de tranvías eléctricos en la década de 1940, además de las diversas problemáticas ya expuestas entre trabajadores y empresas concesionarias del servicio, condujeron al Departamento del Distrito Federal (DDF) a emprender acciones para la solución definitiva del problema, que derivó en la expropiación de los bienes de la Compañía de Tranvías de México.

Durante 1946, la Presidencia de la República, a cargo del Gral. Manuel Ávila Camacho (1940-1946), evidenció el incumplimiento de las obligaciones contraídas por parte de los concesionarios, como fue la falta de regularidad y continuidad en el servicio, así como el no haber ejecutado las obras de reparación, conservación y reconstrucción de infraestructura, equipo y material rodante, entre otras, que condujeron a la revocación de las concesiones durante el periodo presidencial del Lic. Miguel Alemán Valdés (1946-1952).

El 31 de diciembre de 1946, se decretó el surgimiento del organismo público descentralizado, “Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal” (STE-DF), quien asume la propiedad de todos los bienes de las empresas: Compañía de Tranvías de México, S.A., Compañía Limitada de Tranvías de México y Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal. Esta nueva institución sería responsable en lo sucesivo de la planeación, operación, administración y mantenimiento del servicio de transporte eléctrico en el Distrito Federal; con el objetivo de garantizar un buen servicio de transporte público para la población.

I.4.3. La modernización del transporte eléctrico en la Ciudad de México a partir de la década de 1950.

El nuevo organismo, comenzó sus operaciones con la infraestructura, el equipamiento y el parque vehicular que le había sido heredado de las empresas a las que se les revocaron sus concesiones. Sin embargo, para proporcionar a los ciudadanos el nivel de servicio que deseaba el Departamento del Distrito Federal, se debían emprender ambiciosos programas y proyectos para la renovación del servicio en los diferentes componentes antes citados.

I.4.3.1. Reemplazo de los tranvías más antiguos por los modernos PCC.

La base para la reestructuración del servicio de transportación de pasajeros, en virtud de que la mayoría del material rodante había superado su vida útil y hacía necesario su reemplazo, consistió precisamente en la adquisición de nuevos tranvías, con mejores prestaciones tecnológicas como: mayor capacidad vehicular, mejor desempeño electromecánico y menores costos de mantenimiento.

Bajo esta premisa, en 1947 el STE ordenó la compra de un tranvía nuevo del modelo “PCC” (“Presidents’ Conference Committee”), fabricado por la compañía St. Louis Car, para fines de evaluación y prueba en las vías de la Ciudad de México. (Figura 4).

Concebido en los Estados Unidos para su operación en ciudades con amplias vialidades compartidas con el tránsito automotor, y siendo reconocido mundialmente como el diseño de tranvía más moderno para aquella época, esta unidad, rotulada con el número económico 2000, superó satisfactoriamente sus etapas de prueba en el Distrito Federal, pues tenía sistemas más modernos en comparación con los modelos anteriormente utilizados en la ciudad, ya que contaba con puertas automáticas y una mayor cantidad de pasajeros a bordo, además que era sensiblemente más cómodo y silencioso que sus predecesores.

Figura 4. Tranvía PCC.



Fuente: Fotografía propia, tomada en el Museo STE del DF.

Por su excelente desempeño, durante la gestión del Lic. Ernesto P. Uruchurtu como Regente del Departamento del Distrito Federal (1952-1966), se aprobó la compra de un lote de 90 unidades adicionales de este modelo, que fueron adquiridos a diferentes ciudades norteamericanas que los utilizaron previamente sólo por un breve periodo. Esos tranvías fueron rehabilitados y repintados antes de ser transportados a la Ciudad de México, conservando la misma numeración de sus ciudades de procedencia, salvo que se les agregó el número 2 al inicio, para formar parte de la “serie 2000” de tranvías y así poder iniciar operaciones en el Distrito Federal en la década de 1950.

Las dos primeras líneas de tranvías atendidas con PCC's fueron Obregón-Insurgentes y Obregón-Bucareli, inauguradas el 24 de marzo de 1954.

I.4.3.2. Introducción de una tecnología alterna de tracción eléctrica: el Trolebús.

Además de la renovación del servicio de tranvías, la evolución tecnológica del transporte eléctrico en la ciudad sugirió la introducción del Trolebús. Las primeras unidades de este tipo se adquirieron en 1945 (20 trolebuses del modelo Westram) mismas que luego de ser sometidas a numerosas pruebas por un largo periodo, resultaron evaluadas favorablemente. Estos trolebuses inauguraron el servicio en la línea Tacuba-Calzada de Tlalpan el 9 de marzo de 1951. (Figura 5).

Figura 5. Inauguración del Servicio de Trolebuses a cargo del Director del STE, Manuel Moreno Sánchez, 9 de marzo de 1951.



Fuente: Archivo Histórico del STE - DF.

En muy poco tiempo, el trolebús demostró sus ventajas operativas y económicas con respecto de los tranvías, esencialmente por prescindir de las vías férreas, lo cual le confiere mayor libertad de movimiento, además de que sus neumáticos le permiten una marcha y frenado más silenciosos.

Durante las décadas de 1950 y 1960, se adquirieron importantes cantidades de trolebuses, de diferentes marcas, procedencias y condiciones de operatividad, para conformar en 1970 un parque vehicular de 577 trolebuses, de los cuales solamente 230 proporcionaban el servicio. Por esta razón, el STE implementó al inicio de 1971, un importante programa de rehabilitación para sus trolebuses, con la finalidad de recuperar el mayor número de unidades disponibles para la operación, consiguiendo que en 1974 se tuvieran disponibles para proporcionar el servicio una cantidad de 550 trolebuses.

La ciudad experimentó profundos cambios en la década de 1970 y los trolebuses se consolidaron como un importante modo de transporte público para la ciudad.

Con el nacimiento del Metro (y la consecuente desaparición del tranvía), la vocación del trolebús fue la de proveer servicios alimentadores de superficie. Además, con la construcción de los Ejes Viales (alrededor de 1979), se consideró al Trolebús como un importante usuario de la nueva infraestructura, que contempló la habilitación de carriles exclusivos dedicados al transporte público de propulsión eléctrica.

El servicio de trolebuses fue de tal importancia para el Departamento del Distrito Federal, que hacia el año de 1987, el Servicio de Transportes Eléctricos llegó a tener a su disposición un parque vehicular de 1,115 trolebuses¹.

I.5. Transición tecnológica del transporte eléctrico en la Ciudad de México en el periodo 1967-1979.

I.5.1. El nacimiento del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC).

El desproporcionado crecimiento de la población en la Ciudad de México, trajo consigo importantes cambios en la eficiencia de la movilidad urbana, sobre todo en el centro de la ciudad. Por ello, en el Departamento del Distrito Federal se estudió durante muchos años, la posibilidad de adoptar una nueva tecnología de transportación, con mayor capacidad y que ofreciera una solución eficaz para los graves problemas que ya se padecían desde la década de 1960. La propuesta fue desarrollada por Ingenieros Civiles Asociados (ICA), la cual consistió en el proyecto de un tren eléctrico subterráneo.

¹ STE, 2015. Museo de Transportes Eléctricos, con datos de la Coordinación General de Transporte del DDF.

El proyecto del Metro, implicó en su momento la adopción de una tecnología de gran capacidad de transportación, notablemente superior a la de los tranvías y trolebuses. Por ello, aunque el desarrollo de las tres primeras líneas de esa nueva tecnología suponía la provisión de una capacidad extraordinaria de transporte para la ciudad, implicó a su vez, el gradual declive de la antigua red de tranvías, la cual cedió sus derroteros más importantes al Metro.

Con la coordinación del Arq. Ángel Borja Navarrete, se iniciaron los trabajos de construcción del nuevo proyecto de transporte el 19 de junio de 1967, en el cruce de la Avenida Chapultepec con la calle de Bucareli. (Figura 6). Luego de dos años, el 4 de septiembre de 1969, se inauguró la primera línea en el tramo comprendido de Zaragoza a Chapultepec.

Al finalizar la primera etapa constructiva del Metro, el 10 de junio de 1972, se tenían en operación 3 líneas (la Línea 1 anteriormente referida, la Línea 2, de Tacuba a Tasqueña y la Línea 3, de Tlatelolco a Hospital General), con 48 estaciones a lo largo de 42.4 kilómetros de vías dobles.

Esta etapa del proyecto Metro, mejoró de manera notable la calidad de la movilidad urbana; aunque ello implicó, la cancelación definitiva de rutas que anteriormente habían sido atendidas por los tranvías.

Figura 6. Primeros trabajos de construcción de la Línea 1 del STC Metro, en la Glorieta de las Avenidas Bucareli y Chapultepec.



Fuente: Diario "Excelsior".

Fotografía tomada a mediados de 1967.

I.5.2. La modernización de la infraestructura vial de la Ciudad de México: la construcción de los Ejes Viales y la inclusión de Líneas de Trolebús en dicha reestructuración.

Durante el periodo de tiempo estudiado, la ciudad no sólo presencié las monumentales obras de la primera etapa constructiva de la red del Metro. El transporte público de superficie y las principales vialidades, habrían de ser considerados años después dentro de importantes proyectos de la ciudad.

En el año de 1978, el Regente del Departamento del Distrito Federal, Prof. Carlos Hank González (1976-1982), presentó el proyecto de los “Ejes Viales”, por medio del cual se planteaba llevar a cabo intervenciones importantes en las calles céntricas de la ciudad, para modernizar la infraestructura vial y dotarla de mayor capacidad, debido al notable incremento en el número de vehículos automotores en circulación.

Para ello, se reorganizó el sistema de vialidades urbanas a partir de la traza preexistente, buscando la adopción de una red de tipo ortogonal (con flujos idealizados de norte a sur y de oriente a poniente). Algunas vialidades que originalmente eran reducidas, o bien, eran calles de doble sentido de circulación con camellón arbolado al centro (por muchas de las cuales circulaban los antiguos tranvías), fueron intervenidas para darle continuidad a los derechos de vía del nuevo proyecto. Ello involucró acciones como la expropiación de predios, la demolición de inmuebles y el retiro de camellones con vegetación, entre otras para ensanchar las vialidades y dar continuidad a los corredores proyectados. (Figura 7).

El 23 de junio de 1979, se inauguraron los primeros 15 ejes viales, de los 31 que contemplaba el proyecto original (Cervantes, n.d.). Algunos ejes conservaron el flujo de doble sentido, pero en su mayoría fueron acondicionados para carriles en un solo sentido de circulación, con la inclusión de un carril en contraflujo para uso exclusivo del trolebús y de vehículos de emergencia.

El proyecto de los ejes viales consideraba la distribución de los flujos en una red de tipo ortogonal desarrollada a partir del Centro Histórico. En lo que respecta a los flujos alineados en dirección oriente-poniente, se les asignó una numeración impar a aquellos ejes viales que atenderían el tránsito en ese sentido; mientras que a los ejes que atenderían el tránsito en sentido poniente-oriente, se les asignó un número par. Las vías desplantadas al norte del Centro Histórico, recibieron la denominación de “Eje Norte”; y a las que se habilitaron al sur del Centro Histórico, se les denominó “Eje Sur”.

De manera análoga, la referencia para los ejes alineados en dirección norte-sur, fue el Eje Central, que dividiría a aquellos denominados como “Eje Poniente” o “Eje Oriente”; siendo impares los de recorrido norte-sur y pares los de tránsito sur-norte.

Figura 7. Trabajos de construcción en los Ejes Viales de la Ciudad de México (1978).



Fuente: Diario "El Universal". Transformación de la Av. Eugenia en el Eje 5 Sur.

Con la reestructuración de la red vial del Distrito Federal implementada en esos años, el Servicio de Transportes Eléctricos se enfrentó a dos hechos que, aunque contrapuestos, resultaban ciertamente lógicos:

1. por una parte, la **desaparición del servicio de tranvías** (en 1976, aún se tenían 156 km en operación; pero después de 1980, sólo quedaron 2 líneas, las de Tasqueña a Xochimilco y Tlalpan); y
2. por otra, que en compensación a la desaparición de las líneas de tranvías, **se habilitaron nuevas líneas de trolebuses**, muchas de ellas proyectadas sobre los recién construidos ejes viales y con el beneficio adicional de disponer de un carril exclusivo en contraflujo, permitiéndole ofrecer un mayor nivel de servicio.

Es decir, a partir de la reestructuración de la infraestructura vial, se reestructuró también el Servicio de Transportes Eléctricos, suprimiendo el servicio de tranvías y sustituyéndolo por el de trolebuses, con menores costos de operación (ya que no había necesidad de invertir en el mantenimiento de infraestructura ferroviaria) y con vehículos diseñados y construidos bajo un enfoque tecnológico más reciente.

El transporte eléctrico en la ciudad experimentaba una nueva época y se tenía la expectativa de consolidarlo como un sistema alimentador de superficie del Sistema de Transporte Colectivo Metro (conjuntamente con los autobuses de la Ruta 100, de los cuales se hablará brevemente en el capítulo II), dentro de una red jerárquica del transporte público de pasajeros en el Distrito Federal.

La Ciudad de México estuvo sometida a profundas transformaciones durante el siglo XX, pero sobresalen algunas de las acciones especialmente referidas entre los años 1967 y 1981, que buscaban proveer a la población de un sistema de transporte funcional y organizado. Sin embargo, la falta de continuidad a dichas acciones, o incluso, la adopción de medidas contrapuestas a éstas, podrían ser motivo de numerosas e importantes discusiones e investigaciones de carácter académico.

Capítulo II. Línea “E” – “Eje 8 Sur” de Trolebuses, derrotero estratégico para la movilidad entre el oriente y el poniente del Distrito Federal.

II.1. Los Ejes Viales y la nueva visión del transporte público hacia 1980.

A finales de la década de 1970, la Ciudad de México contaba con el decidido apoyo del Gobierno Federal para atender las diferentes problemáticas que enfrentaba en materia de transporte público y vialidad. Se había creado la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal (COVITUR), quien preparó el “Plan Maestro del Metro” y el “Plan Rector de Vialidad y Transporte de Superficie del Distrito Federal”.

En esa época, con la expansión de la red del Metro durante su segunda etapa constructiva (ampliación de la Línea 3, y construcción de las Líneas 4 y 5), la apertura de los nuevos ejes viales y la operación de la renovada y fortalecida red de trolebuses, habían argumentos que indicaban que se estaba actuando de manera seria y responsable en la solución de las problemáticas del transporte público del Distrito Federal.

A todo lo anterior, habría que agregar la creación del organismo público descentralizado “Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta-100” por parte del Departamento del Distrito Federal.

El nuevo esquema de derroteros y la regulación en la explotación del servicio en sus líneas de autobuses, coordinadas conjuntamente con las de los trolebuses, permitió la operación de una red de rutas ortogonales de transporte público de superficie, que sirvió como alimentadora del Sistema de Transporte Colectivo Metro, y articuló a su vez, la gestión de un sistema de transporte público funcional y de amplia cobertura en toda la ciudad, posibilitando viajes directos de Norte a Sur y de Oriente a Poniente.

II.1.1. La creación de Autotransportes Urbanos de Pasajeros, Ruta-100.

Dado que el interés específico de este trabajo de investigación se refiere al transporte eléctrico, no se indaga con mayor detalle la evolución del transporte automotor en la prestación del servicio público de pasajeros. Sin embargo, sí se puede destacar que desde su nacimiento informal, alrededor de 1915 y hasta el comienzo de la década de 1980 (o tal vez hasta la actualidad), el transporte concesionado de autobuses ha sido incapaz de ofrecer al usuario un servicio funcional, con calidad adecuada y capacidad suficiente.

Las deficiencias en la prestación del servicio por parte de los concesionarios, eran muy notorias. Las condiciones en las que operaban los vehículos no eran las adecuadas porque muchos de éstos se encontraban en mal estado mecánico y/o físico, algunos tenían rezago tecnológico u obsolescencia por haber cumplido con su vida útil, y carecían en general, de un

esquema de mantenimiento establecido. En cuanto a sus conductores, éstos no contaban con ningún tipo de capacitación para desempeñar su labor, ni tampoco eran reconocidos por sus empleadores con algún tipo de prestación laboral.

Las organizaciones tenían una administración deficiente porque no había control en la explotación del servicio, y ello se traducía en que los conductores no realizaban los recorridos completos de sus derroteros asignados, no respetaban los horarios de servicio, ni las paradas establecidas, ni tampoco las tarifas autorizadas.

Cuando los trolebuses modificaron sus derroteros para atender rutas directas sobre los nuevos ejes viales, los concesionarios buscaron competir directamente con ellos, a pesar de las incontables irregularidades y deficiencias antes referidas.

Este conflicto, agravado además de la baja calidad del servicio de los concesionarios, por las tensiones políticas de aquel momento, provocaron que el 25 de septiembre de 1981, el Regente del Departamento del Distrito Federal, el Prof. Carlos Hank González, anunciara la revocación de las concesiones y la creación de la empresa "Autotransportes Urbanos de Pasajeros, Ruta-100" (Roque et al., 1993), significando con ello el más importante intento en la historia para establecer un sistema de transporte integrado y ordenado dentro del Distrito Federal.

Figura 8. Autobús Articulado Prototipo (desarrollado por técnicos de Ruta 100).



Fuente: Libro Doce de Cien.

Al contar con un sistema de itinerarios y paradas establecidas, los autobuses de Ruta 100 (Figura 8) junto con los trolebuses, fueron los únicos vehículos de transporte público autorizados para explotar el servicio en los carriles de contraflujo de los ejes viales, como el Eje 8 Sur; por presentar ventajas competitivas con respecto de los otros modos, principalmente reflejadas en la notoria reducción de sus tiempos de recorrido y la consecuente obtención de velocidades comerciales mayores.

II.1.2. La implementación del Eje 8 Sur.

Dentro del contexto de los diferentes eventos estudiados en el inciso I.5.2. (La modernización de la infraestructura vial de la Ciudad de México: la construcción de los Ejes Viales y la inclusión de Líneas de Trolebús en dicha reestructuración), se contempló habilitar una vialidad fundamental para la ciudad, el Eje 8 Sur, aprovechando esencialmente el trazo preexistente de la Calzada Ermita Iztapalapa; que en el remoto pasado fuera una vía prehispánica para comunicar a las poblaciones de Iztapalapa y Mexicaltzingo, esta última, localizada en el margen oriente del Canal de La Viga.

Este eje vial, se concibió a partir de la continuidad del trazo de tres antiguas vialidades con doble sentido de circulación, camellón arbolado y alineadas en dirección poniente-oriente y viceversa, a saber: Av. José María Rico, Av. Popocatepetl y Calzada Ermita Iztapalapa. Como ejemplo, se pueden apreciar en la Figura 9, los rasgos característicos de las dos primeras vialidades a las que se hizo mención, antes de ser transformadas en lo que hoy se conoce como Eje 8 Sur.

Figura 9. Trolebús Marmon Herrington No.Eco. 3742 circulando sobre la Av. Popocatepetl (hacia el oriente), esquina con Bélgica, en 1970.



Fuente: Scalzo Collection.

Considerado como una vialidad primaria, este eje recibió la codificación de un número “par”, porque se proyectó para canalizar flujos de poniente a oriente, comunicando a las delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa.

El trazado del Eje 8 Sur es el siguiente: de poniente-oriente inicia como Av. José María Rico desde Av. Insurgentes Sur hasta Av. Universidad; continúa como Av. Popocatepetl en el tramo de Av. Universidad a Calzada de Tlalpan; y en lo sucesivo, corresponde a la Calzada Ermita Iztapalapa, desde el cruce con Calzada de Tlalpan hasta finalizar en la Calzada Ignacio Zaragoza (Mapa 2). Las características de esta vialidad se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características generales del Eje 8 Sur.

Nombre de la vía	Inicia / Termina	Longitud del tramo	Sentidos de circulación	Vialidad			Separación del flujo vehicular	Elementos urbanos	Pasos a desnivel
				Tipo	N° de carriles	Anchos de carril			
Avenida José María Rico	Av. Insurgentes Sur / Avenida Universidad	1.42 km	Un solo sentido: Poniente - Oriente	Eje vial (Eje 8 Sur)	<ul style="list-style-type: none"> • 4 carriles para tránsito mixto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carriles para el tránsito mixto: 3.30 m. 	Separación del carril de contraflujo por medio de: <ul style="list-style-type: none"> • rayas continuas dobles y • vialetas colocadas en el pavimento. Originalmente, se colocaron en los carriles dedicados al transporte público de superficie, medios diamantes a cada 30 m.	Mobiliario urbano y sistema de señalización vertical y horizontal, conforme al proyecto tipo de los Ejes Viales.	Paso inferior vehicular en el cruce con Calzada de Tlalpan.
Avenida Popocatepetl	Universidad / Calzada de Tlalpan	2.66 km	Un solo sentido: Poniente - Oriente		<ul style="list-style-type: none"> • 1 carril preferente para transporte público en el sentido de circulación general. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carril preferente de transporte público en sentido general: 3.60 m.* 			
Calzada Ermita Iztapalapa	Calzada de Tlalpan / Calzada de La Viga	2.31 km	Un solo sentido: Poniente - Oriente		<ul style="list-style-type: none"> • 1 carril exclusivo para transporte público en contraflujo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carril exclusivo en contraflujo: 3.60 m.* 			
Calzada Ermita Iztapalapa	Calzada de La Viga / Calzada Ignacio Zaragoza	14.00 km	Dos sentidos: Oriente - Poniente Poniente - Oriente	Vía principal (Calzada Ermita Iztapalapa)	<ul style="list-style-type: none"> • 3 carriles para tránsito mixto y • 1 carril preferente para transporte público por cada sentido de circulación.	<ul style="list-style-type: none"> • Las dimensiones tanto de los carriles para el tránsito mixto como del transporte público no presentan uniformidad.** 	Separación de ambos sentidos de circulación por medio de: <ul style="list-style-type: none"> • un camellón central. 	Mobiliario urbano, pasos peatonales elevados y señalética (vertical y horizontal) en mal estado.	Paso superior vehicular en el cruce con Eje 3 Oriente.

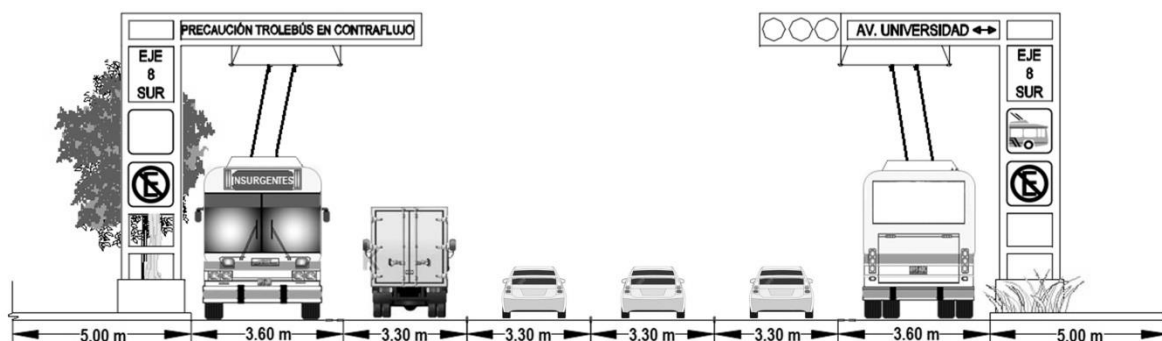
* Nota 1. El diseño de los Ejes Viales, cumplió rigurosamente con los criterios de ancho de carril especificados en la normas de proyecto geométrico de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

** Nota 2. En la presente administración del GDF, se ha estado modificando deliberadamente el ancho de los carriles en vialidades primarias, sin un criterio bien definido, lo que ha ocasionado que el ancho del carril dedicado al transporte público sea en ocasiones muy superior a los 4.00 metros y se reduzca con ello la anchura de los carriles del tránsito mixto. Existen evidencias de modificaciones que han comprometido la seguridad vial, como el actual sistema de señalización horizontal en el Eje 7 Sur.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el proyecto de Ejes Viales priorizaba en su primera etapa la modernización de las vialidades en las zonas más inmediatas a la región central de la ciudad, propiamente, los trabajos de construcción y equipamiento del Eje 8 Sur, quedaron comprendidos solamente entre Av. Insurgentes Sur y Calzada de La Viga (Eje 2 Oriente). En esta sección los trolebuses y los autobuses de Ruta 100, fueron los únicos vehículos autorizados para circular de oriente a poniente sobre su carril exclusivo de contraflujo. (Figura 10).

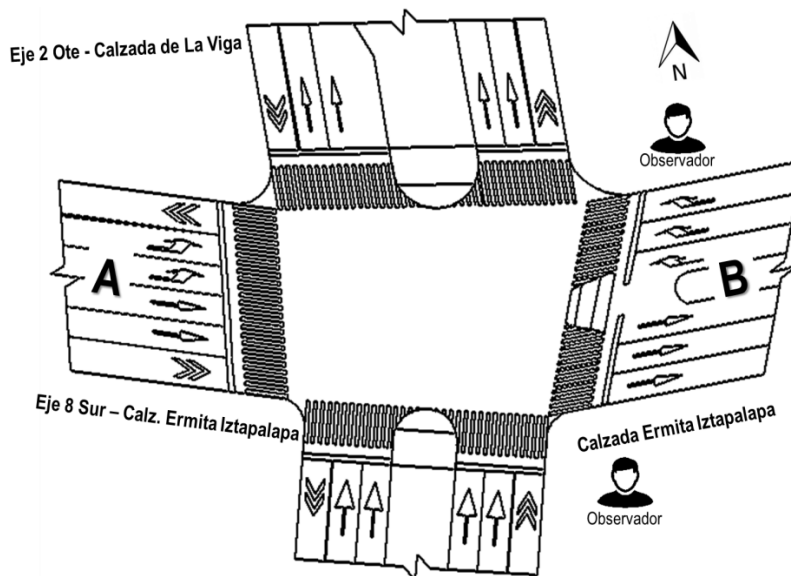
Figura 10. Sección Transversal Tipo del Eje 8 Sur desde Av. Insurgentes Sur hacia Calzada de La Viga.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 11, se muestra la intersección (vista en planta), del Eje 8 Sur - Calzada Ermita Iztapalapa con la Calzada de La Viga, donde se aprecia con claridad que la configuración de las secciones A y B, resultan completamente diferentes.

Figura 11. Sección Vial (Vista en Planta), de la intersección de la Calzada Ermita Iztapalapa con la Calzada de La Viga.



Fuente: Elaboración propia.

La Calzada Ermita Iztapalapa no presenta uniformidad a lo largo de su desarrollo, pues se advierten variaciones en cuanto a su ancho de calzada y en consecuencia, al número y anchura de los carriles que contiene; al igual que el tipo y ancho del camellón que segrega los sentidos de circulación.

Un ejemplo notable de esta discontinuidad geométrica que afecta a la capacidad de la vía, está presente en la zona del Metro Atlalilco, donde la vía adopta dos secciones de circulación completamente independientes en cuanto a su proyecto de alineamiento vertical y horizontal, para nuevamente conformar una sola vía en el cruce con Eje 5 Oriente (Av. Javier Rojo Gómez).

Aunque el proyecto de construcción de la Línea 8 del Metro le proporcionó continuidad al ancho de calzada (en cada sentido de circulación) comprendido entre Rojo Gómez y Anillo Periférico, la introducción de curvas inversas en el sentido oriente-poniente para alojar las instalaciones de la Estación Terminal Constitución de 1917, afecta la serviciabilidad de la vía en horas de alta demanda. A partir de la Terminal y a lo largo de aproximadamente 2.14 km, el área de vías de maniobra de los trenes de la Línea 8, alojadas al centro de la calzada, obligaron a la construcción de un camellón resguardado por altos muros que representan una barrera importante para los peatones y representan a nivel urbanístico, un significativo impacto negativo en el entorno local. (Figura 12).

Éstas, así como otras características mencionadas anteriormente en la Tabla 1, ejemplifican las discontinuidades que prevalecen en esta vía tan importante que es motivo del presente estudio.

Figura 12. Sección Transversal Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa, desde el Metro Constitución de 1917 hacia el deportivo de Santa Cruz Meyehualco.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la colindancia de la delegación Iztapalapa con municipios densamente poblados del oriente del Estado de México, le confieren al Eje 8 Sur - Calzada Ermita Iztapalapa, una relevancia preponderante, pues junto con la Calzada Ignacio Zaragoza, son las principales vialidades que permiten la articulación de viajes de alcance metropolitano en esta zona y además, conectan de manera directa con la autopista México-Puebla, por lo cual, también atienden flujos de tipo interurbano.

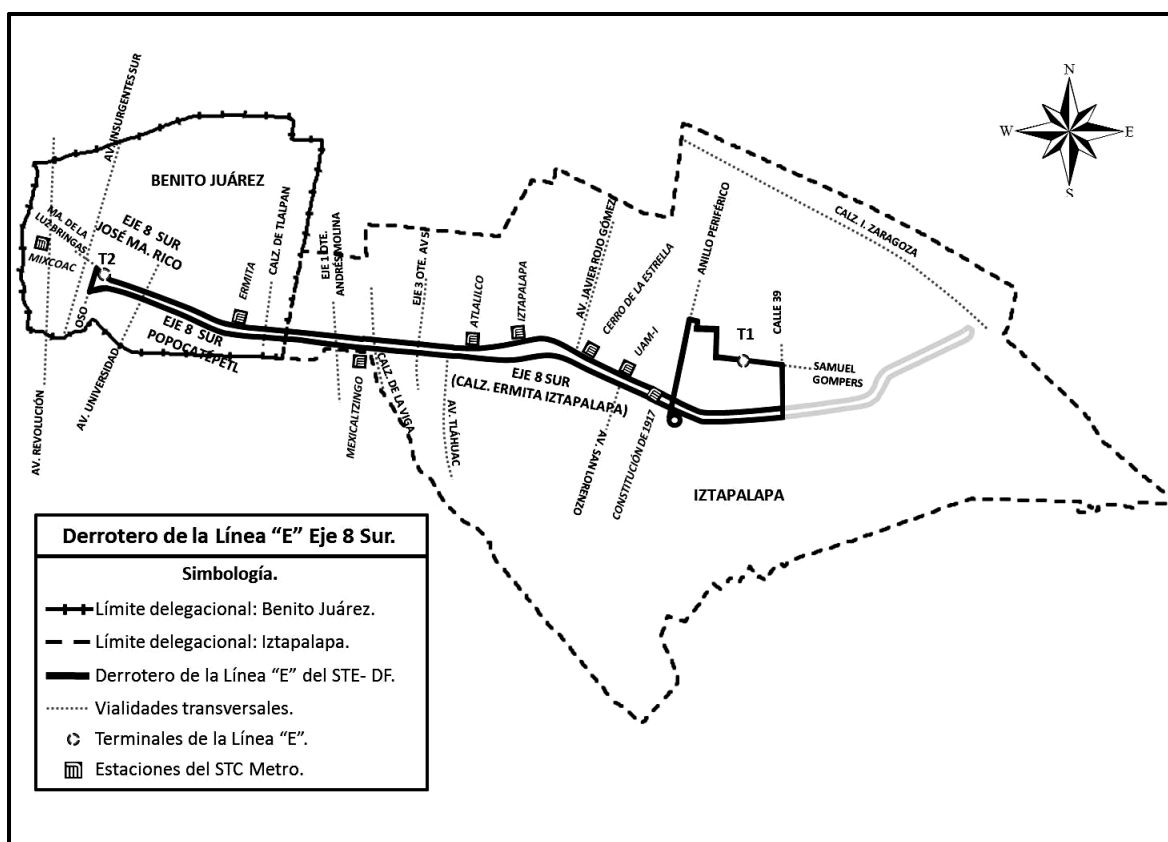
II.2. Trazo de la Línea “E” de Trolebuses en el Eje 8 Sur.

El Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal proyectó la Línea “E” de Trolebuses, respetando parte del recorrido que desde décadas atrás ya hacían en ambos sentidos las líneas de trolebuses que le precedieron sobre la Calzada Ermita Iztapalapa.

La Villa de Ixtapalapa (antiguamente se escribía con “x” en lugar de “z”), tuvo en el pasado una línea de tranvías que le permitía comunicarse con el centro de la ciudad. Desde hace más de cuarenta años, a partir de esta localidad, los trolebuses brindaban servicio sobre Ermita Iztapalapa hacia el poniente, atendiendo los derroteros de Ciudad Universitaria, Tizapan, e incluso, la Unidad Independencia (STE, 2015).

La Línea “E” se proyectó con origen en el Deportivo Santa Cruz Meyehualco (“T1”) y con destino en Insurgentes Sur (Calle Oso) (“T2”), como se muestra en el Mapa 2.

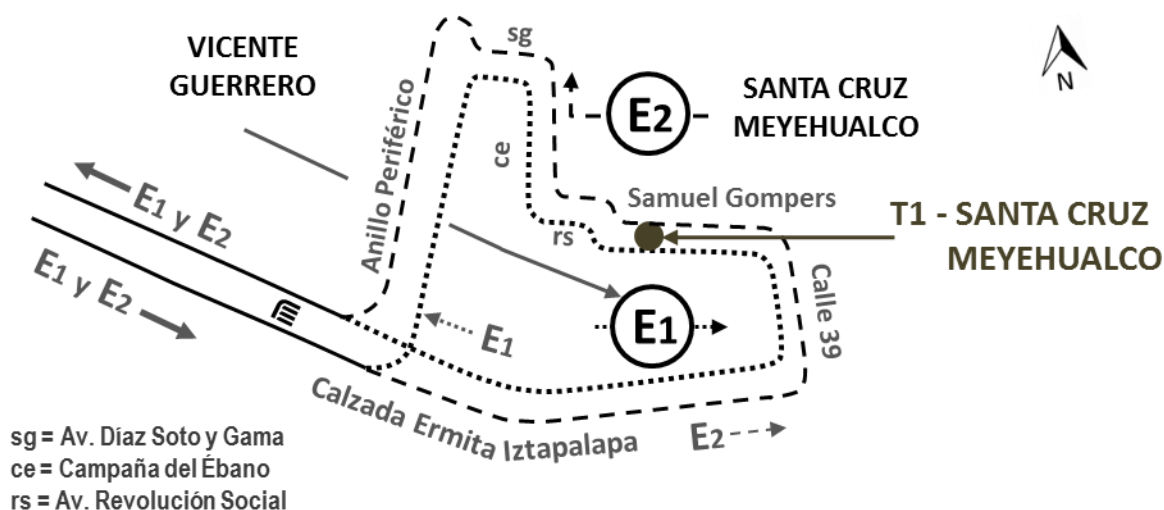
Mapa 2. Derrotero de la Línea “E” de trolebuses.



Fuente: Elaboración propia.

Esta línea elevada, permitía la circulación de trolebuses de la Línea "E" a través del Eje 8 Sur en ambos sentidos, a partir de la calle Oso (a una cuadra de la Av. Insurgentes) hasta la Calle 39 (en Santa Cruz Meyehualco); teniendo a partir de la intersección con el Anillo Periférico (donde actualmente se encuentran las instalaciones del Metro Constitución de 1917, estación terminal de la Línea 8), dos posibles recorridos (E1 y E2) para ingresar hacia la terminal de origen "T1 – Deportivo Santa Cruz Meyehualco", según se aprecia con detalle en el Mapa 3.

Mapa 3. Detalle de los Recorridos E1 y E2.



Fuente: Elaboración propia.

El derrotero E1 – Vicente Guerrero se propuso de la manera siguiente:

- De poniente a oriente (T2 a T1), se realizó ingresando por Anillo Periférico a la Unidad Habitacional Vicente Guerrero, circulando por Díaz Soto y Gama, Campaña del Ébano, Revolución Social y Samuel Gompers.
- De oriente a poniente (T1 a T2), consistía en circular por Samuel Gompers, Calle 39 y Ermita Iztapalapa, hacia Constitución de 1917.

El derrotero E2 – Santa Cruz Meyehualco, se ejecutó en el sentido inverso: ingresando por Santa Cruz Meyehualco y saliendo por la Unidad Habitacional Vicente Guerrero.

Durante décadas, la Línea "E" se distinguió por la calidad del servicio que proporcionaba, al reducir considerablemente sus tiempos de recorrido en la sección que aprovechaba circulando en contraflujo. Con la inauguración de la Línea 12 del Metro y la reestructuración de la red de trolebuses que tuvo lugar en octubre de 2012, se dejó de proporcionar este servicio, ya que había sufrido diversas afectaciones desde que comenzó la construcción de dicho proyecto del Metro.

II.2.1. Principales intersecciones viales en el derrotero estudiado.

Las principales vialidades transversales con las que tiene intersección el trazo del Eje 8 Sur-Calzada Ermita Iztapalapa (Tabla 2), sirven como importantes vías alimentadoras de la zona de estudio, además que permiten conectar a los distintos barrios, colonias y pueblos que se encuentran cerca de esta arteria principal.

Se advierte incluso, que el Eje 8 Sur ofrece cierta facilidad para articular viajes con las vías transversales, muchas de ellas, con trazo predominante de orientación norte a sur.

Tabla 2. Principales intersecciones del Eje 8 Sur en la sección de estudio.

Nombre de la vialidad	Tipo	Tipo de intersección
Av. Insurgentes Sur	Arteria principal de doble sentido de circulación	A nivel y semaforizada
Av. Coyoacán	Vialidad primaria de Norte a Sur	A nivel y semaforizada
Gabriel Mancera	Eje 2 Pte. Eje Vial de Sur a Norte	A nivel y semaforizada
Av. Universidad	Vía primaria de doble sentido de circulación	A nivel y semaforizada
Av. Cuauhtémoc (Av. México-Coyoacán)	Eje 1 Pte. Eje Vial de Norte a Sur	A nivel y semaforizada
Av. División del Norte	Vía primaria de doble sentido de circulación	A nivel y semaforizada
Eje Central Lázaro Cárdenas	Eje Vial de Sur a Norte	A nivel y semaforizada
Calzada de Tlalpan	Vía primaria de acceso controlado y doble sentido de circulación	Paso inferior vehicular en Calzada de Tlalpan
Circuito Interior - Río Churubusco	Vía primaria de acceso controlado y doble sentido de circulación	A nivel y semaforizada; y paso superior vehicular de Circuito Interior sobre Eje 8 Sur
Andrés Molina Enríquez	Eje 1 Ote. Eje Vial de Norte a Sur	A nivel y semaforizada
Calzada de La Viga	Eje 2 Ote. Eje Vial de Sur a Norte	A nivel y semaforizada
Av. 5	Eje 3 Ote. Eje Vial de doble sentido de circulación	Paso superior vehicular sobre Eje 3 Oriente
Av. Tláhuac (Calzada México-Tulyehualco)	Vía primaria de doble sentido de circulación	Entronque donde concluye/ inicia la Calz. México-Tulyehualco
Av. Javier Rojo Gómez	Eje 5 Ote. Eje Vial de doble sentido de circulación	A nivel y semaforizada
Anillo Periférico (Arco Oriente)	Vialidad primaria de doble sentido de circulación	Paso superior vehicular de Anillo Periférico sobre Eje 8 Sur

Fuente: Elaboración propia.

Es posible apreciar en la sección estudiada, lo heterogéneo de la ciudad, pues hacia el poniente se aprecian edificaciones de nivel socioeconómico medio-alto; mientras que hacia el oriente, se observan edificaciones de menor nivel socio económico.

Más adelante, en los incisos II.3.2 y II.3.3, “Usos de suelo” y “Puntos de interés en la zona estudiada”, respectivamente; se analizarán con mayor detenimiento algunos rasgos característicos de la configuración urbana con respecto del corredor de transporte en estudio.

II.2.2. Paradas del derrotero de la Línea “E”.

Esta línea de trolebuses contaba a partir de la intersección con el Anillo Periférico con distintas paradas, debido a las dos derivaciones que había para ingresar a la terminal “T1 – Deportivo Santa Cruz Meyehualco”. El derrotero E1 – Vicente Guerrero tenía asignado un total de 51 paradas con destino al poniente y 53 con dirección al oriente, según se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Paradas de la Línea “E”- Eje 8 Sur, derrotero E1 – Vicente Guerrero.

ORIENTE – PONIENTE (SUBIDA)				PONIENTE – ORIENTE (BAJADA)			
No.	PARADA	No.	PARADA	No.	PARADA	No.	PARADA
T1	DEPORTIVO SANTA CRUZ (T1)	28	GRAL. RADAMÉS GAXIOLA	T2	MA. DE LA LUZ B. Y OSO (T2)	28	BODEGA AUERRERA
1	CALLE 55	29	CENTENO	1	HUERTAS	29	METRO ATLALILCO
2	CALLE 39	30	CJÓN. ARTESANOS (AVENA)	2	SAN FRANCISCO	30	PUENTE TITLA
3	AV. 6	31	CALZ. DE LA VIGA	3	MORAS	31	PROLONG. AYUNTAMIENTO
4	CALZ. ERMITA IZTAPALAPA	32	CLÍNICA 15 I.M.S.S.	4	AV. COYOACÁN	32	CERRO DE LA ESTRELLA
5	CALLE 55	33	SUR 85	5	AMORES	33	AV. JAVIER ROJO GÓMEZ
6	CALLE 71	34	SUR 81 – A	6	AV. UNIVERSIDAD	34	CLÍNICA I.M.S.S. # 43
7	VITO ALESSIO ROBLES	35	SUR 75	7	MAYORAZGO DE SOLÍS	35	MINA
8	2 DE ABRIL	36	SUR 73	8	SAN FELIPE	36	FUNDICIÓN
9	TULIPÁN	37	AV. PLUTARCO E. CALLES	9	PROLONG. UXMAL (PALOMAR)	37	METRO UAM – I
10	CIRO B. CEBALLOS	38	MIRAVALLE	10	AV. PORTALES	38	CAMPANULA
11	PERIFÉRICO	39	ALHAMBRA	11	DIVISIÓN DEL NORTE	39	MATAMOROS (GASOLINERA)
12	MANUEL ROJAS	40	CANARIAS	12	EJE CENTRAL	40	MARGARITA
13	MATAMOROS (GASOLINERA)	41	EJE CENTRAL	13	CANARIAS	41	HORTENSIAS
14	METRO UAM – I	42	TOKIO	14	ALHAMBRA	42	AV. DE LAS TORRES
15	GUADALUPE VICTORIA	43	PIRINEOS	15	J. PALACIOS	43	PERIFÉRICO
16	MINA	44	PROLONG. UXMAL	16	AV. PLUTARCO E. CALLES	44	CÁNDIDO AGUILAR
17	LIC. JAVIER ROJO GÓMEZ	45	CUAUHTÉMOC	17	SUR 69	45	RAFAEL MARTÍNEZ
18	CALLE CERRO DE LA ESTRELLA	46	AV. UNIVERSIDAD	18	SUR 73	46	REVOLUCIÓN SOCIAL Y PERIFÉRICO
19	AYUNTAMIENTO	47	GABRIEL MANCERA	19	AURIGA	47	EDIFICIO 25 (CALLE 3)
20	METRO IZTAPALAPA	48	AV. COYOACÁN	20	CRUZ DEL SUR	48	AV. DÍAZ SOTO Y GAMA
21	MANUEL GONZÁLEZ	49	MORAS	21	CJÓN. CHABACANO (LA VIGA)	49	CAMPAÑA DEL ÉBANO
22	METRO ATLALILCO	50	SAN FRANCISCO	22	AVENA	50	COMBATE DE CELAYA
23	1ER CJÓN. SAN NICOLÁS	51	RECREO	23	MAÍZ	51	3ª CERRADA DE JOSÉ VICTORIA
24	AV. TOLTECAS	T2	MA. DE LA LUZ B. Y OSO (T2)	24	ARNESES (EJE 3 OTE)	52	REVOLUCIÓN SOCIAL
25	HOSPITAL INFANTIL			25	TROJES	53	SAMUEL GOMPERS
26	AV. AÑO DE JUÁREZ			26	SUR 125 – A	T1	DEPORTIVO SANTA CRUZ (T1)
27	AV. 5 (EJE 3 OTE)			27	AV. TLÁHUAC		

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del DF.

Por otro lado, el derrotero E2 – Santa Cruz Meyehualco contaba con 52 paradas en dirección poniente y 56 en sentido oriente, mismas que se muestran a continuación, en la Tabla 4.

Tabla 4. Paradas de la Línea “E”- Eje 8 Sur, derrotero E2 – Santa Cruz Meyehualco.

ORIENTE – PONIENTE (SUBIDA)				PONIENTE – ORIENTE (BAJADA)			
No.	PARADA	No.	PARADA	No.	PARADA	No.	PARADA
T1	DEPORTIVO SANTA CRUZ (T1)	29	GRAL. RADAMÉS GAXIOLA	T2	MA. DE LA LUZ B. Y OSO (T2)	29	METRO ATLALILCO
1	J. BARRAGÁN	30	CENTENO	1	HUERTAS	30	PUENTE TITLA
2	CAMPAÑA DEL ÉBANO	31	CJÓN. ARTESANOS (AVENA)	2	SAN FRANCISCO	31	CONVENTO
3	3º. CDA. DE JOSÉ VICTORIA	32	CALZ. DE LA VIGA	3	MORAS	32	PROLONG. AYUNTAMIENTO
4	COMBATE DE CELAYA	33	FRENTE A CLÍNICA 15 I.M.S.S.	4	AV. COYOACÁN	33	CERRO DE LA ESTRELLA
5	2º. CDA. DE L. MORONES	34	SUR 85	5	AMORES	34	AV. JAVIER ROJO GÓMEZ
6	1º. C. DE FELIPE SÁNCHEZ	35	SUR 81 – A	6	AV. UNIVERSIDAD	35	CLÍNICA I.M.S.S. # 43
7	SOTO Y GAMA	36	SUR 75	7	MAYORAZGO DE SOLÍS	36	MINA
8	CALLE 4	37	SUR 73	8	SAN FELIPE	37	FUNDICIÓN
9	REGISTRO CIVIL	38	AV. PLUTARCO ELÍAS CALLES	9	PROLONG. UXMAL (PALOMAR)	38	METRO UAM – I
10	REVOLUCIÓN SOCIAL	39	MIRAVALLE	10	AV. PORTALES	39	CAMPANULA
11	PORFIRIO DEL CASTILLO	40	ALHAMBRA	11	DIVISIÓN DEL NORTE	40	MATAMOROS (GASOLINERA)
12	CALZ. ERMITA IZTAPALAPA	41	CANARIAS	12	EJE CENTRAL	41	MARGARITA
13	MANUEL ROJAS	42	EJE CENTRAL	13	CANARIAS	42	HORTENSIAS
14	MATAMOROS (GASOLINERA)	43	TOKIO	14	ALHAMBRA	43	AV. DE LAS TORRES
15	METRO UAM – I	44	PIRINEOS	15	J. PALACIOS	44	PERIFÉRICO
16	GUADALUPE VICTORIA	45	PROLONG. UXMAL	16	AV. PLUTARCO E. CALLES	45	MANTO
17	MINA	46	CUAUHTÉMOC	17	SUR 69	46	E. CAMARILLO
18	LIC. JAVIER ROJO GÓMEZ	47	AV. UNIVERSIDAD	18	SUR 73	47	MANUEL ACUÑA
19	CALLE CERRO DE LA ESTRELLA	48	GABRIEL MANCERA	19	AURIGA	48	ANTONIO PLAZA
20	AYUNTAMIENTO	49	AV. COYOACÁN	20	CRUZ DEL SUR	49	HIDALGO
21	METRO IZTAPALAPA	50	MORAS	21	CJÓN. CHABACANO (LA VIGA)	50	ALTAMIRANO
22	MANUEL GONZÁLEZ	51	SAN FRANCISCO	22	AVENA	51	MAURILIO MEJÍA
23	METRO ATLALILCO	52	RECREO	23	MAÍZ	52	CAÑAS
24	1ER CJÓN. SAN NICOLÁS	T2	MA. DE LA LUZ B. Y OSO (T2)	24	ARNESES (EJE 3 ORIENTE)	53	AV. DOS
25	AV. TOLTECAS			25	TROJES	54	AV. SEIS
26	HOSPITAL INFANTIL			26	SUR 125 – A	55	SAMUEL GOMPERS
27	AV. AÑO DE JUÁREZ			27	AV. TLÁHUAC	56	CALLE 55
28	AV. 5 (EJE 3 ORIENTE)			28	BODEGA AURRERA	T1	DEPORTIVO SANTA CRUZ (T1)

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del DF.

II.2.3. Conectividad de la Línea “E” con el transporte público.

Como se ha advertido en el transcurso de la presente investigación, debido a la configuración de la ciudad, consecuencia del proceso precariamente controlado de expansión urbana durante el último medio siglo; se ha acentuado la relevancia de la Calzada Ermita Iztapalapa para la región oriente de la Zona Metropolitana del Distrito Federal, pues a pesar de la ejecución del proyecto de ejes viales y la posterior ampliación hacia el oriente de algunos arcos de éstos, no hay propiamente una vía paralela al norte o al sur que en caso de alguna eventualidad, pueda auxiliarle como probable vía alterna para canalizar los flujos que por ella transitan habitualmente.

La sección comprendida entre Constitución de 1917 e Insurgentes Sur de la Línea “E”, representa indudablemente, la trayectoria más directa para comunicar los viajes generados o atraídos entre los nodos de origen y destino referidos. Además, no existe la posibilidad de realizar estos viajes de manera directa en Metro, aunque existan dos líneas operando debajo del derecho de vía del Eje 8 Sur.

II.2.3.1. Conectividad con el Sistema de Transporte Colectivo, Metro.

Pese a que los diferentes estudios de transporte desarrollados décadas atrás, reconocían sistemáticamente las dimensiones del notable número de viajes que se efectuaban entre Constitución de 1917 e Insurgentes Sur y que sugerían resolver dicha demanda de viajes a lo largo del trazo del Eje 8 Sur, con la introducción del servicio del metro en modalidad subterránea, según consta en el “Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros” de 1996 y en versiones previas de éste, la Línea 12, originalmente concebida de Mixcoac a Constitución de 1917, nunca entró en operación como en un inicio se proyectó.

En el documento antes citado, se indicaba que la construcción de la Línea 12 del Metro se haría de Mixcoac a Atlalilco y que el tramo previamente construido de la Línea 8 de Atlalilco a Constitución de 1917, se incorporaría a la Línea 12 cuando ésta se inaugurara. El Gobierno del Distrito Federal (2006-2012), decidió modificar tanto el trazo como la tecnología propuestos para dicha línea, por lo que aquello que había sido cuidadosamente estudiado y establecido en diferentes versiones del “Plan Maestro del Metro”, finalmente no se ejecutó conforme indicaban reiteradamente los estudios.

En la actualidad, el metro subterráneo tiene en funcionamiento a dos líneas por debajo del derecho de vía del Eje 8 Sur, con las estaciones que a continuación se nombran:

- Línea 12: (Zapata y Parque de los Venados, sobre el Eje 7 Sur, apenas a dos cuadras al norte del Eje 8 Sur, aproximadamente a 500 metros), Eje Central, Ermita (correspondencia con la Línea 2) y Mexicaltzingo.

- Línea 8: Atlalilco (correspondencia con la Línea 12), Iztapalapa, Cerro de la Estrella, UAM-I (originalmente, llamada La Purísima) y Constitución de 1917.

La circunstancia anteriormente descrita, imposibilita viajar de manera directa en Metro entre Insurgentes Sur y Constitución de 1917, pues aunque exista la correspondencia de las líneas 12 y 8 en Atlalilco, la distancia que separa ambas estaciones con el mismo nombre, obliga a que el usuario realice un incómodo, inconveniente y muy prolongado transbordo.

II.2.3.2. Conectividad con el Sistema Metrobús.

El sistema de autobuses de alto desempeño, denominado BRT (por sus siglas en inglés) y nombrado Metrobús en el Distrito Federal, al momento de la realización del presente trabajo de investigación, tiene 6 líneas en operación y otra más en etapa de proyecto (Línea 7).

La Línea "E" de trolebuses tuvo su terminal (T2) en la Calle Oso, apenas a una cuadra de Insurgentes Sur, muy cerca de donde se localiza la estación Río Churubusco de la Línea 1 del Metrobús; la más importante de ese sistema y que brinda servicio entre el Metro Indios Verdes y El Caminero a lo largo de la Av. Insurgentes.

En la actualidad, esta estación sería la única posibilidad para transferir pasajeros entre la Línea "E" de trolebuses y el sistema Metrobús. No obstante, el Gobierno del Distrito Federal tiene planeada en el corto plazo la ampliación de la Línea 5 de Metrobús, de San Lázaro hacia la Glorieta de Vaqueritos, consiguiéndose así la conectividad de estos dos sistemas también en la intersección de Ermita Iztapalapa y Eje 3 Oriente.

II.2.3.3. Conectividad con el Servicio de Transportes Eléctricos del DF.

La red de trolebuses que se planteó con la creación de los Ejes Viales, tenía una amplia cobertura y una notable presencia dentro de la ciudad, como se indicó durante el desarrollo del Capítulo I "Aspectos históricos relevantes en la prestación del servicio de transporte eléctrico en la Ciudad de México", donde se refirió la existencia de un parque vehicular de 1,115 trolebuses en el año de 1987.

Sin embargo, ha sido particularmente notoria la reducción de la presencia del Servicio de Transportes Eléctricos a partir de la creación del Gobierno del Distrito Federal, pues desde 1997 no se ha adquirido ninguna unidad (nueva o usada) para este organismo, mientras que en este periodo de casi 19 años, muchos vehículos han cumplido ya su vida útil e incluso han salido de circulación. Ante esta reducción del parque vehicular, (actualmente son solo 290 trolebuses programados²), el Servicio de Transportes Eléctricos ha estado imposibilitado de mantener la cobertura del servicio que tuvo en la época del Departamento del Distrito Federal.

² Flota vehicular programada, según la página electrónica del STE-DF. (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2015).

En este contexto, en la Tabla 5 se destaca la amplia conectividad que la Línea "E" ofrecía con otras líneas de trolebuses, aclarándose que al momento de la redacción de este documento, sólo se mantiene activa una línea, la más importante del sistema, la Línea "A".

Tabla 5. Intersección de la Línea "E" con otras Líneas de Trolebuses.

Línea de Trolebús	Origen	Destino	Estado Actual	Información Adicional
Eje Vial: Eje Central Lázaro Cárdenas				La conexión de las Líneas "A" y "E" es en la intersección del Eje Central y El Eje 8 Sur, denominada estación "Popocatepetl" del Corredor Cero Emisiones (tiene el mismo nombre en los sentidos norte-sur y sur-norte) y coincide con la ubicación de la estación "Eje Central" de la Línea 12 del Metro.
Línea "A"	C. Camionera del Norte	C. Camionera del Sur	Activa: Corredor Cero Emisiones No. 1	
Eje Vial: Eje 3 Oriente				El Eje 3 Ote., ha sido considerado una de las vías de mayor relevancia para atender los viajes en la ZMVM, pues al ser una vía bidireccional, facilita que todo tipo de vehículo pueda desplazarse desde el norte de la ciudad (Río de los Remedios – Periférico Norte) hasta el sur (Cafetales – Periférico Sur), sin la necesidad de transitar por el centro de la ciudad. El 11 de septiembre de 2001, ambas líneas (R1 y R2) se fusionaron con la Línea F y para 2003, dichas líneas quedan separadas debido a las obras de construcción de puentes vehiculares de Av. del Taller y Lorenzo Boturini. El 28 de octubre de 2006 las Líneas R1 y R2 ampliaron su derrotero hasta el Metro Moctezuma de la Línea 1 y el 23 de octubre del 2008 dejaron de brindar servicio. La Línea "F" dejó de operar de manera definitiva el 02 de diciembre de 2008, porque en esa época se estaba preparando el proyecto para la Línea "3" de Metrobús (que finalmente, correspondería a la actual Línea "5" de dicho sistema, que se puso en operación a finales de 2013).
Línea "F1"	Nueva Atzacolco	M. San Lázaro	Cancelada	
Línea "F2"	M. San Lázaro	Calz. Ermita Iztapalapa	Cancelada	
Línea "F"	Nueva Atzacolco	M. San Lázaro	Cancelada	
Línea "P"	Calz. Ermita Iztapalapa	Villa Coapa (Cafetales)	Cancelada	
Línea "R1"	M. Escuadrón 201	Unidad CTM Culhuacán	Cancelada	
Línea "R2"	M. Escuadrón 201	Villa Coapa	Cancelada	
Eje Vial: Eje 5 Oriente				La Línea "Q", llegó a ser considerada en 2008 como una posible propuesta del STE para la futura creación de un Corredor Cero Emisiones.
Línea "Q"	Metro Pantitlán	Metro Iztapalapa	Cancelada	
Vialidad Primaria: Periférico Oriente y Av. Tláhuac				La Línea "T1", inicialmente proyectada del Metro Constitución de 1917 al Panteón San Lorenzo Tezonco, amplió su cobertura al Plantel SLT de la UACM a partir del 27 de septiembre de 2004. Con la construcción de la Línea 12 del Metro suspendió operaciones, aunque el derrotero continúa siendo atendido por RTP.
Línea "T1"	Metro Constitución de 1917	UACM - SLT	Temporalmente suspendida	

Fuente: Elaboración propia, con información del STE.

Actualmente, las líneas “F”, “P”, “Q”, “R1” y “R2” se encuentran canceladas definitivamente; mientras que la “T1”, según el STE, se encuentra temporalmente suspendida por los trabajos de construcción de la Línea 12 del STC Metro, aunque dicho proyecto fue inaugurado en 2012.

II.2.3.4. Conectividad con otros servicios de transporte público.

En el recorrido del Eje 8 Sur, se tiene una amplia cobertura de transporte público, pues como se indicó en la Tabla 2 (Principales intersecciones del Eje 8 Sur en la sección de estudio), esta vialidad ofrece amplias posibilidades de interconexión.

De esta manera, el transporte público aprovecha la disponibilidad de la infraestructura anteriormente referida, con múltiples derroteros y diferentes modalidades de servicio, pues además de los corredores de gran capacidad que ya se indicaron, como Metrobús Línea 1 y el Corredor Cero Emisiones 1, ofrece la posibilidad de establecer conexión con los servicios ordinario y expreso de RTP, con los relativamente nuevos corredores concesionados, o bien, con los convencionales servicios de colectivo en ruta fija (microbuses).

Tabla 6. Servicios de transporte público que ofrecen conectividad con la Línea “E”.

Nombre de la vialidad	Servicios o instalaciones de transporte público que ofrecen conectividad modal con el trazado de la Línea “E”	
Av. Insurgentes Sur	Metrobús Línea 1	Línea 1: Indios Verdes – El Caminero
Gabriel Mancera	Colectivo Ruta 1	M. Coyoacán – M. Sevilla E. Azteca / OF. PEMEX
Av. Universidad	Colectivo Ruta 1 Corredor CUPOSA	Politécnico / M. Xola – Universidad Corredor Universidad Politécnico S.A.
Av. Cuauhtémoc (Av. México-Coyoacán)	Colectivo Ruta 1	C. U – Margarita Maza de Juárez
Av. División del Norte	Colectivo Ruta 2	M. Chapultepec – División del Norte
Eje Central Lázaro Cárdenas	Servicio de Transportes Eléctricos	Línea “A”: Corredor Cero Emisiones
Calzada de Tlalpan	STC Metro Corredor Tlalpan TSTG Ruta 111 Colectivo R26	Estación Ermita (Líneas 2 y 12) Transportes y Servicios Terrestres Grupo Ruano Tasqueña – M. Zapata
Circuito Interior - Río Churubusco	Colectivo Ruta 10 RTP Expreso Bicentenario	M. Aeropuerto – Insurgentes Circuito Bicentenario
Calzada de la Viga	Corredor COVITENI RTP Ruta 37	Corredor Viga – Tepito Nueva Imagen R1 R 37 U.C.T.M. Atzacolco – Carmen Serdán
Av. 5	RTP Ruta 39-A RTP Ruta 39-B Colectivo Ruta 12 Colectivo Ruta 108	R 39A M. San Lázaro – Xochimilco por Cafetales R 39B M. San Lázaro – Xochimilco por Miramontes M. San Lázaro – Miramontes M. San Lázaro – Calz. de las Bombas
Av. Tláhuac (Calzada México-Tulyehualco)	STC Metro	Estación Atlalilco (Líneas 8 y 12)
Av. Javier Rojo Gómez	Colectivo Ruta 11	M. Pantitlán – Rojo Gómez M. Zaragoza – M. Iztapalapa M. Constitución de 1917 – M. Pantitlán
Anillo Periférico (Arco Oriente)	STC Metro RTP Ruta 47-A	Terminal Constitución de 1917 (Línea 8) R 47-A Alameda Oriente – Xochimilco/Nativitas

Fuente: Elaboración propia.

Con la información que se ha expuesto, se puede advertir con claridad cuál es la relevancia que tiene el Eje 8 Sur, no sólo como la vía que permite la realización de viajes entre la zona de Insurgentes Sur y Constitución de 1917, sino como la infraestructura que permite una notable conectividad modal para la articulación de viajes en una amplia zona de influencia dentro de la ciudad.

De ahí, la relevancia de estudiar probables alternativas para el reordenamiento del transporte público de superficie que opera a través de este importante eje vial. En el Capítulo III, "Diagnóstico de las condiciones actuales en la zona de estudio", se analizarán las características generales de la oferta del transporte público que actualmente explota el servicio a través de esta vialidad.

II.3. El entorno y su relación con las zonas generadoras y atractoras de viajes.

La notable cantidad de viajes que diariamente se realizan en la ciudad, son resultado de las actividades cotidianas que deben desempeñar sus pobladores. La distribución geográfica de los sitios donde dichas actividades tienen lugar, en forma planificada o no, refuerza la estrecha relación del transporte con esas zonas que tienen como origen o destino los pasajeros.

A través de los recorridos realizados en el Eje 8 Sur, se pueden distinguir importantes zonas que atraen y/o generan diversos tipos de viajes que deben ser atendidos por medio del transporte público o privado.

Para comprender la relación que existe entre los conceptos de desarrollo urbano, entorno urbano, zonas generadoras y atractoras de viajes y líneas de deseo; a continuación se presenta la definición de cada término, de acuerdo a lo que mencionan diversos autores y a lo que estipula la legislación vigente en la materia.

El término "desarrollo urbano", se entiende como el "proceso de adecuación y ordenamiento, a través de la planeación del espacio o entorno urbano, en sus aspectos físicos, económicos, políticos y sociales, que implican una expansión física y demográfica, un incremento de las actividades productivas, la elevación de las condiciones socioeconómicas de la población, la conservación y mejoramiento del medio ambiente; así como el mantenimiento y funcionamiento adecuado de las ciudades" (Lazo, 1988).

La *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal* de 1996, define como "entorno urbano" al "conjunto de elementos tanto construidos como naturales que conforman el territorio y que constituyen el marco de referencia y convivencia de los habitantes; determinado por las características físicas, costumbres y usos".

De acuerdo con esta misma legislación, se entiende por "espacio urbano", "al volumen ubicado, determinado, condicionado y desarrollado sobre el suelo urbano en un ámbito donde existen edificaciones o que es susceptible de ser edificado".

Diversos autores definen a un “polo generador y atractor de viajes” como “el establecimiento (escuela, conjunto de oficinas, centro comercial, etc.) cuyas actividades generan o atraen, directa o indirectamente, gran cantidad de desplazamientos de personas o cargas que temporalmente reducen el nivel de servicio de la vía” (Giolito et al., 1999). Asimismo, la *Compañía de Ingeniería de Tránsito en Brasil* considera que estos “polos” causan efectos negativos en la circulación de su entorno inmediato y, en ciertos casos, perjudican la accesibilidad o agravan las condiciones de seguridad de vehículos y peatones.

En lo que respecta al término “líneas de deseo”, se entiende como “el resultado de la convergencia de los viajes que se dan en una determinada zona, en donde es posible conocer la trayectoria y los puntos de origen y destino del usuario para de esta manera poder realizar el diseño de una red o ruta de transporte”.

De acuerdo con las definiciones anteriores, a continuación se mencionan las colonias, los usos de suelo y las áreas de interés, comprendidas dentro de la zona de estudio.

II.3.1. Colonias atendidas con el trazo de la Línea “E”.

El trazo que tenía la Línea “E” de trolebuses comprendía 9 colonias de la delegación Benito Juárez y 30 de Iztapalapa, como se puede apreciar en la Tabla 7. De ellas, Xoco, Santa Cruz Atoyac, Portales, Ermita, Mexicaltzingo, Constitución de 1917, Santa Cruz Meyehualco y la Unidad Vicente Guerrero; son de las colonias sobresalientes debido a la proporción y características del uso del suelo urbano; ya que además de representar extensas zonas de uso habitacional (con numerosas unidades habitacionales) y habitacional con comercio en planta baja, albergan también importantes equipamientos, como estaciones del STC Metro, centros comerciales y sitios para recreación.

Tabla 7. Colonias relacionadas con la zona de estudio, dentro de las Delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa.

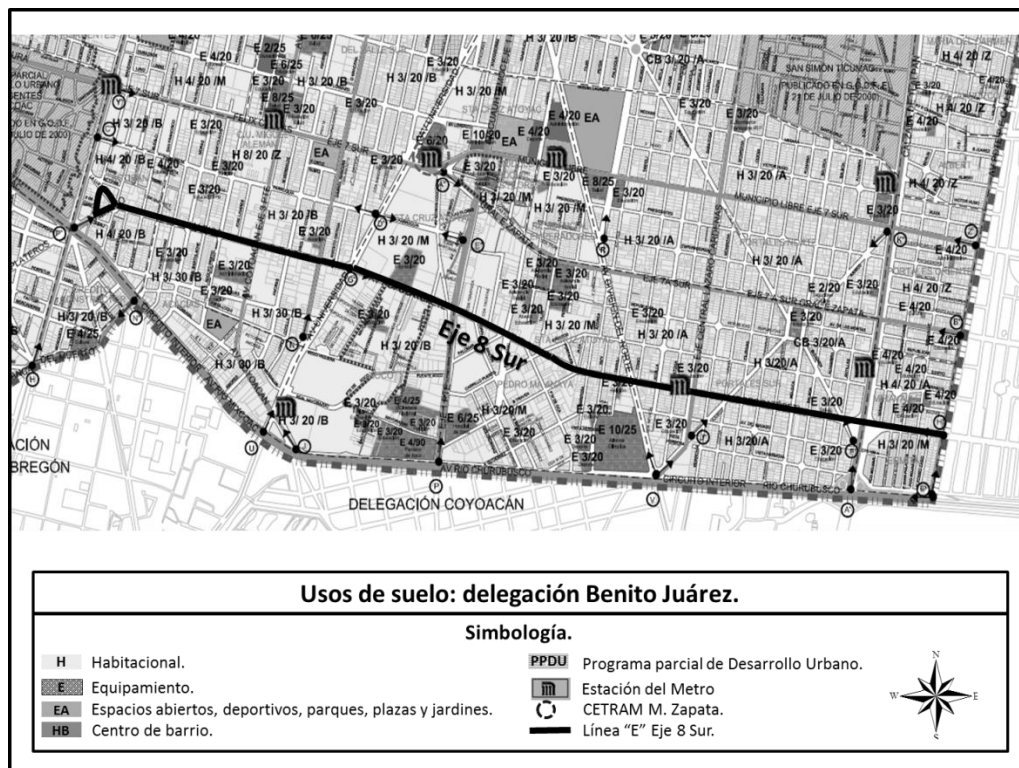
Delegación Benito Juárez.	Delegación Iztapalapa.
Actipan	El Prado
Acacias	Banjidal
Del Valle Sur	Justo Sierra
Xoco	Sinatel
Santa Cruz Atoyac	Cacama
General Pedro Ma. Anaya	Pueblo Mexicaltzingo
Portales Sur	Granjas Esmeralda
Ermita	Escuadrón 201
Miravalle	Progreso del Sur
	Minerva
	Granjas de San Antonio
	Los Cipreses
	Santa Isabel Industrial
	Barrio Santa Bárbara
	Ampliación Ricardo Flores Magón
	Barrio San Lucas
	Ricardo Flores Magón
	El Santuario
	Barrio San Pablo
	El Molino
	Barrio San Miguel
	San Miguel 8va Ampliación
	Los Ángeles
	Constitución de 1917
	La Era I y II
	Jacarandas
	Colonial Iztapalapa
	Pueblo Santa Cruz Meyehualco
Santa Cruz	
Unidad Vicente Guerrero	

Fuente: Plano de colonias de la Delegación Benito Juárez (2005) y de la Delegación Iztapalapa (2008).

II.3.2. Usos de suelo.

Dentro de la delegación Benito Juárez, se tiene poca variedad del uso del suelo urbano, pues fundamentalmente es de tipo mixto y habitacional, con algunas zonas de equipamiento y áreas verdes, tal y como se puede apreciar en el Mapa 4.

Mapa 4. Uso del suelo urbano en la delegación Benito Juárez.



Fuente: Edición propia, mapa tomado de SEDUVI, 2005.

Conforme al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU) de Benito Juárez de 2005, la delegación tiene una importante participación del uso de suelo de uso mixto, seguido del de vivienda. (Tabla 8).

Tabla 8. Uso del suelo en Benito Juárez.

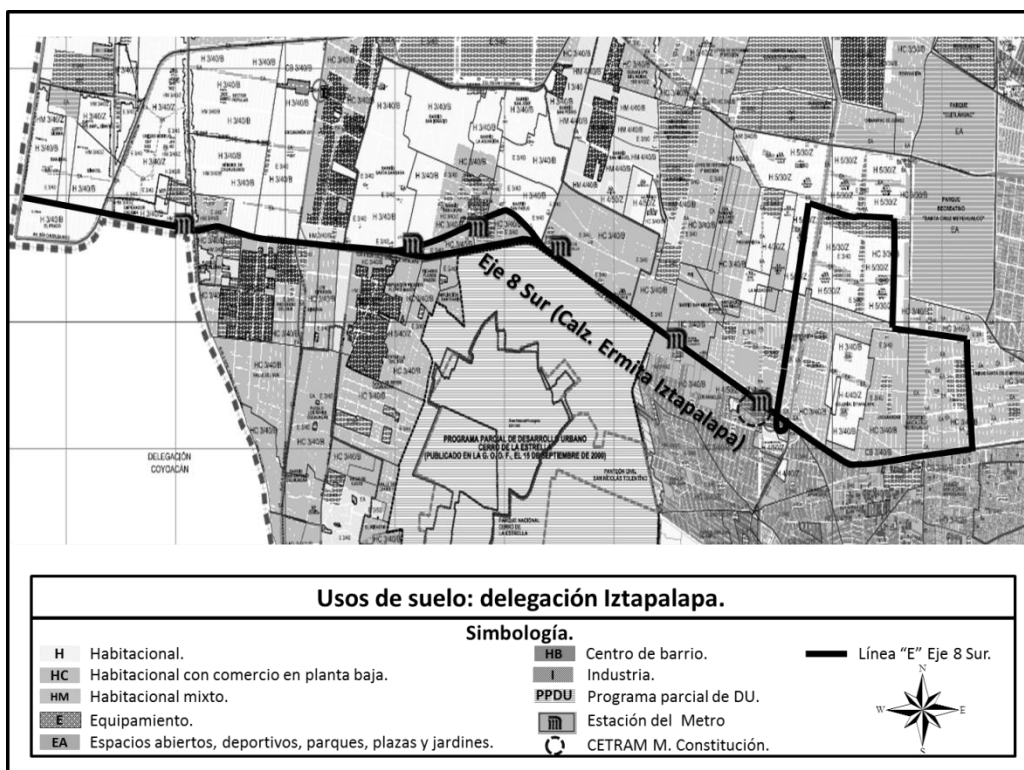
Uso de suelo	Porcentaje
Mixto	32
Vivienda	28
Vialidad	27
Equipamiento	9
Industria	2
Espacios abiertos	1
Baldíos	1

Fuente: PDDU de Benito Juárez, 2005.

En recorridos realizados a través de la vía en estudio, se confirma lo que indica esta tabla, pues en efecto predomina la presencia de casas habitación con comercio en planta baja.

En lo que respecta a la sección analizada dentro de la delegación Iztapalapa, se presentan distintos usos de suelo, pero los predominantes son: el habitacional y habitacional con comercio, según se aprecia en el Mapa 5.

Mapa 5. Uso del suelo urbano en la delegación Iztapalapa.



Fuente: Edición propia, mapa tomado de SEDUVI, 2008.

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU) de Iztapalapa de 2008, la delegación presenta menor variedad del uso del suelo urbano, donde sobresale la participación que tiene el de tipo habitacional; y si se contempla conjuntamente con el del habitacional de usos mixtos, este uso de suelo representa alrededor del 59% del total que conforma a esta delegación.

Tabla 9. Uso del suelo en Iztapalapa.

Uso de suelo	Porcentaje
Habitacional	46
Equipamiento urbano	19
Habitacional con comercio y usos mixtos	13
Espacios abiertos	12
Áreas de conservación	7
Industrial	3

Fuente: PDDU de Iztapalapa, 2008.

II.3.3. Puntos de interés en la zona estudiada.

En el Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa, existen diversas zonas que para la población resultan ser de gran interés, lo que las caracteriza como polos atractores y generadores de viajes para los usuarios de esta infraestructura, es por ello que a continuación se hace referencia a aquellos puntos de interés que junto con las vialidades, le confieren gran relevancia a la zona de estudio y que en conjunto generan una importante rotación de demanda en días laborales y fines de semana.

En los diversos recorridos que se realizaron en la vía de estudio, se confirmó que los flujos viales se canalizan a través de este eje, porque su trazo ofrece diversas ventajas con respecto de otras vialidades, como una amplia posibilidad de conectividad, debido a la diversidad de servicios de transporte público que cruzan y/o transitan a lo largo de esta vía; además de la red vial que intersecta con ésta y que suele ser importante por los puntos de interés que en su entorno se encuentran.

Tabla 10. Zonas atractoras y generadoras de viajes.

Zonas y/o puntos de interés*	Características
Av. Insurgentes Sur	Existen diversas construcciones como oficinas privadas, corporativas, centros comerciales, restaurantes, bares, hoteles, centros nocturnos, comercios de lujo y teatros. Por ejemplo: Plaza Galerías Insurgentes, Liverpool, Parque Hundido, entre otros.
Av. Universidad	Sobresalen centros comerciales, bancos, agencias automotrices y vivienda de nivel socioeconómico alto. Se distingue el centro comercial más antiguo del sur de la capital y el más concurrido: Plaza Universidad y en cuya zona de influencia existe un flujo peatonal muy importante, por la proximidad de la estación del Metro Zapata.
Eje 1 Poniente	Canaliza el tránsito de vehículos de norte a sur y es posible llegar a importantes equipamientos urbanos, como son la Cineteca Nacional y el Hospital General Xoco.
Eje Central	Es primordial para la ciudad porque comunica con comercios, colonias, edificios públicos y establecimientos icónicos del Distrito Federal y específicamente, de su Centro Histórico, además de la posibilidad de comunicar el sur con el norte de la ciudad.
Calzada de Tlalpan	Vía que históricamente ha comunicado al centro con el sur de la ciudad y en donde brinda servicio la línea más importante del STC Metro, en función del número de pasajeros que diariamente transporta.
Circuito Interior - Río Churubusco	Permite comunicar varias zonas urbanas sin la necesidad de ingresar por el centro de la ciudad.
Eje 2 Ote (Calz. de La Viga)	En esta zona (vía construida sobre el antiguo Canal de La Viga, que era una importante vía fluvial para el comercio de productos agrícolas y actividades recreativas del sur al centro de la ciudad), es habitual la ocurrencia de conflictos de tránsito, porque es ahí donde la Calz. Ermita Iztapalapa cambia de configuración: de vía de un solo sentido de circulación a vía de doble sentido de circulación. Además de que los vehículos particulares y de transporte concesionado que circulan de oriente a poniente, al no poder continuar de frente, se incorporan a la Calz. de La Viga para continuar su viaje.
Av. Tláhuac	Zona de gran importancia para los residentes de las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac, muestra de ello es que a partir de la estación Atlalilco, el proyecto de la Línea 12 del Metro se sobrepuso con el trazo de esta vialidad.
Eje 5 Ote (Av. Javier Rojo Gómez)	Tiene un ancho de calzada que permite canalizar flujos en ambos sentidos entre Ignacio Zaragoza y Ermita Iztapalapa (entronque donde concluye). Esta avenida tiene intersección con otras vías importantes como los Ejes 3, 4, 5 y 6 Sur.

Tabla 10. Zonas atractoras y generadoras de viajes (continuación).

Zonas y/o puntos de interés*	Características
Anillo Periférico	Debido a su trazo permite conectar con distintas e importantes zonas de la periferia de la Ciudad de México.
Vicente Guerrero y Santa Cruz Meyehualco	Esta zona se caracteriza por contar con un extenso lote de unidades habitacionales, que conforme al horario se convierten en importantes generadores y/o atractores de viajes.
Equipamientos de salud y recreativos	Destaca la participación del Hospital Infantil del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (I.S.S.S.T.E), Hospital Pediátrico de Iztapalapa, la Clínica 15 del Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S) y el Deportivo Santa Cruz Meyehualco.
Equipamientos educativos	Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.7 (CECyT 7 Cuauhtémoc), Instituto de Educación Media Superior No.4 (IEMS Iztapalapa 4), Universidad Tecnológica de México (UNITEC) Campus Iztapalapa y Colegio de Bachilleres Plantel No.6 Vicente Guerrero.
Equipamiento para usuarios del transporte	CETRAM de Zapata y Constitución de 1917. Y las estaciones del STC Metro como Zapata, Eje Central, Ermita, Mexicaltzingo, Atlalilco, Iztapalapa, Cerro de la Estrella y UAM-I, que en conjunto, originan y/o captan gran cantidad de viajes que también se distribuyen en distintas rutas de transporte público que se encuentran operando a lo largo de la zona de estudio.

* Nota: Es importante destacar, que el horario es un factor determinante para el comportamiento de las zonas atractoras y generadoras de viajes en los puntos mencionados en esta tabla, puesto que por las mañanas las zonas habitacionales se convierten en polos generadores de viajes; mientras que los equipamientos destinados a comercio, salud y educación, entre otros, son destacados atractores de dichos viajes. La situación inversa ocurre por las tardes y noches, donde estos últimos puntos resultan ser generadores significativos de viajes. Es decir, en general, la ciudad aporta numerosos ejemplos de cómo en función del horario se invierte el sentido de los viajes.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del complejo entrelazado que tiene la ciudad, el transporte, la infraestructura y los equipamientos, tienen un papel determinante en la configuración de las líneas de deseo, porque al modificarse alguno de estos componentes, se inducen cambios en mayor o en menor medida en todos los demás.

Los elementos descritos en la Tabla 10, habitualmente inducen los flujos de personas y vehículos dentro de la zona de estudio; pero éstos se modificarán en función de si es un día laboral, de asueto o fin de semana. Especial interés reviste el periodo de Semana Santa en las zonas inmediatas a la explanada de la Delegación Iztapalapa y el Cerro de la Estrella, porque generan variaciones sustanciales en el comportamiento de la demanda.

Capítulo III. Diagnóstico de las condiciones actuales en la zona de estudio.

III.1. Descripción de la situación actual.

En el capítulo anterior, se estudiaron las características del trazo, las secciones transversales con sus correspondientes anchos de calzada, las principales intersecciones con el sistema de vialidades existentes y la conectividad con el servicio de transporte público que, entre otras generalidades, distinguen a la vía donde se plantea la implementación de un corredor de transporte público de pasajeros de alta capacidad. En este capítulo, se describirán las problemáticas identificadas en lo que concierne a la prestación de los servicios de transporte público que actualmente están disponibles en la sección de estudio.

La interpretación del actual nivel de servicio ofertado, se hizo de manera cualitativa y cuantitativa. Primero, se distinguieron aquellos aspectos que influyen en el nivel de servicio que el usuario cautivo percibe en la actualidad. Y posteriormente, se aplicaron algunas técnicas de investigación de campo que provee la Operación del Transporte, para caracterizar estas problemáticas y generar datos que luego, permitan efectuar el diseño técnico de la explotación del servicio que resuelva convenientemente las problemáticas identificadas.

III.1.1. Servicio actualmente proporcionado por las unidades de transporte público de pasajeros de superficie.

Conforme a lo planteado en el inciso “I.1. El concepto de concesión y su relación con la prestación del servicio de transporte público urbano”, dentro del marco jurídico en la materia, se reconoce como responsabilidad de la Administración Pública atender al transporte de pasajeros como una necesidad de carácter colectivo; ya sea que ésta lo haga directamente a través de los organismos que dependen del Gobierno del Distrito Federal (GDF), como son el Sistema de Transporte Colectivo (STC Metro), la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP) o el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE); o bien, que autorice a terceros mediante una concesión la explotación comercial de dicho servicio.

III.1.1.1. Clasificación de los prestatarios de transporte, de acuerdo con su régimen administrativo.

Se identificó en la zona de interés del presente estudio, que los prestatarios del servicio de transporte público de pasajeros, corresponden a diferentes estructuras de tipo organizacional, administrativa y operativa, debido a la condición jurídico-administrativa a través de la cual se les autoriza la explotación del servicio; lo cual obstaculiza que haya una efectiva integración operativa del servicio público de pasajeros en el Eje 8 Sur.

Bajo esta consideración, se identificaron dentro de la sección de estudio a los tipos de prestatarios a continuación referidos, según su modalidad de servicio reconocida dentro del marco reglamentario:

a). Transporte Público Individual de Pasajeros: “Taxi”.

En este caso, la autoridad expide una concesión que se otorga a una persona física, para que explote el servicio de transportación individual de pasajeros en un vehículo de baja capacidad, sin un derrotero, horario, ni tarifa previamente establecidos.

El servicio se proporciona a aquél usuario que esté dispuesto a pagar la tarifa medida en función del tiempo y/o distancia recorrida; donde el operador ajusta la ruta en función de los deseos de traslado del usuario.

b). Transporte Colectivo: Estructura del Tipo “Hombre–Camión”.

Consiste en el otorgamiento de concesiones individuales a personas físicas para la prestación del servicio colectivo en ruta fija (mediante microbuses y autobuses). En la zona de estudio, este tipo de organización se manifiesta principalmente a través de la asociación denominada Ruta 1 ^[3], quien tiene una destacada presencia en la zona, pues cuenta con servicios de elevada frecuencia que parten de la Unidad Habitacional Vicente Guerrero o Santa Cruz Meyehualco, hacia numerosos destinos, como son: Metro Zapata, Metro Ermita, Metro Tasqueña o Metro Hospital General, entre otros.

También operan en el Eje 8 Sur, otras organizaciones conocidas como Ruta 2, Ruta 117, Ruta 14, Ruta 37, Ruta 44 y Ruta 56; pero sólo circulan parcialmente en algunas secciones del derrotero que da motivo al presente estudio.

c). Empresa Privada.

La autoridad otorga una concesión a una persona moral para la explotación del servicio por medio de autobuses. En el arco estudiado, se presentan dos casos:

- c.1).** Autotransportes Urbanos Siglo Nuevo, S.A. de C.V. – Grupo Metropolitano del Transporte, S.A. de C.V. (AUSN, que recientemente cambió de razón social a Transporte Urbano de Personas, TUP, – GMT), con placas de servicio para sus autobuses como Ruta 112. Esta empresa fue creada después de la quiebra de Ruta 100, por ex-trabajadores de dicho organismo y atiende, entre otros derroteros, los que parten del Metro Santa Martha y Santa Catarina, hacia el Metro Zapata y el Metro Universidad.

³ En el medio mexicano, el término “ruta” no se refiere estrictamente a un recorrido físico (también denominado derrotero o ramal). En la Ciudad de México, corresponde más bien a la denominación con la que se identifica a un grupo de proveedores de servicio a quienes se les autoriza por medio de una concesión individual, la explotación comercial de ciertos derroteros.

c.2). Corredor Vial Sur, S.A. de C.V. (COVISUR), que comenzó como la Ruta 25 de transporte colectivo y en el proceso de implantación de corredores concesionados se ha identificado a partir de mayo de 2015 como Ruta 126, la cual tiene en operación los ramales que parten de Iztapalapa con dirección al poniente, como por ejemplo, el Metro Mixcoac o el Metro Barranca del Muerto.

d). Empresa Pública.

La autoridad local administra un organismo público descentralizado para atender preferentemente a las clases populares y articular su conexión con otros modos de transporte. La Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), atiende algunos derroteros en la zona de estudio, esencialmente los servicios de las rutas que inician en el Metro Santa Martha y se dirigen hacia el Metro Zapata y el Metro Mixcoac.

Cada uno de los diferentes tipos de prestatarios del servicio público de pasajeros en la vialidad estudiada, dispone de un esquema de organización y administración propios; por lo cual, su interpretación del concepto de “servicio”, resulta igualmente particular.

Esto explica por qué, cada uno de los prestatarios identificados, define individualmente y bajo sus propios criterios y expectativas, las características del esquema operativo del servicio; la selección y renovación del parque vehicular; la programación y el tipo de mantenimiento del vehículo; la organización, la contratación y la capacitación del personal involucrado; entre muchos otros aspectos que se reflejan en el nivel de servicio percibido por el usuario.

Para efectos del diseño de un nuevo corredor de transporte en el Eje 8 Sur que aproveche la infraestructura instalada de la Línea “E” de trolebuses, se reconoce que los prestatarios de las Rutas 2, 117, 14, 37, 44 y 56; aunque circulan en ciertas secciones de la Calzada Ermita Iztapalapa, cumplen esencialmente con la función de proveer servicios complementarios y/o alimentadores en la zona, más que representar una competencia directa para el servicio que se propone en este estudio.

A manera de resumen, se presentan dentro de la Tabla 11, las rutas de transporte público que operan en el Eje 8 Sur e integran parte de los viajes atendidos a través de esta infraestructura.

Tabla 11. Servicios de transporte público que operan en el Eje 8 Sur, de acuerdo con su régimen administrativo.

Ruta	Derrotero		
	Origen	Destino	Información adicional
Estructura del Tipo "Hombre-Camión"			
Ruta 1	Vicente Guerrero / Santa Cruz Meyehualco	M. Zapata / M. Ermita / M. Tasqueña / M. Hospital General, entre otros	Organización con destacada presencia en la zona y con servicios de elevada frecuencia.
Ruta 2	M. Ermita	M. Mixcoac	Tiene menor participación porque circula de oriente a poniente por los Ejes 7 y 7A Sur e ingresa al Eje 8 Sur a partir de Av. Universidad para continuar su recorrido.
	M. Portales	Charco Azul	
Ruta 14	Canal de Chalco / Central de Abastos / M. Constitución de 1917 / M. UAM-I	M. Santa Martha	Esta asociación, cuenta con numerosos ramales que ofrecen una notable cobertura de servicio dentro de la zona de estudio. El último que se indica, es el que utiliza en mayor medida la Calz. Ermita Iztapalapa, porque de oriente a poniente circula por ésta, de Sta. Cruz Meyehualco a la calle La Estrella; y en sentido contrario, lo hace de Puente Titla a Sta. Cruz Meyehualco. Sin embargo, su frecuencia de servicio es menor que la de los otros ramales.
	Iztapalapa / Minas	Tulyehualco	
	Santa Cruz Meyehualco	M. Portales / Puente Titla	
Ruta 37	Cabeza de Juárez	M. Constitución de 1917	Este grupo de concesionarios, tiene menor participación dentro de la zona de estudio, pues atiende esencialmente estos recorridos que operan en una pequeña sección del eje.
	M. Boulevard Puerto Aéreo	Santa Cruz / Minas / 10 de Mayo	
Ruta 44	San Pablo	Tulyehualco	Tiene presencia dentro de la Calzada, sólomente debido a la incorporación de un servicio radial (en el tramo Molina Enríquez–La Viga–Calz. México–Tulyehualco (Av. Tláhuac)).
Ruta 56	Fray Servando (Cine Sonora)	Tulyehualco	Con esta Ruta, ocurre algo similar que con la 44, pues algunas de sus derivaciones, igualmente incursionan sólo en un pequeño tramo a la Calzada para poder atender su derrotero.
Ruta 117	M. Zapata	Plateros / M. Mixcoac / Las Águilas y San Bartolo Ameyalco	La Ruta 117 cubre en menor proporción este Eje Vial, con derroteros que operan entre el M. Zapata y el poniente.
Empresa Privada			
TUP-GMT R112	M. Santa Martha	M. Zapata / M. Universidad	Con el derrotero al M. Zapata, logra cubrir en gran proporción la zona de estudio y compite directamente con la Línea "E" de trolebuses.
	Santa Catarina	M. Zapata / M. Universidad	
COVISUR	M. Atlalilco / Rojo Gómez	M. Barranca del Muerto / M. Mixcoac / M. Zapata	Su servicio se sobrepone en una distancia importante con la Línea "E" de trolebuses.
Empresa Pública			
RTP	52-C M. Santa Martha	M. Zapata	Al igual que TUP-GMT, atiende con sus derroteros casi por completo la sección de estudio. La Ruta 1-D, opera con muy bajas frecuencias, dado que se proyectó como un servicio de apoyo para personas con discapacidad.
	01-D M. Santa Martha	M. Mixcoac	

Fuente: Elaboración propia, con fundamento en las observaciones efectuadas en campo.

Debido a que varias de las rutas del transporte colectivo anteriormente referidas, operan solamente en tramos de la Calzada Ermita Iztapalapa (y en su mayoría lo hacen con bajas frecuencias de servicio), se propondrían modificaciones en sus trayectos, para garantizar que la operatividad de la infraestructura habilitada para el trato preferencial del nuevo corredor de transporte público sea la adecuada dentro del arco estudiado.

Por otra parte, se tienen a los prestatarios que sí atienden el servicio en la mayor parte del derrotero de esta investigación, representados a través de RTP, TUP–GMT Ruta 112, COVISUR y Ruta 1.

De manera que, son estos cuatro prestatarios a los que en lo sucesivo se les considerará para el desarrollo de la investigación en campo y el posterior tratamiento de la información, para llevar a cabo el diseño de un corredor de transporte público de superficie de alta capacidad.

III.1.1.2. Caracterización de los prestatarios de transporte, de acuerdo con algunos de sus componentes (estudiados desde una perspectiva interna).

De acuerdo con el Dr. Joseph Sussman (2000), todo sistema de transporte se puede estudiar en función de sus componentes, tanto desde una perspectiva interna como desde una perspectiva externa.

- En el primer caso, el análisis de los componentes desde una perspectiva interna, hace referencia a aquellos elementos que integran propiamente al sistema de transporte, como son los componentes físicos, el personal y los planes de operación.
- En el segundo caso, el análisis de los componentes desde una perspectiva externa, se enfoca en el estudio de aquellos elementos ajenos a la producción del servicio, pero que configuran el ambiente en el cual éste tiene lugar. Parte de estos componentes fueron estudiados en el apartado “III.1.1.1. Clasificación de los prestatarios de transporte, de acuerdo con su régimen administrativo”.

En cuanto al servicio que en la actualidad proporcionan los prestatarios que circulan a través de la zona de estudio, ha sido posible identificar algunas prácticas que, no por ser bastante difundidas en el medio mexicano, significa que sean convenientes para el usuario, el prestatario o la comunidad.

Del análisis de los componentes del sistema de transporte que actualmente provee el servicio, que más adelante se detallan con amplitud en la Tabla 13, se pueden destacar a manera de resumen, desde el enfoque de la perspectiva interna, los elementos que a continuación se refieren.

a). Componentes físicos: Vehículo empleado para la prestación del servicio.

Uno de los componentes físicos fundamentales del sistema, es el equipo de transporte que participa en la explotación comercial del servicio, es decir, los vehículos de pasajeros de las diferentes rutas⁴ que se emplean para proporcionar el servicio.

En general, el parque vehicular de las diferentes organizaciones autorizadas para la explotación del servicio de transporte público de pasajeros en la sección de estudio, no es uniforme (cuenta con una amplia variedad de modelos, configuraciones, cromáticas y capacidades vehiculares) y se encuentra en general, en malas condiciones estéticas y operativas. En su mayoría, es evidente el rezago tecnológico; si no es que en muchos de los casos, los microbuses y autobuses habrán cumplido ya su vida útil.

A menudo, estos vehículos suelen ofrecer condiciones de precaria comodidad para los usuarios, además que carecen de un apropiado esquema de mantenimiento.

En lo que respecta a la infraestructura, representada por las condiciones físicas de la vialidad, las estaciones y las terminales, algunas fueron estudiadas en el apartado “II.1.2. La implementación del Eje 8 Sur” y se agregarán algunas otras observaciones en el punto “III.1.2. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura vial y peatonal”.

Otros aspectos que tienen cierta relación con la infraestructura y su entorno, se analizan en el apartado “III.1.3. Otras problemáticas detectadas en el arco estudiado”.

b). Personal: El Operador.

Aunque el término de “personal” se refiere a todo individuo involucrado de manera directa o indirecta en la producción del servicio de transporte de pasajeros, tiene particular relevancia el que se ocupa de conducir al vehículo empleado para la prestación de dicho servicio, debido a que representa la imagen que proyecta el proveedor ante el pasajero que utiliza el servicio por el cual está pagando.

Las prácticas habituales de varios de los conductores de microbús y autobús, distan mucho de aquéllas que se desean en un profesional de la conducción del transporte público.

A menudo, operan las unidades bajo patrones de aceleración y frenado que, además de incómodos, comprometen la integridad de sus ocupantes, especialmente durante las maniobras de aproximación a los sitios de ascenso y descenso, que rara vez proporcionan las condiciones ideales de seguridad para el usuario (esta maniobra recurrentemente se realiza sobre el segundo carril y en localizaciones no identificadas como parada formal).

⁴ La interpretación del término “ruta” en la Ciudad de México, fue detallado en la nota al pie No. “3”

El trato de los conductores es, en muchos de los casos, inapropiado hacia sus pasajeros, los peatones, los ciclistas, los conductores de automóviles particulares e incluso, para otros prestatarios del servicio de su misma ruta; esta conducta empeora cuando los otros prestatarios pertenecen a una ruta diferente a la suya.

Se carece de control sobre los tiempos asociados con un plan formal de explotación del servicio. En las terminales, no se regulan los tiempos de salida de los vehículos. En las paradas o no proporcionan el tiempo suficiente para el ascenso y descenso seguro del pasaje, o bien, se mantienen durante amplios periodos en ellas o en algunas intersecciones donde hay un volumen importante de pasaje que podría abordar; como ocurre por ejemplo, en ambos sentidos de circulación de la Calzada Ermita Iztapalapa durante las horas de alta demanda afuera del paradero de Constitución de 1917.

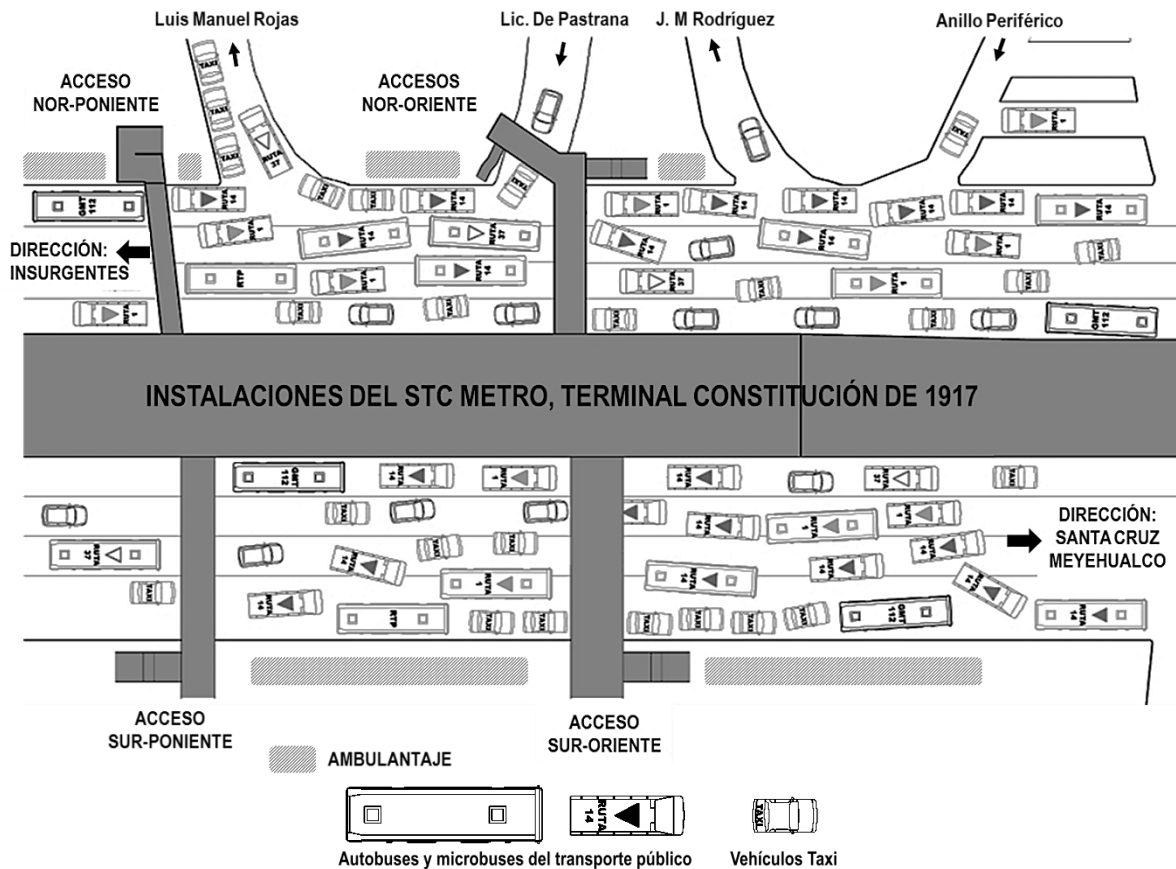
De esta manera, no existe control sobre los tiempos de recorrido, como tampoco lo hay en el cumplimiento de los derroteros asignados, pues a menudo recortan el trayecto indicado sin haber informado previamente a su pasaje.

A todo lo anterior, deben agregarse los efectos derivados de la prestación del servicio público individual de pasajeros.

Precisamente en las inmediaciones del Metro Constitución de 1917 (Figura 13), se ha hecho habitual observar, en ambos sentidos de circulación, que los conductores de taxi permanezcan estacionados durante un largo tiempo en aquellas zonas indicadas como paradas autorizadas para el transporte público. Esta situación se refleja directamente en el entorpecimiento del tránsito, al reducir la sección vial disponible para el desfogue del flujo vehicular, sobre todo durante las horas de alta demanda.

Esto ha ocasionado que, en la mayoría de las ocasiones, los demás operadores del transporte público realicen maniobras de ascenso y/o descenso en el segundo o tercer carril de la vía e inclusive, en zonas diferentes a las indicadas para tales fines; lo cual produce además de una natural condición de inseguridad para el peatón, el descontento de los pasajeros, porque tienen que caminar en medio de muchos vehículos estacionados en el carril de la extrema derecha, para poder de esta manera abordar o descender de los microbuses o autobuses, desde o hacia el acceso del Metro. Al respecto, en la Figura 13 se muestra el comportamiento descrito del servicio de transporte público y de la serviciabilidad que se ofrece en la vía.

Figura 13. Sección en Planta del Eje 8 Sur, en las inmediaciones del Metro Constitución de 1917. Prácticas habituales por parte del servicio de transporte público.



Fuente: Elaboración propia.

Entre otros aspectos, es evidente la falta de capacitación del personal involucrado en la prestación de este tipo de servicio, ya que muchos de los problemas mencionados anteriormente, se relacionan con la escasa o nula preparación con que los operarios del transporte público concesionado cuentan. Adicionalmente, influyen la calidad, amplitud y actualización de la información que les es brindada a través de algunos cursos.

El servicio de transportación para pasajeros, debe ejercerse con responsabilidad, para así brindar seguridad al usuario, situación que en la actualidad se ve tan sólo precariamente reflejada.

c). **Planes de Operación: Itinerarios y Nivel de Servicio.**

La falta de coordinación entre cada uno de los prestatarios del servicio, se reconoce como una deficiencia derivada del esquema jurídico y administrativo implementado en el medio mexicano, consistente básicamente en el otorgamiento de concesiones individuales, donde cada persona

física que cuente con su concesión, en lugar de organizarse con los demás prestatarios del servicio en un ramal, para definir las frecuencias e intervalos de paso técnicamente más convenientes para la producción del servicio, encuentra más bien en ellos (al que va adelante de él o al que viene después de él) a su peor competencia.

Esta problemática, común en las ciudades de América Latina, fue evidenciada en Colombia hace tres décadas a través de un documental titulado “La Guerra del Centavo” (1985), término que años más tarde fuera utilizado por Enrique Peñalosa, Alcalde de Bogotá, para definir el reto de su administración para transformar al transporte público, en un ícono de modernidad mediante la introducción de un sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés, llamado localmente “Transmilenio”), ante la imposibilidad financiera de construir un sistema de tren eléctrico urbano en su ciudad.

En general, el esquema de concesiones individuales, ha demostrado que conduce a innumerables deficiencias e irregularidades, pues no facilita que los diferentes participantes de la explotación trabajen de manera coordinada.

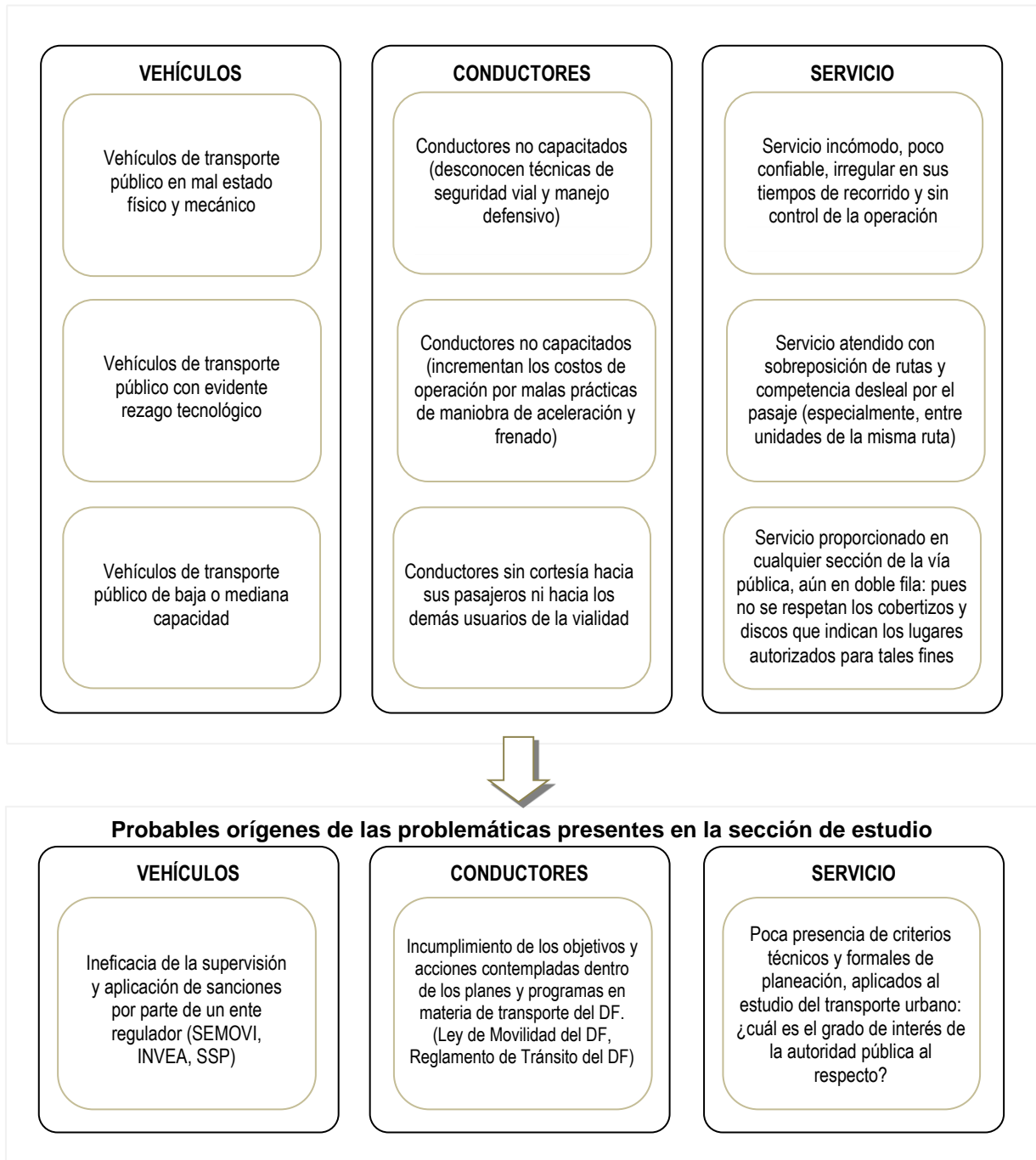
A esto se agrega, que no haya racionalidad en la utilización de los equipos de transporte, pues en horas de alta demanda la oferta resulta insuficiente y en contraparte, en periodos de baja demanda es evidente la sobreoferta de unidades en circulación, lo que conduce en la mayoría de los casos a que los prestatarios compitan vorazmente por el pasaje.

Independientemente del período del día en el cual se desee evaluar el nivel de servicio, prevalecen en la percepción del usuario algunos de los síntomas antes referidos, que en condiciones de mayor demanda, potencian notablemente sus impactos negativos.

Todas las problemáticas antes expuestas, podrían tener más de un origen. Pero habría que mencionar, a la escasa planeación y regulación por parte de la autoridad competente (como la falta de seriedad en la aplicación de sanciones por irregularidades operativas o la comisión de infracciones), la falta de actualización de los programas integrales de transporte u otras herramientas que orienten el proceso de toma de decisiones a mediano y largo plazo y que, actualmente en conjunto, hacen del transporte en la zona de estudio, un servicio que no proporciona la calidad, regularidad, confiabilidad y seguridad, que el usuario podría merecer.

A continuación, en el Diagrama 1, se muestran esquemáticamente las problemáticas identificadas con respecto a la calidad del servicio que se ofrece a los usuarios del transporte público en la sección de estudio, así como algunas de sus probables causas.

Diagrama 1. Problemáticas que afectan la calidad del servicio de transporte público de pasajeros de superficie y sus posibles causas.



SEMOVI = Secretaría de Movilidad.
 INVEA = Instituto de Verificación Administrativa del Distrito Federal.
 SSP = Secretaría de Seguridad Pública.

Fuente: Elaboración propia, con fundamento en las observaciones efectuadas en campo.

III.1.2. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura vial y peatonal.

En lo que respecta al estado físico y de serviciabilidad de la infraestructura vial y peatonal, se podría esperar que dada la relevancia estratégica del Eje 8 Sur, se tuviese especial cuidado de mantenerlas en las mejores condiciones. Sin embargo, las características de la superficie de rodamiento para el tránsito de los vehículos motorizados, así como las de las aceras para el tránsito de peatones y los puentes peatonales, podrían ser mucho mejores de como se encuentran actualmente.

Las infraestructuras tanto vial como peatonal del Eje 8 Sur, muestran inconsistencias en su configuración, tal vez, derivado del grado de intervención que tuvo el Departamento del Distrito Federal (DDF), en la modernización de los diferentes arcos que componen esta vialidad. Esto se refleja en primera instancia, en la presencia de elementos de información a conductores y pasajeros, ciertamente aceptable en los arcos de José Ma. Rico y Popocatepetl, pero que decaen sensiblemente en el arco de Ermita Iztapalapa, sobre todo conforme se viaja más hacia el oriente de la vialidad.

III.1.2.1. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura vial.

En cuanto al sistema de señalización vertical y horizontal, se aprecia que la Calzada Ermita Iztapalapa exhibe algunas deficiencias, al igual que la mayoría de las vialidades primarias del Distrito Federal. En algunos casos la señalización es escasa y en otros, aunque sí está presente, muestra un avanzado grado de deterioro, provocando que sea poco visible y en consecuencia, no cumpla adecuadamente con su función de transmitir información a los usuarios de la vialidad.

a). Señalización Vertical.

En lo que concierne al sistema de señalización vertical, se aprecian diversas deficiencias, entre las que se destacan:

- deterioro en su estado físico (ya sea por su antigüedad o por la calidad de los materiales con los que se fabricaron sus componentes),
- escaso mantenimiento (falta de acciones e inversiones para garantizar su funcionalidad),
- ausencia de señalamientos (falta de reposición de los elementos que incluye),
- colocación de señalamientos en sitios no estratégicos o poco visibles.

En consecuencia, el sistema deja de funcionar apropiadamente e imposibilita la solución de problemáticas específicas a lo largo del recorrido de la vialidad. Esto evidencia que no se cuenta con un programa efectivo de auditorías viales por parte de la autoridad, donde se tenga

un conocimiento preciso de la presencia y/o el estado físico de los componentes del sistema de señalización vertical.

Existen señalamientos cuyo sistema de fijación exhibe deficiencias, puesto que se encuentra invertida su posición con respecto al mensaje original. Igualmente, la colocación de algunos de estos señalamientos, resulta evidentemente inapropiada, al quedar detrás de otras señales, postes o ramas de árboles.

En algunos tramos del Eje 8 Sur, estas deficiencias son particularmente notorias y comprometen en buena medida, la seguridad de los vehículos que transitan a través de él y de los peatones que cruzan a nivel de superficie en alguna de sus intersecciones. Por su relevancia e impacto, a manera de ejemplo, se pueden citar específicamente los siguientes puntos conflictivos en el recorrido del Eje 8 Sur.

1). Intersección del Eje 8 Sur con el Eje 2 Oriente – Calzada de La Viga.

Como se indicó en el apartado “II.1.2. La implementación del Eje 8 Sur”, en esta intersección, se presenta un cambio drástico en la configuración de la vialidad, pues deja de ser una vía que atiende exclusivamente flujos con sentido de oriente a poniente (como había iniciado desde la intersección con Insurgentes), para convertirse luego, en una vía que alberga a ambos sentidos de circulación.

El cambio del número y disposición de los carriles en ambas secciones de la vía, como se mostró en la Figura 11 del capítulo anterior, afecta los flujos vehiculares y conduce a condiciones de riesgo tanto a los vehículos como a los peatones. Es imprescindible que se adopten medidas para garantizar la integridad de quienes circulan por esta intersección, colocando al menos, un sistema profuso y consistente de señalización vertical, que informe y oriente apropiadamente a los conductores en la zona inmediata a dicha intersección, en ambos sentidos de circulación (a los que circulan en sentido poniente a oriente, indicándoles que termina la sección de “Eje Vial”; y a los que circulan de oriente a poniente, informándoles que no pueden continuar de frente y deben incorporarse hacia su derecha al Canal de La Viga).

ii). Intersección del Eje 8 Sur con el Eje 3 Oriente – Arneses (Av. 5), resuelta mediante un Distribuidor Vial.

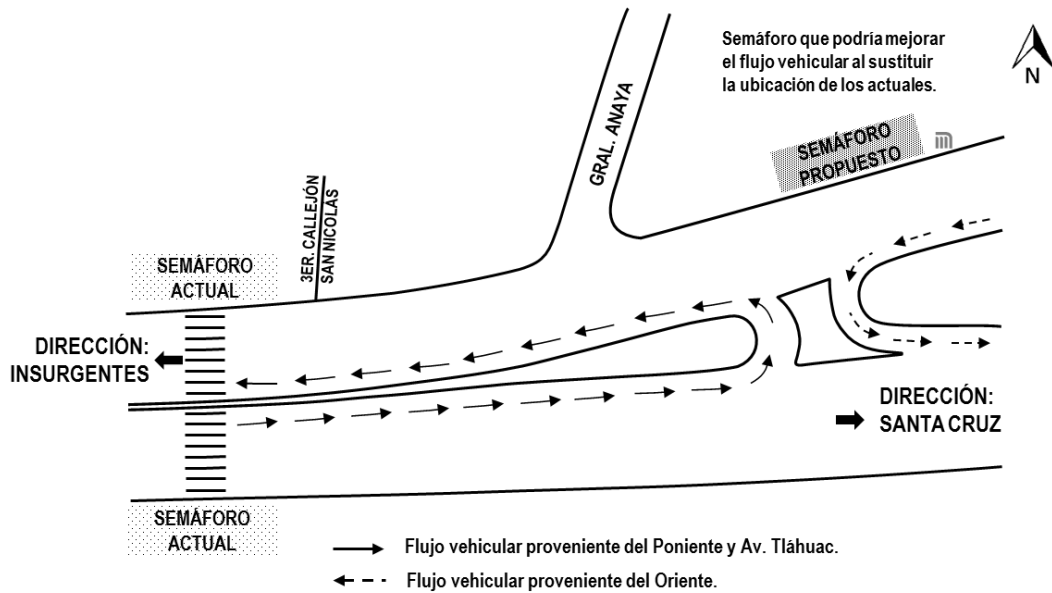
En el sentido de circulación de poniente a oriente, parecen más evidentes las deficiencias del sistema de señalización vertical, pues los conductores no reciben adecuadamente la información y en consecuencia, no adoptan decisiones que pudieran mejorar el comportamiento del flujo en secciones específicas de la vialidad.

El Distribuidor Vial de Ermita Iztapalapa y Eje 3 Oriente, compromete la continuidad del flujo, al reducir la sección de tránsito en ambos sentidos, de tres carriles de circulación a solamente dos, debido al diseño conceptual y geométrico de dicha estructura. Además de estas

ausencia de un semáforo, el cual fue instalado un poco más al poniente, donde no existen calles. Este semáforo suplente las funciones propias de un puente peatonal que se retiró con motivo de las obras de construcción de la Línea 12 del Metro y que ya no se volvió a construir una vez que concluyeron dichas obras.

De manera que, el flujo vehicular no está controlado en la sección del retorno, pero sí se obliga a la detención de todos los vehículos en ambos sentidos de circulación, porque en la sección donde se localiza el semáforo, la carga vehicular en ambos sentidos equivale a la que circulaba originalmente sobre la Calzada Ermita Iztapalapa, más la que se incorporó a partir de la Av. Tláhuac. Se recomienda la reubicación del semáforo, así como reinstalar el puente peatonal. (Figura 15).

Figura 15. Tramo del Eje 8 Sur comprendido entre Av. Tláhuac y General Anaya.



Fuente: Elaboración propia.

b). Señalización Horizontal.

Este sistema de señalización, también exhibe deficiencias importantes, como:

- colocación del sistema de señalamientos horizontales sobre un sistema que existía previamente (hay duplicidad de trazos, que impide identificar cuál es el alineamiento correcto de los delimitadores de carriles),
- ausencia de la señalización horizontal (el pavimento se rehabilitó, pero no se ejecutaron los posteriores trabajos de balizamiento),
- en general, condiciones de baja serviciabilidad (mal estado físico) del pavimento.

En algunos tramos, es habitual la desorientación de los conductores, al no poder identificar apropiadamente cuáles son las secciones por las cuales deben transitar (ya sea por la duplicidad de trazos o la ausencia de éstos). Estas deficiencias en el sistema de balizamiento, generan problemas de bajo nivel de servicio en la vialidad.

En cuanto al sistema de pavimentos, se observan numerosos defectos, como deformaciones, agrietamientos y desprendimientos de material, por lo cual, en época de lluvias, es común que más de un vehículo padezca problemas con sus neumáticos, producto del deplorable estado en que se encuentra la superficie de rodamiento.

En general, el nivel de servicio del Eje 8 Sur, decae sensiblemente en algunas secciones, como consecuencia de la falta de continuidad geométrica en la vía, o por las maniobras del transporte público.

III.1.2.2. Condiciones generales relacionadas con la infraestructura peatonal.

Así como la infraestructura vial muestra deficiencias, la infraestructura destinada al uso de los peatones también padece de problemáticas relacionadas con el sistema de aceras, guarniciones, mobiliario urbano, puentes peatonales y otros elementos.

a). Infraestructura para peatones.

Las características de las aceras y guarniciones, proveen un adecuado nivel de seguridad para los peatones en las secciones que se reacondicionaron durante los trabajos de construcción del Eje 8 Sur. Son amplias (anchuras mayores a los 3 metros), con buena visibilidad, con la inclusión de jardineras y elementos para la espera del transporte público.

Sin embargo, existen zonas de la Calzada Ermita Iztapalapa, en donde el tránsito peatonal no cuenta con las mismas condiciones de seguridad, debido a la reducción del ancho de las aceras, la presencia del comercio informal o los rasgos particulares de algunas zonas de la ciudad, como en el tramo del Cerro de la Estrella (del Metro Atlalilco al Metro Cerro de la Estrella, en el sentido poniente a oriente) o en el tramo de Constitución de 1917 hacia Santa

Cruz Meyehualco (en ambos sentidos de circulación), por citar dos casos específicos, donde los espacios dedicados al peatón han sido reducidos (aceras de menos de 1 metro de anchura) o invadidos por locales comerciales (refaccionarias automotrices, principalmente), reduciendo las garantías de seguridad de los transeúntes.

Los espacios públicos inmediatos a los accesos del metro, padecen de la invasión masiva por parte de agrupaciones de vendedores ambulantes, dificultando que los peatones puedan transitar con comodidad y seguridad a través de dichas secciones.

b). Infraestructura para personas con movilidad limitada o algún tipo de discapacidad.

El estado general de la infraestructura destinada al tránsito peatonal en el arco de la Calzada Ermita Iztapalapa es deficiente, especialmente, para las personas con movilidad limitada, como adultos mayores y personas que requieren silla de ruedas. En muchos de los casos, la orientación, anchura y pendiente de las rampas, no corresponden con criterios técnicos básicos de diseño geométrico que proporcionen seguridad a sus usuarios; por ello, la mayoría de las personas que las necesitan, no las utilizan, por el temor de sufrir algún accidente.

En el caso de las personas con debilidad visual, también tienen dificultades para cruzar con seguridad en las intersecciones, debido a la ausencia de semáforos con alerta sonora.

Ambas omisiones, se hacen patentes en intersecciones donde hay importantes movimientos de peatones que cruzan por el Eje 8 Sur o por las calles transversales a éste; complicándose aún más la problemática cuando se mezclan con los movimientos direccionales del flujo vehicular, por ejemplo, la intersección del Eje 8 Sur con la Calzada de La Viga.

c). Mobiliario y equipamiento urbano.

Conforme se avanza en el recorrido hacia la zona oriente, se aprecia que la presencia y las condiciones generales del mobiliario urbano, son cada vez menos adecuadas para los peatones y usuarios del servicio de transporte público. Los señalamientos que indican los sitios oficiales de parada en vía pública (discos), cobertizos y otros elementos, presentan deterioro en su estructura, a causa de la falta de mantenimiento, el deterioro natural del tiempo y la intemperie o hasta el trato dado por parte de los usuarios y la misma comunidad.

c.1). Paraderos.

Los Centros de Transferencia Modal (CETRAM), comúnmente conocidos como “paraderos”, fueron concebidos como una infraestructura eficiente y segura para facilitar a los usuarios el cambio modal de transporte público y puedan así continuar su viaje. Sin embargo, en la práctica, esta idealización difiere notablemente de aquél objetivo para el cual fueron diseñados.

Es habitual observar a conductores y peatones dañando la infraestructura y el mobiliario urbano, fomentando aún más su deterioro. El principal ejemplo de estas conductas, está

representado por el CETRAM de Constitución de 1917, donde es evidente la falta de mantenimiento a las instalaciones, por lo que los usuarios no hacen uso del paradero y abordan el transporte público de superficie afuera de éste, agravando la operatividad y serviciabilidad de la Calzada Ermita Iztapalapa así como de las calles transversales a ésta, principalmente, durante las horas de máxima demanda.

c.2). Puentes Peatonales.

Este tipo de estructura elevada, fue diseñada de tal manera que permita a los peatones cruzar una vía (primaria o secundaria) con condiciones de seguridad, pero en muchos de los casos por las condiciones en la que se encuentran, dejan de cumplir con dicho fin.

En el sistema de puentes peatonales, es evidente el deterioro inducido por el transcurso del tiempo y por los daños provocados por el mal uso del peatón, ya que en sus estructuras se observan pintas y anuncios publicitarios que son ajenos a su diseño original. Estéticamente, los puentes no resultan atractivos para los peatones, ocasionando que las personas en ocasiones prefieran cruzar a través de la vialidad, en vez de hacerlo por medio de los puentes. Inclusive, el sitio en donde han sido colocadas este tipo de estructuras, influye para que los peatones hagan o no uso de éstas.

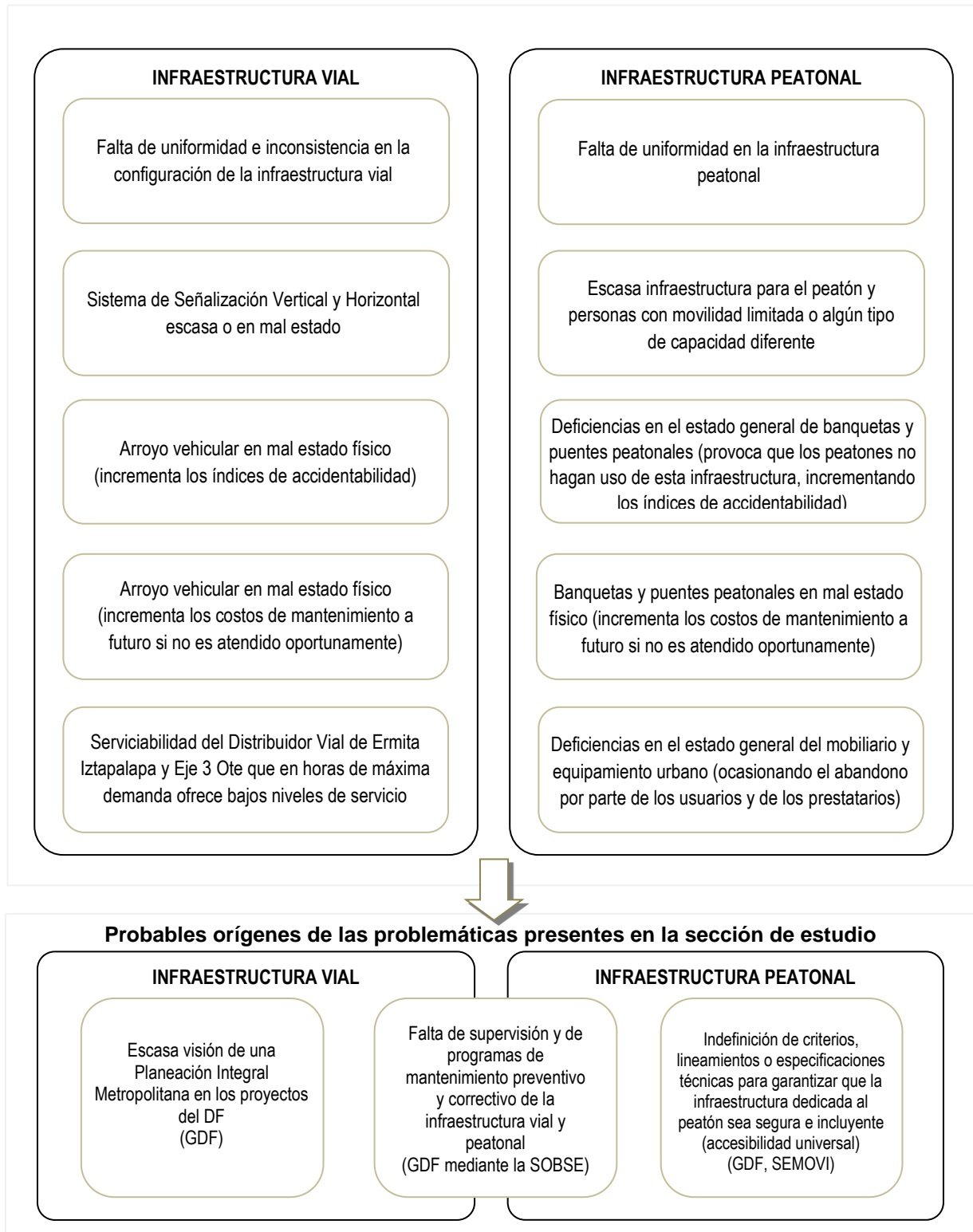
Las deficiencias en el sistema de iluminación y la creciente inseguridad en la ciudad, refuerzan este tipo de comportamiento, que incrementa los índices de accidentabilidad en vialidades con constante flujo vehicular y diversos movimientos direccionales, como es el caso del Eje 8 Sur.

c.3). Alumbrado Público.

Las deficiencias del sistema de alumbrado público, afectan al entorno urbano por donde se desplató el Eje 8 Sur. Existen secciones relativamente bien iluminadas, en contraparte con otras, donde la calidad de la iluminación es ciertamente precaria e incluso, otras donde éste no funciona y propicia condiciones de escasa visibilidad e inseguridad.

En el Diagrama 2, se muestran las problemáticas identificadas con respecto de la infraestructura del eje vial en cuestión.

Diagrama 2. Deficiencias de la infraestructura vial y peatonal.



SOBSE = Secretaría de Obras y Servicios.

Fuente: Elaboración propia, con fundamento en las observaciones efectuadas en campo.

III.1.3. Otras problemáticas detectadas en el arco estudiado.

Además de las problemáticas que ya fueron expuestas, con relación a la prestación del servicio de transporte público de pasajeros y con la infraestructura vial y peatonal, conviene hacer referencia a otros aspectos que en mayor o en menor medida, afectan también al funcionamiento del sistema urbano.

III.1.3.1. Inconsistencia de los usos de suelo.

La falta de uniformidad y regulación en cuanto a los tipos de usos de suelo en donde se desplanta esta vialidad, repercute en el funcionamiento de la misma. Esta problemática suele ser compleja y conlleva grandes implicaciones de tipo social, económico e incluso ambiental.

La configuración, de una mezcla de diferentes tipos de uso de suelo, repercute en el diseño y trazo de las vialidades secundarias de varias colonias, por mencionar algunos ejemplos, están las colonias Santa Bárbara y Vicente Guerrero, en la Delegación Iztapalapa, donde las calles son angostas y muestran un trazo irregular, que en ciertas secciones forman callejones cerrados.

Hacia el poniente de la vialidad, se aprecia un desarrollo urbano más consistente y tal vez mejor planificado. Conforme se viaja hacia el oriente de esta vialidad, son más evidentes los cambios en los usos de suelo y los problemas que se generan con éstos, especialmente cuando existen pequeñas franjas donde conviven el uso habitacional, el de equipamiento con algún servicio y el de carácter comercial. En el último caso, se advierte la ausencia de vigilancia para garantizar el cumplimiento de las disposiciones en cuanto a los horarios de carga y descarga, pues se afecta la operatividad y serviciabilidad de la vía, particularmente durante las horas de alta demanda, cuando los repartidores se estacionan ocupando un carril de la vía pública para realizar trabajos de entrega y recepción de mercancía para los comercios aledaños. El resultado de esta problemática, se traduce en la reducción de la capacidad del tránsito vehicular en esta vialidad.

Con frecuencia, esta condición se replica en zonas cercanas a la Calzada de La Viga o la Avenida Tláhuac, donde los operadores del reparto de mercancía estacionan su vehículo, sin preocuparse de las afectaciones que provocan, especialmente para el transporte público que tiene que realizar maniobras de ascenso y descenso en la zona.

III.1.3.2. Falta de educación cívica y vial.

El comportamiento de la población que hace uso cotidiano de cada uno de los elementos instalados en la vía pública, se refleja en la escasa educación (cívica y vial), derivada de un uso no adecuado de la misma, generando diversos problemas como la invasión de los pasos peatonales y del arroyo vehicular, al no atender las señales restrictivas.

El resultado de esta conducta ha propiciado que la infraestructura tanto vial como peatonal, incluyendo cada uno sus elementos, dejen de cumplir la finalidad para la cual fueron diseñados: brindar seguridad y libre tránsito de los usuarios, lo cual ha ocasionado el incremento de los accidentes viales. Es por ello, urgente e importante aplicar estrategias para educar a la población en general, para así disminuir los problemas a los que diariamente se enfrentan los habitantes de la ciudad por el uso inadecuado de la infraestructura y de los elementos viales que la conforman.

III.1.3.3. Contaminación en la zona de estudio.

En conjunto, cada una de las problemáticas referidas anteriormente, han ido formando círculos viciosos, donde al presentarse una, a su vez influye para que otra se genere, tal es el caso de la contaminación visual, sonora, de emisiones a la atmosfera, agua y suelo, que se produce por los diversos factores que se encuentran presentes en el entorno.

a). Contaminación visual.

La contaminación visual se da por varios factores, entre los cuales destacan la falta de mantenimiento de la infraestructura, invasión tanto por los puestos ambulantes como por la publicidad comercial y propaganda política en zonas no adecuadas; pues además de ir degradando el ambiente, afecta a la estética urbana y fomenta el deterioro de la infraestructura, lo que ocasiona grandes problemas, pues al invadir los elementos propios de la vía pública (puentes, señalamientos, mobiliario urbano, etc.) se impide su adecuada visibilidad, reduciendo así su funcionalidad.

b). Contaminación acústica.

En lo que respecta a este tipo de contaminación, destacan en su mayoría los efectos ocasionados por el tránsito vehicular, ya que al incrementarse la cantidad del flujo vehicular en la zona de estudio, es común escuchar el ruido que emiten los motores de los vehículos que se encuentran en espera de proseguir su marcha, en especial aquellos automóviles o motocicletas en que los conductores han adaptado “perturbadores” en el escape, con el fin de incrementar los niveles de ruido. A esta situación se suman los ruidos inherentes a la motorización, el claxon de los vehículos, en especial las trompetas que utilizan las rutas del transporte público. De igual manera, el ambulante no solo se apropia de la vía pública, sino que además, los vendedores al levantar la voz y colocar bocinas con alto volumen para ofrecer sus productos, convierten a la zona en un punto con altos niveles de ruido, provocando el malestar de los vecinos y personas que transitan por ahí.

c). Contaminación atmosférica.

Las emisiones de gases de combustión y partículas contaminantes hacia la atmósfera por parte de los vehículos de combustión interna: automóviles, motocicletas, unidades de transporte

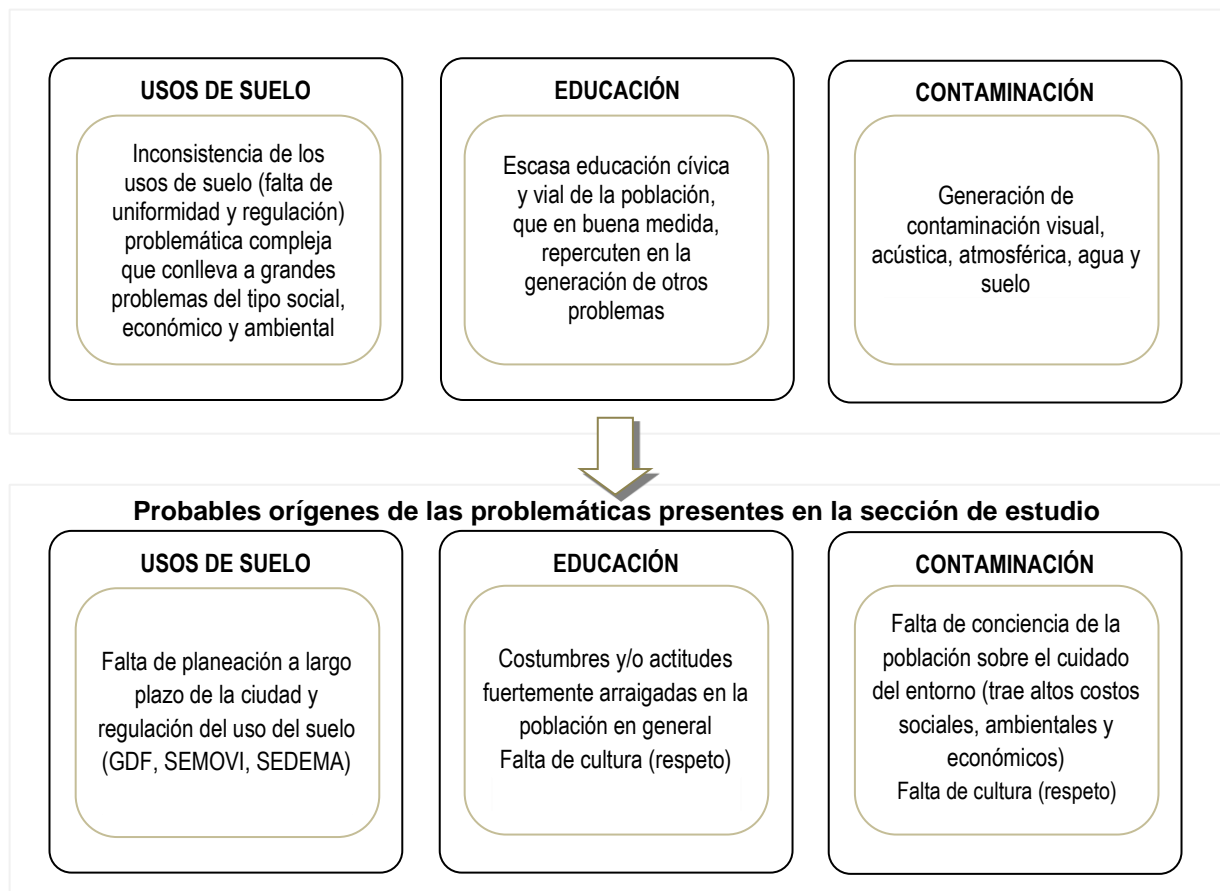
público y de carga es un tema común en México. Los vehículos operan con un sistema de tracción que funciona a través de la combustión de energéticos provenientes de fuentes fósiles (diésel, gasolina en su mayor proporción y algunos con gas LP).

d). Contaminación de otros tipos (al suelo y al agua).

La población no muestra cultura cívica, pues es común observar a las personas tirar basura en la vía pública, además de que en los puestos de comida se tira aceite al drenaje, lo cual degrada no solamente el entorno visual, sino también al medio ambiente en general, ya que al irse acumulando los restos de esta basura, se tapan las alcantarillas y el drenaje; se descompone la materia orgánica produciendo malos olores, ocasionando serios problemas de contaminación del agua y del suelo.

En el siguiente diagrama, se exponen a manera de resumen estos problemas que repercuten en la operación y serviciabilidad del entorno.

Diagrama 3. Otros problemas encontrados en la zona estudiada.



SEDEMA = Secretaría del Medio Ambiente.

Fuente: Elaboración propia, con fundamento en las observaciones efectuadas en campo.

III.2. Técnicas utilizadas para la recopilación de información.

Para diseñar probables alternativas de solución a las problemáticas anteriormente descritas, se requiere de un enfoque de planeación urbana a mediano y largo plazo, dada la magnitud del volumen de la demanda actual de pasajeros y las complejas relaciones que prevalecen entre las deficiencias identificadas.

Por ello, para poder entender mejor la situación que actualmente se vive en la sección de estudio, se recopiló cierta información que permitió comprender el entorno de la zona a estudiar y con base en ello, diseñar alternativas que resulten factibles y permitan integrar cada uno de los elementos que forman parte de la vía pública (paraderos, parabuses, señalamientos viales, mobiliario urbano, etcétera).

III.2.1. Estudios de transporte: análisis y resultados obtenidos.

La Ingeniería de Transporte establece diversas técnicas de campo para la planificación y desarrollo del transporte. Estas técnicas tienen una utilidad específica, dependiendo del problema que se desee resolver, por lo que en esta investigación se hizo uso de varios estudios para recopilar información precisa y detallada, para su posterior análisis, interpretación y obtención de resultados que conducirán a caracterizar mejor las problemáticas, así como plantear sus probables soluciones.

Para la caracterización de la vialidad que es objeto de estudio de la presente investigación, se utilizaron las siguientes técnicas: “Inventario de las rutas de transporte” para conocer de forma concisa, las rutas y derroteros del transporte público que actualmente se encuentran circulando sobre el Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa y los atributos de cada una; “Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras” para conocer por un lado, el tiempo que tarda una unidad de transporte en llegar a la siguiente parada o incluso a su terminal de destino y por el otro, los posibles retrasos que puedan existir a lo largo del derrotero; por último se utilizó en especial el “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular” con el objetivo de conocer la demanda que atienden cada uno de los prestatarios, así como los horarios en donde ésta se incrementa o disminuye; entre otros aspectos necesarios para entender el actual comportamiento de la zona de estudio y poder generar los diagnósticos correspondientes.

Es importante precisar que la información obtenida con cada una de las técnicas de campo utilizadas, se encuentra concentrada en tablas resumen y no en un anexo donde se pueda apreciar por completo, en especial la información obtenida con el estudio “Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”, ya que los datos derivados de estas técnicas de investigación pertenecen al Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, es por ello que para requerir una mayor consulta se deberá contactar a la institución.

Antes de detallar estas técnicas, en el apartado de agradecimientos se expresa un sincero reconocimiento al STE y a todo el equipo de trabajo por su colaboración para poder llevar a cabo la realización de los presentes estudios.

III.2.1.1. Inventario de las rutas de transporte existentes en el derrotero de estudio.

El principal objetivo de este estudio es conocer el número de servicios y organizaciones de transporte que actualmente se encuentran operando en el tramo de Insurgentes Sur a Calle 39, distinguiendo para cada prestatario, el tipo de vehículo y las capacidades unitarias correspondientes. Conociendo dicha información, se identificaron los derroteros que cubren el servicio, así como las paradas con mayor relevancia a lo largo del Eje 8 Sur.

Para el desarrollo de este estudio, se siguieron los siguientes pasos:

a). Información previa al estudio.

- Reconocer el derrotero proyectado para la Línea “E” – Eje 8 Sur de Trolebuses, que anteriormente prestaba servicio.
- Identificar las vialidades transversales al Eje 8 Sur y distinguir cuáles son las más importantes para la conectividad del sistema de transporte público.

b). Metodología aplicada.

Durante el mes de enero de 2014, se realizaron numerosos recorridos a lo largo de los 20.5 km de desarrollo del Eje 8 Sur, desde la Calle Oso hasta Santa Martha Acatitla (Ex-cárcel de Mujeres) con el apoyo del STE-DF, para la familiarización con el Eje 8 Sur, caracterización e identificación de problemáticas más representativas.

c). Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Con los recorridos de reconocimiento, se identificaron los diferentes componentes del sistema de transporte público en el Eje 8 Sur. Gracias a los permisos que se concedieron para que un automóvil oficial adscrito al STE-DF, circulara por el carril de contraflujo, se midieron distancias, tiempos y velocidades, a través de las diferentes secciones de este eje vial.

También se identificaron algunas de las paradas oficiales del transporte público de pasajeros, incluyendo las de la Línea “E” de Trolebuses (mostradas en las Tablas 3 y 4).

En la Tabla 12, se muestran las cuatro principales rutas de transporte que fueron identificadas a lo largo del tramo objeto de esta investigación.

Tabla 12. Prestatarios más relevantes del servicio de transporte público en la zona de estudio.

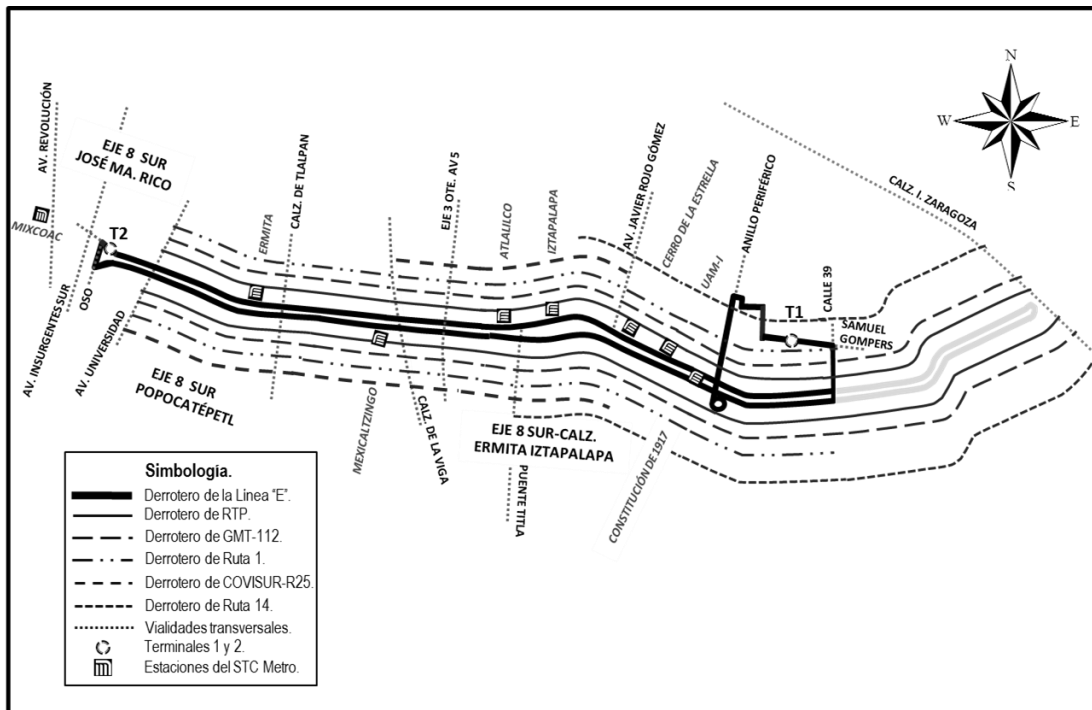
Ruta	Derrotero		Participación en la zona de estudio	
	Origen	Destino	[km]	%
Ruta 1 ¹	Vicente Guerrero	Metro Zapata	13.16	77.41
		Metro Ermita	5.60	32.94
	Santa Cruz	Metro Hospital General	11.18	65.76
		Metro Tasqueña	10.35	60.88
COVISUR (Ruta-25) ¹	Metro Atlatilco / Rojo Gómez	Metro Barranca del Muerto Metro Mixcoac Metro Zapata	9.25	54.41
TUP-GMT R112 ²	Metro Santa Martha / Santa Catarina	Metro Zapata	13.92	81.88
		Metro C.U. (Universidad)	2.31	14.00
RTP ³	Metro Santa Martha	Metro Zapata	13.92	81.88
		Metro Mixcoac	11.31	66.53

- 1 R1 y COVISUR, de oriente a poniente, se incorporan a la Calzada de La Viga para continuar su viaje por Eje 7 Sur, debido a la configuración del sistema vial y la imposibilidad que les plantea el carril de contraflujo para continuar circulando por el Eje 8 Sur.
- 2 TUP-GMT R112 y RTP, cubren un derrotero idéntico en su servicio con destino al Metro Zapata (usan el contraflujo hasta Av. Universidad).
- 3 El servicio Metro Santa Martha-Metro C.U., sólo se traslapa con la Línea "E" de Trolebuses entre la Calle 39 y el Anillo Periférico (2.31km, 14%).

Fuente: Elaboración propia, con observaciones efectuadas en campo.

Gráficamente, esta sobreposición de servicios se muestra en el mapa siguiente.

Mapa 6. Derrotero de las rutas de transporte.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13, se desglosan con amplitud los atributos correspondientes a cada una de las organizaciones que operan en el Eje 8 Sur.

Tabla 13. Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio.

Características	R-1		COVISUR (R-25)		(TUP) GMT - 112	RTP
* Parque vehicular						
Modo	Microbús	Autobús	Microbús	Autobús	Autobús	Autobús
Edad [años]	Más de 20	Más de 10	Más de 20	Menos de 4	Más de 18	Más de 15
Longitud [m]	6	7 a 8	6	8 a 9	11	11
Cv [pax] *	40	70	40	60	90	90
Fuerza motriz	Motor a Gasolina, adaptado a Gas LP			Gas Natural Comprimido	Motor Diésel	Motor Diésel
Nivel de acceso y descenso	Piso alto		Piso alto	Acceso bajo	Piso alto	Piso alto
Vestíbulo de ascenso y descenso	Estribo más 2 escalones		Estribo más 2 escalones	Estribo más 1 escalón	Estribo y tres escalones	Estribo y tres escalones
Número de puertas de servicio	2 puertas (plegables)		2 puertas (plegables)	2 puertas (abatibles por giro), con anchura de aprox. 70 cm	2 puertas (abatibles por giro), con anchura de entrada de aprox. 100 cm y descenso de 120 cm	2 puertas (abatibles por giro), con anchura de entrada de aprox. 100 cm y descenso de 120 cm
* Servicio						
Horario de servicio [hrs]	Lun a Dom: 05:55 a 22:00 h		Lun a Dom: 05:55-22:00 h		Lun a Dom: 04:00-23:30 h	Lun a Dom: 04:00-22:30 h
Programación del servicio	Carece de un itinerario o programación formal del servicio.		Empieza a conformarse un esquema operativo con base en itinerarios, los cuales hacen que mejore el servicio y su presencia ante los usuarios del transporte público.		Ofrece un esquema operativo formal, aunque falta que esté actualizado, además que se tenga el número de unidades apropiadas para cubrir la demanda.	Cuenta con una programación formal del servicio, indicando tiempos de permanencia en terminales, tiempos de recorrido, etc., pero tienen pocas unidades en servicio. Situación agudizada con el SEFI ** de apoyo a Línea 12.
Calidad de las unidades	Deterioradas y con carencia de un esquema de mantenimiento apropiado		Unidades limpias y en buen estado		Unidades que presentan deficiencias, deterioro y falta de limpieza	Unidades con deficiencias, deterioradas y falta de limpieza
Sistema de cobro	Pago al conductor		Máquina de cobro que devuelve cambio al usuario		Pago al conductor	Alcancia para pago exacto.
Estaciones	Sin paradas establecidas		Carece de paradas establecidas, por lo que aún continúa subiendo pasaje en lugares no estipulados como paradas formales.		Paradas establecidas	Paradas establecidas
Terminales	Utiliza los CETRAM Zapata, Ermita y Tasqueña y un espacio de la vía pública; p.ej. el servicio Hospital Gral. - Sta. Cruz, ocupa en la intersección de Eje 6 Sur y José Escobedo un espacio como terminal.		Usan los paraderos en Barranca del Muerto, Mixcoac y Zapata y un espacio de la vía pública cerca de la intersección con Av. Rojo Gómez.		Disponen de un espacio en los CETRAM Santa Martha, Zapata y Ciudad Universidad.	Disponen de un espacio en los paraderos del Metro Santa Martha, Zapata y Mixcoac.

Tabla 13. Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio (continuación).

Características	R-1	COVISUR (R-25)	(TUP) GMT - 112	RTP
* Infraestructura para la operación del servicio				
Estaciones de paso	Cualquier punto en la vía pública y en pocos casos aprovechan los parabuses ocupando más de un carril para el ascenso o descenso.	No cuentan con infraestructura propia, por lo que hacen uso de algunos parabuses y de algunas paradas del STE.	No cuentan con infraestructura propia, por lo que respetan discos y parabuses instalados en la vía pública del servicio de STE y RTP.	Cuentan con discos para señalar que en ese sitio se realiza el ascenso y descensos de pasajeros.
Módulo operativo	No cuenta con depósito para la pernocta de las unidades.	Cuenta con patios de encierro, uno de ellos está localizado en calle Gavilán No.81, en Iztapalapa.	Depósito M-41 para la pernocta y mantenimiento de las unidades, localizado en la colonia Santa Martha Acatitla, en Iztapalapa.	Módulo 08-A (Col. Chinampac de Juárez, en Iztapalapa) para la pernocta y mantenimiento de las unidades.
* Sistema de información al público				
Para el usuario que se encuentra en las estaciones y terminales	Es escasa la información, puesto que el usuario puede hacer uso del servicio en cualquier punto del derrotero.	Es escasa la información, ya que carece de señalamientos que indique al usuario en donde se puede hacer uso del servicio.	Es escasa ya que aprovechan el uso de parabuses e infraestructura de otros servicios de transporte.	El usuario identifica la parada por medio de señalamientos (discos) ubicados en parabuses o postes para indicar la zona de ascenso y descenso.
En el exterior del vehículo	Pequeñas cartulinas plastificadas indicando la dirección de viaje y la tarifa. En algunos casos traen rotulado: número de ruta, teléfono de quejas y número económico. No cuenta con caja de rutas (bandera).	Bandera electrónica que indica la dirección de viaje, tableros para informar el número de ruta, número de placas, número económico y teléfono de quejas.	En el parabrisas trae escritos los puntos importantes del derrotero, así como rotulado el nombre de GMT, teléfono de quejas, número económico, número de ruta y de placas.	En algunas unidades funciona la caja de ruta indicando la dirección de viaje o se escribe en el parabrisas. Traen rotulado el nombre de RTP, teléfono de quejas, número económico, número de ruta, de placas y módulo operativo.
En el interior del vehículo	Es escasa la información, solo se informa al pasajero en cartulinas pequeñas la tarifa y la zona de descenso.	En letreros se indica el horario de servicio y número de ruta, el área de ascenso y descenso, prohibido fumar y platicar con el operador.	Existen letreros que indican la tarifa, velocidad máxima, área de ascenso y descenso, número económico y en ocasiones con una placa la capacidad vehicular.	Letreros indicando la capacidad vehicular, la velocidad máxima, el área de ascenso y descenso, la tarifa, número económico, prohibido platicar con el operador, no fumar, no tirar basura, etc.
Para los usuarios no regulares	Se carece de información en los parabuses para guiar al usuario no regular. Incluso la información al interior y exterior de las unidades no es lo suficiente clara.	Se ofrece al usuario un listado de las estaciones (al interior de la unidad), las instrucciones para el manejo de las máquinas de cobro. En las paradas no se ofrece mayor información para que el usuario identifique a la empresa prestataria de este servicio.	Carece de mayor información tanto en las paradas como al interior y exterior de las unidades.	Sólo en las paradas se muestra el logo de RTP que indica el sitio donde se realiza el ascenso y descenso de pasajeros. No se muestra el listado de paradas o un mapa del derrotero.

* Nota 1: Los términos "Capacidad Vehicular (Cv)", "Capacidad Unitaria (CU, Cu o U)", "Capacidad Máxima de Seguridad" o "Capacidad de Transportación", se refieren al número de pasajeros totales (sentados y parados) que puede llevar a bordo una unidad de transporte.

** Nota 2: SEFI = Servicio Especial de Frecuencia Intensiva.

Fuente: Elaboración propia, con observaciones efectuadas en campo.

Como fue expuesto en la tabla anterior, con excepción de los autobuses con los que COVISUR-R25 ha estado renovando su parque vehicular desde hace aproximadamente 4 años, en todos los demás casos, los vehículos del servicio de transporte público, han cumplido con su vida útil. Con mejores sistemas de mantenimiento, se conservan en aceptables condiciones de operatividad los autobuses de GMT-R112 y RTP, aunque han estado dando servicio durante muchos años. Por lo que respecta a Ruta 1, aún conserva en operación microbuses con más de 2 décadas en funcionamiento. Al momento de la redacción del presente documento, estas son las características de los prestatarios del servicio de transporte público que opera sobre el derecho de vía del Eje 8 Sur.

III.2.1.2. Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras.

El propósito de este estudio, es identificar la calidad del tránsito a lo largo de la ruta y determinar la ubicación, la duración, las causas y periodicidad de las demoras que sufre el tránsito. Además, permite identificar aquellos puntos donde podrían implementarse acciones correctivas para mejorar los desplazamientos y la seguridad de los usuarios del servicio de transporte público.

Para efectos de este estudio, se siguieron los siguientes pasos:

a). Información previa al estudio.

- Considerar el número de personas a colaborar en las actividades de muestreo (registro).
- Definir los días y horarios para llevar a cabo el estudio de transporte.
- Identificar cada una de las paradas del transporte público, así como el listado de las paradas que tenía la Línea “E” de trolebuses.
- Diseñar la cédula de registro.

b). Metodología aplicada.

Este estudio se aplicó en el mes de enero de 2014, en un día entre semana a partir de las 07:00 am. En esta técnica de campo, se llevaron a cabo diversos recorridos a bordo de un vehículo oficial del STE – DF. En ambos sentidos de circulación, desde la Calle Oso (Terminal 2 de la línea “E” de Trolebuses) hasta la Calle Samuel Gompers (Terminal 1 Deportivo Santa Cruz Meyehualco), con la colaboración de un trabajador autorizado por el STE, se condujo de tras de una de las unidades de transporte público, para así contabilizar el tiempo de recorrido, las demoras y las causas que ocasionan un atraso en los tiempos de recorrido.

Para el trabajo en campo, se consideró la participación de dos observadores, quienes en su hoja de registro, titulada “Formato para el Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras”, escribieron la hora de inicio y término del recorrido. A uno de los colaboradores, se le asignó

contabilizar (con ayuda de un cronómetro) las demoras generadas por causa de los ascensos y descensos de los pasajeros, registrando la hora de llegada y salida a cada una de las paradas. Al otro observador, se le encomendó registrar las demoras generadas por los semáforos, así como las que se generaron por maniobras del transporte público, cruce de peatones, vehículos estacionados, entre otras causas que provocaron un retraso en el tiempo de recorrido.

c). Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

En este estudio, se comprobó la ubicación de cada una de las paradas de la Línea “E” de Trolebuses, además de reconocer las demás paradas o puntos formales donde se atiende actualmente la demanda sobre el Eje 8 Sur (parabuses y discos de RTP, principalmente).

Se consideraron, la hora de llegada y de salida en cada una de las paradas; las demoras se clasificaron en función de ascensos y descensos, semáforos y otras causas, como maniobras del transporte público, cruce de peatones y vehículos estacionados (obstrucciones temporales al carril preferente de transporte público), entre otras.

Los resultados del estudio, se muestran a continuación (Tabla 14).

Tabla 14. Resultados del Estudio de Tiempos de Recorrido y Demoras.

Concepto	Sentido	
	P - O	O - P
Tiempo de recorrido	00:33:55	00:38:53
Demoras por ascenso - descenso	00:24:03	00:24:40
Demoras a causa del semáforo	00:11:31	00:09:48
Otras demoras (maniobras del transporte público, cruce de peatones, vehículos estacionados, etc.)	00:02:08	00:00:07
Total de demoras	01:11:37	01:13:28

Fuente: Información obtenida con observaciones efectuadas en campo.

A partir de las observaciones de campo y de la interpretación de los datos registrados durante la aplicación de este estudio, se identificó que la principal demora se debe a los ascensos y descensos de pasajeros y que en la mayoría de las ocasiones se origina por el comportamiento y forma de trabajar de los prestatarios del servicio de transporte público. En algunas secciones del Eje 8 Sur, como las que están inmediatas a los accesos de las estaciones de la Línea 8 del STC Metro, en Atlalilco, Cerro de la Estrella, UAM-I y Constitución de 1917, son evidentes las reducciones de velocidad y del nivel de servicio de la vialidad, como consecuencia de las malas prácticas de los prestatarios del servicio de transporte público, principalmente de las unidades pertenecientes a la Ruta 14.

Principalmente en el sentido de circulación de poniente a oriente, son evidentes las obstrucciones que los vehículos de Ruta 14 y en ocasiones de la Ruta 1, producen en detrimento de la circulación, pues se estacionan durante periodos iguales o mayores a 5 minutos en el segundo o hasta el tercer carril, con tal de cobrar los ascensos que el arribo de un convoy del metro proveniente de Garibaldi podría producir.

En Constitución de 1917, en ambos sentidos de la vialidad, se exhiben bajos niveles de servicio, al producirse largas filas de vehículos que no pueden circular por la falta de conciencia, educación, respeto y/o autoridad que se manifiesta cada vez que los prestatarios de la Ruta 14 entorpecen el flujo, al reducir las zonas de circulación de cuatro carriles a tan sólo uno, ya que se estacionan en la vialidad, en vez de utilizar el CETRAM; mientras que en Periférico (sentido de circulación oriente-poniente), tan sólo son pocos los vehículos que hacen uso de las bahías habilitadas. Es importante destacar que esta situación se agrava durante las horas de alta demanda.

En resumen, las demoras identificadas se deben en la mayoría de las veces, a las conductas inapropiadas de los prestatarios del transporte público, especialmente de Ruta 14, mismas que repercuten inmediatamente en los tiempos de recorrido.

III.2.1.3. Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.

Permite estimar el volumen de la demanda de usuarios del servicio de transporte público que se presenta a lo largo del día. A través de éste, se puede identificar el volumen correspondiente a la hora de máxima demanda, así como el prestatario que tiene mayor o menor participación del pasaje atendido a lo largo del corredor.

La calidad y la amplitud de toda esta información generada en campo, permitirá posteriormente, el planteamiento de los análisis orientados al diseño de diferentes alternativas de solución para la implementación de un nuevo esquema de explotación del servicio.

En este estudio se efectuó lo siguiente.

a). Información previa al estudio.

- Identificar los puntos estratégicos para poder llevar a cabo la observación.
- Definir los días y horarios para llevar a cabo dicho estudio.
- Número del personal de apoyo en la realización de este estudio.
- Diseñar la cédula de registro.

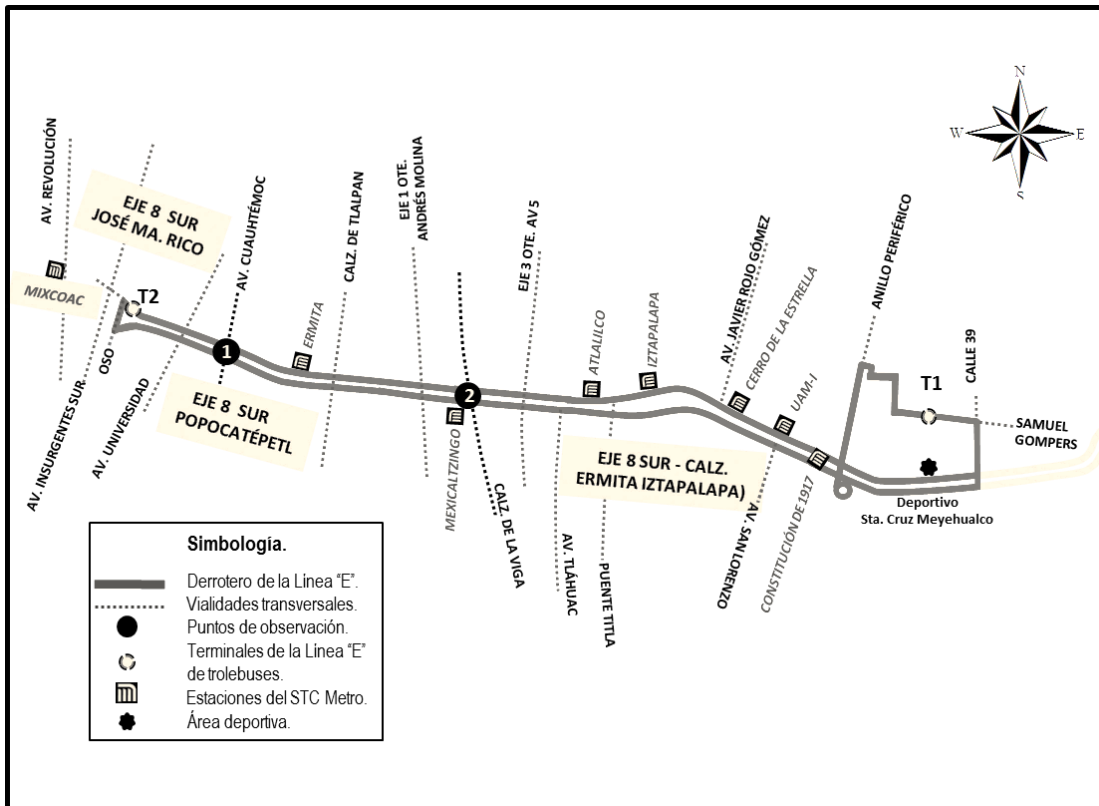
Durante los recorridos de reconocimiento, se apreció que dos ubicaciones permitirían obtener información representativa, porque a través de ellas circulan volúmenes importantes de vehículos del transporte público y con buenos índices de ocupación (recuérdese que Ruta 1 tiene varios derroteros y que Ruta 14 utiliza la vialidad sólo en algunas secciones, pero que afectan sensiblemente el desempeño de ésta); además de ofrecer buena visibilidad y en general, adecuadas condiciones de resguardo (seguridad), para el personal del STE que registraría las observaciones.

Tal y como se indicó, para su desarrollo fue necesario establecer dos puntos de control (Mapa 7):

- * Eje 1 Poniente - Avenida Cuauhtémoc cruce con Eje 8 Sur – Popocatépetl.
- * Eje 2 Oriente - Calzada de La Viga cruce con Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa.

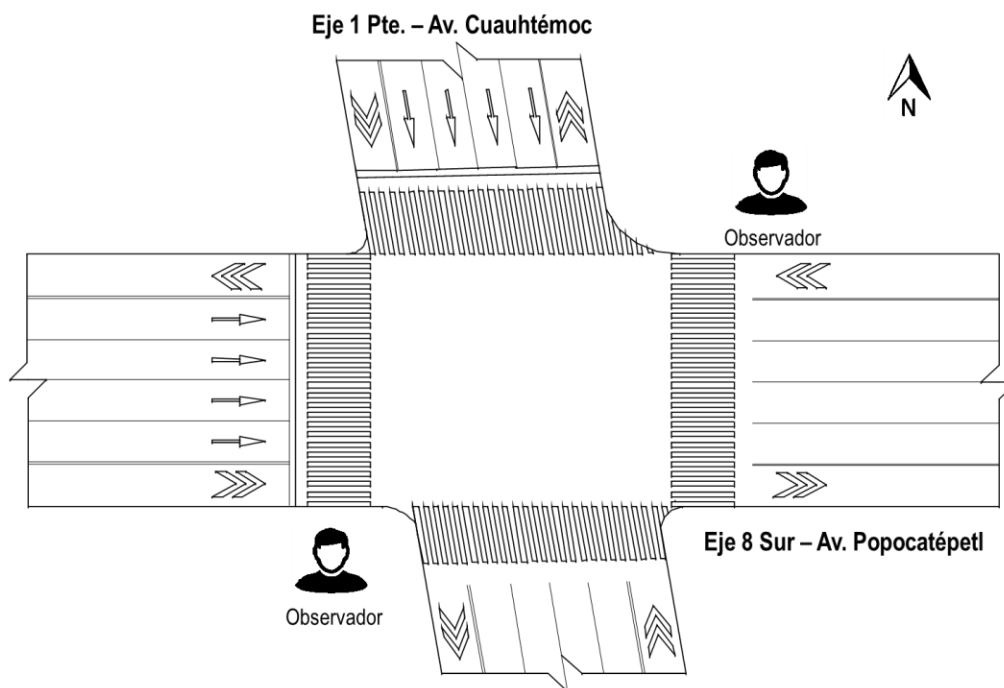
A través de estas localizaciones, se observaron las unidades del transporte público con sus correspondientes índices de ocupación al momento de circular a través de cada punto de observación.

Mapa 7. Puntos propuestos para efectos de observación, para el Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Sección Tipo (Vista en Planta) del Eje 8 Sur – Av. Popocatepetl, en la intersección con Eje 1 Pte. – Av. Cuauhtémoc. Punto de Observación No.2.



Fuente: Elaboración propia.

Para referencia del segundo punto de observación, ver los detalles de la Figura 11 “Sección Vial (Vista en Planta), de la intersección de la Calzada Ermita Iztapalapa con la Calzada de La Viga”, mostrada en el Capítulo II.

b). Metodología aplicada.

Este estudio se llevó a cabo en el mes de febrero de 2014, durante tres días consecutivos, a partir de las 06:00 y hasta las 22:00 horas, con ayuda de cuatro observadores y tres personas encargadas de la supervisión.

El horario se definió de esa manera, para asegurar que el personal que colaboraría con el desarrollo de este estudio tuviera buenas condiciones de visibilidad y de seguridad, además de que estos colaboradores pudieran arribar a tiempo al punto de observación y se retiraran del punto sin ningún contratiempo.

Teniendo definidos los puntos, se procedió a aplicar este estudio de la siguiente manera.

Los aforadores se colocaron en cada uno de los puntos de control que previamente se les asignaron, uno por sentido de circulación. En el estudio se fueron contabilizando y registrando

en el “Formato para el Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”, la cantidad de vehículos que pasaron por el punto de observación, con sus respectivos porcentajes de ocupación. Para este índice se tomaron en consideración los porcentajes que iban de 0-10%, 25%, 50%, 75% y 100%. Este conteo se concentró en periodos de 15 minutos.

c). Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

c.1). Diagnóstico de las condiciones operativas.

Una vez realizadas las observaciones de campo, se procedió a efectuar la interpretación de los datos registrados, para estimar los valores correspondientes a los volúmenes de demanda que se presentan a lo largo del día. Con esta información, se estará en posibilidades de conocer en cuál horario se presenta la condición crítica del servicio, es decir, la mayor cantidad de personas que demandan este servicio.

- **Memoria de Cálculo: procesamiento de la información.**

i. Procedimiento para obtener el Volumen de Pasajeros Transportados en Hora de Máxima Demanda (V_{HMD}).

i.1. Índices de Ocupación observados por unidad de transporte público.

Para facilitar el registro de los datos en campo, se diseñó una cédula que establece los índices de ocupación (α) correspondientes a los vehículos que cruzan a través de los puntos de observación, según se aprecia en la Tabla 15.

De esta manera, el observador sólo contabilizó el número de vehículos según la sección en la que él considera que queda comprendido (0 a 10%, 25%, 50%, 75% o 100%).

Luego, estos índices (porcentajes) de ocupación se convirtieron al número de personas equivalentes, a través de la siguiente expresión:

$$PE = \frac{Cv * \alpha}{100}$$

donde las variables representan:
PE = Pasajeros equivalentes.
Cv = Capacidad vehicular⁵.
 α = Índice de Ocupación (0-10%, 25%, 50%, 75% y 100%).

⁵ La capacidad vehicular, capacidad unitaria o capacidad máxima de seguridad de una unidad de transporte público, depende del tipo de unidad de transporte público a analizar, considerando un peso de diseño por pasajero de 70kg.

Tabla 15. Índices de Ocupación convertidos a Pasajeros Equivalentes.

Tipo de Vehículo Observado	Número de Pasajeros equivalentes al α					Índices de ocupación
	0-10%	25%	50%	75%	100%	
AUTOBÚS de GMT	9	23	45	68	90 pax	
AUTOBÚS de RTP	9	23	45	68	90 pax	
MICROBÚS (Colectivo)	4	10	20	30	40 pax	
AUTOBÚS (Colectivo)	7	18	35	53	70 pax	
AUTOBÚS HIGER R25	6	15	30	45	60 pax	

↑
Capacidad vehicular

Fuente: Elaboración propia.

i.2. Conversión del número de unidades de transporte aforadas de acuerdo con los Índices de Ocupación observados al Número Equivalente de Pasajeros Transportados.

En las cédulas de registro de información de campo que se proporcionaron a los trabajadores del STE-DF, se contabilizó vehículo por vehículo. Pero, durante el proceso de captura, se concentró la información en periodos de 15 minutos.

Considerando la información mostrada en la Tabla 15, se procedió a utilizar cada una de estas cantidades para convertir el número de vehículos contabilizados en el número equivalente de pasajeros transportados en cada vehículo, mediante el procedimiento siguiente.

- a. En las observaciones y en la cédula de registro, se consideraron: prestatario de transporte (GMT, RTP, Ruta 2, Ruta 1 y COVISUR-R25), tipo de vehículo e índices de ocupación correspondientes, para desarrollar los posteriores cálculos.
- b. En el Punto 1, en sentido oriente – poniente, entre las 06:00 y las 06:15 horas, se observaron 3 autobuses de GMT con índices de ocupación menores al 10% (Tabla 16). Por tanto, si para este vehículo la $C_v=90$ pax; se estima que un $\alpha=10\%$ equivale a 9 pax. En consecuencia, 3 autobuses con dichos “ α ” (índices de ocupación), habrán transportado aproximadamente 27 pasajeros, durante el periodo referido (Tabla 17).

Tabla 16. Información de la cédula del Estudio Frecuencia de Paso y Carga Vehicular, Punto 1.

PUNTO DE AFORO: CUAUHTÉMOC																				
UNIDADES DE TRANSPORTE AFORADAS																				
HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 2									
											AUTOBÚS					MICROBÚS				
	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%
6:00 - 6:15	3		2			1					1									
6:15 - 6:30		1	1	2																
6:30 - 6:45	1		2	2		1		1								1				
6:45 - 7:00									2											

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

Con este mismo criterio, se realizaron los demás cálculos para cada prestatario de transporte y cada índice de ocupación.

$$NEPT = (\text{Número de vehículos} * PE)$$

donde:
NEPT = Número Equivalente de Pasajeros Transportados.
Número de vehículos = Número de vehículos correspondientes a cada prestatario.
PE = Pasajeros Equivalentes⁶.

Efectuando los cálculos anteriormente referidos, se tienen los datos siguientes.

Tabla 17. Información con el Número Equivalente de Pasajeros Transportados por el transporte público, Punto 1.

PUNTO DE AFORO N° 1: CUAUHTÉMOC																				
PASAJEROS A BORDO DE LAS UNIDADES AFORADAS																				
HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 2									
											AUTOBÚS					MICROBÚS				
	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%
6:00 - 6:15	27		90			9					7									
6:15 - 6:30		23	45	135																
6:30 - 6:45	9		90	135		9		45								4				
6:45 - 7:00									135											

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

⁶ Este dato corresponde al número de pasajeros equivalentes al porcentaje de ocupación de la Tabla 15 que previamente ya se había calculado con información del inciso i.1. "Índices de Ocupación observados por unidad de transporte público".

i.3. Estimación del Volumen de Pasajeros Totales Transportados en cada periodo de 15 minutos.

Para obtener el volumen total de pasajeros transportados en cada intervalo de 15 minutos, se efectúa la suma del número de pasajeros de todas las unidades de transporte público de cada periodo, es decir:

$$VPTI = \sum NEPT$$

donde:
VPTI = Volumen de Pasajeros Transportados por Intervalo.
NEPT = Número Equivalente de Pasajeros Transportados.

Retomando el ejemplo anterior del Punto 1, se realizó la suma del número equivalente de pasajeros transportados por los prestatarios, entre las 06:00 y las 06:15. Es decir, se sumaron los 27 y 90 pasajeros transportados en los 5 autobuses de GMT, con los 9 pasajeros a bordo de un autobús de RTP y los 7 pasajeros a bordo de un autobús de la Ruta 2. En consecuencia, en el primer intervalo de 06:00 a 06:15 horas, se tuvo un Volumen de Pasajeros Transportados igual a 133 pasajeros. (Tabla 18).

Tabla 18. Volumen de pasajeros totales transportados por intervalo.

PUNTO DE AFORON° 1: CUAUHTÉMOC																				
HORA	PASAJEROS A BORDO DE LAS UNIDADES AFORADAS																		VOLUMEN DE PAS TOTALES POR INTERVALO	
	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 2									
											AUTOBÚS				MICROBÚS					
	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%	75%	100%	0-10%	25%	50%		75%
6:00 - 6:15	27		90			9					7									133
6:15 - 6:30		23	45	135																203
6:30 - 6:45	9		90	135		9		45								4				292
6:45 - 7:00									135											135

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

Finalmente, se continuó evaluando las siguientes franjas horarias, por ejemplo, de 06:15 a 06:30, de 06:30 a 06:45 y de 06:45 a 07:00. Este procedimiento se repitió sucesivamente, hasta concluir el periodo de las 21:45 a las 22:00 horas, siguiendo la misma lógica del inciso i.3, esto para ambos puntos de observación.

Considerando que fueron 3 días de observación, se requirió estimar el promedio de los Volúmenes de Pasajeros Transportados por Intervalo de cada punto de observación para obtener el Volumen Promedio en Hora de Máxima Demanda; es decir, efectuar el promedio de los volúmenes hasta aquí calculados, para de esta manera conocer la demanda promedio de pasajeros registrados durante los 3 días de observación. Este valor, permitió desarrollar el diseño del servicio que atienda la demanda presente de pasajeros en la sección de estudio, por lo que a continuación se describen los pasos efectuados para tal fin.

i.4. Cálculo para obtener el Promedio del Volumen de Pasajeros Transportados por Intervalo de los tres días de observación.

Para calcular el promedio de los Volúmenes de Pasajeros Transportados por Intervalo de tiempo obtenidos por cada punto de observación, día y sentido (Tabla 18), se requirió efectuar la suma de estos volúmenes y dividir dicho resultado entre los días de observación, es decir, entre 3.

$$\overline{VPTI} = \frac{(\sum VPTI)}{3}$$

donde:
 \overline{VPTI} = Promedio del Volumen de Pasajeros Transportados por Intervalo.
 VPTI = Volumen de Pasajeros Transportados por Intervalo.
 3 = Número de días que se aplicó el Estudio Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.

Por ejemplo, en el Punto 1, en sentido oriente – poniente, entre las 06:00 y las 06:15 horas, se obtuvo en el primer día un volumen de 133 pasajeros; mientras que en el segundo día se registró un volumen de 293 pasajeros y en el tercer día, 184 pasajeros. Por tanto, al sumar estos valores y dividir el resultado entre 3, se estimó que se había transportado aproximadamente un Volumen Promedio de 203 pasajeros, durante el periodo referido (entre las 06:00 y las 06:15 horas). (Tabla 19).

Tabla 19. Promedio de los Volúmenes de Pasajeros Transportados por Intervalo en los 3 días de observación, Punto 1: Cuauhtémoc.

VOLÚMENES PROMEDIO: PUNTO 1 O-P				
HORA	DÍAS			\overline{VPTI}
	1	2	3	
6:00 - 6:15	133	293	184	203
6:15 - 6:30	203	180	117	167
6:30 - 6:45	292	113	229	211
6:45 - 7:00	135	225	203	188
7:00 - 7:15	135	229	255	206
7:15 - 7:30	210	158	348	238
7:30 - 7:45	313	179	195	229
7:45 - 8:00	248	293	184	241
...
21:00 - 21:15	63	9	22	31
21:15 - 21:30	49	59	45	51
21:30 - 21:45	25	41	22	29
21:45 - 22:00	41	9	37	29

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

i.5. Cálculo de la Demanda de Pasajeros Transportados por Hora Sentido.

Con cuatro periodos consecutivos de 15 minutos, se conforma una hora. De manera que si se tiene el número Promedio de Pasajeros Transportados de 06:00 a 06:15, de 06:15 a 06:30, de 06:30 a 06:45 y de 06:45 a 07:00, se está en posibilidades de sumar los correspondientes volúmenes de pasajeros transportados de cada periodo, para calcular el número de personas que fueron transportadas a través de la sección de observación entre las 06:00 y 07:00 horas, por ejemplo.

$$DPT = \overline{VPTI}_{INTERVALO\ 1} + \dots + \overline{VPTI}_{INTERVALO\ 4}$$

donde:
DPT = Demanda de Pasajeros Transportados por Hora Sentido.
 \overline{VPTI} = Promedio del Volumen de Pasajeros Transportados por Intervalo.

Continuando con el análisis del Punto 1, en sentido oriente – poniente, se sumó el promedio de los volúmenes de pasajeros obtenidos en el inciso *i.4.* (Tabla 19), es decir, los volúmenes correspondientes a la primera hora de 06:00 a 07:00 (203 pax, 167 pax, 211 pax y 188 pax). En consecuencia, al sumar estos volúmenes se obtuvo en el periodo de las 06:00 y las 07:00 horas una Demanda = 768 pasajeros/hr-sentido. (Tabla 20).

Tabla 20. Demanda de Pasajeros por Hora Sentido, Punto 1: Cuauhtémoc.

VOLÚMENES PROMEDIO: PUNTO 1 O-P					
HORA	DÍAS			VPTI	DEMANDA PAX/HR-SENTIDO
	1	2	3		
6:00 - 6:15	133	293	184	203	
6:15 - 6:30	203	180	117	167	
6:30 - 6:45	292	113	229	211	
6:45 - 7:00	135	225	203	188	768
7:00 - 7:15	135	229	255	206	771
7:15 - 7:30	210	158	348	238	843
7:30 - 7:45	313	179	195	229	861
7:45 - 8:00	248	293	184	241	915
...
21:00 - 21:15	63	9	22	31	139
21:15 - 21:30	49	59	45	51	153
21:30 - 21:45	25	41	22	29	138
21:45 - 22:00	41	9	37	29	140

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

Para determinar este valor, en otros periodos, se necesita seguir evaluando otras franjas horarias, por ejemplo, de 06:15 a 07:15 o de 06:30 a 07:30, bajo la misma lógica descrita.

- **Interpretación de la información.**

Considerando los cálculos previamente descritos, se muestra enseguida la interpretación de la información por cada punto de control.

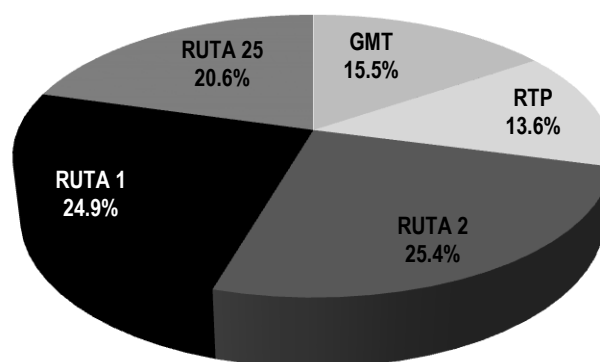
1. **Punto 1: Intersección de Eje 8 Sur con Eje 1 Poniente – Avenida Cuauhtémoc.**

1.1. Punto 1 Sentido Poniente – Oriente.

En este punto de observación, el servicio es proporcionado por cinco prestatarios de transporte público (Ruta 1, Ruta 2, COVISUR-R25, TUP-GMT R112 y RTP), mismos que de acuerdo con la Hora de Máxima Demanda (HMD) registrada en este punto, entre las 18:30 y las 19:30 horas, llegan a transportar un volumen promedio de 2,947 pasajeros.

En esta hora, la distribución de pasajeros se da de la siguiente manera (Gráfica 1).

Gráfica 1. Distribución de pasajeros promedio en HMD, Av. Cuauhtémoc (P - O).



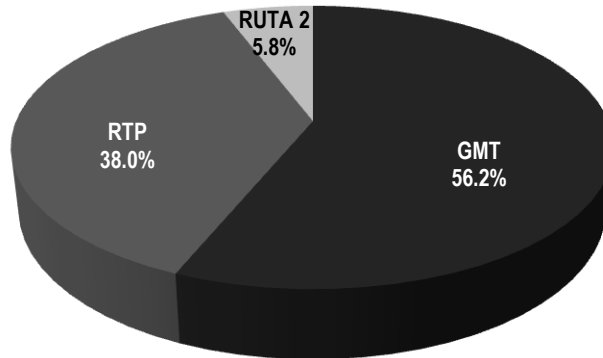
Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

1.2. Punto 1 Sentido Oriente – Poniente.

En sentido Oriente – Poniente, se registraron 1,067 pasajeros promedio, durante la Hora de Máxima Demanda (HMD), la cual se registró entre las 08:45 y las 09:45 horas.

De acuerdo con el número de unidades registradas, la transportación de pasajeros se llevó a cabo por TUP-GMT R112, RTP y la Ruta 2 (Gráfica 2).

Gráfica 2. Distribución de pasajeros promedio en HMD, Av. Cuauhtémoc (O - P).



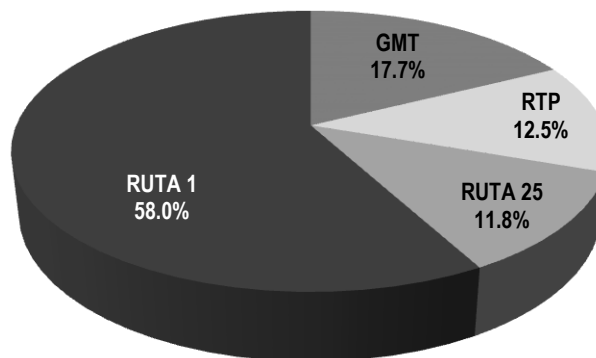
Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

2. Punto 2: Intersección de Eje 8 Sur con Eje 2 Oriente – Calzada de La Viga.

2.1. Punto 2 Sentido Poniente – Oriente.

En este punto de observación, se presentó una demanda promedio de 3,650 pasajeros en la HMD de 18:15 a 19:15 horas, misma que es atendida por las Rutas 1, TUP-GMT R112, RTP y COVISUR-R25. (Gráfica 3).

Gráfica 3. Distribución de pasajeros promedio en HMD, Calzada de La Viga (P-O).



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

La Gráfica 3, exhibe que la Ruta 1 es el prestatario que tiene mayor participación dentro del corredor en la intersección con la Calzada de La Viga, ya que durante el estudio, esta ruta llegó a transportar cerca de 2,116 pasajeros promedio durante el periodo de las 18:15 y las 19:15 horas, en el sentido de circulación poniente – oriente.

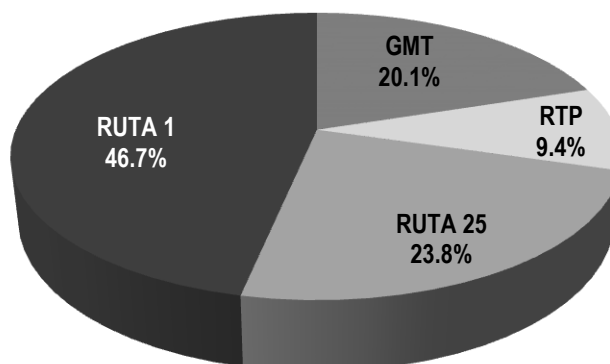
2.2. Punto 2 Sentido Oriente – Poniente.

En el sentido Oriente – Poniente, la sección de máxima demanda se registró durante el horario de 06:45 a 07:45 horas con un volumen promedio de 9,156 pasajeros/hr-sentido.

En esta dirección de circulación, están presentes la Ruta 1, seguido de COVISUR-R25, TUP-GMT R112 y RTP, respectivamente.

En la Gráfica 4, se destaca que los prestatarios de la Ruta 1 continúan teniendo una importante presencia en la zona de estudio, ya que de los 9,156 pasajeros que se desplazan dentro de la franja horaria de alta demanda, esta organización llega a transportar alrededor de 4,274 pasajeros.

Gráfica 4. Distribución de pasajeros promedio en HMD, Calzada de La Viga (O - P).



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

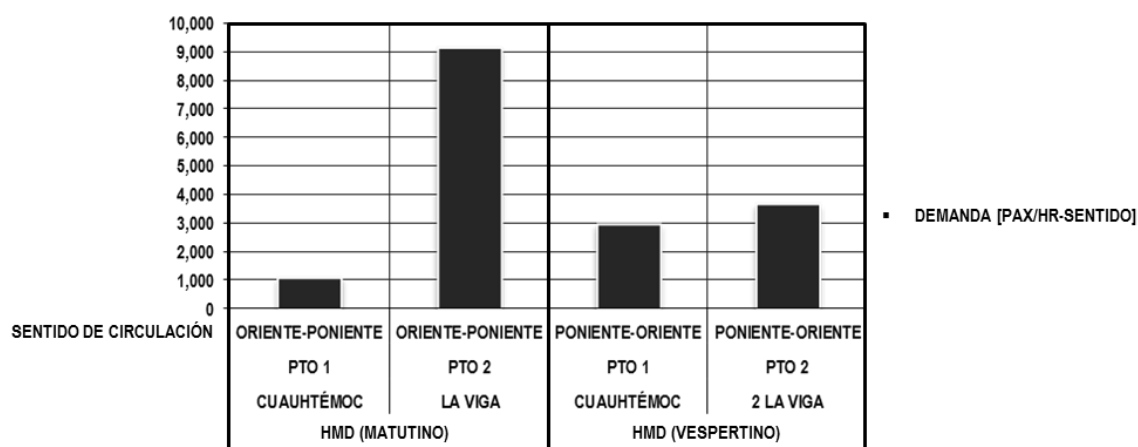
• **Resultados.**

De acuerdo con el análisis de la información recabada en el Estudio Frecuencia de Paso y Carga Vehicular, a continuación se muestran, de manera resumida, los resultados obtenidos.

1. Volumen de Proyecto (V_{HMD}).

El Volumen en Hora de Máxima Demanda (V_{HMD}), se registró entre las 06:45 y las 07:45 horas, por la mañana, en el Punto 2 “Calzada de La Viga” en el sentido de circulación de Oriente a Poniente con 9,156 pax/hr-sentido. (Gráfica 5).

Gráfica 5. Demanda Promedio por punto de control.



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

2. Volumen Diario Promedio.

En la siguiente tabla, se muestra que Calzada de La Viga registró en promedio el mayor Volumen Diario Transportado, durante los tres días del estudio.

Tabla 21. Volumen Diario Promedio de los tres días de observación.

VOLUMEN DIARIO PROMEDIO		
SENTIDO	PUNTO	VOLUMEN [PAS/DÍA]
ORIENTE-PONIENTE	PTO 1 CUAUHTÉMOC	8,607
	PTO 2 CALZADA DE LA VIGA	43,531
PONIENTE-ORIENTE	PTO 1 CUAUHTÉMOC	24,230
	PTO 2 CALZADA DE LA VIGA	32,092

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida mediante observaciones en campo.

Capítulo IV. Alternativas de solución para incrementar el nivel de servicio del transporte público de superficie en la sección de estudio del Eje 8 Sur.

Con base en los resultados de los análisis de la información recopilada en campo durante el desarrollo de los estudios de transporte propuestos, así como del diagnóstico de las problemáticas asociadas con el servicio de transporte público de superficie detectadas en la zona de estudio, se integrarán durante el desarrollo del presente capítulo, las alternativas de solución que permitan el cumplimiento de los objetivos planteados para esta investigación.

A partir del conocimiento del comportamiento de la demanda y de la participación de los actuales oferentes del servicio de transportación en la sección de estudio, se plantearán los posibles escenarios para diseñar la solución que permita el reordenamiento integral del transporte público de superficie, el mejoramiento en las condiciones generales del flujo vehicular (de transporte público y tránsito mixto), la reposición y mejoramiento del mobiliario urbano existente y por supuesto, la implementación de acciones en materia de transporte que permitan reducir los impactos negativos que se derivan de su propia operación, como son primordialmente la congestión, los niveles de ruido y las emisiones de gases de combustión y partículas contaminantes hacia la atmósfera, entre otros.

IV.1. Participación de los actuales proveedores del servicio de transporte público en la sección de estudio.

El estudio de “Frecuencia de Paso y Carga Vehicular” indicó que en la sección comprendida entre el Eje 3 Oriente y la Calzada de La Viga (Eje 2 Oriente), en el horario de 06:45 a 07:45 de la mañana, se tiene en el sentido Oriente a Poniente, el mayor número de pasajeros transportados por los actuales prestatarios del servicio público a través de la sección de estudio del Eje 8 Sur: 9,156 pax/hr-sentido.

De esta cantidad, el 46.7%, que equivale a 4,274 pax/hr-sentido, se transportan en vehículos de baja capacidad pertenecientes a concesiones individuales de la Ruta 1.

Enseguida, se tiene a la Ruta 25 (al momento de la redacción del presente documento, se encuentra en proceso de reestructuración por parte de la SEMOVI, al reconocerle como Corredor Vial Sur, S.A. de C.V. y otorgarle placas con identificación de corredor concesionado de numeración 126), que atiende 2,181 pax/hr-sentido, equivalentes al 23.8%.

El tercer prestatario en importancia, es Autotransportes Urbanos Siglo Nuevo, S.A. de C.V. (AUSN), actualmente con un nuevo nombre, Transporte Urbano de Personas (TUP) e integrante de Grupo Metropolitano del Transporte (GMT), el cual atiende 1,838 pax/hr-sentido, que corresponden al 20.1%.

Finalmente, los autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), transportan 864 pax/hr-sentido, que equivalen al 9.4% del total de pasajeros que viajan en transporte público a través de esta sección de estudio.

Esta información, permite el planteamiento de diferentes escenarios de operación, que podrían resultar de diferentes combinaciones, en función de la inclusión o exclusión de alguno(s) de los cuatro proveedores que en la actualidad explotan el servicio. Para ello, se consideraron las fortalezas y debilidades que caracterizan a cada uno de ellos, según el análisis que se detalló en la Tabla No.13 “Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio” (Capítulo III).

Antes de describir cada uno de los escenarios propuestos, se hace referencia a las características generales de las unidades tipo que se proponen para integrar el parque vehicular que trabajaría en la Línea “E”. A partir de dicho vehículo tipo, se elaboró el diseño de la explotación del servicio correspondiente a cada escenario.

IV.2. Configuraciones vehiculares propuestas para conformar el parque vehicular de la Línea “E”.

En los dos primeros capítulos, se destacó la larga presencia y evolución que ha tenido a través del tiempo el transporte eléctrico de superficie en la Ciudad de México. Es por ello que debe considerarse dentro de los proyectos que en materia de transporte y medio ambiente ha estado anunciando el actual Gobierno del Distrito Federal (GDF), puesto que la reincorporación al servicio de la Línea “E” brindaría una eficaz solución a los problemas actuales y futuros que tanto han aquejado al transporte público de pasajeros en el derrotero estudiado, en lo que respecta a la calidad, confiabilidad, seguridad, comodidad y emisión de contaminantes relacionados con la prestación de este servicio.

En la actualidad, la contaminación ambiental, el consumo de los recursos energéticos y la calidad del servicio de transporte público, han sido de los temas primordiales que han preocupado al gobierno, instituciones privadas y asociaciones civiles; pues se reconoce que la operación del transporte público incide directamente en la degradación de la calidad del aire y calidad de vida en el contexto urbano.

De lo anterior, se refuerzan los argumentos para considerar dentro de las alternativas de solución a la problemática que es objeto de la presente investigación, las bondades que ofrece la adopción de la tracción eléctrica por medio de autobuses eléctricos semiguizados (Trolebuses), debido a que han demostrado durante varios años la eficiencia de su tecnología y su prolongada vida útil, posicionándose claramente como una opción viable para la implementación de futuros corredores de transporte en la Ciudad de México.

En el continente europeo, esta tecnología ha encontrado un mercado que le ha permitido la manufactura de vehículos con diferentes configuraciones de chasis y carrocería, pero que en la actualidad todas ellas son de piso bajo, para favorecer un fácil, cómodo y rápido ascenso y descenso de la unidad, con longitudes de hasta 24.7 metros.

Para el análisis, dimensionamiento y diseño operativo de los escenarios que se propondrán, brevemente se hará referencia a algunos de los fabricantes de equipos de transporte eléctrico, con sus principales modelos, configuraciones y capacidades vehiculares⁷.

En la manufactura de trolebuses, en distintas partes del mundo han intervenido empresas proveedoras de chasis, carrocerías y/o sistemas de tracción, de diferentes nacionalidades, de entre las cuales se podría mencionar a Dina (mexicana), Scania y Volvo (suecas), Solaris (polaca), Skoda Electric (checa), Vossloh Kiepe (alemana), Belkommunmash y Trolza (rusas), Caio Induscar (brasileña), Hess (suiza), Irisbus (francesa) y Sytecsa (colombiana), por citar solamente algunas.

En la Tabla 22, se presentan diferentes modelos de trolebuses que han sido comercializados exitosamente en sus respectivos mercados. Todos ellos tienen en común, que han sido fabricados sobre chasis que permiten, al menos, la adopción de una configuración de “Entrada Baja” (Low Entry, LE). Los diseños europeos, se distinguen porque son completamente de “Piso Bajo” (Low Floor, LF) en todas sus versiones, ya sean de 12, 15, 18 o 24.7 metros.

La diferencia entre un vehículo de “Entrada Baja” (LE) y uno de “Piso Bajo” (LF), radica en que éste último mantiene un nivel de piso interior uniforme a lo largo de toda la unidad; mientras que en el primero, este nivel bajo solamente se garantiza entre las secciones destinadas a la circulación de los pasajeros que ascienden y descienden del vehículo, por lo cual, es común que entre las puertas de servicio para descenso (ubicadas al centro de la unidad) y la parte posterior del vehículo, se disponga de rampas o escalones, por medio de las cuales se accede a una amplia oferta de asientos en la sección “alta” del vehículo.

En cualquiera de los casos, sea “LE” o “LF”, el trolebús moderno permite que el nivel de piso interior sea el mismo que el de la acera en las secciones de abordaje o de descenso; facilitando esta maniobra que efectúan los pasajeros, es posible reducir los tiempos de permanencia en una parada y tiene un importante impacto positivo en los tiempos de operación, pues permite reducir las demoras debidas a estas maniobras y conseguir un incremento de la velocidad comercial.

⁷ La interpretación del término “capacidad vehicular” ha sido detallado en la Nota 1 de la Tabla No. 13 “Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio”.

Con respecto a la capacidad de transportación de un vehículo, es importante hacer notar que este es un parámetro hasta cierto grado flexible, en el sentido de que queda en función del número de asientos, la distribución de espacios al interior de la unidad (arreglo y distribución de los asientos, así como de las áreas de estancia para pasajeros que viajan de pie) y del nivel de comodidad que se desee proporcionar a los pasajeros.

En países Europeos, la configuración de asientos y espacios al interior de los vehículos, supone una amplia oferta de asientos y un factor máximo de ocupación (número máximo de personas que pueden viajar por metro cuadrado) que no comprometa la comodidad del usuario. Sin embargo, en México lo habitual es que no se conceda la misma importancia a este aspecto. Se advierte, sobre todo en los últimos años, que la distribución del espacio interior disponible en los vehículos del transporte público, ha tenido cambios, mismos que pueden verse reflejados en un incremento de la capacidad vehicular.

Tabla 22. Modelos de Trolebuses “Tipo” existentes en el mercado.

Vehículo	Modelo	Chasis	Nivel de Piso Interior	Dimensiones				Capacidad* [pax]		Número de Puertas
				Longitud [m]	Altura [m]	Ancho [m]	Nivel de Acceso [cm]	Asientos + Pax de Pie	Espacios Reservados	
Trolebús regular (carrocería en un solo cuerpo)	Dina Ridder E	Dina	Entrada Baja (LE) en la sección frontal (entre las puertas de servicio) y desnivel en la sección posterior	12	3.5	2.6	33	100	1 para sillas de ruedas	2
	Caio Millennium BRT	Scania		15	3.5	2.6	33	136		3
	Solaris Trollino 15	Solaris	15	3.5	2.5	33	160	3		
Trolebús Articulado	Solaris Trollino 18	Solaris	Piso Bajo (LF)	18	3.5	2.5	33	180	2 para sillas de ruedas	4
Trolebús Biarticulado	HESS LightTram	HESS		24.7	3.4	2.5	33	240	2 para sillas de ruedas	5

* Nota: Para un vehículo con la misma longitud, la capacidad vehicular indicada por los fabricantes europeos de piso bajo, resulta inferior a la que se comercializa en México en la versión de piso alto, debido a que son diferentes conceptualizaciones del servicio. Los operadores europeos ofrecen una mayor disponibilidad de asientos a cambio de la reducción en la capacidad de transportación, porque la calidad del servicio se enfoca en la comodidad del pasajero. Esta situación suele ser distinta en países como México, puesto que el concepto del servicio se enfoca más en incrementar el número total de usuarios que pueden ser transportados en cada una de las unidades de transporte.

Fuente: Elaboración propia, con información de las fichas técnicas correspondientes.

La disposición de los asientos en los nuevos vagones del metro y tren ligero, por ejemplo, son en banqueta (dispuestos como una banca orientada en sentido transversal al movimiento del vehículo), con lo cual, se reduce la oferta de asientos, pero se puede disponer de espacios más amplios para alojar a más pasajeros de pie a bordo del vehículo. Esto se ha acentuado en la última década, pero desde 1980, ya había cierta tendencia a reducir la oferta de asientos en los autobuses y trolebuses del Distrito Federal.

En cierto modo, se podrían justificar estos cambios, debido a la gran demanda de usuarios que viajan en las distintas líneas y/o rutas de transporte público. Esto ha propiciado que en horas de alta demanda, las unidades operen con niveles de ocupación cercanos e incluso, superiores a la oferta técnica de diseño, es decir, que circulen con sobrecarga, lo cual puede redundar en un mayor mantenimiento y menor tiempo de vida útil de los vehículos.

Retomando el análisis de los trolebuses “tipo” indicados en la Tabla 22, se hará a continuación una breve descripción de cada uno de éstos.

IV.2.1. Trolebús Regular (trolebús con carrocería de un solo cuerpo).

IV.2.1.1. Trolebús Regular de 12 metros.

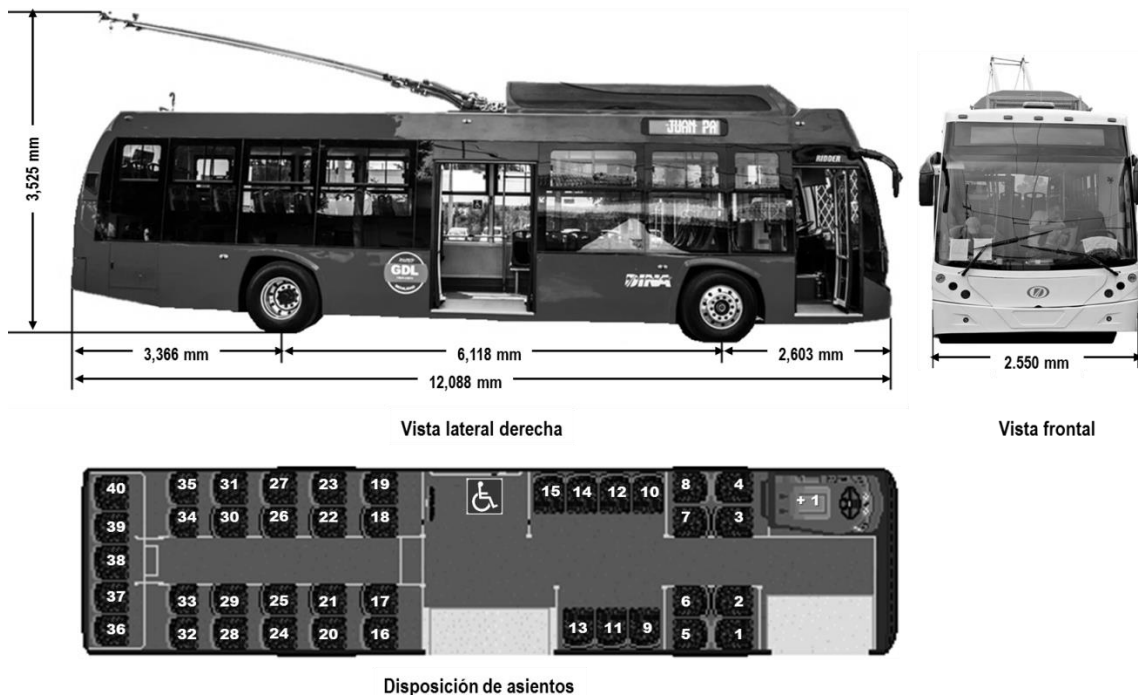
La empresa mexicana Dina, produjo un prototipo de autobús eléctrico alimentado por cable aéreo a partir de su modelo urbano de entrada baja denominado “Ridder”, con un sistema de propulsión basado en la tecnología del consorcio alemán Vossloh-Kiepe.

Durante el año 2013, este prototipo se sometió a rigurosas pruebas en el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal. Se decía en aquél momento, que a partir de las observaciones y recomendaciones hechas por el personal técnico que ejecutó dichas pruebas, este prototipo se adecuaría a los requerimientos del STE, para que una vez aprobado dicho prototipo, pudiera comenzar su fabricación en serie y dar inicio a la renovación del parque vehicular de la red de trolebuses del Distrito Federal.

Este mismo prototipo se sometió a los protocolos de pruebas del Sistema de Transporte Colectivo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (SISTECOZOME). Durante el mes de enero de 2015, se hizo el anuncio oficial de la compra de 25 unidades de este tipo, para renovar el altamente deteriorado parque vehicular que aún proporcionaba servicio en las dos líneas que se mantienen operando en aquella ciudad, Ruta 400-Par Vial y Ruta 500-Obrero. Este hecho es sumamente importante en materia de transporte sustentable de nuestro país, porque habrían transcurrido prácticamente 18 años desde que se fabricó el último trolebús en México (los modelos C12T Masa Mitsubishi del Distrito Federal).

Este nuevo trolebús, “Dina Ridder E” de 12 metros de longitud (Figura 17), cuenta con capacidad vehicular de hasta 100 pasajeros y Entrada Baja. Es decir, que cuenta con una diferencia de niveles en su piso interior, de tal manera que en el vestíbulo de acceso y descenso para pasajeros es uniforme a 33 cm del nivel de rodamiento; mientras que en la sección posterior de la unidad, se incorporan escalones para poder acceder a ella.

Figura 17. Trolebús Regular de 12 metros, Dina Ridder E – Vossloh/Kiepe.



Fuente: Ficha Técnica DINA.

Esta configuración de entrada baja, en la República Mexicana aún no ha sido debidamente valorada por las autoridades ni por las empresas operadoras del transporte. Son apenas unos cuantos autobuses urbanos que han adoptado este diseño para la explotación comercial del servicio (quizás porque el volumen de producción de este tipo de chasis aún no permite una reducción sustancial del costo por cada unidad producida).

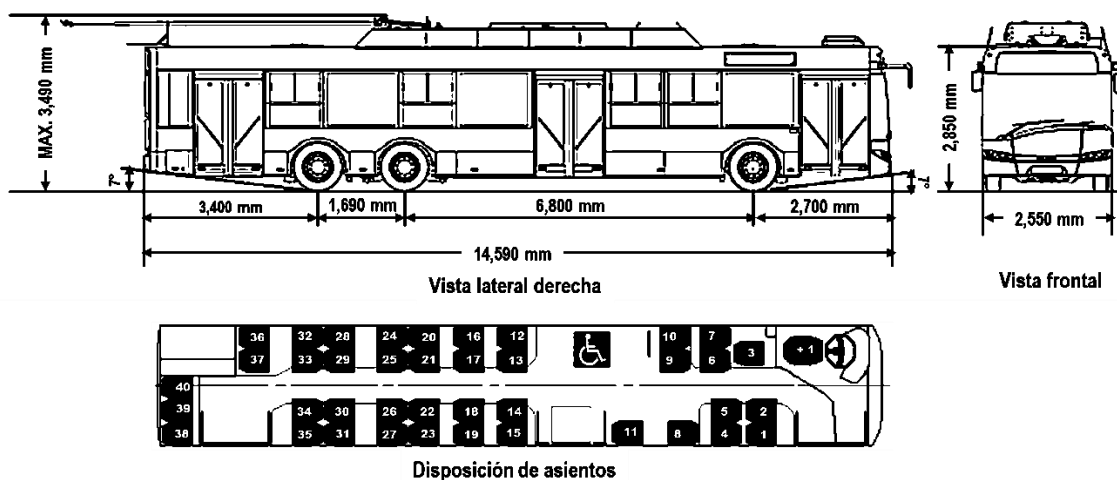
Sin embargo, en las principales urbes de Europa, por ejemplo; las autoridades y la propia industria sí han estado impulsando la introducción de autobuses con nivel de piso interior completamente bajo; debido a que al prescindir de escalones al interior del vehículo, esta configuración permite que a los pasajeros les tome poco tiempo e inclusive, les sea más fácil el acceder y descender de la unidad, lo cual se refleja en la reducción de los tiempos de viaje en la línea, en la seguridad y en el nivel de servicio que perciben los usuarios.

IV.2.1.2. Trolebús Regular de 15 metros.

Además del trolebús regular de 12 metros, la tecnología ha facilitado la comercialización de chasis de un solo cuerpo de hasta 15 metros, con el consiguiente incremento de la capacidad vehicular, al posibilitar la disposición de más espacio interior dentro de los vehículos, pero con las mismas características de maniobrabilidad, gracias a la inclusión de un segundo eje trasero que permite la reducción de sus radios de giro (estos trolebuses son de 3 ejes, configuración conocida como 6X2).

La compañía polaca Solaris, fue el primer proveedor industrial del mundo en comercializar esta tecnología, con la introducción de su modelo Solaris Trollino 15, de piso bajo (LF), mostrado en la Figura 18 y que circula eficientemente en varias ciudades europeas.

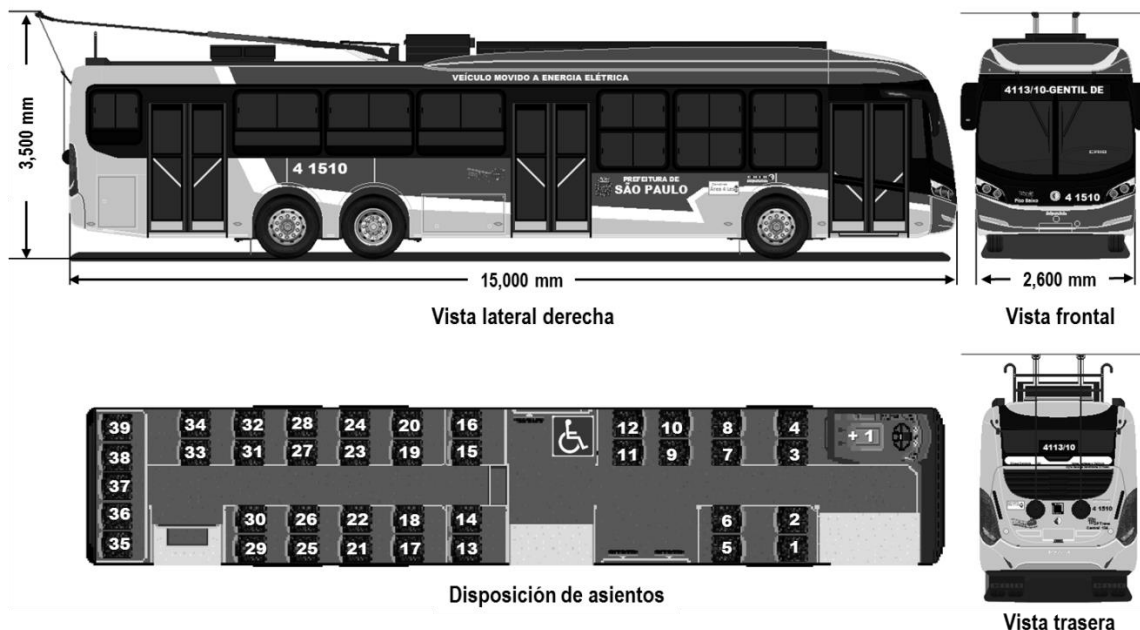
Figura 18. Trolebús Regular de 15 metros, Solaris Trollino 15.



Fuente: Ficha Técnica Solaris.

La exitosa introducción del trolebús Caio Millennium II de 15 metros (montado sobre chasis Scania), en la ciudad de Sao Paulo, en Brasil, condujo a la producción de un nuevo modelo: el Caio Millennium BRT, de entrada baja (LE) que se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Trolebús Regular de 15 metros, Caio Millennium BRT (Chasis Scania).



Fuente: Ficha Técnica Caio.

Dentro de las numerosas ventajas que ofrece este modelo de trolebús, es que ha sido concebido para circular tanto en servicios alimentadores de Servicio Rápido (BRS), como en corredores de transporte público de Tránsito Rápido (BRT). Por lo cual, está disponible comercialmente con configuraciones de servicio para carriles laterales (BRS) y carriles centrales (BRT).

Este modelo también se comercializa con accesos en ambos lados de la unidad, es decir, puede disponer de una configuración con puertas tanto en el perfil derecho como en el izquierdo, lo cual le confiere una notable flexibilidad para operar en ambos esquemas de servicio, tanto del tipo Cero Emisiones o Metrobús Línea 4, o bien, como del tipo Ecovía de Monterrey o Metrobús Insurgentes (si este último se hubiese construido con estaciones a nivel, que son más armónicas con el espacio urbano).

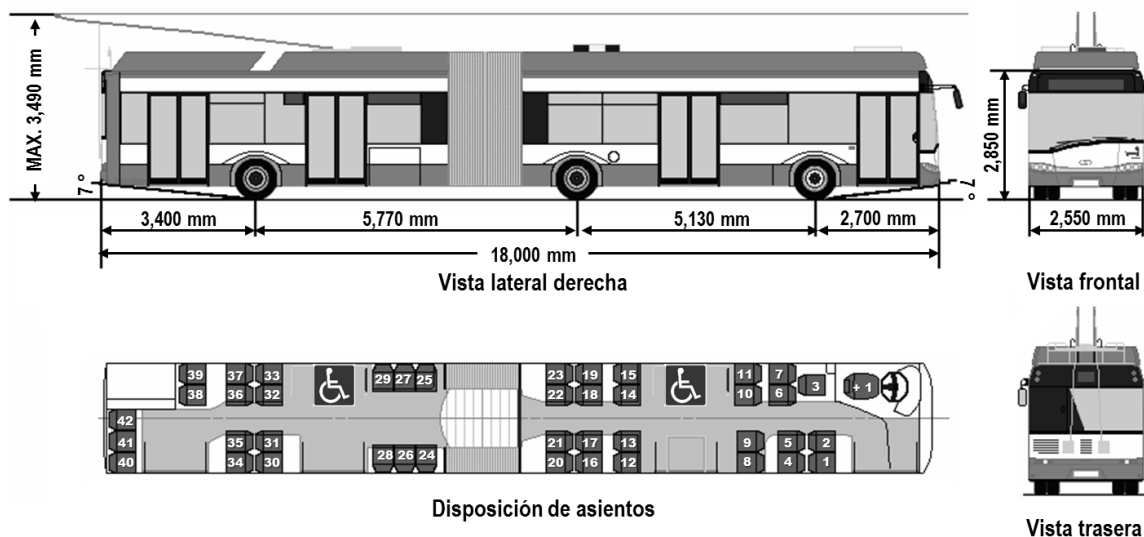
El trolebús Caio Millennium BRT, demuestra que en Sao Paulo, la industria también le ha dado importancia a la tracción eléctrica, al ser 100% libre de emisiones. Gracias a la versatilidad de su diseño, este trolebús puede ser empleado para diferentes esquemas de servicio, tanto ordinario (en tránsito mixto), como BRS o BRT, flexibilidad que refuerza la viabilidad de incorporar este tipo de tecnología en las propuestas de movilidad urbana sustentable.

IV.2.2. Trolebús Articulado (trolebús con carrocería de dos cuerpos).

Desde hace muchas décadas, existen en el mercado autobuses eléctricos semiguidados de mayor capacidad de transportación, fabricados con dos carrocerías que se unen por medio de un sistema de articulación, por lo cual, se les denomina “trolebuses articulados”. En 1985, el personal técnico del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, desarrolló un prototipo con estas características, mismo que fue aprobado para incrementar el parque vehicular de la empresa, que llegó a contar con un total de 67 trolebuses de este tipo (Nava et al., 2007).

Actualmente, es usual la comercialización de trolebuses articulados de 18 metros, de piso completamente bajo (LF) y con capacidad vehicular de 180 pasajeros por unidad. El trolebús Solaris Trollino 18, mostrado en la Figura 20, es muy común encontrarlo circulando en ciudades de países como Italia, Francia, Estonia, Suiza, y Austria, entre muchos otros.

Figura 20. Trolebús Articulado de 18 metros, Solaris Trollino 18.



Fuente: Ficha Técnica Solaris.

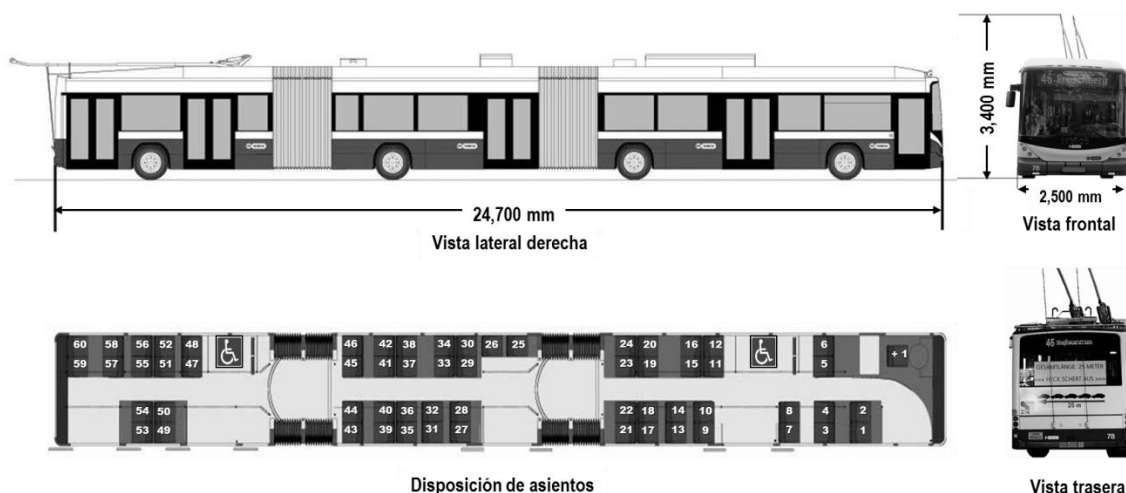
IV.2.3. Trolebús Biarticulado (trolebús con carrocería de tres cuerpos).

Dentro de la gama de autobuses eléctricos alimentados por línea elevada, la industria no ha detenido el desarrollo de innovaciones para solucionar las problemáticas de falta de capacidad de transportación de personas y mitigar la contaminación ambiental asociada con las grandes urbes.

De este modo, en la actualidad se comercializan trolebuses fabricados con tres carrocerías, unidas por medio de dos sistemas de articulación, de piso completamente bajo (LF), con longitudes que superan los 24.7 metros y capacidades vehiculares extraordinarias, que aún para el mercado europeo, se proponen del orden de 200 pasajeros. La longitud de este trolebús, supera a la de los autobuses de piso alto de la Línea 1 – Insurgentes, del Sistema Metrobús de la Ciudad de México, para los cuales se supone una capacidad vehicular de 240 pasajeros.

En Suiza, la compañía HESS desarrolló un Trolebús Biarticulado que por sus prestaciones, desempeño, maniobrabilidad y eficiencia, se le denominó “LighTram”. La versión mejorada de este vehículo, el “LightTram3”, que se muestra en la Figura 21, se ha comercializado exitosamente desde hace una década en las principales líneas de transporte de las ciudades suizas más importantes. Apenas en el verano de 2014, en la ciudad de Lucerna, se renovó la flota de trolebuses con la adquisición de nuevas unidades “LighTram4”.

Figura 21. Trolebús Biarticulado de 25 metros, HESS LightTram3.



Fuente: Ficha Técnica HESS AG.

Con el conocimiento de la oferta comercial de los trolebuses anteriormente referidos, se procederá a describir el planteamiento de cada una de las alternativas de solución propuestas.

IV.3. Diseño de las posibles modalidades de reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses.

En la actual administración del GDF, se ha dado un gran auge a la implementación de corredores de transporte que forman parte de las estrategias para el reordenamiento del transporte público en la ciudad. Por ello, antes de empezar a describir cada una de las modalidades del servicio a proyectar en esta investigación, bien vale la pena considerar que dentro del marco jurídico vigente (Ley de Movilidad del D.F., 2014), un “corredor de transporte” se define como aquel “transporte público de pasajeros conformado por una organización de personas morales que, cuenta con un esquema operativo regulado, controlado y con recaudo centralizado; opera de manera preferencial o exclusiva en una vialidad total o parcialmente confinada, con terminales y paradas exclusivas y con infraestructura para el ascenso y descenso de pasajeros”.

De acuerdo con esta definición, es que se considera dentro de las propuestas, optar por el diseño de un esquema del servicio como un corredor, para lograr mejoras sustanciales en la operatividad y además amigable con el entorno urbano de la zona de investigación.

De las posibles combinaciones que se podrían tener, en diferentes escenarios de planeación, la valoración de aspectos tales como las características del parque vehicular actual y los hábitos de conducción por parte de sus operadores, sugieren que en cualquier alternativa de reestructuración del servicio, debería considerarse con ayuda de la Secretaria de Movilidad (SEMOVI) la reubicación de los derroteros que atiende la Ruta 1, por representar al prestatario de mayor participación en el corredor, con apenas por debajo del 50% de los pasajeros transportados.

Por otra parte, Transporte Urbano de Personas (TUP), mejor conocido como Grupo Metropolitano del Transporte (GMT-Ruta 112) ofrece un servicio aceptable, aunque con un parque vehicular muy antiguo; mientras que la Red de Transporte de Pasajeros del D.F. (RTP) ostenta la menor participación, derivado del carácter eminentemente social del servicio que proporciona, con un parque vehicular que también ha cumplido con su vida útil.

Corredor Vial Sur, S.A. de C.V. (COVISUR-Ruta 25, ahora portando placas de Ruta 126), sobresale porque ha renovado casi por completo su parque vehicular con unidades de la marca Higer, de diferentes configuraciones (KLQ6850G Diesel y KLQ6935CNG Gas Natural Comprimido, de 8.5 y 9.3 m de longitud, respectivamente). Su nuevo esquema de operación se habrá implementado hace aproximadamente unos cuatro años.

Con esta información y la que se estudió con más detalle en la Tabla 13 “Características generales de los prestatarios y rutas de transporte público en la zona de estudio”, contenida en el Capítulo III “Diagnóstico de las condiciones actuales en la zona de estudio”, fue posible hacer un análisis preliminar de cuál sería el impacto de retirar a uno o más de los actuales prestatarios del servicio y las posibles combinaciones del servicio a proyectar.

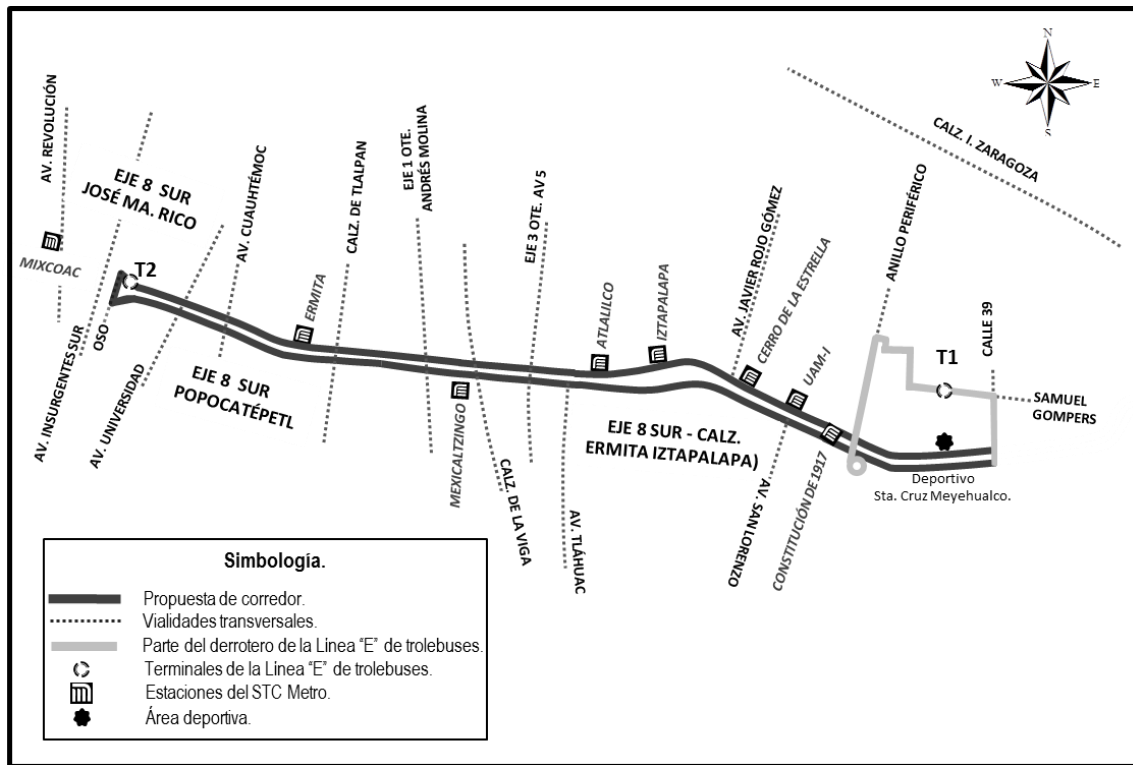
Para efectos prácticos, se presentarán en este documento solamente las tres alternativas que representan mayores impactos positivos:

- i. **Escenario “A”:** Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses como Corredor de Transporte, coordinado conjuntamente con Corredor Vial Sur, S.A. de C.V. (COVISUR).
- ii. **Escenario “B”:** Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses en la modalidad de Corredor Cero Emisiones (lo cual implicaría el retiro de las concesiones de todos los demás prestatarios).
- iii. **Escenario “C”:** Análisis de la Capacidad de Línea a futuro, a partir del diseño conceptual del servicio en la modalidad “Cero Emisiones” (Escenario B).

En cualquiera de los casos, la Línea “E”:

- respetaría el diseño conceptual de los Ejes Viales, es decir, haciendo uso de los carriles laterales, bajo la modalidad de servicio BRS y
- comprendería un esquema de servicio de corredor de transporte público, en el tramo de la Avenida Insurgentes Sur hasta el cruce con Calle 39.

Mapa 8. Derrotero de ambas modalidades de servicio a proyectar.



Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1. “Escenario A”: Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses como Corredor de Transporte, coordinado conjuntamente con COVISUR.

Consiste en la implementación de un corredor coordinado de transporte, con la reapertura de la Línea “E” del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, operando de manera coordinada con el Corredor Vial Sur, S.A. de C.V. (COVISUR), como los dos únicos prestatarios autorizados para la explotación del servicio de transporte público de pasajeros en el Eje 8 Sur, en la sección de Insurgentes a Constitución de 1917.

IV.3.1.1. Descripción de la propuesta de servicio en el “Escenario A”.

Este escenario, consiste en:

- i. Retirar de la circulación del Eje 8 Sur a la totalidad de los microbuses de la Ruta 1, así como a la totalidad de los autobuses de TUP-GMT Ruta 112 y de RTP. En todos los casos, debido a la obsolescencia tecnológica de los equipos de transporte utilizados.
- ii. Conservar únicamente a la empresa COVISUR, porque tiene autobuses de reciente adquisición y con configuraciones vehiculares convenientes para la atención de la demanda.
- iii. Mejorar, actualizar y coordinar el programa de servicio de COVISUR con la Línea “E” de Trolebuses.
- iv. Mejorar la infraestructura vial y peatonal a lo largo del nuevo corredor coordinado.

De esta manera, COVISUR mantendría su presencia en el Eje 8 Sur, como lo ha estado haciendo desde que era parte de la Ruta 25 de transporte colectivo concesionado: de la terminal ubicada en Rojo Gómez, a los cierres de circuito del Metro Zapata, Metro Mixcoac y Metro Barranca del Muerto. Podría operar sus derroteros conservando el recorrido actual (a través del Canal de La Viga y el Eje 7 Sur, cuando circule en sentido oriente a poniente) y recibir la autorización para habilitar nuevos recorridos en la sección de contraflujo del Eje 8 Sur, en caso de que se requiera incrementar la oferta del servicio durante las horas de alta demanda.

La Línea “E” no sería competencia de COVISUR, porque la explotación del servicio se haría de manera coordinada a lo largo del recorrido indicado.

IV.3.1.2. Selección de la configuración vehicular más conveniente para la Línea “E”.

De acuerdo con el análisis efectuado en el capítulo anterior, el volumen de pasajeros promedio que se trasladan en las rutas de transporte analizadas durante la hora de máxima demanda (V_{HMD}) corresponde a 9,156 pax/hr-sentido.

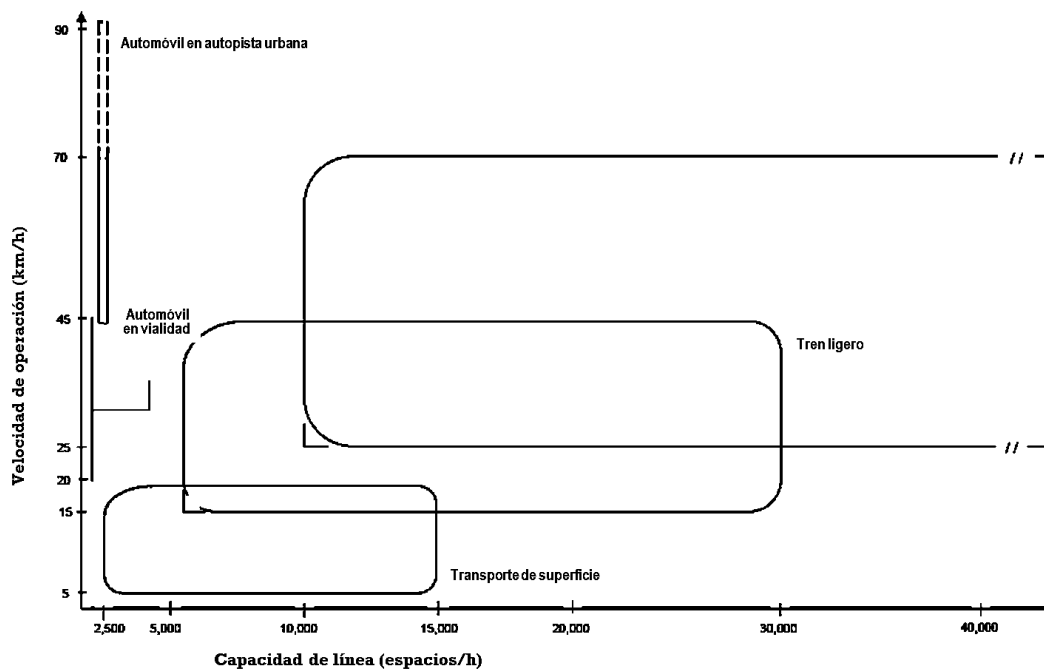
Como el Escenario “A” plantea reubicar a todos los prestatarios actuales, excepto a COVISUR, quien atiende a 2,181 pax/hr-sentido, significa que el Volumen de Proyecto (VP) de la Línea “E”

de Trolebuses, será del orden de 6,975 pax/hr-sentido (esta es la cantidad de pasajeros que actualmente atienden Ruta 1, TUP-GMT Ruta 112 y RTP).

IV.3.1.2.1. Selección de la tecnología modal más apropiada en el “Escenario A”.

Una vez conocido el volumen máximo de proyecto que la Línea “E” atendería en este escenario, para efectuar la selección del modo de transporte más conveniente para la operación (y constatar con ello que las tecnologías de autobuses eléctricos que operan a nivel de superficie pueden dar respuesta a dicho volumen), se procedió a hacer uso del Diagrama “Velocidad vs. Capacidad de Línea” propuesto por el Prof. Vukan R. Vuchic (Figura 22).

Figura 22. Diagrama Velocidad vs. Capacidad de Línea para la selección del modo de transporte.



Fuente: Prof. Vukan R. Vuchic. “Urban Public Transportation: Systems and Technology”. Englewood Cliffs. Prentice Hall, 1981.

Para utilizar este diagrama, no es estrictamente necesario conocer la velocidad de operación del servicio proyectado. Sin embargo, dado que en los estudios de campo sí fue posible caracterizar algunos de los parámetros físicos de la operación, como la longitud de la ruta por sentido de circulación (y en consecuencia, el recorrido completo de una vuelta) y los tiempos de recorrido por sentido de circulación (e igualmente, los tiempos de recorrido por vuelta), se estaría en posibilidades de determinar el valor de la velocidad de operación.

De manera que, este valor se podría calcular como se muestra enseguida.

- i. Conocidos, L_r y T_r , como la longitud de la ruta y el tiempo de recorrido en una dirección, respectivamente, la velocidad de operación (V_o) se determina como el cociente de dichos valores, a saber:

$$V_o = \frac{60 \times L_r}{T_r}$$

donde:

V_o = Velocidad de Operación [km/h].

L_r = Longitud de la ruta en una dirección [km].

T_r = Tiempo de recorrido [min].

60 = Factor de conversión entre minutos y horas [constante].

- ii. De los diversos estudios realizados en campo, fue posible determinar los valores correspondientes para estas variables.

- a. Longitud de la ruta en una dirección. $L_r = 17$ km
 b. Tiempo de recorrido. $T_r = 81$ min

- iii. Sustituyendo estos valores en la ecuación antes referida, se consigue el cálculo de la Velocidad de Operación, V_o .

$$V_o = \frac{60 \times 17}{81}$$

$$V_o = \frac{1,020}{81}$$

$$V_o = 12.59 \text{ km/h}$$

$$V_o \approx 13 \text{ km/h}$$

- iv. A partir de la información mostrada en el Diagrama “Velocidad vs Capacidad de Línea” (Figura 22), se advierte en primera instancia, que para una demanda de 6,975 pax/hr-sentido, las capacidades de línea que proporcionan tanto un tren ligero como el transporte público de superficie (autobuses eléctricos semiguizados), permitirían ofrecer una capacidad de servicio suficiente para dicho volumen de demanda referido.
- v. Sin embargo, la capacidad de transportación de un sistema de tren ligero sería escasamente aprovechada (por debajo del 25%), porque esta tecnología permite la atención de valores de demanda muchas veces superiores, del orden de unos 30,000 pax/hr-sentido.
- vi. Por lo cual, al requerir de menores costos de inversión para su implementación, y en el entendido de que la capacidad máxima del sistema de autobuses eléctricos semiguizados operando en carril confinado se aproxima a los 15,000 pax/hr-sentido, se tendría un mejor aprovechamiento de esta tecnología, pues en el corredor coordinado se utilizaría solamente alrededor del 60% de la capacidad de todo el sistema: el 14.5% lo atendería COVISUR con

sus autobuses Higer de 8 y 9 metros; y el 46.5% sería cubierto por el servicio de Trolebuses de la Línea “E”.

- vii. Conocidos los parámetros de operación para el servicio de trolebuses que se propone reincorporar en el Eje 8 Sur, como $VP= 6,975$ pax/hr-sentido y $V_0=13$ km/h, es posible comprobar mediante la figura anteriormente mostrada, que la selección de la tecnología modal propuesta (trolebuses de acceso bajo en carril lateral) sí es apropiada.

Sin embargo, queda aún pendiente identificar ¿cuál tipo de trolebús ofrecería mayores ventajas operativas?

Es decir, ¿cómo se afectaría a cada uno de los parámetros físicos de la operación en función de la introducción de un servicio con trolebuses regulares de 12 o 15 metros?, o quizás ¿si fuera más conveniente optar por la introducción de trolebuses articulados o biarticulados?, pues de la elección del vehículo de diseño para la explotación comercial del servicio propuesto, se podrían conseguir diferentes combinaciones de frecuencia e intervalo más convenientes para producir la capacidad de línea que mejor se ajuste al volumen de demanda estimado.

IV.3.1.2.2. Dimensionamiento del servicio de la Línea “E” en el “Escenario A”.

Las características del servicio de transporte público de pasajeros que se desea proyectar, deberán estar en función de aquellos parámetros que se han estudiado en campo, para que el diseño de éste satisfaga de manera conveniente a la problemática actual estudiada.

Durante el proceso de diseño de la programación del servicio, se caracterizarán entre otros factores físicos que son fundamentales para la operación, el volumen de pasajeros a transportar por hora (en especial durante la condición crítica para el servicio, es decir, en la hora de máxima demanda), la capacidad vehicular (que está en función de la configuración vehicular propuesta), las longitudes de recorrido, los tiempos de recorrido (incluyendo los tiempos de demora), los tiempos de permanencia en terminales (en los cierres de circuito), las velocidades de marcha y comercial, entre otros más.

A partir de dicha información, se establecerán las combinaciones de frecuencia de servicio e intervalo de paso, que satisfagan de manera más conveniente a los requerimientos de los pasajeros, la empresa prestataria del servicio y la comunidad en general.

Para desarrollar el dimensionamiento del servicio descrito en esta primera propuesta, es necesario considerar la información que a continuación se muestra.

Tabla 23. Información para integrar el Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” para los Escenarios “A” y “B”.

Concepto		Valor	[unidades]				
Longitud de la ruta en una dirección	Lr =	17	km				
Tiempo de recorrido	Tr =	81	min				
Tiempo en terminales	Tt =	5	min				
Amplitud del servicio	As =	19	hr				
Velocidad comercial	Vc =	13	km/h				
Escenario “A”	VP =	6,975	pax/h-sentido				
Volumen de proyecto en HMD							
Escenario “B”	VP =	9,156	pax/h-sentido				
Volumen de proyecto en HMD							
Vehículos propuestos		Dina Ridder E	Caio Millennium BRT	Solaris Trollino 15	Solaris Trollino 18	Hess LighTram	
Capacidad del vehículo	Cv =	100	136	160	180	240	pax/veh

Fuente: Elaboración propia.

a). Ecuaciones relacionadas con el cálculo del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario A”.

- i. Cálculo de la frecuencia de operación (F_o). Se calculó el número de vehículos requeridos por la operación, para atender al volumen de pasajeros a lo largo de la línea, especialmente durante las horas de alta demanda, aunque pueden ofrecerse diferentes frecuencias de operación, puesto que este parámetro varía en función de la hora, el día o la temporada del año.

Para llevar a cabo este cálculo, se hizo uso del razonamiento siguiente:

$$F_o = \frac{VP \text{ (HMD)}}{C_v}$$

donde:

F_o = Frecuencia de Servicio [veh/h].

VP (HMD) = Volumen de Proyecto en Hora de Máxima Demanda [pax/h-sentido].

C_v = Capacidad vehicular de la unidad propuesta [pax].

- ii. Cálculo del intervalo de servicio (i). Este valor indica la porción de tiempo (expresado en minutos) entre dos salidas sucesivas de las unidades de transporte público en la ruta proyectada. En este caso, es útil el razonamiento siguiente:

$$i = \frac{60}{F_o}$$

donde:

i = Intervalo de paso [min].

60 = Factor de conversión de horas y minutos [constante].

F_o = Frecuencia de Servicio [veh/h].

- iii. Cálculo de la capacidad de línea (C). Se refiere al número de espacios ofertados (incluye asientos y lugares de pie) durante una hora de servicio a lo largo de la línea.

Este número obtenido equivale al producto de la frecuencia de operación por la capacidad vehicular de la unidad, es decir:

$$C = F_o \times C_v$$

donde:

C = Capacidad de Línea ofrecida [pax/h].

F_o = Frecuencia de Servicio [veh/h].

C_v = Capacidad vehicular de la unidad propuesta [pax].

- iv. Cálculo del tiempo de ciclo (t_c). El servicio que proporcionarán los trolebuses, será en un circuito que irá del Deportivo Santa Cruz Meyehualco (T1) a Insurgentes (T2) y viceversa (T2 a T1). El tiempo que requerirán los vehículos para dar una vuelta completa a través del circuito, se denomina “tiempo de vuelta” o “tiempo de ciclo”, el cual incluye todas las demoras debidas al ascenso y descenso, semáforos u otras causas, así como los tiempos de permanencia del vehículo en los cierres de circuito T2 y T1.

En general, el tiempo de ciclo (expresado en minutos) es el valor del tiempo transcurrido en el que el mismo vehículo vuelve a pasar por un punto determinado dentro de la línea y se calcula como:

$$t_c = t_{r_{O-P}} + t_{t_2} + t_{r_{P-O}} + t_{t_1}$$

donde:

t_c = tiempo de ciclo [min].

t_{r_{O-P}} = tiempo de recorrido entre terminales 1 y 2 (*sentido de circulación Oriente a Poniente: O - P*) [min].

t_{r_{P-O}} = tiempo de recorrido entre terminales 2 y 1 (*sentido de circulación Poniente a Oriente: P - O*) [min].

t_{t₂} = tiempo en terminal 2 (Insurgentes) [min].

t_{t₁} = tiempo en terminal 1 (Deportivo Sta. Cruz Meyehualco) [min].

- v. Cálculo para determinar el número de unidades puestas en operación (N). Una vez definidos estos factores de la operación, se procedió a calcular el tamaño del parque vehicular necesario para poder ofrecer el servicio en la Línea “E”.

En este caso, se calculó el cociente entre el tiempo de ciclo y el intervalo, ambos expresados en minutos, como se indica a continuación:

$$N = \frac{t_c}{i}$$

donde:

N = Tamaño de la flota vehicular [veh].

t_c = Tiempo de ciclo [min].

i = Intervalo de paso [min].

vi. Cálculo de la velocidad comercial (V_C). El parámetro que permite comparar el desempeño de la operación entre diferentes sistemas de transporte, es la velocidad comercial. Se le calcula por sentido, como el cociente de la longitud recorrida de terminal a terminal entre el tiempo total transcurrido para que el vehículo recorra dicha longitud, incluyendo las demoras. En sentido estricto, se calcula por vuelta, como el cociente de la distancia total recorrida a través del circuito, entre el tiempo total que el vehículo requiere para dar la vuelta completa. Esto es:

$$V_C = \frac{(60 * L_T)}{t_c}$$

donde:

V_C = Velocidad comercial [km/h].

60 = Factor de conversión de horas y minutos [constante].

L_T = Longitud de la ruta completa (en ambos sentidos) [km].

t_c = Tiempo de ciclo [min].

Habiéndose detallado este procedimiento de cálculo, se procedió a sustituir en estas ecuaciones, los valores de la Tabla 23, generados en las investigaciones realizadas en campo, para de esta manera efectuar el dimensionamiento correspondiente del servicio propuesto.

IV.3.1.3. Resultado del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario A”.

De acuerdo con los cálculos efectuados para el dimensionamiento de esta primera propuesta, en la Tabla 24, se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 24. Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” en el “Escenario A”: Corredor Coordinado STE y COVISUR.

Vehículos propuestos Concepto	Trolebús Regular [12m]	Trolebús Regular [15m]		Trolebús Articulado Trollino [18m]	Trolebús Biarticulado HESS [24m]	[unidades]
		Caio Millennium BRT	Solaris Trollino 15			
Capacidad vehicular C_v	100	136	160	180	240	pax/veh
Frecuencia de operación F_o	70	60	45	40	30	veh/h
Intervalo i	0.9	1.0	1.3	1.5	2.0	min
Tiempo de ciclo t_c	172	172	172	172	172	min
Capacidad de línea C	7,000	8,160	7,200	7,200	7,200	pax/h-sentido
Unidades en operación N	201	172	129	115	86	veh

Fuente: Elaboración propia.

Para atender a un volumen actual de 6,975 pasajeros/hr-sentido en hora de máxima demanda, se tendrán que analizar con detalle cada una de las posibles combinaciones de los valores que se obtuvieron para esta primera propuesta y que mejor se ajuste y pueda atender a dicho volumen en función del tipo de vehículo, por ejemplo:

- i. Si se pretendiera atender ese volumen de demanda con un parque vehicular de trolebuses regulares de 12 metros, se tendría que adoptar una frecuencia de operación muy elevada, mayor a 60 trolebuses/hora, lo cual obligaría a su vez, a adoptar un intervalo de paso entre trolebuses por debajo de 1 minuto, de apenas 54 segundos. Esto significa que se tendría trabajando en condiciones no solo comprometidas, sino que hasta utópicas, a un parque vehicular de 201 trolebuses, esto sin considerar además, la circulación de los autobuses Higer de COVISUR.

En consecuencia, esta no podría ser una alternativa de solución razonable, pues se tendrían filas de trolebuses y autobuses estacionados en espera de poder utilizar las paradas habilitadas, lo que impactaría negativamente en el tiempo de recorrido; por lo que el servicio resultaría insuficiente e ineficiente.

- ii. En los demás casos, conforme se fueran incorporando unidades de mayores capacidades vehiculares, se presentarían mejoras cada vez más aceptables, tanto para el esquema operativo como para los usuarios y la empresa prestataria, debido a que las correspondientes frecuencias e intervalos comenzarían a ser gradualmente más racionales para la adecuada explotación del servicio.

Considerando lo anterior, a mayor capacidad vehicular, se reduce la frecuencia y se abre el intervalo; pudiéndose contar con intervalos más convenientes y la regulación del servicio sería más eficaz, pues se conseguiría un mayor espaciamiento entre el paso consecutivo de dos trolebuses, aunado a que habría menor interferencia entre ellos y los autobuses de COVISUR (especialmente en las zonas habilitadas para el ascenso y descenso) y se podrían reducir los tiempos de viaje.

- iii. Para el caso del trolebús regular de 15 metros, el servicio sí estaría en posibilidades de ser atendido aún durante la hora de máxima demanda. Sin embargo, se encontraría operando a niveles importantes de su capacidad (entre el 75% y el 85%), pues al requerir de frecuencias de operación superiores de 45 trolebuses en servicio cada hora, se estaría configurando el servicio con intervalos nunca mayores de 1 minuto con 20 segundos (1.3 minutos), situación ciertamente difícil de conseguir en la práctica, esto por las condiciones generales del entorno urbano.
- iv. De acuerdo con lo anterior, se tendría que garantizar una coordinación excepcional en cada uno de los parámetros físicos de la operación y de los agentes naturales del tránsito, para evitar las obstrucciones a su carril, la falta de sincronización de los semáforos o el

inadecuado acondicionamiento de las áreas de parada, para que efectivamente el servicio de trolebuses regulares de 15 metros pudiera operar con estos elevados niveles de desempeño y en consecuencia, pudiese aspirar a proveer un servicio cuya capacidad de línea se sitúe por arriba de los 7,200 pax/hr-sentido (pudiendo alcanzar los 8,160 pax/hr-sentido con el CAIO Millennium BRT, o bien hasta los 9,600 pax/hr-sentido, en el caso del dimensionamiento con el Trollino 15; en ambos casos con intervalos de 1 minuto).

- v. Dependiendo del comportamiento futuro de la demanda, habría que hacer la evaluación de esta tecnología y compararla con la inclusión de trolebuses articulados; pues estos últimos proporcionarían casi la misma cantidad de servicio con una frecuencia operativa de 40 trolebuses/hora e intervalos de paso cada vez más espaciados, es decir, salidas sucesivas entre los trolebuses de 1 minuto con 30 segundos (1.5 minutos) y por ello, se tendría la posibilidad de incrementar la capacidad de línea en el futuro, con la simple incorporación de más vehículos con esa configuración o incluso incrementarse aún más con trolebuses biarticulados.

IV.3.2. “Escenario B”: Reincorporación del servicio de la Línea “E” de Trolebuses en la modalidad de Corredor Cero Emisiones.

Esta segunda propuesta consiste en la implementación de un corredor del tipo “Cero Emisiones” en la sección de estudio del Eje 8 Sur, con la reactivación del servicio de Trolebuses de la Línea “E” del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, como el único prestatario autorizado para la explotación del servicio de transporte público de pasajeros.

Se podría garantizar la reducción del ruido y la completa suspensión de emisiones de gases de combustión y partículas contaminantes a la atmósfera en la Ciudad de México, a menudo asociados con el tipo de tecnología y la operación del transporte público en áreas urbanas, mediante la implementación de este segundo planteamiento.

IV.3.2.1. Descripción de la propuesta de servicio en el “Escenario B”.

Este escenario, consiste en:

- i. Retirar de la circulación en el Eje 8 Sur a la totalidad de los vehículos con motor de combustión interna pertenecientes a los actuales prestatarios del servicio público de pasajeros: Ruta 1, TUP-GMT Ruta 112, RTP y COVISUR.
- ii. Erradicar las emisiones de gases de combustión y partículas contaminantes a la atmósfera provenientes del actual transporte público de superficie.
- iii. Brindar a los pasajeros un servicio de transporte cómodo, seguro, ordenado y limpio, con vehículos cuya tecnología es más amigable con el medio ambiente.
- iv. Actualizar el programa operativo de la Línea “E” de Trolebuses, al ser el único prestatario del transporte público autorizado para la explotación del servicio a través del derecho de vía del Eje 8 Sur.
- v. Revitalizar el concepto de “Eje Vial”, concediéndole trato preferencial al trolebús y asegurando el cumplimiento de la restricción de estacionamiento en vialidades primarias.
- vi. Agilizar los flujos viales, aprovechando los anchos de calzada disponibles.
- vii. Recuperar el espacio público, para el mejoramiento de las paradas del nuevo corredor de transporte y la inclusión de nuevo mobiliario urbano y de áreas verdes, en mejora del tránsito de los peatones y usuarios en general.
- viii. Mejorar la infraestructura vial y peatonal a lo largo del nuevo Corredor Cero Emisiones.
- ix. Implementar un sistema funcional y atractivo de información al usuario.

Una de las ventajas sobresalientes que tendría la creación de este corredor cero emisiones, sería evitar que los ejes viales continúen perdiendo su identidad, puesto que las modificaciones a la infraestructura vial con respecto de su diseño original serían mínimas, ya que con la propuesta tipo de la sección vial y del diseño de paradas, que más adelante se exponen, se evitaría en la mayor medida posible la reducción de los espacios viales y el consecuente incremento de la congestión, situación que ha sido poco valorada por la administración del GDF en los proyectos recientes.

IV.3.2.2. Selección de la configuración vehicular más conveniente para la Línea “E”.

Este segundo planteamiento, denominado Escenario “B”, considera que el único prestatario del servicio de transporte público de pasajeros sea la Línea “E” de Trolebuses, por lo cual, el diseño de la explotación del servicio se hará en función de los 9,156 pasajeros/hr-sentido que se atienden actualmente a través de la sección de estudio, es decir, este será el Volumen de Proyecto correspondiente a la Hora de Máxima Demanda (VP_{HMD}).

IV.3.2.2.1. Selección de la tecnología modal más apropiada en el “Escenario B”.

El Diagrama “Velocidad vs Capacidad de Línea” planteado por el Prof. Vukan R. Vuchic que se utilizó para analizar el “Escenario A”, igualmente fue útil en este apartado, en el cual se verificó si la tecnología modal propuesta (transporte público de superficie a través de autobuses eléctricos semiguizados o trolebuses) es, en efecto, la más conveniente para atender la demanda de pasajeros que el nuevo Corredor Cero Emisiones de la Línea “E” deberá transportar en la condición más crítica.

Siendo que el volumen de proyecto del nuevo servicio de trolebuses es el único parámetro que se modificó, al atender ahora a los 9,156 pasajeros/hr-sentido y que la velocidad de operación se conservó en $V_0=13$ km/h; es posible advertir en el diagrama de la Figura 22, que para el “Escenario B”, la selección de esta tecnología resultó igualmente apropiada, así como la de un tren ligero, puesto que:

- i. Si se considera que la capacidad máxima de transportación de un sistema de tren ligero podría alcanzar los 30,000 pax/hr-sentido, de acuerdo a la información que se muestra en la Figura 22, el volumen de la demanda en el Eje 8 Sur representaría en la actualidad un aprovechamiento de apenas el 30%; por lo cual, podría dificultarse la justificación para introducir este tipo tecnología en México.
- ii. Como se había hecho notar con anterioridad, el corredor del Eje 8 Sur, atiende una demanda del orden del 60% de la capacidad máxima del sistema de autobuses eléctricos semiguizados operando en carril confinado, que se estima en el orden de los 15,000 pax/hr-sentido. Por tanto, es posible asegurar que la capacidad de línea de esta tecnología tendría posibilidades de expansión en el futuro.

IV.3.2.2.2. Dimensionamiento del servicio de la Línea “E” en el “Escenario B”.

Como se detalló anteriormente, el correcto diseño del plan de explotación del servicio tiene importantes impactos en la percepción de su desempeño por parte de quien lo consume (el pasajero), quien lo produce (el prestatario) y quien lo evalúa (la comunidad).

El dimensionamiento del servicio, debe contemplar por tanto, diferentes combinaciones de los valores que podrían adquirir cada una de las variables que conforman los factores físicos de la operación, especialmente en cuanto a frecuencia de servicio e intervalo de paso, para que el diseño del servicio satisfaga de manera más conveniente la problemática estudiada, en términos de disponibilidad del servicio, confiabilidad, capacidad, comodidad, flexibilidad, seguridad, cobertura, consumo energético, impacto al medio ambiente, escalabilidad, entre otros.

Para realizar el dimensionamiento del “Corredor Cero Emisiones No. 4”, propuesto para el Eje 8 Sur en este segundo escenario, sólo se realizó una nueva consideración, consiste en modificar el valor que adquiere la nueva demanda a analizar, es decir, el nuevo Volumen de Proyecto (VP_{HMD}), pues el resto de la información presentada en la Tabla No.23 de la página 99 se mantiene idéntica.

a). Ecuaciones relacionadas con el cálculo del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario B”.

En este inciso, se repite la información indicada para el “Escenario A”, pues se trata de las mismas expresiones estudiadas en las páginas 99 a la 101; razón por la cual se omite en este apartado dicha información y se procede a efectuar el análisis del resultado obtenido del dimensionamiento, tomando en cuenta cada una de las ecuaciones relacionadas con el cálculo del dimensionamiento del primer escenario.

IV.3.2.3. Resultado del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses en el “Escenario B”.

De acuerdo con cada uno de los cálculos efectuados para el dimensionamiento de esta segunda propuesta, en la Tabla 25, se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 25. Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” en el “Escenario B”: Corredor Cero Emisiones del STE.

Vehículos propuestos Concepto	Trolebús Regular [12m]	Trolebús Regular [15m]		Trolebús Articulado Trollino [18m]	Trolebús Biarticulado HESS [24m]	[unidades]
		Caio Millennium BRT	Solaris Trollino 15			
Capacidad vehicular C_v	100	136	160	180	240	pax/veh
Frecuencia de operación F_o	92	68	60	60	40	veh/h
Intervalo i	0.7	0.9	1.0	1.0	1.5	min
Tiempo de ciclo t_c	172	172	172	172	172	min
Capacidad de línea C	9,200	9,248	9,600	10,800	9,600	pax/h-sentido
Unidades en operación N	264	195	172	172	115	veh

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en esta tabla, la concentración de la demanda en el Corredor Cero Emisiones produce un volumen de proyecto de 9,156 pasajeros/hr-sentido en la hora de máxima demanda, cantidad que sugiere la introducción de los trolebuses de mayores capacidades vehiculares: articulados y/o biarticulados.

- i. Los trolebuses regulares de 12 metros, no tienen ninguna posibilidad para ser considerados dentro de la conformación del parque vehicular. Su operación supondría condiciones que difícilmente se podrían conseguir en la realidad, ya que el intervalo de paso de los 92 vehículos que se encontrarían operando en una hora estaría muy por debajo de 1 minuto (42 segundos).
- ii. Refiriéndose a los trolebuses regulares de 15 metros, en virtud del elevado volumen de la demanda, estarían apenas en posibilidades de operar en el límite máximo de su capacidad: la relación de la demanda con respecto de su capacidad de línea máxima está por arriba del 95%.
- iii. Considerando el modelo que se comercializa en Brasil, tendría que programarse con intervalos inferiores a un minuto (54 segundos). El modelo Suizo, trabajaría con intervalos justos de un minuto, alcanzando la frecuencia de 60 trolebuses/hora, equivalente a una capacidad de línea de 9,600 pax/hr-sentido.

Esta situación, obliga a pensar que sería muy difícil la coordinación de la operación con este tipo de trolebuses, además que no estarían en posibilidades de crecer su oferta técnica a largo plazo.

- iv. Se vislumbra que con la creación del Corredor Cero Emisiones, sería imprescindible la incorporación de Trolebuses Articulados. Al comienzo de operaciones, podrían programarse

con frecuencia de servicio de 60 trolebuses/hora e intervalos de paso de 60 segundos (1.0 minutos), consiguiendo una capacidad de línea de 10,800 pax/hr-sentido; es decir, una oferta adicional de 1,644 pax/hr-sentido. Pero existe el riesgo de que en el corto o mediano plazo, la demanda hiciera uso de ese excedente de oferta y su capacidad de línea se encuentre en riesgo de ser rebasada.

- v. En definitiva, para asegurar una operación confiable a mediano y largo plazo, el vehículo de diseño para esta operación deberá ofrecer una elevada capacidad vehicular, por lo cual habría que considerar seriamente al trolebús suizo biarticulado. Con capacidad vehicular de 240 pasajeros o incluso más, se estaría en posibilidades de que el Corredor Cero Emisiones del Eje 8 Sur, inicie operaciones con una frecuencia de servicio de 40 trolebuses/hora e intervalo de paso de 90 segundos (1.5 minutos), ofreciendo una capacidad de línea superior a los 9,600 pax/hr-sentido.
- vi. El sistema de trolebuses biarticulados de piso bajo, podría incrementar el tamaño de su parque vehicular a través del tiempo y alcanzar en el futuro, el umbral de capacidad de los 15,000 pax/hr-sentido, esto de acuerdo con la información mostrada en el diagrama de la Figura 22.
- vii. La adopción de este vehículo para el diseño técnico de la explotación comercial del servicio, permitiría el manejo de parámetros de operación más convenientes, al utilizar el sistema solamente al 60% de su máxima capacidad de línea. Se podría tener un mayor espaciamiento entre el paso de dos trolebuses consecutivos, habría menor interferencia entre ellos y se podrían reducir los tiempos de viaje de sus usuarios.

IV.3.3. “Escenario C”: Análisis de la Capacidad de Línea a futuro, a partir del diseño conceptual del servicio en la modalidad “Cero Emisiones” (“Escenario B”).

Al efectuar la comparación de los resultados obtenidos en ambas modalidades de servicio, surge en la autora cierta inquietud, al observar el valor que adquiere la Capacidad de Línea (C), particularmente, dentro del segundo escenario. Para un volumen de demanda mayor, con las mismas capacidades vehiculares, el número de espacios ofertados en la línea (C) pudiera sufrir el riesgo de ser rebasada en el corto plazo, escenario no deseable para la proyección de un Corredor de Transporte como el que se plantea en este documento.

Es por ello que en este apartado, se realizará el análisis para el mejoramiento de la propuesta del “**Escenario B**”, en donde se propone modificar el intervalo de paso o la capacidad vehicular o ambos, para observar los efectos que estos cambios tendrían en la operación, consiguiendo que la Capacidad de Línea en un futuro continúe operando con niveles de servicio convenientes para el proveedor del servicio y especialmente para el usuario.

IV.3.3.1. Modificar el Intervalo de Paso, *i*.

Para este escenario alternativo se propone modificar uno de los factores físicos de la operación, el intervalo de paso (*i*). En el caso del Trolebús Biarticulado Hess LighTram, como se indicó en el Escenario B, la Capacidad de Línea ofrecida se encontraba próxima al 95%, situación que compromete el comportamiento futuro de la línea.

IV.3.3.1.1. Dimensionamiento del servicio de la Línea “E” al modificar el “*i*”.

Para realizar el dimensionamiento con esta propuesta, se plantea que el intervalo de paso (*i*) sea de 60 segundos, puesto que al analizar cada uno de los resultados obtenidos en la Tabla 25 del Escenario B, es posible reducir 30 segundos al intervalo calculado anteriormente (90 segundos).

a) Ecuaciones relacionadas con el cálculo del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses al modificar el “*i*”.

En este inciso, se sigue considerando esencialmente la información contenida en la Tabla 23, además de las expresiones estudiadas tanto en el “Escenario A” y el “Escenario B” de este capítulo, por lo que se han omitido dichas expresiones para el análisis del resultado obtenido con esta nueva propuesta.

b) Resultado del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses al modificar el “*i*”.

Considerando cada uno de los cálculos efectuados en este dimensionamiento, en la Tabla 26, a manera de resumen se expresan los resultados obtenidos.

Tabla 26. Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar el “P” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.

Vehículos propuestos Concepto	Trolebús Regular [12m]	Trolebús Regular [15m]		Trolebús Articulado Trollino [18m]	Trolebús Biarticulado HESS [24m]	[unidades]
		Caio Millennium BRT	Solaris Trollino 15			
Capacidad vehicular C_v	100	136	160	180	240	pax/veh
Frecuencia de operación F_o	92	68	60	60	60	veh/h
Intervalo i	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	min
Tiempo de ciclo t_c	172	172	172	172	172	min
Capacidad de línea C	9,200	9,248	9,600	10,800	14,400	pax/h-sentido
Unidades en operación N	264	195	172	172	172	veh

Fuente: Elaboración propia.

Comparando cada uno de los resultados de la tabla, es posible destacar que con un volumen de proyecto de 9,156 pasajeros/hr-sentido, al modificar el intervalo de paso de 90 segundos (1.5 minutos) a 60 segundos, se tiene la posibilidad de atender la demanda conformando el parque vehicular con trolebuses regulares de 15 m, articulados y biarticulados, de acuerdo con las siguientes consideraciones.

- i. El servicio del Corredor Cero Emisiones con trolebuses regulares de 15 m y 160 plazas, con frecuencia de 60 trolebuses/hora e intervalo de 1 minuto, permitiría conseguir una capacidad de línea de 9,600 pax/hr-sentido, con una relación demanda/oferta del 95%.
- ii. El servicio del Corredor Cero Emisiones con trolebuses articulados de 18 m y 180 plazas, con frecuencia de 60 trolebuses/hora e intervalo de 1 minuto, permitiría conseguir una capacidad de línea de 10,800 pax/hr-sentido, con una relación demanda/oferta del 85%.
- iii. El servicio del Corredor Cero Emisiones con trolebuses biarticulados de 25 m y 240 plazas, con frecuencia de 60 trolebuses/hora e intervalo de 1 minuto, permitiría conseguir una capacidad de línea de 14,400 pax/hr-sentido, con una relación demanda/oferta del 64%.
- iv. La Capacidad de Línea ofrecida, en cualquiera de las tres configuraciones vehiculares, satisface el volumen de demanda máximo estimado que se obtuvo a través de la interpretación de los resultados de los estudios aplicados en campo. Por conveniencia, para absorber posibles incrementos futuros de la demanda, se podría recomendar en primer término, la adquisición de trolebuses biarticulados, pues en el peor de los casos, estaría en posibilidades de conseguir la capacidad de línea máxima para un sistema de trolebuses, según lo refiere la Figura 22.

IV.3.3.2. Modificar la Capacidad Vehicular, Cv.

Manteniendo los intervalos determinados y modificando la Capacidad Vehicular de los trolebuses biarticulados, se podría mejorar la Capacidad de Línea que se calculó en el “Escenario B”.

IV.3.3.2.1. Descripción de la propuesta consistente en modificar la Capacidad Vehicular.

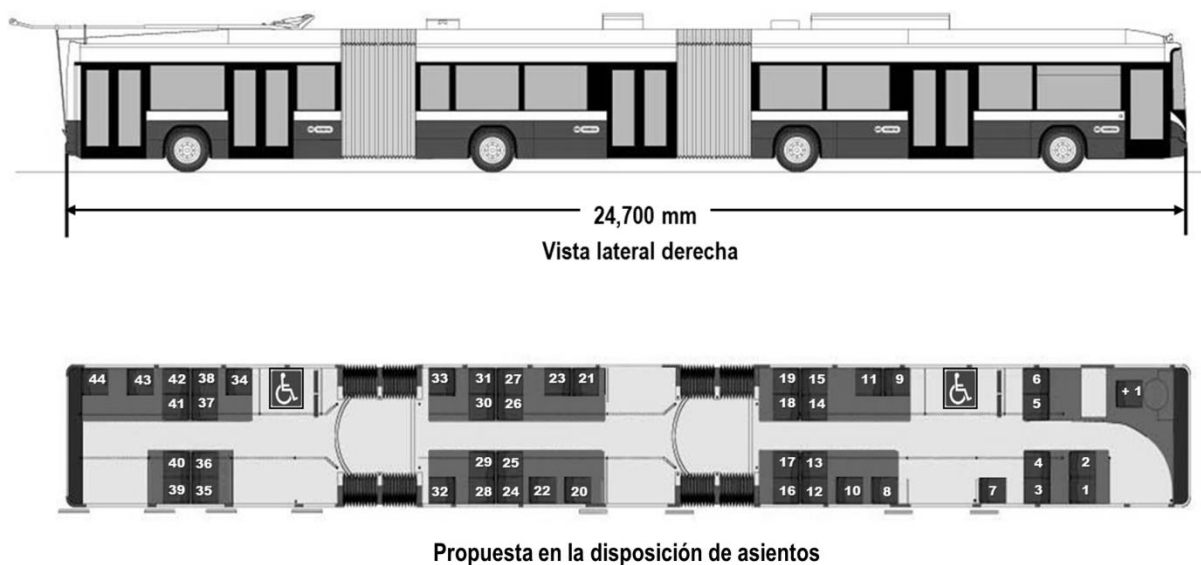
Este escenario, consiste en:

- i. Modificar la distribución de espacios al interior de la unidad, es decir, hacer un arreglo en la distribución de los asientos del vehículo y en las áreas de permanencia para los pasajeros que viajan de pie.
- ii. Seguir manteniendo las características definidas en el “Escenario B” como Corredor Cero Emisiones.

IV.3.3.2.2. Diseño de la propuesta de servicio modificando la Capacidad Vehicular.

De las posibles combinaciones en la distribución del espacio interior del vehículo, la siguiente propuesta es una de las más convenientes, de acuerdo con la configuración de asientos y espacios en el interior del trolebús biarticulado.

Figura 23. Arreglo recomendado para la redistribución del espacio interior del Trolebús LighTram3.



Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 22 “Modelos de Trolebuses “Tipo” existentes en el mercado”, este vehículo ofrece aproximadamente 240 espacios por vehículo: 60 asientos y 180 pasajeros de pie. Pero, bajo la nueva distribución propuesta, se podría ofrecer una capacidad vehicular adicional del 16%. Esto es, 280 pasajeros transportados por trolebús, de la manera siguiente:

- i. 44 asientos y
- ii. 236 espacios de pie.

IV.3.3.2.3. Dimensionamiento del servicio de la Línea “E” al modificar la “Cv”.

Considerando la nueva capacidad vehicular del trolebús biarticulado, de 280 pasajeros/vehículo y la información presentada en la Tabla No.23 “Información para integrar el Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea E para los Escenarios A y B”, se procedió a efectuar el dimensionamiento del servicio de la siguiente manera.

a) Ecuaciones relacionadas con el cálculo del Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses al modificar la “Cv”.

Como ha ocurrido en cada uno de los apartados relativos al dimensionamiento de cada propuesta, se decidió omitir las expresiones para evitar repetir esta información y pasar directamente al análisis del resultado obtenido, en este caso, de modificar la capacidad vehicular.

b) Resultado del Dimensionamiento del Servicio al modificar la “Cv”.

El resultado obtenido, se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 27. Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar la “Cv” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.

Vehículos propuestos Concepto	Trolebús Regular [12m]	Trolebús Regular [15m]		Trolebús Articulado Trollino [18m]	Trolebús Biarticulado HESS [24m]	[unidades]
		Caio Millennium BRT	Solaris Trollino 15			
Capacidad vehicular Cv	100	136	160	180	280	pax/veh
Frecuencia de operación Fo	92	68	60	60	40	veh/h
Intervalo i	0.7	0.9	1.0	1.0	1.5	min
Tiempo de ciclo tc	172	172	172	172	172	min
Capacidad de línea C	9,200	9,248	9,600	10,800	11,200	pax/h-sentido
Unidades en operación N	264	195	172	172	115	veh

Fuente: Elaboración propia.

Para atender el volumen de 9,156 pax/hr-sentido con este segundo escenario alternativo, se aprecia que conservando el intervalo de paso de 1.5 minutos (90 segundos) y modificando la capacidad vehicular del trolebús biarticulado, se obtendría un atractivo incremento de la capacidad de línea.

- i. El servicio del Corredor Cero Emisiones con trolebuses biarticulados de 25 m y 280 plazas, con frecuencia de 40 trolebuses/hora e intervalo de 1.5 minutos, permitiría conseguir una capacidad de línea de 11,200 pax/hr-sentido, con una relación demanda/oferta del 82%.
- ii. Como la capacidad de línea es directamente proporcional a la capacidad vehicular cuando la frecuencia de servicio se mantiene constante, la adopción de esta configuración recomendada para el vehículo de diseño, significaría un incremento del 16% con respecto de la capacidad de línea originalmente estimada.

IV.3.3.3. Modificar conjuntamente: el Intervalo de Paso y la Capacidad Vehicular.

Ambos parámetros se podrían modificar simultáneamente: intervalo de paso (i) y capacidad vehicular (C_v).

IV.3.3.3.1. Dimensionamiento del servicio de la Línea “E” al modificar el “ i ” y la “ C_v ”.

En esta propuesta, el dimensionamiento se plantea para un intervalo de paso de 1 minuto y una capacidad vehicular de 280 pax/veh. Utilizando las mismas expresiones de las páginas 99 a la 101, se obtiene el siguiente resultado.

a) Resultado del Dimensionamiento del Servicio con “ i ” y “ C_v ” modificados.

El Corredor Cero Emisiones con una demanda de 9,156 pax/hr-sentido y con el intervalo de paso y la capacidad vehicular referidas anteriormente, conducen a la Tabla siguiente.

Tabla 28. Dimensionamiento del Servicio de Trolebuses de la Línea “E” al modificar “ i ” y “ C_v ” del trolebús biarticulado en el “Escenario B”.

Concepto \ Trolebús biarticulado [25m]	“Escenario B” Trolebús biarticulado	Modificación al “ i ” del trolebús biarticulado	Modificación en “ C_v ” del trolebús biarticulado	Modificación de “ i ” y “ C_v ”	[unidades]
Capacidad vehicular C_v	240	240	280	280	pax/veh
Frecuencia de operación F_o	40	60	40	60	veh/h
Intervalo i	1.5	1.0	1.5	1.0	min
Tiempo de ciclo t_c	172	172	172	172	min
Capacidad de línea C	9,600	14,400	11,200	16,800	pax/h-sentido
Unidades en operación N	115	172	115	172	veh

Fuente: Elaboración propia.

Para estos resultados, se advierte que:

- i. Modificando conjuntamente el intervalo de paso y la capacidad vehicular, el Corredor Cero Emisiones de trolebuses biarticulados podría alcanzar un poco más de los 15,000 pax/hr-sentido que estima la Figura 22 como el límite máximo de capacidad para cualquier sistema de autobuses que opere a nivel de superficie.
- ii. Adicionalmente a los 9,156 pax/hr-sentido que se estimaron en las investigaciones de campo, el sistema propuesto podría atender poco más de un 80% adicional, correspondiente a 7,644 pax/hr-sentido, significando que la máxima capacidad de línea que alcanzaría el servicio propuesto, sería del orden de los 16,800 pax/hr-sentido.

IV.4. Diseño geométrico preliminar del servicio a proyectar.

Durante el desarrollo del presente capítulo, se ha hecho énfasis en que, para mejorar la operación de la infraestructura vial y peatonal, brindar un mejor nivel de servicio a los usuarios del transporte público, reducir las emisiones contaminantes e inducir mejoras en el entorno urbano en general, se debe reestructurar el esquema de operación del servicio de transporte público de superficie en el Eje 8 Sur.

Es por ello que, para poder reestructurar el actual sistema operativo en la zona estudiada, podría adoptarse el modelo de servicio de un corredor de transporte público, comenzando como un “Corredor Coordinado” (participando conjuntamente COVISUR y STE), o bien, adoptando una postura de planeación a mediano y largo plazo, consistente en la participación de un solo operador del transporte en un nuevo “Corredor Cero Emisiones” como parte de la red de trolebuses, por medio de la reincorporación al servicio de la Línea “E” – Eje 8 Sur, como se expuso detalladamente en las propuestas denominadas: “Escenario A” y “Escenario B”, respectivamente.

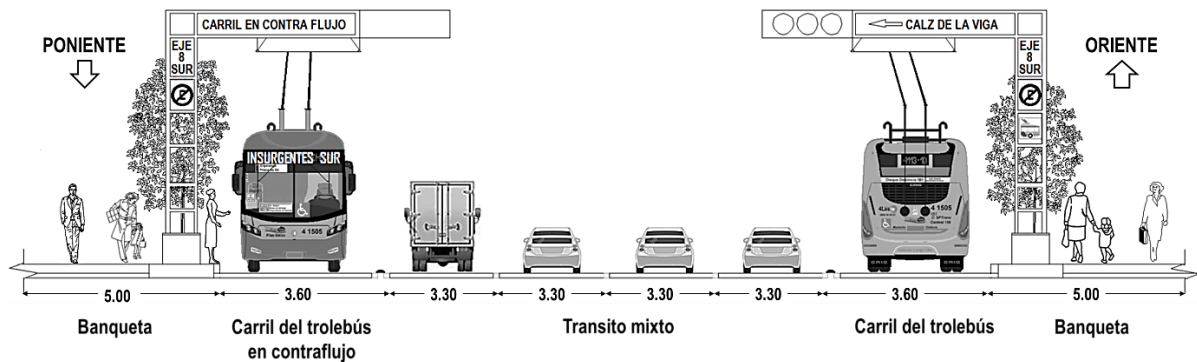
En cualquiera de los casos, para la implementación de alguna de estas propuestas, será necesario realizar adecuaciones tanto en la vialidad, como en las zonas destinadas para peatones, al igual que en las paradas del transporte público. En consecuencia, se describen a continuación, algunos aspectos a considerar dentro del diseño geométrico propuesto para las nuevas condiciones de operación del transporte público de superficie en el Eje 8 Sur.

IV.4.1. Propuesta tipo para el diseño de la sección vial.

Considerando las características físicas, geométricas y operativas de la sección de estudio, que fueron ampliamente descritas durante el desarrollo del Capítulo II, para ambos corredores de transporte propuestos, se plantea que el servicio de transporte público (trolebuses de la Línea “E” y eventualmente, autobuses de COVISUR) se atienda haciendo uso de los carriles laterales de la vialidad.

En general, se propone que el tránsito de los trolebuses continúe siendo sobre los carriles laterales, respetando con ello las dimensiones con las que fue diseñada la vialidad y recuperando el concepto operativo de un “Eje Vial”, en el tramo comprendido de Insurgentes a Calzada de La Viga, tal y como se muestra en las figuras siguientes.

Figura 24. Sección Vial Tipo del Eje 8 Sur (Tramo: Insurgentes - La Viga). Sección Transversal.



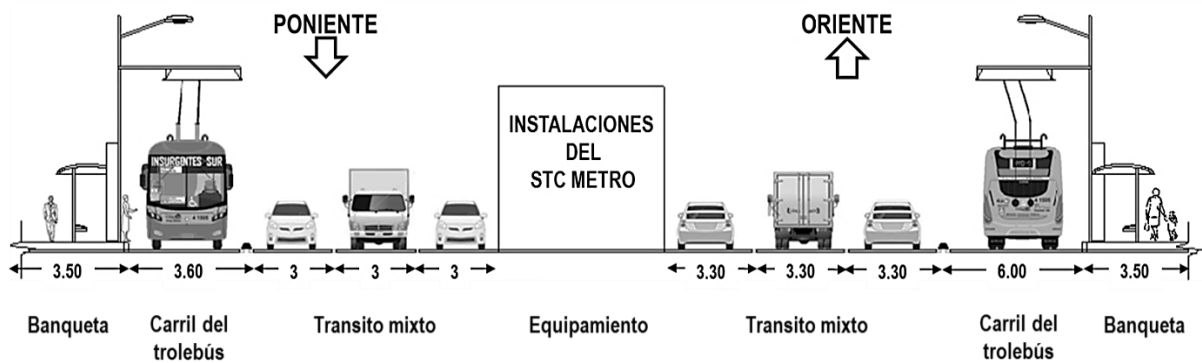
Nota: Medidas expresadas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, los trolebuses prestarían servicio en los carriles laterales de la Calzada Ermita Iztapalapa, desde La Viga hasta el cruce con Genaro Estrada.

En ambos casos, se daría mayor énfasis al cumplimiento de una restricción que, aunque en las leyes y reglamentos de tránsito se contemplan las sanciones aplicables a los vehículos que se estacionan indebidamente en una "Vía Primaria", o que incluso circulan en carriles destinados al transporte público, en la práctica, no es habitual que se respete dicha disposición, ni que haya presencia de la autoridad para hacerla respetar.

Figura 25. Sección Vial Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa (Tramo: Constitución de 1917 a Genaro Estrada). Sección Transversal.



Nota: Medidas expresadas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

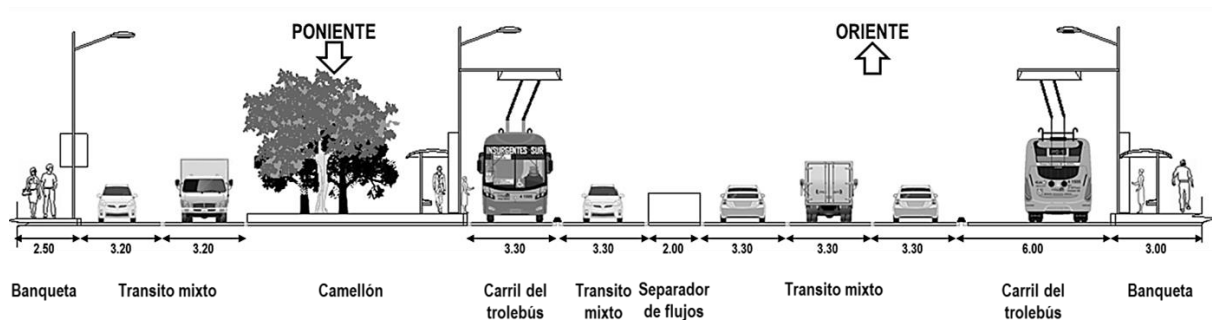
En el Capítulo II, específicamente en el inciso II.1.2. “La implementación del Eje 8 Sur”, se hizo notar que la configuración de la sección vial de la Calzada Ermita Iztapalapa no es uniforme, pues mientras que en algunos tramos cuenta con 4 carriles por sentido de circulación, en otros dispone solamente de 3 carriles, por ejemplo.

Es de particular interés, la configuración de la vialidad en el tramo comprendido entre Genaro Estrada y Calle 39, donde se delimitan ambos sentidos de circulación con un camellón central (que en algunas secciones aloja jardineras).

En cuanto a la circulación en sentido poniente a oriente, la vialidad dispone de un ancho de calzada considerable, aunque no uniforme, donde se podría rectificar el alineamiento de la guarnición, para confinar el carril lateral derecho para la circulación de los trolebuses y también, para ampliar las secciones de acera, jardinera y mobiliario urbano.

Por lo que respecta al sentido de circulación oriente a poniente, la vía dispone de 2 carriles de circulación laterales, segregados mediante un camellón arbolado, de otros 2 carriles centrales. Por tanto, considerando la configuración de la vialidad, se propondría que el tránsito de los trolebuses se realice al centro de la vía en un carril confinado, como se muestra en la Figura 26, pues con ello se aprovecharía y rehabilitaría la infraestructura y equipamiento existente, conservando las áreas verdes contenidas por dicho camellón lateral.

**Figura 26. Sección Vial Tipo de la Calzada Ermita Iztapalapa
 (Tramo: Genaro Estrada a Calle 39). Sección Transversal.**



Nota: Medidas expresadas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

En cualquier sección de la vialidad, desde Insurgentes Sur hasta Calle 39, los trolebuses harían uso exclusivo de un carril lateral confinado, cuya delimitación y sistema de señalización vertical y horizontal, aseguren el reconocimiento inmediato por parte de los demás usuarios de la vía, en una franja con anchura uniforme de 3.60 metros (12 ft).

Los trabajos que se ejecutarían para la introducción de este servicio de trolebuses, se deberían aprovechar para mejorar el estado general de la vialidad, incluyendo:

- la rectificación del alineamiento del sistema de guarniciones,
- el mejoramiento del sistema de aceras (nivelación de las aceras correspondiente al nivel del piso interior del trolebús, en las secciones destinadas a alojar las paradas),
- la reposición y/o modernización del mobiliario urbano,
 - paradas del corredor cero emisiones,
 - áreas con vegetación y
 - sistema de alumbrado público,
- la rehabilitación de la superficie de rodamiento,
- la colocación de un nuevo sistema de semaforización (vehicular y peatonal) y
- un profuso y eficiente sistema de señalización vertical y balizamiento.

La inclusión de estos elementos en la implementación del proyecto, se vería reflejada positivamente en aspectos como el mejoramiento integral del entorno urbano, pues permitiría:

- conceder una notable presencia e identidad al servicio de trolebuses de piso bajo en carril lateral confinado,
- proveer a los usuarios un servicio de alto desempeño y de fácil accesibilidad,
- incrementar la capacidad de línea, así como la calidad, la confiabilidad y la seguridad del servicio de transporte público en general, al disponerse de un mayor control en la operación,
- aprovechar y/o modernizar el equipamiento público existente,
- aprovechar racionalmente el espacio público y específicamente, de la infraestructura vial, revitalizando el concepto de “Eje Vial”,
- reforzar el concepto de corredor de transporte público como parte de las estrategias para la mejora del transporte público,
- mejorar sustancialmente las condiciones de circulación del tránsito mixto, liberándolo de la irracional ocupación de áreas de circulación (invasión de carriles) por parte de los microbuses y otros prestatarios actuales del servicio,
- reducir en forma significativa los niveles de ruido,
- eliminar las emisiones de gases de combustión y partículas contaminantes a la atmósfera en la Ciudad de México provenientes de la operación del transporte público de pasajeros.

Habría que considerar además, los beneficios que esta propuesta genera desde el momento de definir los recursos financieros y tiempos de ejecución para su implementación, así como la eficaz integración que tiene con el espacio urbano, pues implica también:

- menor monto de inversión para la construcción y/o habilitación de paradas,
- menor impacto ambiental asociado con el proceso de construcción de las paradas,

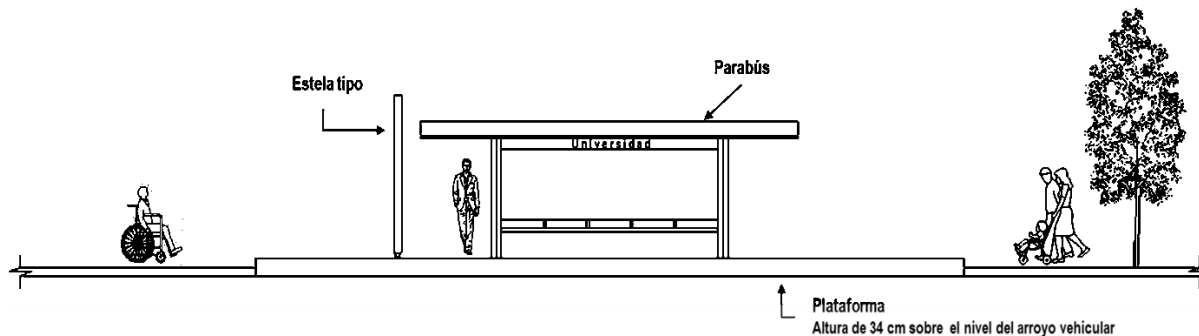
- reducir las afectaciones al tránsito general, por el cierre parcial o completo de secciones en la vialidad, a causa de la construcción de estaciones,
- respetar la capacidad vial con la que se diseñó el Eje 8 Sur, al no suprimir un carril de circulación, para alojar una estación al centro de la vía,
- integración armónica al espacio público, pues resulta menos invasiva que la habilitación de paradas con plataforma elevada al centro de una vialidad.

Con los mínimos trabajos para las modificaciones de la infraestructura tanto vial como peatonal, se pretende mejorar el entorno sin que con ello signifique dañar el diseño original de la infraestructura y que traiga consigo impactos negativos en la zona antes, durante y después de la etapa de construcción.

IV.4.2. Propuesta tipo para el diseño de paradas.

La propuesta para el diseño de las paradas requiere que éstas sean fáciles de ubicar, accesibles y ligeras. Es decir, que en lugar de la colocación de estaciones de plataforma elevada, como se ha puesto de moda en la Ciudad de México durante los últimos diez años, el diseño que se vaya a adoptar considere el desplante del nivel de piso de las estaciones, apenas al nivel de la acera, tal y como se ejemplifica con la figura siguiente.

Figura 27. Vista transversal del diseño de parada tipo.



Fuente: Elaboración propia.

Se podrían recuperar los cobertizos instalados hace dos décadas en la vialidad, garantizando que el nivel de la sección de plataforma para abordar o descender de los trolebuses, se establezca en 34 centímetros arriba del nivel de la superficie de rodamiento de los vehículos. Si el nivel de las aceras en la zona contigua de las estaciones, fuera inferior o incluso superior con respecto de este nivel de referencia, se podrían diseñar transiciones (rampas) para que de manera gradual, los usuarios puedan acceder convenientemente a la sección de la plataforma de espera del transporte público.

De esta manera, aún para personas con movilidad reducida, sería accesible el servicio de transporte público con la tecnología propuesta.

Precisamente en estos sitios, se deberá instalar un sistema de información para los usuarios (sean cautivos, regulares o eventuales) del servicio propuesto. En cada una de las paradas, se podría disponer de una estructura metálica vertical (estela), que transmita información de interés acerca de la operación de esta línea de trolebuses, pudiendo incorporar desde el listado de las paradas en el sentido de circulación, hasta la iconografía de cada una de las paradas, el plano de la línea, los sitios de interés inmediatos, la conectividad de este servicio con la red de transporte público de la ciudad, por ejemplo.

En la actualidad, ya se cuenta con sistemas GPS y pantallas de LEDS para enviar información en tiempo real, por lo que se podría implementar este tipo de tecnología, conocida como sistemas inteligentes, tanto en los vehículos como en las zonas de espera para asegurar los tiempos de recorrido y con ello brindar al usuario de un mejor servicio.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.

El análisis de los temas de investigación desarrollados durante el presente trabajo, han conducido a las conclusiones y recomendaciones que a continuación se describen detalladamente.

V.1. Conclusiones.

Por medio de la realización de esta investigación, se pudo constatar que efectivamente, el transporte colectivo de pasajeros en el contexto urbano, es un sistema de elevado nivel de complejidad, por el significativo número y características de las variables involucradas. En consecuencia, la autora plantea las conclusiones de acuerdo con la estructura general de la investigación.

En el Capítulo I, se demostró que el servicio de transporte público propulsado por la tracción eléctrica, fue precursor e impulsor de la movilidad en la Ciudad de México, a partir del comienzo del siglo XX. Particularmente, el Trolebús, con más de 65 años de operación comercial ininterrumpida, representa al sistema de transporte público de superficie de menor impacto al medio ambiente, por ser la única tecnología exenta de emisiones locales de gases de combustión y partículas contaminantes hacia la atmósfera.

En el Capítulo II, se expuso con amplitud las acciones que en materia de vialidad y transporte urbano emprendió el extinto Departamento del Distrito Federal (DDF) en la transición de las décadas de 1970 a 1980. En este periodo, una acción estratégica consistió en la modernización del sistema de vías primarias para convertirlas en Ejes Viales, sobre los cuales se introdujo el novedoso concepto de “carril preferente para el transporte público” en el sentido de circulación general de la vía y, de mayor relevancia, la del “carril exclusivo en contraflujo”, sobre los cuales se planteó la operación exclusiva del Trolebús.

De particular interés, resulta el trazado correspondiente al Eje 8 Sur, por tratarse de una vialidad estratégica para comunicar de manera directa viajes entre el Oriente y Poniente de la ciudad y que en más del 80% de su recorrido, fue habilitada la Línea “E” de Trolebuses, consolidándola como una de las más importantes de la renovada red de aquella época.

A través de las décadas, el Eje 8 Sur ha continuado siendo de tal relevancia para la ciudad, que en la última versión del “Plan Maestro del Metro” de 1996, donde se incluyó a la red de Trenes Ligeros, se contemplaba originalmente el proyecto de la Línea 12 del STC-Metro, con un trazado muy similar al de la Línea “E” de Trolebuses: de Mixcoac a Constitución de 1917.

Al no ejecutarse la construcción de ese proyecto conforme se indicaba en dicho Plan, se ha imposibilitado que los usuarios del Metro puedan viajar de manera más conveniente entre el Oriente y el Poniente de la ciudad, pues aunque existe la correspondencia entre las actuales Líneas 12 y 8, la distancia que las comunica en la estación Atlalilco, obliga a realizar un incómodo y muy prolongado transbordo, ocasionando un significativo e inconveniente incremento de los tiempos generales de viaje. Tal vez por este motivo, un importante volumen de viajes continúa siendo atendido por el transporte público de superficie en el Eje 8 Sur; además de la mayor conectividad que éste ofrece, con respecto de la Línea 12 del Metro.

En el Capítulo III, se expusieron las diferentes problemáticas que en materia de movilidad se asocian con el Eje 8 Sur, desde los puntos de vista cualitativo y cuantitativo.

Por lo que respecta al primer plano de análisis, se concluye que en general, hay insuficiencia, obsolescencia así como precarias condiciones físicas y operativas de los equipos de transporte, falta de capacitación y profesionalización de los operadores del servicio de transporte público de pasajeros y un sistema de explotación del servicio que fomenta la sobreposición (o el traslape) de los prestatarios a lo largo de la sección de estudio. Además, las condiciones predominantes de la superficie de rodamiento, las aceras y el sistema de señalización y mobiliario urbano, requieren rehabilitación y modernización, para brindar una mejor serviciabilidad. Los efectos combinados de estas deficiencias, se interpretan como un bajo nivel de servicio del transporte público de pasajeros en el Eje 8 Sur.

En cuanto al segundo plano de análisis, los estudios de transporte que se aplicaron en el Eje 8 Sur, permitieron identificar que durante la hora comprendida entre las 06:45 am y las 07:45 am, en la intersección con Calzada de La Viga (Eje 2 Oriente), en el sentido de circulación de Oriente a Poniente, el transporte público atiende un volumen del orden de los 9,156 pasajeros/hr-sentido.

Durante el Capítulo IV, esta valiosa información fue utilizada para efectuar la selección de la tecnología modal que permitiera garantizar una suficiente capacidad de transportación, aún durante los periodos de máxima demanda, con el nivel de servicio más apropiado para los usuarios. De esta manera, se estudiaron las posibles alternativas para la restructuración y reincorporación de la Línea "E" de Trolebuses, sobresaliendo dos escenarios como los más apropiados para tal efecto: en el primero, mediante la implementación de un Corredor Coordinado conjuntamente con COVISUR; y en el segundo, con la adopción del Cuarto "Corredor Cero Emisiones" de la Ciudad de México.

La interpretación de la información generada durante el desarrollo de los diferentes escenarios estudiados, indica que la implementación de un Corredor de Transporte Público del tipo Cero Emisiones, operado exclusivamente con trolebuses de doble articulación de 25 m de longitud, piso bajo, puertas de servicio del lado derecho y una capacidad vehicular de 240 pasajeros por

trolebús, sería la solución más recomendable a corto y largo plazo (considerando su crecimiento a futuro) para el Eje 8 Sur.

Reconociendo que el actual volumen de pasajeros transportados durante las horas de máxima demanda en el Eje 8 Sur resulta de una magnitud considerable, misma que imposibilita de manera definitiva la operatividad del servicio con trolebuses regulares de 12 y 15 m, es que se estudió con mayor detenimiento la conveniencia de proponer el servicio con trolebuses biarticulados en vez de articulados, para garantizar que la selección de los equipos de transporte propuestos, además de ofrecer una notable calidad de servicio de transportación al momento de implementarse el corredor (con frecuencia de servicio e intervalo de paso, de 40 trolebuses/hora y 90 segundos, respectivamente), permita efectuar posteriores ajustes en la programación, para ofrecer una mayor Capacidad de Línea y que satisfaga convenientemente posibles incrementos futuros de la demanda.

Gracias a la amplia variedad de configuraciones y capacidades vehiculares de los trolebuses disponibles en el mercado internacional, particularmente europeo, el análisis del incremento futuro de la Capacidad de Línea permitió confirmar que la selección de la tecnología modal es apropiada, pues eventualmente, reduciendo el intervalo de paso y reduciendo la oferta de asientos, el corredor en cuestión podría alcanzar la máxima capacidad que un sistema de autobuses se encuentra en posibilidades de ofrecer, con el beneficio adicional de que la inclusión de la tecnología de propulsión eléctrica, constituiría una decisión responsable ante las medidas de mitigación que se han estado adoptando con respecto a la contaminación atmosférica en la Ciudad de México.

Por tanto, la implementación de un Corredor de Transporte Cero Emisiones, aprovechando la infraestructura instalada de la Línea “E” de Trolebuses – Eje 8 Sur, resultaría, desde la perspectiva de la Operación del Transporte, perfectamente viable en términos del diseño de la explotación del servicio y del aprovechamiento de la infraestructura existente. Desde una perspectiva más amplia, representa además una valiosa oportunidad para el Gobierno de la Ciudad de México como medida estratégica para desincentivar el uso del transporte privado, al reposicionar al transporte eléctrico, mediante la oferta de un servicio de transporte público de superficie de alta capacidad, elevado nivel de servicio, seguro, rápido, cómodo, silencioso, con accesibilidad universal y sobre todo, amigable con el medio ambiente.

V.2. Recomendaciones.

En este apartado, se plantean las siguientes recomendaciones para enriquecer la propuesta del diseño operacional del Corredor de Transporte Cero Emisiones – Eje 8 Sur.

- Implementación de futuras derivaciones de la Línea “E” de Trolebuses.

La propuesta para implementar este nuevo Corredor Cero Emisiones, debería considerar además, cuáles serían las soluciones que se brindarían a los usuarios que no necesariamente viajan de Constitución de 1917 a Insurgentes Sur. Es decir, los actuales ofertantes del servicio de transporte público de pasajeros, como se expuso ampliamente durante el desarrollo del Capítulo III, atienden hacia el poniente a otros derroteros que aunque comparten en buena proporción el trazado del Eje 8 Sur, no necesariamente se dirigen a la calle Oso, de acuerdo con la información que se mostró en la Tabla 12 y el Mapa 6.

De manera que, al revocar las concesiones individuales de los actuales prestatarios del servicio y/o reubicarlos en otros derroteros ajenos al derecho de vía del Eje 8 Sur, no resultaría saludable que se dejara de ofertar el servicio en zonas próximas al corredor, ya que además representan importantes destinos.

Consciente de las implicaciones que tendría retirar de circulación a los actuales concesionarios del transporte público de superficie, particularmente de la Ruta 1, se sugiere dentro del esquema operativo de la nueva Línea “E”, la recuperación de su antigua derivación en la estación del Metro Ermita, cuyas terminales de arribo y de partida se localizaban, respectivamente, en las calles de Miravalle y Repúblicas (durante la época en la que operaba fraccionada la Línea “E”, como los servicios “Santa Cruz Meyehualco – Metro Ermita” e “Iztapalapa – Oso”).

Por otra parte, la estación del Metro Zapata, que se encuentra a escasos metros del Eje 8 Sur, es atendida además de la Ruta 1, por GMT-R112, RTP y COVISUR. De manera que ésta, podría igualmente ser contemplada para habilitar la línea elevada del trolebús que facilitara su conectividad modal, pues no representa mayor dificultad. Otro importante destino atendido por Ruta 1, es la estación del Metro Tasqueña, que aunque ciertamente se aleja un poco del recorrido del Eje 8 Sur, podría ser considerada también como el destino de alguna derivación del Corredor Cero Emisiones propuesto.

Con la prestación del servicio hacia esas tres estaciones del Metro (Ermita, Zapata y Tasqueña), además de la terminal en Insurgentes Sur, se estaría garantizando una amplia cobertura del servicio, así como la conectividad modal de los usuarios del Corredor Cero Emisiones – Eje 8 Sur, con el Sistema de Transporte Colectivo – Metro, Metrobús y con el Corredor Cero Emisiones – Eje Central. Evidentemente, para implementar esta propuesta se realizarían los estudios de campo que resulten necesarios.

- Participación de los entes reguladores y los concesionarios del transporte público de pasajeros.

La exitosa implementación del Corredor Cero Emisiones – Eje 8 Sur, requiere del compromiso, responsabilidad y voluntad por parte del Gobierno de la Ciudad de México, la Secretaría de Movilidad (SEMOVI), el Servicio de Transportes Eléctricos (STE) y las autoridades delegacionales de Benito Juárez e Iztapalapa, así como de la capacidad de negociación de estos actores con los actuales prestatarios del servicio de transporte público de pasajeros.

De esta manera, la SEMOVI tendría que proponer y negociar el retiro de la circulación en el derecho de vía del Eje 8 Sur, de los autobuses de GMT-R112, RTP, COVISUR y Ruta 1, principalmente.

Para ello, podría valerse de la revocación de las concesiones otorgadas a particulares y la reubicación de los servicios de RTP. O bien, la redefinición y reestructuración de los derroteros de todos los involucrados, para garantizar la continuidad del servicio en zonas cercanas al corredor; como ocurre con las Rutas 14, 37, 56 y 44, por ejemplo, conduciéndolos a la mejora de su parque vehicular y a la creación de esquemas operativos más funcionales, para cambiar la percepción que tienen los usuarios con respecto de ellos, como: poco confiables, incómodos, inseguros, poco accesibles, contaminantes y ruidosos; entre otros atributos que los caracterizan.

- Actualización de los estudios de transporte.

A través del desarrollo de la presente investigación, ha quedado de manifiesto que las soluciones propuestas en materia de movilidad, deberían observar al menos ciertos criterios de carácter técnico, los cuales lamentablemente no siempre son considerados. A menudo se habla de implementar corredores concesionados de transporte público con autobuses regulares o de incorporar autobuses articulados, pero las estimaciones de la demanda o están ausentes o dan lugar a profundas dudas acerca de su calidad y veracidad.

Por ello, se recomienda que los datos con los cuales se ha integrado esta propuesta, sean ampliados y actualizados en el futuro, porque de ese modo se podrían estructurar mejoras al presente estudio.

- Temas abiertos para su posible investigación.

Como se indica en cada uno de los capítulos, la información contenida en ellos representa solamente una contribución de la autora, que bien podría ser motivo de interés para que futuros lectores, profundicen en la investigación de los temas aquí desarrollados. En consecuencia, cada uno de los capítulos que integran la presente investigación podrían ser motivo de numerosas e importantes discusiones e investigaciones de carácter académico, como por ejemplo, la evaluación económica de las propuestas presentadas.

Por lo cual, se extiende una cordial invitación a los pasantes de Ingeniería en Sistemas de Transporte Urbano y de otras Licenciaturas, para que le brinden continuidad a los temas presentados en este trabajo de investigación, pudiendo derivar tal vez, en una futura Tesis Profesional.

- Investigación y difusión de la tecnología de tracción eléctrica.

Como parte de las recomendaciones expuestas en este último capítulo, se exhorta a los involucrados y particularmente a los tomadores de decisiones en el ámbito del transporte, ya sean Gobierno, Instituciones Privadas o Asociaciones Civiles, para que aborden con seriedad y responsabilidad el tema del transporte público de pasajeros en el ámbito urbano.

Es frecuente que las propuestas de nuevos proyectos de transporte, carezcan de argumentos técnicos sólidos, como estudios de campo para la recopilación de datos, el análisis de dichos datos para definir los parámetros de la operación, modelos para la estimación de la demanda, la identificación de líneas de deseo o la observancia de criterios para la selección de los equipos de transporte, entre otros. En cuanto a la geometría del movimiento de los equipos de transporte, sus patrones de aceleración y frenado (aspectos dinámicos), ergonomía, suspensión y sistema de propulsión, es frecuente la omisión de normas orientadas a proveer a los pasajeros de la Ciudad de México y en general, de las ciudades de la República Mexicana, un servicio orientado a la satisfacción y comodidad del usuario.

En cuanto a la tecnología de los sistemas de propulsión, es lamentable que habiendo personal técnico de probada capacidad y experiencia en los sistemas de tracción eléctrica en México, se desconozcan los incontables beneficios que provee esta tecnología aunque en otras parte del mundo, han continuado evolucionando para posicionar al trolebús como la única tecnología de probada funcionalidad y desempeño, exenta de emisiones contaminantes en áreas metropolitanas con niveles que rebasan frecuentemente las normas de calidad del aire; pues los autobuses híbridos y los autobuses eléctricos no alimentados por cables suspendidos, apenas comienzan a explorar un camino ya conocido por los trolebuses desde hace más de un siglo.

Al respecto, se podrían generar diversas opiniones, por lo cual la autora de este documento invita a reflexionar al lector, ¿hacia dónde se podría dirigir el transporte con propulsión eléctrica en las ciudades mexicanas?

Capítulo VI. Bibliografía y Otras Referencias para Consulta.

- **Bibliografía.**

- Álvarez de la Borda, J. et al., (2000). *Cien años del transporte eléctrico en la Ciudad de México*. México, D.F. Quinta del Agua Ediciones S.A. de C.V.
- Álvarez de la Borda, J y Lazarín, J. (2000). *La Compañía de Tranvías de México (1907-1910)*. Tesis de Licenciatura. México, D.F. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Departamento del Distrito Federal. (n.d.). *15 Ejes Viales. Su trazo, su uso y su identidad*. México, D.F.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal, (1996). *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. México, D.F., p.6.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal, (2014). *Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal*. México, D.F., p.2.
- Lazo Margáin, L. (1988). Desarrollo Urbano en *Glosario de Planificación Vial*. México, D.F. Miguel Ángel Porrúa.
- *La Guerra del Centavo*. (1985). Película dirigida por el periodista Ciro Durán. Bogotá, Producciones Cinematográficas Uno Ltda. [Film].
- Morales, Ma. Dolores. (1978). *La expansión de la Ciudad de México en el siglo XXI: el caso de los fraccionamientos* en Alejandra Moreno Coordinadora, en *La Ciudad de México Ensayos de construcción de una Historia*. Colección Científica SEP/INAH.
- Nava Segura, A. et al., (2007). *Trolebús con motor de corriente alterna*. México, D.F. IPN.
- Roque Nava, F. et al., (1993). *Surgimiento. El reto empieza: movimiento para el cambio en Doce de Cien*. Memoria del décimo segundo aniversario de AUPR-100. México, Ciudad de México. Imagen y Medios S.A. de C.V., p.13.
- Romero, H. (1982). *“Esquina...bajan”*. *Los inicios del autotransporte público en la Ciudad de México*. México, Ciudad de México. Cuadernos de la Ciudad de México, Del. Cuauhtémoc.
- SEMOVI, (2014). *Ley de Movilidad del Distrito Federal*. México, D.F.: Gaceta Oficial del Distrito Federal, p.27.
- SEMOVI, (2014). *Programa Integral de Movilidad (2013-2018)*. México, D.F.: Gaceta Oficial del Distrito Federal, p.65.

-
- Sussman, J. (2000). *Introducción a los Sistemas de Transporte*. Boston, London. Artech House Publishers.
 - Vuchic, V. (1981). *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall.
 - STE-DF. (2015). *Visita al Museo Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal*.
 - **Mesografía.**
 - Aguirre Botello, Manuel, (2004). Mexicomaxico. *Tranvías de la Ciudad de México, 1900-1971*, [En línea] Disponible en: <<http://www.mexicomaxico.org/Tranvias/TRANVIAS.htm>> (Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2014).
 - Asamblea Legislativa del Distrito Federal, (2014). *Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal*. [En línea] Disponible en: <http://aldf.gob.mx/leyes-107-2.html> (Fecha de consulta: 08 de octubre de 2014).
 - Cervantes Sánchez, E, (n.d.). *El desarrollo de la Ciudad de México*. [En línea] Disponible en: <http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/11/03.pdf> (Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2014).
 - DINA, (2015). *Ficha técnica del Trolebús DINA RIDDER E*. [En línea] Disponible en: <<http://www.dina.com.mx/autobuses.html#urbanos>> (Fecha de consulta: 07 de abril de 2015).
 - Excelsior, (2013). *Fotogalería: Obras que van rumbo al medio siglo*. [Imagen en línea] Disponible en: <<http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/06/22/905331#imagen-1>> (Fecha de consulta: 16 de junio de 2015).
 - Fototeca.inah.gob, (1993). *Instituto Nacional de Antropología e Historia – Sistema Nacional de Fototeca*. [Imagen en línea] Disponible en: <<http://fototeca.inah.gob.mx/fototeca/index.jsp>> (Fecha de consulta: 27 de enero de 2015).
 - Giolito, H. et al., (1999). Método de Análisis del Impacto de los Polos Generadores de Tráfico en *Actas del XII Congreso Brasileño de Transporte y Tránsito*, Brasil. [En línea]. Disponible en: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/disertaciones-y-tesis>> (Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2014).
 - HESS-AG, (2015). *Resumen de modelos de los trolebuses HESS-AG*. [En línea] Disponible en: <<http://www.hess-ag.ch/en/busse/trolleybusse/trolleyuebersicht.php>> (Fecha de consulta: 21 de abril de 2015).

-
- Medina García, M. (2011). “Los ferrocarriles: proyectos y compañías en Jalisco” en *Revista Mirada Ferroviaria*. [En línea] Número 15, Septiembre-Diciembre 2011, Museo Nacional de Ferrocarriles Mexicanos. Disponible en: <<http://museoferrocarrilesmexicanos.gob.mx/boletines.php#>> (Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2014).
 - Pérez Vega, I. (2015). “Comenzó la renovación del sistema de trolebuses” en *La Jornada*. [En línea] Disponible en: <<http://lajornadajalisco.com.mx/2015/01/comenzo-la-renovacion-del-sistema-de-trolebuses/>> (Fecha de consulta: 07 de abril de 2015).
 - Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, (n.d.). *Servicios Especiales de RTP*. [En línea] Disponible en: <<http://www.rtp.gob.mx/servicios.html>> (Fecha de consulta: 22 de julio de 2015).
 - Scalzo Collection. (1970). *Popocatépetl cruce con Bélgica*. [Imagen en línea] Disponible en: <<http://www.trolleybuses.net>> (Fecha de consulta: 22 de enero de 2015).
 - Scania, (2012). *Scania ofrece fundamentos para trolebuses en Sao Paulo*. [En línea] Disponible en: <<http://www.scania.com/media/pressreleases/N12029EN.aspx#>> (Fecha de consulta: 20 de abril de 2015).
 - Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, (n.d.). *Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano*. Plano de Colonias y Usos de Suelo de Benito Juárez e Iztapalapa. Ciudad de México. [En línea] Disponible en: <<http://www.seduvi.df.gob.mx/>> (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2014).
 - Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, (n.d.). *Líneas de Trolebús*. [En línea] Disponible en: <<http://www.ste.df.gob.mx/index.html?page=1&content=2>> (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2015).
 - Solaris, (2015). *Ficha técnica de Solaris Trollinos*. [En línea] Disponible en: <https://www.solarisbus.com/vehicules_group/trollino> (Fecha de consulta: 19 de abril de 2015).
 - Trolleybus Valparaíso, (2014). *Trolebuses biarticulados HESS LighTram*. [En línea] Disponible en: <<http://trolleybusvalparaiso.blogspot.mx/2014/08/trolebusesbiarticuladoshesslightram.html>> (Fecha de consulta: 21 de abril de 2015).
 - El Universal, (n.d.). *El Tranvía en la ciudad*. [Imagen en línea] Disponible en: <<https://www.facebook.com/laciudaddemexicoeneltiempo/photos/pb.187533597935335.-2207520000.1447810246./832440786777943/?type=3&theater>> (Fecha de consulta: 24 de mayo de 2015).
 - El Universal, (2014). *Obras para retirar el camellón de la Av. Eugenia, durante la transformación del Eje 5 Sur, 1978*. [Imagen en línea] Disponible en: <<https://www.facebook.com/laciudaddemexicoeneltiempo/photos/pb.187533597935335.-2207520000.1447811065./803677562987599/?type=3&theater>> (Fecha de consulta: 14 de enero de 2015).