

# 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 mejorar la Movilidad en la Delegación Iztapalapa mediante la introducción de un Sistema de Transporte Cero Emisiones en el Eje 8 Sur del Metro Constitución de 1917 al Metro Santa Martha.”**

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 :

**ALEJANDRA SANTIAGO SORIANO**

DIRECTOR DEL TRABAJO RECEPCIONAL

**M. EN I. FRANCISCO GERARDO ALVARADO ARIAS**

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 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<sup>©</sup>

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 libro se lo dedico a mis Padres Gloria y Arnulfo por apoyarme, incitarme y alentarme en todo momento de mi vida.*

*A mi hermana Nadia por el amor y compañía en las noches de desvelo.*

*A Daniel por confortarme, nunca soltarme e incitar a terminarlo.*

*A los amigos por seguir éste camino y hacerlo más alegre y divertido.*

*A la vida por la oportunidad de concluirlo.*

## **Agradecimientos**

A la dependencia de Servicios de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STD – DF), en especial a la Gerencia de Transportación de Trolebuses por el invaluable apoyo para facilitar la recopilación de información de campo que da sustento a la presente investigación. A los Ingenieros José Ignacio García Hernández y Gerardo Rivas por la oportunidad de formar parte del equipo de trabajo durante la prestación del Servicio Social, y proporcionar todas las facilidades para la realización de los estudios.

De igual manera al equipo de trabajo que labora en STE – DF, por su ayuda y tiempo dedicado a cada estudio de campo: Gerardo Montiel, Valente Vega, Leopoldo Lorenzo C., Víctor Hugo Ruiz Ramírez, Raúl Villareal Vázquez, Heriberto Arellano Peña, Cesario Juan Ramírez Torres, Oscar Luis Echeverría F., Jesús Moreno Chávez, y Carlos Ricardo De Jesús Guzmán. Gracias

A la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), por la oportunidad de continuar mi formación académica; y por el apoyo recibido para la impresión y empastado de la presente tesis a través del convenio UACM-CSE-ITR/120/2016.

Gracias Dios por permitirme estar aquí y ahora, por brindarme la posibilidad de estar en una gran familia, por la salud recibida y poder realizar un logro más en mi vida.

Gracias a mis padres Gloria Soriano Sanjuan y Arnulfo Santiago Sanjuan por ser los mejores, por el gran esfuerzo que han hecho para darme estudio y dejarme una gran herencia, por amarme y confiar siempre en mí e incitarme en todo momento a ir siempre por más.

A mi hermana por ser mi mejor regalo, mi amiga y ayudante, por escuchar mis lecturas y poner la mayor atención posible hasta ganarte el sueño. Te amo baby.

Al M. en I. Francisco Gerardo Alvarado Arias por sus exigencias, apoyo, conocimientos y experiencias compartidas como profesor durante mi formación académica, y por aceptar la responsabilidad que conlleva la dirección de esta tesis; por la solidaridad y tiempo otorgado. Gracias Profe.

A los sinodales M. en C. María del Rocío Sarmiento Torres, M. en E. Gerardo Antonio Oseguera Peña, M. en I. José Alberto Valdez Palacios y M. en I. Raúl Soto Peredo, por sus conocimientos y experiencias transmitidas en las aulas y por la colaboración y tiempo dedicado a realizar correcciones para mejora la presente tesis. Gracias Profesores.

A Daniel Armando Quiroz Ruiz por llegar a mi vida y acompañarme en este andar, por apoyarme y nunca dejarme desvanecer, por incitarme y preguntar constantemente el proceso de esta tesis. Por tu amor, tu cariño y tú amistad. Gracias Amor.

A la Srita. Yazmín Pineda Reyes por su participación en la planeación, desarrollo y obtención de resultados que sustentan esta tesis. Por ser mi gran amiga y recorrer un largo camino juntas, por tu apoyo, comprensión y amor que has dado a esta loca mujer. Gracias Amiga.

## ÍNDICE

### **Propuesta para mejorar la Movilidad en la Delegación Iztapalapa mediante la introducción de un Sistema de Transporte Cero Emisiones en el Eje 8 Sur del Metro Constitución de 1917 al Metro Santa Martha.**

<b>Objetivo General</b> .....	1
<b>Objetivos Particulares</b> .....	1
<b>Justificación</b> .....	1
<b>Introducción</b> .....	2
<b>Capítulo I. Evolución de la población de la Ciudad de México y su relación con los servicios e infraestructura del transporte urbano</b> .....	4
I.1. Breve sinopsis de la evolución de la cobertura espacial de la Ciudad de México, de 1900 a la actualidad.....	4
I.1.1. La Ciudad de México 1900 – 1930: un núcleo urbano de 4 delegaciones.....	5
I.1.2. La expansión de Ciudad de México entre 1930 y 1950.....	6
I.1.3. El crecimiento de Ciudad de México entre 1950 y 1980. ....	7
I.1.4. La Ciudad de México de 1990 a la actualidad: la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).....	8
I.2. Evolución del sistema de transporte público y la infraestructura dedicada a la prestación de este servicio en la Ciudad de México. ....	10
I.2.1. El transporte público en la Ciudad de México hacia el año 1900. ....	10
I.2.2. El transporte público en la Ciudad de México entre 1930 y 1950.....	11
I.2.3. Transporte público e infraestructura vial en la Ciudad de México entre 1950 y 1970. ...	12
I.2.4. Transporte público e infraestructura vial en la Ciudad de México entre 1970 y 1990. ...	15
I.2.5. La movilidad urbana en la Ciudad de México en el presente. ....	16
<b>Capítulo II. El concepto de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y su relación con la Delegación Iztapalapa</b> .....	18
II.1. La relevancia de la Delegación Iztapalapa para la Ciudad de México.....	18
II.2. Información general acerca de la zona de estudio.....	20
II.2.1. Localización de la Delegación Iztapalapa.....	20
II.2.2. Usos de suelo.....	21

II.2.3. Infraestructura de soporte para el transporte urbano en la Delegación Iztapalapa.....	24
II.2.3.1. Vialidades más importantes dentro de la Delegación Iztapalapa. ....	24
II.2.3.2. Cobertura del Transporte Público dentro de la Delegación Iztapalapa.....	26
II.2.4. Población.....	29
<b>Capítulo III. Transporte Público de Superficie en la Calzada Ermita Iztapalapa.....</b>	<b>31</b>
III.1. La Calzada Ermita Iztapalapa.....	31
III.2. Población inmediata a la Calzada Ermita Iztapalapa. ....	33
III.3. Lugares de interés (atractores de viajes dentro de la zona de estudio). ....	34
III.4. Servicios de transporte público en la Calzada Ermita Iztapalapa.....	36
III.4.1. Prestatarios del servicio en la zona de estudio. ....	36
III.4.1.1. Transporte Colectivo: Ruta 14. ....	38
III.4.1.2. “Transporte Urbano de Personas (TUP)” – “Grupo Metropolitano del Transporte (GMT)” Ruta 112. ....	40
III.4.1.3. Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, RTP.....	41
III.4.2. Vehículos de transporte Urbano empleados por los prestatarios. ....	42
III.4.3. Características de la infraestructura vial para la prestación de servicio de transporte público en la Calzada Ermita Iztapalapa.....	43
III.4.3.1. Principales intersecciones viales dentro de la zona de estudio.....	43
III.4.3.2. Características generales de los Derechos de Vía (Tramos “Tipo”) identificados dentro de la zona de estudio. ....	44
III.5. Características e infraestructura vial de la sección transversal.....	47
III.6. Identificación de los aspectos cualitativos, relacionados con las problemáticas identificadas en la zona de estudio.....	50
<b>Capítulo IV. Caracterización de la problemática actual en la sección estudiada. Estudios de transporte y recopilación de información en campo. ....</b>	<b>51</b>
IV.1. Estudio para estimar el volumen de la demanda de pasaje en la sección de interés: “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”. ....	52
IV.1.1. Metodología para la aplicación del “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”.....	52
IV.1.2. Resultados de la aplicación del “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”. ....	54
IV.2. Estudios complementarios para el Eje 8 Sur en el arco estudiado. ....	64
IV.2.1. Metodología de los estudios complementarios. ....	64

---

<b>Capítulo V. Alternativas para el diseño del nuevo servicio de transporte público en el Eje 8 Sur del Metro Constitución de 1917 al Metro Santa Martha</b> .....	75
V.1. Corredor de transporte público en el Derecho de Vía del Eje 8 Sur. ....	75
V.1.1 Concepto de corredor de Transporte Publico. ....	75
V.1.2. Esquema de servicio en el Derecho de Vía tipo “C”, “B” y “A”. ....	76
V.2. Tecnologías típicas del transporte urbano.....	78
V.2.1. Autobuses.....	78
V.2.1.1. Autobuses regulares. ....	78
V.2.1.2. Autobuses Articulados.....	80
V.2.1.3. Autobuses Biarticulados.....	81
V.2.2. Trenes (Transporte en vía Férrea). ....	81
V.2.2.1. Tren Ligero LRT.....	82
V.2.2.1.1. Alimentación.....	83
V.2.2.1.1.1. Tren Ligero LRT (convencional con catenaria).....	83
V.2.2.1.1.2. Tren Ligero LRT sin catenaria (Acumulador de Carga Rápida ACR).....	84
V.2.2.1.1.3. Tren Ligero LRT (Aesthetic Power Supply APS).....	85
V.2.2.2. Heavy Rail Transit HRT Metro.....	85
V.2.3. Comparativo entre alternativas tecnológicas. ....	87
V.3. Selección de la tecnología más conveniente para integrar un nuevo sistema de transporte en el Eje 8 Sur.....	88
V.3.1. Análisis de tecnologías para satisfacer la demanda. (Dimensionamiento).....	90
V.3.2. Propuesta para el nuevo corredor de Transporte Público.....	95
V.4. Implementación de transporte.....	99
<b>Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	101
<b>Bibliografías y Referencias</b> .....	105
<b>ANEXO. Formatos para Estudios de Transporte</b> .....	108

## Índice de figuras.

Figura 1. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1900.....	5
Figura 2. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1950.....	6
Figura 3. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1980.....	7
Figura 4. Cobertura geográfica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). ....	8
Figura 5. Tranvía de Multitas. ....	10
Figura 6. Modernización del servicio de tranvías: reemplazo de los equipos Brill por PCC. ....	11
Figura 7. Anillo Periférico, en la década de 1970.....	13
Figura 8. Tranvía PCC en la década de 1960 sobre la Calzada de Tlalpan. ....	14
Figura 9. Sección en Planta de un Eje Vial “Tipo”.....	16
Figura 10. Circulo Vicioso de la Insuficiencia de Infraestructura.....	17
Figura 11. Distribución Modal de viajes en transporte público en la ZMVM.....	17
Figura 12. Porcentaje de la Población de la Ciudad de México que vive en Iztapalapa. ....	19
Figura 13. La Delegación Iztapalapa y sus colindancias político-administrativas. ....	20
Figura 14. Usos de suelo. Delegación Iztapalapa. ....	23
Figura 15. Sistema de vialidades principales dentro de la Delegación Iztapalapa y .....	25
Figura 16 Trazo del Eje 8 Sur en la sección de estudio.....	33
Figura 17. Usos de suelo en la zona de estudio.....	34
Figura 18. Atractores de viajes en zona de estudio.....	35
Figura 19. Principales rutas de transporte público que operan en zona de estudio. ....	37
Figura 20. Principales intersecciones viales dentro de la zona de estudio. ....	44
Figura 21. Tramos viales característicos en el Eje 8 Sur.....	46
Figura 22. Tramo A. Sección transversal. ....	47
Figura 23. Tramo B. Sección transversal. ....	48
Figura 24. Tramo C. Sección transversal. ....	49
Figura 25. Puntos de observación propuestos para el Estudio de Frecuencia de Paso .....	55
Figura 26. Punto 1 de observación. Carlos L. Gracida.....	55
Figura 27. Punto 2 de observación. Las Torres.....	56
Figura 28. Ubicación de paradas propuestas.....	67
Figura 29. Derecho de vía tipo C. CDMX. ....	76
Figura 30. Derecho de vía tipo B. Tren Ligero y Trolebús CDMX.....	77
Figura 31. Derecho de Vía Tipo A. Metro de CDMX.....	77
Figura 32. Autobús convencional. ....	79
Figura 33. Autobús de fabricación Semi- -integral.....	79
Figura 34. Autobús de fabricación Integral.....	80
Figura 35. Autobús Articulado, Metrobús. ....	80
Figura 36. Autobús Biarticulado, Metrobús. ....	81
Figura 37. Tren Ligero, Translohr Montpellier, Francia.....	82
Figura 38. Sistema Translohr y capacidades vehiculares en diferentes configuraciones de carros.....	83
Figura 39. Alimentación por catenaria.....	83
Figura 40. Proceso del sistema ACR. ....	84
Figura 41. Sistema APS (Riel de contacto). ....	85

Figura 42. Tecnología de transporte Metro .....	86
Figura 43. Selección de tecnología de transportación de acuerdo a la capacidad de línea. ....	94
Figura 44. Alternativa N°1 del Corredor de Transporte, Derecho de Vía tipo “B” .....	96
Figura 45. Alternativa N°2 del Corredor de Transporte, Derecho de Vía tipo “A” .....	97
Figura 46. Estaciones del Corredor de Transporte en Eje 8 Sur. ....	100

### Índice de tablas.

Tabla 1. Pasajeros transportados por vehículo. ....	57
Tabla 2. Cédulas del Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular. ....	58
Tabla 3. Pasajeros totales por punto de observación. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente. ...	59
Tabla 4. Resumen de pasajeros totales en punto de aforo por sentido. ....	60
Tabla 5. Pasajeros totales promedio. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente. ....	60
Tabla 6. Demanda horaria promedio. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente. ....	61
Tabla 7. Volumen de pasajeros durante la Hora de Máxima Demanda (HMD) en Eje 8 Sur. ...	62
Tabla 8. Demanda total de pasajeros en cada punto de observación y sentido. ....	62
Tabla 9. Demanda de Pasajeros diaria y en hora máxima. ....	63
Tabla 11. Estaciones propuestas. ....	67
Tabla 11. Distancia entre estaciones para el nuevo corredor de transporte. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

### Índice de gráficos.

Gráfica 1. Pasajeros registrados en las estaciones propuestas, Oriente – Poniente. ....	68
Gráfica 2. Pasajeros registrados en las estaciones propuestas, Poniente – Oriente. ....	69
Gráfica 3. Sexo. ....	70
Gráfica 4. Edad poblacional. ....	70
Gráfica 5. Origen de la población. ....	71
Gráfica 6. Destino de la población. ....	71
Gráfica 7. Delegación o Municipio de origen. ....	72
Gráfica 8. Delegación o Municipio de destino. ....	72
Gráfica 9. Tipo de transporte. ....	73
Gráfica 10. Utilidad de un nuevo sistema de transporte. ....	73
Gráfica 11. Aspectos a considerar del nuevo sistema de transporte. ....	74
Gráfica 12. Pago del servicio. ....	74

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Usos de suelo en la Delegación Iztapalapa. ....	21
Cuadro 2. Equipamiento Urbano destacado en la Delegación Iztapalapa. ....	22
Cuadro 3. Vialidades en la Delegación Iztapalapa. ....	24
Cuadro 4. Líneas de trolebús en la Delegación Iztapalapa. ....	26
Cuadro 5. Estaciones del STCM localizadas dentro de la Delegación Iztapalapa. ....	27
Cuadro 6. Estaciones del Metrobús dentro de la Delegación Iztapalapa. ....	27
Cuadro 7. Principales derroteros de la RTP dentro de la Delegación Iztapalapa. ....	28
Cuadro 8. Principales servicios de transporte público concesionado en la Delegación Iztapalapa. ....	28
Cuadro 9. Vialidades que integran al Eje 8 Sur. ....	31
Cuadro 10. Colonias contiguas al arco estudiado de la Calzada Ermita Iztapalapa. ....	33
Cuadro 11. Vehículos de pasajeros utilizados por los prestatarios en la sección de estudio. ....	42
Cuadro 12. Elementos viales del tramo A. ....	47
Cuadro 13. Elementos viales del tramo B. ....	48
Cuadro 14. Elementos viales del tramo C. ....	49
Cuadro 15. Problemáticas y causas en la zona de estudio. ....	50
Cuadro 16. Tiempo de Recorrido y Demoras de la ruta de estudio. ....	69
Cuadro 17. Tipos de vehículo y características de interés. ....	87
Cuadro 18. Vehículos posibles a evaluar para integrar un nuevo sistema de transporte. ....	89
Cuadro 19. Datos operativos del Eje 8 Sur. ....	92
Cuadro 20. Cálculo directo de los parámetros de la operación para cada tecnología vehicular. ....	92
Cuadro 21. Cálculo (ajustado) de los parámetros de operación para cada tecnología vehicular. ....	93
Cuadro 22. Comparativo de propuesta de transporte. ....	98
Cuadro 23. Parámetros de Operación del Nuevo Corredor. ....	99
Cuadro 24. Distancia entre estaciones para el nuevo corredor de transporte. ....	100

---

### **Objetivo General.**

- Mejorar la movilidad y la calidad del aire en el oriente de la Ciudad de México, particularmente en la Delegación Iztapalapa, mediante la adopción de un nuevo sistema de transporte público Cero Emisiones en el Derecho de Vía de la Calzada Ermita Iztapalapa (arco oriente del Eje 8 Sur), conectando las estaciones del Metro Constitución de 1917 de la Línea 8 y Santa Martha de la Línea A.

### **Objetivos Particulares.**

- Proveer a los pobladores de la zona oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), una oferta de servicio de transporte público de gran capacidad y elevado nivel de servicio.
- Seleccionar la tecnología de transportación eléctrica más adecuada para atender el volumen de demanda estimado a lo largo de la sección de estudio y que tenga posibilidades de expansión a largo plazo.
- Determinar el número óptimo de unidades que intervendrían en el diseño técnico de la explotación del servicio, para brindar un adecuado nivel de servicio.
- Identificar el impacto urbano que tendría la inserción del nuevo sistema de transporte propuesto para la población del oriente de la Ciudad de México.

### **Justificación.**

- Las características de los actuales servicios de transporte público que se proporcionan en el Corredor definido a lo largo de la Calzada Ermita Iztapalapa, particularmente en el arco Constitución de 1917 a Santa Martha Acatitla, distan cada vez más de cumplir satisfactoriamente con criterios elementales de capacidad, confiabilidad y seguridad.
- Del incumplimiento y creciente deterioro de los aspectos elementales de calidad del servicio, surgió la necesidad de estudiar dicho corredor de transporte para que se genere una propuesta que desde la perspectiva de la explotación del servicio, es decir, de la Operación del Transporte, satisfaga los requerimientos y proporcione a la ciudadanía un servicio de transportación digno, seguro, confiable, de menor impacto a la atmósfera de la Ciudad de México y al medio ambiente en general; sobre todo con la capacidad suficiente para ser escalable en el tiempo y atender la demanda presente y futura de pasajeros.

## **Introducción.**

El transporte es un elemento de suma importancia para la población, pues cotidianamente se encuentra presente en su vida, independientemente del tipo de usuario, si se trata de pasajeros o mercancías, constituye un medio indispensable para cubrir cualquier necesidad y poder vivir en sociedad. Particularmente, en el caso del transporte de pasajeros en las ciudades resulta cada vez más demandante cubrir las necesidades a fin de acceder a los bienes, servicios y oportunidades que ofrece la ciudad. Lo cual es complejo debido a los múltiples elementos que dificultan su completa satisfacción, como el crecimiento demográfico, la urbanización descontrolada, la contaminación y el cambio de los usos de suelo entre otros. Estos elementos imposibilitan una adecuada integración población–ciudad–transporte, por lo que es de gran importancia enfatizar el trabajo en la planeación y operación de sistemas de transporte, acorde a las necesidades que exigen las ciudades modernas.

La Ciudad de México, una de las urbes más grandes del mundo, en las últimas décadas ha registrado elevados niveles de contaminación atmosférica y actualmente los índices de contaminación se han disparado; por una parte el gobierno ha fomentado el uso de vehículos de transporte público y también la puesta en marcha de acciones y programas para mitigar las emisiones contaminantes como el programa “Hoy no circula”, y planes de contingencias ambientales, estos programas excluyen de circulación a los vehículos, asignando un engomado restrictivo para cada día de la semana. Sin embargo, estas medidas gubernamentales no han sido del todo eficaces para disminuir estos índices en la urbe. Por lo que es necesario buscar mejores acciones. Considerando lo anterior, quizás sea tiempo de una modernización en el transporte público, optando por tecnologías más ecológicas y amigables con el medio ambiente, como el transporte eléctrico el cual no contamina en las zonas urbanas.

La sobrepoblación y la extensión geográfica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), impiden que la oferta de los actuales servicios de transporte colectivo satisfagan satisfactoriamente los criterios elementales de capacidad, conectividad, confiabilidad, comodidad y seguridad, entre otros. La insuficiencia e ineficiencia de este sistema, se magnifica durante los periodos de mayor demanda y ha dado lugar a que el automóvil, a pesar de todas sus externalidades negativas, haya adquirido un papel trascendental dentro de la movilidad urbana.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal mejorar las condiciones de movilidad en el oriente de la Ciudad de México, específicamente en la Delegación Iztapalapa, mediante la propuesta de implementación de un nuevo sistema de transporte público de gran capacidad, seguro, confiable, amigable con el medio ambiente y de capacidad escalable; para atender la demanda de pasajeros presente y futura del corredor que hace uso de la Calzada Ermita Iztapalapa, que es el arco oriente del Eje 8 Sur, entre la estaciones del Metro Constitución de 1917 de la Línea 8 y Santa Martha de la Línea A.

La presente tesis, se derivó de la prestación del servicio social en la institución “Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal” (STE-DF), a la cual agradezco por su invaluable apoyo y dar todas las facilidades para recopilar la información de campo que da sustento a la

---

presente tesis, ya que sin ellos, no habría sido posible generar la información aquí referida. El presente trabajo se desarrolló en seis capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación.

Capítulo I: se presenta de manera sintética la evolución de la zona urbana, la infraestructura vial y el servicio de transporte público de la Ciudad de México a partir de 1900 hasta la actualidad; dada la utilidad de la información histórica para comprender mejor la actual problemática de la movilidad.

Capítulo II: se expone la trascendencia que tiene la Delegación Iztapalapa, pues además de ser la más poblada de la Ciudad de México, sus límites geopolíticos con la región oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México, le confieren una función especial para la articulación de un sobresaliente volumen de viajes urbanos, suburbanos e interurbanos. Se agrega información relacionada con los usos de suelo, vialidades, infraestructura, transporte público y crecimiento poblacional, de esta delegación política.

Capítulo III: se enfatiza el carácter estratégico que la Calzada Ermita Iztapalapa tiene para la atención de la movilidad, no sólo en la Delegación Iztapalapa, sino en toda la región oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México. Se describe la información más sobresaliente de esta vía primaria, para comprender el contexto dentro del cual se desenvuelve actualmente el servicio de transporte público de pasajeros y las afectaciones viales.

Capítulo IV: se describen las diferentes técnicas utilizadas para integrar los estudios de transporte y la correspondiente información de campo, a partir de la cual caracterizó el volumen de pasajeros del transporte público que transita por la sección de estudio.

Capítulo V: se evalúan diferentes tecnologías de transportación urbana, para identificar cuál de ellas ofrece el desempeño más satisfactorio para atender el volumen de demanda estimado en la sección de interés del Eje 8 Sur. Así mismo se seleccionó la tecnología más adecuada y como resultado se estableció la propuesta de implementación de un Corredor Cero Emisiones.

Capítulo VI: se integran las Conclusiones y Recomendaciones, derivadas del desarrollo de la presente tesis, y se analizó el cumplimiento de los objetivos y alcances propuestos.

## **Capítulo I. Evolución de la población de la Ciudad de México y su relación con los servicios e infraestructura del transporte urbano.**

El fenómeno del desequilibrio que prevalece entre la cantidad de usuarios que solicitan el servicio de transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)<sup>1</sup> y la capacidad de los diferentes sistemas que actualmente ofertan dicho servicio de transporte, no es ajeno de la problemática a la cual se refiere la presente investigación. Estos desequilibrios evidentes entre la demanda y la oferta del servicio, son consecuencia de múltiples procesos, muchos de ellos de naturaleza compleja, porque son procesos que se desarrollan a lo largo de décadas y que involucran aspectos geográficos, económicos, sociales, financieros, ambientales, políticos e históricos, por citar solamente algunos.

Por ello, en los incisos siguientes, se tratarán de manera sintética algunos elementos relevantes para comprender la actual configuración de la Ciudad y de su “Área Conurbada”, especialmente en la región donde el presente estudio tiene lugar.

### **I.1. Breve sinopsis de la evolución de la cobertura espacial de la Ciudad de México, de 1900 a la actualidad.**

Durante la segunda mitad del siglo XX, han ocurrido grandes cambios económicos, políticos, sociales y culturales, los cuales han conducido a su vez, a grandes transformaciones de tipo geográfico-espacial en la ciudad; provocando con ello una evolución en el proceso de urbanización de la Ciudad de México (CDMX) y de la denominada Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Estos cambios han impactado de manera notable en diferentes rubros, pero de manera preponderante, en un proceso de poblamiento masivo en la zona central de la ciudad y su posterior expansión progresiva hacia las áreas periféricas.

El crecimiento de la ciudad se ha presentado de manera desordenada, ocupando áreas que no eran las más convenientes para el establecimiento de grandes nodos urbanos, ocasionando la degradación del medio ambiente y arriesgando la integridad de la población que se encuentra asentada en dichas zonas, pero que por necesidad han requerido viajar desde localizaciones cada vez más lejanas hacia las principales zonas de actividades en las regiones centrales de la ciudad.

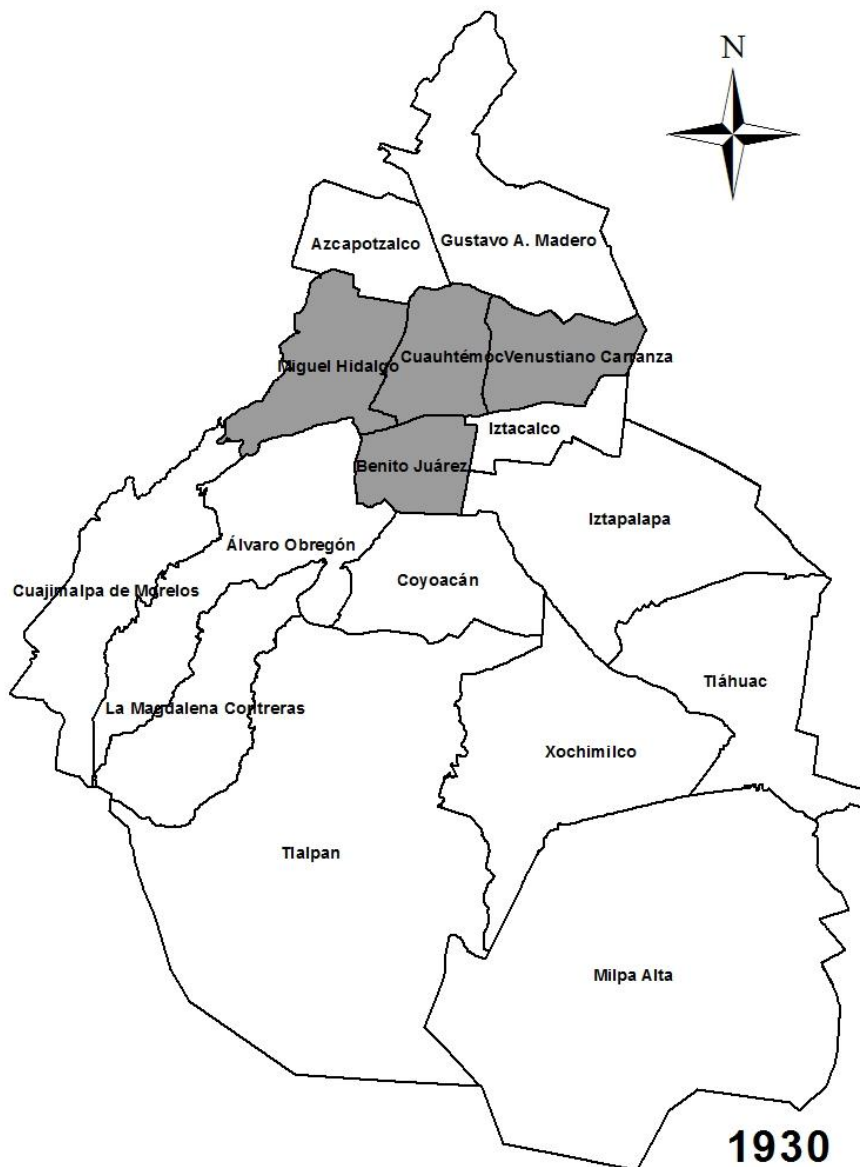
---

<sup>1</sup> El concepto de Zona Metropolitana fue desarrollado en Estados Unidos de América a partir de 1920. En la República Mexicana, este proceso se inició en la década de los cuarenta en las ciudades de México, Monterrey, Torreón, Tampico y Orizaba. En el año 2003, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), integraron un grupo de trabajo encargado de formular una delimitación exhaustiva y sistemática de las zonas Metropolitanas del país.

### I.1.1. La Ciudad de México 1900 – 1930: un núcleo urbano de 4 delegaciones.

Entre los años de 1900 a 1930<sup>2</sup>, la Ciudad de México, es decir, el área urbanizada del Distrito Federal, se encontraba esencialmente conformada por las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza; concibiéndose como la ciudad central, a esta zona en particular, como se puede apreciar en la Figura 1. A partir de esta época, se comienza a presentar un importante cambio en los tipos de uso de suelo, ya que evolucionó de la categoría de habitacional a las de comercial, equipamiento y servicios; propiciando que la población migrara hacia zonas más distantes del núcleo antes referido.

**Figura 1. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1900.**



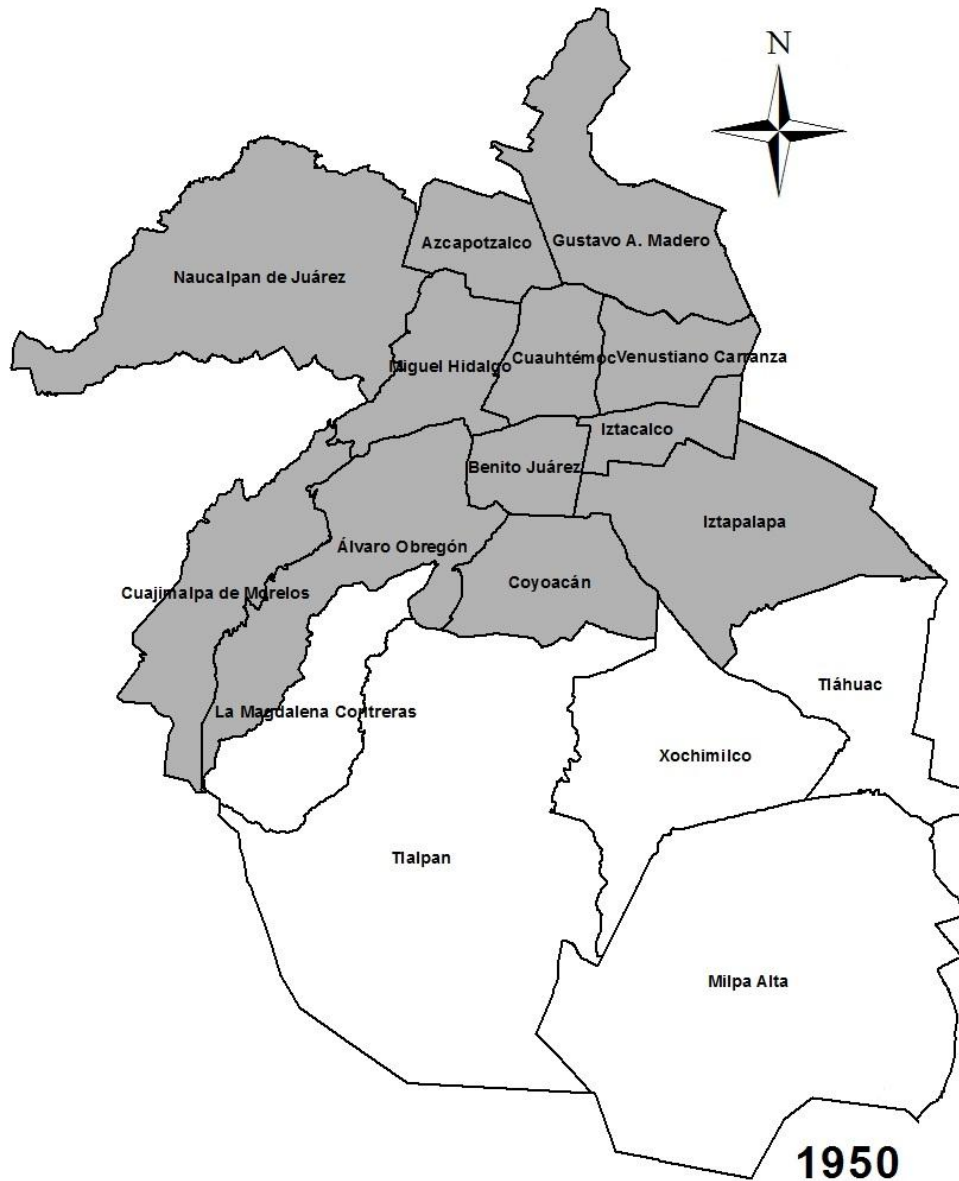
*Fuente: Elaboración propia, con datos de Delgado (1990).*

<sup>2</sup> Delgado, Javier. "De los anillos a la segregación. La Ciudad de México, 1959-1987", Estudios Demográficos y Urbanos.

### I.1.2. La expansión de Ciudad de México entre 1930 y 1950.

En el periodo comprendido entre 1930 y 1950 aproximadamente, se presentó un acentuado incremento poblacional, debido tanto a la migración de personas provenientes del medio rural, como al proceso de industrialización en la Ciudad de México; lo cual propició la expansión de la zona urbana hacia las delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Coyoacán, Iztacalco e Iztapalapa; ampliándose inclusive, hacia algunos municipios del Estado de México, como Naucalpan de Juárez, los cuales conformaron, como se muestra en la Figura 2, un primer contorno de conurbación de la ciudad.

**Figura 2. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1950.**



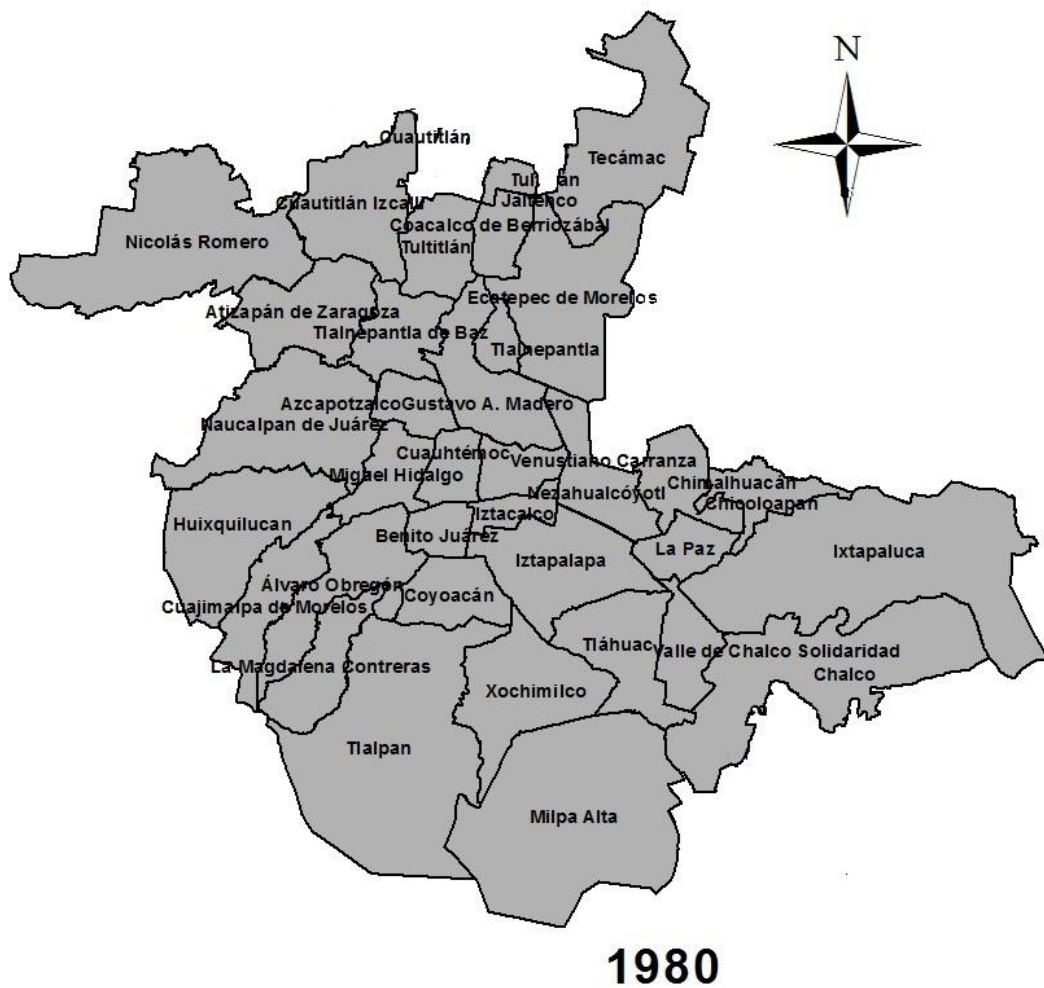
Fuente: Elaboración propia, con datos de Delgado (1990).

### I.1.3. El crecimiento de Ciudad de México entre 1950 y 1980.

Dicho proceso de conurbación entre el Distrito Federal y el Estado de México, según se aprecia en la Figura 3, se fue intensificando súbitamente durante las dos décadas siguientes, debido al incontrolado crecimiento poblacional. Así, la urbe además de integrar territorialmente a sus delegaciones del sur, como son Tlalpan, Xochimilco, Magdalena Contreras y Tláhuac; integró también a los municipios mexiquenses del norte y del oriente, como Nezahualcóyotl, Tlalnepantla, Huixquilucan, Tultitlán, Atizapán de Zaragoza, Ecatepec de Morelos y Chimalhuacán, que consolidaron un segundo contorno de conurbación.

Durante la década de 1980, el crecimiento metropolitano cubrió la totalidad de las delegaciones del Distrito Federal y continuó atrayendo a más pobladores del Estado de México, específicamente de los municipios de Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero, Coacalco de Berriozábal, Tecámac, Chalco Solidaridad, Chicoloapan, Ixtapaluca y La Paz, entre otros; que han configurado un tercer contorno de conurbación.

**Figura 3. Cobertura geográfica-espacial de la Ciudad de México alrededor de 1980.**



Fuente: Elaboración propia con datos de Delgado (1990).



Este proceso de crecimiento a través de los años ha configurado lo que actualmente se conoce como la “Zona Metropolitana del Valle de México” (ZMVM), conformada por 76 unidades político-administrativas, que en conjunto ocupan una superficie de aproximadamente 7,954 km<sup>2</sup>; de los cuales corresponden al Distrito Federal 1,485 km<sup>2</sup> (646.8 km<sup>2</sup> representan la superficie urbanizada). Dicho conglomerado urbano, se distribuye en 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y un municipio más del estado de Hidalgo; que en conjunto, concentran cerca del 17.9% de la población nacional.

El Distrito Federal representa apenas alrededor del 18.7% de la cobertura territorial de la Zona Metropolitana del Valle de México, pero en esta superficie se concentra alrededor del 44% de la población de la ZMVM. Es decir, que el porcentaje de concentración de la población en el Distrito Federal es 2.4 veces mayor en proporción con su superficie que ocupa en la ZMVM.

En la actualidad, la demanda de servicios de transporte en el oriente de la ZMVM, ejerce una gran presión sobre la infraestructura y servicios de la Delegación Iztapalapa, derivado de su localización geográfica y el incremento de la población en toda la región donde ésta ha queda circunscrita como puede apreciarse en la Figura 4.

## I.2. Evolución del sistema de transporte público y la infraestructura dedicada a la prestación de este servicio en la Ciudad de México.

A medida que se fue ampliando la cobertura geográfica de la ciudad, se incrementó la necesidad de la población por desplazarse a mayores distancias y/o en menores tiempos; lo cual condujo a través del tiempo a la insuficiencia de la oferta de infraestructura vial para satisfacer a dichas necesidades. En consecuencia, la autoridad impulsó diferentes obras públicas, como la inserción de vialidades de mayor capacidad para soportar el incremento del parque vehicular tanto público como privado; llegándose a la construcción de proyectos viales de gran relevancia, como los distribuidores viales y los segundos pisos. Pero, éstas no son las soluciones que requiere realmente la ciudad para resolver el problema de la movilidad.

Para analizar lo anterior a continuación, se expondrán brevemente algunas de las acciones que al paso del tiempo se han emprendido en la ciudad para tratar de solventar las numerosas problemáticas relacionadas con el transporte de pasajeros.

### I.2.1. El transporte público en la Ciudad de México hacia el año 1900.

Dado que a finales del siglo XIX, la ciudad tenía una cobertura geográfica relativamente reducida con respecto de las dimensiones de megalópolis que tiene en la actualidad; los viajes se realizaban básicamente en la zona central de la Ciudad de México, o bien, entre esta zona central y algunas de las villas o pueblos asentados fuera de ésta.

En aquélla época, la movilidad era atendida apropiadamente por el sistema de carruajes montados sobre vías de ferrocarril y tracción de sangre; llamado así porque la tracción de los vehículos era provista por animales: eran conocidos como “tranvías de mulitas” en la Figura 5.

Figura 5. Tranvía de Mulitas.



Fuente: Manuel Ramos, *Tranvía de Granada*, 1929.

Sin embargo, con el acelerado incremento de la población y el inherente requerimiento de viajar a mayores distancias, la oferta de transporte en la ciudad fue resultando cada vez menos eficiente, pues la capacidad de éste sistema junto con las calesas que operaban como coches de alquiler, se vio poco a poco superada.

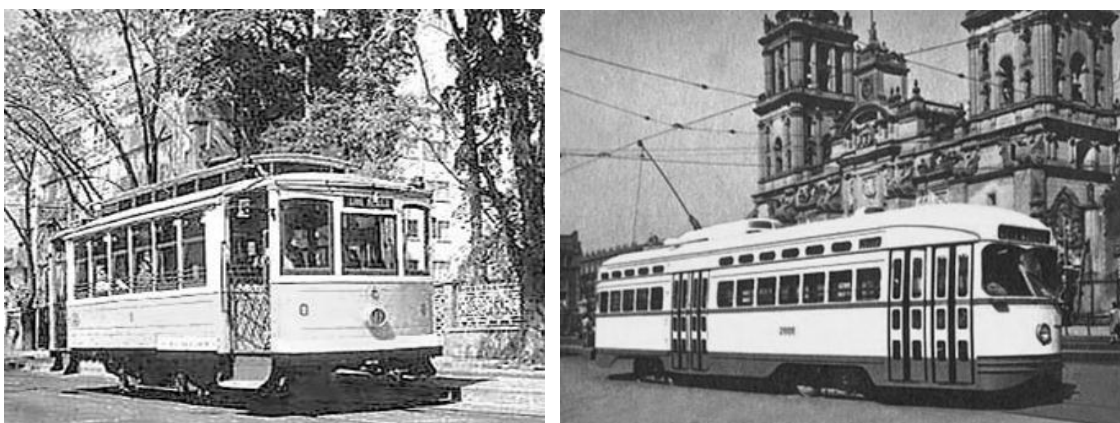
El 15 de enero de 1900, estos transportes fueron sustituidos por tranvías de tracción eléctrica, de mayor capacidad y capaces de alcanzar mayores velocidades de circulación. Las vialidades en esta época, dado que no existían automóviles en el país, no estaban pavimentadas apropiadamente y eran especialmente utilizadas por el tranvía eléctrico, los carruajes y los peatones.

### **I.2.2. El transporte público en la Ciudad de México entre 1930 y 1950.**

En el periodo referido, habiéndose consolidado el servicio de tranvías eléctricos, se convirtió en el servicio de transporte por excelencia para el traslado de pasajeros en la ciudad. Sin embargo, la creciente motorización en el país y los conflictos de tipo obrero-patronal que se vivieron en las compañías que explotaban el servicio de tranvías durante las décadas de 1930 y 1940 (aunque comenzaron intermitentemente a partir de 1917), condujeron a un proceso en el cual se fueron estableciendo formalmente las primeras líneas de camiones urbanos, que además de absorber los excedentes de demanda, entraron en franca competencia con el tranvía y expandieron derroteros hacia las zonas de incipiente urbanización, contribuyendo en el proceso de expansión de la ciudad por la ausencia de control.

Durante esa época, para resolver de manera definitiva los conflictos en la compañía de tranvías, se creó por Decreto Presidencial el organismo público descentralizado denominado “Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal” (STE – DF). Fue este organismo el encargado de reestructurar y renovar el servicio de tranvías, reemplazando a los antiguos Brill<sup>4</sup> por los entonces modernos PCC<sup>5</sup>.

**Figura 6. Modernización del servicio de tranvías: reemplazo de los equipos Brill por PCC.**



*Fuente: Archivo histórico de STE – DF.*

4 Tranvías provenientes de la firma J. C Brill de Filadelfia

5 Modelo de tranvía PCC por sus siglas en inglés Presidents Conference Comittee. Fue concebido en reuniones celebradas entre presidentes de compañías fabricantes de tranvías en Estados Unidos que tenían como fin diseñar un nuevo transporte eléctrico que respondiera a las necesidades de las grandes ciudades modernas.

### **I.2.3. Transporte público e infraestructura vial en la Ciudad de México entre 1950 y 1970.**

El notable incremento de la población, así como las elevadas tasas de motorización (de automóviles particulares y líneas de autobuses urbanos) registrados para 1950, restaron eficiencia al servicio de transportación en tranvías. La primera consecuencia del incremento en el número de usuarios en las vialidades derivó en la invasión a los derechos de vía de los tranvías; y por otra parte, las vialidades resultaron insuficientes para soportar el tránsito de vehículos tanto particulares como del transporte público.

El periodo citado se distingue por la construcción de trascendentales obras de infraestructura vial, como el Viaducto Río de La Piedad, el Periférico y el Circuito Interior; otorgándole con estas vías un gran cambio a la ciudad, dotándola de una oferta de vialidades de acceso controlado por donde se podrían desarrollar altas velocidades.

Sin embargo, esta oferta de nuevas vialidades estuvo orientada hacia la operación de los vehículos particulares, tal vez porque era la idea de modernidad que prevalecía en aquella época, pero lamentablemente, no se aprovechó su desarrollo para la inserción de servicios de transporte público, menos aún para que se les otorgara algún tipo de trato preferencial. Incluso en la actualidad, no opera ningún sistema integrado de transporte público que haga uso del derecho de vía del Viaducto, por ejemplo.

Entre 1952 y 1962<sup>6</sup> se construyó el Viaducto Río de La Piedad. Éste era un cauce donde se vertían las aguas negras de la ciudad y cuando se determinó entubarlo, se aprovechó el trazo para construir sobre él la primera vía rápida de acceso controlado, no semaforizada y con amplios carriles centrales para desarrollar altas velocidades de tránsito: originalmente eran 2 carriles por sentido, que luego fueron reemplazados por 3 carriles de menor anchura. Inicialmente, el proyecto había considerado unir la carretera de Toluca con la de Puebla, no obstante, sólo se concretó desde Parque Lira en Tacubaya, hasta la calzada Ignacio Zaragoza.

De igual forma, en la década de 1950 se inicia la construcción del Anillo Periférico, con la finalidad de comunicar de una manera más rápida el norte de la ciudad con el sur, sin necesidad de pasar por la zona central.

En la Figura 7, se puede apreciar una sección de esta vía. Sin embargo, se implementó sólo parcialmente, como un arco que enlazaría al norte con el sur por el poniente de la ciudad; pues el arco oriente, se construyó muchas décadas después y con menores prestaciones técnicas (incluso, al día de hoy, el arco oriente permanece inconcluso). Por citar un ejemplo de la discontinuidad del ancho de vía, se puede apreciar que en el sentido de circulación sur a oriente, en la zona de Cuemanco, esta vía se estrecha drásticamente al pasar de tres carriles centrales y dos laterales, a únicamente tres carriles, desapareciendo con ello los accesos controlados.

---

<sup>6</sup> Secretaría de Obras y Servicios. Antecedentes. (Documento en línea) Disponible <http://www.obras.cdmx.gob.mx/antecedentes-5> (Consulta 2016, enero )

**Figura 7. Anillo Periférico, en la década de 1970.**



*Fuente: La ciudad de México en el tiempo. Facebook.  
Anillo Periférico, a la altura del Cerro Zacatépetl, en 1972.*

Por lo que respecta al Circuito Interior, fue una obra planeada como una calzada de acceso controlado, sin intersecciones a nivel con otras vías, misma que fue puesta en operación en 1961. Al igual que los otros proyectos emblemáticos en materia de vialidad en la ciudad, esta obra también quedó inconclusa. En el año 2008 se inició su reconstrucción, con la inclusión de nuevas obras para convertirla efectivamente en una vialidad libre de intersecciones a nivel. De hecho, al momento de la redacción del presente documento, se están construyendo importantes obras en el arco sur de esta vialidad, en su intersección con la Avenida Insurgentes Sur.

En ninguna de estas obras de infraestructura vial, se identificó al transporte público de pasajeros como un usuario importante e imprescindible para su operación. Es decir que en el diseño de éstas vialidades no se especificó una superficie de rodamiento exclusiva para los vehículos de transporte público.

Precisamente en materia de transporte público, la acción más relevante consistió en el establecimiento de un servicio de tranvías con derecho de vía exclusivo en la Calzada de Tlalpan como lo muestra la Figura 8, mismo que fue aprovechado años después por una nueva tecnología de mayor capacidad de transportación.

**Figura 8. Tranvía PCC en la década de 1960 sobre la Calzada de Tlalpan.**



*Fuente: El Universal. Tranvía circulando sobre Calzada de Tlalpan a la altura de lo que hoy sería la estación del Metro Ermita.*

Lamentablemente, en muchas otras vialidades de la ciudad, al no respetarse un derecho de vía exclusivo para el tranvía, éste perdió competitividad frente a los autobuses y el transporte particular, quienes invadieron sus espacios. Este hecho, ratifica el cuestionamiento planteado en los párrafos anteriores.

Luego de múltiples negociaciones entre autoridades del Departamento del Distrito Federal y empresas interesadas en desarrollar un sistema de transportación masiva de pasajeros en la ciudad, se aprobó la construcción de un tren eléctrico subterráneo de alta capacidad. En 1967<sup>7</sup> se crea el “Sistema de Transporte Colectivo” (STC), organismo encargado de la operación de dicho sistema de transportación conocido como Metro. En 1969 se puso en operación la primera línea de este sistema, con una longitud de 11.5 kilómetros y un total de 16 estaciones, de Zaragoza a Chapultepec.

<sup>7</sup> Secretaría de Transporte y Vialidad. Historia del transporte. (Documento en línea) Disponible [http://www.cgma.cdmx.gob.mx/wb/stv/cinco\\_siglos\\_de\\_transporte\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_mexico/\\_rid/71?page=3](http://www.cgma.cdmx.gob.mx/wb/stv/cinco_siglos_de_transporte_en_la_ciudad_de_mexico/_rid/71?page=3) (Consulta 2016, enero)

#### **I.2.4. Transporte público e infraestructura vial en la Ciudad de México entre 1970 y 1990.**

El proceso de concentración de la población en torno a núcleos urbanos ya consolidados, como se menciona en la sección I.1. “Breve sinopsis de la evolución de la cobertura espacial de la Ciudad de México, de 1900 a la actualidad”; continuó de manera notoria en las décadas subsecuentes a 1960, producto de los procesos de migración de la población del medio rural al medio urbano, en busca de mejores oportunidades de empleo, educación y/o salud.

Durante la segunda mitad de la década de 1970 el crecimiento tanto poblacional como de tránsito vehicular atrajo mayores problemáticas en materia de movilidad y transporte público en la ciudad; a lo que el “Departamento del Distrito Federal” busco solucionar a largo plazo el aumento del tránsito presentando un plan para reorganizar la traza urbana de la ciudad.

En general, el plan consistió en solucionar el incremento del tránsito vehicular; mediante acciones físicas concretas: ensanchando algunas vialidades a través de la expropiación de predios y de la demolición de inmuebles; convirtiendo así aquéllas vialidades de escasa capacidad de flujo, por donde anteriormente circulaban los tranvías, en “modernas” vialidades mucho más anchas, con suficiente capacidad; facilitando el mejor aprovechamiento del espacio urbano mediante la rectificación del trazo, la continuidad en el ancho de calzadas y la inclusión de jardineras y múltiples elementos de equipamiento urbano, como por ejemplo, su profuso sistema de señalización. Este proyecto contempló la modernización de algunas calles antiguas para introducir en la ciudad un nuevo esquema de vialidades en la zona central: los denominados “Ejes Viales”.

En 1979<sup>8</sup>, se inauguraron los primeros 15 ejes viales, con una extensión de 133.5 kilómetros. El proyecto, como todos los proyectos viales anteriormente mencionados, no estaba completo, ya que la idea era construir 34 y actualmente solo se tienen 31.

Este plan ofreció al centro de la ciudad un sistema de vialidades para el tránsito motorizado semejante al de una red ortogonal, donde habrían vialidades dedicadas a la atención de los flujos en direcciones norte a sur y oriente a poniente, en uno o ambos sentidos, dependiendo del ancho del derecho de vía disponible, así como de las conexiones con otras vialidades en donde comenzaran o convergieran, consiguiendo una circulación más fluida en la red.

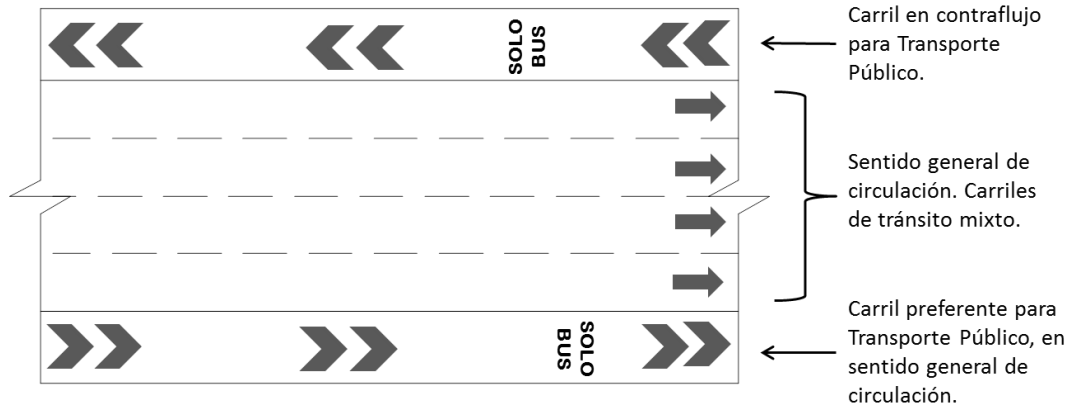
Algunos de los ejes viales fueron diseñados para su operación en doble sentido y otros, conservando el recorrido en un solo sentido. A la mayoría de los ejes con esta última característica, se les colocó un carril en dirección opuesta, denominado “contraflujo”, para la circulación exclusiva de vehículos de transporte público eléctrico y vehículos de emergencia, en un principio; aunque en muy poco tiempo, además de los trolebuses del STE – DF, se incorporaron los autobuses de la naciente empresa Ruta 100.

---

<sup>8</sup>Movimet. (Documento en línea) Disponible <http://www.movimet.com/2013/02/la-cd-de-mexico-df-origen-de-ejes-viales/> (Consulta 2014, octubre)

En la Figura 9, se muestra esquemáticamente la configuración básica de un Eje Vial. En ella, se distinguen los carriles dedicados al transporte público, localizados en los extremos de la vialidad; tanto para el del sentido predominante de circulación, como para el de circulación en sentido contrario (contraflujo); a los cuales se les incorporaron “medios diamantes” para advertir a los vehículos particulares que esas secciones quedarían restringidas para su circulación.

**Figura 9. Sección en Planta de un Eje Vial “Tipo”.**



*Fuente: Elaboración propia.*

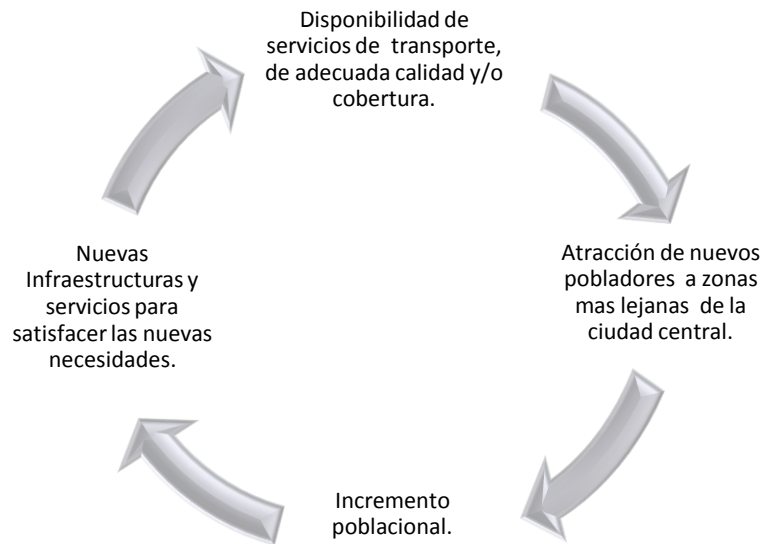
Es importante hacer notar que de todos los proyectos de vialidad urbana a los que se ha hecho referencia en esta sección, los ejes viales han representado al primero y único proyecto de infraestructura vial en donde explícitamente se le confirió un espacio reservado al transporte público (mediante el concepto del “carril exclusivo”), a diferencia de los demás proyectos, que fueron orientados preponderantemente hacia el empleo del automóvil particular.

### **I.2.5. La movilidad urbana en la Ciudad de México en el presente.**

A pesar de todos los esfuerzos del entonces Departamento del Distrito Federal (DDF); ahora reemplazado por el Gobierno del Distrito Federal (GDF), para proveer una oferta más amplia en cuanto a infraestructura vial y de servicios de transporte público, los desequilibrios que han prevalecido por décadas entre el medio rural y el urbano, aunados a múltiples factores de tipo socioeconómico, no han permitido obtener los resultados esperados.

Estos grandes proyectos en materia de infraestructura y de servicios de transporte, se han visto superados por el crecimiento demográfico que se continúa registrando, ya no de modo tan evidente dentro del Distrito Federal, pero sí dentro de los municipios conurbados. Al parecer, se propicia un círculo vicioso, donde a mayor oferta de servicios de transporte, se atrae a más pobladores, que con el tiempo requerirán también de nueva infraestructura y de nuevos servicios, cada vez más complejos y/o distantes, ver Figura 10.

**Figura 10. Circulo Vicioso de la Insuficiencia de Infraestructura y de Servicios de Transporte Urbano.**

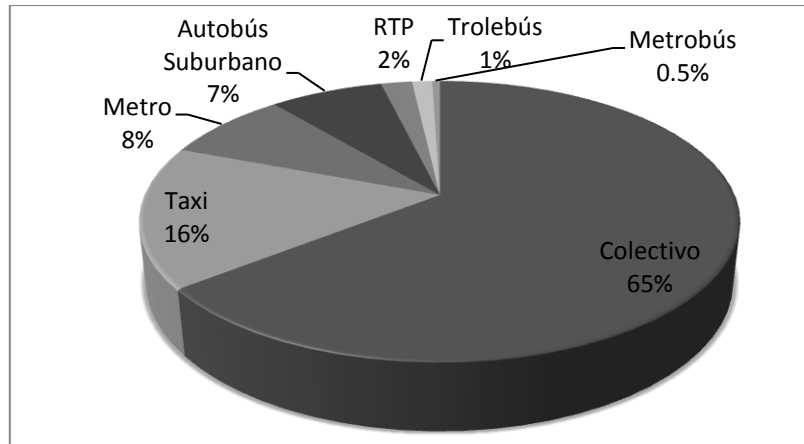


Fuente: Elaboración propia.

El reto es de considerables dimensiones, pues como se ha podido hacer notar en este texto, sus orígenes son tan antiguos como el proceso de urbanización en que se ha visto inmersa la Ciudad de México. Y difícilmente, la capacidad y/o la calidad de la oferta de la infraestructura vial o del servicio del transporte público ha podido superar o al menos equilibrar a la demanda.

Para sintetizar este tema, obsérvese la Figura 11, donde es posible identificar que en la ZMVM, a pesar de la sobresaliente capacidad de transportación que puede proveer una tecnología de tren eléctrico urbano, como el Tren Ligero (Light Rail Transit - LRT); en realidad la mayor cantidad de los viajes se realizan en modos de baja capacidad, a menudo desorganizados, deficientes e inseguros, como lo ha demostrado ser el transporte colectivo concesionado.

**Figura 11. Distribución Modal de viajes en transporte público en la ZMVM.**



Fuente: Encuesta Origen – Destino, 2007.

## Capítulo II. El concepto de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y su relación con la Delegación Iztapalapa.

Históricamente, la región de Iztapalapa ha tenido una especial importancia para el Distrito Federal. En un principio como región agrícola que proveía de alimentos a la ciudad y en el transcurso de las tres últimas décadas, en general, como receptora de una significativa cantidad de población que continúa siendo atraída desde el interior de la República Mexicana o bien, de los nuevos hogares de aquéllos capitalinos que han buscado otras condiciones de vivienda.

El fenómeno de la súbita urbanización en este territorio, asociado con una escasa o hasta nula planificación de vialidades, zonificación y usos del suelo; dieron lugar al desarrollo de asentamientos irregulares, donde la introducción de servicios públicos como agua potable, drenaje, electricidad, limpia o el mismo transporte, no han conseguido proporcionar las características ni la calidad de cobertura que se desearía para ciertos sectores de su población.

A continuación, se proporciona información más amplia y detallada acerca de la zona de estudio.

### II.1. La relevancia de la Delegación Iztapalapa para la Ciudad de México.

En el proceso de expansión de la zona urbana de la Ciudad de México hacia el sur y el oriente, Iztapalapa experimentó gradualmente un proceso de transformación de ambiente rural a urbano a partir del año de 1928, cuando adquiere la categoría de Delegación; pues anteriormente se le consideraba en términos administrativos como un Municipio<sup>9</sup>. Durante las siguientes cuatro décadas, fue relativamente moderado este proceso de transformación, dentro del cual, se considera que su integración definitiva a la zona urbana se dio a partir de 1955; año en el cual debido al drástico grado de deterioro ambiental sufrido por una antigua vía fluvial que tuviera primero relevancia comercial y posteriormente recreativa, comenzara a ser sustituida por una nueva calzada, el Canal de “La Viga”, que hoy corresponde al recorrido del Eje 2 Oriente.

En realidad, ha sido especialmente durante las últimas tres décadas, que este proceso de urbanización y el crecimiento de la población han sido especialmente severos, a grado tal que en la actualidad, la Delegación Iztapalapa es la demarcación política con mayor número de habitantes en la Ciudad de México: 1,815,786 habitantes<sup>10</sup>, como se puede constatar en el Censo Poblacional 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Al comparar otros datos poblaciones contenidos en el documento al que se ha hecho mención, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) tiene una población del orden de 20,117,022 habitantes<sup>11</sup>. De éstos, 8,851,080 viven en la Ciudad de México; 11,168,301 en los municipios del Estado de México y 97,641 en el municipio de Hidalgo.

---

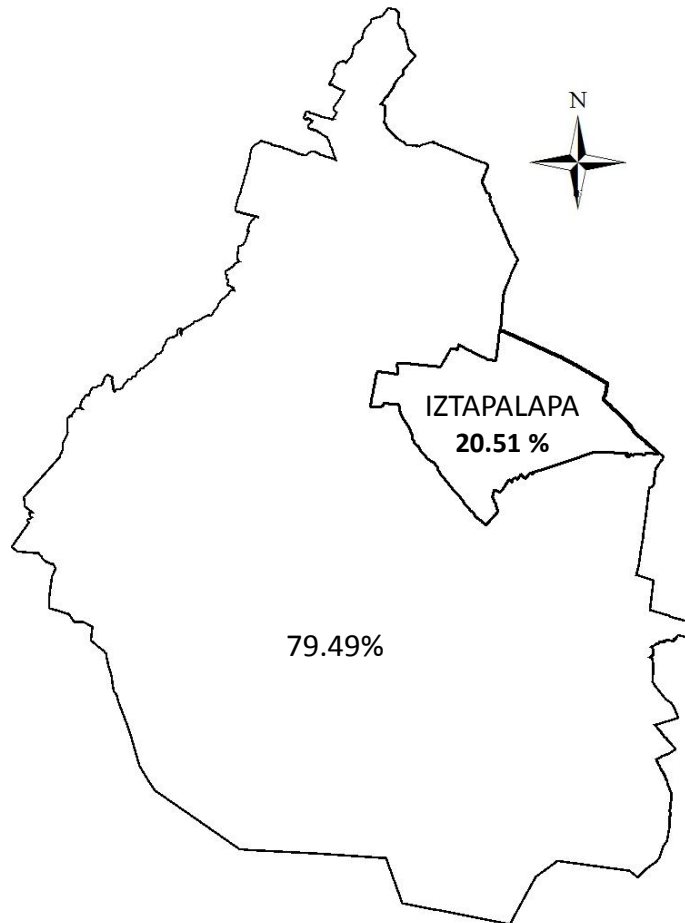
<sup>9</sup>Lozada, Guadalupe. Iztapalapa la bella. *Relatos e Historias en México*, (75):18-22, noviembre 2014.

<sup>10</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (Documento en línea) Disponible <http://www.inegi.org.mx> (Consulta Junio 2014)

<sup>11</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (Documento en línea) Disponible <http://www.inegi.org.mx> (Consulta Junio 2014)

De acuerdo con lo anterior, se advierte que prácticamente uno de cada cinco habitantes del Distrito Federal, radica en la Delegación Iztapalapa obsérvese Figura 12. Este hecho demuestra la preponderancia que tiene esta delegación para la vida misma de la ciudad y del por qué las problemáticas que ahí se presentan tienen un impacto significativo para la ciudad.

**Figura 12. Porcentaje de la Población de la Ciudad de México que vive en Iztapalapa.**



*Fuente. Elaboración propia con datos de INEGI.*

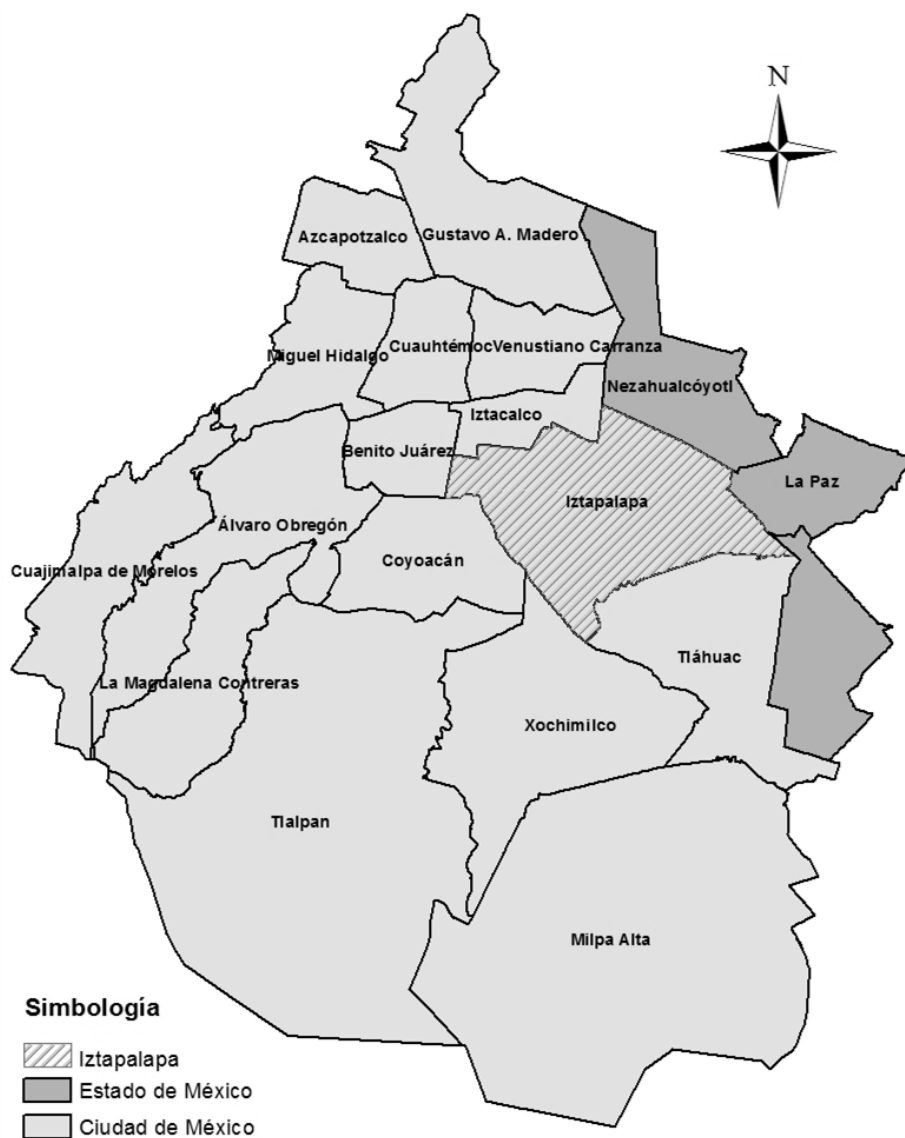
En adición a lo anterior, si se reconoce que esta delegación tiene colindancia geopolítica con tres municipios del Estado de México, también densamente poblados, como Nezahualcóyotl, La Paz y Valle de Chalco Solidaridad; se magnifican los efectos de este súbito y poco organizado proceso de urbanización de esta región durante las últimas décadas. De esta manera, además de fungir como una importante zona generadora o receptora de viajes, debido a su localización dentro del desarrollo de los traslados de alcance metropolitano, Iztapalapa se convierte en un importante nodo articulador de viajes en el oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México.

## II.2. Información general acerca de la zona de estudio.

### II.2.1. Localización de la Delegación Iztapalapa.

La Delegación Iztapalapa se ubica al oriente de la Ciudad de México y cubre 116.67 km<sup>2</sup>, que representan aproximadamente el 7.86% de su área total. Colinda al Norte con la Delegación Iztacalco y el Municipio de Nezahualcóyotl, en el Estado de México; al Oriente, con los Municipios de La Paz y Valle de Chalco Solidaridad, en el Estado de México; al Sur, con las Delegaciones de Tláhuac y Xochimilco; y al Poniente, con las Delegaciones de Coyoacán y Benito Juárez. En el siguiente mapa Figura 13, se pueden apreciar las colindancias de esta delegación.

Figura 13. La Delegación Iztapalapa y sus colindancias político-administrativas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Delegacional Iztapalapa, 2008.

Entonces, si se consideran elementos de análisis como su número de habitantes, su extensión territorial y su ubicación geográfica, resulta evidente la trascendencia que en la actualidad tiene la Delegación Iztapalapa para esta ciudad y en general, con el proceso de urbanización de la región oriente de la ZMVM.

Esto permite comprender con claridad por qué la presente investigación está dirigida a estudiar la posibilidad de introducir una nueva tecnología de transportación de alta capacidad y de alto impacto positivo en la movilidad de la Ciudad de México.

## II.2.2. Usos de suelo.

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo de la Delegación Iztapalapa 2008, se reconocen los siguientes tipos de uso de suelo: habitacional, habitacional con comercio, industrial, equipamiento urbano, espacios abiertos y áreas protegidas. En el Cuadro 1, se puede observar la representatividad correspondiente a cada categoría de uso de suelo en esta delegación.

**Cuadro 1. Usos de suelo en la Delegación Iztapalapa.**

Usos de Suelo	
Tipo	%
Habitacional	46
Equipamiento Urbano	19
Habitacional – Comercio / Usos Mixtos	13
Espacios Abiertos	12
Áreas Protegidas	7
Industrial	3

*Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo de la Delegación Iztapalapa, 2008.*

En el Cuadro 2, se muestran algunos de los equipamientos urbanos presentes en la delegación.

El tercer uso más común es el mixto (habitacional-comercio). Considerando estos tres primeros uso de suelo, se ocupan más de tres cuartas partes del territorio iztapalapense.

**Cuadro 2. Equipamiento Urbano destacado en la Delegación Iztapalapa.**

<b>Uso de Suelo: "Equipamiento Urbano"</b>	
<b>Panteones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Panteón Civil General San Lorenzo Tezonco</li> <li>➤ Panteón Civil General San Nicolás Tolentino</li> <li>➤ Panteón Civil Delegacional Iztapalapa</li> </ul>
<b>Sistema Penitenciario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reclusorio Preventivo Varonil Oriente</li> <li>➤ Centro de Readaptación Social Varonil Santa Martha Acatitla (CERESOVA)</li> <li>➤ Centro Femenil de Readaptación Social Santa Martha Acatitla</li> <li>➤ Penitenciaría del Distrito Federal</li> </ul>
<b>Hospitales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Clínicas 25, 31 y 43; Hospital General de Zona 47, Hospital de Gineco-Obstetricia</li> </ul> </li> <li>➤ Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)</li> <li>➤ Secretaría de Salud del DF (SEDESA)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Hospital General Regional Iztapalapa "Dr. Juan Ramón de la Fuente"</li> <li>–Hospital de Especialidades de la Ciudad de México "Dr. Belisario Domínguez"</li> <li>–Hospital Pediátrico Iztapalapa</li> </ul> </li> </ul>
<b>Escuelas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Educación Primaria</li> <li>➤ Educación Secundaria</li> <li>➤ Educación Media Superior:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CeCyT #7)</li> <li>–Instituto de Educación Media Superior (IEMS)</li> </ul> </li> <li>➤ Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Plantel San Lorenzo Tezonco</li> <li>–Plantel Casa Libertad.</li> </ul> </li> <li>➤ Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Plantel Iztapalapa</li> </ul> </li> </ul>
<b>Abasto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Central de Abastos (CEDA)</li> </ul>
<b>Infraestructura de transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro                             <ul style="list-style-type: none"> <li>–Línea 8 (Apatlaco, Aculco, Escuadron 201, Atlalilco, Iztapalapa, Cerro de la Estrella, U.A.M-I, Constitución de 1917)</li> <li>–Línea A (Tepalcates, Guelatao, Peñón Viejo, Acatitla, Santa Martha)</li> <li>–Línea 12 (Mexicaltzingo, Culhuacán, San Andrés Tomatlán, Lomas Estrella, Calle 11, Periférico Oriente, Tezonco, Olivos)</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, con datos del Programa Delegacional Iztapalapa, 2008.

Dentro de las zonas de uso mixto, sobresalen inmuebles donde tienen lugar la vivienda y al mismo tiempo alguna actividad comercial, como los negocios de abarrotes, talleres, cocinas, e incluso almacenes y deshuesaderos.

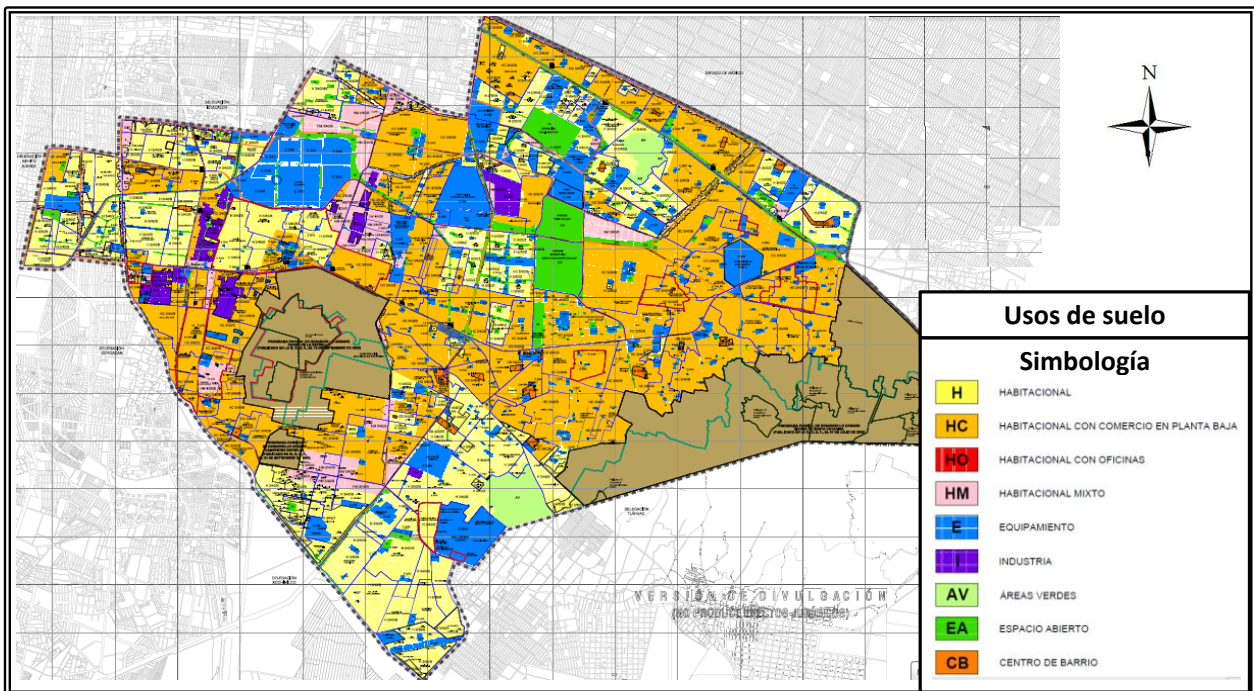
Por lo tanto, en la Delegación Iztapalapa se tiene un uso de suelo predominantemente habitacional; si a éste se le agrega la categoría de uso mixto (habitacional con comercio), se consigue una representación de cerca del 60%.

Como espacios abiertos en esta delegación, destacan los parques “Cuitláhuac”, “Deportivo Francisco I. Madero” y “Santa Cruz Meyehualco”; y en cuanto a áreas de conservación se tienen al “Cerro de la Estrella” y la “Sierra de Santa Catarina”.

Los usos de suelo de tipo industrial se encuentran esencialmente concentrados en las zonas inmediatas al Eje 5 Oriente – Javier Rojo Gómez, la Avenida Año de Juárez. Por citar solo algunos ejemplos, se podrían mencionar a Industrias Sola Basic, Control Industrial Schneider Electric México, Registro e iluminación Cooper Crouse Hinds, Laboratorio Avimex (productos veterinarios), Industrias Riviera y SEMEX (Semáforos Mexicanos).

En la Figura 14, se muestra el mapa con los usos de suelo presentes en la delegación.

**Figura 14. Usos de suelo. Delegación Iztapalapa.**



Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda 2008.

### II.2.3. Infraestructura de soporte para el transporte urbano en la Delegación Iztapalapa.

Debido a la evolución del volumen de población que se ha presentado en Iztapalapa (como se indicó en el Capítulo I), parte importante de su territorio ha sido destinado a zonas habitacionales, en más de un caso representado por colonias populares que han carecido de una planificación urbana. La topografía en torno al Cerro de la Estrella y Santa Catarina, por ejemplo, ha dificultado la movilidad dentro de la delegación, debido a la falta de continuidad e integración de la red de vialidades disponibles.

#### II.2.3.1. Vialidades más importantes dentro de la Delegación Iztapalapa.

El poniente de la delegación presenta una red vial y planificación urbana regular, ya que es la zona que colinda con el núcleo de la ciudad y presenta, en general, una mejor conectividad en cuanto al transporte público, continuidad de vialidades y equipamiento urbano. En este sector de la delegación, están desplantadas vialidades como el Circuito Interior y vialidades con orientación norte a sur y oriente a poniente.

En el resto del territorio de Iztapalapa, se aprecian mayores deficiencias en cuanto a la disponibilidad e integración de la infraestructura vial: los flujos tienden a concentrarse en la Calzada Ignacio Zaragoza en el nororiente; la Avenida Tláhuac en el sureste; el Anillo Periférico en la región central y especialmente, la Calzada Ermita Iztapalapa, por ser la de mejores condiciones técnicas para la articulación de flujos entre sus extremos oriente y poniente pasando por el centro.

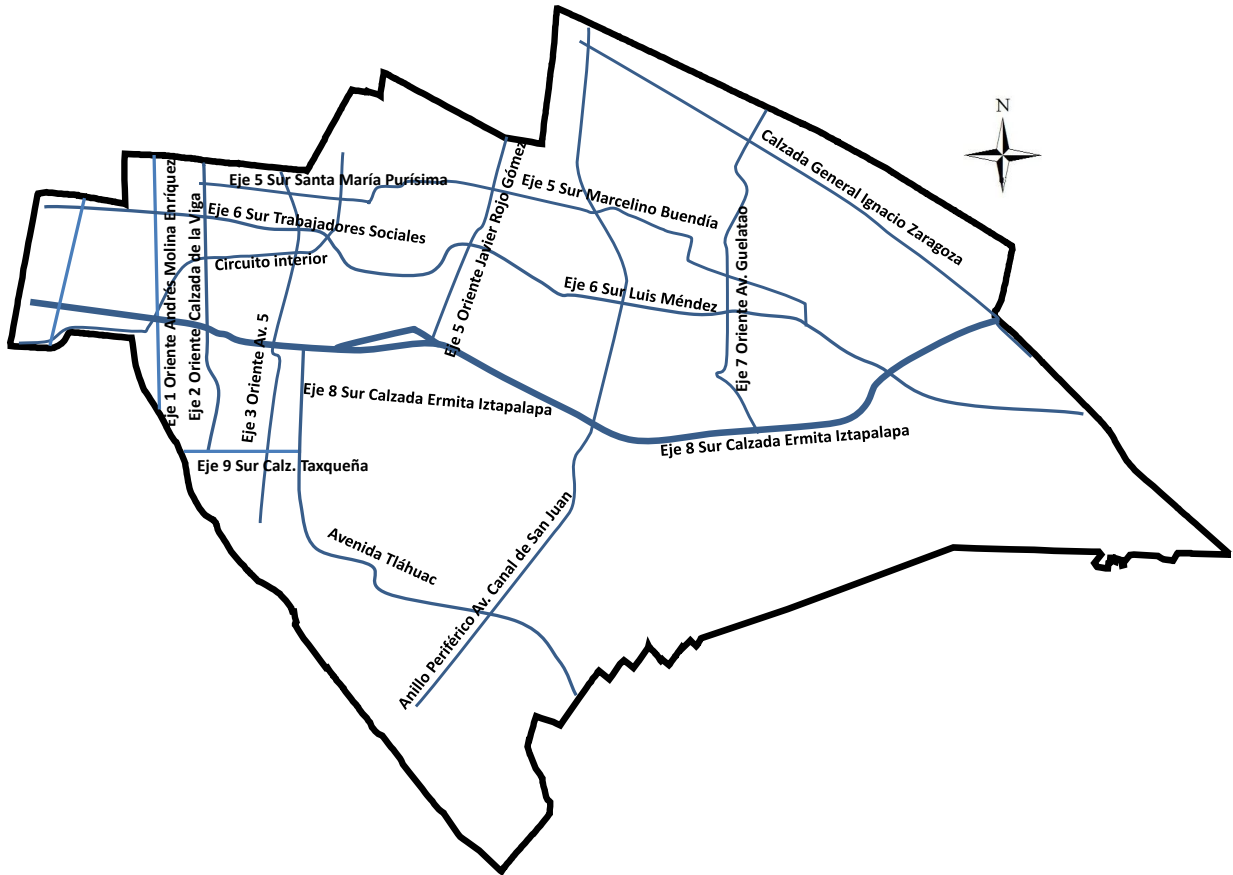
El Cuadro 3, hace referencia a las vialidades principales que se localizan dentro de la delegación, las cuales se pueden identificar con facilidad en la Figura 15.

**Cuadro 3. Vialidades en la Delegación Iztapalapa.**

Principales Vialidades de Iztapalapa
Eje 1 Oriente – Andrés Molina Enríquez
Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa
Eje 5 Oriente – Javier Rojo Gómez
Eje 2 Oriente – Calzada de La Viga
Eje 9 Sur – Calzada Taxqueña
Eje 5 Sur – Marcelino Buendía-Leyes de Reforma
Calzada Ignacio Zaragoza
Eje 7 Oriente – Av. Guelatao
Calzada Ignacio Zaragoza
Eje 6 Sur – Luis Méndez
Eje 3 Oriente – Av. 5
Av. Tláhuac
Anillo Periférico – Arco Oriente

Fuente: Elaboración propia, con datos del Programa Delegacional Iztapalapa, 2008.

**Figura 15. Sistema de vialidades principales dentro de la Delegación Iztapalapa y  
Trazo del Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa.**



Fuente: Elaboración propia, con datos del Programa Delegacional Iztapalapa, 2008.

### II.2.3.2. Cobertura del Transporte Público dentro de la Delegación Iztapalapa.

Dentro del territorio de la Delegación Iztapalapa, se tienen diversos servicios de transporte que van desde servicios de gran capacidad como el Sistema Colectivo Metro, hasta servicios concesionados de colectivos en ruta fija, proporcionados mediante vagonetas, microbuses y autobuses.

Hasta el inicio de la construcción de la Línea “12” del Metro, operaban en esta demarcación varias líneas de trolebuses del Servicio de Transportes Eléctricos del DF, entre las que se encontraban las mostradas en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Líneas de trolebús en la Delegación Iztapalapa.**

Nombre	Origen – Destino
Línea “E”	Deportivo Santa Cruz Meyehualco – Insurgentes Sur (Oso)
Línea “Q”	Metro Pantitlán – Metro Iztapalapa
Línea “T1”	Metro Constitución de 1917 – UACM San Lorenzo Tezonco
Línea “K”	Panteón San Lorenzo Tezonco – Ciudad Universitaria
Línea “O”	Central de Abastos – San Antonio
Línea “Ñ”	ISSSTE Zaragoza – Metro Tacubaya
Línea “S”	ISSSTE Zaragoza – Metro Chapultepec
Línea “D”	San Andrés Tetepilco – Metro Mixcoac

*Fuente: Elaboración propia, con base en información oficial del STE – DF.*

En la actualidad, solamente la Línea “D” (San Andrés Tetepilco – Metro Mixcoac) se mantiene prestando servicio dentro del territorio de esta delegación.

#### a). Sistema de Transporte Colectivo – Metro.

El Metro tiene presencia dentro de este territorio con 21 estaciones (sólo una de ellas es de correspondencia) y proporciona el servicio mediante tres líneas: “A”, “8” y “12”, con 5, 8 y 9 estaciones, respectivamente.

A continuación, se detalla con mayor precisión esta información en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Estaciones del STCM localizadas dentro de la Delegación Iztapalapa.**

Línea	Estaciones ubicadas en la delegación
<b>Línea "A"</b> (Pantitlán – La Paz)	Tepalcates, Guelatao, Peñón Viejo, Acatitla y Santa Martha
<b>Línea "8"</b> (Garibaldi – Constitución de 1917)	Apatlaco, Aculco, Escuadrón 201, Atlalilco*, Iztapalapa, Cerro de la Estrella, UAM – I y Constitución de 1917
<b>Línea "12"</b> (Mixcoac – Tláhuac)	Mexicaltzingo, Atlalilco*, Culhuacán, San Andrés Tomatlán, Lomas Estrella, Calle 11, Periférico Oriente, Tezonco y Olivos

Fuente: Elaboración propia, con base en información oficial del STC Metro.

\*Nota: Atlalilco es estación de correspondencia entre las líneas "8" y "12"

b). Sistema Metrobús.

El Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT) ofrece servicio en el territorio de Iztapalapa, a partir del retiro de la Línea "Ñ" de Trolebuses (ISSSTE Zaragoza – Metro Tacubaya) y el recorte de la Línea "S" (ISSSTE Zaragoza – Metro Chapultepec, que en la actualidad solamente ofrece servicio del Metro Velódromo al Metro Chapultepec). La ruta completa de Tepalcates a Tacubaya, ahora es atendida por la Línea "2" de Metrobús, que cuenta con 11 estaciones dentro de esta delegación, según se precisa en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Estaciones del Metrobús dentro de la Delegación Iztapalapa.**

Estaciones Metrobús	
Línea "2" Tacubaya – Tepalcates	
Rio Tecolutla	CCH Oriente
Rio Mayo	Canal de San Juan
Rojo Gómez	Nicolás Bravo
Rio Frío	Gral. Antonio de León
Del Moral	Tepalcates
Leyes de Reforma	

Fuente: Elaboración propia, con base en información oficial de Metrobús.

c). Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP).

En lo que respecta al servicio de la RTP, ésta cuenta con más de 18 rutas que atienden a las zonas más vulnerables, alejadas y de difícil acceso para la población en esta delegación. Algunos de los recorridos tienen baja frecuencia y son de poca recaudación, por lo cual, solamente se hará referencia a los derroteros principales en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Principales derroteros de la RTP dentro de la Delegación Iztapalapa.**

Principales derroteros RTP
Metro Zapata – Metro Santa Martha
Metro Constitución – Ejército de Oriente
Metro Constitución – Palmas
Alameda Oriente – Bosque de Nativitas

Fuente: Elaboración propia, con base en la red de rutas de RTP.

d). Transporte Concesionado.

Existen numerosos derroteros atendidos mediante el sistema de concesiones, tanto del tipo individual, organizados en Rutas<sup>12</sup>; como del tipo de sociedad mercantil, como es Transporte Urbano de Personas, del Grupo Metropolitano del Transporte (TUP-GMT, con placas de circulación correspondientes a Ruta 112). Por la gran cantidad de información que se asocia con este inciso, en el Cuadro 8 sólo se citarán algunos de los servicios más importantes y que hacen uso de la Calzada Ermita Iztapalapa.

**Cuadro 8. Principales servicios de transporte público concesionado en la Delegación Iztapalapa.**

Rutas de Transporte Concesionado en el Eje 8 Sur					
Servicios complementarios			Competencia directa		
Organización	Origen	Destino	Organización	Origen	Destino
Ruta 1	Metro Zapata	Vicente Guerrero	Ruta 14	Metro Portales	Santa Cruz
	Metro Ermita			Puente Titla Metro UAM – I	Santa Martha
	Metro Taxqueña			Metro Constitución de 1917	
Ruta 25	Metro Barranca del Muerto	Metro Atlalilco Rojo Gómez	Ruta 112 AUSN – GMT	Metro Zapata	Santa Martha
	Metro Mixcoac			Metro CU	Santa Catarina
	Metro Zapata				

Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo en el área.

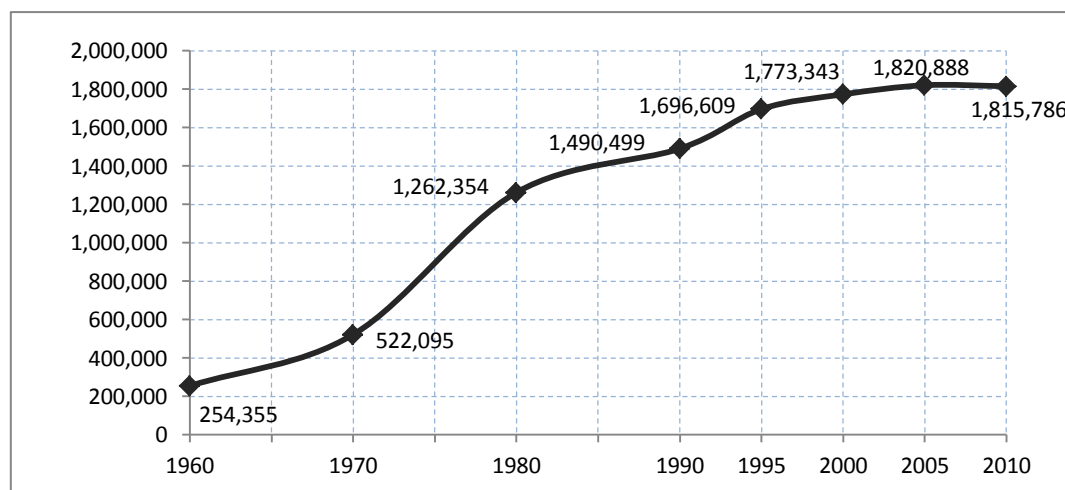
<sup>12</sup> En la Ciudad de México, el término "Ruta" se refiere al nombre de la agrupación de concesionarios que comparten interés por la explotación del servicio en determinados ramales; en vez del recorrido físico o derrotero que es atendido físicamente por los vehículos.

## II.2.4. Población.

Como se refirió con anterioridad, la Delegación Iztapalapa es la más poblada de todo el Distrito Federal, al concentrar al 20% de la población censada en 2010.

La evolución del número de habitantes en esta delegación, en el periodo comprendido entre 1960 y 2010, se muestra en la Gráfica 1. Dicho periodo es particularmente importante por lo que se expuso en II.1. (Recuérdese que la integración definitiva de Iztapalapa a la ciudad se dio alrededor de 1955, cuando se comenzó la pavimentación de la Calzada de “La Viga”).

**Gráfica 1. Evolución de la Población en la Delegación Iztapalapa, 1960 – 2010.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de los Censos INEGI de 1960-2010.

De acuerdo con esta información, a partir de su inclusión en la zona urbana de la Ciudad de México, Iztapalapa experimentó sostenidamente un acelerado proceso de poblamiento en tan solo dos décadas, pues la población registrada en el año 1980, de 1 millón 262 mil 354 habitantes, fue prácticamente cinco veces superior (4.96 veces) a la que se había contabilizado en 1960, de tan solo 254 mil 355 habitantes.

Asimismo, esta referencia del número de habitantes censados en la Delegación Iztapalapa hacia el año 1980, es particularmente importante porque, aún en la actualidad, son apenas aproximadamente una decena de ciudades mexicanas o incluso, de zonas metropolitanas, que sobrepasan de un millón de habitantes (de acuerdo con el Censo Poblacional 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI).

Lo anterior, ilustra de manera contundente el fenómeno de la extraordinaria concentración de población en la Delegación Iztapalapa e igualmente, permite comprender los efectos derivados de dicha circunstancia en el entorno urbano, mismos que se han venido manifestando desde hace más de 30 años.

Particularmente, este proceso de súbito incremento en la población de Iztapalapa fue del 105.3% durante la década de 1960 a 1970, al transitar de 254,355 a 522,095 habitantes; mientras que se intensificó dramáticamente durante el periodo de 1970 a 1980, al registrar un incremento del 141.8%, pues de los 522,095 habitantes censados en 1970, se registraron en 1980 una cantidad de 1,262,354 habitantes.

Por otra parte, aún cuando la cantidad de habitantes en esta delegación ha continuado incrementándose después de 1980, sí se aprecia un ritmo de crecimiento mucho menos significativo al de los periodos analizados previamente, pues de 1980 a 1990 fue del 18.1%; de 1990 a 2000 fue del 19.0%; y de 2000 a 2010 fue de apenas 2.4%.

Sería aventurado establecer tendencias futuras en cuanto al número de habitantes en esta delegación, sin embargo, de mantenerse los comportamientos observados durante las dos últimas décadas, al parecer, la evolución del número de habitantes en Iztapalapa podría haber ingresado a un proceso en el cual estaría comenzando a estabilizarse.

No obstante esta evidencia, habría que tener presentes además, los datos de los censos poblacionales de los municipios mexiquenses de la región oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México, pues la zona de influencia de la infraestructura de transporte masivo, como por ejemplo, de la estación “Constitución de 1917” de la Línea 8 del Metro, parece penetrar dentro del Estado de México cada vez a mayor distancia del límite jurisdiccional de la Delegación Iztapalapa y de la propia Ciudad de México. Como dato complementario a esta observación, se hará referencia a que el Centro de Transferencia Modal (CETRAM) de Constitución de 1917, atiende alrededor de 807 mil pasajeros al día<sup>13</sup>; ubicándolo como el segundo en importancia, en función de este indicador, y solamente debajo de Indios Verdes, que atiende diariamente a 850 mil pasajeros.

---

<sup>13</sup> Programa Integral de Movilidad CDMX 2013-2018 (pág. 124)

### Capítulo III. Transporte Público de Superficie en la Calzada Ermita Iztapalapa.

Con los antecedentes presentados en los capítulos I y II, se facilita la comprensión de la magnitud que adquiere el problema del transporte en el oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México y en particular, en la Delegación Iztapalapa.

Las vialidades que permite que se lleve a cabo una importante proporción de los traslados dentro de esta delegación, o bien, entre algún punto de interés de la delegación y hacia otras regiones de la ciudad, es a través de la Calzada Ermita Iztapalapa y la Calzada Ignacio Zaragoza, de acuerdo con el programa delegacional estas dos vías son parte de los corredores urbanos que complementan y enlazan el centro y subcentros urbanos ; principalmente permiten la articulación de viajes de alcance metropolitano, además de ser las conexiones terrestres naturales hacia la carretera que comunica con la ciudad de Puebla.

#### III.1. La Calzada Ermita Iztapalapa.

El antiguo camino real de Iztapalapa, hoy convertido en la Calzada Ermita Iztapalapa, respeta el trazo de una vía terrestre de origen prehispánico, cuya construcción permitió enlazar a la villa de Ixtapalapa con Mexicaltzingo, desde donde se tenía comunicación fluvial con Tenochtitlán a través del Canal de La Viga.

La Calzada Ermita Iztapalapa, integrada en los planes de modernización de infraestructura vial de finales de la década de 1970, corresponde a una parte del trazo del Eje 8 Sur. El proyecto de este eje vial comienza en la intersección de Av. Insurgentes y Circuito Interior (Río Mixcoac) y concluye en el Distribuidor Vial “La Concordia”. Este proyecto, fue planteado a partir de la modernización de tres antiguas vialidades con trazo alineado de oriente a poniente, por lo cual, cambia de nombre a lo largo de su recorrido, como se puede apreciar con detalle en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Vialidades que integran al Eje 8 Sur.**

Sección	Inicio /Término	Sentido General de Circulación	Carril en Contraflujo	Eje Vial “Tipo”
Tramo 1 José María Rico	Av. de los Insurgentes-Circuito Interior / Avenida Universidad	Unidireccional: Poniente – Oriente	✓	
Tramo 2 Avenida Popocatepetl	Av. Universidad / Calzada de Tlalpan	Unidireccional: Poniente – Oriente	✓	
Tramo 3.1 Calzada Ermita Iztapalapa	Calzada de Tlalpan / Calzada de La Viga	Unidireccional: Poniente – Oriente	✓	
Tramo 3.2 Calzada Ermita Iztapalapa	Calzada de La Viga / Calzada Ignacio Zaragoza	Bidireccional: Poniente – Oriente Oriente – Poniente	x	

Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo en el área.

De la misma manera en que este eje vial cambia de nombre en cada sección que lo compone, cambian algunos aspectos de su configuración a lo largo de su recorrido.

Aunque esta vialidad denominada “Eje 8 Sur” comunica desde Insurgentes hasta Zaragoza, en realidad, la sección donde se implementaron los conceptos de número, disposición y anchura de carriles, rectificación del alineamiento de las guarniciones, construcción de aceras debidamente acondicionadas para el tránsito de peatones, así como la inclusión de elementos de mobiliario urbano, señalética y jardineras en éstas, sólo fue la que quedó comprendida entre Insurgentes Sur y la Calzada de La Viga. En este arco, la vialidad ofrece dos carriles laterales para la circulación exclusiva de los vehículos de transporte público de pasajeros (un carril por sentido de circulación) y cuatro carriles para la circulación de todos los demás vehículos. De estos 6 carriles, 5 están orientados en el sentido general de circulación, es decir, de poniente a oriente y uno más, para que el transporte público pueda circular en contraflujo.

Por algún motivo, derivado de las propias características de la traza urbana en el oriente de la ciudad, esta configuración de un solo sentido de circulación únicamente se pudo implementar hasta la intersección antes referida. Algo similar ocurrió, en aquella primera etapa constructiva, con otros ejes viales de nomenclatura “sur”, como por ejemplo, los ejes 3, 4, 5, 6, o 7, que en el mejor de los casos, se desarrollaron hasta un poco más al oriente de su intersección con el Circuito Interior. De hecho, los Ejes 7 y 7-A Sur, comienzan a partir del Circuito Interior y a través de Municipio Libre y Gral. Emiliano Zapata, respectivamente, conducen hacia el poniente, unificándose en Av. Universidad bajo el nombre de Félix Cuevas y concluyendo donde se localiza la actual estación del Metro Mixcoac de la Línea 7. Esto imposibilitó la implementación de un par vial, donde el tránsito general fluyera de poniente a oriente a través del Eje 8 Sur y que de oriente a poniente lo hiciera por medio del Eje 7 Sur. Probablemente por este motivo, las adecuaciones geométricas y de diseño de flujo vehicular típicas de un eje vial, no se pudieron implementar en el Eje 8 Sur en el arco comprendido entre la Calzada de La Viga y la Calzada Ignacio Zaragoza, manteniendo entonces dos secciones de circulación separadas por una mediana, para atender los flujos en ambos sentidos.

Aún cuando los Ejes 5 y 6 Sur fueron prolongados desde la Central de Abasto hacia el oriente en la década de 1990, éstos no ofrecen una conectividad tan efectiva como la de Ermita Iztapalapa; además, ciertas secciones exhiben un diseño geométrico inadecuado. De cualquier manera, éstos tienen intersección con Ermita Iztapalapa en “Las Torres”, en una ubicación próxima a Santa Martha Acatitla.

Por tanto, en la Delegación Iztapalapa la vialidad que comunica mejor a los nodos más importantes en términos de los diversos usos de suelo y que ofrece las mejores prestaciones técnicas para comunicar a los extremos poniente y oriente en ese territorio es, precisamente, la Calzada Ermita Iztapalapa, según pudo apreciarse en la Figura 15 del capítulo anterior.

### III.2. Población inmediata a la Calzada Ermita Iztapalapa.

El estudio planteado en este trabajo, consiste en el diseño de una alternativa de solución para el transporte público de pasajeros en el arco del Eje 8 Sur que atiende ambos sentidos de circulación en la Calzada Ermita Iztapalapa, comprendido entre los nodos de Constitución de 1917 y Santa Martha Acatitla, estaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro de las Líneas “8” y “A”, respectivamente. En la Figura 16, se puede observar el corredor que da origen al presente estudio.

**Figura 16 Trazo del Eje 8 Sur en la sección de estudio.**



*Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.*

La sección de estudio comprende 20 colonias, las cuales son mencionadas en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Colonias contiguas al arco estudiado de la Calzada Ermita Iztapalapa.**

Colonias			
Constitución de 1917	Jacarandas	Xalpa	Pueblo de Santa Martha Acatitla
Colonial Iztapalapa	Pueblo de Santa Cruz Meyehualco	Ampliación Santa María Aztahuacán	Pueblo de San Sebastián
Los Ángeles	Santa Cruz	Santa María Aztahuacán	Pueblo Santiago Acahualtepec
Los Ángeles Apanoaya	Reforma Política	Paraje Zacatepec	Amp.2 de Santiago Acahualtepec
La Era	Citlalli	Tecoluxtitla	Amp.1 de Santiago Acahualtepec

*Fuente: Elaboración propia, con datos del Programa Delegacional de Iztapalapa, 2008.*

En las colonias antes mencionadas, predominan los usos de suelo habitacional y habitacional con comercio en planta baja. Por esta razón, es de suma importancia enfocar la atención hacia el transporte público que se ofrece en esta zona, al concentrarse volúmenes de población importantes, que requieren viajar hacia otras zonas de la ciudad donde tienen posibilidades de acceso al trabajo, la educación, la salud, la atención de trámites administrativos, la recreación y/u otros tipos de servicios. Los usos de suelo identificados en la zona de estudio, se muestran a continuación.

**Figura 17. Usos de suelo en la zona de estudio.**



Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI).

### III.3. Lugares de interés (atractores de viajes dentro de la zona de estudio).

En esta zona, notablemente asociada con la vivienda de un sector importante de la población de la Ciudad de México al haber una reducida posibilidad de acceder a los servicios referidos en el inciso anterior, se presenta el fenómeno de una demanda importante de viajes hacia otras zonas por la mañana y los consecuentes retornos por las tardes o noches hacia estas ubicaciones.

Sin embargo, durante las visitas a campo y los estudios referidos en el siguiente capítulo fue posible identificar los siguientes nodos atractores de viajes.

- Escuelas de nivel medio superior y superior.

Como instituciones educativas del nivel medio superior, se encuentran el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CeCyT) No.7 y el Instituto de Educación Media Superior (IEMS).

Por lo que respecta al nivel superior, se encuentra solamente la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) Plantel Casa Libertad.

- Instituciones del sector salud.

Al respecto, se identificaron el Hospital General de Iztapalapa y el DIF (Desarrollo Integral de la Familia) Iztapalapa.

- Espacios abiertos.

Se distinguieron al Parque Cuitláhuac y el Parque y Deportivo de Santa Cruz Meyehualco.

- Lugares de recreación.

Solamente se localiza un inmueble denominado Plaza Comercial Ermita.

- Actividades comerciales.

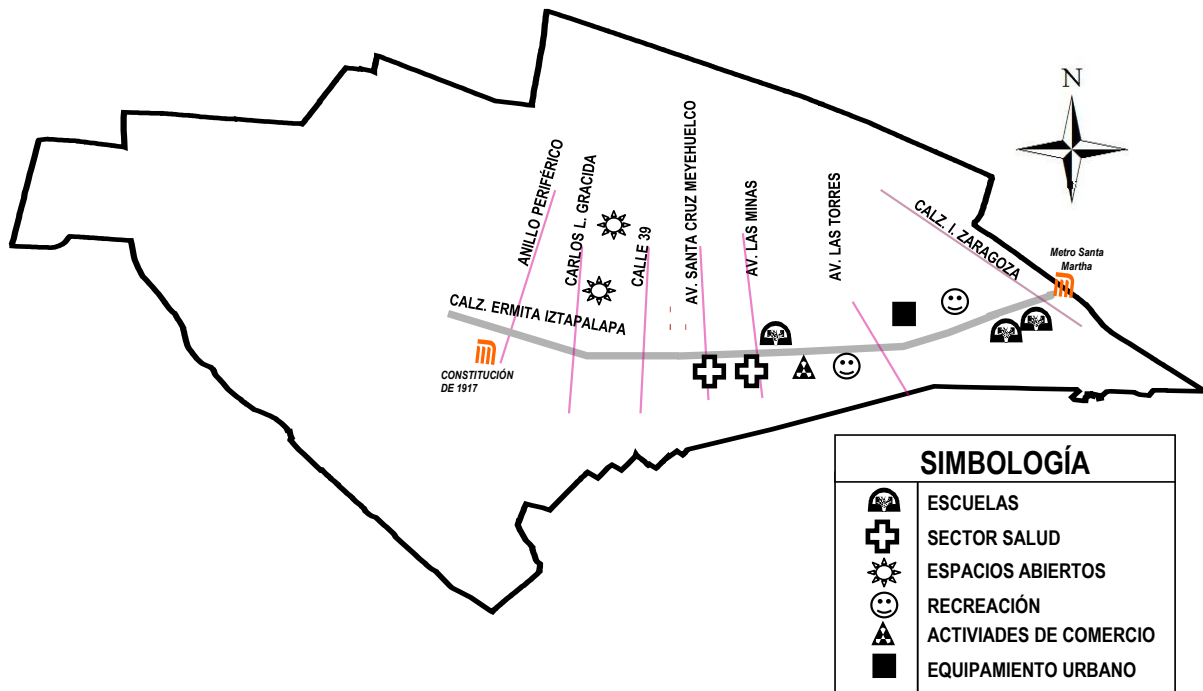
Existe una zona de bodegas enfocadas en el comercio al mayoreo que se localiza en contra esquina del CeCyT No. 7, sobre Calzada Ermita Iztapalapa y Av. Jalisco.

- Equipamiento urbano.

En esta categoría, se encuentra el Reclusorio Oriente, que es un atractor importante de viajes, principalmente los días martes y jueves, porque son los días autorizados para visita.

En la Figura 18 puede apreciarse la ubicación de los putos mencionados anteriormente.

**Figura 18. Atractores de viajes en zona de estudio.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo en el área.

### **III.4. Servicios de transporte público en la Calzada Ermita Iztapalapa.**

En la zona de estudio, durante las visitas iniciales se identificaron diversas problemáticas con relación a los servicios de transporte público y el tránsito en general, por lo que la capacidad de esta vialidad se ve afectada por aspectos físicos y operativos, como:

- Inconsistencia en las prestaciones técnicas de la vía, como la falta de consistencia en el proyecto de alineamiento horizontal.
- Reducido índice de servicio de la superficie de rodamiento.
- Deficiente sistema de señalización vertical y horizontal (en algunas secciones incluso ausente).
- Malas prácticas por parte de los operarios del transporte público, al no respetar los sitios autorizados para ascenso y/o descenso de pasaje, no conducir los vehículos bajo premisas elementales de la seguridad vial y el avanzado grado de deterioro en el estado físico y mecánico de los mismos, entre muchos más.

#### **III.4.1. Prestatarios del servicio en la zona de estudio.**

Se identificaron diferentes proveedores del servicio de transporte público de pasajeros, que corresponden a diversos esquemas de organización, administración y operación, lo cual complica la coordinación operativa del servicio en general.

Desde el punto de vista jurídico y organizacional, se tienen proveedores del servicio bajo los esquemas a continuación referidos:

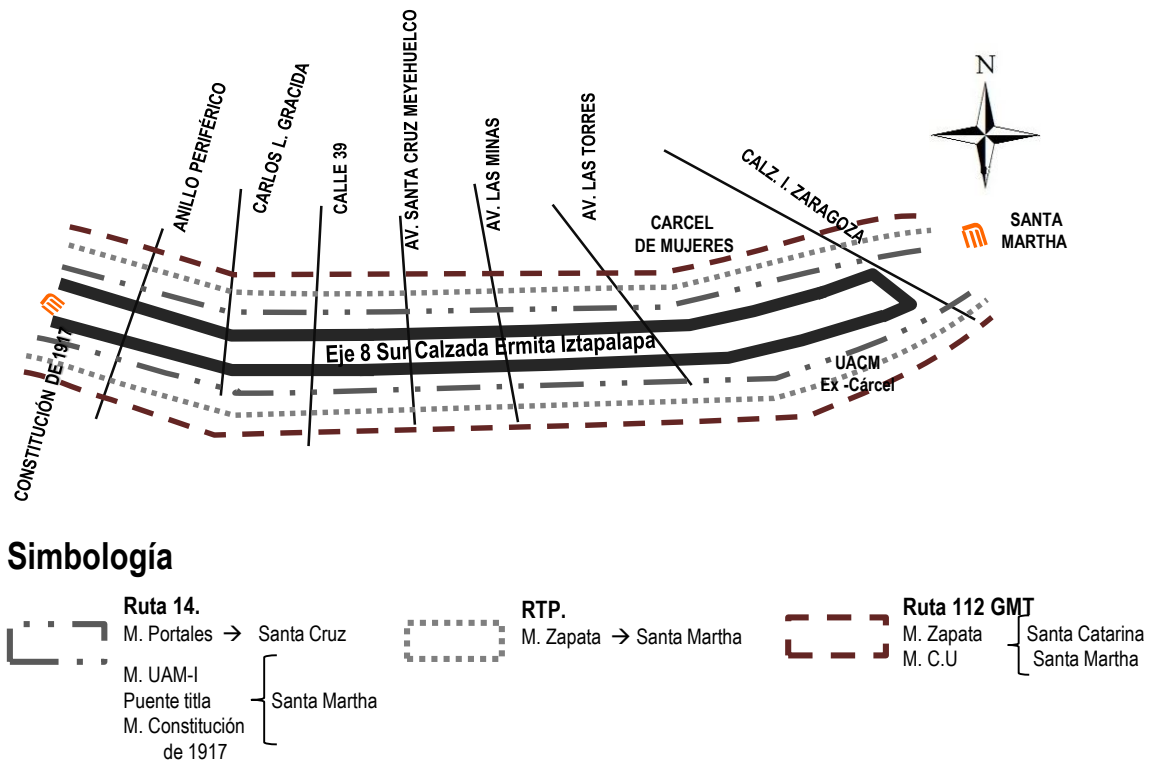
- a). Concesiones individuales, otorgadas a personas físicas, para el servicio colectivo en ruta fija (vagonetas, microbuses, minibuses y autobuses), comúnmente reconocidos como la figura del “hombre–camión”, representados primordialmente a través de la asociación denominada Ruta 14;
- b). Concesiones a personas morales, otorgadas para la explotación del servicio con autobuses, que para el estudio de caso, se trata de Transporte Urbano de Personas (TUP), antes llamada Autotransportes Urbanos Siglo Nuevo (AUSN), parte del Grupo Metropolitano del Transporte (GMT) – Ruta 112;
- c). Organismo público descentralizado, representado por la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), que fue creado para atender preferentemente a las clases populares y articular su conexión con otros modos de transporte.

Cada una de estas categorías de organización reconocidas en el marco regulatorio establecido por la autoridad competente, cuenta con su propio modelo para la explotación comercial del servicio, por lo cual, la selección técnica del parque vehicular, la conducción de éste, el programa de mantenimiento, las políticas de operación, el sistema de cobro, la organización del personal y su régimen contractual, los programas de capacitación en materia de seguridad vial y prevención de accidentes, los mecanismos de inversión y actualización del parque vehicular, así como el control de la operación del servicio en cuanto a las frecuencias operativas e intervalos de paso ofrecidos, entre otras particularidades; son establecidas por cada uno de los prestatarios involucrados.

En el arco estudiado, son precisamente la Ruta 14, TUP– GMT Ruta 112 y RTP, los prestatarios que cubren la totalidad de la ruta. Sin embargo, existen también algunos otros prestatarios del transporte colectivo en la zona, como las Rutas 71, 37 y 51; que aunque circulan en ciertas secciones del derrotero, en realidad desempeñan funciones de servicios complementarios o alimentadores, pues en su mayoría sólo ingresan a la calzada para poder acceder a los pueblos y colonias aledaños, por lo cual, no se les considera como una competencia directa para la provisión del servicio en el arco Constitución de 1917 – Santa Martha.

En la Figura 19, se puede observar el derrotero de los principales prestatarios del servicio dentro del área de estudio.

**Figura 19. Principales rutas de transporte público que operan en zona de estudio.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

#### III.4.1.1. Transporte Colectivo: Ruta 14.

En el proceso de investigación de campo, se pudo observar que esta organización corresponde a una dinámica del tipo “hombre-camión”, donde la autoridad pública otorgó concesiones a un conjunto de personas físicas para poner a disposición de los pasajeros un vehículo que trabajará sobre un derrotero autorizado.

En este tipo de organización, cada propietario de una o más concesiones, las administra y opera de acuerdo con sus propios conceptos y necesidades.

El grupo de concesionarios de la Ruta 14, tiene una amplia presencia en la sección de estudio y cuenta con una cobertura de servicio desde el paradero del Metro Santa Martha hacia destinos como Constitución de 1917, UAM-I, Puente Titla, Metro Portales y Canal de Chalco, entre otros.

Derivado de su tipo de estructura organizacional, no manifiesta interés por cuidar la calidad del servicio que proporciona: no se aprecia regularidad de las frecuencias de operación, intervalos de paso, tiempos de recorrido, tiempos de terminal o algún otro parámetro físico de la operación, que sean debidamente analizados para realizar el diseño técnico de la explotación del servicio, que pudiera establecer un equilibrio entre los costos de operación y la cantidad del servicio ofertado.

Lo anterior se refleja invariablemente, en la falta de regularidad del servicio, pues podría ocurrir que vayan circulando simultáneamente varias unidades tratando de ganar el mismo pasaje o bien, transcurrir muchos minutos para que vuelva a transitar en un punto determinado un nuevo vehículo.

Esta circunstancia, se complica más, cuando se verifica que no existe uniformidad en cuanto a la configuración vehicular de las unidades que entran a trabajar, pues lo mismo hay microbuses que autobuses con diferentes capacidades vehiculares mezclados entre sí y operando conjuntamente, además que hay una amplia variedad de marcas y modelos diferentes. Esto significa que, se dispone de un parque vehicular con capacidades unitarias no uniformes, con un elevado número de unidades en operación, pero que en ocasiones viajan con bajos índices de ocupación y que en las horas de alta demanda, no son capaces de proveer una capacidad de línea que satisfaga convenientemente a los pasajeros.

Además de todas estas inconsistencias, se aprecian malas prácticas de operación, debidas al sistema de trabajo: cada vehículo es completamente independiente de los demás, de modo que el recaudo es individual. Esto conduce al fenómeno que refirió en 1998 la administración del entonces Alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, como “la guerra del centavo”<sup>14</sup>. Es decir, el peor enemigo de un vehículo en una ruta es el que va adelante o detrás de él, porque aquél podría cargar primero al pasaje y con ello, el recaudo derivado del importe de los pasajes. De esta manera, los vehículos que participan en el mismo derrotero, en lugar de trabajar como

---

<sup>14</sup> Enrique Peñalosa Londoño, Alcalde de Bogotá, Colombia, durante el periodo 1998-2000. En alusión a un documental realizado por Ciro Durán en 1985. (Documento en línea). Disponible [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=Am0cDCJypcY](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Am0cDCJypcY)

colaboradores para satisfacer una necesidad colectiva de la sociedad, terminan siendo competidores directos. Así, se privilegia al ingreso, por encima de cualquiera de los indicadores de desempeño técnico u operativo de un servicio de transporte de pasajeros en la ciudad.

La presencia de la Ruta 14 es dominante en la sección de estudio, pues tiene un gran número de vehículos en circulación en este tramo. La competencia por el recaudo es fuerte entre ellos, por lo cual, es común que detengan la marcha por mucho tiempo en espera de pasaje en ubicaciones donde se concentran cantidades importantes de usuarios, hasta que aborden las unidades, para luego tratar de recuperar tiempos no respetando los límites de velocidad ni las zonas más apropiadas para su circulación (a menudo hacen uso del tercer o hasta cuarto carril de derecha a izquierda). Realizan las paradas en cualquier lugar y las unidades se estacionan indefinidamente en dos o hasta tres filas para las maniobras de ascenso y descenso de pasaje.

La disputa por el pasaje es tan marcada, que entre ellos se persiguen y efectúan maniobras de aproximación deliberadamente riesgosas, que amplían las posibilidades de ocurrencia de un accidente de tránsito, producto de su imprudencia y falta de capacitación y pericia en su manera de conducir. Esto no solamente afecta al usuario del transporte público, sino también a todos los demás usuarios de la calzada, pues la capacidad de la vialidad disminuye considerablemente como consecuencia de la obstrucción de carriles, ya que fueron diseñadas para el flujo de vehículos, no para el estacionamiento de microbuses y autobuses de esta organización; lo cual repercute en las bajas velocidades de circulación que se presentan recurrentemente.

Además de toda la problemática anteriormente descrita, destaca como una conducta reiterada en Ruta 14 que una importante cantidad de vehículos incumplen con el destino indicado en el parabrisas. Es habitual que un microbús, aunque indique que va a "Puente Tittla", termine su recorrido algunos kilómetros antes cuando su conductor detecta que transporta consigo a pocos pasajeros. Lo mismo ocurre en el otro sentido del servicio, pues aunque se informe que su destino es el "Paradero del Metro Santa Martha", el conductor puede dar a conocer que su recorrido ha concluido, ya sea afuera del paradero o en la colindancia con el Plantel Casa Libertad de la UACM, juzgando que de esta manera economiza tiempo para iniciar el retorno del vehículo hacia el poniente.

De manera que, los usuarios de este servicio no tienen seguridad del cumplimiento del derrotero ofertado en ninguno de los dos sentidos de circulación, quedando sujeto al criterio del operador; sin importar que el usuario haya pagado hasta la terminal indicada. Esta circunstancia es además de inapropiada, peligrosa para los pasajeros en la medida en que los operadores los hacen descender de la unidad en cualquier punto del recorrido (aún en doble fila), para que aborden el siguiente vehículo que continúe el viaje. Esto se torna más peligros por las noches ya que los lugares podrían resultar poco iluminados y solitarios.

Todos estos aspectos no son exclusivos de la Ruta 14, sino de todas las rutas concesionadas y son tan comunes en la Ciudad de México.

#### **III.4.1.2. “Transporte Urbano de Personas (TUP)” – “Grupo Metropolitano del Transporte (GMT)” Ruta 112.**

Esta organización hasta hace poco tiempo identificada con la razón social “Autotransportes Urbanos Siglo Nuevo S.A. de C.V.”, junto con la de “Servicios Metropolitanos de Transporte 17 de Marzo, S.A. de C.V.”, surgieron a partir de la quiebra en 1995 del organismo público descentralizado “Autotransportes Urbanos de Pasajeros – Ruta 100”. Estas dos nuevas empresas privadas fueron conformadas por antiguos trabajadores de Ruta 100 y posteriormente, decidieron integrar el “Grupo Metropolitano de Transporte S.A. de C.V.”.

Actualmente conocido también como Transporte Urbano de Personas, S.A. de C.V. (TUP), se encarga de cubrir el servicio de transporte de pasajeros en la región sur y oriente de la Ciudad de México, con autobuses regulares de 11 metros de longitud con motor trasero. En la sección definida para el presente estudio, entre el Metro Constitución de 1917 y el Metro Santa Martha, TUP opera principalmente dos servicios que fueron planeados desde la época de Ruta 100: las rutas 52–C y 57–B, Metro Santa Martha – Metro Zapata y Metro Santa Martha – Metro Universidad, respectivamente. TUP se encargó de implementar estos recorridos con una ampliación hacia el oriente hasta Santa Catarina, en lugar del Metro Santa Martha, dandos como resultado los servicios siguientes:

- Metro Santa Martha – Metro Zapata y Santa Catarina – Metro Zapata
- Metro Santa Martha – Metro Universidad y Santa Catarina – Metro Universidad

Ambos servicios, proyectados hacia las estaciones del Metro Zapata y Universidad, recorren el 100% del arco definido para la sección de estudio. En términos generales, esta empresa ofrece una calidad de servicio razonablemente aceptable, pues observa un modelo de organización que replica algunas prácticas operativas de la anterior Ruta 100. Por ejemplo, realiza las maniobras de ascenso y descenso solamente en los lugares claramente identificados para tales fines.

Los vehículos que participan en estos derroteros, no compiten entre sí por el pasaje, pues tratan de apegarse a un plan de explotación del servicio y se privilegian los beneficios obtenidos colectivamente por encima del recaudo individual.

Sin embargo, se identificaron tres problemáticas importantes para esta empresa:

- El parque vehicular que se incorpora al servicio es reducido con respecto al volumen de la demanda que se presenta a lo largo de su derrotero en las horas de demanda máxima. Esto hace que en más de una parada, los usuarios no puedan abordar al autobús porque éste ha sobrepasado su capacidad o bien, las personas busquen la oportunidad de abordar por la puerta de descenso o en la sección de estribo, con el peligro asociado de no quedar resguardados dentro del vehículo por la puerta.
- El parque vehicular tiene muchos años en servicio (más de 18 años) y aunque reciben un servicio de mantenimiento, lucen en malas condiciones estéticas y carecen de limpieza.

- El personal dedicado a la conducción de los autobuses que inició con la empresa, tal vez como consecuencia natural del paso del tiempo, está siendo reemplazado por una nueva generación de operadores, cuya pericia y cortesía con respecto de los primeros, es notablemente menor. Esto se traduce en conductas de manejo en donde no se respetan los límites de velocidad y se incrementa el riesgo de algún percance, por no guardar las distancias de seguridad correspondientes.

#### **III.4.1.3. Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, RTP.**

Esta empresa, propiedad del Gobierno del Distrito Federal, surge años después de la quiebra de Ruta 100, al igual que Autotransportes Urbanos Siglo Nuevo (AUSN), para brindar el servicio de transporte de pasajeros en autobuses.

La cobertura del servicio de RTP es muy amplia dentro de la Ciudad de México. Dentro de la zona de estudio, atiende esencialmente el recorrido de los servicios Ordinario y Atenea de las rutas 52-C Metro Santa Martha – Metro Zapata y 1-D Metro Santa Martha – Metro Mixcoac. Esta última, opera con muy bajas frecuencias, dado que se proyectó como un servicio de apoyo para personas con algún tipo de discapacidad. Existen otras rutas de menor importancia, que comunican algunos lugares dentro de la delegación con el Metro Constitución de 1917, pero por los amplios intervalos de paso que registran, se comprende que desempeñan ante todo una función social para los sectores de población de más bajos recursos.

El diseño administrativo y organizacional de RTP es heredado de Ruta 100, pues privilegia el diseño técnico de la explotación del servicio: las paradas se efectúan únicamente en los sitios identificados como tales. Sin embargo; al no disponer la empresa de los recursos suficientes para mantener el número óptimo de autobuses de su parque vehicular en condiciones de proporcionar el servicio, los intervalos de paso se han incrementado drásticamente.

Las principales problemáticas del servicio en esta empresa son:

- Reducido tamaño del parque vehicular que está en posibilidades de incorporar a la operación, lo cual es evidente en diferentes periodos del día, ya no solamente durante las horas de demanda máxima (tiene muy pocos vehículos en la ruta). En consecuencia, sus vehículos registran permanentemente elevados índices de ocupación, al abrirse considerablemente el intervalo de paso.
- Parque vehicular con muchos años en servicio (entre 10 y 15 años) y con un deficiente sistema de mantenimiento. Muchos de estos vehículos han cumplido ya su vida útil, lucen en malas condiciones estéticas y carecen de limpieza.





De acuerdo con todo lo descrito en este inciso III.4.1., en el arco del Eje 8 Sur Constitución de 1917 – Santa Martha, cada uno de los prestatarios antes referidos cubren la totalidad del recorrido y aunque en conjunto integran una amplia oferta de transporte en la zona, ésta se ve afectada por el mal funcionamiento de cada una de ellas.

### III.4.2. Vehículos de transporte Urbano empleados por los prestatarios.

Los prestatarios antes mencionados, utilizan diferentes unidades vehiculares para brindar el servicio. La Ruta 14, utiliza microbuses en su mayoría, aunque tienen algunas unidades tipo autobús; la Ruta 112 y RTP cuentan con un parque vehicular compuesto únicamente por autobuses.

Los tipos de vehículos y sus capacidades unitarias, se pueden observar en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Vehículos de pasajeros utilizados por los prestatarios en la sección de estudio.**

Tipo de vehículos empleados por prestatarios						
Prestatario	Tipo de Unidad	Capacidad Vehicular (Pas) <sup>***</sup>	Longitud (m)	Tecnología de Propulsión	Nivel Interior de Piso	Imagen
Colectivo R14	Microbús	40	6 m	Gas LP *	Alto (70 cm)	
	Autobús Convencional **	70	8 m	Diesel	Alto (95 cm)	
GMT – R112	Autobús Regular	90	11 m	Diesel	Alto (95 cm)	
RTP	Autobús Regular	90	11 m	Diesel	Alto (95 cm)	

Fuente: Elaboración propia.

\* Nota 1. Originalmente, las unidades fueron diseñadas para operar con gasolina, pero debido a los precios de dicho combustible, los dueños de éstas optaron por hacerle modificaciones al motor para que funcionara con Gas LP.

\*\* Nota 2. Para efectos de esta tesis, se considera una capacidad vehicular de 70 pasajeros para el autobús convencional; aunque en realidad varía entre los 65 y 70 pasajeros, pues depende del diseño del autobús y de la distribución de asientos en el interior.

\*\*\* Nota 3. Se entiende por capacidad vehicular al número máximo de pasajeros a bordo de la unidad la cual incluye pasajeros sentados y de pie.

Las unidades que prestan el servicio en la Ruta 14, son muy incómodas para los usuarios. Los microbuses presentan pequeñas puertas de ascenso y descenso que dificultan el acceso, principalmente para las personas adultas, con niños pequeños o con algún paquete voluminoso.

Los autobuses convencionales, conocidos comúnmente como “Bóxer”, se montan sobre la estructura de un chasis diseñado para carga y se adaptan para el transporte de pasajeros, por lo cual el movimiento de la suspensión no es confortable para los pasajeros, particularmente en la parte trasera del vehículo, pudiendo en ocasiones producir lesiones a los pasajeros de la última fila de asientos.

En lo que respecta a los autobuses de las empresas GMT y RTP, cuentan con mejor diseño y desempeño dinámico. Aunque la amplitud de sus puertas tanto de ascenso como descenso, ofrecen anchuras adecuadas, la altura de los escalones no resulta conveniente para los adultos mayores.

### **III.4.3. Características de la infraestructura vial para la prestación de servicio de transporte público en la Calzada Ermita Iztapalapa.**

Como se precisó en la sección III.1., dentro del territorio que ocupa la Delegación Iztapalapa, la Calzada Ermita Iztapalapa representa a la vialidad que comunica de manera más directa y conveniente a los nodos más importantes dentro de la zona de estudio (Figura 15, pág. 25).

#### **III.4.3.1. Principales intersecciones viales dentro de la zona de estudio.**

A lo largo del recorrido de esta importante vía, entre los nodos de Constitución de 1917 y Santa Martha, exceptuando a los distribuidores viales inmediatos a éstos (Anillo Periférico e Ignacio Zaragoza, respectivamente), se pueden destacar a cinco intersecciones principales, todas ellas a nivel y con sistema de semaforización.

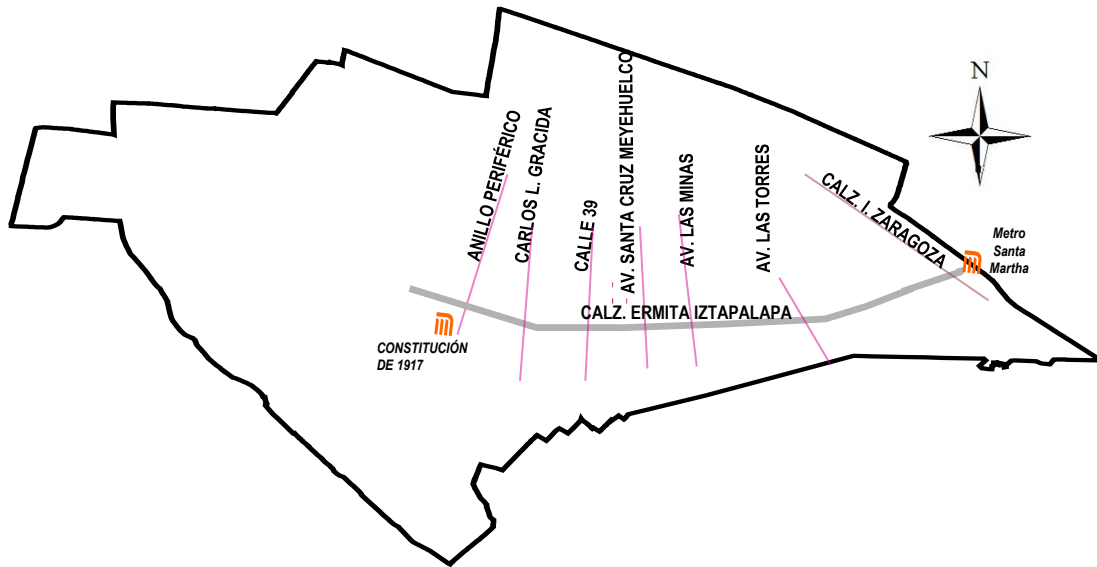
Estas vialidades transversales, complementan los viajes de la población desde o hacia las diferentes colonias y pueblos que se encuentran contiguos al Eje 8 Sur, o bien, fungen como vías secundarias que permiten la integración de un sistema de transporte alimentador que opera a través de la Calzada Ermita Iztapalapa.

Estas cinco intersecciones principales son, de poniente a oriente:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| a). Carlos L. Gracida         | (Deportivo Santa Cruz Meyehualco)                   |
| b). Calle 39                  | (Comunica al norte con el Eje 7 Oriente – Guelatao) |
| c). Av. Santa Cruz Meyehualco | (DIF Iztapalapa)                                    |
| d). Av. Las Minas             | (Plaza Ermita - “La Quebradora”)                    |
| e). Av. Las Torres            | (Intersección con los Ejes 6 Sur y 5 Sur)           |

Estas pueden observarse en la Figura 20.

**Figura 20. Principales intersecciones viales dentro de la zona de estudio.**



*Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.*

A pesar de ser la vialidad más importante, que atiende a los flujos más significativos y que proporciona las mejores prestaciones técnicas dentro de la zona de estudio, la Calzada Ermita Iztapalapa no ofrece una sección uniforme para el tránsito, pues a largo de su recorrido, cambian las características de sus diferentes componentes: ancho de calzada y número de carriles por sentido de circulación, anchura de aceras, sistema de señalización vertical y horizontal, así como la inclusión de mobiliario urbano, entre otros.

#### **III.4.3.2. Características generales de los Derechos de Vía (Tramos “Tipo”) identificados dentro de la zona de estudio.**

Como se estudió detalladamente en el Capítulo I, históricamente han sido pocos los proyectos de infraestructura para el transporte que hayan reconocido que se debía privilegiar a los servicios de transporte colectivo de pasajeros con respecto de los usuarios de vehículos particulares. Con excepción del servicio rápido de tranvías en Calzada de Tlalpan, al transporte público de superficie solamente se le otorgó un trato preferencial en la ciudad gracias a la implementación de los Ejes Viales. Apenas durante la última década, es que la autoridad ha reconsiderado la necesidad de dar prioridad a la circulación de los vehículos de transporte público, en función del mayor número de personas que viajan a bordo en un solo vehículo.

De acuerdo con la Secretaría de Movilidad (SEMOVI), la Calzada Ermita Iztapalapa se clasifica como una vía primaria, pues representa un “espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforo, entre distintas zonas de la Ciudad; con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia”<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Sitio de Internet de la SEMOVI. Glosario de Términos de Transporte. (Documento en línea). Disponible <http://www.semovi.cdmx.gob.mx/wb/stv/v.html> (Consulta 2016. enero)

De acuerdo con Cal y Mayor, es una vía principal porque permite “el movimiento del tránsito directo a los generadores principales del tránsito, pues conecta con el sistema de autopista y vías rápidas”<sup>16</sup>.

De manera que, al tratarse de una vía primaria de la Ciudad de México, por la amplia conectividad que ofrece, según se menciona en el inciso “III.1. La Calzada Ermita Iztapalapa”; se confirma la necesidad de estudiar en ella las condiciones bajo las cuales funciona el sistema de transporte público de pasajeros. De acuerdo con algunos autores, dependiendo del grado de segregación que tenga el tránsito de los vehículos de transporte público con respecto a los demás usuarios de la vialidad, se tienen tres posibles tipos de Derecho de Vía: C, B o A. Siendo C, aquél donde no existe la segregación física de las zonas de circulación del transporte público y A, aquél donde se tiene una completa segregación física tanto longitudinal como vertical.

Por tanto, el Eje 8 Sur – Calzada Ermita Iztapalapa (Tramo 3.2 indicado dentro del Cuadro 9, pág. 31), ofrece al transporte público de superficie un Derecho de Vía “Tipo C”, pues “la superficie de rodamiento es compartida tanto por el transporte público como por otros usuarios de la vialidad, es decir, opera con tránsito mixto”<sup>17</sup>. No cuenta con ningún elemento físico que delimite las zonas de circulación de los vehículos de transporte público, aun cuando este tipo de derecho de vía podría incluir tratos preferenciales en todo su desarrollo o en algunas partes de éste.

A pesar de ser una vía principal de doble sentido de circulación, las características de la infraestructura y el conjunto de instalaciones para la prestación de los servicios de transporte público, son deficientes e inconsistentes. En algunos tramos, se dispone de una sección vial muy amplia dividida por camellones; mientras que en otras, la sección resulta con un menor número de carriles. O bien, dispone de amplias aceras (algunas arboladas) y en otras, son muy reducidas e incluso ausentes. Lo mismo ocurre con el sistema de balizamiento, que en general es deficiente, pero puede estar incorporado eficazmente antes del cruce de una intersección y desaparecer por completo al cruce de ésta.

Por ello, se han identificado los tramos de la vialidad que mantienen cierta consistencia entre sí, aun cuando podrían prevalecer pequeñas diferencias, pero de menor relevancia. En general, el arco estudiado se compone por tres tramos, a continuación indicados y pueden ubicarse en la Figura 21:

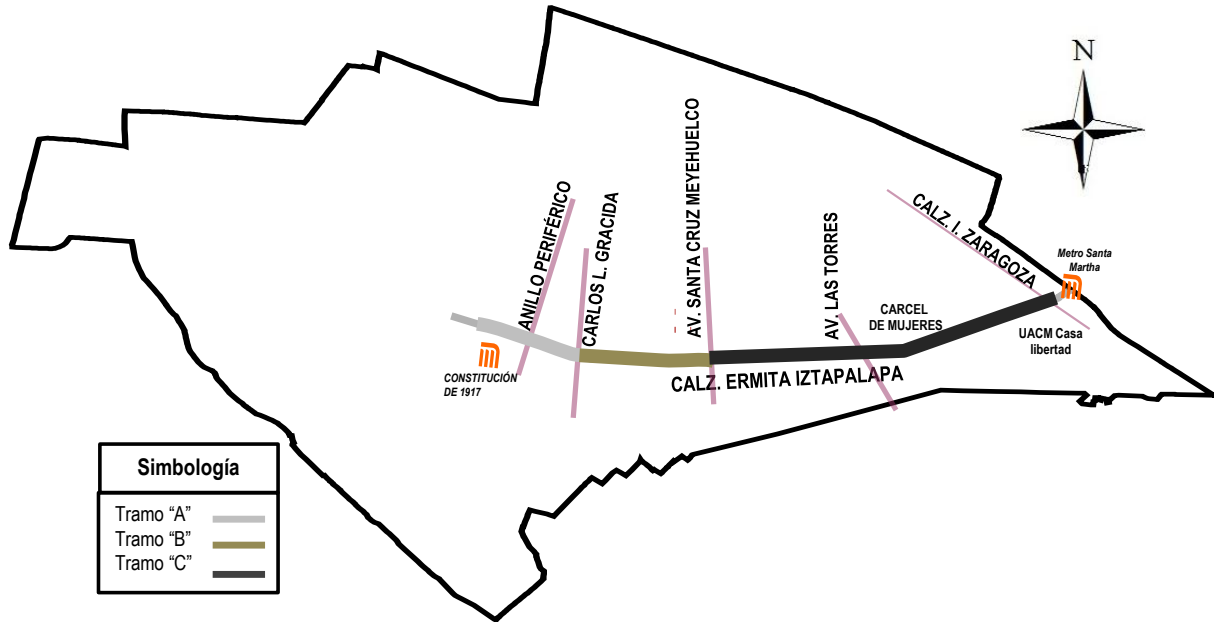
- a). **“Tramo A”**.  
Desde el Metro Constitución de 1917 y hasta la calle de Carlos L. Gracida.
  
- b). **“Tramo B”**.  
Desde Carlos L. Gracida y hasta Av. Santa Cruz Meyehualco.
  
- c). **“Tramo C”**.  
De Av. Santa Cruz Meyehualco y hasta la Calzada Ignacio Zaragoza.

---

<sup>16</sup> Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de Tránsito. Alfaomega, 7° edición Pág. 107

<sup>17</sup> Molinero Molinero, Ángel. Transporte público. 4° edición. Pág. 8.

Figura 21. Tramos viales característicos en el Eje 8 Sur.



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

### III.5. Características e infraestructura vial de la sección transversal.

A continuación, se presentan las características generales de los componentes de la infraestructura de cada tramo, con las estimaciones de sus medidas físicas.

#### a) “Tramo A” (Metro Constitución de 1917 – Carlos L. Gracida).

**Figura 22. Tramo A. Sección transversal.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

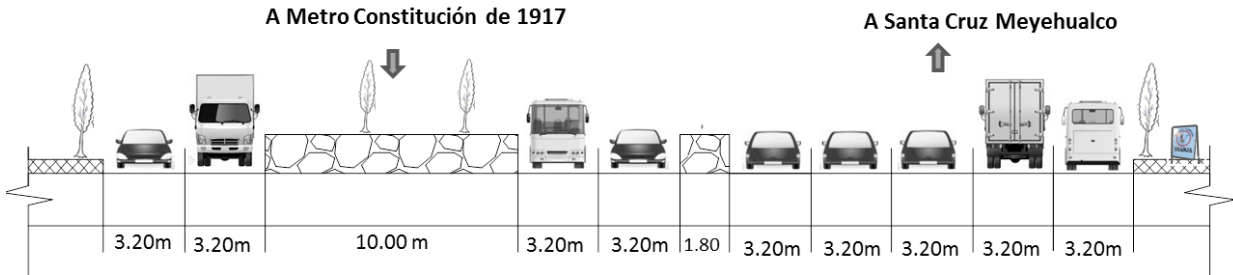
**Cuadro 12. Elementos viales del tramo A.**

Elementos de infraestructura		Dirección	
		Poniente – Oriente	Oriente – Poniente
Vialidad	N° de carriles	4	4
	Ancho de carril	3.2 m	3.2 m
	Superficie de rodamiento (Pav. Flexible)	Deformaciones ondulares antes de llegar a Carlos L. Gracida	Deformaciones ondulares al llegar al Metro Constitución de 1917. Baches y áreas de mapeo.
Separador Físico	Presencia	Aloja las instalaciones de los talleres del STC Metro – Línea 8.	
	Ancho (m)	Variable (3 vías de maniobra e instalaciones. Estimado en 30 m, de la Terminal Constitución de 1917 a Periférico. De Periférico a Carlos L. Gracida, 16 m, aprox.)	
	Sección con áreas verdes	Se localizan entre los muros del área de maniobras y talleres del metro y las barreras de contención colocadas en la vialidad.	
Aceras	Ancho (m)	2.5 m	2.3 m, algunas reducciones a 1 metro.
	Características	En algunas zonas el arroyo vehicular se encuentra a unos 30 cm por encima de ellas, causando al peatón inseguridad al transitar por ellas.	Inconsistencia del ancho de acera, lo cual descontrola al peatón y lo obliga a caminar por el arroyo cuando dos personas hacen uso de ella simultáneamente.
Señalización	Horizontal	Elementos poco visibles, falta mantenimiento de las líneas de cruce peatonal y para indicar los límites de cada carril.	
	Vertical	Elementos poco visibles, falta de mantenimiento y actualización del mismo. Sólo en algunas secciones, se observan discos con límite de velocidad.	
Elementos de transporte público	Características	Presencia de algunos parabuses y discos con el señalamiento de paradas autorizadas para autobuses RTP y algunos de microbuses. Discos del servicio de trolebuses (Línea E) que ya no ofrece el servicio.	

Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

b) “Tramo B” (Carlos L. Gracida – Santa Cruz Meyehualco).

Figura 23. Tramo B. Sección transversal.



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

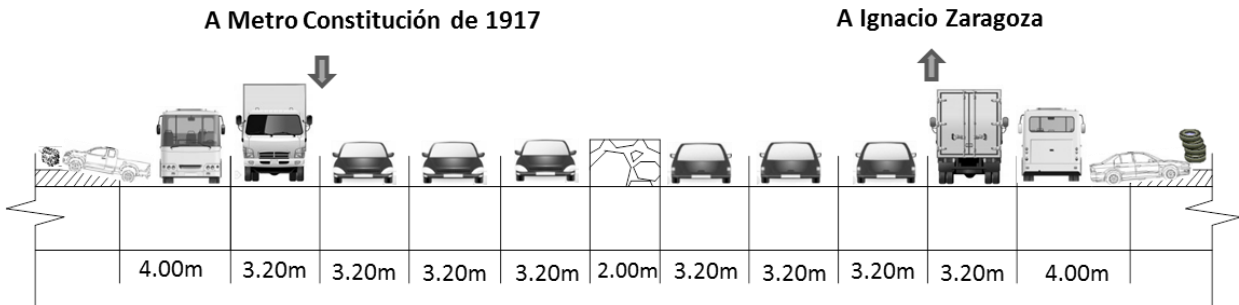
Cuadro 13. Elementos viales del tramo B.

Elementos de infraestructura		Dirección	
		Poniente – Oriente	Oriente – Poniente
<b>Vialidad</b>	N° de carriles	5	4
	Ancho de carril	3.2 m	3.2 m
	Superficie de rodamiento (Pavimento flexible)	Esta sección presenta numerosas deformaciones ondulatorias, mapeo y baches.	Importantes hundimientos diferenciales que impiden la continuidad de la circulación, pues las deformaciones de la superficie de rodamiento forman vados.
<b>Separadores Físicos</b>	Presencia	Un camellón angosto divide ambos sentidos de circulación. Y un camellón arbolado más amplio divide los carriles de circulación de sentido oriente-poniente en dos cuerpos (2 carriles centrales y 2 carriles laterales).	
	Ancho	1.8 m	10 m
	Sección con áreas verdes	Los dos separadores alojan grandes árboles, arbustos y otras vegetaciones.	
	Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sentidos de circulación se encuentran divididos por un separador de altura aproximadamente de 1 metro. Únicamente permite el paso peatonal en las esquinas, sin embargo, poco a poco los usuarios lo han ido destruyendo para realizar el cruce a la mitad de la calle.</li> <li>El sentido oriente- poniente, se encuentra separado por un camellón a nivel teniendo dos carriles a cada lado.</li> </ul>	
<b>Aceras</b>	Ancho	1.50 m a 2.00 m	1.50 m a 2.00 m
	Características	Son amplias y permiten el acceso de dos o más personas. El inconveniente es que los establecimientos y el ambulante invaden éstas y obligan al peatón a caminar por el arroyo vehicular.	
<b>Señalización</b>	Horizontal	Falta de mantenimiento de las líneas de cruce peatonal y banquetas.	
	Vertical	Falta de señalamientos de límites de velocidad y paradas de transporte público	
<b>Elementos de transporte público</b>	Características	Presencia de algunos parabuses y discos con el señalamiento de paradas autorizadas para autobuses RTP y algunos de microbuses.	

Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

c) **“Tramo C”** (Santa Cruz Meyehualco – Calzada Ignacio Zaragoza).

**Figura 24. Tramo C. Sección transversal.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

**Cuadro 14. Elementos viales del tramo C.**

Elementos de infraestructura		Dirección	
		Poniente – Oriente	Oriente – Poniente
<b>Vialidad</b>	N° de carriles	5	5
	Ancho de carril	Un carril de 4m y los restante de 3.20 m	Un carril de 4m y los restante de 3.20 m
	Superficie de rodamiento (Pav. flexible)	Presenta ondulaciones, baches y secciones en donde se ha propagado el defecto por mapeo.	Presenta ondulaciones, baches en los cruces viales, así como áreas de mapeo.
<b>Separadores Físicos</b>	Presencia	Camellón central que va reduciendo su anchura conforme se viaja al oriente.	
	Ancho	Estimado en 2 m, aprox.	
	Sección con áreas verdes	Aloja algunos árboles de tamaño grande y vegetación varia	
	Características	Los sentidos se encuentran divididos por un camellón central, el paso de peatones es permitido, ya que se encuentra a una elevación no más de 20 cm.	
<b>Aceras</b>	Ancho (m)	No hay una medida estándar en secciones, pues van de 2.0 m a 1.0 m, y en ciertas secciones no están presentes.	
	Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las entradas a hogares presentan rampas o desniveles, que impiden el libre paso de peatones, aún más para los adultos mayores.</li> <li>La zona ubicada cerca de Av. de las Torres, no ofrece banquetas de concreto, éstas son áreas de tierra o materiales que los vecinos han incorporado.</li> <li>Se encuentran deshuesaderos y talleres mecánicos, los cuales invaden las aceras con vehículos y autopartes, propiciando que los peatones tengan que transitar por el arroyo vehicular.</li> </ul>	
<b>Señalización</b>	Horizontal	Falta pintura para líneas de cruce peatonal y límites de carriles.	
	Vertical	No existe señalización de paradas de transporte público, información de zonas escolares o límites de velocidad.	
<b>Elementos de transporte público</b>	Existencia	No existen discos, señales en el pavimento, ni cobertizos (parabuses) que indiquen lugares autorizados para ascenso y/o descenso de pasajeros.	

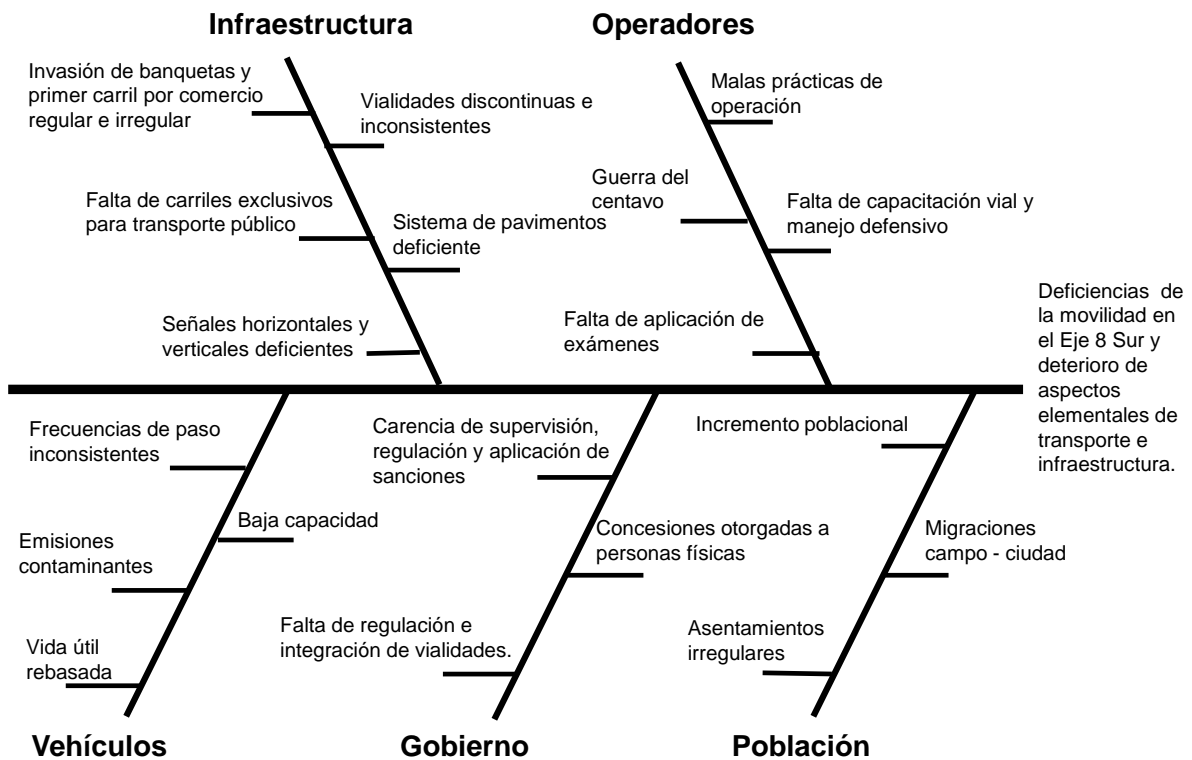
Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

**III.6. Identificación de los aspectos cualitativos, relacionados con las problemáticas identificadas en la zona de estudio.**

La ciudad ha crecido de manera tal, que las problemáticas ya conocidas hace más de tres décadas, se han agudizado en el presente. Las deficiencias en los diferentes componentes del sistema de transporte público, ya sean los aspectos físicos de la operación o bien aquellos aspectos externos, resultan determinantes en el establecimiento del nivel de servicio que se proporciona en la actualidad en las ciudades.

Cada una de estas deficiencias, tiene uno o varios orígenes, cuya antigüedad igualmente puede ser diversa, por lo cual, su análisis y solución resulta compleja. A continuación se plantea el Cuadro 15, donde se muestran a manera de resumen, las problemáticas más importantes que se detectaron en la zona de estudio.

**Cuadro 15. Problemáticas y causas en la zona de estudio.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación en campo.

## **Capítulo IV. Caracterización de la problemática actual en la sección estudiada. Estudios de transporte y recopilación de información en campo.**

La magnitud del problema del transporte en la sección de estudio, requiere del diseño de una solución de alto impacto y por supuesto, a largo plazo.

Por ejemplo, con la introducción de un corredor de autobuses de 12 metros concesionado, se podría implementar un sistema de transporte que al menos cuidara de aspectos elementales del servicio: es decir, que las maniobras de ascenso y descenso del pasaje se efectúen solamente en los lugares autorizados para tales fines.

Si el corredor fuera de autobuses articulados, tal vez se conseguiría que la autoridad ejecutara inversiones orientadas al mejoramiento del entorno urbano, a través del establecimiento de parabuses mejor acondicionados y la renovación del sistema de señalización (incluido el de semáforos) y la recuperación integral de los sistemas de pavimentos en toda la sección.

Sin embargo, en ambas soluciones, habría que asegurarse de que la capacidad de línea del nuevo sistema de transporte, esté en posibilidades de atender con seguridad y eficacia al volumen de demanda presente y que eventualmente, se pueda expandir en el futuro, para evitar que se presenten casos de algunos países latinoamericanos como TransMilenio en Colombia Bogotá el cual presenta capacidad vehicular insuficiente para la demanda existente tanto en horas de máxima demanda como en horas valle.

Por lo cual para el diseño de un nuevo sistema de transporte, que funcione apropiadamente en la sección de estudio, es indispensable conocer con la mayor precisión posible, cual es la cantidad de viajes que se están registrando en las horas de máxima demanda en cada sentido de circulación.

Si se conoce este parámetro, se estaría en posibilidades de diseñar diferentes escenarios de análisis, para elegir la tecnología de transportación más conveniente en términos de capacidad del sistema de transporte, con las menores afectaciones al medio ambiente. Para determinar el parámetro antes señalado, así como otros que también resultan importantes para el diseño conceptual de la propuesta que da motivo a este trabajo, a continuación se comentan brevemente los diversos estudios que se realizaron.

Para comprender cómo se comporta actualmente el servicio de transporte público en la sección de interés, la Srita. Yazmín Pineda Reyes (también estudiante de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas de Transporte Urbano de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México) y la autora de este documento, como prestadoras del Servicio Social, tuvieron la responsabilidad de dedicar una cantidad importante de tiempo para planear el conjunto de actividades de campo que se habrían de desarrollar durante el mes de febrero de 2014. Desde el reconocimiento de la zona, la planeación de las actividades, el diseño de los formatos para el registro de la información en campo, la coordinación de los estudios, hasta la revisión, captura y

procesamiento de información. El personal que registró la información de campo y apoyó para hacer los numerosos estudios y recorridos a lo largo del Eje 8 Sur, fue proporcionado por el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.

#### **IV.1. Estudio para estimar el volumen de la demanda de pasaje en la sección de interés: “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”.**

A continuación, se hará una breve descripción de los estudios que se efectuaron en la sección de interés del Eje 8 Sur, la cual comprende una longitud de 8.1 km de recorrido por cada sentido de circulación, para determinar el valor estimado de la demanda.

##### **IV.1.1. Metodología para la aplicación del “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”.**

Durante Febrero de 2014, se hicieron recorridos en la sección de análisis, para integrar el inventario de los servicios de transporte existentes y la identificación de los puntos de observación, para la posterior ejecución del Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.

###### **IV.1.1.1. Inventario de los servicios de transporte existentes.**

Luego de los recorridos de reconocimiento físico en la sección de estudio, que consistió en la revisión integral del trayecto y de sus condiciones físicas asociadas, el primer paso consistió en conocer in situ cuántas y cuáles son las empresas (u organizaciones) y rutas, que proporcionan el servicio a través de los diferentes arcos de la vialidad.

A partir de ello, se identificaron cuáles son aquellas que atienden el recorrido completo en el corredor entre los nodos de origen y destino conocidos; y cuáles son rutas que utilizan solamente un arco de la vialidad para fungir como servicios complementarios o bien, alimentadores. Es importante mencionar que para efectos del diseño del nuevo corredor de transporte, éstas últimas no han sido consideradas, y que solo hacen uso de la vialidad por algunos metros para después desviarse e ingresar hacia alguna localidad.

Un aspecto relevante que se considera para integrar este inventario de servicios, se refiere al tipo de vehículos de transporte que cada ruta utiliza, su capacidad vehicular y su derrotero; con la finalidad de caracterizar la oferta actual.

###### **IV.1.1.2. Identificación de puntos de control para realizar los estudios.**

Para estimar el volumen de la demanda en una ruta de transporte, como lo es en especial la propuesta de un corredor de transporte público en el Eje 8 Sur, resulta de especial interés identificar las variaciones que se tienen en cuanto al número de pasajeros a bordo de los vehículos, que ascienden o descienden, en diferentes secciones del recorrido.

Este conocimiento de las variaciones de la demanda dentro de las unidades, permitirá el reconocimiento de aquellas ubicaciones específicas donde los vehículos circulan con mayores

índices de ocupación, así como de las paradas que concentran un mayor flujo de personas para efectos de ascenso o descenso. De esta manera, se pueden identificar aquéllos lugares en el trayecto que resulten estratégicos para la aplicación del estudio de “Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”.

#### **IV.1.1.3. Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.**

Este estudio provee de varios insumos esenciales para el análisis de la explotación del servicio, pero indudablemente, el de particular interés se refiere a la condición “crítica” del servicio, esto es la cantidad de personas que están siendo transportadas a través de la Calzada Ermita Iztapalapa en la Hora de Máxima Demanda (HMD).

A través de la interpretación de la información que éste estudio provee, se pueden idear diferentes escenarios para el diseño de la explotación del servicio, en función de diferentes tecnologías de transporte urbano.

El estudio se planteó para desarrollarse durante tres días consecutivos, del martes 4 al jueves 6 de febrero de 2014, se realizó un muestreo continuo de las 06:00 a las 22:00 horas, con la finalidad de integrar una cantidad de datos que fuera representativa del comportamiento del servicio a lo largo del día.

Aunque fuera de esos horarios, sí se ofrece servicio en la Calzada Ermita Iztapalapa (antes de las 06:00 es más solicitado hacia Constitución de 1917 y después de las 22:00 es solicitado hacia Santa Martha); ante el deficiente sistema de alumbrado público, las bajas frecuencias observadas, los relativamente bajos índices de ocupación en los vehículos, así como la innegable sensación de inseguridad en dichas ubicaciones (por la ausencia de vigilancia policiaca), se consideró poco responsable exponer al personal de apoyo al riesgo que conlleva permanecer en esos lugares más allá de los horarios indicados.

El estudio consistió en el registro de cada una de las unidades de transporte público presentadas en el Cuadro 11 (pág. 42) que circule por los puntos de observación, establecidos en el apartado anterior, en ambos sentidos de circulación. El observador anota en el formato correspondiente, la unidad que pase por el punto de control en cuestión, habiendo dos consideraciones: la primera, teniendo en cuenta la ruta a la que pertenece cada unidad, y la segunda, estimando el porcentaje de pasajeros a bordo de dicha unidad.

Cada formato se preparó con las columnas correspondientes a cada ruta, con las consiguientes estimaciones de porcentaje de pasajeros (0-10%, 25%, 50%, 75%, 100%). Este conteo se resume en periodos de 15 minutos.

Para aplicar este estudio, se integró el Formato A (Anexo. Formatos para Estudios de Transporte), mismo que luego permitió el registro de la información generada en campo, en las localizaciones físicas previamente determinadas.

## **IV.1.2. Resultados de la aplicación del “Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular”.**

### **IV.1.2.1. Inventario de los servicios de transporte existentes.**

Los prestatarios del servicio de transporte público de pasajeros que cubren por completo la longitud de la ruta comprendida entre Constitución de 1917 y Santa Martha Acatitla, son tres: Ruta 14, GMT – Ruta 112 y RTP.

Como se analizó ampliamente en la sección (III.4.1. Prestatarios del servicio en la zona de estudio), las características de los servicios de GMT – Ruta 112 y RTP, respetan el principio que desde la época de Ruta 100 indica que el ascenso y descenso solamente se realizará en lugares establecidos.

En el caso de Ruta 14, algunos servicios provienen del Metro Portales, pero transitan por vías secundarias hasta su incorporación al Eje 8 Sur en Puente Titla (muy cerca del centro de Iztapalapa) donde se localiza el edificio de la delegación y a partir de este punto, hasta Santa Martha. Además de este ramal, provee servicios locales desde Puente Titla, Rojo Gómez, UAM-I y Constitución de 1917; en todos los casos, sus microbuses y autobuses convencionales (Tipo Bóxer) son los que cubren por completo el arco estudiado.

A partir de la información contenida en el Cuadro 11 (pág. 42), se utilizaron los valores de las capacidades vehiculares ahí establecidas para el diseño de la cédula del registro de información en campo del estudio en cuestión.

### **IV.1.2.2. Identificación de puntos de control para realizar los estudios.**

Durante los recorridos de reconocimiento y a partir de la observación del comportamiento de los diferentes servicios que operan actualmente por esta vialidad, se identificaron dos localizaciones notables, en donde la demanda tanto dentro de las unidades como fuera de ellas, muestra volúmenes considerables en ambos sentidos de circulación. Estas son las intersecciones de la Calzada Ermita Iztapalapa con:

- Carlos L. Gracida (Deportivo Santa Cruz Meyehualco)
- Avenida De las Torres (intersección con los Ejes 6 Sur y 5 Sur)

Estas intersecciones, se propusieron como Punto 1 y Punto 2, ver Figura 25, para efectos de observación del servicio en ambos sentidos de circulación.

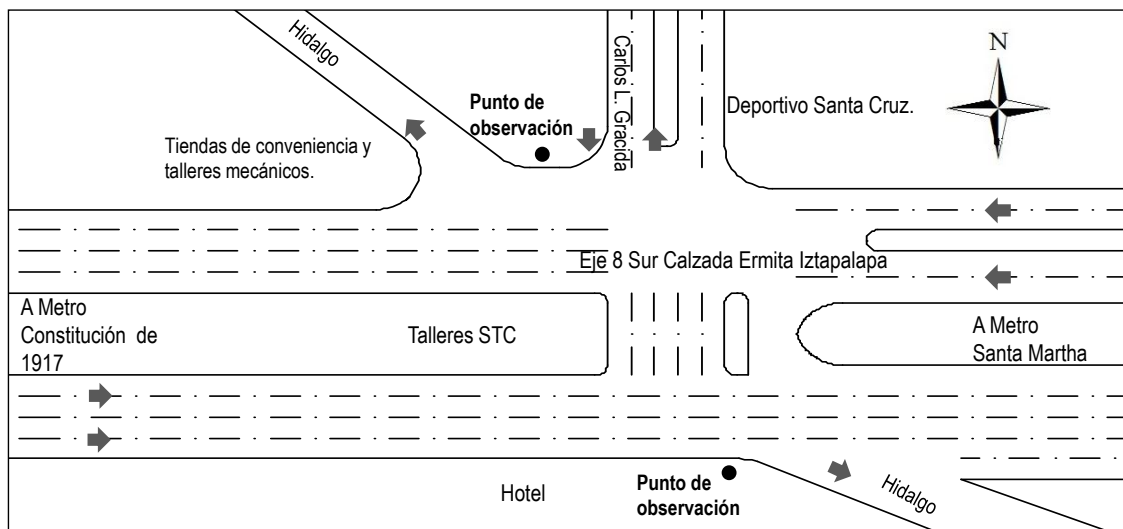
**Figura 25. Puntos de observación propuestos para el Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación en campo.

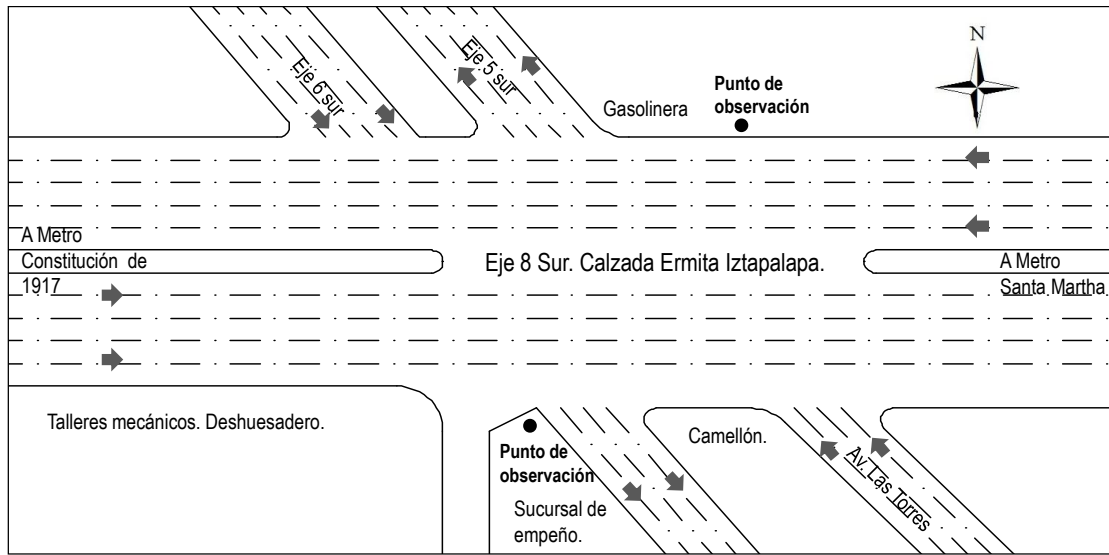
En las Figuras 26 y 27, se muestran los croquis donde se aprecia a mayor detalle las características de los puntos seleccionados para efectos de observación y aforo, así como la ubicación específica en que se colocó el personal para aplicar el estudio.

**Figura 26. Punto 1 de observación. Carlos L. Gracida.**



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación en campo.

Figura 27. Punto 2 de observación. Las Torres.



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación en campo.

### IV.1.2.3. Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.

Concluidas las actividades de recopilación de información en campo, fue necesario su procesamiento para estimar el volumen de la demanda en los puntos seleccionados del corredor a lo largo del día (en periodos de 15 minutos). Con cuatro secciones de 15 minutos, es posible estimar con buena aproximación, el volumen de pasajeros que pasó por el punto de observación en un periodo de una hora. De este modo, fue posible determinar cuál fue la hora en que se presentó el valor máximo de la demanda y, cuál es el valor de este parámetro. El procedimiento para el Cálculo del volumen máximo de pasajeros al día, se describe a continuación. Los siguientes procedimientos, se realizaron para cada punto de control, en cada sentido y por cada día de observación.

#### *i. Número de pasajeros a bordo de cada unidad.*

Como los datos obtenidos en campo se basan en el número de vehículos observados y su correspondiente índice de ocupación (esto se hizo para facilitar las actividades de campo); es necesario convertir dichos porcentajes (que están en función de la capacidad vehicular<sup>18</sup> de cada unidad), en el número de pasajeros que están siendo transportados por ese vehículo. Es decir, se traducen los valores registrados en los formatos como índices de ocupación, en el número de personas que fueron transportadas a través de la sección de control; esto se realiza por medio de la operación siguiente:

$$\text{Pasajeros transportados por vehículo} = \text{Capacidad Vehicular} \times \text{Índice de Ocupación}$$

**Tabla 1. Pasajeros transportados por vehículo.**

Pasajeros transportados por vehículo, de acuerdo con la Capacidad Vehicular y el Índice de Ocupación						
Tipo de Unidad	Capacidad Vehicular (pas)	% índice de ocupación				
		0-10%	25%	50%	75%	100%
Microbús R14	40	4	10	20	30	40
Autobús R14	70	7	18	35	53	70
Autobús GMT – R112	90	9	23	45	68	90
Autobús RTP	90	9	23	45	68	90

Fuente: Elaboración propia

#### *ii. Conversión de los registros de campo a número de pasajeros transportados por periodo de 15 minutos, por punto de control y por sentido de circulación.*

En función del índice de ocupación, una vez conocido el tipo de vehículo de transporte público y la ruta a la que pertenece, el número de pasajeros que pasaron por la sección de control se determina mediante el producto del número de vehículos registrado para cada categoría y el

<sup>18</sup> La Capacidad Vehicular, asociada con la capacidad máxima de seguridad, la cual depende del tipo de unidad de transporte público que se utilice. Teóricamente, el conjunto chasis-carrocería-sistema motriz debe responder con seguridad y eficacia para transportar a un determinado número de pasajeros, considerando que para efectos de diseño, cada persona pesa 70kg.

correspondiente número de pasajeros a bordo de la unidad en cuestión, según se muestra en la Tabla 2.

A manera de ejemplo, en el Punto 1 de observación (Poniente – Oriente) si de 06:00 a 06:15 horas pasaron 2 autobuses de GMT– Ruta 112 con un 10% de su ocupación (índice de ocupación estimado en campo que, numéricamente corresponde a 9 pasajeros a bordo de la unidad en ese instante), el producto equivale a 18 pasajeros transportados por GMT– Ruta 112 en dicho periodo de tiempo.

Este procedimiento se realiza para cada punto de observación.

$$N_0 \text{ de Pax.} = (N_0 \text{ de Vehículos} \times N_0 \text{ de usuarios a bordo}) + \dots +$$

**Tabla 2. Cédulas del Estudio de Frecuencia de Paso y Carga Vehicular.**

a) Cédula del estudio de Frecuencia de Paso y carga.

Vehículos que pasan por un punto con cierto porcentaje de pasajeros																				
HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 14									
											MICROBÚS					AUTOBÚS				
	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	2	1									20	1				4				
6:15 - 6:30	1		3			2					20	8	3	1		6				
6:30 - 6:45	1	1	1			1			2		10	4	1		1	4	1	3		
6:45 - 7:00	2	2	1			2					17	5	4	1	2	7	1			

b) Pasajeros por unidad, de acuerdo al porcentaje propuesto.

Pasajeros transportados por unidad						
Tipo de Unidad	Capacidad vehicular (pas)	0-10%	25%	50%	75%	100%
Microbús Ruta 14	40	4	10	20	30	40
Autobús Ruta 14	70	7	18	35	53	70
GMT Ruta 112	90	9	23	45	68	90
RTP	90	9	23	45	68	90

c) Pasajeros totales por punto de observación y unidad.

Pasajeros por hora en punto de observación																				
HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 14									
											MICROBÚS					AUTOBÚS				
	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	18	23									80	10				28				
6:15 - 6:30	9		135			18					80	80	60	30		42				
6:30 - 6:45	9	23	45			9			135		40	40	20		40	28	18	105		
6:45 - 7:00	18	45	45			18					68	50	80	30	80	49	18			

Fuente: Elaboración propia.

iii. Cálculo del número de pasajeros transportados en un periodo de 1 hora, por punto de control y por sentido de circulación.

De acuerdo con los cálculos del inciso anterior, se realiza la suma del número de pasajeros obtenido para cada corte de 15 minutos. Así, fue posible estimar que el total de pasajeros transportados en el Eje 8 Sur de 06:00 a 06:15 en el punto de observación 1 en sentido (Poniente – Oriente), fue de aproximadamente 159 personas. (Ver Tabla 3). Se hace lo propio para cada corte de 15 minutos, a lo largo del día, en cada punto de observación y en cada sentido de circulación.

**Tabla 3. Pasajeros totales por punto de observación. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente.**

Pasajeros por hora en punto de observación																				Pasajeros Totales	
HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 14										
											MICROBÚS					AUTOBÚS					
	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	18	23									80	10				28					159
6:15 - 6:30	9		135			18					80	80	60	30		42					454
6:30 - 6:45	9	23	45			9			135		40	40	20		40	28	18	105			511
6:45 - 7:00	18	45	45			18					68	50	80	30	80	49	18				501

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia el número de pasajeros que fueron transportados a través del Punto1 en sentido Poniente – Oriente entre las 06:00 y 07:00 horas seria de 1625 pasajeros.

iv. Cálculo del volumen de pasajeros transportados durante la Hora de Máxima Demanda VP(HMD).

La cantidad de pasajeros totales transportados en periodos de 15 minutos, se agrupan en un cuadro resumen, en el cual se presentan los volúmenes totales de pasajeros transportados por cada día de observación en cada sentido.

Continuando con el mismo ejemplo, en la Tabla 4, se muestran los valores estimados de la demanda para cada periodo de observación de 15 minutos, durante los tres días de aplicación del estudio.

Considerando que en el día 04 de febrero de 2014 se estimaron 1,625 pasajeros de 06:00 a 07:00, habrá que investigar el valor más representativo de la demanda; para efectos prácticos y reducir el riesgo estadístico se utilizará la media aritmética de los valores observados en el mismo horario durante el muestreo.

Es decir, de la muestra de tres días habrá que proponer como generar un valor estadísticamente más representativo.

**Tabla 4. Resumen de pasajeros totales en punto de aforo por sentido.**

Punto 1. Carlos L. Gracida. Poniente - Oriente			
Pasajeros totales			
Hora / Día	04/02/2014	05/02/2014	06/02/2014
6:00 - 6:15	159	225	232
6:15 - 6:30	454	358	379
6:30 - 6:45	511	509	553
6:45 - 7:00	501	518	994
7:00 - 7:15	389	615	612
7:15 - 7:30	682	625	746
7:30 - 7:45	731	975	988
7:45 - 8:00	1,001	891	870

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula un valor que estadísticamente resulte más “representativo” para los tres días de muestreo, porque naturalmente existen variaciones entre los valores estimados para cada día de observación. Efectuando este cálculo (media aritmética) para los datos de la Tabla 4, se obtienen el número de pasajeros totales promedio para cada corte de 15 minutos, mismos que se muestran a continuación en la Tabla 5.

**Tabla 5. Pasajeros totales promedio. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente.**

Punto 1. Carlos L. Gracida. Poniente - Oriente				
Hora / Día	Pasajeros totales			Pasajeros Totales (Media)
	04/02/2014	05/02/2014	06/02/2014	
6:00 - 6:15	159	225	232	205
6:15 - 6:30	454	358	379	397
6:30 - 6:45	511	509	553	524
6:45 - 7:00	501	518	994	671
7:00 - 7:15	389	615	612	539
7:15 - 7:30	682	625	746	684
7:30 - 7:45	731	975	988	898
7:45 - 8:00	1,001	891	870	921

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el dato de los pasajeros totales promedio a lo largo del día en cada corte de 15 minutos, se estará en posibilidades de conocer el valor de la demanda horaria (promedio), la cual se estima mediante la adición de los valores observados durante cuatro periodos de 15 minutos.

Por lo cual, en este ejemplo, se podría estimar el valor de la demanda promedio entre las 06:00 y 07:00, que se encuentra en el orden de los 1,797 pasajeros hora-sentido (sentido Poniente – Oriente).

**Tabla 6. Demanda horaria promedio. Punto 1. Sentido Poniente – Oriente.**

Punto 1. Carlos L. Gracida. Poniente - Oriente						
Hora / Día	Pasajeros Totales			Pasajeros Totales Promedio	Hora de Demanda	Demanda Horaria
	04/02/2014	05/02/2014	06/02/2014			
6:00 - 6:15	159	225	232	205		
6:15 - 6:30	454	358	379	397		
6:30 - 6:45	511	509	553	524		
6:45 - 7:00	501	518	994	671	06:00 - 07:00	1,797
7:00 - 7:15	389	615	612	539	06:15 - 07:15	2,130
7:15 - 7:30	682	625	746	684	06:30 - 07:30	2,418
7:30 - 7:45	731	975	988	898	06:45 - 07:45	2,791
7:45 - 8:00	1,001	891	870	921	07:00 - 8:00	3,041

*Fuente: Elaboración propia.*

Evidentemente, para el resto de los periodos registrados a lo largo del día, se repite esta lógica de cálculo, por lo cual, la demanda se podría calcular entre las 06:15 y las 07:15, 06:30 y 07:30, (Ver Tabla 6), y así sucesivamente, hasta el final de los registros, de 21:00 a 22:00.

De los valores mostrados en la Tabla 6, el mayor volumen de demanda registrado correspondería a 3,041 pasajeros/hora-sentido, de 07:00 a 08:00.

A través del cuadro de resultados de los valores de la demanda horaria, ya sea con el auxilio de herramientas de una hoja de cálculo o bien, con la construcción de un gráfico, para detectar con mayor facilidad los valores más altos y más bajos, es posible establecer los periodos horarios donde se presentan la Hora de Máxima Demanda (HMD) y la Hora Valle (HV), con sus correspondientes valores.

Finalmente, de toda la muestra integrada por las observaciones de tres días, en dos puntos de control para cada sentido de circulación, se identificó el mayor volumen de personas transportadas en una hora, correspondiendo éste valor al denominado “Volumen de Proyecto”, el cual equivale al número de pasajeros transportados en un sentido de circulación durante un periodo de una hora en la Hora de Máxima Demanda, VP (HDM).

La siguiente tabla muestra el volumen de personas en la hora de máxima demanda en cada punto de observación y en sentido de circulación. De estos datos se establece el volumen de proyecto que se utilizará más adelante.

**Tabla 7. Volumen de pasajeros durante la Hora de Máxima Demanda (HMD) en Eje 8 Sur.**

<b>Pasajeros en Hora de Máxima Demanda</b>		
<b>Punto de Observación</b>	<b>Demanda</b>	<b>Hora</b>
<b>Sentido Oriente - Poniente</b>		
Punto 1	12,348	07:15 - 08:15
Punto 2	8,279	07:00 - 08:00
<b>Sentido Poniente - Oriente</b>		
Punto 1	10,670	19:15 - 20:15
Punto 2	6,489	19:15 - 20:15

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se observa en la tabla 7, el volumen de personas que está siendo transportado a través del Eje 8 Sur durante la hora de máxima demanda, corresponde al punto de observación 1 (Carlos L. Gracida), en el sentido Oriente – Poniente (Santa Martha – Metro Constitución de 1917), con un valor de 12,348 pasajeros (VP (HMD)) por hora, en un horario comprendido entre las 07:15 y las 08:15 am.

v. Demanda Diaria.

Para obtener el volumen de la demanda diaria, se contabiliza el número total de pasajeros totales promedio obtenidos en el punto (iv Cálculo del volumen de pasajeros transportados durante la Hora de Máxima Demanda VP (HMD)), para cada punto de observación y sentido. Obteniendo así los valores de la demanda diaria registrada en cada punto de observación, como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8. Demanda total de pasajeros en cada punto de observación y sentido.**

<b>Pasajeros transportados diariamente</b>	
<b>Punto de Observación</b>	<b>Demanda</b>
<b>Sentido Oriente - Poniente</b>	
Punto 1	85,567
Punto 2	46,177
<b>Sentido Poniente - Oriente</b>	
Punto 1	95,963
Punto 2	57,911

*Fuente: Elaboración propia.*

Teniendo los datos de la tabla anterior se obtiene que la demanda diaria estimada en este proyecto corresponde a **285,618 pasajeros /día**.

A manera de resumen, se muestran en la Tabla 9, los valores de demanda del servicio público de pasajeros que hacen uso del Eje 8 Sur en el arco de estudio.

**Tabla 9. Demanda de Pasajeros diaria y en hora máxima.**

<b>Datos finales</b>	
Volumen de Demanda en Hora Máxima	<b>12,348 pasajeros</b>
Punto de control	Carlos L. Gracida
Sentido	Oriente - Poniente
Horario	07:15 - 08:15
Volumen de Demanda diaria	<b>285,618 pasajeros</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

De manera que, la condición que más dificulta la operatividad del servicio, se presenta durante la mañana, en el periodo comprendido de 07:15 – 08:15 horas de Santa Martha a Constitución de 1917.

## **IV.2. Estudios complementarios para el Eje 8 Sur en el arco estudiado.**

En la sección anterior se determinó el valor que adquiere el volumen de la demanda presente en el Eje 8 Sur en el arco estudiado. A partir de éste se pueden desarrollar otros estudios de la demanda, como la identificación de puntos factibles para la localización de estaciones, determinar el tamaño de muestra para aplicar la Encuesta de Origen – Destino y cómo se podrían integrar las propuestas para la conformación de un nuevo esquema de servicio de transporte.

A continuación se describen los estudios que complementan la información del corredor estudiado y direccionan al diseño de las posibles alternativas de solución para las problemáticas analizadas.

### **IV.2.1. Metodología de los estudios complementarios.**

Los estudios descritos a continuación, se aplicaron a finales del mes de febrero y principios del mes de marzo del 2014, con base en la información obtenida del estudio anterior, e igualmente, con el apoyo del personal proporcionado por el STE.

#### **IV.2.1.1. Estudio de Ascenso y Descenso de unidades vehiculares**

El objetivo de este estudio es obtener el número de pasajeros que abordan o descienden de las unidades de transporte de estudio, en aquellos puntos donde se observe el mayor número de pasajeros solicitando el servicio. Por ello fue imprescindible, iniciar por identificar los puntos de mayor demanda y que además pueden ser considerados como puntos estratégicos y factibles para la propuesta de servicio del presente trabajo.

Con base en las observaciones efectuadas durante los recorridos a lo largo de la zona de estudio y durante la supervisión del estudio anterior se verificaron cuáles son los puntos importantes; en donde se localiza con mayor frecuencia la detención de las unidades de las rutas 14, 112 y la RTP, para realizar el ascenso y descenso de pasajeros, así como la existencia de puntos de aglomeraciones de usuarios que requieren abordar las unidades de dichas rutas.

Las estaciones propuestas han sido identificadas con base en el nombre de la calle transversal más cercana o con el nombre asociado por el público en el lugar de ubicación; de modo similar a como lo realiza el STC Metro<sup>19</sup>.

En las estaciones, se aplicó el estudio de ascenso y descenso, cada personal contaba con una cédula de trabajo el Formato B (Anexo. Formatos para Estudios de Transporte), en el cual se anotó el número de pasajeros que aborda y desciende de cada unidad de transporte presente en el Cuadro 11 (pág. 42), con el fin de saber cuál es la demanda existente en cada parada y

---

<sup>19</sup> El nombre y logo de la estación debía tener referencia inmediata al lugar de la misma, ya fuera un lugar histórico, de un barrio o identidad circunvecina, de personajes ilustres, etc. El nombre debía ser de una sola palabra en concordancia con el logotipo (propia mente pictograma) e independiente de su mismo nombre para las personas que no supieran leer o los mismos extranjeros.

posteriormente al procesar la información estar en condiciones de determinar la factibilidad de ser una estación para la ubicación definitiva del proyecto que se proponga.

El estudio se realizó en un horario de 6:00 a 22:00 horas, aunque por la falta de personal no fue en un solo día, se realizaron 4 estaciones por día hasta concluir con el número total de lugares propuestos.

#### **IV.2.1.2. Tiempo de Recorrido y Demoras.**

En este estudio se verifica el tiempo que realizan las unidades en recorrer la sección de estudio. Se realizó a bordo de un automóvil de servicios generales del STE, el cual se posicionó detrás de una de las unidades de las rutas descritas en capítulos anteriores, para identificar su velocidad de recorrido, el tiempo total que dura el recorrido, las demoras y sus respectivas causas.

Es importante mencionar que este análisis se realizó siguiendo las unidades de la ruta 112 y de la RTP, debido a que respetan el tiempo de recorrido y presentan un plan de operación esquematizado. La ruta 14 no se analizó debido a las inconsistencias en su tiempo de recorrido y no presenta un plan de operación, esto porque en algunas secciones se detienen a hacer base, se desvían o retornan y no finalizan el recorrido.

A bordo del vehículo de trabajo, se registró en las cédulas del Formato C (Anexo. Formatos para Estudios de Transporte), cada tiempo destinado a los diferentes rubros presentes, como el tiempo en que la unidad se encuentra en movimiento (tiempo de recorrido), las demoras de la unidad en cada semáforo, las demoras por ascenso y descenso de pasajeros a lo largo del trayecto y otras demoras identificadas, como vehículos estacionados, paso de peatones y maniobras de transporte. Esto se realizó para cada sentido de circulación en la zona.

#### **IV.2.1.3. Encuesta Origen – Destino.**

Antes de realizar este estudio, fue necesario determinar el número de encuestas que deben realizarse en la zona, para ello se determinó el tamaño de muestra con base en la demanda obtenida en la sección (IV.1.2.3. Estudio de frecuencia de paso y carga vehicular); de tal manera que se contó con una población representativa del total de la población presente en la zona. Con el fin de minimizar los costos y trabajar con los recursos que se tienen disponibles, ya que analizar a toda la población (demanda) sería muy costoso y llevaría mucho más tiempo tanto para la aplicación del estudio como para el procesamiento de la información.

Para obtener el tamaño de la muestra y saber cuántas encuestas realizar se hizo uso de la siguiente expresión estadística para obtener el valor de  $n$ =(tamaño de muestra), cuyas variables se describen a continuación.

Dónde:

n = tamaño de la muestra

Z<sup>2</sup> = nivel de confianza 96%

p y q = 0.975

N = tamaño de la población

e<sup>2</sup> = límite de error 7%

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N * e^2) + (Z^2 * p * q)}$$

Para la aplicación de la anterior fórmula se consideró un nivel de confianza (Z<sup>2</sup>) del 96% esto debido al porcentaje de seguridad que existe para generar los resultados obtenidos como los posibles errores en la aplicación de la misma.

El tamaño de la población (N) corresponde al volumen de máxima demanda obtenido a lo largo de un día que fue de 285,618 pasajeros.

Límite de error (e<sup>2</sup>) del 7% este valor considera que existe la posibilidad de pequeños errores en los datos obtenidos a causa de la captura y/o manipulación de la información.

El valor de p y q son valores estadísticos de variabilidad positiva y negativa, referentes al nivel de confianza establecido.

Una vez conocidos los datos de las variables descritas con anterioridad, se procedió a sustituir los valores en la fórmula mencionada en un principio para encontrar el valor de “n” que otorgará el número de encuestas a realizar en el área de estudio.

Teniendo el número de encuestas por realizar, la atención se enfocó en el diseño del cuestionario, que aunque a principios del proyecto se contempló un diseño se fue estructurando y modificando de manera tal que éste se enfocara en dos cosas, la primera que el encuestado pueda responderlas de manera rápida y la segunda que las preguntas fueran concisas y claras para obtener la información deseada.

La encuesta se diseñó principalmente para saber en qué delegación o municipio vive la población y hacia donde se traslada cada día, así como la razón por la cual realizan esta actividad y cuál es el modo de transporte del que hacen mayor uso para esos viajes; por último se efectuó una pregunta sobre si en caso de existir un nuevo sistema de transporte que circule por el eje de estudio ellos serían posibles usuarios.

Posterior a realizar varios diseños de encuestas, verificando siempre que la información requerida se manifestara de la mejor manera posible, se llegó a la conclusión final, presentando el diseño en el Formato D (Anexo. Formatos para Estudios de Transporte).

Con el número y el diseño de encuestas a realizar se procedió a su aplicación en el área de estudio; ubicando al personal principalmente en los parabuses, terminales y puntos de mayor afluencia contemplados en la sección (IV.2.1.1. Estudio de ascenso y descenso).

## IV.2.2. Resultados de los estudios complementarios.

### IV.2.2.1. Estudio de Ascenso y Descenso.

Las estaciones propuestas en el corredor de estudio con base en la observación son 27 estaciones de las cuales 12 estaciones son en sentido Oriente – Poniente y 15 en el sentido Poniente – Oriente. La distancia existente entre ellas, teóricamente deben encontrarse entre los 300 y 500 metros. En la Tabla 11 puede apreciarse el nombre las estaciones y la distancia entre ellas.

Tabla 10. Estaciones propuestas.

Estación Oriente – Poniente	Distancia (m)	Estación Poniente – Oriente	Distancia (m)
Ex - Cárcel UACM (T1)		Guadalupe Victoria	443
Santiago	320	Cuitláhuac	317
Niños Héroes	355	Matamoros	480
Penitenciaria	432	Santa Cruz Meyehualco	341
Octavio Senties II	330	Justo Sierra (DIF. Juan M. de la Fuente)	219
Las Torres	300	Palmitas	519
Primavera	450	Av. De las Minas	500
Las Palmas	600	Plaza Ermita	403
Jalisco 2	460	Primavera	243
El Llano	240	Las Torres	372
Tinacos (Santa Cruz Meyehualco)	580	Octavio Senties	250
Calle 17	320	Tlanextlatlica	327
Calle 39	517	5 de Mayo	331
		Moctezuma	291
		Ex - Cárcel UACM (T1)	380

Fuente: Elaboración propia.

Las estaciones propuestas en el corredor de estudio con base en la observación se aprecian en la Figura 28.

Figura 28. Ubicación de paradas propuestas.



Fuente: Elaboración propia, con base en la observación de campo.

El estudio efectuado en las estaciones expuestas anteriormente, dieron como resultado los siguientes datos para cada sentido de circulación.

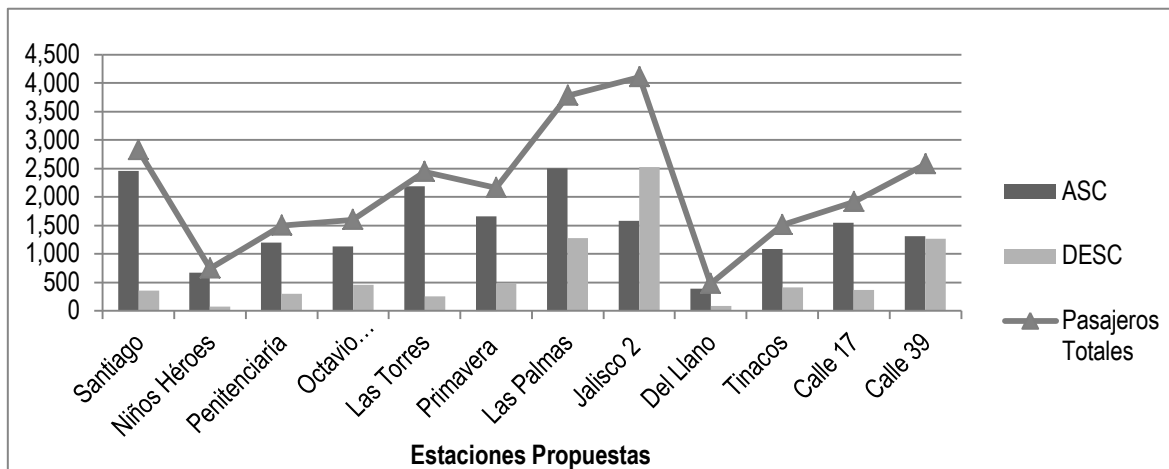
Para el sentido Oriente – Poniente.

Las estaciones con un menor número de pasajeros son Del Llano y Niños Héroes con menos de 1,000 pasajeros al día. Estas estaciones podrían eliminarse sin embargo es importante verificar otros factores como la distancia entre ellas, para que ésta no sea tan amplia.

La estación con un mayor número de pasajeros es Jalisco 2 con más de 4,000 pasajeros; ésta estación es importante ya que ahí se encuentra el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CeCyT #7) al que acuden diariamente estudiantes de nivel preparatoria.

En la Gráfica 1 se puede apreciar el número de ascensos y descensos presentados en cada estación, y de igual manera el número total de pasajeros en ellas.

**Gráfica 1. Pasajeros registrados en las estaciones propuestas, Oriente – Poniente.**



Fuente: Elaboración propia.

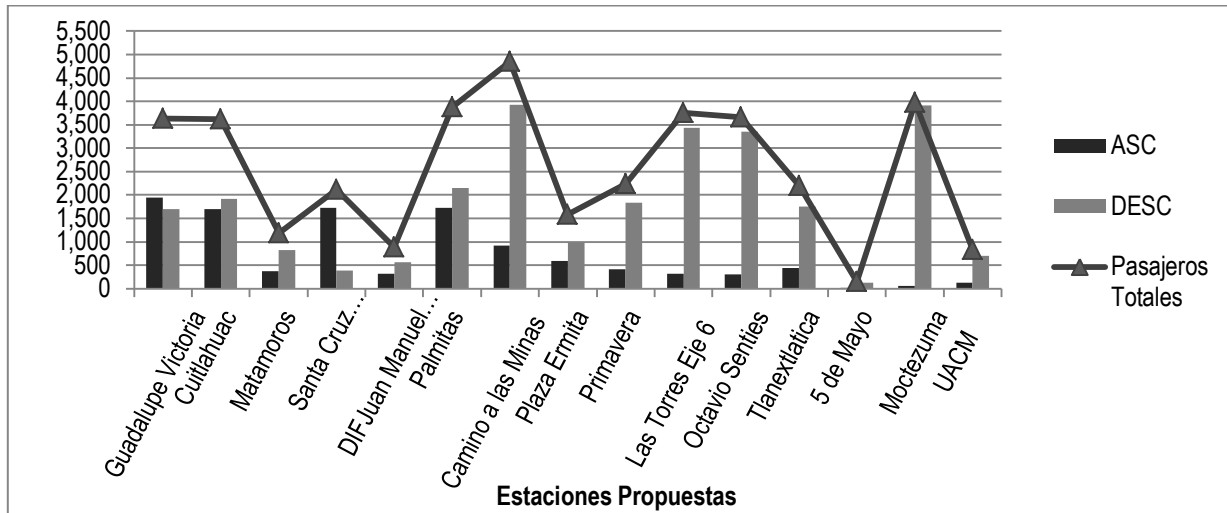
Para el sentido Poniente – Oriente.

Las estaciones con menor número de pasajeros registrados son el DIF Juan Manuel de la Fuente y 5 de Mayo con menos de 1,000 pasajeros.

La estación con mayor número de pasajeros es Camino a las minas con más de 4,800 pasajeros al día, en la cual convergen otras rutas que alimentan de usuarios al eje 8 sur y es la entrada a diferentes pueblos aledaños.

De igual forma la estación de Moctezuma presenta un gran número de pasajeros aproximadamente 4,000; debido a que es una zona donde se conjuntan diferentes rutas que se dirigen hacia el Estado de México.

**Gráfica 2. Pasajeros registrados en las estaciones propuestas, Poniente – Oriente.**



Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que las estaciones propuestas dependerán del tipo de servicio que se establezca como resultado de esta tesis, debido a que se agruparán si el servicio fuera un tren ligero o metro; o en caso de mantener el servicio con autobuses se designarán las estaciones para cada sentido.

#### IV.2.2.2. Tiempo de Recorrido y Demoras.

El tiempo registrado durante el estudio se muestra en la siguiente tabla, en la cual se incluyen los tiempos de recorrido y los diferentes tiempos de demoras; estos datos se proporcionan para cada sentido.

**Cuadro 16. Tiempo de Recorrido y Demoras de la ruta de estudio.**

Tiempo de Recorrido y Demoras		
Concepto	Sentido	
	O-P	P-O
Tiempo de recorrido	00:20:18	00:17:51
Demoras por ascensos y descensos	00:06:41	00:12:00
Demoras por semáforo	00:05:09	00:05:05
Otras causas (maniobras del transporte público, cruce de peatones, etc)	00:00:00	00:02:07
<b>Total recorrido y demoras</b>	<b>00:32:08</b>	<b>00:37:03</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para el sentido Oriente – Poniente el tiempo total es de 32 minutos y para el sentido Poniente – Oriente es de 37 minutos. En promedio se puede indicar que el tiempo de recorrido que se realiza al circular por la ruta de estudio es de 34.5 minutos para cada sentido, dato que será de utilidad para el dimensionamiento del servicio que se propone posteriormente.

### IV.2.2.3. Encuesta Origen – Destino.

Con base en los cálculos realizados y sustituyendo los valores en la fórmula mencionada anteriormente en el apartado de metodología, se obtiene que es necesario aplicar en el área de estudio 736 encuestas.

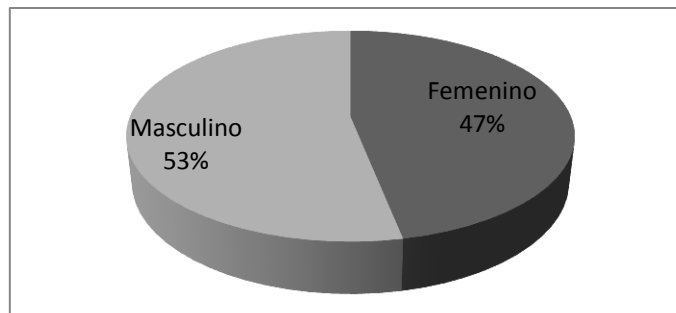
$$\frac{1.95^2 * 0.975 * 0.975 * 285618}{(285618 * 0.07^2) + (1.95^2 * 0.975 * 0.975)} = 736$$

A partir de ello se aplicaron las encuestas, dando como resultados los datos presentes en los siguientes incisos.

#### i. Sexo

La gráfica nos muestra que la población con respecto al sexo presenta proporciones semejantes con alrededor del 50 por ciento.

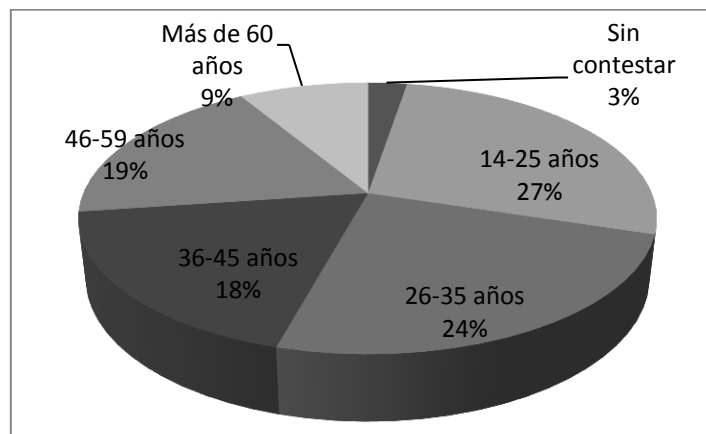
Gráfica 3. Sexo.



#### ii. Edad.

En lo que respecta a la edad, el 50% de la población se encuentra entre los 14 a 35 años; la gráfica 4 indica que la población es homogénea con proporciones de aproximadamente el 20% para cada rango de edad con excepción de los mayores de 60 años que solo representan el 10%, el cual es necesario atender y dar importancia para su atención en el transporte público.

Gráfica 4. Edad poblacional.



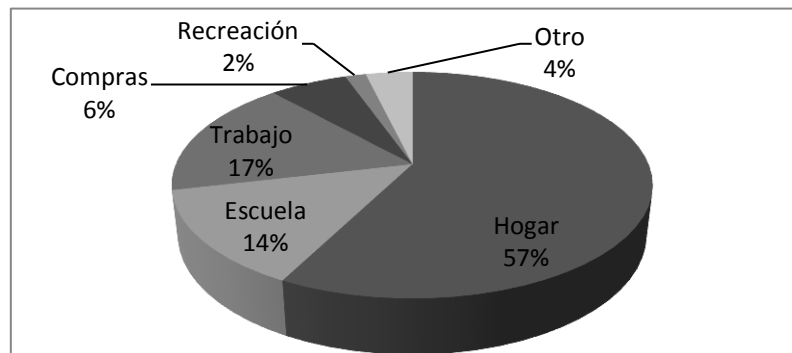
### iii. Origen y Destino de la población.

De acuerdo con las siguientes gráficas de origen y destino poblacional se puede indicar lo siguiente: El principal origen de la población (Gráfica 5. Origen de la Población) es el hogar con una proporcionalidad del 57%, siguiéndole el trabajo con 17% y la escuela con 14%; esta misma población tiene como principal destino el hogar con un 37%, siguiéndole el trabajo con 34% y la escuela con 12% como puede apreciarse en la “Gráfica 6. Destino de la población”. Es decir que la gente sale de su hogar para realizar actividades escolares y de trabajo principalmente y en menor proporción sale por compras o recreación.

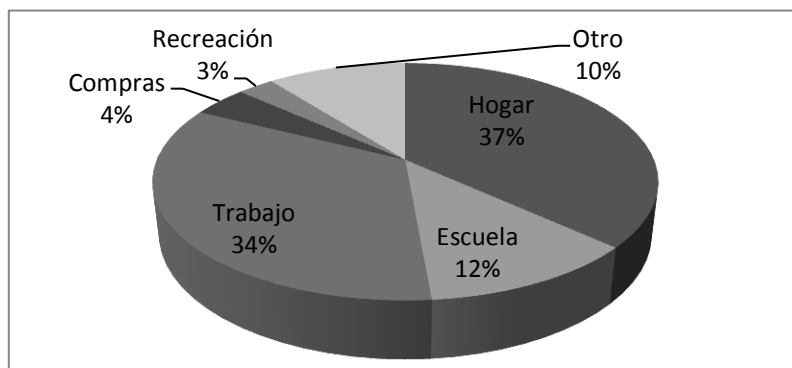
Los orígenes captados en los rubros escuela, trabajo, compras y recreación forman en conjunto el 39% de la población. Se aprecia de igual forma en la “Gráfica 6. Destino de la población” que el destino principal es el hogar el cual presenta un porcentaje del 37%. Es decir que la población que se encuentra en el trabajo y escuela principalmente regresa a su hogar.

Es difícil saber con exactitud los orígenes – destinos de la población, ya que comúnmente la población no realiza un solo viaje, sino que se mueve de un origen a un destino y posteriormente a otro, es decir que la población puede tener varios orígenes y destinos a lo largo del día, y no es un patrón diario y repetitivo, más bien es variada y depende de diversos factores principalmente económicos.

**Gráfica 5. Origen de la población.**



**Gráfica 6. Destino de la población.**

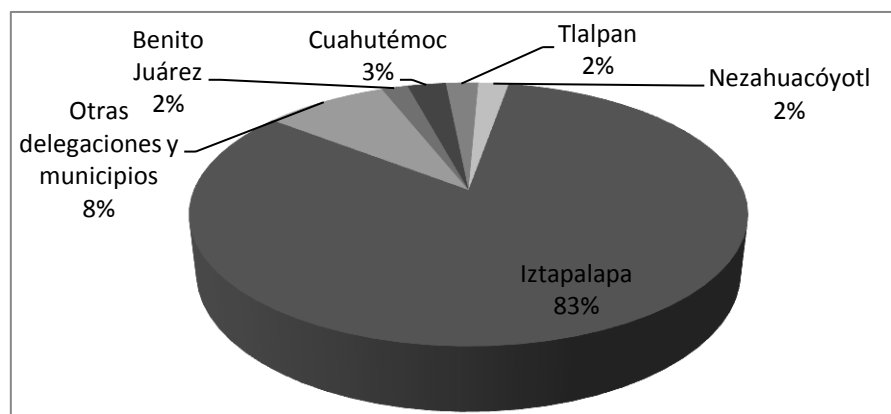


#### iv. Delegación o Municipio de donde proviene la población.

En primer lugar la encuesta arroja que el 83% de los usuarios vienen de la delegación Iztapalapa, se tiene que el 3% de Cuauhtémoc, el 2% de Tlalpan, 2% Benito Juárez y 2 % Nezahualcóyotl.

Existe una representación del 8% denominada Otras delegaciones y municipios, este rubro engloba a las delegaciones de Coyoacán, Tláhuac, Iztacalco, Xochimilco, Venustiano Carranza y Miguel Hidalgo y otros municipios como Chalco, Chimalhuacán, Ixtapaluca, Huixquilucan, Tecámac y Los Reyes la Paz.

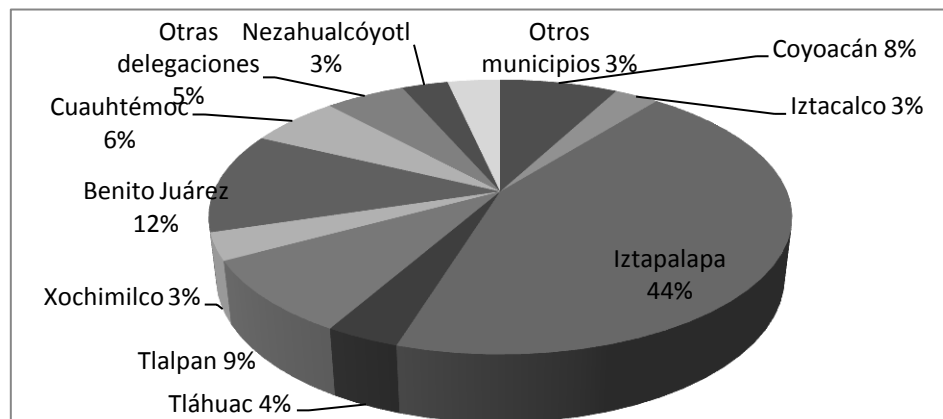
**Gráfica 7. Delegación o Municipio de origen.**



#### v. Delegación o Municipio a donde se dirige la población.

El destino de la población encuestada en la delegación Iztapalapa, presentando un porcentaje del 44%, es decir que la población realiza viajes principalmente dentro de la misma delegación. Aunque se presentan viajes a las diferentes delegaciones y municipios que colindan con Iztapalapa en sus diferentes direcciones; estos viajes en conjunto representan el 55%, teniendo como los más comunes Tlalpan, Benito Juárez y Coyoacán.

**Gráfica 8. Delegación o Municipio de destino.**



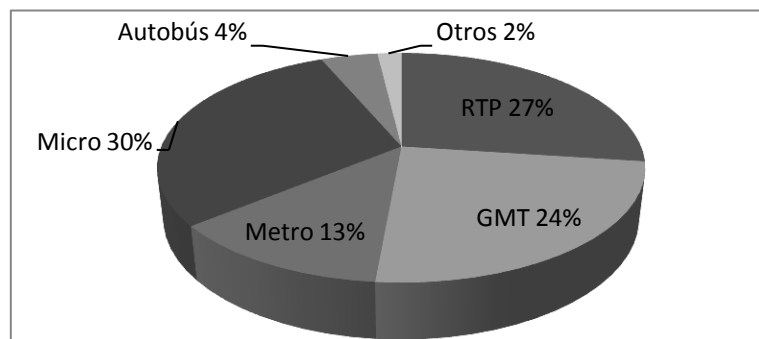
En resumen se puede decir que los viajes realizados son principalmente dentro de la delegación de estudio, aunque son pocos los viajes que se presentan hacia otras delegaciones o municipios, no pueden eliminarse por completo ya que es una zona que se encuentra en límites delegaciones y estatales, por ende es receptora y difusora de población.

#### vi. Transporte que utiliza la gente para llegar a su destino.

El transporte de superficie de baja capacidad es el más utilizado por la población, teniendo un 87% de participación, lo cual es de esperarse, ya que en la zona solo se localizan dos líneas del Sistema Colectivo Metro, con una captación solo de dos estaciones de las cuales una es terminal de línea.

El sistema de concesiones (microbús y autobús) es el más utilizado por la población con un 34% mientras que las empresas conformadas como corredores RTP y GMT representan el 25% cada una.

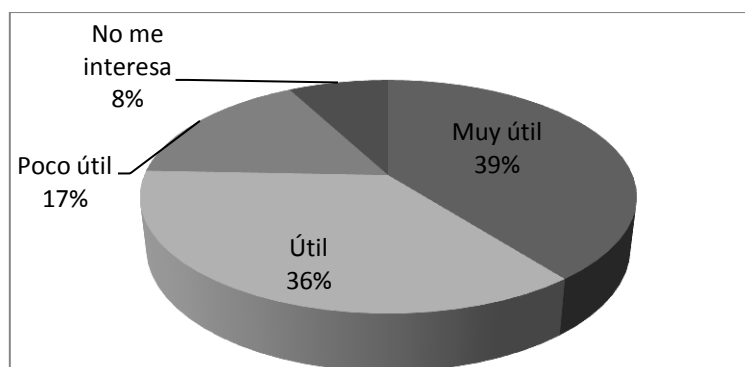
**Gráfica 9. Tipo de transporte.**



#### vii. Utilidad de incluir un nuevo Sistema de Transporte en Eje 8 Sur.

Dentro de la encuesta se efectuó una pregunta que se refiere a la utilidad de un servicio de transporte que recorra el Eje 8 sur de inicio a fin, a lo que los usuarios respondieron que sería de utilidad este nuevo servicio de transporte para mejorar la seguridad en la zona.

**Gráfica 10. Utilidad de un nuevo sistema de transporte.**

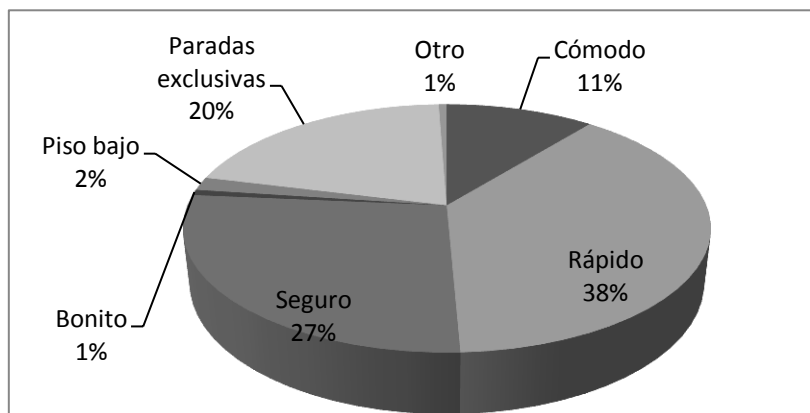


Es importante esta pregunta ya que más del 70% del Eje 8 sur se localiza dentro de la delegación Iztapalapa y la población realiza viajes principalmente en la misma zona. Lo cual indica que es muy probable la aceptación de un nuevo servicio en este lugar.

#### viii. Aspectos importantes que deben de brindarse con un nuevo sistema de transporte.

En cuanto a la pregunta referida a un nuevo servicio de transporte, se cuestionaron sobre qué aspectos tendrían que ofrecerse para que fuera de su completa satisfacción. Obteniendo como respuestas a la rapidez con un 38%, la seguridad con un 27%, y el 20% para paradas exclusivas.

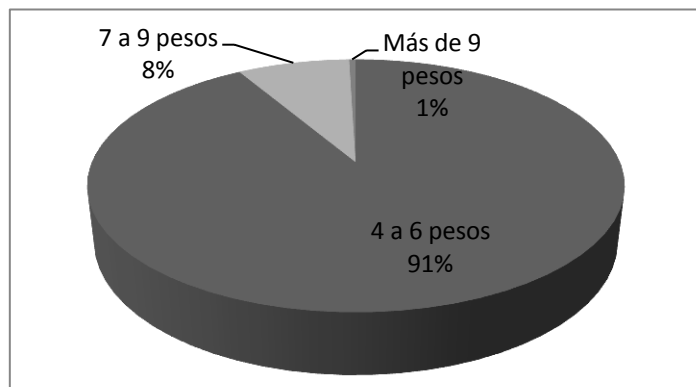
**Gráfica 11. Aspectos a considerar del nuevo sistema de transporte.**



#### ix. Pago por el nuevo sistema de transporte.

De igual forma se preguntó acerca de cuánto estarían dispuestos a pagar por el servicio; teniéndose que el 91% de los usuarios estarían dispuestos a pagar de 4 a 6 pesos por el uso de este servicio.

**Gráfica 12. Pago del servicio.**



## **Capítulo V. Alternativas para el diseño del nuevo servicio de transporte público en el Eje 8 Sur del Metro Constitución de 1917 al Metro Santa Martha.**

Con base en los datos de campo obtenidos en capítulos anteriores, a continuación se desarrollaron algunas alternativas de solución para mejorar el sistema de transporte y en general, la movilidad en la zona de estudio; así como la calidad de vida de la población y el entorno urbano del lugar; a través del análisis de las alternativas de diferentes sistemas de transporte urbano existentes en el mercado, que satisfagan correctamente las condiciones que presenta el área de estudio del Eje 8 Sur.

### **V.1. Corredor de transporte público en el Derecho de Vía del Eje 8 Sur.**

Con la demanda establecida y los aspectos cualitativos y cuantitativos obtenidos, se demuestra que las acciones a realizar para mejorar las condiciones actuales de la vía y mejorar la comunicación de los usuarios del oriente de la ZMVM con el centro de la ciudad; es la introducción de un sistema de transporte público, que de manera integral los comunique de forma más segura, rápida, eficiente, eficaz y sin emisiones contaminantes; Es así como se considera la introducción de un Corredor de Transporte Público preferencial en el Eje 8 Sur, que mantenga la integridad de los usuarios, reduzca sus tiempos de traslado y satisfaga la demanda de movilidad.

#### **V.1.1 Concepto de corredor de Transporte Publico.**

El concepto de corredor de transporte se refiere a la concentración de los flujos de transporte de pasajeros con trato preferencial, con el objetivo principal de mover más pasajeros con menos vehículos; con una operación controlada e infraestructura y vehículos.

De acuerdo con la Secretaria de Movilidad (SEMOVI) en la Ley de movilidad se describe un corredor de transporte de la siguiente manera:

“Transporte público de pasajeros colectivo, con operación regulada, controlada y común recaudo centralizado, que opera de manera preferencial o exclusiva en una vialidad, total o parcialmente confinados, que cuenta con paradas predeterminadas y con una infraestructura para el ascenso y descenso de pasajeros, terminales en su origen y destino, con una organización para la prestación del servicio con personas morales.”

Este concepto se desea implementar en la sección de estudio, de manera que contribuya al desarrollo de la ciudad y mejore las condiciones de movilidad en el transporte en el Eje 8 Sur.

### V.1.2. Esquema de servicio en el Derecho de Vía tipo “C”, “B” y “A”.

Dentro del transporte público de pasajeros existen diversos tipos de trato preferencial hacia éste y pueden clasificarse de acuerdo al derecho de vía.

El tipo de derecho de vía corresponde al grado de segregación de la vía explotada por el Transporte Público con respecto al resto de los usuarios de la infraestructura urbana, se clasifican en tres diferentes y pueden presentarse uno o varios tipos de derecho de vía a lo largo del trazo vial.

#### **Derecho de vía tipo C:**

Se caracteriza por atender un tránsito mixto de vehículos, y puede o no incluir tratos preferenciales para el transporte público, como carriles confinados o semiconfinados. En esta se alojan tanto el transporte público y privado, ciclistas y peatones. Como ejemplo claro de ello se puede ubicar este derecho de vía en las rutas concesionadas del transporte público en la ciudad.

**Figura 29. Derecho de vía tipo C. CDMX.**



*Fuente: Toma Propia, en la estación terminal Constitución de 1917, en 2015.*

#### **Derecho de vía tipo B:**

Se caracteriza por contar con barreras físicas o guarniciones longitudinales de separación para el transporte público con el resto de los usuarios de la vía como pueden ser los vehículos privados, ciclistas y peatones, sin embargo, es posible concebir el cruce con estos usuarios en algunos cruces a nivel o intersecciones con la vía. Un claro ejemplo de ello es el servicio de trolebuses y el Tren Ligero de la Ciudad de México el cual en una sección está aislado completamente del tránsito y en la zona del sur hacia Xochimilco presenta cruces en diferentes intersecciones.

**Figura 30. Derecho de vía tipo B. Tren Ligero y Trolebús CDMX.**



*Fuente: Blog flickrive.*

***Derecho de vía tipo A:***

Presenta una separación física tanto longitudinal como vertical del tránsito vehicular. A lo largo de la vía, se elimina por completo cualquier cruce que interfiera el paso del transporte público. Se puede localizar el servicio de transporte de manera subterránea, a nivel superficie o elevada. Un ejemplo de ello es el Metro de la Ciudad de México.

**Figura 31. Derecho de Vía Tipo A. Metro de CDMX.**



*Fuente: Toma Propia en Eje 8 Sur, en 2015*

## **V.2. Tecnologías típicas del transporte urbano.**

En México, es muy común el empleo de autobuses que funcionan con combustibles fósiles para atender el servicio de transporte urbano, porque se encuentran fácilmente disponibles, a precios accesibles y la infraestructura necesaria es mucho más sencilla, o simplemente por cuestiones de intereses políticos gubernamentales. Sin embargo, en la Ciudad de México ya se conocían los beneficios de la tracción eléctrica con la puesta en operación de la red de tranvías inaugurada en 1900, como se comentó en el apartado (I.2.1. El transporte público en la Ciudad de México hacia el año 1900).

Actualmente, la Ciudad de México dispone de un amplio conjunto de tecnologías de transportación, por ser una de las ciudades más grandes e importantes no solamente del país, sino del mundo entero. Por lo cual, se implementaron además de los servicios de tranvías de principios del siglo XX, los de tracción eléctrica de nueva generación (los trolebuses), hasta un sofisticado sistema de trenes eléctricos subterráneos, conocido como Metro.

Para generar las posibles alternativas de solución de la problemática estudiada en el Eje 8 Sur en el arco comprendido entre Metro Constitución de 1917 y Metro Santa Martha, se considerará el siguiente conjunto de tecnologías que se encuentran disponibles comercialmente en el país, como son: los autobuses regulares (montados sobre chasis o de fabricación semi-integral e integral), autobuses articulados y biarticulados, autobuses eléctricos semiguiaados (trolebuses), el servicio (LRT) Tren Ligero y el (HRT) Metro pesado.

Para complementar el Cuadro 17 (pág. 86) que se mostrará más adelante, se incorporaron los trolebuses articulados y biarticulados que, aunque no existe este tipo de vehículos prestando servicio en la Ciudad de México, sí gozan de un amplio mercado en Europa y Asia, con excelentes resultados en cuanto a su desempeño, consumo energético, maniobrabilidad y durabilidad.

### **V.2.1. Autobuses.**

En el mercado nacional existe una gran variedad de autobuses regulares, que van desde el autobús “convencional”, hasta el de fabricación integral. De igual manera se encuentran aquellos autobuses de mayor capacidad como los autobuses articulados y biarticulados.

#### **V.2.1.1. Autobuses regulares.**

El término regular se refiere a un vehículo cuya carrocería se compone por un solo cuerpo, habitualmente cuentan con una longitud de entre 8 y 12 metros y están diseñados para transportar entre 60 y 90 pasajeros (sentados y de pie).

El autobús convencional es un vehículo con fabricación del chasis y la carrocería por separado, aprovechando las economías de escala en la manufactura; es un producto de bajo costo y con el nivel elemental de equipamiento. Los movimientos de los vehículos son transmitidos con mayor intensidad hacia el área de pasajeros. Este tipo de vehículos son generalmente usados en todas las rutas de transporte concesionados de la Ciudad de México.

**Figura 32. Autobús convencional.**



*Fuente: Blogspot. Autobuses urbanos.*

Los autobuses semi – integrales presentan un diseño en la carrocería específicamente para el chasis en que se va a montar, la altura del piso interior del autobús es mucho más accesible que en los autobuses convencionales y es más cómodo para el usuario, los esfuerzos a los que es sometido el vehículo se reparten entre la carrocería y el chasis, afectando en menor medida a los pasajeros. Presenta una longitud entre los 11 metros, con capacidad de 90 pasajeros. El vehículo tiene un costo más elevado pero ofrece mayores prestaciones y comodidad para los usuarios. Este tipo de vehículos se pueden observar en circulación por la ciudad en los servicios prestados por Ecobus Línea 2 de M1.

**Figura 33. Autobús de fabricación Semi- -integral.**



*Fuente: Blogspot. Autobuses y camiones.*

Los autobuses integrales son diseñados específicamente para el transporte de pasajeros. Pueden ser de piso bajo, y presentar ciertos componentes como: aire acondicionado, suspensión neumática, espacio para silla de ruedas y rampas para el acceso de éstas, ergonomía interna específica para los usuarios, entre otras. Presentan longitudes entre los 12 y 12.30 metros y una capacidad de 95 a 100 pasajeros.

**Figura 34. Autobús de fabricación Integral.**



*Fuente: Volvo.*

#### **V.2.1.2. Autobuses Articulados.**

Están compuestos por dos carrocerías unidas mediante una articulación, están dotados con dos ejes en la sección delantera y un tercer eje en la sección trasera (remolque). Presentan una longitud de 18 a 21 metros y una capacidad de 160 pasajeros, estas medidas varían dependiendo de la marca, modelo y el diseño interior y exterior de la unidad.

**Figura 35. Autobús Articulado, Metrobús.**



*Fuente: Toma Propia Patio CISA Corredor Insurgentes, S.A*

### V.2.1.3. Autobuses Biarticulados.

Se basan en el mismo concepto que los articulados, sin embargo cuentan con una extensión más de carrocería, es decir se compone de tres carrocerías, implicando la adición de otro eje y una segunda articulación. Presentan una longitud de 25 a 27 metros y una capacidad de 240 pasajeros, de la misma manera que el autobús articulado dependiendo de la marca, modelo y el diseño de la unidad.

El combustible utilizado por este tipo de autobuses es fósil (diésel) con componentes que disminuyen la contaminación (euro - V), este vehículo ha sido incorporado al servicio BRT de la CDMX.

**Figura 36. Autobús Biarticulado, Metrobús.**



*Fuente: Toma Propia del Patio de Metrobús CISA.*

### V.2.2. Trenes (Transporte en vía Férrea).

Los sistemas de trenes presentan ciertas características que los diferencian de los demás transportes. Presenta una guía externa que es el sistema de rieles que delimita la zona de circulación y la operación es más sencilla que en los sistemas de autobuses porque solamente se tiene que controlar la velocidad del vehículo. La propulsión que tiene es eléctrica, la cual es mucho más silenciosa, consume menor energía para lograr el movimiento y la contaminación ambiental es nula en la zona de operación.

Dentro de este modo de transporte se comprenden dos categorías, el Tren Ligero LRT (Light Rail Transit) por sus siglas en inglés y el Metro HRT (Heavy Rail Transit), los cuales se describen a continuación.

### V.2.2.1. Tren Ligero LRT.

Los sistemas LRT corresponden al tipo del Tren Ligero de la Ciudad de México. Es un sistema de transporte que utiliza el mismo material rodante que el tranvía. Sin embargo, abarcan una amplia variedad de equipos de transporte basados en las tecnologías ferroviarias, pudiendo ir desde pequeños tranvías con una longitud de 14 a 21 metros con capacidad de 90 pasajeros, hasta el tren ligero de hasta 45 metros de longitud con capacidad vehicular del orden de 378 pasajeros.

La tecnología en el Tren Ligero ha evolucionado, teniendo varias gamas para cada necesidad y por supuesto para mejorar o realzar la estética de las ciudades. Se pueden encontrar diferentes LRT de acuerdo con la empresa constructora y configuración interna de los carros o módulos. Una característica de este tipo de transporte es que pueden acoplarse más unidades a manera de incrementar la capacidad y por ende la longitud, considerando en todo momento que la demanda de las ciudades presenta cambios en horarios diferentes o puede en cualquier momento incrementarse. La capacidad puede variar debido a que pueden acoplarse de 2 a 6 módulos o más. La configuración “tipo” acopla dos módulos y presentan una longitud de entre los 30 a 45 metros y capacidades que van desde 170 a 380 pasajeros, esta capacidad depende de la distribución interior de los carros, así como del número de carros acoplados al convoy.

**Figura 37. Tren Ligero, Translohr Montpellier, Francia.**

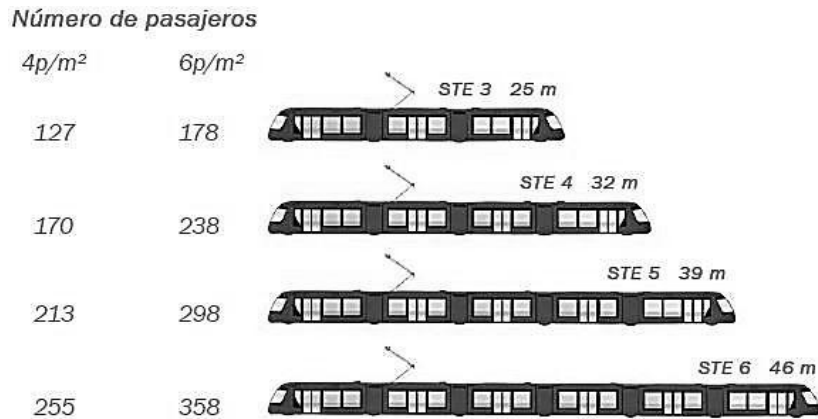


*Fuente: Catalogo Citadis.*

Un claro ejemplo de este transporte es el servicio de Travia “Translohr” que es tecnología francesa, en donde el vehículo es guiado por un riel férreo pero rueda sobre neumáticos; este servicio puede acoplar de 3 a 6 módulos de pasajeros incrementando la capacidad de línea según las horas de máxima demanda o valle que se presenten durante el día.

En la Figura 38 se aprecia el número de módulos acoplados y las capacidades que alcanza a soportar este sistema.

**Figura 38. Sistema Translohr y capacidades vehiculares en diferentes configuraciones de carros.**



Fuente: Translohr NLT.

#### V.2.2.1.1. Alimentación.

Se requiere de energía eléctrica para el funcionamiento de estas unidades; existen tecnologías que mejoran la forma de adquirir energía para la movilización de las unidades, e incluso reducen la contaminación visual que puede provocar este modo de transporte de acuerdo a puntos de vista de los profesionales en urbanismo.

En cuanto a la forma de alimentación se encuentran los trenes convencionales con catenaria, y trenes sin catenaria.

##### V.2.2.1.1.1. Tren Ligero LRT (convencional con catenaria).

Este tipo de tren ligero toma la energía eléctrica de la línea aérea de contacto (la cual puede ser simplemente un alambre de cobre en suspensión simple o llamada catenaria). El polo positivo de la instalación es normalmente la catenaria y el negativo son los carriles sobre los que circula el tren. Su funcionamiento es simple, la corriente proveniente de la subestación eléctrica llega al tren por la catenaria a través del pantógrafo y vuelve a la subestación a través de los carriles de la vía férrea.

**Figura 39. Alimentación por catenaria.**



Tranvía de Budapest, Hungría

### V.2.2.1.1.2. Tren Ligero LRT sin catenaria (Acumulador de Carga Rápida ACR).

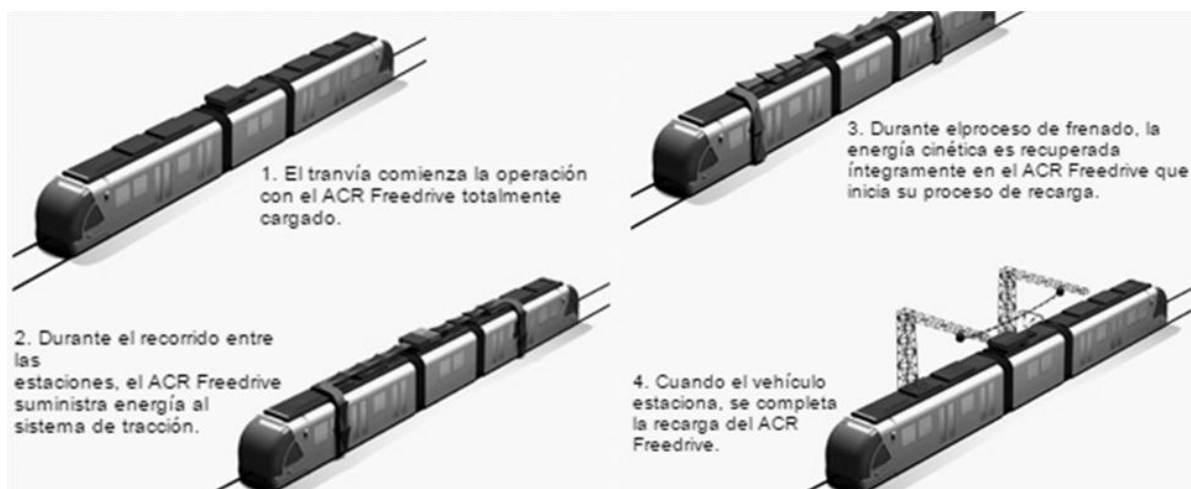
Este tipo de alimentación eléctrica, consiste en utilizar la tecnología denominada ACR, la cual permite el almacenamiento de energía a bordo del tren, y la eliminación de la catenaria entre paradas en los entornos urbanos, disminuyendo la contaminación visual por catenaria principalmente en los centros urbanos históricos y zonas de mayor relevancia estética para las ciudades. Es una tecnología basada en ultra condensadores, capaces de cargarse en las paradas y emplear la energía almacenada en los recorridos entre ellas, sin necesidad de alimentación suplementaria, además de recuperar y almacenar también la energía producida durante el frenado.

Este sistema tiene el siguiente funcionamiento:

1. En marcha, el tranvía se alimenta con la energía que es suministrada por la catenaria en las zonas donde existen.
2. Cuando el tranvía inicia su marcha desde la parada o estación, sin la catenaria, se inicia el sistema ACR el cual se encuentra completamente cargado para continuar el viaje.
3. Durante el proceso de frenado, la energía cinética es recuperada íntegramente en el ACR, iniciando el proceso de recarga, el cual puede durar de 25 a 30 segundos.
4. Cada vez que el tranvía se para en una estación se completa la carga del equipo ACR antes de iniciar el siguiente trayecto.

Los tranvías con este tipo de tecnologías están compuestos por dos equipos ACR y cada uno de estos cuenta con un convertidor DC/DC, que transforma corriente continua de una tensión a otra. En la Figura 40 se puede apreciar el proceso de trabajo del sistema ACR, el cual ha sido desarrollado por la empresa CAF.

Figura 40. Proceso del sistema ACR.



Fuente: Compañía CAF.

### V.2.2.1.1.3. Tren Ligero LRT (Aesthetic Power Supply APS).

Otra tecnología sin catenaria es la denominada APS o tercer carril, se trata de un tercer carril semienterrado, dividido en segmentos de 8 metros y separados entre ellos por juntas que sólo tienen tensión cuando el vehículo está en contacto, y es así como al paso del tranvía este obtiene la energía necesaria para moverse. De este modo, el peatón y automóviles pueden cruzar sobre las vías sin ningún riesgo. La activación o desactivación de dichos segmentos se realiza mediante comunicación por radiofrecuencia entre el tranvía y la infraestructura.

Su funcionamiento es simple, conforme avanza el tranvía se activa automáticamente un mecanismo de alimentación eléctrica al tercer riel, mediante señales de radio codificadas entre el tranvía y las instalaciones fijas. El convoy toma la corriente por medio de los patines de contacto situados bajo el convoy, de modo que siempre hay al menos un patín en contacto con el riel conductor, logrando con ello la toma de energía para el movimiento del tren.

**Figura 41. Sistema APS (Riel de contacto).**



*Tercer riel para el funcionamiento de los tranvías con tecnología APS.*

### V.2.2.2. Heavy Rail Transit HRT Metro.

Como tecnología de transporte ferroviaria con aplicación urbana, además de LRT, se tiene al HRT Metro. Es un sistema de transporte de pasajeros de mayor capacidad, se pueden configurar trenes de acuerdo con la demanda, pueden ser vehículos de 6, 7 o 9 vagones<sup>20</sup> dependiendo de los requerimientos del servicio. La alimentación de este transporte es eléctrica y pueden existir en cuanto al tipo de rodadura varios tipos, como férrea o férrea – neumática como el que se encuentra en servicio en la ciudad de México. La longitud de estos trenes va de 98 a 147 metros con capacidades desde 1,020 a los 1,530 pasajeros, dependiendo del número de vagones acoplados y el diseño de los vagones y su interior.

<sup>20</sup> SCT Metro (documento en línea) Disponible <http://www.metro.cdmx.gob.mx/operacion/index.html> (Consulta febrero 2016)

**Figura 42. Tecnología de transporte Metro**



*Fuente: SCT Metro.*

Estas dos tecnologías (LRT y HRT) son adaptables a servicios que se encuentran con demandas altas debido a la capacidad de las unidades, y pueden ser concebidos para proyecciones de demandas a largo plazo, aunque sus costos de construcción, instalación, y adquisición, son mayores comparados con los autobuses y trolebuses, son vehículos que en el largo plazo beneficia la movilidad urbana en las ciudades.

### V.2.3. Comparativo entre alternativas tecnológicas.

El mercado del transporte otorga una amplia gama de vehículos para elegir la que mejor se adapte a las necesidades de cada ciudad, en función de la demanda, el tipo de vía, los costos y el presupuesto que se tenga destinado para el transporte, los usos de suelo, entre otras. Se presentan numerosas combinaciones con características que engloban tanto los combustibles como las capacidades vehiculares, longitudes, tipo de rodamiento, peso y muchas otras características que configuran diferentes vehículos para cubrir las necesidades de cada ciudad. En el Cuadro 17 se pueden observar algunos tipos de vehículos y sus características que se encuentran disponibles en el ámbito urbano.

**Cuadro 17. Tipos de vehículo y características de interés.**

Características	Tipos de vehículos							
	Autobús			Trolebús			Trenes	
	Regular	Articulado	Biarticulado	Regular	Articulado	Biarticulado	Tren ligero	HRT Metro
Tecnología de direccionamiento del vehículo	Totalmente autónomo			Semiguiado *			Guiado	
Tecnología de soporte del vehículo	Neumáticos sobre sistema de pavimento urbano. Circula por lo general en Derechos de Vía tipo "C" Y "B"						Sistema de rueda y vía férrea convencional (LRT y HRT). Sistema de Neumáticos sobre vía férrea modificada (HRT) o pavimento (LRT) Circula en Derecho de Vía tipo "A" y tipo "B" en LRT	
Longitud** (m)	8, 9 10 11	18	24	12 15	18	25	30 31 40	98 147
Capacidad**(pas)	60, 70 80 90	160	240	100 136	160	240	378 221 289	1020 1530
Combustible	Gas Gasolina Diésel	Diésel	Diésel	Eléctrico				
Vida útil (años)	10			15			25	
Eficiencia energética	52%			75%			75%	
Costo (pesos)	1.5 a 3 millones	6 millones	7 a 9 millones	7.5 millones	13 millones	23 millones	72 millones	350 millones

Fuente: Elaboración propia.

\* Nota: Tecnología del tipo "semiguiado", porque requiere de una línea aérea para el suministro de energía; aunque su maniobrabilidad es prácticamente la misma que la de los autobuses de propulsión de fuentes térmicas.

\*\* Nota: Las capacidades vehiculares y las longitudes indicadas de los vehículos, se muestran en el orden correspondiente.

\*\*\* Nota: La vida útil puede prolongarse si existe una buena gestión en el mantenimiento de las unidades. Actualmente en la ciudad hay unidades con más de 40 años circulando.

De los servicios presentados en el Cuadro 17 cuál sería el óptimo para implementar en el sistema de transporte en el arco de estudio. Primero es necesario indicar aquellas unidades que cumplan con ciertos requisitos, como capacidades o tipo de tracción, para proponer y posteriormente con base en cálculos definir el más adecuado para satisfacer la demanda.

Antes de efectuar el análisis de cuál es la tecnología de transporte que ofrece el mejor desempeño para atender la demanda, es de interés particular, considerar el acuerdo suscrito por la CDMX y las 8 principales urbes de América Latina que se realizó en el primer foro latinoamericano de alcaldes y miembros del grupo de liderazgo climático<sup>21</sup>. En el cual se han comprometido a implementar en sus ciudades sistemas de transporte urbano movidos con energías no contaminantes, con el propósito de disminuir la contaminación ambiental la cual es tan preocupante a nivel mundial.

Por lo anterior se ha determinado que las alternativas de solución a evaluar en el eje de estudio se orientan a un transporte ecológico y amigable con el medio ambiente, es decir del tipo “Cero Emisiones”.

### **V.3. Selección de la tecnología más conveniente para integrar un nuevo sistema de transporte en el Eje 8 Sur.**

Siendo recurrente que en la ZMVM se registran elevados índices de contaminación atmosférica, esta investigación ha optado por la inclusión de tecnologías Cero Emisiones en su interior, la cual presenta múltiples beneficios en las zonas urbanas, porque en las ciudades localizadas en países desarrollados, son vanguardistas y han resultado ser eficientes y eficaces.

A continuación se describen algunas características que el transporte eléctrico proporciona.

- Silenciosos en el arranque y durante la operación de las unidades, por lo que no produce contaminación sonora o puede llegar a ser muy reducida.
- Marcha más suave y cómoda, debido a los bajos niveles de vibración que ofrece.
- Cero emisiones contaminantes a la atmosfera en el área urbana, y fuera de ella si se utilizan energías renovables para su generación (eólica, solar, hidráulica, geotérmica).
- Vida útil de más de 20 años.
- Pueden generar energía eléctrica a partir de la energía cinética cuando frenan o van cuesta abajo, característica denominada “frenado regenerativo”.
- Se puede prescindir de los combustibles fósiles para su funcionamiento, una materia prima limitada y que puede usarse para otras funciones también necesarias al exterior de las zonas urbanas altamente contaminadas
- La energía puede obtenerse de fuentes limpias renovables y no únicamente de la combustión de petróleo.



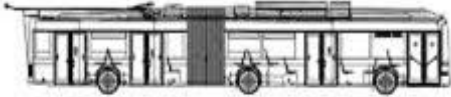


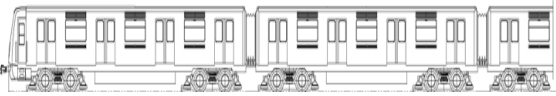
---

<sup>21</sup> Robles Castillo, Araceli. México entre los países latino americanos en utilizar transporte público ecológico. *Pasajero 7*,(53): Junio 2015

- Eficiencia energética del motor superior al 70% utilizada en la movilidad de la unidad.
- Mejora el atractivo económico de los centros urbanos, ya que atrae al turismo y por consecuencia una descarga económica en la zona.
- Los vehículos eléctricos no gastan más energía con carga adicional, como los vehículos de combustión.

Para la evaluación de unidades se contemplan los autobuses de baterías de alto rendimiento, trolebuses convencionales, trolebuses articulados y biarticulados, Tren Ligero y el Metro. En el Cuadro 18 se muestran los vehículos y sus capacidades vehiculares correspondientes.

**Cuadro 18. Vehículos posibles a evaluar para integrar un nuevo sistema de transporte.**

Unidad	Marca / Modelo	Capacidad (pasajeros)	Longitud (metros)	Imagen
Autobús Eléctrico de baterías	BYD K9	64	8	
Trolebús Regular	DINA Ridder E	100	12	
Trolebús Articulado	HESS	160	18	
Trolebús Biarticulado	HESS Ligh Tram	240	25	
Tren ligero* (mexicano)	Bombardier TE-95	378	30	
Metro **	Concarril, Bombardier, Alstom y CAF	1530 1020	147.6 98.4	

Fuente: Elaboración propia.

\* Nota: Este tipo de unidades se encuentran en operación actualmente en la única línea de tren ligero en la Ciudad de México, por ello se han seleccionado ya que la tecnología trabaja en muy buenas condiciones, el modelo es el TE-95 con capacidad para 378 pasajeros o TE-12 cap373

\*\* Nota: Se encuentran en operación actualmente en la Ciudad de México en las 12 líneas del Sistema Metro. un tren puede ser compuesto por 9 vagones con una longitud de 147.6 metros y capacidad de 1,530 pasajeros. Existe otra configuración de 6 vagones con una longitud de 98.4 metros y capacidad unitaria de 1,020. Una tercer configuración es de 7 vagones (solo en la línea 12) con longitud de 114.8 metros y capacidad de 1,475.

### V.3.1. Análisis de tecnologías para satisfacer la demanda. (Dimensionamiento).

De acuerdo con la descripción de los vehículos propuestos en la sección anterior, para integrar un nuevo sistema de transporte en la sección de estudio, será necesario calcular con base en la demanda, para cada vehículo mencionado en el Cuadro 18, el tiempo de recorrido, la longitud del servicio, el intervalo de paso y el número de unidades que se requieren para satisfacer la demanda obtenida en los registros de campo del Capítulo IV. Estos datos son muy importantes para definir cuál es la unidad más conveniente a incluir en el corredor Cero Emisiones y establecer el servicio óptimo para la sección correspondiente al Eje 8 sur.

Para poder realizarlo, es necesario conocer las condiciones operativas de la vía mediante la recopilación de información que se realizó en estudios anteriores y que se presenta en el Cuadro 19, a continuación se describe cada una de ellas:

- Longitud total de la ruta ( $L_T$ ): es la medida del desarrollo completo del recorrido (ida y vuelta) se mide en metros o kilómetros.
- Volumen de Proyecto, hora de máxima demanda ( $V_p$  (HMD)): es la mayor cantidad de pasajeros registrados en una parada o sección durante una hora.
- Tiempo en terminales ( $T_t$ ). Tiempo invertido para limpieza o aspectos generales en los cierres de circuito o final del recorrido.
- Tiempo de recorrido ( $T_r$ ): Tiempo que se invierte en recorrer un sentido de la ruta.
- Tiempo de ciclo ( $T_v$ ): Sumatoria del tiempo de terminales y el tiempo de recorrido de cada sentido.
- Capacidad de la unidad (CU). Número de pasajeros que cada unidad puede llevar a bordo.

Se puede efectuar el análisis y cálculos para la obtención de la cantidad de unidades necesarias para la operación satisfactoria en el Eje 8 Sur en el arco de estudio. A continuación, se explica el procedimiento para efectuar los cálculos y obtener los resultados que el Cuadro 20 presenta:

#### i. Cálculo de la Frecuencia de Operación.

Número de unidades que pasaran por la ruta en una hora, para efectuar este cálculo, es necesario hacer uso de la siguiente fórmula:

$$F_o = V_p(HMD)/CU$$

Dónde:

**F<sub>o</sub>** = Frecuencia de operación [veh/h]

**V<sub>p</sub>(HMD)** = Volumen en Hora de Máxima Demanda [pas/hr-sentido]

**CU** = Capacidad de la unidad o vehículo propuesto [pas/veh]

## ii. Cálculo del Intervalo.

Es la porción del tiempo entre dos salidas sucesivas de los vehículos del sistema de transporte, en este caso se hace uso de lo siguiente:

$$i = 60/Fo$$

Dónde:

**i** = intervalo [min]

**60** = factor de conversión de minutos a horas

**Fo** = Frecuencia de operación [veh/h]

## iii. Cálculo de Capacidad de Línea.

Numero de espacios ofrecidos por la ruta en una hora, se aplica la siguiente fórmula:

$$C = CUx Fo$$

Dónde:

**C** = Capacidad de línea [pas/hora]

**CU** = Capacidad de la unidad o vehículo propuesto [pas/veh]

**Fo** = Frecuencia de Operación [veh/h]

## iv. Cálculo del Tiempo de Ciclo.

Tiempo total invertido en el recorrido y tiempos de terminal. Para obtener este dato es necesario hacer uso de lo siguiente:

$$tc = tt + tr_{c-s} + tt_2 + tr_{s-c}$$

Dónde:

**tc** = tiempo de ciclo [min]

**tr<sub>c-s</sub>** = tiempo de recorrido de Constitución de 1917 a Santa Martha [min]

**tr<sub>s-c</sub>** = tiempo de recorrido de Santa Martha a Constitución de 1917 [min]

**tt** = tiempo en terminales [min]. Se propone un estándar de 5 minutos por terminal, para maniobras y limpieza de unidades

El tiempo de recorrido se obtuvo conforme a lo obtenido en el estudio "Tiempos de Recorrido y Demoras". A continuación se procede a obtener el número de unidades necesarias para operar la vía.

## iv. Cálculo del número neto de vehículos.

Este valor se obtiene haciendo uso de lo que a continuación se muestra en la siguiente fórmula:

$$Nn = Tv * Fo$$

Dónde:

**Nn** = Número neto de vehículos [veh]

**Tv** = Tiempo de ciclo expresado en horas [hr]

**Fo** = Frecuencia de operación [veh/h]

Para la incorporación del corredor se propone eliminar el servicio de transporte de superficie que opera actualmente en la ruta por lo que el volumen de proyecto se establece en 12,348 pasajeros/hora (Cuadro 19). Para cada vehículo propuesto en el Cuadro 18 (pag. 89) se realizan los cálculos anteriormente descritos, y los resultados se aprecian en el Cuadro 20 en el cual es necesario aclarar que contiene los resultados del cálculo directo es decir sin ajuste de datos.

**Cuadro 19. Datos operativos del Eje 8 Sur.**

Longitud de la ruta en una dirección	<b>Lr</b>	8.1	km
Volumen de proyecto HMD	<b>Vp</b>	12,348	pas/h
Tiempo en terminales	<b>Tt</b>	5	min
Tiempo de recorrido	<b>Tr</b>	35	min
Tiempo de ciclo	<b>Tv</b>	80	min

**Cuadro 20. Cálculo directo de los parámetros de la operación para cada tecnología vehicular.**

		Autobús	Trolebús	Trolebús articulado	Trolebús biarticulado	Tren ligero	Metro (6vags)	Metro (9vags)
Capacidad de unidad (pasajeros)	<b>CU</b>	65	100	160	240	378	1,020	1,530
Frecuencia operación (veh/hr)	<b>Fo</b>	189.97	123.5	77.2	51.5	32.7	12.1	8.1
Intervalo (minutos)	<b>i</b>	Menor a 1 minuto			1.17 min	1.837 min	4.95 min	7.43 min
Capacidad de Línea	<b>C</b>	12, 348						
Número neto vehículos (unidades)	<b>Nn</b>	253	165	103	69	44	16	11

Fuente: Elaboración propia.

En términos operativos y como se menciona en los 30 puntos clave del transporte, el transporte es indivisible y se presenta una inversión escalonada con respecto a su capacidad. No es posible comprar dos y medio vehículos por lo que se compran tres o dos vehículos y esta decisión afecta la inversión, la capacidad y el nivel de servicio del transporte. La inversión se ve afectada y la decisión de adquirir unidades se vuelve un desafío, ya que "si se reduce la inversión, nuestro nivel de servicio puede no ser competitivo. Si se hace una sobre inversión, los niveles de servicio estarán bien, pero los costos serán elevados y las tarifas no serán competitivas"<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Sussman, Joseph. Introducción a los sistemas de transporte. SITESA (2006).

Por esta razón, se presenta un segundo cuadro de resultados ajustado, para tener un número de utilidad real en la operación del transporte.

**Cuadro 21. Cálculo (ajustado) de los parámetros de operación para cada tecnología vehicular.**

		Autobús	Trolebús	Trolebús articulado	Trolebús biarticulado	Tren ligero	Metro (6vags)	Metro (9vags)
Capacidad de unidad (pasajeros)	CU	65	100	160	240	378	1,020	1,530
Frecuencia operación (veh/hr)	Fo	190	124	78	60	40	12	8
Intervalo (minutos)	i	Menor a 1 minuto			1 min	1.5 min	5 min	7.5 min
Capacidad de Línea (pas*veh/hr)	C	12,350	12,400	12,428	14,400	15,120	12,240	12,240
Coficiente Vp/C (%)		100			86	81	100	100
Número neto vehículos (unidades)	Nn	253	165	104	80	52	17	11

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en el cuadro anterior, la mayoría de las tecnologías no guiadas, requieren de un intervalo de paso menor a un minuto, lo cual se considera un intervalo inaceptable y poco factible de implementación en la realidad, ya que las unidades se encontrarían una detrás de la otra como en un tipo convoy, entorpeciendo la operación del servicio. Escasamente el trolebús biarticulado, se ajustaría a una frecuencia de 60 vehículos por hora con un intervalo de paso de un minuto para poder atender la demanda

De cualquier forma, para estas tecnologías el número de unidades necesarias para satisfacer la demanda es alto, ocasionando aglomeraciones de vehículos en las estaciones y terminales e incluso ocasionando accidentes por la cercanía que se pudiera presentar entre las unidades. Se puede ver que el cociente que resulta de comparar el volumen de demanda y la capacidad de línea ofrecida está al 100% es decir la oferta  $\leq$  demanda.

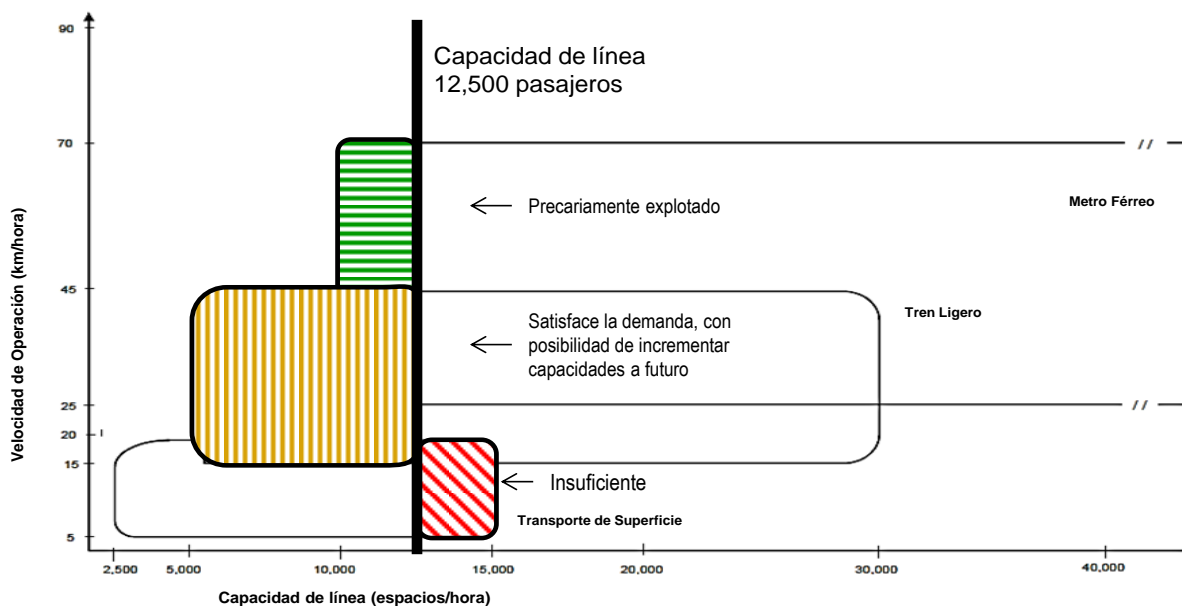
Con respecto al Trolebús Biarticulado el intervalo de paso es de un minuto, sin embargo el número de unidades es grande. Considerando la oferta de transporte (capacidad de línea) de 14,400 pasajeros/hora y teniendo que la demanda es de 12,348 pasajeros/hora, este servicio sería poco conveniente debido a que se alcanzaría muy pronto su capacidad máxima, por que la oferta es casi igual a la demanda ( $14,400 \approx 12,348$ ); sí cumple con los aspectos mínimos requeridos pero considerando que la demanda en cambiante la planeación a futuro es poco viable. Un transporte que llega a su capacidad de línea deteriora dramáticamente el nivel de servicio.

El Tren Ligero presenta un intervalo de 1.5 minutos, que es un parámetro factible para la operación del servicio, considerando que los tiempos de espera en las paradas no son largos para los usuarios. A futuro, el intervalo puede ser aún ajustable ante el un incremento de la demanda. El número de unidades es reducido en comparación con otros vehículos, por lo que al parecer esta sería una opción muy conveniente para incorporar un nuevo servicio de transporte en el Eje 8 Sur. La capacidad de línea con respecto a la máxima demanda en la vía se encuentra al 81% teniendo un 19% de holgura para alcanzar una mayor capacidad. Incluso si se propone acoplar una unidad vehicular más, la capacidad y el nivel de servicio aumentan considerablemente.

Tanto el Metro de 6 vagones como el de 9 vagones presentan intervalos de 5 y 7.5 minutos respectivamente, pueden ser opciones poco viables, debido a los intervalos tan amplios que se pueden llegar a tener en la operación. Enfocados en el nivel de servicio, la comodidad y confiabilidad para el usuario; el hecho de que se espere en una parada un servicio por 5 minutos o más es dificultoso, considerando que el usuario percibe mayores tiempos de lo que realmente ha transcurrido, por lo que la opción de proponer el Metro como sistema de transporte es de menor viabilidad.

En la figura 43, se observa cuál de las tecnologías de transportación es la más conveniente para satisfacer la demanda de 12,348 pasajeros. Se ha considerado un gráfico del Dr. Vukan R. Vuchic, en la cual define el vehículo adecuado para cierto número de pasajeros por hora en el corredor. En el gráfico se observa una línea vertical que indica el Volumen de Proyecto, el cual se encuentra ajustado a 12,500 pasajeros para una mejor distinción. Esta línea se localiza dentro del recuadro correspondiente al Transporte de Superficie, Tren Ligero y Metro.

**Figura 43. Selección de tecnología de transportación de acuerdo a la capacidad de línea.**



Fuente: Elaboración propia, adoptado del gráfico de Dr. Vuchic.

En cuanto al transporte de superficie se distingue que no es suficiente, pues está muy próxima de su máxima capacidad de línea, si se llegase a considerar proyectar un servicio con estas características, alcanzaría muy pronto la saturación del servicio y con ello un bajo desempeño, provocando intervalos muy reducidos, accidentes y aglomeraciones tanto de pasajeros como de unidades vehiculares.

Con respecto al transporte férreo (Metro), considerar esta tecnología de transportación es de igual manera poco viable, debido a que está muy por debajo de la media, esto también trae como consecuencias intervalos muy altos, quizá por arriba de los cinco minutos, aunque se podrían adquirir y utilizar un número menor de unidades de gran capacidad, estos estarían precariamente explotados.

En el gráfico se aprecia que en lo que respecta al Tren Ligero, garantiza una capacidad superior que la del sistema de transporte de superficie; la demanda se localiza en un cuarto de su capacidad presentando una holgura aceptable, es una opción viable ya que satisface de manera eficiente la demanda registrada en el área de estudio, si se considera una proyección a futuro presenta posibilidades de ampliación y ajuste del intervalo de paso.

De acuerdo con los argumentos anteriores, la alternativa más recomendable es el Tren Ligero LRT, el cual presenta para el caso de estudio de la demanda ajustada un intervalo de paso de un minuto y medio, bastante aceptable para la operación con una frecuencia de paso de 40 unidades por hora. Con el tiempo puede ser ajustada la frecuencia y el intervalo, con el fin de incrementar la capacidad de línea si en algún momento se incrementa la demanda.

### **V.3.2. Propuesta para el nuevo corredor de Transporte Público.**

Como se mencionó en el punto anterior se considera la introducción de un Corredor de Transporte Público tipo Tren Ligero LRT con una tecnología similar al del Tren Ligero del Servicio de Transportes eléctricos.

Este sistema presenta varias ventajas, que lo hacen atractivo para poder implementarlo en el área de estudio, cubriendo las necesidades operacionales que la vía de estudio presenta actualmente. Con la propuesta de este servicio se puede llegar a disminuir el tiempo de traslado de los usuarios y satisfacer de mejor manera los aspectos no físicos de la operación como la seguridad, la confiabilidad y el confort, mejorando las condiciones de vida de la población que haga uso del servicio.

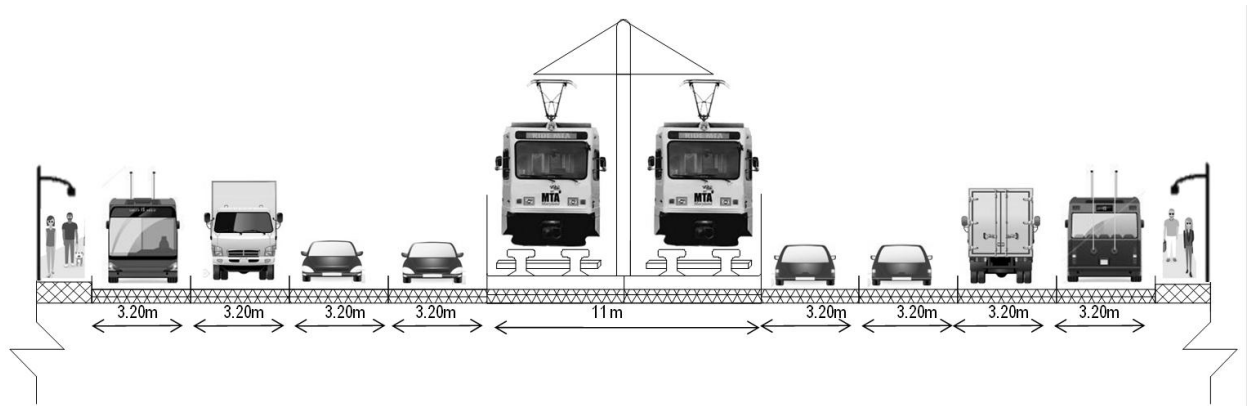
Así también esta propuesta permite una expansión del servicio a futuro, de acuerdo con el Sr. Rómulo Delgadillo Jefe de mantenimiento en STE del Tren Ligero de la Ciudad de México, que hace hincapié en que se han realizado pruebas acoplando 4 carros, este ensamble trabaja de manera estable y sin esfuerzos de las máquinas, teniendo una gran ventaja de poder incrementar la capacidad del servicio, en caso de existir a largo plazo un incremento poblacional o el cambio de usos de suelo en la zona y de los puntos de interés.

El corredor Cero Emisiones propuesto tendría un Derecho de Vía tipo “B” o tipo “A”, por lo que en este sentido se consideran dos alternativas, de las cuales se realizará una comparación para determinar el impacto positivo que tendrían.

1. **Alternativa 1.** El corredor se localiza a nivel de superficie, considerado un Derecho de vía tipo “B” con cruces a nivel en las intersecciones de mayor relevancia para la zona.
2. **Alternativa 2.** El corredor se dispone en una infraestructura elevada, circulando en un Derecho de Vía tipo “A”, disminuyendo los tiempos de traslado y brindando mayor seguridad a los usuarios.

A continuación se aprecia el diseño de ambas propuestas, que podrían adecuarse al proyecto en el Eje 8 Sur.

**Figura 44. Alternativa N°1 del Corredor de Transporte, Derecho de Vía tipo “B”.**

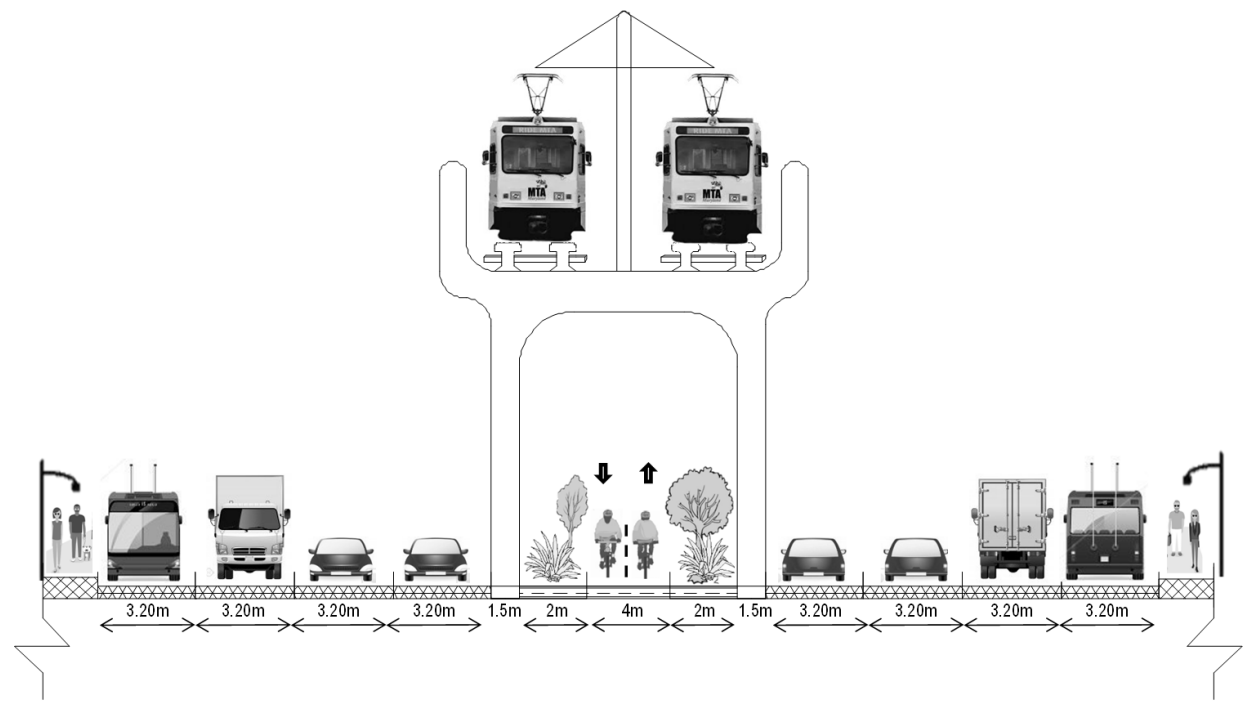


*Fuente: Elaboración propia.*

La propuesta que contempla el servicio de transporte a nivel de superficie, comprende cuatro carriles de circulación por sentido, con un ancho de carril de 3.2 metros cada uno. En la parte central de la calzada se localizaría el sistema de transporte con aproximadamente 11 metros de ancho en los tramos de interestación; requiriendo un espacio mayor en aquellas áreas donde se localicen las estaciones.

El ingreso a las estaciones se realizaría a nivel de superficie y se adecuaría la zona para incluir una accesibilidad universal, integrando señalización de cruce peatonal y semáforos, que garanticen la seguridad de todos los usuarios.

Figura 45. Alternativa N°2 del Corredor de Transporte, Derecho de Vía tipo "A".



Fuente: Elaboración propia.

La segunda alternativa, mostrada en la figura 45, contempla una vía elevada para alojar el sistema LRT, la calzada conserva cuatro carriles por sentido de circulación, con 3.40 metros de ancho para cada uno. El sistema se encuentra elevado y las columnas se ubican en las orillas dejando una sección tipo túnel por debajo del sistema. Esto permite integrar por debajo del corredor de transporte algunas áreas verdes e incluso espacios para recreación, de igual forma se incluye dentro del diseño una ciclovia de dos sentidos la cual presenta un ancho de 4 metros aproximadamente.

Esta alternativa, permite los pasos a nivel de la población y la intersección de las vías transversales con el Eje 8 Sur se conservan de manera natural, de igual forma el área para las estaciones no presenta inconvenientes ya que al ser elevado el espacio ocupado para ellas no afecta la circulación, aunque sí podrían afectarse algunos predios en el área por la introducción de estaciones; en las cuales sería necesaria la colocación de escaleras y elevadores para cubrir la accesibilidad universal en el servicio.

A continuación se establecen en el Cuadro 22 un comparativo de algunos puntos a evaluar, para decidir cuál propuesta sería la más adecuada para integrar en la zona de estudio en el Corredor Cero Emisiones en el Eje 8 Sur.

**Cuadro 22. Comparativo de propuesta de transporte.**

<b>Comparativa de propuestas del sistema de transporte.</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Propuesta LRT a nivel</b>	<b>Propuesta LRT elevado</b>
<b>Tipo de vía</b>	Derecho de vía tipo B, interferencia con vehículos y peatones	Derecho de vía tipo A ninguna interferencia de vehículos y peatones
<b>Vehículo</b>	Tren articulado de rodadura férrea, ruedas de acero, sistema de frenado regenerativo y alimentación aérea por catenaria	
<b>Combustible</b>	Energía eléctrica,	
<b>Capacidad</b>	380 pasajeros capacidad máxima	
<b>Confiabilidad</b>	Demoras por cruces vehiculares y posibilidad de interferencias peatonales a lo largo de su ruta	Disminución del tiempo de recorrido, porque no se consideran las demoras por cruces peatonales
<b>Comunicación</b>	La comunicación e identidad de la población se ve segmentada por una barrera física que aloja al tren, dividiendo a la población incidiendo en un posible incremento de inseguridad.	Los peatones, automóviles y transporte público de superficie pueden cruzar libremente en los espacios destinados para ello sin interrupciones.
<b>Accesibilidad</b>	Los accesos a las estaciones son a nivel de superficie, ofreciendo una mejor accesibilidad para aquellas personas vulnerables y de capacidades diferentes.	Los accesos a la estación se vuelven complicados porque es necesaria la circulación por escaleras. Para las personas vulnerables es necesaria la instalación de elevadores y esto incrementa el costo de construcción.
<b>Seguridad</b>	Posibilidades de accidentabilidad alta por la existencia de intersecciones de peatones y automóviles. Por lo que respecta a delincuencia es seguro al control de acceso en estaciones y elementos de seguridad establecidos.	Posibilidades de accidentabilidad menor por la supresión de intersecciones a nivel De igual manera en cuanto a delincuencia muy seguro por los elementos de seguridad establecidos.
<b>Infraestructura</b>	Colocación de puentes peatonales para cruzar la vialidad, y de pasos a desnivel o puentes vehiculares para el cruce de vehículos particularmente en los ejes viales.	Construcción de infraestructura elevada para el sistema y las estaciones con servicios para personas con capacidades diferentes, como escaleras eléctricas y elevadores.
<b>Impacto urbano</b>	Barrera longitudinal de concreto y malla a lo largo de la ruta para proteger al sistema, otorgando seguridad al tránsito de trenes e impidiendo el paso y la visibilidad hacia cada lado de la calzada.	La visibilidad hacia cada lado de la calzada es permitida. La parte baja donde se aloja la vía puede ser utilizada para áreas verdes, de recreación o deportes, dando un impacto urbano positivo a la zona y mejorando la calidad de vida de la población.
<b>Núm. de vehículos</b>	52 vehículos	40 vehículos
<b>Vel. Comercial</b>	14 KM/H	20 KM/H
<b>Tiempo recorrido</b>	35 minutos	25 minutos

Fuente: Elaboración propia.

#### V.4. Implementación de transporte.

Considerando las condiciones que actualmente el Gobierno de la CDMX ha integrado en la Ley de Movilidad, para brindar un sistema de transporte integral que sea finalmente el complemento entre los diferentes modos de transporte existentes en la ciudad, operando en carriles exclusivos y ofreciendo una movilidad y accesibilidad universal, se propone lo siguiente.

Para mejorar la movilidad en la delegación Iztapalapa, se requiere la implementación de un corredor de transporte bajo el concepto Cero Emisiones con tecnología de transporte guiado y eléctrico denominado Tren Ligero LRT; haciendo uso de un Derecho de Vía tipo “A”, es decir, completamente segregado del tránsito vehicular, al sugerirse la construcción de un viaducto elevado. De esta manera el tiempo de recorrido disminuye, en virtud de que las intersecciones a nivel quedan eliminadas y por ende, el tiempo invertido para detener la marcha del tren en cada intersección, permitiendo así reducir los tiempos de traslado.

Para la implementación de esta propuesta, se requiere el completo reemplazo del actual servicio de transporte público de superficie. Estableciendo un sistema complementario al del tren ligero LRT elevado, que cumpla las funciones de alimentador. Este sistema será integrado a la operación del LRT efectuando las adecuaciones viales para su tránsito, las homologaciones correspondientes en los planes operativos y la renovación de parque vehicular, considerando el mismo concepto de Cero emisiones para este servicio alimentador.

El nuevo Corredor de Transporte Cero Emisiones se contempla bajo los siguientes parámetros de operación:

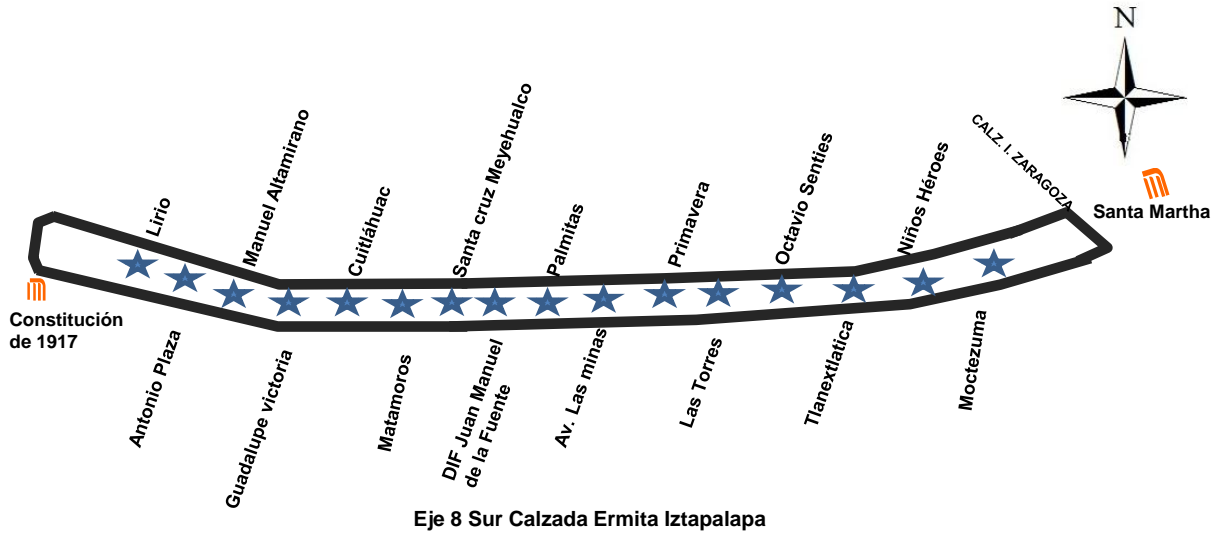
**Cuadro 23. Parámetros de Operación del Nuevo Corredor.**

<b>Longitud de la ruta en una dirección</b>	<b>Lr</b>	8.1	km
<b>Volumen de proyecto HMD</b>	<b>Vp</b>	12,348	pax/hr
<b>Tiempo en terminales</b>	<b>Tt</b>	5	min
<b>Tiempo de recorrido</b>	<b>Tr</b>	25	min
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>Tv</b>	60	min
<b>Capacidad de unidad</b>	<b>CU</b>	378	pas
<b>Frecuencia operación</b>	<b>Fo</b>	40	veh/hr
<b>Intervalo</b>	<b>i</b>	1.5	min
<b>Número neto vehículos</b>	<b>Nn</b>	40	vehículos

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar y cumplir con lo establecido en la ley de movilidad se ajustan las estaciones para el Corredor de Transporte Público. Las estaciones analizadas en el Capítulo IV, se han integrado a manera que pueda operar el servicio del corredor de transporte propuesto, para ello fue necesaria la homologación de éstas. De manera que el sistema contempla 16 estaciones y 2 terminales con una distancia de entre de 300 a 600 metros cada una. En la siguiente figura se establecen las estaciones propuestas en el corredor.

**Figura 46. Estaciones del Corredor de Transporte en Eje 8 Sur.**



Fuente: Elaboración propia, con base en información de campo.

En la siguiente tabla se muestra de manera más específica la distancia entre cada estación.

**Cuadro 24. Distancia entre estaciones para el nuevo corredor de transporte.**

	Estación	Distancia		Estación	Distancia
1	Terminal Metro Constitución de 1917		10	Palmitas	540
2	Lirio	600	11	Av. De las minas	500
3	Antonio Plaza	670	12	Primavera	590
4	Manuel Altamirano	506	13	Las Torres	372
5	Guadalupe Victoria	443	14	Octavio Senties	394
6	Cuitláhuac	320	15	Tlanextlatlaca	327
7	Matamoros	490	16	Niños Héroes	450
8	Santa Cruz Meyehualco	360	17	Moctezuma	450
9	Justo Sierra (DIF. Juan M. de la Fuente)	300	18	Terminal Metro Santa Martha	785

## Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.

### VI.1. Conclusiones.

El desarrollo histórico del sistema de transporte en la Ciudad de México, no ha sido armónico con la evolución de su sistema de vialidades, donde en general se ha privilegiado al transporte particular. El sistema de ejes viales fue la primera infraestructura que otorga un servicio exclusivo y preferencial para el transporte público, sin embargo no se explotaron de la manera en que fueron concebidos y con el tiempo, no cumplieron su función. Estas vialidades debían haber sido utilizadas por el transporte público como una red complementaria del STC Metro. Sin embargo, dentro del sistema de transporte urbano persisten desarticulaciones entre los subsistemas que lo componen, incluso una inaccesibilidad e ineficiencia, ocasionando con ello prolongados tiempos de traslado, contaminación ambiental, exclusión social e impactos negativos en materia económica y social.

La deficiencia proviene de origen desde la estructura normativa en materia de transporte, por lo que es importante iniciar el cambio de trabajo en las organizaciones, a través de la introducción del concepto de “corredor”; sin embargo, aunque administrativamente ocurra la transición de personas físicas a personas morales, los hábitos de operación de estas organizaciones deben de ser de igual forma eliminados para mejorar la movilidad de la ciudad.

La delegación Iztapalapa es la más poblada de la Ciudad de México con más de 1,800,000 habitantes, y se presentan problemáticas viales, de transporte, salud, seguridad y educación entre otros. El Eje 8 Sur, cruza de poniente a oriente la delegación y ha sido de interés para la presente tesis, porque ofrece un trazo sobre el cual se atiende un importante volumen de viajes, pese a que los elementos que debían distinguirlo como eje vial se ven completamente excluidos. El problema se agudiza aún más con el tipo de servicio de transporte público concesionado que se ofrece, al ser esencialmente atendido por medio de la estructura hombre – camión, característico por la riesgosa y deficiente conducción, la falta de organización y planeación en la operación del servicio. Esto contribuye en los bajos niveles de servicio de las vialidades, impidiendo circulaciones constantes y reduciendo la velocidad de flujo de vehículos. Esto hace evidente la necesidad de modernizar y realizar cambios en el transporte, pues es una vía de gran importancia para la conexión de la periferia con la zona centro, y el hecho que el transporte público bajo el esquema hombre – camión sea el que predomine resulta de importancia para estudio.

El Eje 8 Sur se estudió ampliamente, realizándose diferentes estudios de transporte con el objetivo de obtener datos que permiten sustentar la propuesta de un nuevo sistema de transporte en la zona. Se realizaron estudios como el de tiempos de recorrido y demoras, ascenso y descenso, frecuencia de paso y carga vehicular y encuestas Origen – Destino, para obtener datos palpables de la situación en la que se encuentra esta área. Los resultados de los estudios indican que el volumen de demanda es de 12,348 pasajeros por hora – sentido siendo la hora crítica de 7:15 y 8:15 de la mañana. El nuevo corredor deberá atender 285,618 pasajeros, ofreciendo un tiempo de recorrido entre las estaciones terminales de 35 minutos.

Se evaluaron diferentes tecnologías de transporte eléctrico, con el fin de tener vehículos que no contaminen la zona urbana, con una administración y operación ordenada, circulando en carriles confinados, apegándose a las características y requerimientos establecidos en la nueva Ley de Movilidad de la Ciudad de México. Las tecnologías evaluadas fueron autobús de baterías, trolebús, trolebús articulado, trolebús biarticulado, tren ligero y metro. Para el análisis se consideró una longitud de 8.1 km y un tiempo de recorrido de 35 minutos desde el Metro Constitución de 1917 hasta el Metro Santa Martha, y una demanda 12,348 pasajeros considerando la completa eliminación del servicio de superficie. Las evaluaciones se realizaron por igual para cada uno de los vehículos estudiados hasta determinar el más conveniente para el proyecto.

Finalmente, los resultados de la evaluación sugieren que el nuevo corredor de transporte deberá operar con un sistema de tranvías moderno denominado “LRT Light Rapid Transit – Tren Ligero”. Es un sistema de alta capacidad de transportación que operaría en un derecho de vía tipo “A”, completamente segregado del tránsito vehicular, sobre un viaducto elevado, por debajo del cual podría incluirse una ciclovía, áreas verdes y de recreación. Para la operación del nuevo servicio se requieren 40 unidades del mismo tipo que el tren ligero que circula de Taxqueña a Xochimilco, con un intervalo de paso de 1.5 minutos y una frecuencia de 40 unidades por hora, efectuando un tiempo de recorrido de 25 minutos, satisfaciendo de la mejor manera las exigencias y necesidades de la población. El proyecto contempla la ubicación de 16 estaciones y dos terminales, con una longitud de separación entre 300 y 600 metros.

Es un sistema que además de aportar orden en la delegación más poblada de la Ciudad de México, es amigable con el medio ambiente, ofreciendo nulos índices de contaminación atmosférica locales y mejoras en la calidad del aire. Además de realzar la estética de la zona y mejorar las condiciones del transporte y movilidad, es escalable en el tiempo porque podría incrementar su capacidad de línea máxima en caso de ser requerido. Este proyecto permitiría dar continuidad al flujo natural de la vía, pues comunica la terminal Constitución de 1917 de la Línea 8 con la estación Santa Marta de la Línea A, ampliando las opciones de transporte de la población en esta zona del oriente de la ciudad.

Incluir en las ciudades un sistema de transporte que satisfaga las necesidades de movilidad de la población y la conexión del centro con la periferia de la metrópoli, es un desafío muy amplio para los gobiernos y debe ser un factor primordial a tratar. Para la población moverse no está limitado en puntos administrativos, delegacionales o municipales; por ello las integraciones y soluciones en cuanto a transporte deben ser de manea integral, de alta capacidad, suficientes y eficientes para cubrir una primera necesidad poblacional.

Es importante que las administraciones gubernamentales inviertan en tecnologías de transportación de tipo eléctrico. Estos servicios son opciones para incluir en las ciudades, porque ofrecen capacidades vehiculares elevadas y no emiten CO2 ni gases de combustión en las áreas locales. Esto es de suma relevancia ya que en la ciudad se presentan grandes índices de contaminantes por el número tan elevado de vehículos automotores que circulan. Es de vital

importancia indicar y hacerle hincapié al gobierno sobre los benéficos que trae consigo modernizar el transporte público, en cuanto al cambio tecnológico, pasando del consumo de energía del petróleo al consumo de energía eléctrica, con capacidades mayores como lo es el LRT – Tren Ligero o HRT – Metro en una mega ciudad tan contaminada como la de México. Teniendo mejores beneficios para considerar esta ciudad como “una ciudad de vanguardia”, de manera que sea sustentable, accesible, cómodo e integral, otorgando calidad de vida para la población tal y como se establece en las actuales leyes.

## **VI.2. Recomendaciones**

Para la implementación de propuesta del nuevo servicio de Tranvía en el Eje 8 Sur, se recomienda lo siguiente:

- i. La corrección del trazo vial en la sección de estudio, como las delimitaciones de los carriles y el uso de carriles para el transporte público de superficie, la renovación del sistema de banquetas. La instalación de señalamiento vertical y horizontal en todo el eje, delimitando claramente los pasos peatonales y aceras, límites de velocidad e información al público. De igual forma la implementación de un sistema adecuado de semaforización para lograr un buen flujo de vehículos y peatones, que presentan la misma prioridad dentro de la ciudad.
- ii. Incluir una red de ciclovía para alimentar al servicio de LRT y completar los viajes, de igual forma integrar el servicio de Eco Bici y bici estacionamientos.
- iii. Para el transporte alimentador del servicio y aquéllos servicios que necesiten hacer uso de la vía en algunas secciones, es necesario exigir el uso del carril correspondiente al transporte que se destinará para ello. De igual forma, se exhorta a las instituciones correspondientes en materia de transporte que se apliquen las sanciones correspondientes en caso de existir incumplimiento de las condiciones de uso de la vía o de las leyes.
- iv. La implementación de sistemas de información en tiempo real, que indiquen a los usuarios el tiempo de arribo de las unidades a las estaciones. También homologar la forma de pago del servicio con otros sistemas de transporte, por medio de la tarjeta multimodal.
- v. Realizar estudios viales de ingeniería de tránsito, para coordinar las fases semaforicas, las cuales son de vital importancia para que el desempeño de una vialidad tenga un nivel de servicio adecuado que conlleve a una producción de emisiones contaminantes bajas mejorando las velocidades y los bloqueos por congestionamientos viales.
- vi. Por último la construcción de estaciones debe ser con una visión de futuro, se recomienda que se construyan con longitudes más amplias de aproximadamente 90 metros, por si en el futuro la demanda del servicio se incrementara, y es necesario el cambio de configuraciones vehiculares incrementando la capacidad de línea del servicio.

En caso de llegar a ponerse en marcha este proyecto es necesario realizar una actualización y ampliación de los estudios de transporte, ésto derivado de la antigüedad de los datos y además que la demanda es cambiante así como la población va creciendo y las exigencias que ésta tiene hoy no serán las mismas a las evaluadas en un futuro. De igual manera, se requiere realizar un arduo trabajo para establecer los puntos preferentes para la ubicación de estaciones, aunque en el trabajo se mencionan de manera general las ubicaciones, es necesaria una evaluación más amplia para precisar su localización, puntos de interés y opiniones públicas, así como áreas adecuadas para su desarrollo.

La investigación da pauta a futuros temas de tesis, las cuales no fueron parte de los objetivos de la presente, entre las que se podría destacar la realización de una integración financiera del proyecto integrando aspectos de adquisición de equipos, construcción, operación y mantenimiento, de igual forma un análisis profundo del impacto ecológico y urbano al implementar este sistema, y el diseño estructural de la línea y ubicación exacta de estaciones contemplando radios de giro y pendientes.

## Bibliografías y Referencias

- 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.
- Cal y Mayor, R. *Ingeniería de Tránsito: Estudios y Aplicaciones*. Alfaomega, 7° (ed).
- Delgado, J. (1990). "De los anillos a la segregación. La Ciudad de México, 1959-1987", *Estudios Demográficos y Urbanos*.5, (2): 237-274.
- Departamento del Distrito Federal. (n.d.). *15 Ejes Viales: su trazo, su uso y su identidad*. México, D.F
- Sobrino, J. (1993). *Gobierno y Administración Metropolitana y Regional*. Instituto Nacional de Administración Pública. INAP.
- La Guerra del Centavo. [Film] Película dirigida por Ciro Durán. Bogotá, Producciones Cinematográficas Uno Ltda. (1985).
- Ley de Movilidad del Distrito Federal. Asamblea Legislativa del Distrito Federal. México D.F. 14 de julio 2014.
- Lozada, G. (2014). Iztapalapa la bella. *Relatos e Historias en México*. (75):18-22.
- Molinero Molinero, Á. (1997). *Transporte público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. 4° (ed)
- Programa Integral de Movilidad CDMX 2013-2018.
- Robles Castillo, A (2015). México entre los países latino americanos en utilizar transporte público ecológico. *Pasajero* 7. (53).
- Sussman, Joseph. (2006). *Introducción a los sistemas de transporte*. SITESA Versión en español.
- SEDESOL, CONAPO, INEGI (2003). *Delimitación de zonas metropolitanas de México*. INEGI
- Vuchic, V. (1981). *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall.

### Mesografía.

- Autobuses y camiones. Blogspot. [en línea]. Recuperado en marzo 2016 de <http://autobusesycamiones.blogspot.mx/2015/03/camiones-distrito-federal-128-red-de.html>
- Constructora y Auxiliar de Ferrocarriles. Recuperado en Marzo 2016 de <http://www.caf.net/es/ecocaf/nuevas-soluciones/tranvia-acr.php>
- Ejes viales del DF: mapas, listado y alcances. (2013). [en línea]. Recuperado en enero 2015 de <http://www.movimet.com/2013/02/la-cd-de-mexico-df-origen-de-ejes-viales/>

- 
- Elementos técnicos Trolebús articulado. [en línea] Recuperado en diciembre 2015 de <http://www.hess-ag.ch/en/busse/trolleybusse/ligtram.php>
  - Fotoblog de tranvías. [en línea] Recuperado en octubre de 2014 de <http://www.fotolog.com/pablocuchis3902>.
  - Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. [en línea]. Recuperado en junio 2014 de <http://www.inegi.org.mx>
  - Mexicomaxico (2004). *Tranvías de la Ciudad de México, 1900-1971*. [en línea]. Recuperado en octubre de 2014 de <http://www.mexicomaxico.org/Tranvias/TRANVIAS.htm>.
  - Milenio. Ponen en marcha 4 nuevas unidades del Tren Ligero. [en línea]. Recuperado en septiembre 2016 de [http://www.milenio.com/df/Tren\\_Ligero\\_cuatro\\_trenes-Mancera\\_DF\\_Tren\\_Ligero-Mancera\\_PRD\\_DF\\_0\\_482351853.html](http://www.milenio.com/df/Tren_Ligero_cuatro_trenes-Mancera_DF_Tren_Ligero-Mancera_PRD_DF_0_482351853.html)
  - Motor a diésel. Presentación Trolebús dina. [en línea]. Recuperado en enero 2016 de <http://motoradiesel.com.mx/noticias/dummy-item/963-dina-presenta-su-novedosa-unidad-para-corredores-cero-emisiones.html>
  - Obras web. Ampliación de la línea 12 del metro. [en línea]. Recuperado en octubre 2016 de <http://www.obrasweb.mx/construccion/2016/03/30/ampliacion-de-la-linea-12-del-metro-costara-8000-mdp>
  - Rails i ferraduras. (2011) [En línea] Recuperado en Octubre 2016 de <http://railsiferraduras.blogspot.mx/2011/09/la-jg-brill-company-y-su-truck.html>
  - Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, (n.d.). *Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano*. Plano de Colonias y Usos de Suelo Iztapalapa. Ciudad de México. [en línea]. Recuperado en octubre 2014 de <http://www.seduvi.cdmx.gob.mx/>
  - Secretaria de Obras y Servicios. Antecedentes. [en línea]. Recuperado en enero 2016 de <http://www.obras.cdmx.gob.mx/antecedentes-5/>
  - Secretaría de Transporte y Vialidad. Historia del transporte. [en línea]. Recuperado en enero 2015 de [http://www.cgma.cdmx.gob.mx/wb/stv/cinco\\_siglos\\_de\\_transporte\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_mexico/\\_rid/71?page=3](http://www.cgma.cdmx.gob.mx/wb/stv/cinco_siglos_de_transporte_en_la_ciudad_de_mexico/_rid/71?page=3)
  - Secretaria de economía. [en línea]. Recuperado en enero 2016 de <http://www.siem.gob.mx/siem/portal/consultas/respuesta.asp?tamano=4&estado=09&municipio=7&sector=1>
  - Secretaria de Movilidad SEMOVI. Glosario de Términos de Transporte. Recuperado en enero 2016 de <http://www.semovi.cdmx.gob.mx/wb/stv/v.html>
  - Secretaria de Planeación, Administración y Finanzas. Jalisco. [en línea]. Recuperado en octubre 2016 de [http://sefaf.jalisco.gob.mx/sites/sefaf.jalisco.gob.mx/files/contrato\\_222-14.pdf](http://sefaf.jalisco.gob.mx/sites/sefaf.jalisco.gob.mx/files/contrato_222-14.pdf)

- Sistema de trenes eléctricos. [en línea] Excelsior. Sección Comunidad. Recuperado en Febrero de 2015 de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2014/11/05/990618#imagen-1>.
- Sistema Translor. [en línea]. Recuperado en diciembre 2015 de <http://www.newtl.com/es/documentacion>
- Sistema de Transporte Colectivo STC Metro. Parque vehicular y Estaciones. [en línea]. Recuperado en enero 2016 de <http://www.metro.cdmx.gob.mx/red/estacion.html?id=36>
- Sistema de Transporte Colectivo STC Metro. Iconografía. [en línea]. Recuperado en febrero 2016 de <http://www.metro.cdmx.gob.mx/red/iconografia.html>
- Transporte.mx Dina gana licitación de trolebuse. [en línea]. Recuperado en octubre 2016 de <http://www.transporte.mx/dina-gana-licitacion-de-148-autobuses-volvo-y-vw-impugnan-fallo/>
- Trenvista. El ferrocarril en tus manos. Los innovadores tranvías sin catenarias. [en línea]. Recuperado en abril 2016 de <https://www.trenvista.net/descubre/mundo-ferroviario/los-innovadores-tranvias-sin-catenaria/>

## ANEXO. Formatos para Estudios de Transporte.

### A. Estudios de frecuencia de paso y carga.

HORA	RUTA 112 (GMT)					RTP					RUTA 14											
											MICROBÚS					AUTOBÚS						
	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																						
6:15 - 6:30																						
6:30 - 6:45																						
6:45 - 7:00																						
7:00 - 7:15																						
7:15 - 7:30																						
7:30 - 7:45																						
7:45 - 8:00																						
8:00 - 8:15																						
8:15 - 8:30																						
8:30 - 8:45																						
8:45 - 9:00																						
9:00 - 9:15																						
9:15 - 9:30																						
9:30 - 9:45																						
9:45 - 10:00																						
10:00 - 10:15																						
10:15 - 10:30																						
10:30 - 10:45																						
10:45 - 11:00																						
11:00 - 11:15																						
11:15 - 11:30																						
11:30 - 11:45																						
11:45 - 12:00																						
12:00 - 12:15																						
12:15 - 12:30																						
12:30 - 12:45																						
12:45 - 13:00																						
13:00 - 13:15																						
13:15 - 13:30																						
13:30 - 13:45																						
13:45 - 14:00																						
14:00 - 14:15																						
14:15 - 14:30																						
14:30 - 14:45																						
14:45 - 15:00																						
15:00 - 15:15																						
15:15 - 15:30																						
15:30 - 15:45																						
15:45 - 16:00																						
16:00 - 16:15																						
16:15 - 16:30																						
16:30 - 16:45																						
16:45 - 17:00																						

## ANEXO. Formatos para Estudios de Transporte.

### B. Estudio de Ascenso y Descenso.

HORA		RUTA 112 (GMT)		RTP		RUTA 14	
		ASCENSOS	DESCENSOS	ASCENSOS	DESCENSOS	ASCENSOS	DESCENSOS
6:00 - 6:15							
6:15 - 6:30							
6:30 - 6:45							
6:45 - 7:00							
7:00 - 7:15							
7:15 - 7:30							
7:30 - 7:45							
7:45 - 8:00							
8:00 - 8:15							
8:15 - 8:30							
8:30 - 8:45							
8:45 - 9:00							
9:00 - 9:15							
9:15 - 9:30							
9:30 - 9:45							
9:45 - 10:00							
10:00 - 10:15							
10:15 - 10:30							
10:30 - 10:45							
10:45 - 11:00							
11:00 - 11:15							
11:15 - 11:30							
11:30 - 11:45							
11:45 - 12:00							
12:00 - 12:15							
12:15 - 12:30							
12:30 - 12:45							
12:45 - 13:00							
13:00 - 13:15							
13:15 - 13:30							
13:30 - 13:45							
13:45 - 14:00							
14:00 - 14:15							
14:15 - 14:30							
14:30 - 14:45							
14:45 - 15:00							
15:00 - 15:15							
15:15 - 15:30							
15:30 - 15:45							
15:45 - 16:00							
16:00 - 16:15							
16:15 - 16:30							
16:30 - 16:45							
16:45 - 17:00							



## ANEXO. Formatos para Estudios de Transporte.

### D. Encuesta Origen – Destino.

Encuesta origen destino N° _____					
Sexo:    Femenino    Masculino					
Edad: _____					
1. ¿De dónde viene en este momento?					
Hogar	Escuela	Trabajo			
Compras	Recreación	Otro			
2. Indique la Delegación o Municipio de donde viene, (si no sabe, solicitar alguna referencia del lugar)					
_____					
3. ¿A dónde se dirige?					
Hogar	Escuela	Trabajo			
Compras	Recreación	Otro			
4. Indique la Delegación o Municipio a donde se dirige, (si no sabe, solicitar alguna referencia del lugar)					
_____					
5. Indique en orden de primer uso que tipo de transporte utiliza, normalmente para llegar a su destino.					
RTP	GMT	Metro	Metrobús		
Micro	Autobús	Taxi	Camina		
6. De existir un Sistema de Transporte en el Eje 8, que comunique la estación del Metrobús Río Churubusco en la delegación Benito Juárez hasta Ex-Cárcel de Mujeres en la delegación Iztapalapa ¿Qué utilidad tendría para usted?					
Excelente	Bueno	Regular	No me interesa		
¿Por qué? _____					
7. De los siguientes aspectos, ¿Cuáles considera que serían importantes para brindarle este nuevo servicio? (Puede marcar más de uno)					
Cómodo	Rápido	Seguro	Bonito		
Piso Bajo	Paradas Exclusivas				
8. Hasta cuanto estaría dispuesto a pagar por el servicio.					
4 a 6		7 a 9		más de 9	