



**Soluciones de transporte sustentable de mediana y baja capacidad en la Ciudad de México**

## Tabla de Contenido

1 -	Introducción .....	8
a.	Objetivo .....	8
b.	Hipótesis.....	8
2 -	Antecedentes.....	9
a.	Transporte urbano sustentable.....	9
b.	Transporte sustentable de la Ciudad de México .....	11
3 -	Caracterización del transporte sustentable de mediana y baja capacidad.....	13
a.	Marco Teórico.....	13
b.	Tranvía. ....	18
b.1.	Tranvía de mulas .....	18
b.2.	Tranvía cero.....	19
b.3.	Tranvía de dos pisos.....	20
b.4.	Tranvía PCC.....	21
c.	Tren Ligero.....	22
c.1.	Tren Ligero Moyada.....	24
c.2.	Tren ligero TE-90.....	25
d.	Trolebús.....	26
d.1.	Líneas del trolebús .....	28
e.	Metrobús .....	32
f.	Red de Transporte Publico RTP .....	46
g.	Sistema de Transporte Colectivo Metro.....	50
4 -	Iniciativas de transporte sustentable en la Ciudad de México - Caso de estudio	57
a.	Ampliación y mejora de la red del STE. ....	58
a.1.	Características por ruta.....	61
b.	Justificación .....	73
b.1.	Experiencias internacionales de infraestructura ciclista compartida.....	89
c.	Recomendaciones .....	95
c.1.	Implementación de infraestructura ciclista en la red del STE.....	96
c.2.	Infraestructura ciclista. ....	101
c.3.	Funcionamiento de carriles compartidos.....	102
c.4.	Funcionamiento de carriles compartidos con prioridad ciclista.....	105
5 -	Conclusiones .....	107
6 -	Bibliografía .....	108

## Índice de Figuras

Figura 1 Paseo de Bucareli, detalle, 1880. Litografía de Casimiro Castro.....	14
Figura 2 Tranvía modelo PCC en Fray Juan de Zumárraga, Ciudad de México, 1962..	15
Figura 3 Estación de tranvías eléctrico en Tacubaya, 1900.....	16
Figura 4 Carro de servicio fúnebre, 1908 .....	16
Figura 5 “Último tranvía antiguo”, tranvía de Granada, 1929.....	17
Figura 6 Tranvía entre Tacuba y Brasil, 1930.....	17
Figura 7 Características del Tranvía de mulas .....	19
Figura 8 Características del Tranvía Cero.....	20
Figura 9 Características del Tranvía de Dos Pisos.....	21
Figura 10 Características del Tranvía PCC.....	22
Figura 11 Características del Tren Ligero Moyada .....	24
Figura 12 Características del Tren Ligero TE-90 .....	25
Figura 13 Red actual del Servicio de Transportes Eléctricos.....	31
Figura 14 Ruta de la Línea 1 del Metrobús.....	39
Figura 15 Ruta de la Línea 2 del Metrobús.....	41
Figura 16 Ruta de la Línea 3 del Metrobús .....	43
Figura 17 Ruta de la Línea 4 del Metrobús .....	45
Figura 18 Señal vertical en paradas de transporte público Ruta 100 – Autobús tipo.....	46
Figura 19 Autobús tipo Ruta 100. Periodo 1985 – 1990 .....	47
Figura 20 Autobús tipo RTP 2000.....	48
Figura 21 Plano de Rutas del RTP .....	49
Figura 22 Etapas Constructivas del Metro.....	55
Figura 23 Expansión de la Mancha urbana del distrito federal .....	56
Figura 24 Plano de rutas que conforman la red del STE .....	59
Figura 25 Viajes generados por todos los propósitos.....	74
Figura 26 Viajes atraídos por todos los propósitos .....	74
Figura 27 Diferencia entre número de viajes atraídos y generados por todos los propósitos.....	75
Figura 28 Orígenes y destinos principales para viajes por todos los propósitos .....	75
Figura 29 Orígenes y destinos principales para viajes en bicicleta por todos los propósitos.....	76
Figura 30 Porcentaje de viajes en bicicleta .....	76
Figura 31 Las 25 estaciones del STC Metro con el mayor número de personas que usaron como primer modo este medio de transporte y se encuentran a 10 min o más de la estación.....	77
Figura 32 Las 25 estaciones del STC Metro con el mayor número de personas que usaron como segundo modo este medio de transporte y se encuentran a 15 min o más de la estación .....	78

Figura 33 Trazo del Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas Línea A del STE y principales vías que la Intersectan.....	81
Figura 34 Trazo del Corredor Cero Emisiones Eje Sur 2 – 2A Línea S del STE y vías que la Intersectan .....	84
Figura 35 Oficio STV/OS/04/10 emitido por la Secretaría de Transportes y Vialidad.....	85
Figura 36 Vinculación de Corredores Cero Emisiones con líneas del STC Metro y Metrobús .....	86
Figura 37 Perfil de autobús de la RTP .....	88
Figura 38 Autobús con rack para bicicletas.....	88
Figura 39 Autobús con rack para bicicletas en Indianápolis.....	89
Figura 40 Distribución de carriles para Bus Bici en Baltimore .....	91
Figura 41 Señalización carril Bus Bici en Baltimore.....	91
Figura 42 Señalamiento carril Bus Bici en Ghent.....	92
Figura 43 Bus Bici, Burdeos, Francia .....	93
Figura 44 Bus Bici, Burdeos, Francia .....	93
Figura 45 Bus Bici, Minneapolis, USA.....	94
Figura 46 Bus Bici, Minneapolis, USA.....	94
Figura 47 Bus Bici, Philadelphia, USA .....	94
Figura 48 Bus Bici, Adelaide, Australia .....	94
Figura 49 Corredores Cero Emisiones.....	98
Figura 50 Trazo de la propuesta del Tercer Corredor Cero Emisiones Línea I Metro El Rosario – Metro Chapultepec .....	99
Figura 51 Vínculo de la línea I con otras líneas del STE .....	100
Figura 52 Bus Bici, Londres, Inglaterra.....	101
Figura 53 Bus Bici, Copenhague, Dinamarca.....	101
Figura 54 Imagen tipo carril Bus Bici.....	102
Figura 55 Imagen objetivo de Caja Bici en carril Bus Bici del STE .....	104
Figura 56 Imagen tipo de Caja Bici en carril Bus Bici.....	104
Figura 57 Imagen tipo con señalamiento horizontal en carril Bus Bici .....	105
Figura 58 Imagen tipo de carril con preferencia ciclista .....	105

## Índice de Tablas

Tabla 1 Características del tren ligero actual.....	23
Tabla 2 Características eléctricas del trolebús .....	27
Tabla 3 Situación actual optimizada.....	28
Tabla 4 Características de dimensiones del trolebús .....	28
Tabla 5 Características de infraestructura del Metrobús.....	33
Tabla 6 Características de operación institucional.....	33
Tabla 7 Empresas transportistas.....	34
Tabla 8 Empresas de recaudo.....	34
Tabla 9 Características técnicas del Metrobús .....	35
Tabla 10 Características del tren motriz del Metrobús .....	36
Tabla 11 Características de las dimensiones del Metrobús .....	37
Tabla 12 Ficha técnica de la Línea 1 del Metrobús .....	38
Tabla 13 Ficha técnica de la Línea 2 del Metrobús .....	40
Tabla 14 Ficha técnica de la Línea 3 del Metrobús .....	42
Tabla 15 Ficha técnica de la Línea 4 del Metrobús .....	44
Tabla 16 Descripción de tramos inaugurados del metro.....	54
Tabla 17 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea A del STE 1998 - 2010 .....	61
Tabla 18 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea S del STE 1998 – 2010 .....	62
Tabla 19 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea D del STE 1998 – 2009 .....	63
Tabla 20 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea E.1 del STE 1998 – 2010 .....	64
Tabla 21 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea G del STE 1998 – 2010 .....	65
Tabla 22 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea I del STE 1998 – 2010 .....	66
Tabla 23 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea K1 del STE 1998 – 2010 .....	67
Tabla 24 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea LL del STE 1998 – 2010 .....	68
Tabla 25 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea T1 del STE 1998 – 2010 .....	69
Tabla 26 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea M del STE 1998 – 2010 .....	70
Tabla 27 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea Q del STE 1998 – 2010 .....	71

Tabla 28 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea CP del STE 1998 – 2010 .....	72
Tabla 29 Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones con influencia de la red del Servicio de Transportes Eléctricos .....	79
Tabla 30 Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones de influencia del Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas .....	80
Tabla 31 Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones de influencia del Corredor Cero Emisiones Eje 2 – 2A .....	82
Tabla 32 Viajes por punto de conteo en línea S – Polígono ECOBICI .....	84
Tabla 33 Usuarios que viajan con bicicleta por estación del STC, periodo enero – octubre 2011 .....	87
Tabla 34 Usuarios que viajan con bicicleta por año en Metrobús .....	87
Tabla 35 Usuarios que viajan con bicicleta por año en Tren Ligero .....	88
Tabla 36 Ciclistas registrados por puntos ubicados dentro de alguna línea de Trolebús, por delegación, por año. ....	97

## Índice de Gráficas

Gráfica 1 Ciclistas por punto de conteo en la línea A del STE.....	82
Gráfica 2 Volumen ciclista por punto de conteo en la colonia Roma Norte 2009 – 2010 .....	83

## Abreviaturas

IMT	Instituto Mexicano del Transporte
km	Kilómetros
km/h	Kilómetros por hora
m	Metros
pas/veh	Pasajeros por vehículo
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
TCMA	Tasa de Crecimiento Media Anual
EUA	Estados Unidos de América
STC	Sistema de Transporte Colectivo Metro
DDF	Departamento de Distrito Federal
STE	Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.
GDF	Gobierno del Distrito Federal
STE	Servicios de Transportes Eléctricos
RTP	Red de Transporte de Pasajeros
BRT's	Bus Rapid Transit (siglas en inglés)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
MDCT	Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Urbano y Suburbano
IPN	Instituto Politécnico Nacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
DF	Distrito Federal
SMA	Secretaría del Medio Ambiente
CENAPRA	Centro Nacional de Prevención de Accidentes
CTS	Centro De Transporte Sustentable
COVITUR	Comisión de Vialidad y Transporte Urbano
OMS	Organización Mundial de la Salud.
RIT	Red Integral de Transporte
AUP R-100	Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100
COTAM	Consejo de Transporte del Área Metropolitana
COMETRAVI	Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad
CETRAM's	Centros de Transferencia Modal
RTP	Red de Transporte de Pasajeros
ICA	Ingenieros Civiles y Asociado S.A. de C.V.
PITV	Programa Integral de Transporte y Vialidad
UACM	Universidad Autónoma de la Ciudad de México

## 1 - Introducción

En el presente documento se analiza la situación actual de las redes de transporte público de mediana y alta capacidad en la Ciudad de México, haciendo una comparación de los diferentes sistemas de transporte: Servicios de Transportes Eléctricos (STE), Sistema de Transporte Colectivo (STC) Metro, Metrobús y Red de Transporte de Pasajeros (RTP), tomando en cuenta los beneficios y deficiencias; como son costos de operación, demanda, tipo de infraestructura y equipamiento e innovaciones. Asimismo, se contempla dentro del análisis, el Sistema de Transporte Individual ECOBICI, debido a que es un nuevo medio de transporte que promueve la intermodalidad, como un servicio amable con el medio ambiente.

En este mismo, se presenta una propuesta sobre la mejora y expansión de la red del STE, compartiendo dicha red confinada con transporte no motorizado, siendo la bicicleta el principal modo, como una solución de transporte sustentable en la ciudad. La propuesta se realiza mediante una proyección de demanda de usuarios, comparación de costos anuales de operación, disminución de emisiones de gases contaminantes, ordenamiento urbano y mejora de calidad de vida de la población

### a. Objetivo

- Elaboración de un anteproyecto de mejora y expansión de la red de Servicio de Transportes Eléctricos en la Ciudad de México.
- Inclusión de una red paralela de infraestructura vial y equipamiento ciclista, al Servicio De Transportes Eléctricos.
- Promoción de la intermodalidad entre los transportes públicos sustentables en la Ciudad de México.

### b. Hipótesis

Como consecuencia del crecimiento de la mancha urbana y explosión demográfica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se ha tenido que expandir y complementar la red de transporte público con diversos tipos de traslado, para satisfacer la demanda de viajes origen - destino de la población. La mayoría de dichos modos son mediante vehículos motorizados que emiten gases contaminantes, los cuales son difíciles de disipar, debido a la orografía del Valle de México, alta densidad demográfica e industrial, y falta de conciencia ambiental, conllevando a una baja calidad de vida de los habitantes.

Por lo tanto, es importante tomar en cuenta modos de transporte no contaminantes, y sustentables, como lo son el transporte eléctrico, los BRT's (Bus Rapid Transit) y la bicicleta. En la Ciudad de México existen varios ejemplos de estos tipos de transporte, sin embargo es importante considerar la innovación, expansión y potencialización de dichos modos.



## 2 - Antecedentes

### a. Transporte urbano sustentable

El concepto de transporte urbano nació de la gran inquietud de los problemas con el medio ambiente, y sociales que han surgido a partir de la segunda mitad del siglo XX, basándose primordialmente en vehículos particulares.

Este modelo presenta algunos inconvenientes, entre los que destacan la contaminación del aire, el consumo excesivo de energía que provienen de combustibles fósiles, los efectos sobre la salud de la población y la saturación de la red vial. Dicha problemática ha producido una conciencia colectiva en la sociedad, para encontrar alternativas que ayuden a reducir los efectos negativos de este modelo y a plantear nuevas soluciones que conlleven a un mejoramiento en el medio ambiente.

Para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero se emprenden acciones de movilidad sustentable, tales como practicas ecológicas y responsables, como caminar, usar la bicicleta o el transporté publico, así como compartir el automóvil. También se desarrollan tecnologías que amplíen las acciones de movilidad sustentable por parte de empresas, agentes sociales y del gobierno.

El concepto de movilidad sustentable se vincula a las nuevas tecnologías desarrolladas por el sector automotriz, las cuales buscan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, con vehículos eléctricos, híbridos, o vehículos eléctricos impulsados con un sistema de combustible de hidrogeno. Las políticas de transporte sustentable se centran en reducir la congestión de la red vial, y al mismo tiempo reducir el consumo de combustibles fósiles contaminantes.

Dichas políticas deben contemplar los siguientes objetivos:

- **Configuración de un modelo de transporte eficiente:** Mejorar la competitividad del sistema.
- **Integración social:** Mejorar la integración social de los ciudadanos, aportando una accesibilidad universal.
- **Mejora de la calidad de vida:** Incrementar la calidad de vida de la población, mediante una mejora en la conectividad, reducción de tiempos de viaje y reducción de gases contaminante por transporte sustentable. Asegurar que los traslados sean rápidos, seguros y cómodos.

- **Planificar y realizar un diseño urbano favorable a la movilidad sostenible:** Las ciudades deben dar prioridad a un diseño urbano que favorezca los modos no motorizados, contemplando la mezcla de usos, aplicando la proximidad de servicios y no lejanía, aplicando nuevos procesos de conectividad y una regulación del uso del automóvil.
- **Subsidiar la “ecomovilidad”:** Modos de transporte como la bicicleta y el automóvil deberán disfrutar de deducciones fiscales, como se lleva a cabo en países como Bélgica. Asimismo, se deberá favorecer la adquisición de vehículos eléctricos y de bajas emisiones, debido a que son más eficientes.
- **Cambio en los modelos tarifarios del transporte público:** Los sistemas tarifarios de las redes urbanas y metropolitanas de transporte público deberán evolucionar a escenarios donde domine el uso de abonos con tarifa plana, como mensuales, trimestrales o anuales, para hasta situarlo en un nivel de uso de entre 70 y 80%.
- **Electrificación del transporte público urbano:** Construcción de redes de tranvía y trolebús, e implantar redes de transporte con vehículos híbridos para sustituir a los autobuses de motor de explosión.
- **Cambio en la prioridad de las inversiones del transporte interurbano:** Impulsar la implementación y complementación de la red ferroviaria para transporte de pasajeros en las principales ciudades y áreas metropolitanas del país.

## **b. Transporte sustentable de la Ciudad de México**

El transporte urbano de la ZMVM actualmente presenta diversas problemáticas, como es la congestión, la contaminación, los accidentes viales y las pérdidas de tiempo (horas hombre), derivadas del sistema actual de la ciudad. Actualmente, el 53% de viajes que se realizan en la Ciudad de México son en transporte público, el 17% en vehículos particulares, el 30% en vehículos no motorizados, donde el 29% es a pie y 1% en bicicleta.

Cabe destacar que entre los años 1990 y 2007, la velocidad promedio tuvo un descenso considerable de 38.5 km/h a 17 km/h, reflejando un incremento en el índice de motorización. Asimismo, en el 2010, el 25 % del presupuesto del Fondo Metropolitano de la ZMVM fue invertido en infraestructura para el automóvil, sin embargo, medidas como esta, no han conseguido detener dicho descenso.

En promedio las personas viajan 2 horas al día y en viajes metropolitanos hasta 5 horas, el gasto promedio de estos viajes es el 50% del salario mínimo que en promedio es de 28 pesos al día, donde parte de este problema es consecuencia de un sistema de transporte público deficiente. A esto, el GDF ha respondido con la inclusión de Metrobús, mantenimiento y mejora a la red del STE, la implementación del sistema de transporte individual ECOBICI, y la expansión del STC, donde el 29% del mencionado Fondo Metropolitano destino a la línea 12 del Metro.

El Distrito Federal ha abordado la problemática de movilidad bajo 3 principales líneas de acción:

- Movilidad y desarrollo urbano
  1. Articular las políticas de desarrollo urbano y movilidad.
  2. Consolidar una ciudad compacta y ordenada.
  3. Implantar una inversión pública metropolitana eficiente y sustentable.
  
- Transporte público sustentable
  1. Expandir, modernizar e integrar una red de transporte público de calidad.
  2. Consolidar un marco institucional y legal para un mejor transporte público.
  
- Espacio público y movilidad no motorizada
  1. Priorizar la movilidad no motorizada en el diseño y uso del espacio público.
  2. Reducir el uso del automóvil privado.
  3. Establecer lineamientos para la planeación, gestión, inversión y defensa del espacio público.

La movilidad se fragmenta y se vuelve ineficiente debido a la ausencia de planeación y articulación entre modos de transporte; es decir se planea, opera, y regula de distintas formas y bajo distintos esquemas tarifarios lo cual impacta la calidad de la prestación del servicio: para el usuario, reflejado en mayores tiempos de viaje, altos costos, incomodidad e inseguridad. No se cuenta con una visión del transporte público que tienda a integrar los modos de transporte existentes a través de esquemas institucionales, infraestructura, tecnología, servicios y modelos tarifarios para garantizar cobertura y calidad.

Debido al aumento de la demanda existen problemas de capacidad y calidad en el transporte masivo. En el caso de la operación del servicio, la confiabilidad y comodidad del metro, Metrobús, suburbano y tren ligero no es satisfactorio para los usuarios, debido a esto la cobertura del transporte particularmente en el D.F. solamente el 28% de su población puede acceder al transporte masivo en un radio de 500 metros que fue estimado por el Atlas de movilidad, CTS EMBARQ México con datos del INEGI.

En el DF, a partir de la implementación del BRT hubo una reducción en el tiempo de un 34.6 %, en accidentes de un 30 % y en CO<sub>2</sub> de 639,816 toneladas, esto con la infraestructura que este cuenta con 113 km, 410 autobuses, el cual brinda servicio a 1, 325,000 usuarios diariamente y 1,296 desde el año 2003 hasta la fecha información obtenida de “Acuerdos para la Movilidad de la ZMVM”.

El D.F. se ha visto comprometido con la calidad de vida de sus habitantes emprendiendo acciones con proyectos de movilidad, esto para tener una reducción en accidentes viales ya que se producen 4,000,000 accidentes viales los cuales 24,000 conllevan a que muerte por este motivo y revela que el 51% son peatones esto del análisis realizado por el Centro de Experimentación y seguridad vial en México, con respecto a las enfermedades respiratorias debido a la mala calidad de aire establecen que 9,300 se asocian a este motivo, y el %8% de defunciones por asma corresponden a la población infantil, y enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad del cual México ha obtenido primeros lugares en obesidad infantil y en adultos esto lo revela la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Esto ha puesto en marcha que los sistemas de transporte tengan la necesidad por adquirir nuevas tecnologías como la implementación de nuevos combustibles como gas natural comprimido, diesel, híbridos, diesel ultra bajo contenido de azufre y vehículos eléctricos.

### **3 - Caracterización del transporte sustentable de mediana y baja capacidad.**

#### **a. Marco Teórico**

En 1662 en París se originó el primer sistema de transporte público con horarios, recorridos y tarifas determinadas, sin embargo este proyecto fracasó 18 años después, debido a la escasez de pasaje.

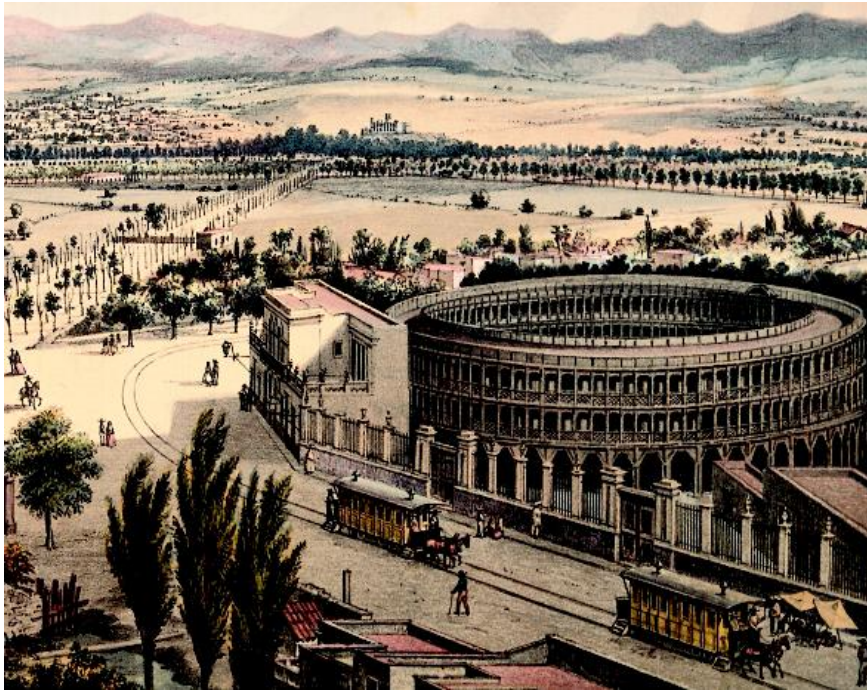
Fue hasta 1819 cuando se puso en operación un sistema de transporte de autobuses y omnibuses en Londres, lo que distinguía este nuevo sistema de transporte, era que permitía recoger y dejar pasajeros a lo largo de la ruta, eliminando la necesidad de registrarse anticipadamente, como era costumbre en las rutas directas.

En México, se consideró la implementación de sistemas de transporte público hasta que comenzó la planeación de la Ciudad de México.

Sin embargo con relación al transporte, no hubo cambios considerables durante la primera mitad de siglo XIX, donde en esa época las calles eran de barro y piedra. La gente principalmente la de clases privilegiadas recorría distancias medianas y largas para trabajar o comerciar mediante grandes carretones tirados por animales, y caravanas que transportaban mercancías. Para distancias cortas los hacía caminado o en caballo. A mediados, del siglo XIX, se empleaban tranvías de mulas.

En 1852 el presidente Mariano Arista expidió el contrato de concesión para iniciar el Sistema Tranviario en México D.F., para comunicar a las poblaciones vecinas de Tlalpan con las zonas más importantes de la ciudad, como San Ángel, Mixcoac y Tacubaya, ampliándose la concesión en 1856 para construir una línea que vinculara el Zócalo con Tacubaya.

Figura 1 Paseo de Bucareli, detalle, 1880. Litografía de Casimiro Castro



Fuente: Acervo fotográfico del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México

Los camiones de pasajeros se introdujeron en 1916. Para esa época había tranvías eléctricos, los cuales se conectaban a cables aéreos que se ubicaban sobre las mismas rutas que utilizaban los tranvías jalados por mulas, éstos últimos hicieron su recorrido final en 1934, de las calles de Guatemala a Tepito, en el Centro Histórico.

Las rutas comunicaban distintas colonias, tales como Peralvillo, Guerrero, La Viga, Buenavista, San Cosme, Tlaxpana, Santa María, Juárez, Roma y del Valle, entre otras. Junto con estas, se establecieron ferrocarriles suburbanos, y las grandes líneas que llevaban a Guadalupe, Tacubaya, Chapultepec, Cementerio de Dolores, Tlalpan, San Ángel, Mixcoac, Iztapalapa, Azcapotzalco, Xochimilco, Santa Fe y La Piedad.

En la segunda mitad del siglo XX desaparecieron los tranvías, los cuales fueron sustituidos por autobuses, trolebuses, y otros vehículos de mediana capacidad, los cuales se movían en rutas fijas.

Con la inauguración del Metro el 5 de septiembre de 1969, se crea un nuevo eje de organización del transporte público urbano, el cual se ha ido desarrollando con el tiempo. Con esto, la Ciudad de México adquiere un sistema de transporte público masivo para satisfacer las necesidades de comunicación de una población que crece de manera acelerada a partir de 1960.

Figura 2 Tranvía modelo PCC en Fray Juan de Zumárraga, Ciudad de México, 1962



Fuente: México maxico.org/Tranvías/TRANVÍA.htm

Una vez que los tranvías desaparecieron se inició la construcción de la primera línea del tren ligero. Éste, pasó a formar parte de la red de STE del Distrito Federal, el cual opera en el sur de la ciudad prestando servicio a delegaciones Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco desde 1986.

Originalmente la flota vehicular estaba constituida por 17 trenes con una capacidad máxima de 370 pasajeros por unidad, éstos fueron construidos mediante adecuaciones de los tranvías modelo PCC, ya que por la antigüedad de algunos de sus componentes, éstos presentaban averías continuamente. Se retiraron de operación en la década de los 90, cuando se adquiriendo nuevos trenes, que son los que actualmente operan en la ciudad.

Desde finales del siglo pasado se le dio una gran importancia al mejoramiento del transporte público en la Ciudad de México; la primera acción significativa fue el cambio de la tracción animal por eléctrica, autorizado a través de un acuerdo expedido por el ayuntamiento en el año de 1881. Dicha acción abrió la brecha para la renovación del transporte urbano.

Los beneficios de la electricidad comenzaron a aprovecharse en el transporte público a finales del siglo XIX, oficialmente con los tranvías eléctricos para el servicio de pasajeros, el cual comenzó a operar en el año 1900, con una capacidad de 24 a 32 asientos por carro, contando con dos motores General Electric de 19 kW<sup>1</sup> cada uno, con carrocería de madera.

La primera línea del tranvía eléctrico unió la Ciudad de México con Tacubaya, que era considerada en esos años, zona rural.

A partir de 1901, la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México se hizo cargo de diversas rutas la Compañía de Ferrocarriles de Distrito Federal realizaba, consolidándose en 1907.

---

<sup>1</sup> La potencia eléctrica se expresa en vatios, si éstos son de mediana o gran potencia se expresa en kilovatios (kW) lo que equivale a 1000 vatios. Un kW equivale a 1,35984 caballos de vapor.

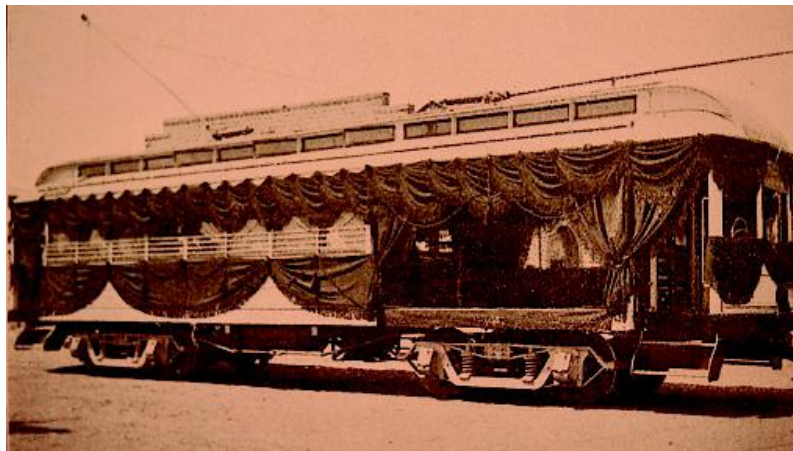
**Figura 3 Estación de tranvías eléctrico en Tacubaya, 1900**



Fuente: Cien años del transporte eléctrico en la Ciudad de México, 2000

Entre los años 1900 y 1905 comenzaron a operar seis líneas más, a la Villa de Guadalupe, Arcos de Belén, Mixcoac, San Ángel, Tlalpan y Dolores. En 1927, la red de tranvías alcanza su auge con 347.5 km de longitud, con 16 rutas urbanas, 12 suburbanas y 5 ramales, donde los 400 carros de pasajeros, 75 fletes y 25 carros funerarios, recorrían diariamente 65 mil km.

**Figura 4 Carro de servicio fúnebre, 1908**



Fuente: Cien años del transporte eléctrico en la Ciudad de México, 2000

Desde su nacimiento los tranvías en la ciudad se destacaron con un sistema de desarrollo tecnológica en varios sentidos; se implantó el sistema de tarifa múltiple para uso en carros de clase mixta, que permitía una diversificación de ingresos y servicios tales como fúnebres, de presidiarios, excursiones privadas y turísticas, trenes de carga por horario o contratados, y hasta la circulación de un tranvía presidencial.



Figura 5 “Último tranvía antiguo”, tranvía de Granada, 1929.



Fuente: Cien años del transporte eléctrico en la Ciudad de México, 2000

Para 1909, La Compañía de Tranvías tenía una red de 225 km de vías. Vio terminar la primera etapa de la hidroeléctrica de Necaxa, quedando así los generadores de vapor de Indianilla como auxiliar, donde se cumplió todo lo programado para el año 1913. No obstante, los proyectos programados a terminar en 1918, como las líneas de Puebla y Toluca quedaron suspendidos en Tulyehualco y La Venta, respectivamente. Estas obras consideraban innovaciones como el uso de concreto en durmientes o losas para la vía de 1,435 mm de ancho.

Entre 1920 y 1945 diversos conflictos obrero – patronales, ocasionaron que el presidente Manuel Ávila Camacho cancelara la concesión de tranvías de México, por no cumplir con todas las obligaciones que le imponían las concesiones. Fue así que por decreto el 31 de diciembre de 1946, nació la Institución Descentralizada de Transporte Eléctrico del Distrito Federal, teniendo también la circulación de los primeros trolebuses de la ciudad de México.

Figura 6 Tranvía entre Tacuba y Brasil, 1930



Fuente: Cien años del transporte eléctrico en la Ciudad de México, 2000

En 1945, con base en la recién promulgada ley sobre Transporte Urbanos y Suburbanos del Distrito Federal se crea el Servicio de Transporte Urbanos y Suburbanos del Distrito Federal. Dándole el nombre, en abril de 1947, del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal. Éste se consolida el 30 de diciembre de 1955, cuando el Congreso de la Unión decreta la Ley de la Institución Descentralizada del Servicio Público, denominada: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 1956, abrogando el ordenamiento del año 1946.

En 1952, el Departamento de Distrito Federal (DDF) adquiere todos los bienes de las empresas Compañía de Tranvías de México S.A., Compañía Limitada de Tranvías de México y Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal, las cuales pasaron a formar parte del patrimonio de organismo Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.

En 1953 el DDF autorizó la compra de 91 tranvías modelo PCC, que cubrieron las rutas Obregón - Insurgentes y Obregón - Bucareli, que fueron inauguradas el 24 de marzo de 1954.

El uso de tranvías comenzó a declinar durante los años 1959 a 1968, donde sólo operaron 11 rutas troncales y 2 locales, haciéndose un gran esfuerzo por rehabilitar los modelos PCC en 1960.

El tranvía PCC dio servicio en la ciudad hasta la entrada década de los 80's, al ser eliminado del Centro Histórico, quedando únicamente las líneas entre Taxqueña, Huipulco y Tlalpan, hasta su total desaparición en 1984, siendo sustituido por el tren ligero que opera actualmente el Servicio de Transportes Eléctrico.

## **b. Tranvía.**

A continuación se mencionan los distintos tranvías que existieron en la Ciudad de México.

### **b.1. Tranvía de mulas**

Empezó a operar en el año 1860, siendo el primer sistema de transporte público utilizado en la Ciudad de México. Fue fabricado en el año 1850 por John Stephenson, de origen estadounidense.

Su carrocería era de madera con un techo de linternillas, contaba con una lana sellada con chapopote para evitar que se filtrara el agua. Estaba dotado con un "truc<sup>2</sup>", con 12 ventanas, 16 asientos, circulando a una potencia de 2 hp<sup>3</sup>.

Además de dichas características, el sistema también tenía una cabina descubierta completamente, que posteriormente fue modificada a la llegada de la electricidad. Éste

---

<sup>2</sup> Conjunto de 2 juegos de ruedas y un bastidor.

<sup>3</sup> hp: Horse power (Caballos de fuerza).

contenía asientos de barra longitudinales; la carrocería estaba fabricada en madera y tenía un faro. No existía ninguna puerta que sirviera como acceso, sólo se accedían por medio de un escalón de madera.

Figura 7 Características del Tranvía de mulas



Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006

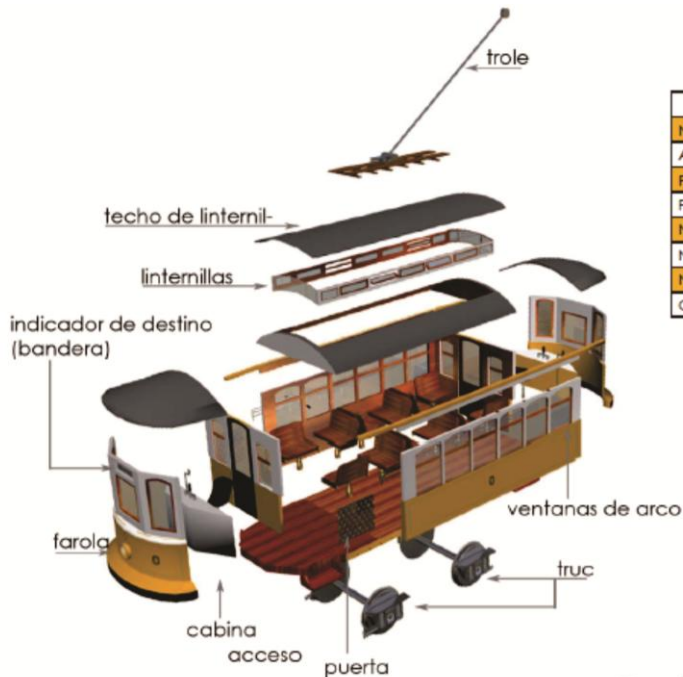
## b.2. Tranvía cero.

Fue adquirido en 1900, fabricado por Brill Company. Aún existe, se encuentra en permanente exposición en los patios de STE en San Andrés Tepepilco D.F.

Era un vagón con 12 ventanas, 16 asientos, circulaba a una potencia de 35 hp. Tenía un techo de linternillas, indicador de destino con bandera, una farola, cabina de acceso, puerta y ventanas en forma de arco.

El faro era un elemento del tranvía, el cual no cambió su forma y localización en el tranvía Cero hasta la serie 2000 (PCC), era un elemento circular al centro de la cabina de conducción. El interior del tranvía era totalmente en madera, y contaba con agarraderas metálicas.

Figura 8 Características del Tranvía Cero



Características generales	
Número de serie	0
Año de fabricación	1899
Fabricante	Brill Company
País de origen	Estados Unidos
Número de trucos	1
Número de ventanas	12
Números de asientos	16
Caballos de fuerza	35 Hp



Tranvía "Cero" en exposición en la estación Huipulco, México D.F.

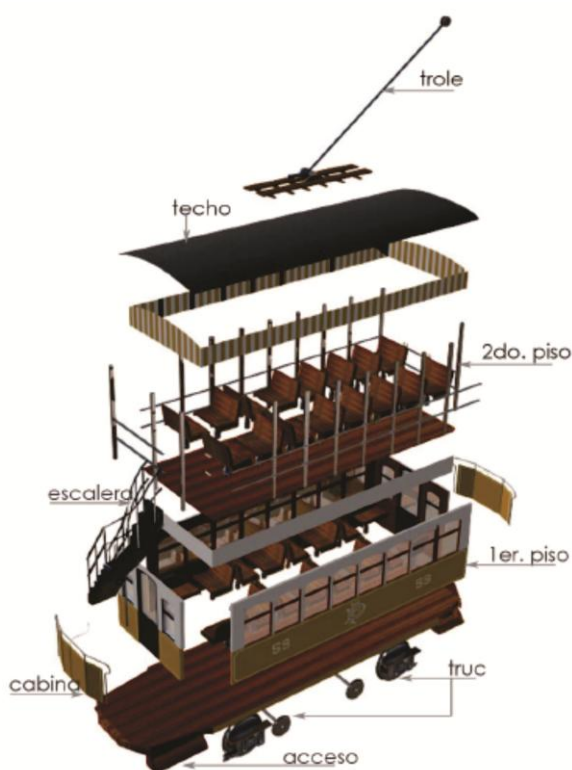
Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006

### b.3. Tranvía de dos pisos

En la Ciudad de México, fueron los primeros en circular en todo el mundo, tenían una amplia aceptación en la sociedad, pero debido a constantes accidentes fueron modificados para operar solo con un piso.

Fue fabricado en 1901 por CTM con número de serie 59. Era un vagón con 8 ventanas, 35 asientos, circulaba a una potencia de 72 hp. Este sistema de transporte constaba de escaleras, para poder tener acceso al segundo piso.

Figura 9 Características del Tranvía de Dos Pisos



Características generales	
Número de serie	59
Año de fabricación	1901
Fabricante	CTM
País de origen	México
No. de trucos	1
Número de ventanas	8
Números de asientos	35
Caballos de fuerza	72 Hp



Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006

#### b.4. Tranvía PCC

Fue diseñado para el transporte de pasajeros, basado en un diseño de origen estadounidense, fue fabricado por St. Louis Car en el año de 1945.

Contaban con tecnología en los frenos y con una línea más aerodinámica, tenía una capacidad para 40 pasajeros sentados y 80 en total.

Eran dos vagones con 24 ventanas en total, 40 asientos, y circulaba a una potencia de 60 hp.

El trole PCC se convirtió en una pieza giratoria, en un eje donde el cable de la línea elevada se desliza en la parte del medio. Actualmente se sigue utilizando esta tecnología para los trolebuses. El faro se localiza en el centro de la cabina. Contaba con un sistema de puertas neumáticas. Estos tranvías salieron de servicio en 1953, debido a que no contaba con los derechos de vía adecuados, como la falta de espacio en vías angostas. Los tranvías finalmente fueron substituidos por autobuses.

Figura 10 Características del Tranvía PCC



Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006

### c. Tren Ligero

Forma parte de la red de STE del Distrito Federal y brinda servicio a tres delegaciones: Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, vinculando el sur con el centro de la ciudad.

Cuenta con 16 estaciones y 2 terminales mediante 20 trenes dobles acoplados, con doble cabina de mando, con una capacidad máxima de 374 pasajeros por unidad. Se estima que traslada diariamente a 100 mil usuarios, aproximadamente.

Las características generales se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Características del tren ligero actual**

<b>Tabla de características</b>	
<b>Características técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión nominal de alimentación 600VCD, captación por catenaria</li> <li>• Sistema de tracción tipo asíncrono.</li> <li>• Potencia nominal del motor de tracción de 265 Kw.</li> <li>• Control el sistema de tracción por microprocesador.</li> <li>• Relación de transmisión 5.625:1.</li> <li>• Bogie tipo H mecanosoldado; cada vehículo tiene 2 bogies motrices (monomotores) y un remolque.</li> <li>• Bidireccional con dos cabinas de conducción.</li> <li>• Generación de tensión alterna trifásica, 4 hilos: 220 VAC 60 HZ a través de un convertidor estático.</li> <li>• Generación de tensión directa a través de baterías de acumuladores; mantiene su carga por un convertidor estático.</li> <li>• Laminación y estructura de acero de alta resistencia y baja aleación.</li> <li>• Enganche automático entre vehículos que permite acoplamiento mecánico, eléctrico y neumático.</li> <li>• Sistema de frenado eléctrico regenerativo, eléctrico reostático, neumático y electromagnético de emergencia y de estacionamiento.</li> <li>• Suspensión primaria tipo chevrón.</li> <li>• Suspensión secundaria neumática.</li> <li>• Ventilación: condición de confort de 28,000 m<sup>3</sup>/h de aire nuevo proporcionado por 14 motoventiladores de tipo axial.</li> <li>• Ventanas tipo abatible: parte inferior fija, parte superior basculante.</li> <li>• Puertas de acceso de pasajeros tipo deslizante.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerta de acceso a cabina por el interior tipo vaivén.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Capacidad y funcionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad máxima de servicio 80 km/h.</li> <li>• Aceleración máxima 1.0 m/seg<sup>2</sup></li> <li>• Desaceleración de servicio ( a ¾ carga máx.) 1.0m/seg<sup>2</sup></li> <li>• Desaceleración de emergencia (con carga máx.) 1.8m/seg<sup>2</sup></li> <li>• Radio mínimo de curvatura horizontal 25 m</li> <li>• Radio mínimo de curvatura vertical 250</li> </ul>
<b>Dimensiones y pesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud del tren 29.560 m</li> <li>• Longitud 28.200 m</li> <li>• Ancho exterior 2.650 m</li> <li>• Ancho interior 2.440 m</li> <li>• Altura máxima 3.570 m</li> <li>• Altura máxima del pantógrafo 6.268 m</li> <li>• Altura mínima del pantógrafo 3.868 m</li> <li>• Altura interior 2.142 m</li> <li>• Altura claro libre puerta de acceso 1.900 m</li> <li>• Ancho claro libre puerta de acceso 1.300 m</li> <li>• Características de la rueda metálica 0.740 m</li> <li>• Radio de la llanta 0.370 m</li> <li>• Distancia entre ejes de bogies 2.100 m</li> <li>• Distancia entre centros de bogies 10.300 m</li> <li>• Distancia entre caras de ruedas 1.360 m</li> <li>• Ancho de vía 1.435 m</li> <li>• Peso vacío 40,000 kg</li> <li>• Peso de carga con capacidad máx. (300 pasajeros) 61,000 kg en total</li> </ul>

En México se establecieron dos tipos de trenes ligeros, el tren ligero Moyada y el tren ligero TE-90, éste último sustituyó al tren ligero Moyada

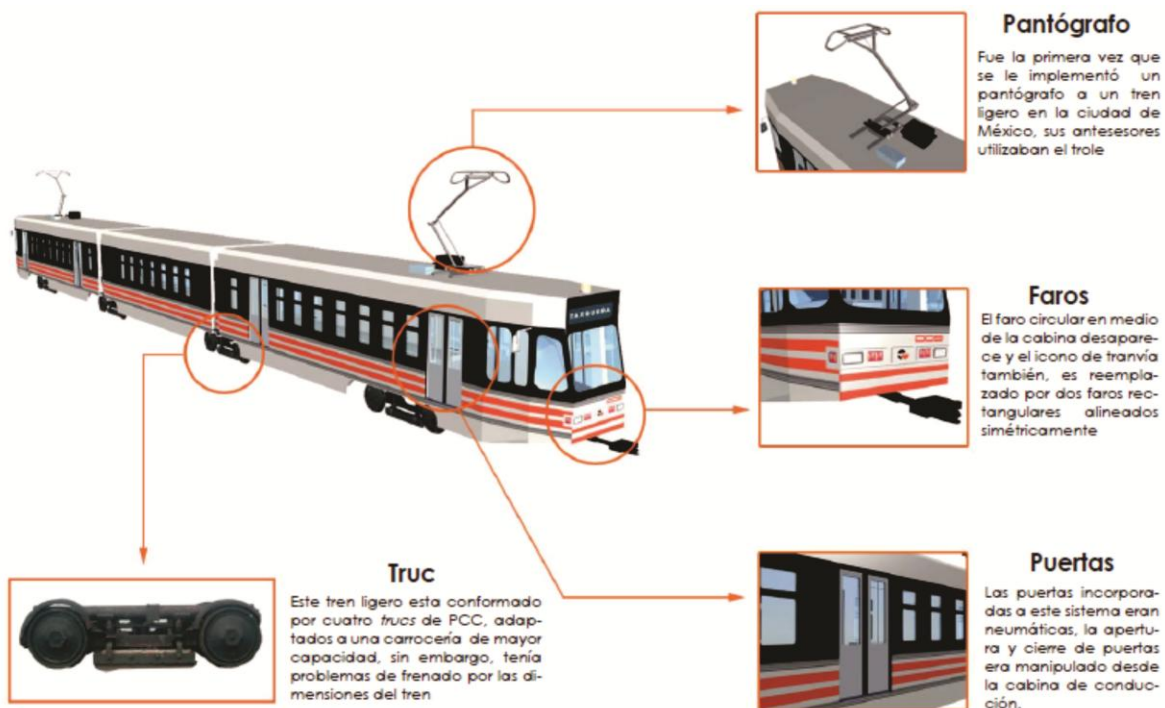
### c.1. Tren Ligero Moyada

Fue el primer tren ligero construido en México por la compañía Moyada, se contó con asesoría canadiense para la realización de modificaciones y adaptaciones.

Se fabricó en el año 1884 – 1986, tenían 3 vagones, con 56 ventanas en total, capacidad para 320 pasajeros (8 pasajeros/m<sup>2</sup>), y circulaba a 60 km/h.

Fue la primera vez, que se le implementó un pantógrafo a un tren ligero en la Ciudad de México, donde sus antecesores utilizaban el trole. El faro circular en medio de la cabina desaparece, y es remplazado por 2 faros rectangulares alineados simétricamente. Las puertas eran neumáticas.

Figura 11 Características del Tren Ligero Moyada



Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006



### c.2. Tren ligero TE-90

En 1990 fue fabricado por Siemens, y sustituyó al tren ligero Moyada. El TE-90 dispone de varios sistemas de seguridad, así como 3 tipos de frenado. Cuentan con equipo Siemens y carrocería fabricada en México por la desaparecida Concarriil (Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril). El TE-90 cuenta con un gran parecido en la parte estética y en la funcionalidad al metro capitalino.

Tiene 3 vagones, con 16 ventanas en total, con capacidad para 300 pasajeros (8 pasajeros/m<sup>2</sup>), y circulaba a 60 km/h. El suministro de energía se hace por medio del pantógrafo, que se eleva y se pliega neumáticamente. El pantógrafo hace presión con la catenaria, al hacer contacto se enciende el tren permitiendo su funcionamiento.

La carrocería es la misma que la de los trenes de Metro, sus formas son ortogonales y ligeramente boleadas en las esquinas. Los materiales empleados son aluminio y acero inoxidable.

Figura 12 Características del Tren Ligero TE-90



Fuente: Retrospectiva y prospectiva del tranvía de la Ciudad de México, 2006

#### **d. Trolebús**

En 1946, comenzaron a operar los primeros trolebuses en la Ciudad de México, el STE adquirió 20 unidades modelo Westram, las cuales fueron reparadas y puestas en observación en 1951, año en que fue inaugurado el servicio formal de la línea Tacuba – Calzada de Tlalpan.

El crecimiento del parque vehicular comenzó en 1952, con el arribo de los primeros 10 trolebuses Turbocar provenientes de Italia. En el año siguiente se adquirieron 30 trolebuses más, modelo Cassaro. En 1954 se incorporaron 50 trolebuses más a la flota vehicular. Dos años después adquirieron 117 vehículos más, y posteriormente 67 unidades, dando un total de 294.

Con las constantes adquisiciones de vehículos, el STE llegó a constituirse como la columna vertebral del transporte público de la ciudad, a finales de la década de los 60's, contando con una flota vehicular de 872 unidades, conformadas por tranvías y trolebuses; situación que cambió con la inauguración de la primera línea del STC.

Actualmente, este sistema tiene de 258.79 km en la Ciudad de México, cubre 380 colonias en 11 delegaciones del Distrito Federal, las cuales son Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco.

El trolebús es una construcción integral que agrupa en un solo elemento estructural: la plataforma, costados, toldo y extremos, fabricado con tubulares y perfiles abiertos en acero galvanizado y con protección adicional a la corrosión con un primario poliéster rico en zinc, dando como resultado una vida mínima de veinte años en los mismos componentes estructurales en condiciones normales de operación.

Las cargas a las que está sometido el trolebús fueron debidamente analizadas utilizando el método de elemento finito y comprobadas en pruebas destructivas y no destructivas (pruebas de vibración estructural estático y dinámico), donde se identificaron las zonas susceptibles de falla efectuando los refuerzos necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento del trolebús en su totalidad durante el periodo de vida previamente establecido.

El sistema de frenos instalado en el trolebús es del tipo dual, dando un mayor margen de seguridad al usuario, esta a su vez está interconectado al sistema de apertura y cierre de las puertas de servicio, logrando que el trolebús no se desplace cuando las puertas estén abiertas.

El trolebús cuenta con todos los dispositivos de seguridad y señalización que especifican las normas establecidas por la Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal.

Los materiales empleados en la fabricación de trolebús son retardantes a la flama, hidrófugos y de fácil limpieza, resistentes al vandalismo y de fácil adquisición.

En las siguientes tablas se muestran las especificaciones técnicas del trolebús.

**Tabla 2 Características eléctricas del trolebús**

<b>Características eléctricas</b>	
<b>Marcha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad máxima 60 km/h</li> <li>• Aceleración 1.1 ms hasta 49 km/h y 1.4 ms hasta 30 km/h</li> <li>• Desaceleración 1.2 m/s (solo freno dinámico)</li> </ul>
<b>Sistema de suministro de potencia eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de línea doble catenaria</li> <li>• Normal 600 VCD</li> <li>• Máxima 720 VCD</li> <li>• Mínima 400 VCD</li> </ul>
<b>Alimentador auxiliar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo convertidor estático</li> <li>• Salidas 25.5 VCD, 230 VCA, 60 Hz tres fases</li> </ul>
<b>Inversor de tensión y frecuencia variable (VVVF)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: Fuente de voltaje de alimentación directa inversor PWM usando 1GBT con control y protección (IPM).</li> <li>• Sistema de control: Control del inversor VVVE (control de corriente constante)</li> <li>• Frenos: Freno reostático, semiconductor de potencia</li> <li>• Microprocesador: CPU 32 Bit con autodiagnóstico</li> <li>• Marca: Mitsubishi</li> </ul>
<b>Motor trifásico de inducción jaula de ardilla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: MB-5074-A</li> <li>• Régimen continuo: 127 kW, 440 V, 214 A, 1765 rpm (A 2240 m de altitud)</li> <li>• Régimen unihorario: 150 kW, 440 V, 250 A, 1760 rpm (A 2240 m de altitud)</li> <li>• Aislamiento: clase 200</li> <li>• Marca: Mitsubishi</li> </ul>
<b>Reactor de filtro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: RT-2168</li> <li>• Régimen: 1 hora</li> <li>• Régimen de corriente: 200 ACD (A 2240 m de altitud)</li> <li>• Voltaje de línea: 600 VCD</li> <li>• Inductancia: 3.5 mH ± 10%</li> <li>• Voltaje de prueba dieléctrica: 3500 V 60 Hz 1 min</li> <li>• Aislamiento: Clase F</li> <li>• Marca: Mitsubishi</li> </ul>
<b>Convertidor estático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: Conversión directa de la entrada de corriente directa para regular las salidas de voltaje de CA y CD usando 1GBT</li> <li>• Potencia continua: Salida CA 7.5 kVA, salida CD 2.4 kW</li> <li>• Salida de CD: 25.2 sin carga, 24.6 V a carga completa</li> <li>• Salida CA: Voltaje trifásico 230 Vrms, 60 Hz.</li> <li>• Marca: GEC-Alstom</li> </ul>

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, 2012

**Tabla 3 Situación actual optimizada**

<b>Características mecánicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flecha Cardan: Spicer 1710 para servicio pesado, tubular con juntas universales</li> <li>• Eje delantero: Dirona-Rockwell modelo FL941 con una capacidad de 7.718 kg.</li> <li>• Eje trasero: Dirona-Rockwell modelo 59843 con una capacidad de 11,350 kg.</li> <li>• Dirección: Mecánica con asistencia neumática marca Air o MATIC</li> <li>• Frenos: Aire total con frenos de estacionamiento manual y freno de emergencia automático en las ruedas traseras, según norma FMVSS 121.</li> <li>• Suspensión: neumática marca Hendrickson modelo HAS230L trasera y neumática delantera M.A.S.A.</li> <li>• Llantas: Rin tipo disco 8x22 llantas 11.00x22 convencionales 14 capas.</li> </ul>
----------------------------------	--

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, 2012

**Tabla 4 Características de dimensiones del trolebús**

Dimensiones	
<b>Dimensiones exteriores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud total: 12.467 m</li> <li>• Ancho total: 2.506 m</li> <li>• Altura total: 3. 494 m</li> <li>• Distancia entre ejes: 6.252 m</li> <li>• Volado delantero: 2.872 m</li> <li>• Volado trasero: 3,343 m</li> </ul>
<b>Dimensiones interiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho: 2.407 m</li> <li>• Altura: 2.100 m</li> <li>• Cantidad de asientos:</li> <li>• Capacidad de pasajeros: 98</li> <li>• Altura de puertas de servicio: 2.200m</li> <li>• Ancho útil puerta de serv/tras: 1.200 m</li> <li>• Ancho útil puerta de serv/del: 0.900 m</li> </ul>
<b>Pesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso bruto vehicular: 18,375 kg</li> <li>• Peso vehicular: 11,517 kg</li> <li>• Peso en eje delantero: 3,727 kg</li> <li>• Peso en eje trasero: 7,790 kg</li> </ul>

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, 2012

### **d.1. Líneas del trolebús**

A continuación se muestra información de cada una de las líneas del sistema de trolebús:

- **Corredor Cero Emisiones Línea A Eje Central Lázaro Cárdenas**

Origen: Terminal Central de Autobuses del Norte.

Destino: Terminal Central de Autobuses del Sur.

Longitud: 36.60 km

Principales vías de recorrido: Eje Central Lázaro Cárdenas, División del Norte, Miguel Ángel de Quevedo y Tasqueña.

- **Línea CP Circuito Politécnico**

Origen: Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN (Zacatenco)

Destino: Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN (Zacatenco)

Longitud: 11.0 km

Principales vías de recorrido: Juan de Dios Bátiz, Miguel Othón de Mendizábal, Wilfrido Massieu, Eje Central Lázaro Cárdenas.

- **Línea D Eje 7 – 7A Sur (Fuera de servicio temporalmente)**

Origen: San Andrés Tetepilco.

Destino: Metro Mixcoac.

Longitud: 12.30 km

Principales vías de recorrido: Eje 7 Sur Municipio Libre - Eje 7 Sur Félix Cuevas - Extremadura, Eje 7A Sur Emiliano Zapata.

- **Línea E Eje 8 Sur José María Rico - Popocatépetl – Ermita Iztapalapa**

Origen: Metro Pantitlán

Destino: Deportivo Santa Cruz Meyehualco

Longitud: 29.00 km

Principales vías de recorrido: Eje 5 Oriente Javier Rojo Gómez, Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa.

- **Línea G Metro Boulevard Puerto Aéreo - Metro El Rosario**

Origen: Metro Boulevard Puerto Aéreo

Destino: Metro el Rosario

Longitud: 44.90 km

Principales vías de recorrido: Boulevard Puerto Aéreo, Río Consulado, Eje 3 Norte Ángel Albino Corzo - Manuel Acuña - Alfredo Robles Domínguez - Cuitláhuac, Camarones, Aquiles Serdán y Eje 5 Norte Avenida de las Culturas.

- **Línea I Metro El Rosario - Metro Chapultepec**

Origen: Metro El Rosario

Destino: Metro Chapultepec

Longitud: 30.20 km

Principales vías de recorrido: Eje 5 Norte Avenida de las Culturas, Aquiles Serdán, Eje 3 Norte Manuel Acuña, Camarones, Cuitláhuac, Mariano Escobedo, Melchor Ocampo.

- **Línea K1 Universidad Autónoma de la Ciudad De México - Ciudad Universitaria**

Origen: San Francisco Eje 3 Oriente (Servicio Provisional Temporalmente)

Destino: Ciudad Universitaria

Longitud: 17.80 km

Principales vías de recorrido: Tasqueña, Miguel Ángel de Quevedo, Universidad y Copilco.

- **Línea LL San Felipe de Jesús - Metro Hidalgo**

Origen: Colonia San Felipe de Jesús.

Destino: Metro Hidalgo.

Longitud: 26.14 km

Principales vías de recorrido: Camino San Juan de Aragón, San Juan de Aragón, Misterios, Calzada de Guadalupe, Paseo de la Reforma e Hidalgo.

- **Línea M Circuito Villa de Cortés**

Origen: Metro Villa de Cortés

Destino: Metro Villa de Cortés

Longitud: 10.10 km

Principales vías de recorrido: Apatlaco, Playa Roqueta, Canal de Tezontle, Plutarco Elías Calles.

- **Línea Q Eje 5 Oriente**

Origen: Metro Pantitlán

Destino: Metro Iztapalapa

Longitud: 18.55 km

Principales vías de recorrido: Talleres Gráficos, Eje 5 Oriente Avenida Central, Eje 5 Oriente Javier Rojo Gómez y Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa.

- **Corredor Cero Emisiones Línea S Eje 2 – 2A Sur**

Origen: Metro Velódromo

Destino: Metro Chapultepec.

Longitud: 18.00 km

Principales vías de recorrido: Eje 3 Sur Añil, Morelos, Congreso de la Unión, Eje 2 Sur Avenida del Taller, José T. Cuellar, Eje 2 Sur Manuel J. Otón, Eje 2 Sur Dr. Olvera – Querétaro, Yucatán, Sonora, Eje 2A Sur San Luis Potosí - Dr. Balmis - Manuel Payno, Avenida Té.

- **Línea T1 Metro Constitución de 1917 - UACM (Fuera de Servicio Temporalmente)**

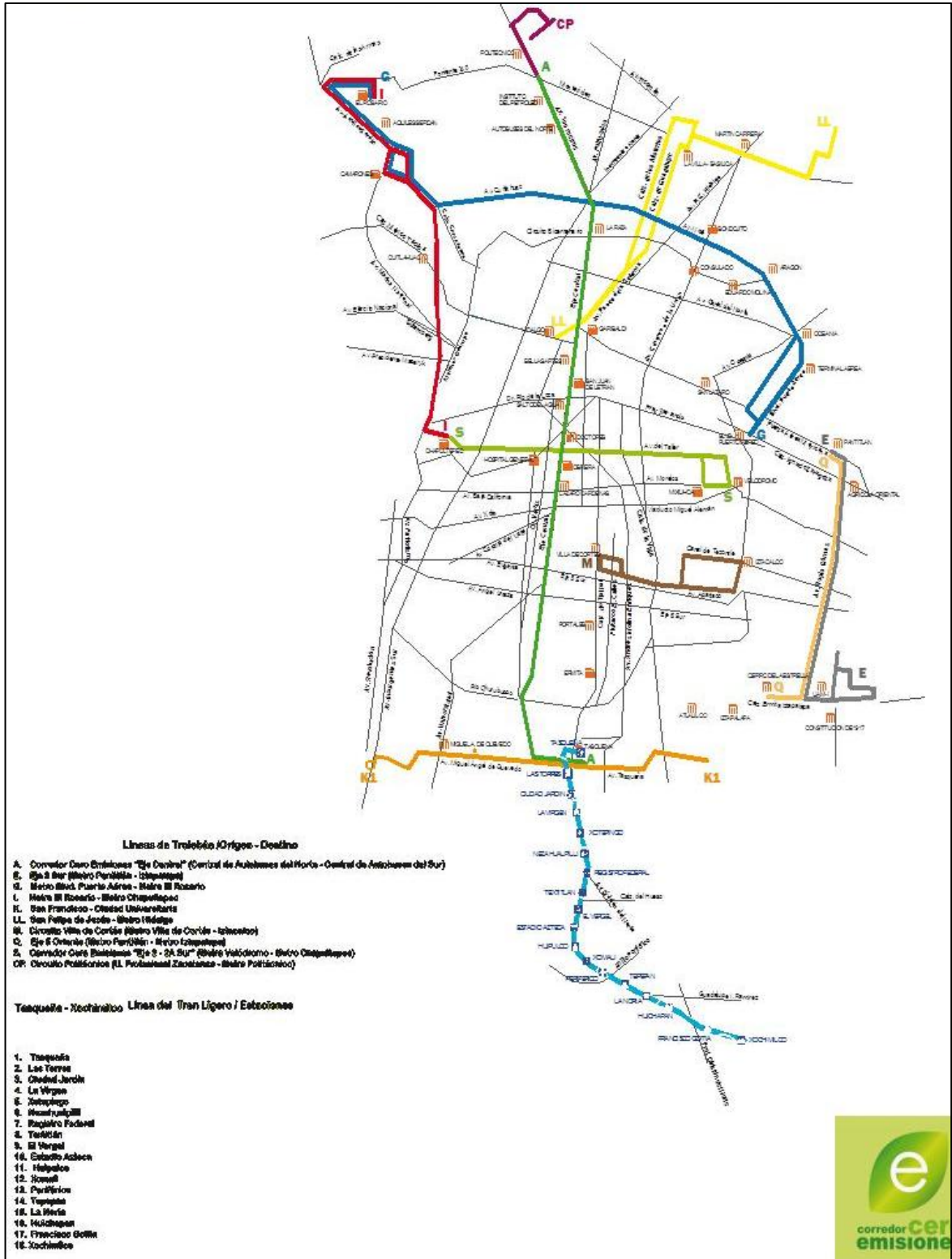
Origen: Metro Constitución de 1917

Destino: Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM)

Longitud: 14.75 km

Principales vías de recorrido: Periférico (Canal de Garay) y Tláhuac.

Figura 13 Red actual del Servicio de Transportes Eléctricos



Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, 2012

## e. Metrobús

En el año 2005, se inauguró en la Ciudad de México el sistema de transporte BRT<sup>4</sup>, con el nombre Metrobús. Este sistema está basado principalmente en 2 modelos:

- **La Red Integral de Transporte (RIT) en la ciudad de Curitiba, Brasil.** Dicha red tiene 72 km de vías exclusivas para autobuses que recorren los cinco principales ejes de la ciudad, constituidos por las líneas rápidas: Expresso y Biarticulado.

El conjunto de la red abarca además de Curitiba, otros municipios conurbados de la región metropolitana: São José dos Pinhais, Pinhais, Colombo, Piraquara e Rio Branco do Sul, Almirante Tamandaré, Fazenda Rio Grande, Campo Largo, Campo Magro, Araucária, Contenda, Itaperuçu y Bocaiúva do Sul.

Actualmente, el sistema es usado por el 85% de la población de la ciudad.

- **TransMilenio en la ciudad de Bogotá, Colombia.** Es un sistema de transporte masivo tipo BRT con 84 km de red troncal y 663 km de red alimentadora, con un total de 115 estaciones. Se inauguró en el año 2000, y traslada un total de 2 millones 400 mil pasajeros diariamente.

En la Ciudad de México, se inició la red de Metrobús con la **línea 1**, ubicada en la avenida Insurgentes. Es un sistema compuesto por autobuses de mediana capacidad, y alta tecnología, que brinda movilidad rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente, operaciones rápidas y frecuentes; y un sistema de pago automatizado y centralizado.

La **línea 1** se amplió en el año 2008 para formar un corredor de 30 km de longitud con 46 estaciones, 3 de ellas terminales, atendiendo a 390 mil pasajeros diarios en las delegaciones Álvaro Obregón, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, y Tlalpan. Tiene conectividad con las líneas 1, 2, 3, 9 y B del STC, además del Tren Suburbano y ECOBICI.

En el año 2009, se puso en operación la **línea 2**, ubicada en el Eje 4 Sur Benjamín Franklin – Tehuantepec – Chilpancingo – Xola - Plutarco Elías Calles - Té – San Rafael Atlixco – F.C. de Río Frío; y las avenidas Canal de Tezontle, Canal de San Juan, Constitución de Apatzingan y General A. León Loyola. Tiene una longitud de 20 km con 36 estaciones, donde 2 de ellas son terminales. Atiende a 146 mil pasajeros diariamente en las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztacalco, Iztapalapa y Miguel Hidalgo. Tiene conectividad con las líneas 1, 2, 3, 7, 8, 9 y A del STC; Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas y ECOBICI.

Para principios de 2011, se inauguró la **línea 3** ubicada en Eje 1 Poniente Cuauhtémoc, avenida Chapultepec, Dr. Río de la Loza, Balderas, Puente de Alvarado; para continuar por el Eje 1 Poniente Guerrero - Prolongación Guerrero – Calzada Vallejo. Atiende a 104 mil

---

<sup>4</sup> Bus Rapid Transit (siglas en ingles)



pasajeros diariamente en las delegaciones Azcapotzalco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero y el municipio de Tlalnepantla en el Estado de México. Tiene conectividad con las líneas 1, 2, 3, 6, 9 y B del STC, además del Tren Suburbano.

Las características generales del Metrobús se mencionan a continuación

**Tabla 5 Características de infraestructura del Metrobús**

<b>Infraestructura</b>	
<b>Carril confinado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El carril permite el libre tránsito a los autobuses articulados y biarticulados, realizando un traslado rápido y más seguro.</li> <li>• Con la longitud de la red total en sus 4 líneas en total de 95 km</li> </ul>
<b>Estaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De plataforma elevada, las estaciones permiten ingreso a nivel a los autobuses.</li> <li>• En línea 1 cuenta con 43 estaciones en total.</li> <li>• En línea 2 cuenta con 34 estaciones en total.</li> <li>• En línea 3 cuenta con 31 estaciones en total.</li> <li>• En línea 4 cuenta con 30 estaciones en total.</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

**Tabla 6 Características de operación institucional**

<b>Operación</b>	
<b>Flota</b>	160 unidades modelo B-12MA y 7300, y 12 biarticulados; y 46 híbridos.
<b>Peaje</b>	Sistema de pago mediante sistema de transporte inteligente, por medio de tarjeta. Todas las rutas tienen un costo de 5 pesos a excepción la ruta 4 que solo en sus testaciones de Aeropuerto Ti y T2 el costo es de 30 pesos
<b>Control central</b>	Sistema de control central para la ubicación y programación de autobuses.

Fuente: Metrobús, 2012

El Metrobús está conformado por empresas que brindan el servicio de transporte y empresas de recaudo, así como un organismo público descentralizado encargado de administrar, planear y controlar el sistema de corredores de transporte

**Tabla 7 Empresas transportistas**

<b>Empresa transportistas</b>
<b>Empresas encargadas de comprar, operar y mantener los autobuses.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Red de Transporte de Pasajeros del DF</li><li>• Corredor Insurgentes SA de C.V.</li><li>• Rey Cuauhtémoc S.A. de C.V.</li><li>• Corredor Oriente – Poniente</li><li>• Corredor Tacubaya – Tepalcates</li><li>• Transportes Sánchez Armas Juan José S.A.</li><li>• Corredor Eje 4 - 17 de Marzo</li><li>• Movilidad Integral de Vanguardia S.A.</li></ul>

Fuente: Metrobús, 2012

**Tabla 8 Empresas de recaudo**

<b>Empresas de recaudo</b>
<b>Empresas responsables de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de recaudo del sistema (máquinas expendedoras de tarjetas, torniquetes, validadores, cámaras de vigilancia y sistemas electrónicos para el procesamiento de información, entre otros)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inbursa</li><li>• IDEAR Electrónica</li><li>• Movilidad Integral de Diseño S.A.</li></ul>

Fuente: Metrobús, 2012

En las siguientes tablas se mencionan las características técnicas del Metrobús:

**Tabla 9 Características técnicas del Metrobús**

Especificación	Característica
<b>Estructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil rectangular con estructura de acero galvanizado.</li> <li>• Altura para plataforma de 1 m; opción 0.9 m.</li> </ul>
<b>Laminación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero galvanizado, aluminio y fibra de vidrio.</li> </ul>
<b>Vidrios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parabrisas bipartido.</li> <li>• Ventanillas laterales y medallón trasero en cristal templado.</li> <li>• Sección corrediza en cristal claro con marco de aluminio en los costados.</li> <li>• Opción de medallón trasero.</li> </ul>
<b>Interiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 salidas de emergencia por vagón.</li> <li>• 2 ventiladores por vagón.</li> <li>• 2 extractores por vagón.</li> <li>• Piso de triplay revestido en linoleum.</li> <li>• Mampara tubular con acrílico transparente detrás de operador.</li> <li>• 1 extinguidor por vagón.</li> <li>• Iluminación interior independiente.</li> <li>• Espacio para silla de ruedas con cinturón de seguridad.</li> <li>• Ventanillas de emergencia</li> </ul>
<b>Sistema de información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Letrero de ruta frontal en LED.</li> <li>• Letrero lateral por vagón en LED.</li> <li>• Opción de letreros interiores.</li> <li>• Opción de voceo al interior.</li> </ul>
<b>Iluminación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exterior</li> <li>• Faros delanteros: halógeno en luces altas; halógeno de penetración en luces bajas.</li> <li>• Focos direccionales delanteros y traseros incandescentes; opción en LED direccionales traseras.</li> <li>• Navegación: LED.</li> <li>• Cuartos traseros y stop: incandescente, opción en LED.</li> <li>• Reversa: incandescente</li> <li>• Cíclope en LED.</li> <li>• Opción de torreta delantera y trasera; opción en LED.</li> <li>• Interior</li> <li>• Tubo fluorescente; opción en LED.</li> <li>• Luz incandescente de servicio por cada puerta de servicio; opción en LED.</li> </ul>
<b>Tablero de instrumentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero de control de elementos de tren motriz, suspensión, motor y transmisión</li> <li>• (Múltiplex), con despliegue de mensajes en display integrado.</li> <li>• Tablero de satélites dotado de paneles laterales ajustables con columna de dirección</li> </ul>
<b>Área de operador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiento de operador de suspensión mecánica</li> <li>• con cinturón de seguridad de 3 puntos</li> </ul>
<b>Opciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de ayuda a la explotación ITS4mobility.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de contraflujo.</li> <li>• Porta-anuncios en dovelas.</li> <li>• Audio y video.</li> </ul>
--	--

Fuente: Metrobús, 2012

**Tabla 10 Características del tren motriz del Metrobús**

<b>Tren motriz</b>	
<b>Especificación</b>	<b>Características</b>
<b>Estructura y capacidad de carga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chasis en acero de alta resistencia con protección anticorrosiva.</li> <li>• Cap. Eje delantero: 7,500 kg.</li> <li>• Cap. eje tracción: 12,000 kg.</li> <li>• Cap. eje trasero: 10,500 kg.</li> </ul>
<b>Motor y sistema de combustible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor a diesel Volvo DH12E de 6 cilindros en línea.</li> <li>• Posición horizontal central.</li> <li>• Con turboalimentación, refrigeración complementaria e inyección electrónica.</li> <li>• Potencia 340 hp en un rango de 1,400 a 1,800 rpm.</li> <li>• Torque 1,700 Nm en un rango de 950 a 1,400 rpm.</li> <li>• Radiador en toldo.</li> <li>• Post-enfriador con entradas de aire en ambos lados.</li> <li>• Separador de combustible y agua con calentador eléctrico.</li> <li>• 2 tanques de combustible de 300 lt. con toma a ambos lados.</li> </ul>
<b>Control de emisiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Euro 5 con Reducción Catalítica Selectiva</li> </ul>
<b>Suspensión y dirección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suspensión neumática con control electrónico y función de autonivelación.</li> <li>• Dirección hidráulica ZF8098 tipo telescópica regulable en ángulo y altura.</li> <li>• Amortiguador en dirección,</li> <li>• Ejes rígidos con bolsas de aire, amortiguadores y barras estabilizadoras</li> </ul>
<b>Transmisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión automática ZF Ecomat 4 de 6 velocidades con retardador incorporado.</li> <li>• Opción de sistema adaptativo de topografía Topodyn.</li> <li>• Transmisión automática Voith 864.5 de 4 velocidades con retardado incorporado.</li> <li>• Opción de sistema adaptativo de topografía SensoTop.</li> </ul>
<b>Sistema eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema eléctrico Multiplex utiliza arneses simplificados y menos pesados.</li> <li>• Motor, sistema eléctrico, transmisión, frenos, suspensión, dirección, luces exteriores que reportan estatus a una computadora central.</li> </ul>

**Soluciones de Transporte Sustentable de mediana y baja capacidad  
en la Ciudad de México**

<b>Frenos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenos de disco en todas las ruedas.</li> <li>• Sistema de antibloqueo (ABS) y antiderrape (ASR).</li> <li>• Coordinados con retardador primario integrado en transmisión.</li> <li>• Sensor de desgaste y temperatura</li> </ul>
<b>Llantas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llantas Michelin 295/80 R22.5".</li> <li>• Rims de 8.25" * 2.55" en acero.</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

**Tabla 11 Características de las dimensiones del Metrobús**

<b>Dimensiones</b>	
<b>7300 articulado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pasajeros</li> <li>• Sentados 41 personas</li> <li>• De pie: 119 personas</li> <li>• 1 espacio para silla de ruedas</li> <li>• Total: 160 personas</li> </ul>
<b>7300 Biarticulados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pasajeros</li> <li>• Sentados 53 personas</li> <li>• De pie: 187 personas</li> <li>• 1 espacio para silla de ruedas</li> <li>• Total: 240 personas</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

Tabla 12 Ficha técnica de la Línea 1 del Metrobús

<b>Ficha técnica línea 1</b>	
<b>Longitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 kilómetros en ambos sentidos</li> </ul>
<b>Inicio de operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corredor Insurgentes: 19 de junio de</li> <li>• Ampliación Sur: 13 de marzo de 2008</li> </ul>
<b>Terminales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indios Verdes</li> <li>• Caminero</li> <li>• Buenavista II</li> </ul>
<b>Estaciones intermedias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deportivo 18 de marzo</li> <li>• Euzkaro</li> <li>• Potrero</li> <li>• La Raza</li> <li>• Circuito</li> <li>• San Simon</li> <li>• Manuel Gonzalez</li> <li>• Buenavista</li> <li>• El Chopo</li> <li>• REvolucion</li> <li>• Plaza de la republica</li> <li>• Reforma</li> <li>• Hamburgo</li> <li>• Insurgentes</li> <li>• Durango</li> <li>• Álvaro Obregón</li> <li>• Sonora</li> <li>• Campeche</li> <li>• Chilpancingo</li> <li>• Nuevo León 1</li> <li>• Río Piedad</li> <li>• Polifórum</li> <li>• Nápoles</li> <li>• Col. del Valle</li> <li>• Cd. de los Deportes 26) Parque Hundido</li> <li>• Félix Cuevas</li> <li>• Churubusco</li> <li>• Teatro Insurgentes</li> <li>• José María Velasco</li> <li>• Francia</li> <li>• Olivo</li> <li>• Altavista</li> <li>• La Bombilla</li> <li>• Doctor Gálvez</li> <li>• Ciudad Universitaria</li> <li>• Perisur</li> <li>• Villa Olímpica</li> <li>• Corregidora</li> <li>• Ayuntamiento</li> <li>• Fuentes Brotantes</li> <li>• Santa Úrsula</li> <li>• La Joya</li> <li>• El Caminero</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

Figura 14 Ruta de la Línea 1 del Metrobús.



Fuente: Metrobús, 2012

Tabla 13 Ficha técnica de la Línea 2 del Metrobús

Ficha técnica línea 2	
<b>Longitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 kilómetros en ambos sentidos</li> </ul>
<b>Inicio de operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 de diciembre de 2009</li> </ul>
<b>Terminales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tepalcates</li> <li>• Tacubaya</li> </ul>
<b>Estaciones intermedias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General Antonio de León</li> <li>• Nicolás Bravo</li> <li>• Canal de San Juan</li> <li>• Constitución de Apatzingán</li> <li>• CCH Oriente</li> <li>• Leyes de Reforma</li> <li>• Del Moral</li> <li>• Río Frío</li> <li>• Rojo Gómez</li> <li>• Río Mayo</li> <li>• Río Tecolutla</li> <li>• Rodeo</li> <li>• UPIICSA</li> <li>• Iztacalco</li> <li>• Goma</li> <li>• Tlacotal</li> <li>• Canela</li> <li>• Coyuya</li> <li>• La Viga</li> <li>• Andrés Molina Enríquez</li> <li>• Las Américas</li> <li>• Xola</li> <li>• Álamos</li> <li>• Centro SCOP</li> <li>• Doctor Vértiz</li> <li>• Etiopía I</li> <li>• Amores</li> <li>• Viaducto</li> <li>• Nuevo León 2</li> <li>• Escandón</li> <li>• Patriotismo</li> <li>• Parque Lira</li> <li>• De la Salle</li> <li>• Antonio Maceo</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012



Figura 15 Ruta de la Línea 2 del Metrobús.



Fuente: Metrobús, 2012

Tabla 14 Ficha técnica de la Línea 3 del Metrobús

Ficha técnica línea 3	
<b>Longitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 17 kilómetros en ambos sentidos</li> </ul>
<b>Inicio de operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 de febrero de 2011</li> </ul>
<b>Terminales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tepalcates</li> <li>• Tacubaya</li> </ul>
<b>Estaciones intermedias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General Antonio de León</li> <li>• Nicolás Bravo</li> <li>• Canal de San Juan</li> <li>• Constitución de Apatzingán</li> <li>• CCH Oriente</li> <li>• Leyes de Reforma</li> <li>• Del Moral</li> <li>• Río Frío</li> <li>• Rojo Gómez</li> <li>• Río Mayo</li> <li>• Río Tecolutla</li> <li>• Rodeo</li> <li>• UPIICSA</li> <li>• Iztacalco</li> <li>• Goma</li> <li>• Tlacotal</li> <li>• Canela</li> <li>• Coyuya</li> <li>• La Viga</li> <li>• Andrés Molina Enríquez</li> <li>• Las Américas</li> <li>• Xola</li> <li>• Álamos</li> <li>• Centro SCOP</li> <li>• Doctor Vértiz</li> <li>• Etiopía I</li> <li>• Amores</li> <li>• Viaducto</li> <li>• Nuevo León 2</li> <li>• Escandón</li> <li>• Patriotismo</li> <li>• Parque Lira</li> <li>• De la Salle</li> <li>• Antonio Maceo</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

Figura 16 Ruta de la Línea 3 del Metrobús



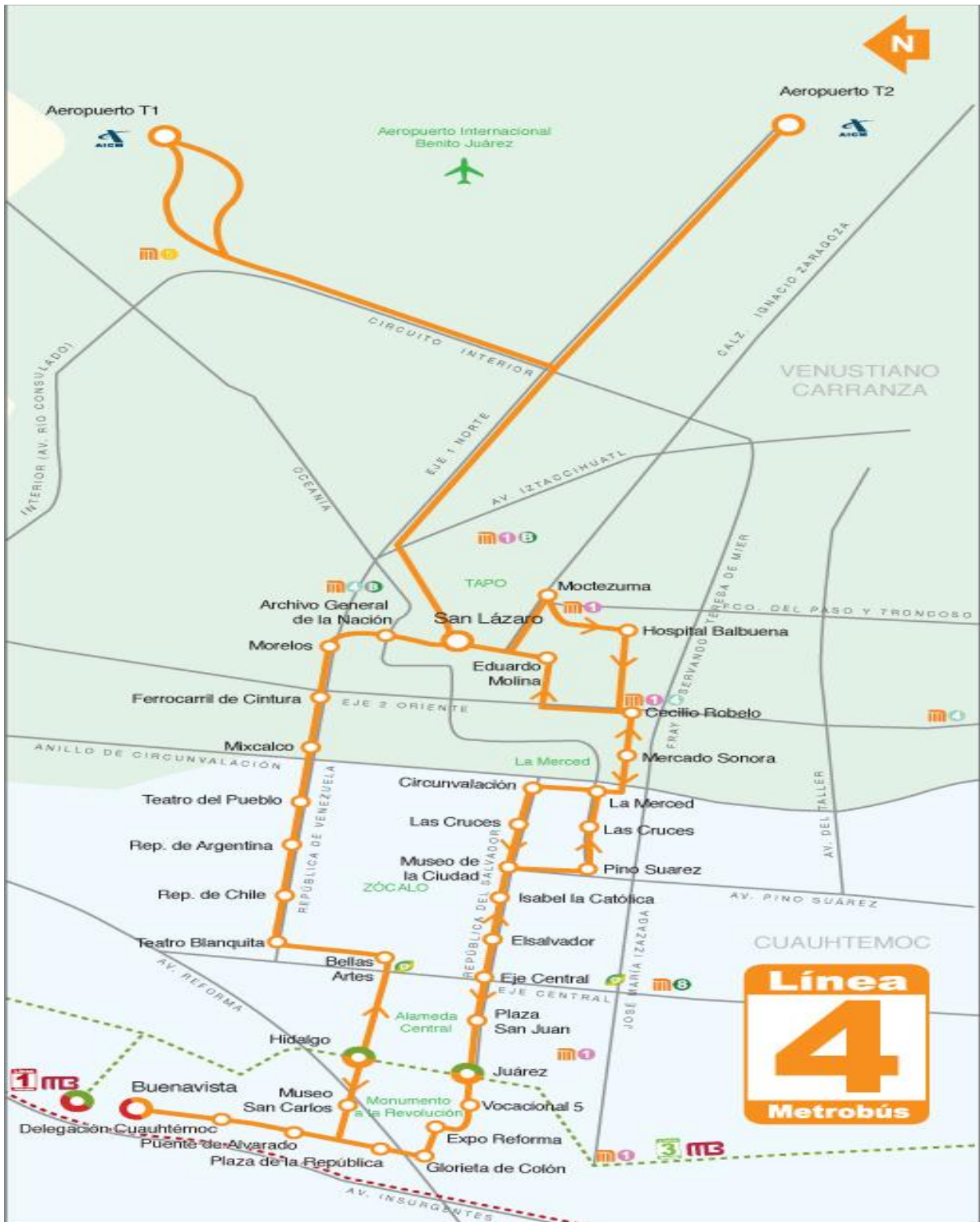
F Fuente: Metrobús, 2012

Tabla 15 Ficha técnica de la Línea 4 del Metrobús

<b>Ficha técnica línea 4</b>	
<b>Longitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28 kilómetros en ambos sentidos</li> </ul>
<b>Inicio de operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 de abril de 2012</li> </ul>
<b>Terminales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buenavista IV</li> <li>• San Lázaro</li> <li>• Aeropuerto Terminales 1 y 2</li> </ul>
<b>Estaciones intermedias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deportivo 18 de marzo</li> <li>• Delegación Cuauhtémoc</li> <li>• Puente de Alvarado</li> <li>• Plaza de la República</li> <li>• Glorieta de Colón</li> <li>• Expo Reforma</li> <li>• Juárez</li> <li>• Plaza San Juan</li> <li>• Eje Central</li> <li>• El Salvador</li> <li>• Isabel La Católica</li> <li>• Museo de la Ciudad</li> <li>• Las Cruces</li> <li>• Circunvalación</li> <li>• La Merced</li> <li>• Mercado Sonora</li> <li>• Cecilio Robelo</li> <li>• Eduardo Molina</li> <li>• Hospital Balbuena</li> <li>• Moctezuma</li> <li>• Archivo General de la Nación</li> <li>• Morelos</li> <li>• Ferrocarril de Cintura</li> <li>• Mixcalco</li> <li>• Teatro del Pueblo</li> <li>• Rep. de Argentina</li> <li>• Rep. de Chile</li> <li>• Teatro Blanquita</li> <li>• Bellas Artes</li> <li>• Hidalgo</li> <li>• Museo San Carlos</li> </ul>

Fuente: Metrobús, 2012

Figura 17 Ruta de la Línea 4 del Metrobús



F Fuente: Metrobús, 2012

## f. Red de Transporte Público RTP

Al inicio de los años 80's, el Departamento del Distrito Federal (DDF) creó la *Vocalía Ejecutiva del Transporte de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR)*, donde una de sus acciones primordiales, fue adoptar medidas enérgicas para enfrentar el alarmante nivel de contaminación, obligando a los dueños de vehículos a colocar convertidores catalíticos en las unidades de modelos reciente.

El Jefe del DDF, Carlos Hank González, anunció la revocación de concesiones otorgadas a los particulares para la prestación del servicio de transporte urbano de pasajeros en autobuses. Ante dicha situación, se procuró resolver la problemática del transporte, por lo que se emitió un decreto, creando un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, denominado **Autotransportes Urbanos de Pasajeros (AUP) R-100**, con el objetivo de prestar servicio de transporte de pasajeros en el DF y zonas conurbadas.

**Figura 18 Señal vertical en paradas de transporte público Ruta 100 – Autobús tipo**



Fuente: Ruta 100 Wikipedia – Enciclopedia libre

Ruta 100 elaboró un Plan Integral de Capacitación y organizó cursos dirigidos a operadores de ese organismo.

El 16 de diciembre de 1983, se integró la Coordinación General de Transporte, como área coordinadora del subsector, integrada en la Ley Orgánica del DF, en la que participan los organismos públicos descentralizados: STC Metro, STE, y AUP R-100.

En 1985, se incorpora la Dirección General de AUP, a la Coordinación General de Transporte, que se encontraba en la Secretaría General de Protección y Vialidad. Cuatro años después, esta misma Dirección se desincorpora de dicha Coordinación para adscribirse nuevamente a la Secretaría mencionada. Para finales de este año, el parque vehicular era de 7,500 unidades.

A principios de 1989, AUP R-100 suspende ilegalmente la prestación del servicio por lo que se declara de utilidad pública la conservación y explotación del servicio público de pasajeros en el DF. Se intervinieron administrativamente todos los bienes y derechos del organismo.

**Figura 19 Autobús tipo Ruta 100. Periodo 1985 – 1990**



Fuente: Ruta 100 Wikipedia – Enciclopedia libre

En 1991, se constituyó el Consejo de Transporte del Área Metropolitana (COTAM), por decisión del gobierno Federal, del Estado de México y del Distrito Federal, para resolver los problemas de transporte en la zona conurbada de la capital. Sin embargo, en 1994 se celebró un convenio entre las Secretarías de Comunicaciones y Transportes Federal, el Distrito Federal y el Estado de México, donde se creó la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI) en sustitución de la COTAM. En este mismo periodo, Ruta 100 operaba con 3,500 unidades.

En este mismo año, Ruta 100 fue declarada en estado de quiebra. Al mismo tiempo, Comisión de Vialidad y Transporte Urbano COVITUR se transformó en la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, dependiente de la Secretaría de Obras del DDF.

Se licitaron los 4 Centros de Transferencia Modal (CETRAM's) más importantes de la ciudad: Chapultepec, Indios Verdes, Pantitlán y Observatorio.

En 1997, se declaró concluida la quiebra de Ruta 100, quedando bajo la responsabilidad de un Consejo de Incautación.

Cinco años después de la desintegración de R-100, el ya para entonces Gobierno del Distrito Federal intentó en varias ocasiones licitar las 10 empresas en se dividió el organismo, 2 de las cuales (Servicio Metropolitano de Transporte 17 de Marzo y Autotransporte Metropolitano Siglo Nuevo, agrupadas bajo la denominación de Grupo Metropolitano de Transporte) se otorgaron a ex trabajadores de la paraestatal, como parte de la negociación para desactivar el conflicto por la quiebra.

Ese mismo año la entonces jefa de Gobierno del DF, Rosario Robles Berlanga, emitió decretos por los que se extinguió el organismo público descentralizado Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100 y por el que se declaró como patrimonio del Distrito Federal los bienes muebles e inmuebles que a la fecha administraba el Consejo de Incautación del organismo.

Entonces se creó la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) del Distrito Federal, con el objetivo de brindar servicio radial de transporte público de pasajeros, preferentemente en zonas periféricas de escasos recursos en el Distrito Federal.

El 7 de enero del 2000 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el Decreto por el que se creó la RTP5, como un organismo público descentralizado de la Administración Pública del Distrito Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sectorizado a la Secretaría de Transportes y Vialidad.

La red de transporte está conformada por una flota de autobuses para atender a toda la zona metropolitana, preferentemente a los habitantes de nivel socioeconómico bajo, así como de articular su conexión con otros sistemas de transporte, bajo los principios de seguridad, comodidad y calidad.

RTP inició operaciones a partir del día 1º de marzo del año 2000, con 2 mil 600 trabajadores, 860 autobuses distribuidos en 75 rutas, 7 módulos operativos y 3 talleres especializados.

**Figura 20 Autobús tipo RTP 2000**



Fuente: Ruta 100 Wikipedia – Enciclopedia libre

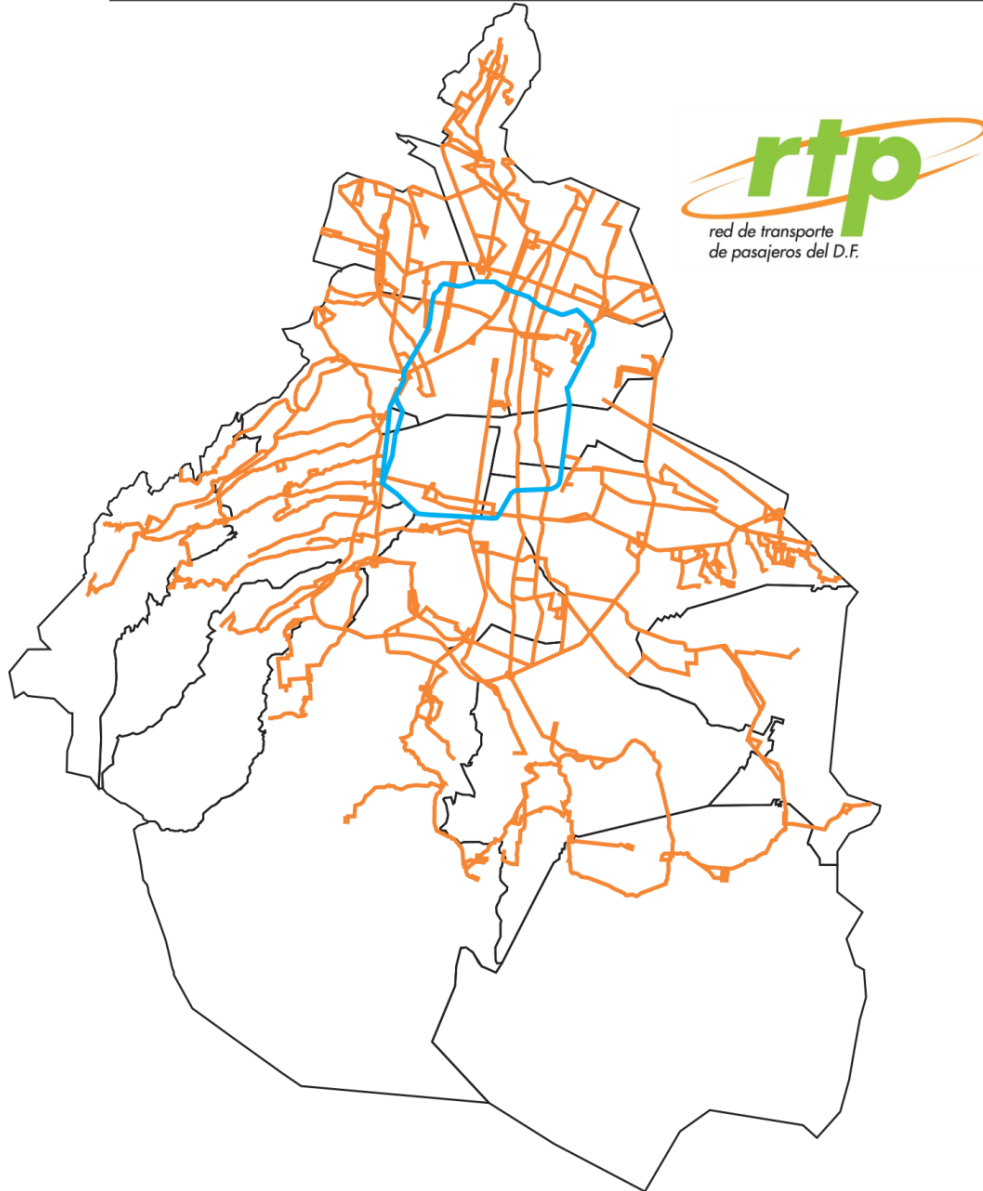
---

<sup>5</sup> Red de Transporte de Pasajeros



Figura 21 Plano de Rutas del RTP

RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DEL D.F.



Fuente: Elaboración en base a los planos de ruta RTP

## **g. Sistema de Transporte Colectivo Metro**

Con base en el decreto de creación publicado en abril de 1967 y vigente en julio de 2007: El sistema es un organismo público descentralizado cuyo objeto es la construcción, operación y explotación de un tren rápido, movido por energía eléctrica, con recorrido subterráneo y superficial para el transporte colectivo de personas en el Distrito Federal.

Su propósito (...) es proveer un servicio de transporte público masivo, seguro, confiable y tecnológicamente limpio, con una tarifa accesible, que satisfaga las expectativas de calidad, accesibilidad, frecuencia y cobertura de los usuarios, y se desempeñe con transparencia, equidad y eficiencia logrando niveles competitivos a nivel mundial (...).

Asimismo, (...) lograr un servicio de transporte de excelencia, que coadyuve al logro de los objetivos de transporte sustentable en la ZMVM, con un alto grado de avance tecnológico nacional, con cultura, vocación industrial y de servicio a favor del interés general y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos (...).

### **o Primer etapa constructiva de STC Metro**

#### **1967 – 1972**

La construcción de la primera etapa del sistema estuvo bajo la coordinación del arquitecto Ángel Borja. Se integraron equipos de trabajo multidisciplinarios, en los que participaron ingenieros geólogos, de mecánica de suelos, civiles, químicos, hidráulicos y sanitarios, mecánicos, electricistas, en electrónica, arqueólogos, biólogos, arquitectos, especialistas en ventilación, en estadística, en computación, en tráfico y tránsito, contadores, economistas, abogados y obreros en general; incluyendo personal aportado por la asesoría técnica francesa.

En esta primera etapa, llegaron a laborar 48 mil obreros, 4 mil técnicos y 3 mil administradores, aproximadamente. Lo que permitió terminar en promedio un kilómetro de línea por mes, cabe señalar que el ritmo de construcción fue tan eficiente que rompió record mundial .

En los estudios de mecánica de suelo, se identificaron características que se evitaron a toda costa, como humedad, consecuencia de las filtraciones del agua freática, la sensación claustrofóbica ante un espacio cerrado bajo tierra, la falta de iluminación y el uso de materiales de difícil mantenimiento.

Durante su edificación se presentaron un mínimo de contingencias, no obstante, una de ellas ocurrió en la construcción de la estación Pino Suárez, donde se encontró un adoratorio mexicana, aparentemente dedicado a *Ehécatl* “*Dios del viento*”, que se integró al diseño de la estación, así como los restos de un mamut, los cuales se exhiben actualmente en la estación Talismán.

El grupo de arquitectos que se encargó del diseño de las estaciones contó con la asesoría de maestros como Enrique del Moral, Félix Candela, Salvador Ortega y Luis Barragán. La selección de materiales para los acabados fue importante, donde se buscaron materiales nacionales de alta durabilidad y de fácil limpieza.

La primera etapa constructiva incluyó tres líneas:

- Línea 1 Zaragoza – Chapultepec.
- Línea 2 Tacuba – Taxqueña
- Línea 3 Tlatelolco - Hospital General.

La longitud total de esta primera red fue de **42.4 km**, con **48 estaciones** para el ascenso, descenso y transbordo de los pasajeros.

○ **Segunda etapa constructiva de STC Metro**

**1977 - 1982**

La segunda etapa se inicia con la creación de la *Comisión Técnica Ejecutiva del Metro*, en el año 1977, dedicada a la construcción de las ampliaciones de la red. Posteriormente, en 1978, se crea la *Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal (COVITUR)*, organismo responsable de proyectar, programar, construir, controlar y supervisar las obras de ampliación, adquirir los equipos requeridos, y hacer entrega de instalaciones y equipo al STC para su operación y mantenimiento, quedando bajo su responsabilidad la problemática entera del transporte en el Distrito Federal.

La segunda etapa se divide en 2 fases: la primera corresponde a las prolongaciones de la **línea 3** hacia el norte, de Tlatelolco a la Raza, y hacia el sur, de Hospital General a Zapata. En la segunda fase, se preparó un Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, y en 1980, el primer Plan Maestro del Metro. De manera paralela, se inició la construcción de las líneas 4 y 5. Las obras estuvieron a cargo de la empresa *Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S.A.* del consorcio *ICA*<sup>6</sup>.

Con la conclusión de la segunda etapa en 1982, la red alcanzó una longitud total de **79.5 km**, **con 80 estaciones**.

La **línea 4** de Martín Carrera a Santa Anita se construyó como viaducto elevado, con una altura es de 7.5 m, debido a la baja densidad de edificaciones altas en la zona. Dicha línea tiene una longitud total de 10.7 km y 10 estaciones, de las cuales 8 son elevadas y dos de superficie; donde cinco de ellas tienen correspondencia con otras líneas.

La **línea 5** se construyó en 3 tramos: Pantitlán - Consulado; Consulado a la Raza, y La Raza – Politécnico. La construcción de dicha línea es de superficie entre Oceanía y Consulado, y subterránea, tipo cajón, de Pantitlán a Terminal Aérea y de Valle Gómez a Politécnico. Tiene una longitud total 15.7 km y 13 estaciones.

---

<sup>6</sup> Ingenieros Civiles y Asociados S.A. de C.V.

- **Tercera etapa constructiva de STC Metro**

**1983 - 1985**

Esta etapa constó de ampliaciones a las **líneas 1, 2 y 3** y la construcción de 2 líneas nuevas, **la 6 y 7**. **La longitud de la red se incrementó en 35.2 km, y el número de estaciones aumentó a 105.**

La **línea 3** se prolonga de Zapata a Universidad; la **línea 1** de Zaragoza a Pantitlán, y **línea 2** de Tacuba a Cuatro Caminos, en el límite con el Estado de México. Con dichas ampliaciones, las líneas 1, 2 y 3 alcanzaron su trazo actual.

El trazo de la **línea 6** es de tipo cajón y superficial. La primera parte de El Rosario a Instituto del Petróleo consta de 9.3 km de longitud con 7 estaciones, 2 de ellas de correspondencia, El Rosario, con la línea 7, e Instituto del Petróleo, con la línea 5.

La **línea 7** está ubicada en las faldas de la Sierra de las Cruces, su construcción fue de tipo túnel profundo. Se entregó en 3 tramos: Tacuba - Auditorio, Auditorio –Tacubaya, y Tacubaya - Barranca del Muerto. Su conclusión significó un **incremento a la red de 13.1 km y 10 estaciones.**

- **Cuarta etapa constructiva de STC Metro**

**1985 – 1987**

En esta etapa se ampliaron 2 líneas: la **línea 6** de Instituto del Petróleo a Martín Carrera con 4.6 km de longitud y 4 estaciones, 2 de ellas con correspondencia, Deportivo 18 de Marzo con línea 3 y Martín Carrera con la línea 4. La línea 6 tiene una longitud total de 14 km con 11 estaciones; y la **línea 7** de Tacuba a El Rosario, con 5.6 km de longitud con 4 estaciones, una de ellas con correspondencia, El Rosario con la línea 6.

Asimismo se llevó a cabo la construcción de un nuevo trazo, la **línea 9** de Pantitlán a Tacubaya. La ampliación de la **línea 6 agregó 4.7 km y 4 estaciones a la red**, y la de la **línea 7, 5.7 km y 4 estaciones más.**

La **línea 9** se edificó en 2 fases: la primera de Pantitlán a Centro Médico, y la segunda de Centro Médico a Tacubaya. Esta nueva línea **añadió a la red 12 estaciones y 15.3 km**. Su trazo es paralelo a la **línea 1**, con el objetivo de descongestionarla en horas de máxima demanda.

Su construcción fue de túnel circular profundo y de tipo cajón, de 9.5 km de longitud partiendo desde Tacubaya hasta Mixiuhca, y de viaducto elevado en el tramo restante. De las 12 estaciones que la conforman, 5 son de correspondencia: Tacubaya, con las líneas 1 y 7; Pantitlán, con las líneas 1, 5 y A; Centro Médico, con la línea 3; Chabacano, con las líneas 2 y 8 y Jamaica, con la Línea 4.

- **Quinta etapa constructiva de STC Metro**

**1988 - 1994**

La primera extensión de la red al Estado de México se inició con la construcción de la **línea A**, de Pantitlán a La Paz. Esta línea es de superficie, posee un puesto de control y talleres exclusivos, y los trenes que circulan en ella son de ruedas férreas, y no neumáticos como el resto de las líneas, debido a que con dichas características, se redujeron considerablemente los costos de construcción y mantenimiento. La línea tiene **17 km de longitud, y 10 estaciones**, donde Pantitlán tiene correspondencia con las **líneas 1, 5 y 9**.

El trazo original de la **línea 8** fue modificado, debido a que se consideró que su cruce por el Centro Histórico de la ciudad, y la correspondencia con la estación Zócalo pondrían en riesgo la estabilidad de las estructuras de varias construcciones coloniales, dañando los restos prehispánicos que se encuentra debajo del primer cuadro de la ciudad.

Al finalizar la quinta etapa de construcción de la red de Metro, se había incrementado su longitud en 37.1 km, añadiendo 2 nuevas líneas y 29 estaciones. Al finalizar en año 1994, la red contaba en total con 178.1 km de longitud, 154 estaciones y 10 líneas.

- **Sexta etapa constructiva de STC Metro**

**1994 - 2000**

La **línea B** de Buenavista a Ciudad Azteca tiene 23.7 km de longitud total, donde 13.5 km y 13 estaciones están ubicados en el Distrito Federal, atravesando las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero; y 10.2 km con 8 estaciones están en el Estado de México, en los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec.

Incluyendo la línea B al sistema, la red se incrementó en un 13%, alcanzando 201.7 km. La **línea B** está proyectada para movilizar diariamente 600 mil usuarios.

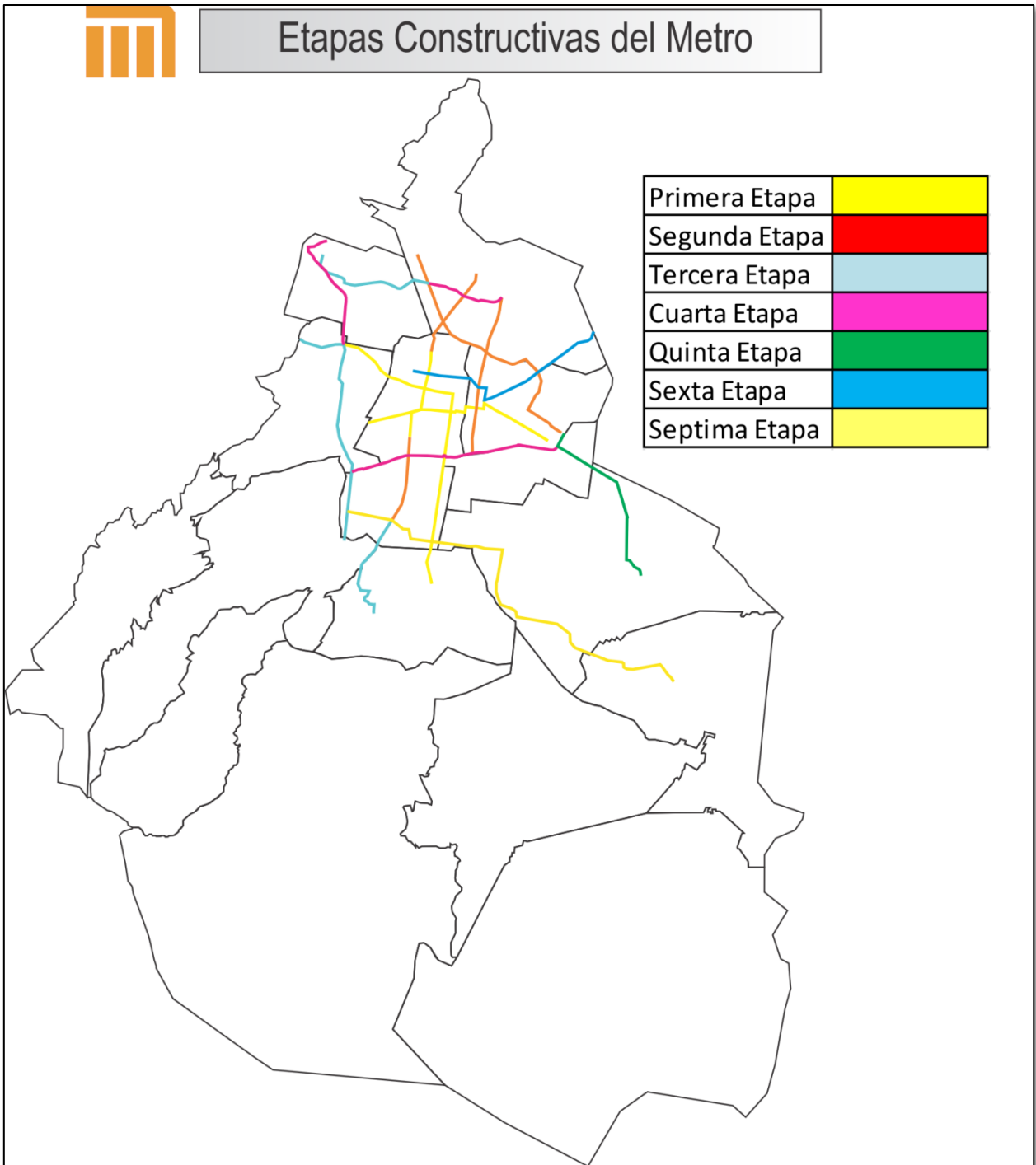
**Soluciones de Transporte Sustentable de mediana y baja capacidad  
en la Ciudad de México**

**Tabla 16 Descripción de tramos inaugurados del metro**

Línea	Estaciones inauguradas	Estaciones acumuladas a la red	Tramo inaugurado	Año de inauguración	Longitud (km) inaugurada	Longitud (km) acumulada (Línea)	Longitud (km) acumulada (Red)
1	16	16	Zaragoza - Chapultepec	1969	12.66	12.66	12.66
1	1	17	Chapultepec - Juanacatlán	1970	1.046	13.706	13.706
2	11	28	Pino Suárez -Tasqueña	1970	11.321	11.321	25.027
2	11	39	Tacuba - Pino Suárez	1970	8.101	19.422	33.128
1	1	40	Juanacatlán - Tacubaya	1970	1.14	14.846	34.268
3	7	47	Tlatelolco - Hospital General	1970	5.441	5.441	39.709
1	1	48	Tacubaya - Observatorio	1972	1.705	16.551	41.414
3	1	49	La Raza - Tlatelolco	1978	1.389	6.83	42.803
3	3	52	Indios Verdes - La Raza	1979	4.901	11.731	47.704
3	1	53	Hospital General - Centro Médico	1980	0.823	12.554	48.527
3	4	57	Centro Médico - Zapata	1980	4.504	17.058	53.031
4	7	64	Candelaria - Martín Carrera	1981	7.499	7.499	60.53
5	7	71	Consulado - Pantitlán	1981	9.154	9.154	69.684
4	3	74	Santa Anita - Candelaria	1982	3.248	10.747	72.932
5	3	77	La Raza - Consulado	1982	3.088	12.242	76.02
5	3	80	Politécnico - La Raza	1982	3.433	15.675	79.453
3	5	85	Zapata - Universidad	1983	6.551	23.609	86.004
6	7	92	El Rosario - Instituto del Petróleo	1983	9.264	9.264	95.268
1	1	93	Pantitlán - Zaragoza	1984	2.277	18.828	97.545
2	2	95	Cuatro Caminos - Tacuba	1984	4.009	23.431	101.554
7	4	99	Tacuba - Auditorio	1984	5.424	5.424	106.978
7	2	101	Auditorio - Tacubaya	1985	2.73	8.154	109.708
7	4	105	Tacubaya - Barranca del Muerto	1985	5.04	13.194	114.748
6	4	109	Instituto del Petróleo - Martín	1986	4.683	13.947	119.431
9	9	118	Pantitlán - Centro Médico	1987	11.669	11.669	131.1
9	3	121	Centro Médico - Tacubaya	1988	3.706	15.375	134.806
7	4	125	El Rosario - Tacuba	1988	5.59	18.784	140.396
A	10	135	Pantitlán -La Paz	1991	17.192	17.192	157.588
8	19	154	Garibaldi - Constitución de 1917	1994	20.078	20.078	177.666
B	13	167	Villa de Aragón - Buenavista	1999	12.139	12.139	189.805
B	8	175	Ciudad Azteca - Nezahualcóyotl	2000	11.583	23.722	201.388
<b>Red total</b>	-	<b>175</b>		-	-	-	<b>201.388</b>

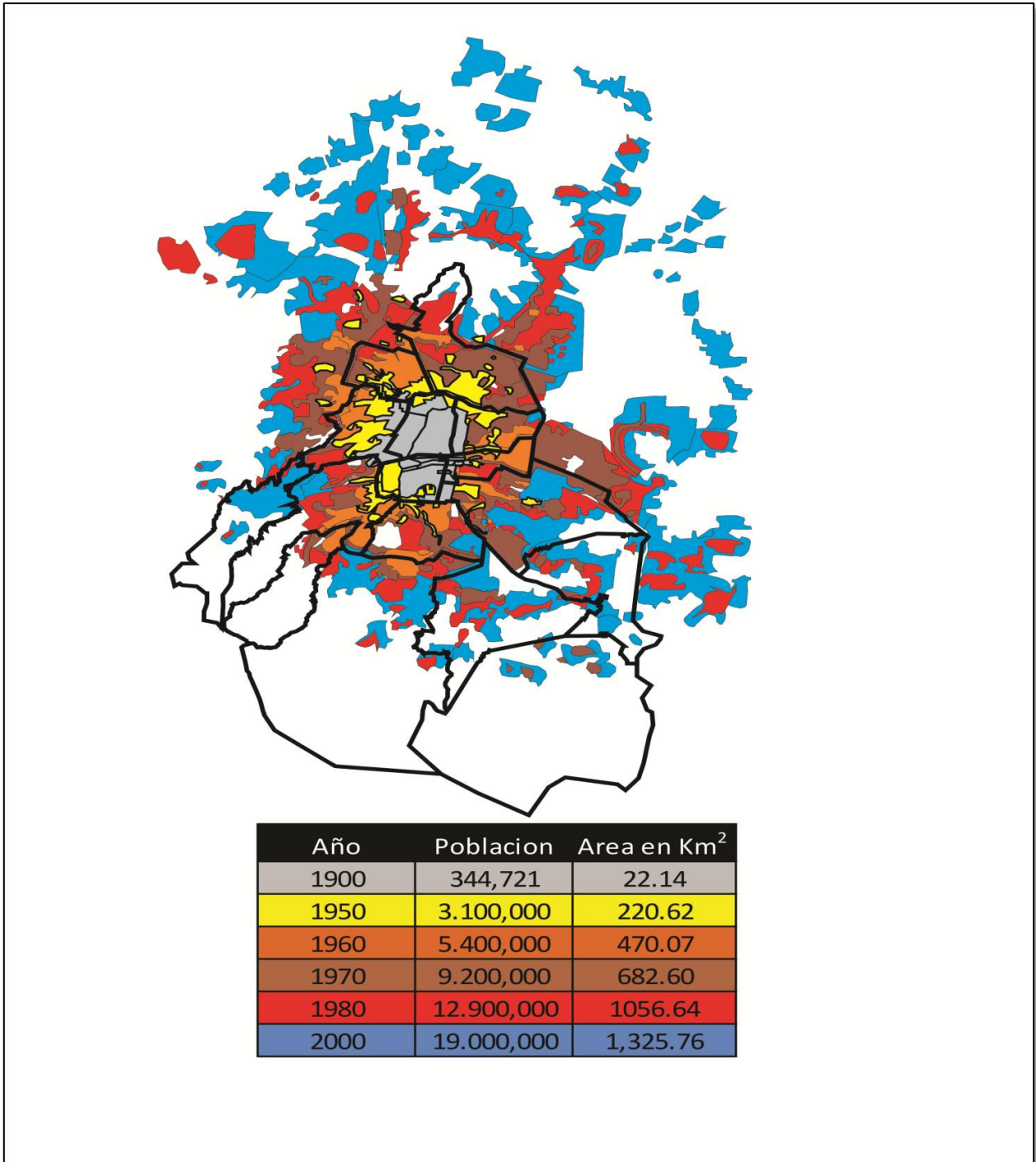
Fuente: Sistema Colectivo Metro

Figura 22 Etapas Constructivas del Metro



Fuente: Elaboración propia en base de a Planos de Rutas del sistema del Metro

Figura 23 Expansión de la Mancha urbana del distrito federal



Fuente: Elaboración propia



## 4 - Iniciativas de transporte sustentable en la Ciudad de México - Caso de estudio

A pesar de la implementación del BRT, es importante continuar fomentando modos de transporte público sustentable en la Ciudad de México, por lo que se propone renovar, expandir y potencializar la red del STE, donde dicha red será exclusiva para la circulación de transporte público y bicicletas mediante un carril Bus Bici, compartiendo una infraestructura vial de calidad que ofrezca rapidez, comodidad y seguridad a los usuarios.

La propuesta está basada en las líneas estratégicas decretadas por el Gobierno del Distrito Federal en el “Programa Integral de Transporte y Vialidad (PITV) 2007-2012”: “4.1 Impulso a la movilidad colectiva y disminución de emisiones contaminantes por transporte público”, con el subprograma “Corredores Cero Emisiones (Eje Central Lázaro Cárdenas, Eje 2 – 2A Sur, Ampliación Eje Central y Eje 3 Norte)”, con los objetivos de “*ampliar y mejorar la red de transporte público gubernamental, con opciones de elevada capacidad y calidad, que tenga ventajas sobre la movilidad individual*”, mediante políticas de “*incremento de la oferta del transporte público de elevada capacidad y calidad, organización de nuevas formas de movilidad alternativa para la ciudad y **revitalización de las ya existentes**, el impulso a la complementariedad de la oferta de transporte gubernamental para su operación como Sistema, y la sustitución de la flota vehicular más antigua del transporte público por unidades de mayor capacidad y amables con el medio ambiente*”. Con el seguimiento de dicho lineamiento se brindará un transporte sustentable cubriendo las zonas con mayor demanda de atracción y generación de viajes origen – destino de la ciudad.

Asimismo, se toma como base el lineamiento “4.3 Transporte y su infraestructura para un nuevo orden urbano”, con los subprogramas “Movilidad en Bicicletas”, “Sistema de Bicicletas Públicas ECOBICI”, y “Mejora de instalaciones, seguridad y servicio del Tren Ligero”, con el objetivo de “*recuperar el espacio público mediante la reorganización de las opciones existentes y la implantación de nuevas alternativas*”, con políticas de “*mejora del espacio urbano y el equipamiento para la movilidad colectiva, y la proporción y fomento a la movilidad en bicicleta y peatonal*”.

La propuesta se basa en la ejecución de las siguientes acciones:

- Ampliación de la red actual del STE mediante un análisis basado en el “Plan Maestro del Metro, Trenes Ligeros y Trolebuses del Área Metropolitana de la Ciudad de México” de la Secretaría de Transportes y Vialidad realizado en el año 1997, en colaboración con el Sistema de Transporte Colectivo y Servicio de Transporte Eléctrico del D.F.
- Renovación y mantenimiento de la flota vehicular mediante una evaluación de las unidades para sustituirlas de manera progresiva, dependiendo de la expansión y demanda de las rutas de la red.

- Mejora de infraestructura vial de las redes seleccionadas, donde los carriles de circulación serán confinados, y se dará tratamiento a las intersecciones con mayor conflicto vehicular convirtiéndolas en cruces seguros, mediante la colocación de dispositivos de control de tránsito que la propia infraestructura de la red del STE y ciclistas tienen implícitas.

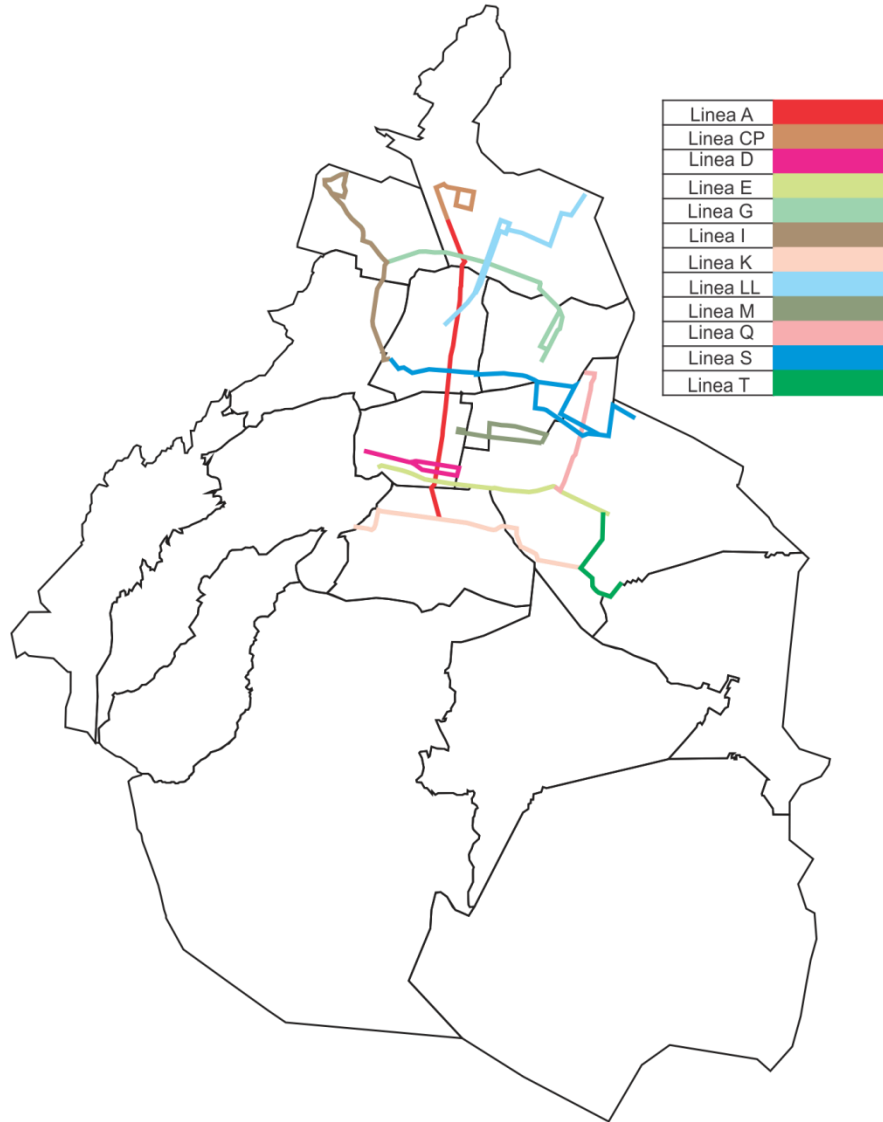
### **a. Ampliación y mejora de la red del STE.**

Como ya se mencionó, la red del STE cuenta con 12 líneas de trolebuses con una longitud total de operación 258.79 km, la flota vehicular registrada de 2011 es de 289 trolebuses, los cuales operan con un intervalo de paso promedio de 5 minutos. La velocidad promedio de operación es de 18 km/h. Las líneas que conforman la red son las siguientes:

- **A** Corredores Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas
- **CP** Circuito Politécnico
- **D** Eje 7 – 7A
- **E** Eje 8 Sur
- **G** Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro El Rosario
- **I** Metro El Rosario – Metro Chapultepec
- **K** Universidad Autónoma de la Ciudad de México – Ciudad Universitaria
- **LL** San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo
- **M** Circuito Villa de Cortés
- **Q** Eje 5 Oriente
- **S** Corredor Cero Emisiones Eje 2 – 2A Sur
- **T** Metro Constitución de 1917 – UACM

Figura 24 Plano de rutas que conforman la red del STE

RUTAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE  
TRANSPORTE BUS BICI



Fuente: Elaboración propia

Las líneas D Eje 7 - 7A Sur y T1 Metro Constitución de 1917 - UACM, dejaron de operar provisionalmente en el mes de marzo del 2009, debido a las obras de la línea 12 del STC Metro.

Dentro de la red del Servicio, existen 2 corredores representativos, debido a su conectividad y cobertura: Corredores Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas y Eje Sur 2 – 2A.

Tomando en cuenta la problemática que aqueja a la ciudad en materia de transporte, se decidió convertir dichas líneas en corredores "Cero Emisiones" con el objetivo de proporcionar mediante trolebuses con alto nivel de confiabilidad, el servicio de transporte de pasajeros sobre carriles confinados, contribuyendo con la política del GDF a construir un corredor ecológico que genere beneficios de movilidad y ambientales.

### a.1. Características por ruta.

A continuación se muestra una descripción de las rutas que conforman la red del SCT:

- **Línea A Eje Central Lázaro Cárdenas**

Inicia en la Terminal Central de Autobuses del Norte y concluye en la Terminal Central de Autobuses del Sur. Las vías por las que circula son: Eje Central Lázaro Cárdenas, División del Norte, Miguel Ángel de Quevedo y Tasqueña. Se vincula con las líneas 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 y 12 del STC Metro, y con la línea 2 y 4 del Metrobús, asimismo con la línea L1 del Tren Ligero, y con las líneas C, E, G, LL y S del mismo Servicio.

Es la segunda ruta de mayor longitud de la red con 36.6 km, tiene 83 puntos de ascenso y descenso, intervalos de 2.5 minutos y un ciclo de 122 minutos. La flota vehicular para el corredor es de 120 trolebuses.

En el año 2009, se convierte en el Corredor Cero Emisiones, incrementando su demanda en casi 47 % con 20,744,861 usuarios, siendo la ruta con mayor demanda de la red, demostrando contundentemente el éxito de la implementación del corredor. En el año 2010 se reafirma que aumento el porcentaje a un 55.70% con 32,299,804 usuarios.

**Tabla 17 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea A del STE 1998 - 2010**

Línea del Trolebus		
A Eje Central		
Año	Demanda	TCMA
1998	11,388,929	
1999	13,163,487	15.58%
2000	14,558,977	10.60%
2001	14,006,632	-3.79%
2002	12,062,100	-13.88%
2003	11,582,856	-3.97%
2004	14,608,670	26.12%
2005	14,294,743	-2.15%
2006	13,972,689	-2.25%
2007	14,242,547	1.93%
2008	14,115,742	-0.89%
2009	20,744,861	46.96%
2010	32,299,804	55.70%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

- **Línea S Eje 2 – 2A Sur**

Un año después de la puesta en operación Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas, a finales del 2010, se inaugura el segundo Corredor Cero Emisiones línea **S Eje 2 – 2A Sur**, la cual es la séptima ruta más larga de la red con 18 km, y la quinta de mayor demanda con 2,521,774 usuarios en el 2010.

Ésta, inicia en la estación del STC Velódromo y concluye en CETRAM Chapultepec. Las vías por las que circula son: Eje 3 Sur Añil, Morelos, Congreso de la Unión, José T. Cuellar, Eje 2 Sur Del Taller – Manuel Othón – Dr. Olvera – Querétaro – San Luis Potosí – Dr. Balmis – Manuel Payno, Yucatán y Sonora.

Cuenta con 2 terminales: Oriente en la estación Velódromo y Poniente en la estación Chapultepec, ambas del STC Metro. Tiene 58 puntos de ascenso y descenso, intervalos de 3 minutos y un ciclo de 60 minutos. La flota vehicular para el corredor es de 30 trolebuses.

El Corredor Cero Emisiones Eje 2 – 2A tiene vínculo con las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 9 y A del STC Metro, y con las línea 1, 2 y 3 de Metrobús, asimismo con la línea A, I y Q del mismo servicio.

Como se puede observar en la siguiente tabla, en el año 2000 se presenta un crecimiento del 56.80 %, siendo la más alta en los 11 años. Del año 2008 al 2010 presenta un decremento del 8.51 %, sin embargo, la obtención de la TCMA mediante regresión lineal indica que tiene una tasa de -3.34 %, lo que refleja una reducción de 2,140,445 usuarios en 11 años. Cabe señalar que en el 2008 la demanda era de 4,779,624 usuarios, es decir, 117,405 usuarios más que en 1998.

**Tabla 18 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea S del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
S Eje 2 - 2A Sur		
Año	Demanda	TCMA
1998	4,662,219	
1999	4,616,738	-0.98%
2000	7,238,918	56.80%
2001	6,734,745	-6.96%
2002	5,308,606	-21.18%
2003	5,059,198	-4.70%
2004	5,815,557	14.95%
2005	5,929,009	1.95%
2006	6,163,293	3.95%
2007	6,002,786	-2.60%
2008	4,779,624	-20.38%
2009	2,756,227	-42.33%
2010	2,521,774	-8.51%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

- **Línea D Eje 7 – 7A Sur**

La línea **D Eje 7 – 7A Sur** esta fuera de servicio temporalmente por la construcción de la línea 12 del STC Metro, inicia en San Andrés Tetepilco y concluye en la estación del Metro Mixcoac, es la décima línea con mayor longitud de la red con 12.3 km, y ocupa el séptimo lugar en demanda de la red con 2,187,468 usuarios en el 2009.

**Tabla 19 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea D del STE 1998 – 2009**

Linea del Trolebus		
D Eje 7 - 7A Sur		
Año	Demanda	TCMA
1998	7,094,538	
1999	7,630,452	7.55%
2000	8,165,830	7.02%
2001	7,865,783	-3.67%
2002	5,883,625	-25.20%
2003	5,780,606	-1.75%
2004	5,509,086	-4.70%
2005	4,898,699	-11.08%
2006	4,534,427	-7.44%
2007	4,561,075	0.59%
2008	5,075,718	11.28%
2009	2,187,468	-56.90%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

Esta línea ha ido en decremento constante a lo largo de los años, y son en el 2002 y 2009, -25.20 % y -56.90 % respectivamente, las bajas más importantes, donde en el último la disminución se debe a la construcción de la línea 12 de STC Metro. Actualmente, se desconoce si el servicio se restablecerá, debido a que las líneas de metro son troncales, al igual que las del STE, por lo tanto, dicho eje troncal se deberá complementa con líneas alimentadoras en las zonas colindantes.

- **Línea E Eje 8 Sur**

La línea **E Eje 8 Sur** inicia en la estación del STC Pantitlán y concluye en el Deportivo Meyehualco, es la cuarta línea con mayor longitud de la red con 29 km, y ocupa lugar número 12 en demanda de la red con 165,710 usuarios en el 2010.

**Tabla 20 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea E.1 del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
E.1 Eje 8 Sur		
Año	Demanda	TCMA
1998	3,938,944	
1999	4,465,947	13.38%
2000	6,406,855	43.46%
2001	6,092,257	-4.91%
2002	5,226,069	-14.22%
2003	5,034,428	-3.67%
2004	4,843,105	-3.80%
2005	5,034,287	3.95%
2006	4,249,883	-15.58%
2007	4,763,627	12.09%
2008	5,130,842	7.71%
2009	1,564,762	-69.50%
2010	165,710	-89.41%

Fuente: Elaboración propia con base en información de STE

La demanda es baja en comparación con el resto de las líneas mencionadas, debido a una disminución del volumen de viajes casi un 89.41%. La línea cubre parte de la demanda de la línea **D 7 -7A Sur**, la cual está fuera de servicio debido a la construcción de la línea 12 de STC. La baja demanda de la línea **E** se debe de igual manera a la obras del metro. En el año 2008, ésta tenía una demanda de 5 millones de usuarios, los cuales la colocaba en la tercera línea con mayor demanda. Ésta enlaza las delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa, donde también se genera un alto volumen de viajes por todos los propósitos.



- **Línea G Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario**

Como ya se me mencionó uno de los objetivos del PITV 2007 - 2012, es incluir la ruta **G Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario** en el Eje 3 Norte Ángel Albino Corzo – Robles Domínguez – Cuitláhuac – Camarones – Miguel Acuña como el tercer Corredor Cero Emisiones, ruta que tiene la mayor longitud de la red con 44.90 km, y la segunda con mayor demanda con 6,942,687 usuarios en el año 2010.

**Tabla 21 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea G del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
G Metro Blvd. Pto. Aéreo- Metro Rosario		
Año	Demanda	TCMA
1998	5,328,565	
1999	7,279,429	36.61%
2000	7,714,999	5.98%
2001	8,314,137	7.77%
2002	6,716,207	-19.22%
2003	6,510,248	-3.07%
2004	8,496,151	30.50%
2005	8,062,482	-5.10%
2006	7,824,587	-2.95%
2007	7,522,192	-3.86%
2008	6,728,489	-10.55%
2009	6,709,415	-0.28%
2010	6,942,687	3.48%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

Como se observa en la tabla anterior, a pesar que la tasa de crecimiento tiene un disminución inconstante a partir del año 2002, con la obtención de la tasa de crecimiento por método lineal se obtuvo una TCMA del 0.32%, lo cual muestra un crecimiento bajo constante de 1,614,122 usuarios en 11 años.

Ésta, inicia en la estación del STC Boulevard Puerto Aéreo y concluye en la estación El Rosario. Las vías por las que circula son: Boulevard Puerto Aéreo, Río Consulado, Eje 3 Norte Ángel Albino Corzo - Manuel Acuña - Alfredo Robles Domínguez - Cuitláhuac, Camarones, Aquiles Serdán y Eje 5 Norte Avenida de las Culturas.

- **Línea I Metro El Rosario – Metro Chapultepec**

Inicia en la estación del STC El Rosario y concluye en la estación Chapultepec. Las vías por las que circula son: Eje 5 Norte De las Culturas, Aquiles Serdán, Eje 3 Norte Manuel Acuña, Camarones, Cuitláhuac, Mariano Escobedo y Melchor Ocampo.

La ruta **I Metro El Rosario – Metro Chapultepec** es la sexta ruta con mayor demanda de la red con 2,336,159 usuarios en el 2010, y ocupa el tercer lugar en longitud con 30.20 km.

**Tabla 22 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea I del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
I Metro el Rosario - Metro Chapultepec		
Año	Demanda	TCMA
1998	3,295,648	
1999	4,959,345	50.48%
2000	5,366,206	8.20%
2001	5,013,553	-6.57%
2002	3,741,213	-25.38%
2003	3,582,667	-4.24%
2004	3,215,136	-10.26%
2005	3,341,817	3.94%
2006	3,309,790	-0.96%
2007	3,255,552	-1.64%
2008	3,221,879	-1.03%
2009	1,774,651	-44.92%
2010	2,336,159	31.64%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

- **Línea K UACM – Ciudad Universitaria**

La ruta **K UACM – Ciudad Universitaria** es la cuarta ruta con mayor demanda de la red con 3,386,953 usuarios en el 2010, y ocupa el octavo lugar en longitud con 17.80 km.

**Tabla 23 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea K1 del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
K1 UACM- Ciudad Universitaria		
Año	Demanda	TCMA
1998	2,533,877	
1999	2,523,888	-0.39%
2000	3,872,013	53.41%
2001	4,295,521	10.94%
2002	3,395,550	-20.95%
2003	3,231,974	-4.82%
2004	3,630,665	12.34%
2005	4,106,537	13.11%
2006	3,481,796	-15.21%
2007	4,226,639	21.39%
2008	4,089,055	-3.26%
2009	2,846,061	-30.40%
2010	3,386,953	19.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

Inicia en Eje 3 Oriente San Francisco y concluye en Ciudad Universitaria. Las vías por las que circula son: Tasqueña, Miguel Ángel de Quevedo, Universidad y Copilco.

- **Línea LL San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo**

La ruta **LL San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo** es la tercer ruta con mayor demanda de la red con 5,209,677 usuarios en 2010, y es la quinta en longitud con 26.14 km.

**Tabla 24 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea LL del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
LL San Felipe de Jesus - Metro Hidalgo		
Año	Demanda	TCMA
1998	1,549,806	
1999	1,661,839	7.23%
2000	1,068,207	-35.72%
2001	2,793,794	161.54%
2002	2,792,995	-0.03%
2003	2,728,432	-2.31%
2004	2,983,586	9.35%
2005	3,051,116	2.26%
2006	2,935,849	-3.78%
2007	2,906,424	-1.00%
2008	3,486,630	19.96%
2009	3,984,807	14.29%
2010	5,209,677	30.74%

Fuente: Elaboración propia con base en datos STE

Inicia en la colonia San Felipe de Jesús y concluye en la estación del STC Hidalgo. Las vías por las que circula son: Camino San Juan de Aragón, Calzada San Juan de Aragón, Misterios, Calzada de Guadalupe, Paseo dela Reforma e Hidalgo.

- **Línea T1 Metro Constitución 1917 – UACM**

La línea **T1 Metro Constitución 1917 – UACM**, como lo indica el nombre de la ruta inicia en el Metro Constitución 1917 y concluye en la UACM. Ocupa el noveno lugar en longitud con 14.75 km, y es la última en demanda con 123,973 usuarios en el 2010. Las vías que comprenden la ruta son Periférico Canal de Garay y Tláhuac.

**Tabla 25 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea T1 del STE 1998 – 2010**

Línea del Trolebus		
T1 Metro Constitución 1917 - UACM		
Año	Demanda	TCMA
1998	1,614,992	
1999	1,824,987	13.00%
2000	2,717,745	48.92%
2001	3,020,389	11.14%
2002	2,523,053	-16.47%
2003	2,404,700	-4.69%
2004	3,088,321	28.43%
2005	3,181,722	3.02%
2006	3,818,532	20.01%
2007	3,713,750	-2.74%
2008	3,881,288	4.51%
2009	2,825,358	-27.21%
2010	123,973	-95.61%

Fuente: Elaboración propia con base en información de STE

La demanda tuvo un crecimiento significativo y constante en el periodo 1998 – 2001, para decaer los dos siguientes años. Sin embargo, ésta continuó incrementando por 7 años, para decaer de manera intempestiva en el 2009 y 2010, debido a la construcción de la línea 12 del STC. La TCMA de acuerdo al método de regresión lineal de los 11 años es del 1.27%, siendo la decimo tercera de la red.

Cabe resaltar que esta es una de pocas las líneas de la red que tiene un crecimiento constante, debido a su ubicación, la cual enlaza áreas de dos delegaciones donde se generan un alto volumen de viajes por todos los propósitos. Esto se puede observar en la *Figura 25 Viajes generados por todos los propósitos*.

- **Línea M Circuito Villa de Cortés**

La línea **M Circuito Villa de Cortés** inicia en la estación del STC Metro Villa de Cortes y concluye en el mismo sitio, siendo un circuito. Ocupa el duodécimo lugar en longitud con 10.10 km, y es la novena ruta en demanda con 1,378,205 usuarios en el 2010. Las vías que comprenden son Apatlaco, Playa Roqueta, Canal de Tezontle y Plutarco Elías Calles.

**Tabla 26 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea M del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
M Iztacalco - Metro Villa de Cortes		
Año	Demanda	TCMA
1998	2,020,854	
1999	2,122,369	5.02%
2000	2,466,887	16.23%
2001	2,260,559	-8.36%
2002	1,778,835	-21.31%
2003	1,722,187	-3.18%
2004	1,378,487	-19.96%
2005	1,285,726	-6.73%
2006	1,295,119	0.73%
2007	1,065,805	-17.71%
2008	1,012,280	-5.02%
2009	944,894	-6.66%
2010	1,378,205	45.86%

Fuente: Elaboración propia con base en información de STE

Al igual que la línea M, tiene un disminución constante de demanda a lo largo de los años, donde en los años 2001 y 2007 se presentan las mayores caídas. La tasa de crecimiento obtenida por regresión lineal es de -7.08%, con un decremento de 642,649 usuarios en once años, siendo de las tres líneas con menor demanda en toda la red.

- **Línea Q Eje 5 Oriente**

La línea **Q Eje 5 Oriente** inicia en la estación del STC Metro Pantitlán y concluye en la estación Iztapalapa del mismo servicio. Ocupa el sexto lugar en longitud con 18.95 km, y es la decima ruta en demanda con 896,870 usuarios en el 2010. Las vías que comprenden son Talleres Gráficos, Eje 5 Oriente Avenida Central – Javier Rojo Gómez, Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa.

**Tabla 27 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea Q del STE 1998 – 2010**

Linea del Trolebus		
Q Eje 5 Oriente		
Año	Demanda	TCMA
1998	3,481,710	
1999	2,925,056	-15.99%
2000	3,366,877	15.10%
2001	3,471,180	3.10%
2002	2,814,636	-18.91%
2003	2,749,478	-2.31%
2004	2,656,366	-3.39%
2005	2,415,469	-9.07%
2006	2,158,559	-10.64%
2007	1,771,001	-17.95%
2008	1,539,454	-13.07%
2009	273,000	-82.27%
2010	896,870	228.52%

Fuente: Elaboración propia con base en información de STE

Esta es la línea con menor demanda de toda la red, tuvo un decremento de 2,584,840 usuarios en once años, con una tasa de crecimiento en regresión lineal de -10.02%.

- **Línea CP Circuito Politécnico**

La línea **CP Circuito Politécnico** inicia en Unidad Profesional Adolfo López y concluye en el mismo sitio, siendo un circuito. Ocupa el undécimo lugar en longitud con 11 km, y es la octava ruta en demanda con 1, 823,448 usuarios en el 2010. Las vías que comprenden son Juan de Dios Bátiz, Av. Miguel Othón de Mendizábal, Wilfrido Massieu, Eje Central Lázaro Cárdenas.

**Tabla 28 Demanda total por año y tasa de crecimiento de la línea CP del STE 1998 – 2010**

Línea del Trolebus		
CP Circuito Politecnico		
Año	Demanda	TCMA
1998		
1999		
2000		
2001		
2002		
2003		
2004		
2005	267,940	
2006	1,195,282	346.10%
2007	1,253,919	4.91%
2008	1,520,950	21.30%
2009	1,535,107	0.93%
2010	1,823,448	18.78%

Fuente: Elaboración propia con base en información de STE

Esta línea presenta un crecimiento constante en los 6 años de operación con una tasa de crecimiento en regresión lineal de 29.26%.



## b. Justificación

Desde hace 12 años aproximadamente, el GDF ha promovido un cambio en el transporte público, como parte de ello, en junio del 2005 se inauguró la línea 1 del Metrobús, en 2009 y 2010 se ponen en operación los 2 Corredores Cero Emisiones del STE, igualmente en 2009 nace el sistema de transporte individual ECOBICI, además de varios programas de “chatarrización” de taxis y microbuses obsoletos.

A partir del año 2007 se han realizado diversos análisis con respecto a la movilidad. En el año 2007 se realizó la Encuesta Origen – Destino en la cual se muestran las líneas de deseo de los principales orígenes y destinos de viajes para todos los propósitos.

Con base en dicha Encuesta, se obtuvieron líneas de deseo que demuestran que las zonas centro y oriente de la ciudad se genera el mayor volumen de viajes. Las delegaciones que integran dichas zonas son Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Iztapalapa y el nororiente de Álvaro Obregón. La zona que presenta el mayor volumen de viajes atraídos en la zona centro, norte de la delegación Cuauhtémoc

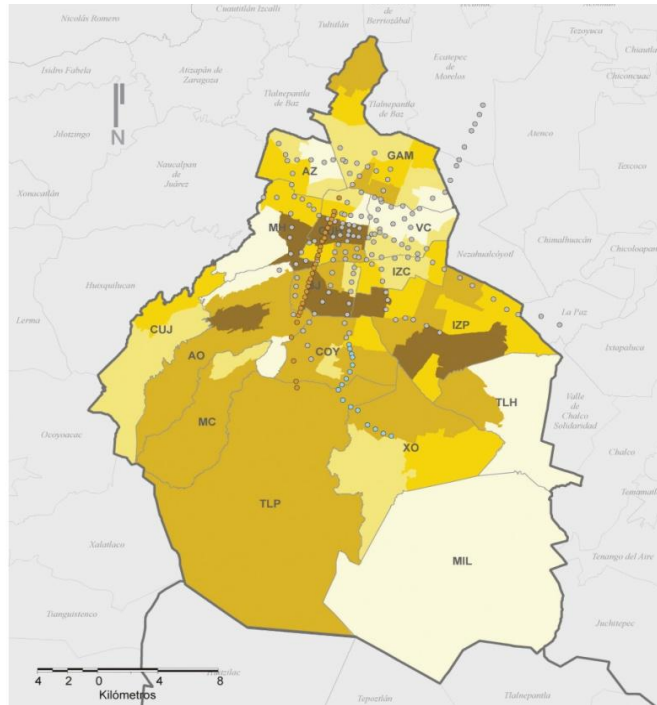
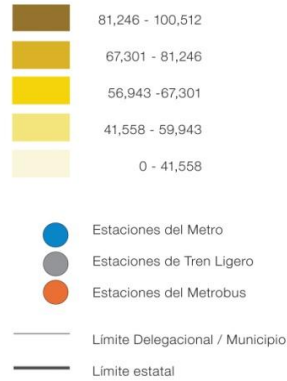
Asimismo, a partir del año 2008 al 2010 se llevó a cabo el “Conteo Ciclista”, cubriendo las 16 delegaciones de la ciudad, arrojando información como número de ciclistas por intersección, tipo de bicicleta, género y edad del usuario, tipo de carga, uso de casco y horas de máxima demanda.

A continuación se muestran las siguientes figuras, las cuales forman parte de la Base Cartográfica de los documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta, realizada por la Secretaría del Medio Ambiente, GDF.

Figura 25 Viajes generados por todos los propósitos

MAPA 2.1 VIAJES GENERADOS POR TODOS LOS PROPÓSITOS, 2007

(TRABAJO, REGRESO A CASA, IR A ESTUDIAR, COMPRAS, RECOGER A UNA PERSONA, SOCIAL-DIVERSIÓN, RELACIONADO CON EL TRABAJO, IR A COMER, TRÁMITES, OTROS)

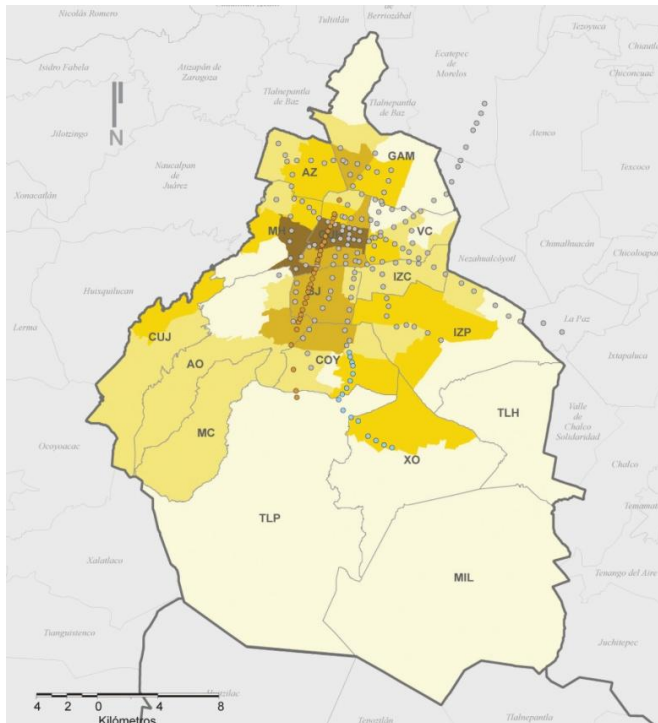


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Figura 26 Viajes atraídos por todos los propósitos

MAPA 2.2 VIAJES ATRAÍDOS POR TODOS LOS PROPÓSITOS, 2007

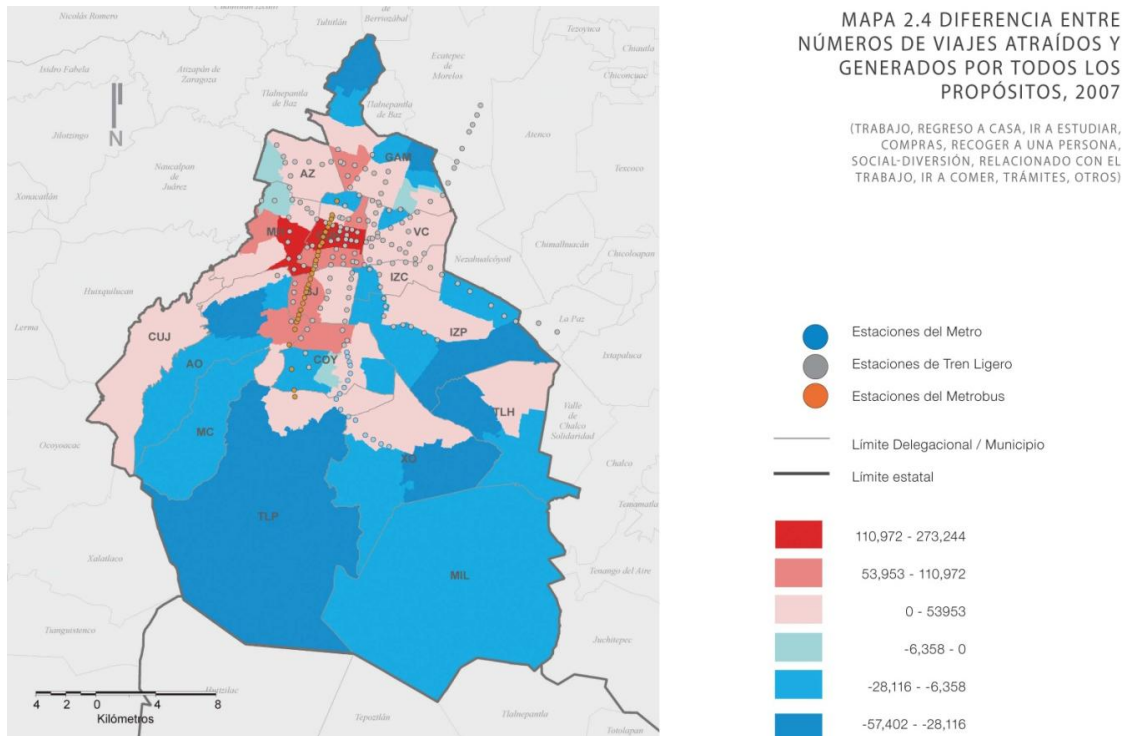
(TRABAJO, REGRESO A CASA, IR A ESTUDIAR, COMPRAS, RECOGER A UNA PERSONA, SOCIAL-DIVERSIÓN, RELACIONADO CON EL TRABAJO, IR A COMER, TRÁMITES, OTROS)



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

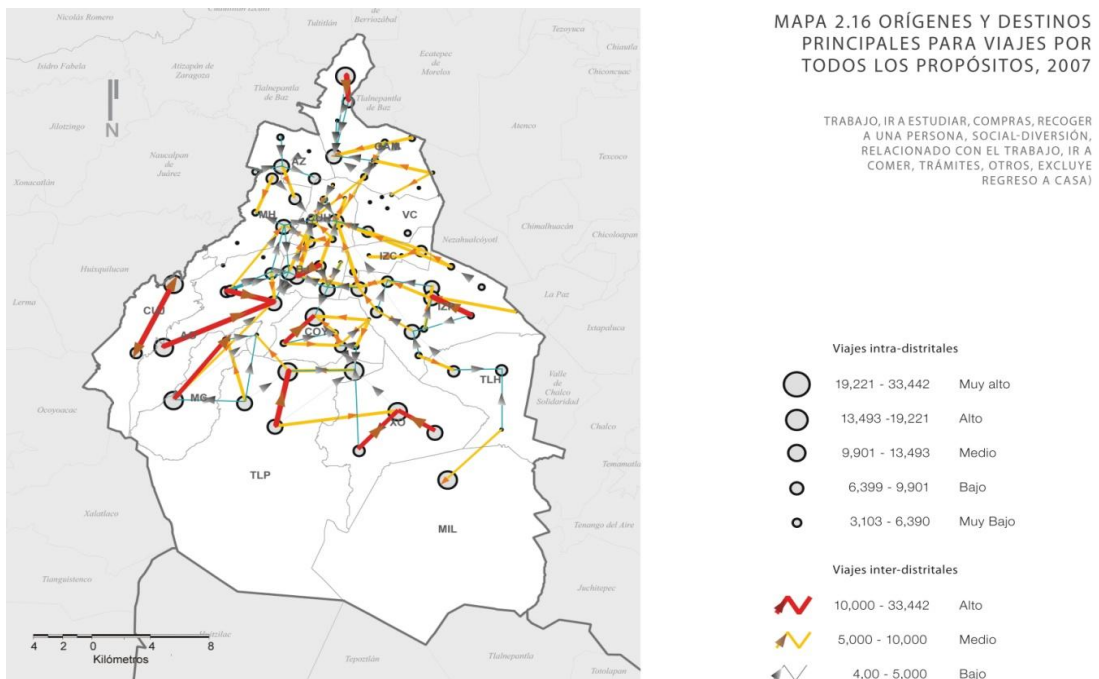
## Soluciones de Transporte Sustentable de mediana y baja capacidad en la Ciudad de México

**Figura 27 Diferencia entre número de viajes atraídos y generados por todos los propósitos.**



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

**Figura 28 Orígenes y destinos principales para viajes por todos los propósitos**

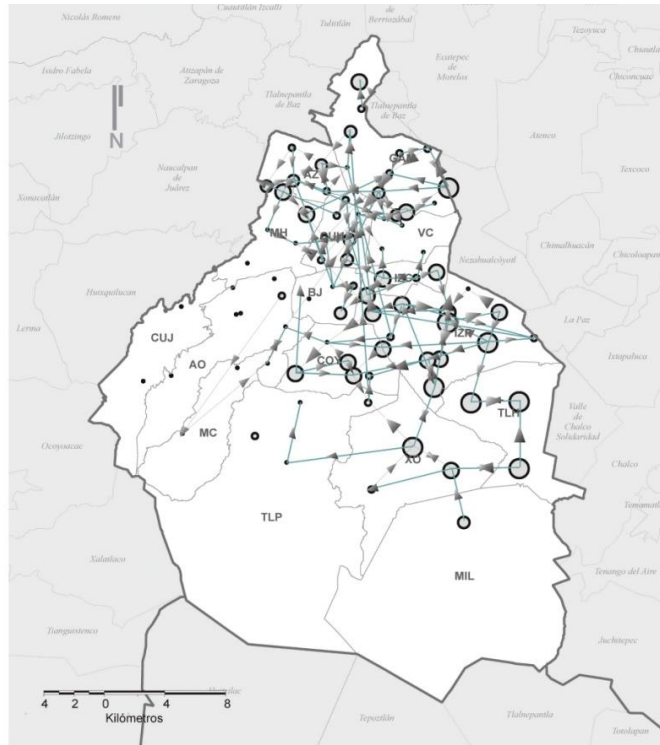


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Figura 29 Orígenes y destinos principales para viajes en bicicleta por todos los propósitos

MAPA 2.17 ORÍGENES Y DESTINOS PRINCIPALES PARA VIAJES EN BICICLETA POR TODOS LOS PROPÓSITOS, 2007

TRABAJO, IR A ESTUDIAR, COMPRAS, RECOGER A UNA PERSONA, SOCIAL-DIVERSION, RELACIONADO CON EL TRABAJO, IR A COMER, TRÁMITES, OTROS, EXCLUYE REGRESO A CASA

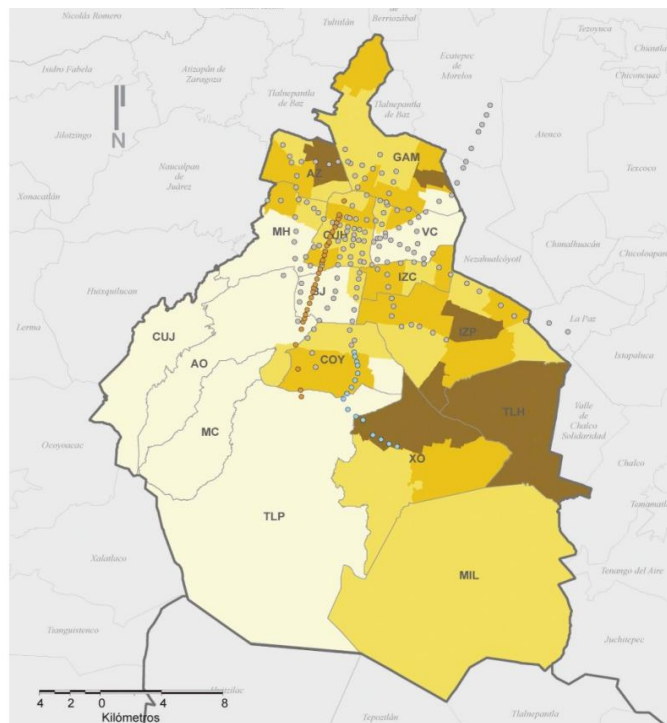


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Figura 30 Porcentaje de viajes en bicicleta

MAPA 2.29 PORCENTAJE DE VIAJES EN BICICLETA, 2007

(ORIGEN) (EXCLUYE REGRESO A CASA)

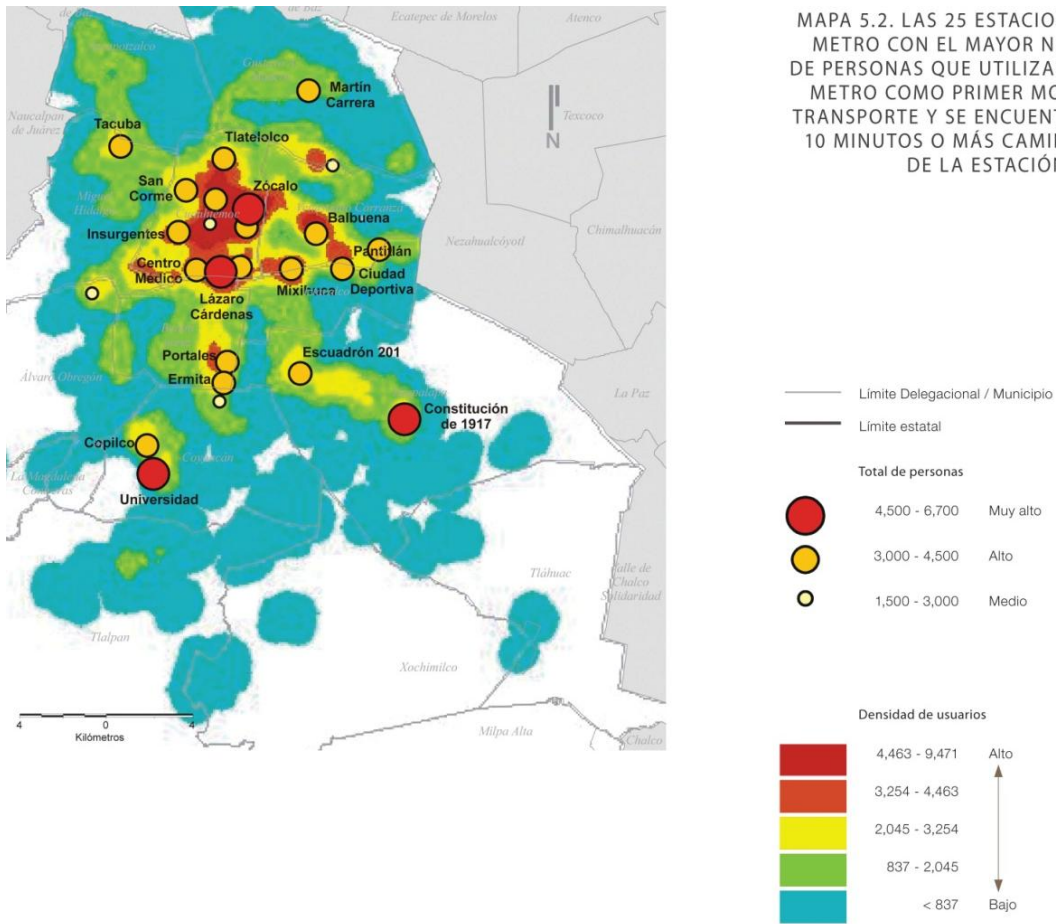


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

**Soluciones de Transporte Sustentable de mediana y baja capacidad en la Ciudad de México**

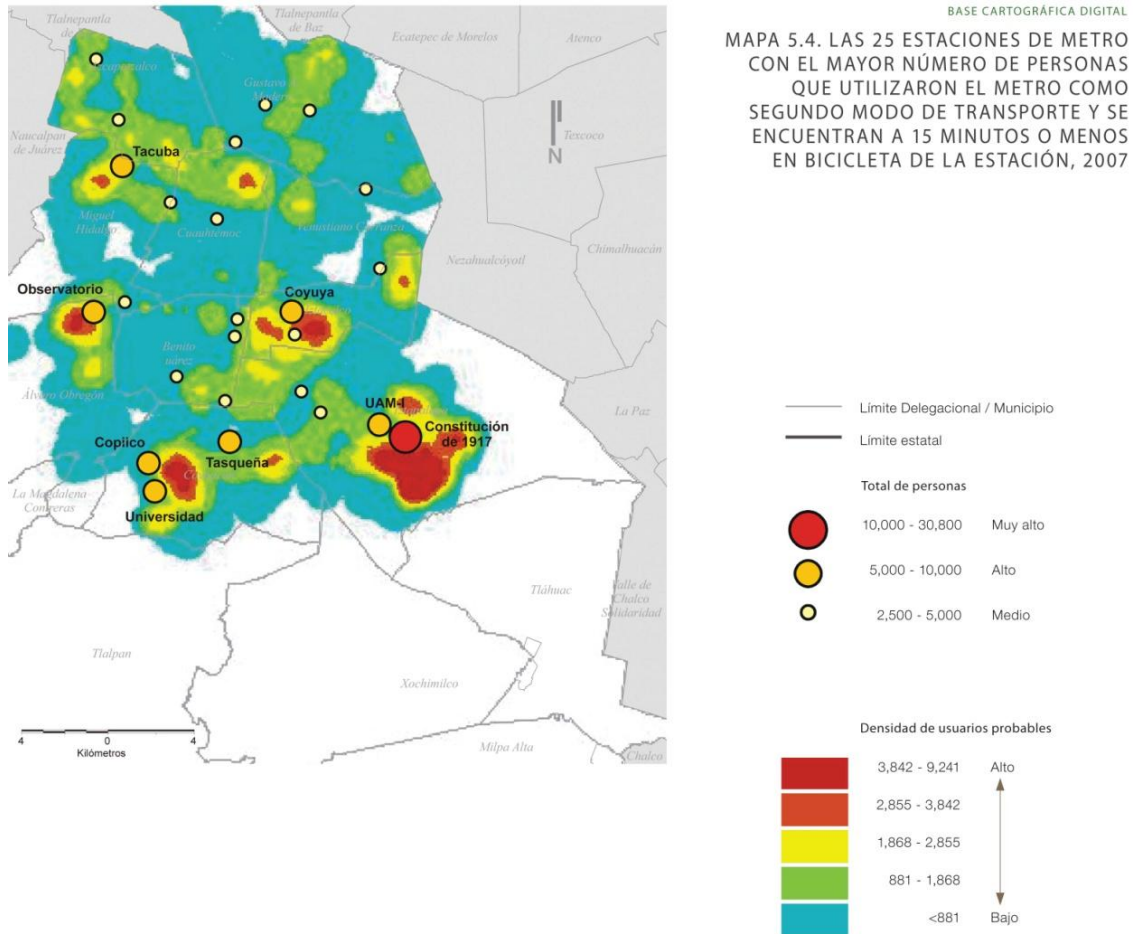
La zona que presenta el mayor volumen de viajes atraídos en la zona centro, el norte de la delegación Cuauhtémoc.

**Figura 31 Las 25 estaciones del STC Metro con el mayor número de personas que usaron como primer modo este medio de transporte y se encuentran a 10 min o más de la estación**



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Figura 32 Las 25 estaciones del STC Metro con el mayor número de personas que usaron como segundo modo este medio de transporte y se encuentran a 15 min o más de la estación



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

En el año 2010 se realizó el “Censo Anual Ciclista”, en el cual se contabilizaron los viajes en bicicleta en las 16 delegaciones de la Ciudad de México, en diversos puntos elegidos de manera aleatoria. Éste refleja que la zona donde se generan más viajes en bicicleta es la zona oriente, seguida por la zona centro, reforzando el dato de la Encuesta Origen Destino 2007.

Las 12 rutas del Servicio de Transportes Eléctricos están ubicadas a lo largo de 11 delegaciones, donde 10 de ellas tienen una presencia ciclista considerable.

**Tabla 29** Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones con influencia de la red del Servicio de Transportes Eléctricos

Volumen total de ciclistas por año por delegación			
Delegación	2008	2009	2010
Azcapotzalco	1,416	2,642	1,290
Benito Juárez	1,938	2,636	2,043
Coyoacán	2,047	2,601	1,831
<b>Cuauhtémoc</b>	<b>4,439</b>	<b>4,604</b>	<b>3,099</b>
Gustavo A. Madero	3,051	3,081	3,203
Iztacalco	1,348	677	792
Iztapalapa	4,521	3,033	4,762
<b>Miguel Hidalgo</b>	<b>1,459</b>	<b>1,458</b>	<b>1,825</b>
Tlahuac	571	448	672
Tlalpan	1,017	731	1,611
Venustiano Carranza	1,278	1,329	766
<b>TOTAL</b>	<b>23,085</b>	<b>23,240</b>	<b>21,894</b>

Delegaciones con mayor número de ciclistas

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

El trayecto del Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas abarca las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero, 2 de éstas presentan un volumen significativo de ciclistas, además de un crecimiento constante a lo largo de los 3 años, con excepción de Cuauhtémoc, la cual disminuyó el número de ciclistas en el 2010 un 33% aproximadamente.

Dicho decremento se debe a que los ciclistas modificaron su ruta en el interior de las colonias que comprenden la delegación, principalmente las colindantes a las obras de construcción de la línea 3 del Metrobús, la cual se inauguró en el mes de febrero de 2011, misma que atraviesa toda la delegación.

Este mismo decremento también se observa Azcapotzalco y Benito Juárez, delegaciones influenciadas por las obras mencionadas. Asimismo, dicha baja se debe a que los ciclistas toman como ruta el interior de otras colonias de la delegación Cuauhtémoc dispersándose, en las cuales se ha consolidado cada vez más una presencia ciclista y una mayor convivencia entre usuarios de los distintos vehículos, traduciéndose en ordenamiento vial.

A continuación se muestra el volumen de ciclistas por puntos de observación cercano o en el trazo de la línea A “Corredor Cero emisiones”, así como líneas que convergen en ésta, por delegación, con una zona de influencia de 5 manzanas.

**Tabla 30 Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones de influencia del Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas**

Volumen de ciclistas por punto de conteo cercanos al Corredor Eje Central (1 a 5 manzanas), y líneas que convergen, por delegación, por año				
Delegación	2008	2009	2010	Líneas de Trolebús
Benito Juárez	420	291	251	E
Coyoacán	144	258	81	D y K
	98	157	147	A
Cuauhtémoc	792	782	575	A
	501	595	465	LL
	266	157	104	A y S
	312	466	73	A
	77	40	29	S
	198	305	95	A y LL
	176	72	127	A y LL
	128	143	25	A y S
Gustavo A. Madero	126	174	180	C
	65	115	24	A
	45	132	26	G
	39	27	182	A y G
	72	53	46	A y G
<b>Total</b>	<b>3,459</b>	<b>3,767</b>	<b>2,430</b>	

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.



Figura 33 Trazo del Corredor Cero Emisiones Eje Central Lázaro Cárdenas Línea A del STE y principales vías que la Intersectan.

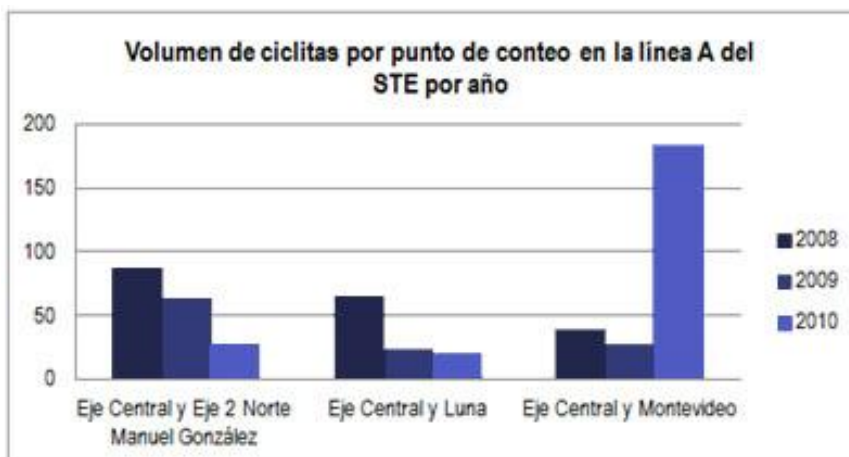


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Dentro de la zona de influencia de la línea **A**, cabe señalar que 3 km de los 36.6 km de dicha línea están dentro del polígono de la Fase 1 de ECOBICI, los cuales serán utilizados por los ciclistas, particulares y usuarios ECOBICI, como un vínculo con la Ciclovía Reforma y la línea **S**, cual está a 2.7 km de distancia de la línea **A** sobre el trazo de esta última línea.

A continuación se muestra el volumen ciclista por punto de aforo en la línea **A**, donde se puede observar una cantidad considerable de usuarios de la bicicleta, sobre todo en la intersección Eje Central Lázaro Cárdenas – Montevideo, sitio cercano a la Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN, donde algunos estudiantes viajan en bicicleta. Asimismo, se refuerza el volumen expuesto en la delegación Gustavo A. Madero.

**Gráfica 1 Ciclistas por punto de conteo en la línea A del STE**



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

El trayecto del Corredor Cero Emisiones Eje Sur 2 – 2A abarca las delegaciones Cuauhtémoc, Iztacalco, Iztapalapa y Venustiano Carranza, 2 de éstas son las que mayor volumen de ciclistas existen en la Ciudad de México.

**Tabla 31 Conteo ciclista – Viajes diarios en las delegaciones de influencia del Corredor Cero Emisiones Eje 2 – 2A**

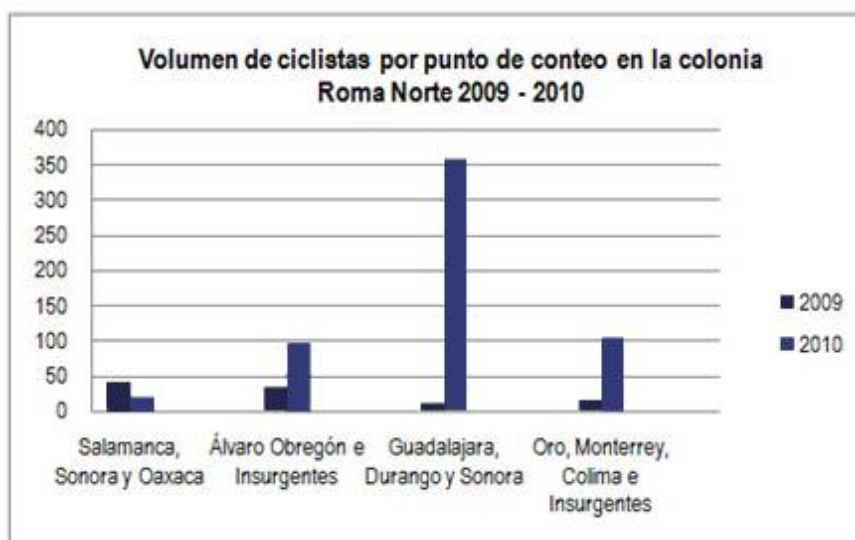
Volumen de ciclistas por punto de conteo cercanos al Corredor Eje Sur 2 - 2A (1 a 5 manzanas), y líneas que convergen, por delegación, por año				
Delegación	2008	2009	2010	Líneas de Trolebús
Cuauhtémoc	1,104	1,248	648	A
	501	595	465	LL
	394	300	129	A y S
	77	40	29	S
	374	377	222	A y LL
Gustavo A. Madero	126	174	180	C
	65	115	24	A
	45	132	26	G
	39	27	182	A y C
	72	53	46	A y G
Iztacalco	214	149	56	M
	46	22	55	S
Iztapalapa	303	103	309	M
	311	123	139	D y K
<b>Total</b>	<b>3,671</b>	<b>3,458</b>	<b>2,510</b>	

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

La delegación Venustiano Carranza no aparece debido a que ningún punto de observación fue colocado cerca de la zona de influencia de las líneas **G** y **S** de Trolebús. No obstante dicha delegación a pesar de que ha disminuido su volumen de ciclistas del 2009 al 2010 un 42%, no se puede ignorar la cantidad de ciclistas que circulan en ella, siendo una delegación con alto potencial ciclista.

Dentro de las 4 delegaciones de la zona de influencia de la línea **S**, cabe señalar que 3.5 km de los 18 km de la esta línea están dentro del polígono de Fase I ECOBICI, los cuales son utilizados por los ciclistas, particulares y usuarios ECOBICI, como un vínculo con la Ciclovía Reforma, demostrando que este tipo de carriles son una opción más para la movilidad no motorizada, y que debido a la frecuencia de paso de los trolebuses y a la velocidad máxima de 18 km/h, es posible la convivencia entre ciclistas y transporte público eléctrico, lo anterior se demuestra con el punto de aforo tomado en el tramo Chapultepec – Colima (Intersección Guadalajara-Durango-Colima), perteneciente a la colonia Roma Norte) con un incremento de casi 300%.

**Gráfica 2 Volumen ciclista por punto de conteo en la colonia Roma Norte 2009 – 2010**



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Los puntos de aforo para los conteos y los volúmenes que están ubicados sobre la línea S del STE son los siguientes:

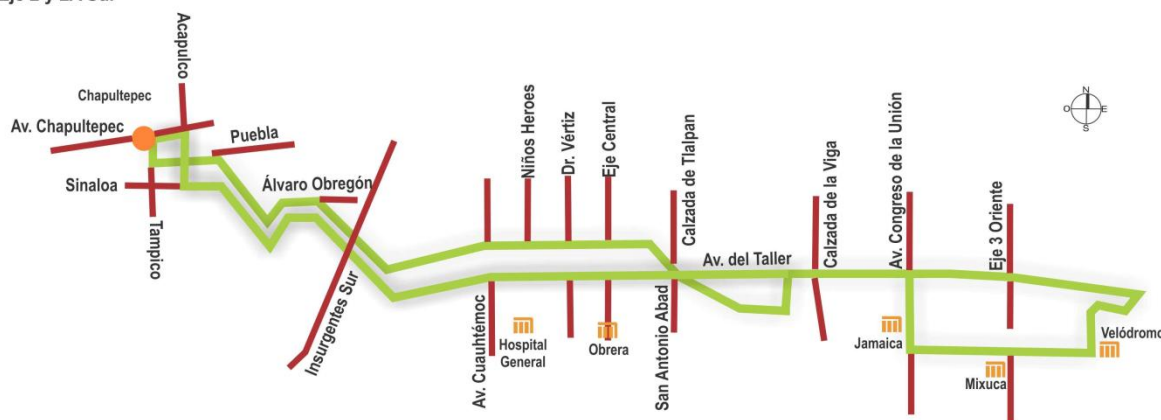
**Tabla 32 Viajes por punto de conteo en línea S – Polígono ECOBICI**

Puntos de conteo ubicados dentro de línea S Trolebús						
Colonia	Cruce	2009	Total 2010	Particulares		Línea
				Particulares	Ecobici	
Hipódromo	Sonora y avenida México	114	88	69	19	Línea S Trolebús
Hipódromo	Popocatepetl, Insurgentes y Yucatán	80	41	35	6	Línea 1 Metrobús y Línea S Trolebús
Roma Norte	Salamanca, Sonora y Oaxaca	42	19	15	4	Línea S Trolebús
Roma Norte	Guadalajara, Durango y Sonora	12	358	270	88	Línea S Trolebús

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

**Figura 34 Trazo del Corredor Cero Emisiones Eje Sur 2 – 2A Línea S del STE y vías que la Intersectan**

Línea S Servicio de Transportes Eléctricos STE  
Eje 2 y 2A Sur



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Es importante mencionar que el potencial carril compartido Bus Bici para el Corredor Cero Emisiones Eje Sur 2 – 2A es un proyecto estudiado y aprobado por la Secretaría de Transportes y Vialidad, en el cual se incluyó una justificación y fichas técnicas para la implementación de este modelo de infraestructura, documentos basados en información arrojada por la Encuesta Origen - Destino realizada en el año 2007.

Figura 35 Oficio STV/OS/04/10 emitido por la Secretaría de Transportes y Vialidad

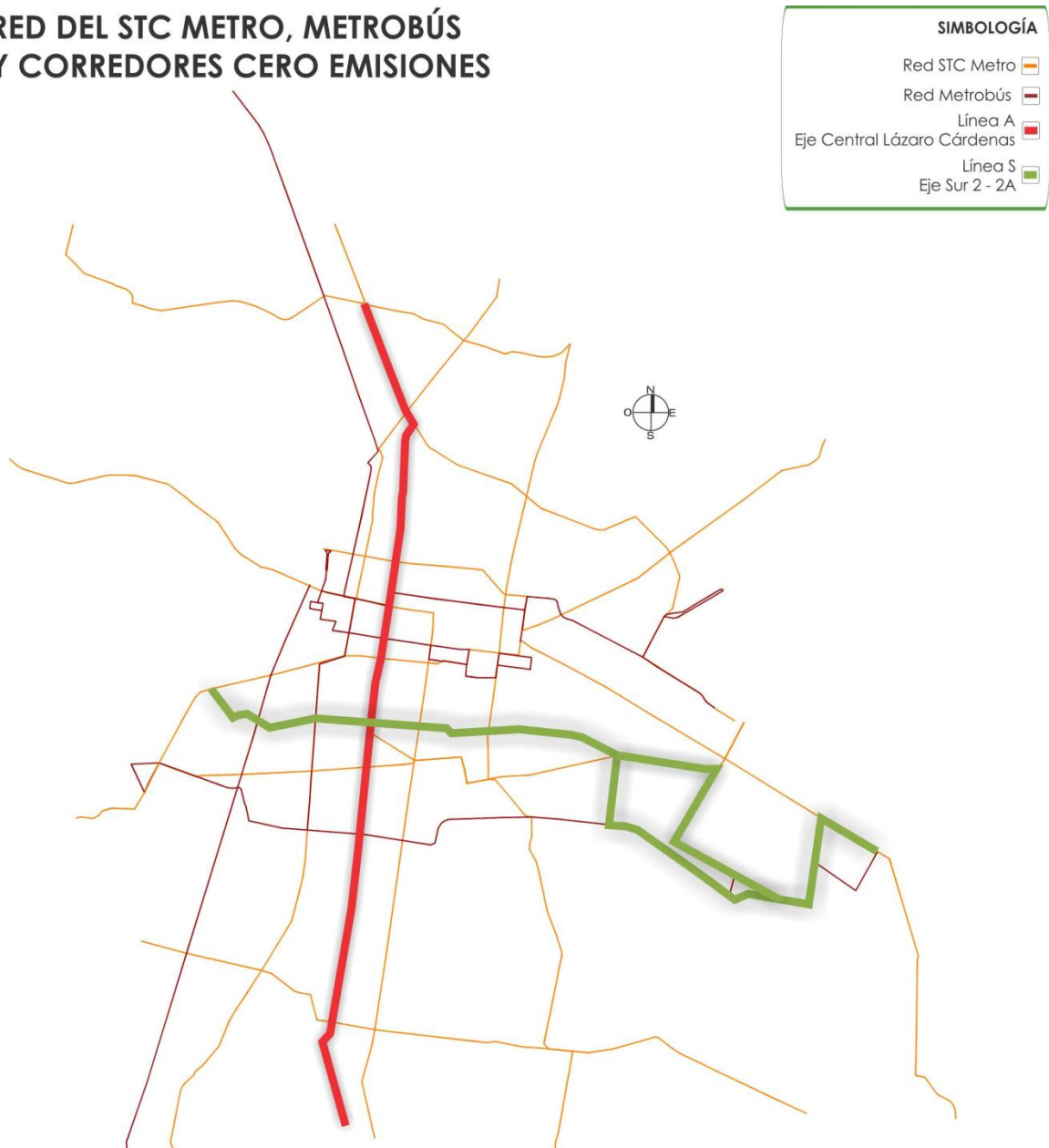


Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Como ya se mencionó, las líneas **A** y **S** atraviesan gran parte de la red del STC Metro, así como la de Metrobús. Éstas, conectan parte de los 4 puntos cardinales de la Ciudad de México, a lo largo de 13 delegaciones.

Figura 36 Vinculación de Corredores Cero Emisiones con líneas del STC Metro y Metrobús

### RED DEL STC METRO, METROBÚS Y CORREDORES CERO EMISIONES



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Se menciona dicha conexión, debido a que en estos sistemas de transporte público, así como en la RTP, cuentan con programas que fomentan el uso de la bicicleta, permitiendo acceder a las unidades con la bicicleta. Este tipo de medidas brindan una opción más de viaje, siendo ésta, la movilidad en bicicleta, la cual puede sustituir los viajes en rutas alimentadoras de transporte concesionado hasta de 5 km, como una opción no contaminante que propicia una mejor calidad de vida. A continuación se muestran los volúmenes de usuarios, que ingresan a las estaciones del Metro con bicicleta.

Tabla 33 Usuarios que viajan con bicicleta por estación del STC, periodo enero – octubre 2011

Viajes con bicicleta en las estaciones del STC Metro con mayor afluencia		
Línea	Estación	Viajes
1, 5 y 9	Paritlán	4,153
8	Bosque de Aragón	2,858
2, 8 y 9	Chabacano	2,149
2 y 3	Hidalgo	2,144
2 y 8	Bellas Artes	2,092
8 y B	Garibaldi	1,619
7	Auditorio	1,483
8	Constitución 1917	1,249
3	Universidad	1,239
7	Refinería	1,208
<b>Total</b>		<b>20,194</b>

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Las estaciones con mayor demanda Reforma, Hamburgo, CU, Tenayuca, Hidalgo, Sonora, Campeche, Durango, Patriotismo y Goma.

Tabla 34 Usuarios que viajan con bicicleta por año en Metrobús

Volumen anual de viajes con bicicleta en el Metrobús							
Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Pasajeros	580	3,120	3,869	4,160	4,680	5,126	4,620

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Como parte del Programa de Corredores de Movilidad no Motorizada “Pedalea tu ciudad”, se tiene acceso a la línea L1 del Tren Ligero todos los domingos, donde existe dentro del tren un área exclusiva para el traslado de los usuarios con bicicletas. Las estaciones con mayor demanda son Huipulco, Xomali y La Noria, además de las terminales Tasqueña y Xochimilco.

Cabe mencionar que la línea L1 se vincula directamente con la línea A, siendo éstas del mismo STE, por lo que al implantar el carril Bus Bici en la línea A se propiciará la intermodalidad hacia el sur de la ciudad con la conexión de ambas líneas.

**Tabla 35 Usuarios que viajan con bicicleta por año en Tren Ligero**

Volumen anual de viajes con bicicleta en la línea L1 del Tren Ligero del STE					
Día	2007	2008	2009	2010	2011
Domingo Ciclotón	742	1,716	2,160	2,604	2,540
Domingo típico	1,008	1,960	2,240	2,520	2,380
<b>Total anual</b>	<b>1,750</b>	<b>3,676</b>	<b>4,400</b>	<b>5,124</b>	<b>4,950</b>

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

A fin de fomentar el uso de la bicicleta, se colocaron 206 "racks" en 15 rutas de la RTP. El dispositivo que es seguro y tiene la finalidad de brindar a la población una alternativa segura para trasladar su bicicleta, fue colocado principalmente en las unidades que tienen como destino el Centro Histórico. Asimismo, como parte de esta iniciativa, los funcionarios de la RTP utilizan dicho modelo de transporte el primer lunes de cada mes.



**Figura 37 Perfil de autobús de la RTP**



**Figura 38 Autobús con rack para bicicletas**

Fuente: <http://www.rtp.gob.mx/servicios.html>

Estos servicios funcionan en horarios específicos o sólo los fines de semana y días festivos, para no interrumpir la circulación de los usuarios de dichos sistemas tanto dentro de las unidades como en las estaciones en horarios de máxima demanda.

Los sistemas que presentan el número de usuarios por año reflejan un crecimiento constante a lo largo de estos, demostrando el éxito de programas de facilidad de traslado con bicicleta.

El Centro Nacional de Prevención de Accidentes (CENAPRA) en 2008 estimó que anualmente 1,065 personas mueren en accidentes viales en el Distrito Federal (DF) en los cuales el 51.7% de estas víctimas son peatones y la edad promedio de la población afectada se encuentra entre los 5 y 35 años de edad ya que son la primera causa de muerte; así como también la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), estimó en 2008 4 mil muertes anuales por enfermedades respiratorias asociadas a la mala calidad del aire en la ZMVM.



## b.1. Experiencias internacionales de infraestructura ciclista compartida

### Indianapolis, Indiana, EUA

El sistema de transporte público IndyGo trabaja en el aumento de conectividad en la ciudad, por lo tanto, promueve el uso de carril compartido de transporte público con la bicicleta. Organizaciones como Bicycle Indiana, el Departamento de Salud del Condado de Marion y la Asociación Central Ciclista de Indiana se unieron para fomentar la educación y seguridad ciclista.

Dentro de las acciones llevadas a cabo por dichas organizaciones, se instruyeron a los conductores de autobuses para circular cerca de ciclistas y ciclovías de manera segura y se concientizó a los ciclistas de circular cerca de las unidades de IndyGo, respetándose así de manera mutua, aún cuando existan tramos de vías estrechas. De este modo, ciclistas y conductores comparten derechos y responsabilidades, como lo expone Mike Birch, Director de Seguridad y Entrenamiento de IndyGo.

La implementación de esta infraestructura de circulación compartida se ha incrementado considerablemente. En el año 2008 se implantaron 4 km de carril compartido, en 2009 fueron 33 km, en el 2010 12 km. Se planea que para este 2011 se cubrirán 50 km aproximadamente, donde a finales del mismo serán 102 km totales a lo largo de la ciudad. Cabe mencionar que además de dichas acciones, todos los autobuses IndyGo están equipados con portabicicletas para 2 unidades cada uno.

**Figura 39 Autobús con rack para bicicletas en Indianápolis**



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

### Baltimore, Maryland, EUA

Cuando la vía no cuenta con el espacio necesario para satisfacer las necesidades espaciales para albergar infraestructura confinada para bicicleta, Baltimore encuentra la solución combinando el carril confinado de transporte público con tránsito para bicicletas. Este tipo de

acciones mejoraron el servicio de la vía, mientras se redujeron los requerimientos de espacio y operación de la misma.

Estrategias:

Carriles exclusivos para autobuses pueden ser necesarios para una variedad de razones:

- Ordenar las rutas con paradas frecuentes.
- Satisfacer la necesidad de zonas especializadas para el ascenso/descenso del pasaje.
- Mejorar la eficiencia del servicio de autobuses en corredores congestionados.
- Dar cabida a un gran volumen de vehículos que utilizan un corredor urbano.

Los carriles exclusivos para la bicicleta pueden ser necesarios por diversas razones:

- Proporcionar una mayor seguridad para los ciclistas en el tráfico urbano pesado.
- Dar continuidad al flujo de ciclistas.

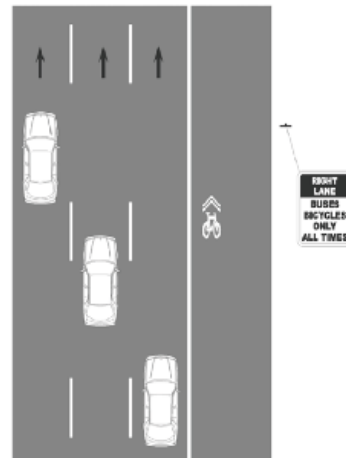
Las estrategias están orientadas hacia la operación de autobuses en una red de calles urbanas con paradas frecuentes y velocidades bajas. La combinación de autobuses y bicicletas en un carril compartido no se recomienda si el autobús circula a velocidades mayores a 60 km/h, o en condiciones de tránsito congestionado con intervalos de 2 minutos o menos. Sin embargo, en muchas situaciones un carril compartido puede mejorar de manera significativamente el nivel de servicio de la vía, inclusive con intervalos entre 10 y 5 minutos.

En estas situaciones, la combinación de autobús y bicicleta en un carril compartido mejora el nivel de servicio para ambos modos de transporte. Por ejemplo, un carril confinado para autobús requiere 4.50 metros de ancho, y el carril confinado para bicicleta 1.50 metros como mínimo, mientras que el carril compartido Bus Bici puede albergar a los 2 modos de transporte sin sacrificar el nivel de servicio, siendo 4.30 a 4.60 metros la dimensión adecuada para una correcta operación.

Figura 40 Distribución de carriles  
para Bus Bici en Baltimore



Figura 41 Señalización carril  
Bus Bici en Baltimore



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

En las principales ciudades europeas es posible la convivencia cómoda y segura de las bicicletas con el transporte público en corredores compartidos exclusivos. El ancho del corredor depende de varios factores:

- Importancia y velocidad del tránsito en general,
- Frecuencia y velocidad de los autobuses,
- Posibilidad de rebase entre ciclistas y autobuses,
- Existencia de confinamiento.

Derivado de lo anterior, se han aplicado los siguientes criterios generales para su implementación:

- Un ancho entre 3.50 y 4.30 metros para carriles confinados, debido a que brindan la posibilidad de un rebase cómodo y seguro entre ambos vehículos.
- Existen carriles con anchos mayores a 4.30 metros, los cuales tienen características como: pendientes ascendentes, alta frecuencia de autobuses, fuerte línea de deseo de viajes en bicicleta, velocidades de operación de autobuses superiores a 30 km/h, además de en algunos casos compartir el tránsito con vehículos ligeros.

### **Ghent, Bélgica**

El área conocida como Zuid en Ghent está ubicada al sur de los límites de la zona central, se destaca por ser comercial, de servicios y de administración, asimismo es también un importante centro de transferencia modal donde confluyen dos líneas de tranvía urbano, tres líneas de autobuses urbanos y un número considerable de autobuses regionales, donde los últimos hacen escala en esta plaza principal.

El desarrollo de dicha zona la convirtió es un punto de atracción y generación de viajes, y esa fue una de las razones por las cuales se implementó el carril compartido bus bici e iniciara en 1992.

La compañía de Transporte Público Flamenco solicitó un carril confinado entre la plaza Woodrow Wilson y la plaza Santa Anna, de igual manera la población solicitó la libre circulación de bicicletas en la misma. Por lo tanto, con el objetivo de incrementar la velocidad de los vehículos de transporte público, se implantó un carril en contra flujo en la avenida principal hacia la plaza central, dicha avenida es también un eje importante en la red ciclista de la ciudad, y debido a esto se permitió la circulación de ciclistas en dicho carril confinado.

El cierre del acceso a la plaza Woodrow Wilson al tránsito vehicular, la creación de una zona con tránsito calmado en la zona, y el deseo de empresa “De Lijn” para tener un acceso directo desde la Plaza de Santa Anna (Saint-Anne Plein) para el sur de Ghent South, fueron los motivos para la aplicación del este carril bus bici. Dicha medida era sólo una parte de toda la reforma de la zona de Zuid. Esta se llevó a cabo sin alguna ley que la respaldara.

La ciudad utilizó una gran cantidad de canales de comunicación para informar al público como audiencias, conferencias de prensa, televisión regional, prensa local, entre otros, no sólo por el uso del carril compartido, sino por todo el desarrollo que se llevaba a cabo en la zona de Zuid. También se estableció un departamento de información acerca de la política general de la ciudad. No hubo intereses contradictorios que obstaculizan la aplicación de los carriles compartidos. Tampoco hubo conflictos con el Ministerio Nacional de Transporte, antes ni después de su aprobación en 1997.

**Figura 42 Señalamiento carril Bus Bici en Ghent**



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

### Paris, Francia

Han implementado 29 km de carriles compartidos entre los autobuses de transporte público y la bicicleta desde 2008, adicional a los existentes. En todos los casos, el ancho del carril es de 4.50 metros, sin importar si estos son confinados o no.

### Burdeos, Francia

Cuenta con 40 km de carriles compartidos entre autobuses de transporte público y bicicletas, los cuales han sido implementados desde diciembre de 2001 en las rutas principales.

Figura 43 Bus Bici, Burdeos, Francia



Figura 44 Bus Bici, Burdeos, Francia



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

### Otras ciudades

Cabe mencionar que ciudades como Minneapolis, San Francisco, Seattle, Philadelphia en Estados Unidos de Norteamérica, Vancouver en Canadá, y otras en Australia y Copenhague son claros ejemplos del éxito del carril compartido Bus Bici demostrando ser una vía de tránsito para los ciclistas rápida, cómoda y segura, y de manera conjunta ser parte de la intermodalidad de los sistemas de transporte público de dichas ciudades.

Figura 45 Bus Bici, Minneapolis, USA



Figura 46 Bus Bici, Minneapolis, USA



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Figura 47 Bus Bici, Philadelphia, USA



Figura 48 Bus Bici, Adelaide, Australia



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

## c. Recomendaciones

- Modernizar la red de STE

Se propone modernizar 10 de las 12 líneas de la red, de acuerdo a los mismos lineamientos considerados para la implementación de los Corredores Cero Emisiones, con base en la demanda proyectada en un horizonte de 30 años, tomando como única tasa de crecimiento la perteneciente a la línea "A" Eje Central Lázaro Cárdenas, siendo de 2.95 % anual y obtenida mediante regresión lineal. Lo anterior, se debe a que ésta se toma como ejemplo exitoso de modernización y potencialización de ruta.

Los lineamientos a seguir se mencionan a continuación:

1. Ubicación de paradas formales: Éstas deberán ser cubiertas e iluminadas, tener el señalamiento horizontal y vertical correspondiente al MDCT, tener un croquis de ubicación por ruta completa, y preferentemente biciestacionamientos como es el caso de Eje Central Lázaro Cárdenas.
2. Carril exclusivo: Carril confinado con un ancho mínimo de 3.80 m, y guionado de 30 cm para transporte público, siendo un total de 4.10 m. El elemento de confinamiento deberá ser el mismo que existe actualmente, boyas metálicas o plásticas. En ocasiones se compartirá el carril con transporte público concesionado, dependiendo de la ruta.
3. Señalamiento horizontal: Deberá tener el balizado correspondiente al MDCT, siendo doble línea para distinguir el carril de transporte público, línea en "L" señalando parada, balizado "sargento" indicando el sentido de circulación del carril y la circulación exclusiva de autobuses y bicicletas.
4. Señalamiento vertical: Los trazos de ruta deberán tener el señalamiento informativo, restrictivo y preventivo adecuado, como circulación exclusiva de autobuses y bicicletas, prohibición de circulación de motocicletas y estacionamiento temporal; y en las calles perpendiculares la advertencia de cruce ciclista y de transporte público.
5. SemafORIZACIÓN: Ésta se contemplará sólo en el caso de la existencia de carril en contraflujo.
6. Frecuencia de paso: Ésta dependerá de la ruta, debido a que no es todas las rutas propuestas se incrementará la flota vehicular, buscando una frecuencia de 2.5 minutos.

### c.1. Implementación de infraestructura ciclista en la red del STE

De acuerdo a lo expuesto en el caso de estudio, se plantea la implementación de infraestructura vial ciclista dentro de la red del STE, obedeciendo a los principales viajes origen – destino en bicicleta que se realizan en la ciudad, así como las características de la infraestructura vial asignada al STE. Esto, para ofrecer espacios seguros y cómodos para el uso de la bicicleta como modo de transporte, a través de la adecuación geométrica de la vía, señalamiento horizontal como circulación exclusiva de trolebús y bicicleta, cruces peatonales, así como áreas de espera ciclista; señalamiento vertical como semaforización e información sobre destinos y rutas.

Dicha implementación tiene los siguientes objetivos:

- Conectar la Ciudad de México a través de la implementación de la infraestructura vial compartida tipo Bus Bici en el trazo de la red del Servicio de Transporte Eléctrico.
- Implementar la infraestructura vial adecuada para promover el uso de la bicicleta como una opción cómoda, rápida y segura de transporte.
- Brindar una alternativa real para el uso de la bicicleta con fines de transporte.
- Incrementar el nivel de seguridad vial para todos los usuarios de la vía a través del ordenamiento de la misma.
- Facilitar el uso de la bicicleta para realizar viajes cortos y medianos, principalmente en la zona de intervención.
- Apoyar la reducción de la emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero que generan los vehículos motorizados, a través del uso de la bicicleta.
- Fomentar la intermodalidad de la bicicleta con la red de transporte público.

La implementación de criterios ciclistas en las líneas **A** y **S** de la STE, abrirá la posibilidad de llevar a cabo las mismas acciones en vías con características similares, por lo que es importante que el Servicio de Transportes Eléctricos considere carriles compartidos con la bicicleta en toda su red.

Por lo tanto es importante tomar en cuenta el número de ciclistas registrados por puntos ubicados dentro o cerca de líneas de transporte público por delegación, debido a que con dichas cifras se sustentará lo mencionado. Cabe señalar que con esto, será indispensable redimensionar el ancho de los carriles del carril del Trolebús en algunos casos.



**Tabla 36 Ciclistas registrados por puntos ubicados dentro de alguna línea de Trolebús, por delegación, por año.**

Volumen de ciclistas por punto de conteo ubicadas en alguna línea del STE, por delegación por año				
Delegación	2008	2009	2010	Líneas de Trolebús
Azcapotzalco	337	562	329	I y G
	51	41	91	G
Benito Juárez	420	291	251	E
Coyoacán	144	258	81	D y K
	98	157	147	A
Cuauhtémoc	1,104	1,248	648	A
	501	595	465	LL
	394	300	129	A y S
	77	40	29	S
Gustavo A. Madero	550	449	349	A y LL
	126	174	180	C
	65	115	24	A
	45	132	26	G
	39	27	182	A y C
Iztacalco	72	53	46	A y G
	214	149	56	M
Iztapalapa	46	22	55	S
	303	103	309	M
Miguel Hidalgo	311	123	139	D y K
	63	26	29	I
Tlalpan	9	19	20	L1 Tren Ligero
<b>Total</b>	<b>4,969</b>	<b>4,884</b>	<b>3,585</b>	

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Identificando áreas de oportunidad, se hace especial énfasis en la línea I, línea donde será implementado el Tercer Corredor Cero Emisiones de STE, cuyo trazo es una de las principales líneas de deseo del noreste, alimentando la zona de Reforma y Polanco, zona donde se implementará en 2012 la Fase 3 de ECOBICI.

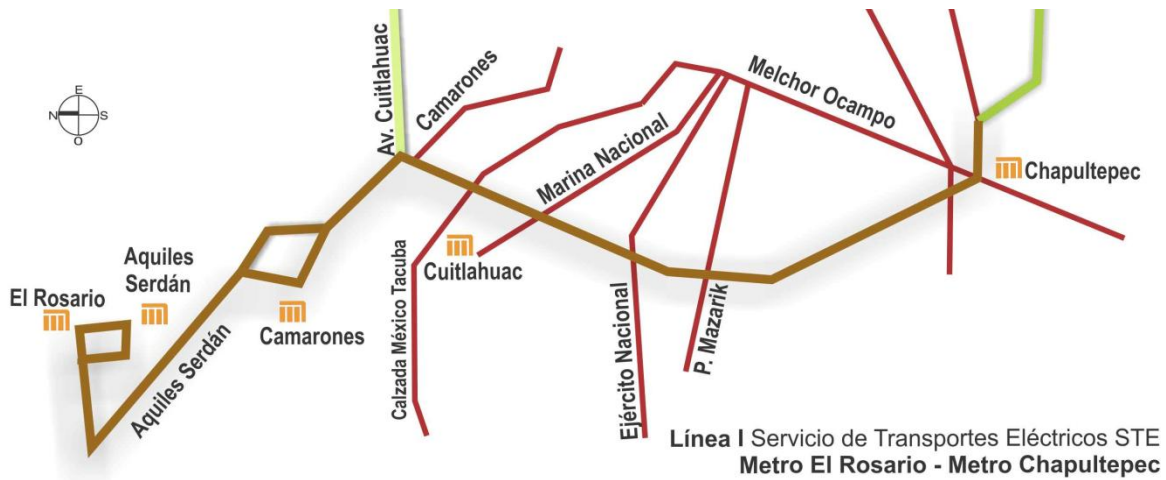
Dicho corredor posee las características físicas necesarias para un carril compartido, por lo tanto, es completamente viable que se implante un carril Bus Bici en todo su trazo.

Figura 49 Corredores Cero Emisiones.



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

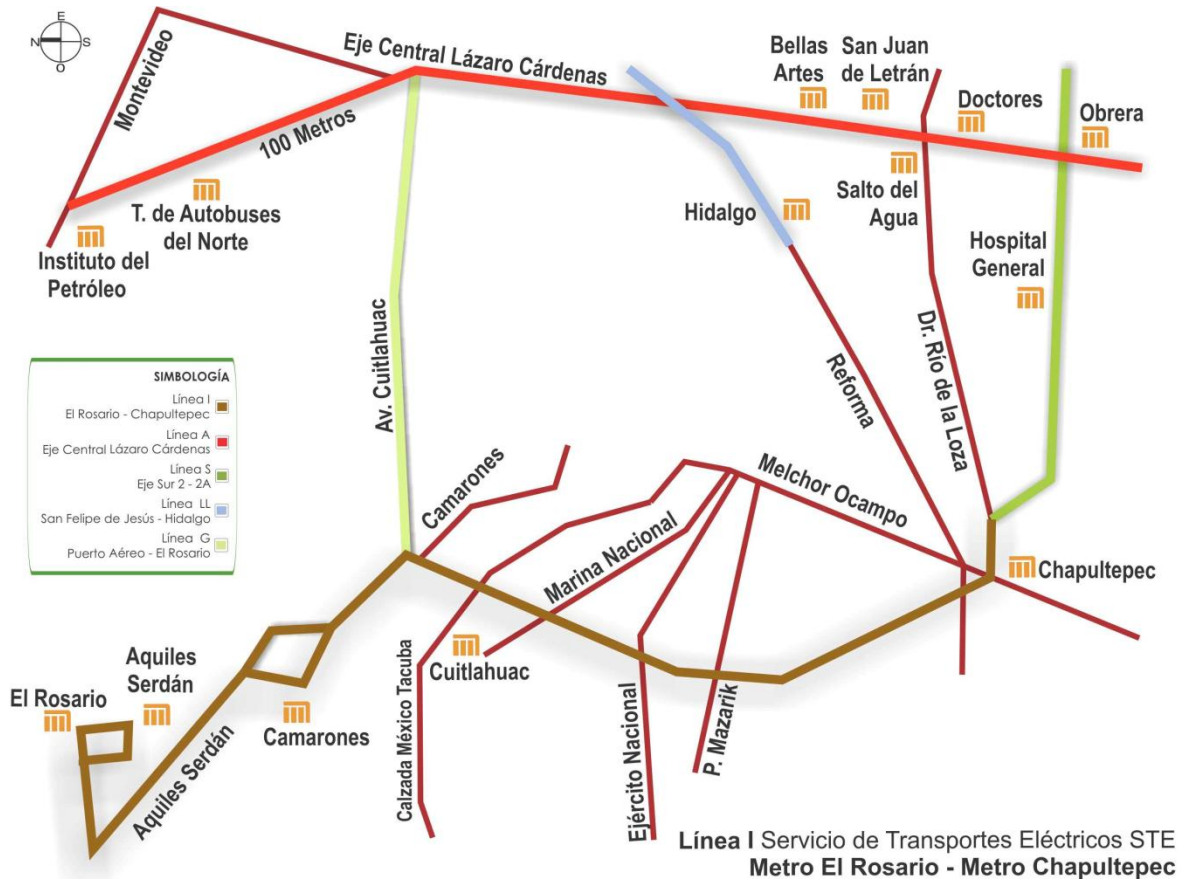
Figura 50 Trazo de la propuesta del Tercer Corredor Cero Emisiones Línea I Metro El Rosario –  
Metro Chapultepec



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Este corredor está vinculado con la línea **S**, por lo que al implementar un carril Bus Bici se formaría una red ciclista directa que atravesaría de norte a oriente la ciudad, además de ligarse con otras líneas del STE, como las líneas **A**, **G** y **LL**, abarcando una red compartida Bus Bici de 112 km aproximadamente.

Figura 51 Vínculo de la línea I con otras líneas del STE



Línea I Servicio de Transportes Eléctricos STE  
Metro El Rosario - Metro Chapultepec

Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

En el marco civil y legal existen sanciones en caso de invadir el carril confinado de circulación del trolebús por automóviles; y por otras unidades de transporte público como taxis permitiendo su ascenso y descenso sólo en calles transversales (bocacalles); y limitando el tránsito de vehículos de carga con peso mayor a 3 y media toneladas a la circulación en el carril confinado sólo en horario de 22:00 a 6:00. Todo esto de acuerdo con el Artículo 6, Fracción II: “Se prohíbe circular en carriles de contraflujo y carriles confinados...” del **Reglamento de Tránsito Metropolitano**.

## c.2. Infraestructura ciclista.

Existen diversos tipos de infraestructura vial ciclista de bajo costo, fácil implementación y alta rentabilidad ambiental, como lo son los carriles compartidos con transporte público o carriles Bus Bici, cuya eficiencia y seguridad se ha demostrado en distintos países.

**Figura 52 Bus Bici, Londres, Inglaterra**



**Figura 53 Bus Bici, Copenhague, Dinamarca**



Fuente: Documentos de la Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

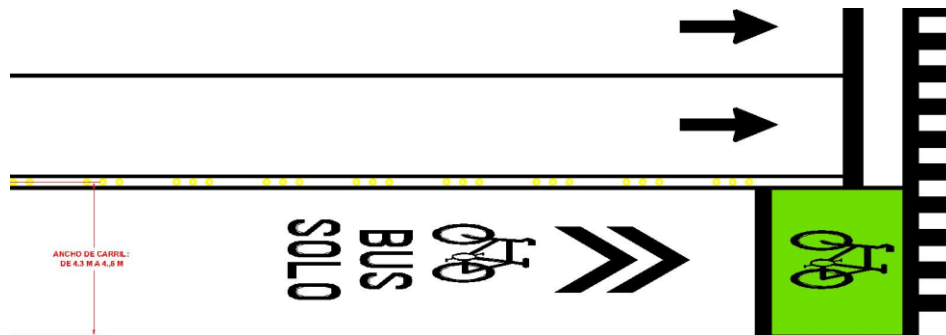
Las bicicletas al igual que los autobuses de transporte público son vehículos que habitualmente circulan por el carril de extrema derecha de la vía. En algunas ocasiones tienden a surgir conflictos en dichos carriles, sino fueron diseñados con un ancho de carril suficiente que permita la ordenada convivencia entre bicicletas y autobuses. Ésta situación afecta la operación del sistema de transporte público, y se soluciona con el diseño de un carril confinado con el ancho adecuado que permita realizar maniobras de rebase de manera cómoda y segura entre ambos tipos de vehículos.

El costo total de la ejecución de este tipo de infraestructura es bajo, debido a que su aplicación requiere primordialmente de señalamiento horizontal y vertical complementario al existente, los cuales refuerzan la seguridad de los ciclistas en especial en las intersecciones, utilizando los criterios técnicos desarrollados por la Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México.

### c.3. Funcionamiento de carriles compartidos

Los carriles preferentes para la circulación ciclista compartido con transporte público se ubican en el extremo derecho del arroyo vehicular o en contraflujo.

Figura 54 Imagen tipo carril Bus Bici



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

Para aplicar dicho criterio ciclista es necesario considerar las siguientes características:

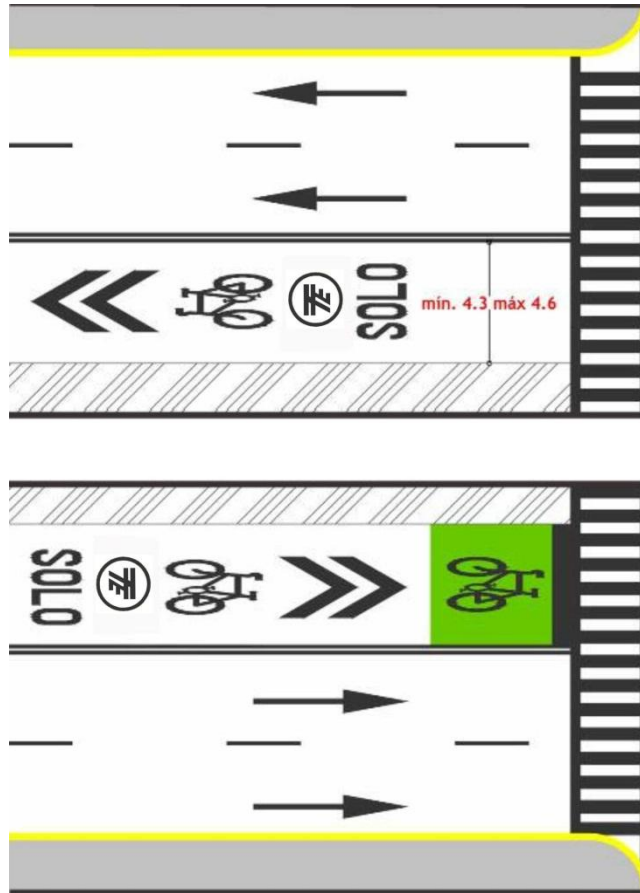
- Vías susceptibles a intervenir. Vías primarias y secundarias con velocidad máxima permitida hasta 60 km/h, con un carril exclusivo de transporte público en el extremo derecho de la vía o en contraflujo.
- Sección. Los carriles compartidos deberán tener un ancho entre 4.30 m y 4.60 m para permitir el rebase seguro entre autobuses y bicicletas; es prioritario cumplir con dicha dimensión para permitir que el autobús rebase dentro del mismo carril a las bicicletas, o que las bicicletas puedan rebasar al autobús mientras realiza maniobras de ascenso o descenso de pasajeros.
- Confinamiento. Este tipo de carril está delimitado por elementos de confinamiento acompañado de señalamiento horizontal, siendo raya doble separadora de carril.

Con el objetivo de incrementar la seguridad de los ciclistas es necesario considerar una separación apropiada de los elementos de confinamiento, que permita al ciclista desincorporarse del carril de manera ágil y segura. La distancia óptima entre elementos de confinamiento es de 1.50 m para permitir al ciclista entrar o salir del carril sin reducir su velocidad o impactarse con el elemento, pudiéndole causar una caída con riesgo de atropellamiento. Esta distancia sigue siendo adecuada para proteger al carril compartido, puesto que no es suficiente para permitir la invasión del carril confinado por automóviles.

- Señalización. Este tipo de infraestructura deberá contar con la señalización adecuada en la vía, haciendo énfasis que es permitido el tránsito de bicicletas en este carril. Es necesario se coloquen zonas de espera ciclista (Caja Bici), la cual es un área rectangular de 4 metros de largo y un ancho correspondiente al carril compartido, colocada inmediatamente detrás del cruce peatonal en toda intersección semaforizada. Se colocará al centro de la caja un pictograma de bicicleta de 3.15 por 1.80 metros en color blanco. Detrás del área de espera ciclista se colocará la línea de alto desfasada para dicho carril. Estas cajas se colocan en el carril compartido de la vía.

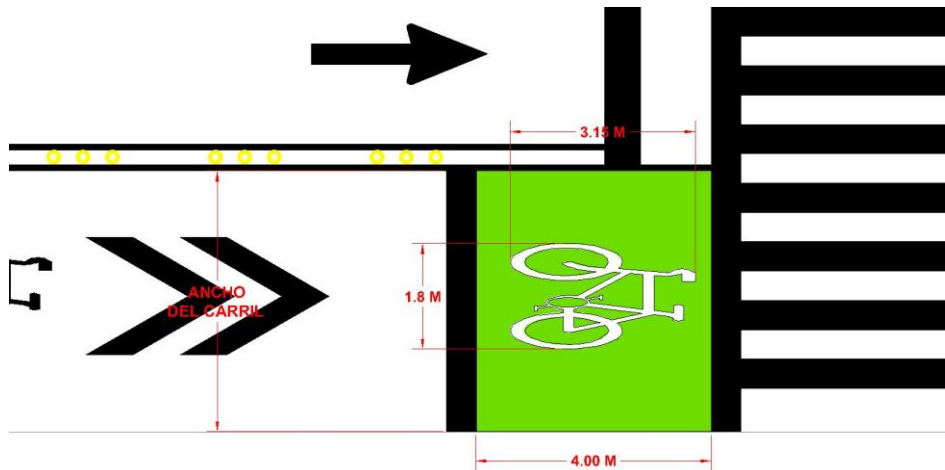
Señal “SOLO BUS BICI”: Con objeto de indicar el tipo de vehículos que tienen permitido circular por dicho carril se colocará una marca constituida por 2 flechas sin cuerpo, un pictograma de bicicleta de 3.15 X 1.80 m y la leyenda “SOLO BUS” en color blanco, como se especifica en las siguientes imágenes. Dicho señalamiento será colocado al inicio y final de cada cuadra; adicionalmente se colocará una flecha sin cuerpo a cada 30 m como lo indica el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito (MDCT).

Figura 55 Imagen objetivo de Caja Bici en carril Bus Bici del STE



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

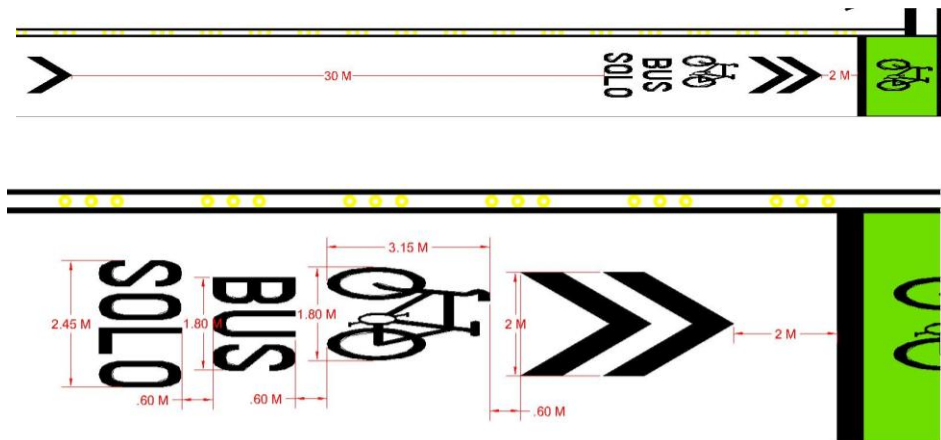
Figura 56 Imagen tipo de Caja Bici en carril Bus Bici



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.



Figura 57 Imagen tipo con señalamiento horizontal en carril Bus Bici



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

#### c.4. Funcionamiento de carriles compartidos con prioridad ciclista

Este tipo de infraestructura es de fácil implementación, bajo costo y alta rentabilidad ambiental, siendo carriles compartidos con prioridad ciclista en el cual vehículos motorizados y bicicletas conviven de manera segura. Sus características son las siguientes:

- Vías susceptibles a intervenir. Vías primarias y secundarias con velocidades permitidas de hasta 60 km/h.
- Sección. Los carriles compartidos deberán de tener una dimensión entre 4.0 y 4.6 metros de ancho para permitir el rebase seguro entre vehículos motorizados y bicicletas.

Figura 58 Imagen tipo de carril con preferencia ciclista



Fuente: Estrategia de Movilidad en Bicicleta. Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías. Secretaría del Medio Ambiente, 2011.

- Delimitación. Raya doble separadora de carril en el costado izquierdo. En el caso de existir estacionamiento en vía pública, se coloca una franja de 50 centímetros del ancho en el costado derecho como amortiguamiento para la apertura de las puertas de los vehículos.

- Área de Espera Ciclista (Caja Bici): Área rectangular de 4.0 m de largo y ancho correspondiente a los dos primeros carriles de circulación, colocada inmediatamente detrás del cruce peatonal en toda intersección semaforizada.
- Promoción y difusión de la expansión e implantación del STE, infraestructura vial y equipamiento ciclista, mediante el vínculo gobierno - participación ciudadana.

## 5 - Conclusiones

Los resultados obtenidos en el análisis del caso de estudio, indican que este proyecto beneficia a un sector importante de pasajeros que usan el transporte sustentable, ya que se está configurando un modelo de transporte eficiente que mejora la competitividad entre los distintos modos de viajar. Además ayuda a la integración social de los ciudadanos, aportando una accesibilidad universal. Otro aspecto importante que cabe resaltar es que mejora la calidad de vida de la población debido a que hay una disminución de gases contaminantes, una mayor conexión intermodal y un aumento en la actividad física del usuario.

Con esta propuesta se pretende que exista una reducción de tiempos de viaje, y que los traslados sean seguros, cómodos y eficientes; Debido a esto se planificó y se hizo un diseño favorable a la movilidad, puesto que se promueve la interconectividad entre los distintos modos de transporte, como los son el Metro, Metrobús, Trolebús, RTP y tren ligero.

La implementación de este sistema de transporte tendrá un buen funcionamiento siempre y cuando se respete el carril confinado para buses y ciclistas, además que haya una buena señalización, delimitación y exista tanto una concientización como una buena difusión del carril Bus Bici.

Una vez que la demanda de usuarios sea positiva, se pretende la expansión del carril Bus-Bici, lo que dará pauta a una nueva infraestructura ciclista en la ZMVM, proponiendo ciclo-estacionamientos que aumentarán el uso de este modo de transporte debido a que crecerá en mayor proporción la interconectividad con los resto de los sistemas de transporte en la ciudad, ya que el usuario podrá dejar su bicicleta lo mas cerca a su sistema de transporte de su preferencia.

Al analizar el transporte, en toda su extensión, uno se da cuenta que nos ha permitido vivir y desarrollarnos como seres humanos, sin embargo se necesita mucha energía la cual proviene en su mayoría de recursos no renovables y altamente contaminantes, todo esto lleva a más muertes en el mundo, por causa de los niveles de contaminación ambiental proveniente del transporte, que por causa de los accidentes viales.

En conclusión es nuestra obligación buscar formas de energía menos agresivas al medio ambiente, planificar las mejores ruta de viaje, diseñar sistemas inteligentes para controlar el tránsito urbano y así disminuir el caos del transporte. También se requiere un gran esfuerzo político y social para crear programas que permitan generar los cambios necesarios y no dejar que crezca en la ZMVM la motorización por encima de transporte público, todo esto para poder aumentar la calidad de vida en la Ciudad de México.

## 6 - Bibliografía

Plan Maestro del Transporte Eléctrico, Área metropolitana de la Ciudad de México  
Secretaría de Transporte y Vialidad  
Sistema de Transporte Colectivo  
Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.  
pp. 121

Programa Maestro de Ferrocarriles Urbanos y Suburbanos del Área metropolitana de la Ciudad de México  
Secretaría de Transporte y Vialidad  
Sistema de Transporte Colectivo  
Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.  
pp.196

Cien años de transporte eléctrico en la ciudad de México  
Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal  
pp.82

Trolebús con motor de corriente interna  
Dr. Alfredo Nava Segura, Dr. Guillermo Urriolagoitia C.  
IPN  
pp. 307

El transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de México en el siglo XX  
Jesús Rodríguez López  
Año. 1999  
pp.93

Tesis  
Retrospectiva y Prospectiva del Tranvía de la Ciudad de México, “Un Enfoque conceptual desde el Diseño Industrial”  
José Antonio González Olivares  
pp. 221

Transporte urbano en la Ciudad de México  
Alfredo Flores Juárez  
pp.  
Tratado práctico de los transporte en México, Logística para los mercados globales  
Sergio A, Ruiz Olvera  
Ed. 20+1

La vía del ferrocarril  
Antonio Valdez  
Ed. Bellisco

#### Conferencias

Encuentro sobre el desarrollo del transporte sustentable en la gran metrópoli  
“El desarrollo Sustentable y Cambio climático”  
Dr. Mario Molina

Encuentro sobre el desarrollo del transporte sustentable en la gran metrópoli  
“El Transporte Sustentable de la Ciudad de México”  
Secretario de Transporte y vialidad del Distrito Federal  
Lic., Armando Quintero

#### Páginas de internet

<http://www.ste.df.gob.mx/servicios/trenligero.html>  
<http://www.jornada.unam.mx/2009/12/29/capital/021n1cap>  
[http://www.ste.df.gob.mx/servicios/ficha\\_tl.html](http://www.ste.df.gob.mx/servicios/ficha_tl.html)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio\\_de\\_Transportes\\_El%C3%A9ctricos\\_del\\_Distrito\\_Federal](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_Transportes_El%C3%A9ctricos_del_Distrito_Federal)  
<http://www.ste.df.gob.mx/servicios/ficha.html>  
<http://www.ste.df.gob.mx/servicios/lineas.html>  
<http://www.ste.df.gob.mx/servicios/lineas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>  
<http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>