



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA NUEVA
RUTA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE METRO
SANTA MARTHA A METRO ZAPATA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(Área Ingeniería Industrial)**

P R E S E N T A:

SERGIO CABRERA DÍAZ



**DIRECTOR DE TESIS:
ING. FRANCISCO RAÚL ORTÍZ GONZÁLEZ**

2015

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCIÓN.....	IV
CAPÍTULO 1 DESARROLLO DEL TRANSPORTE URBANO	
1.1 ORÍGENES.....	2
1.2 TRANVÍA ELÉCTRICO.....	4
1.3 TROLEBÚS.....	5
1.4 AUTOMOTOR.....	13
1.5 METRO.....	23
CAPÍTULO 2 TRANSPORTE PÚBLICO EXTRANJERO Y NACIONAL	
2.1 ASPECTOS GENERALES.....	35
2.2 EUROPA.....	36
2.2.1 ESTOCOLMO, SUECIA.....	36
2.2.2 ROUEN, FRANCIA.....	37
2.3 SUDAMÉRICA.....	41
2.3.1 CURITIBA, BRASIL.....	41
2.3.2 BOGOTÁ, COLOMBIA.....	44
2.3.3 LIMA, PERÚ.....	46
2.4. NORTEAMÉRICA.....	48
2.4.1 MÉXICO.....	48
2.4.1.1 LEÓN, GUANAJUATO.....	48
2.4.1.2 GUADALAJARA, JALISCO.....	50
2.4.1.3 CIUDAD DE MÉXICO.....	51
CAPÍTULO 3 REQUERIMIENTOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO	
3.1 ASPECTOS GENERALES.....	54
3.2 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO.....	55
3.3 REQUERIMIENTOS DEL PRESTATARIO.....	56
3.4 REQUERIMIENTOS DE LA COMUNIDAD.....	58
3.5 REDES Y RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	58
3.5.1 ESTRUCTURA FÍSICA DE LAS RUTAS.....	59
3.5.2 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED.....	64

3.6 COBERTURA DE ÁREA O CUENCA DE TRANSPORTE.....	68
3.7 LÍNEAS DE DESEO	70
3.8 TRANSBORDOS	70
3.8.1 INTERVALO.....	71
3.8.2 TIPO DE RUTA.....	72
CAPÍTULO 4 EL CORREDOR VIAL METRO SANTA MARTHA – METRO ZAPATA	
4.1 FUNDAMENTOS	75
4.1.1 TRANSPORTE	77
4.1.1.1 TRANSPORTE PÚBLICO DE GOBIERNO.....	77
4.1.1.2 TRANSPORTE PÚBLICO CONCESIONADO	79
4.1.2 VIALIDADES	80
4.2 CORREDOR VIAL METRO SANTA MARTHA – METRO ZAPATA.....	83
4.2.1 PARADERO SANTA MARTHA	85
4.2.2 PARADERO ZAPATA	87
4.3 ASCENSO Y DESCENSO DE USUARIOS	88
4.4 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRANSPORTE URBANO	114
4.5 ESTACIONAMIENTO DE LAS UNIDADES	120
4.6 INICIO DE OPERACIÓN	121
4.7 COSTO-BENEFICIO	124
CONCLUSIONES.....	129
BIBLIOGRAFÍA	131
MESOGRAFÍA	133

La mayoría de los mexicanos reconocen que batallan todos los días con el uso del transporte público para trasladarse y, esto se agudiza si para moverse tienen que abordar el microbús y/o autobús (concesionados) debido a que hay factores asociados a este tipo de unidades como son: el maltrato del operador, unidades en mal estado, inseguridad, vendedores ambulantes, poca capacidad de pasajeros y pérdida de tiempo que presenta este medio de transporte debido a que no tienen paradas establecidas y tienen que aumentar el tiempo de espera para que inicien su ruta lo más llenos posibles de los paraderos.

Para ello en este trabajo de investigación está enfocado a la creación de una nueva ruta que ofrezca sus servicios en el Eje Vial 8 Sur para satisfacer la demanda de un mejor sistema de transporte público.

En el primer capítulo se describe los orígenes del transporte público pasando por el tranvía de mulitas hasta la llegada del tranvía eléctrico, trolebús, metro y todos los beneficios que conllevó el cambio de tracción hasta la llegada del transporte automotor.

En el segundo capítulo se narra el transporte público a nivel internacional abarcando algunas ciudades de Europa llegando a Sudamérica y finalizando en México (específicamente en el Distrito Federal).

En el tercer capítulo se detallan los requerimientos para la puesta de un sistema de transporte público abarcando las necesidades del prestatario y las del usuario sin olvidar también las de la comunidad.

En el cuarto capítulo se puntualiza el proyecto desde la selección de ascensos y descensos que hay en el Eje Vial 8 Sur, la selección de las unidades, el tiempo de operación, hasta llegar al costo-beneficio.

CAPÍTULO 1

DESARROLLO DEL TRANSPORTE URBANO

1.1 ORÍGENES

Para mediados del Siglo XIX, existía en la ciudad de México una red de tranvías que era tirado por mulas o caballos (Ver figura 1.1), tenían unos 5 metros de largo por 2 metros de ancho y estaban provistos en su interior, de bancas corridas con asientos de madera perforada, en los que podían sentarse alrededor de 30 personas.



Figura 1.1 Tranvía de Mulitas del Siglo XIX

El letrero de la línea al que pertenecían estaba sobre el techo, pintado en una tira de madera, con letras negras, sobre fondos de distintos colores. Posteriormente se usaron letreros colgantes.

Su piso era de madera, formado por tiras angostas; estaban provistos de agarraderas de cuero, para las personas que viajaban de pie; ostentaban anuncios comerciales, dónde se iniciaba el techo, y su alumbrado consistía en 2 lámparas de petróleo, incrustado en uno y otro extremo.

Había líneas urbanas y suburbanas; a fin de que las mulas no se cansaran demasiado, eran "remudados" en sitios determinados, dándose el caso, en las líneas extensas, de que dichos cambios fueran varios, siendo de elogiarse lo bien organizados que estaban, debiéndose a esta circunstancia el que las mulas caminaran siempre al galope, fustigadas por los grandes látigos de los cocheros, que les dirigían además, frases no siempre "cariñosas". Dichos cocheros vestían según sus medios económicos.

El chofer simplemente sostiene la rienda y deja ir a la mula, y su principal obligación es dirigir el freno, soplar una diminuta corneta en las intersecciones de las calles, y espantar, (aunque siempre fracasaba), a las recuas de burros, pues producía unos sonidos horribles, ya que no produce efecto alguno en los burros,

que ni siquiera se percataban de ella, los tranvías tenían el derecho de paso y trataban de abrirse camino entre las recuas.

Había carros de primera y de segunda clase, que circulaban en parejas más o menos a una cuadra de distancia unos de otros, siempre el mejor carro primero. Las tarifas van de 5 a 25 centavos, de acuerdo con la distancia del viaje. Las tarifas de segunda clase eran las más baratas. Se podían alquilar carros especiales, que portan la leyenda “Especial” sobre el faro, y el público nunca intentaba utilizarlos.

También había carros de carga, carros con compartimientos o con plataformas, y carros para transportar borregos y chivos.

El tranvía de tracción animal se confino a dar servicio dentro del medio urbano, unió las zonas alejadas de la ciudad con las más céntricas, conformando las bases del diario traslado de los habitantes de la ciudad de México. Para los trayectos más cortos los tranvías de mulitas, tenían su terminal en pleno Zócalo (Ver figura 1.2), y de allí se distribuían a distintos rumbos y barrios de la ciudad de México.



Figura 1.2 Tranvías de Tracción Animal a un costado del Zócalo

Los tranvías de mulas o mulitas, como se les conoció tiempo después, comunicaron a los capitalinos con las zonas de Tacubaya, Mixcoac, San Ángel, Iztapalapa, Tepeyac, Tacuba, Azcapotzalco y Xochimilco. La red de tranvías comenzó a funcionar entre 1856 y 1857. Su llegada modificó los perfiles de la ciudad, aumentó las posibilidades de movilidad de un lugar a otro, redujo el tiempo de traslado, y sobre todo se presentó como el primer transporte popular y masivo que se conocía en México.

Las rutas de los tranvías comunicaban con los principales puntos: zonas comerciales, parques, jardines y plazas, centros de diversión, colegios, centros de trabajo, panteones. Al instaurarse las estaciones de los tranvías, muchas colonias y barrios quedaron comunicadas.

Una particularidad digna de ser mencionada: Hasta poco antes de que el servicio se transformara en eléctrico, lo que ocurrió en parte de las líneas en el año de 1900, los tranvías paraban a solicitud del pasajero en cualquier lugar de las calles, incluso frente a los domicilios donde también podían ser abordados y no tan solo en las esquinas como se estableció después.

El depósito de los tranvías de mulitas estaba en la calle de las Artes, cerrando la de Ramón Guzmán, y era tan extenso que cerraba también por el fondo la Calle de los Guardias, que partía de la de Gómez Farías a la de San Cosme.

Había carrozas de diversas categorías, siendo algunas muy lujosas; la más de todas, la de los "ángeles dorados", que transportaba los cuerpos de los magnates hasta los panteones. Dichas carrozas eran tiradas por 2, 4 y hasta 6 caballos, y el servicio más caro comprendía palafreneros, que caminaban lentamente sujetando las bridas de las bestias. Los dolientes ocupaban tranvías, dotados de velos blancos en sus ventanas, y era curioso ver vestidos de levita y sombrero alto a los mismos cocheros de habitual indumentaria popular que, calzando guantes, no podían prescindir del "chicote", de su vocabulario ni (muchos de ellos) de sus huaraches.

El antecedente de toda red de tranvías eléctricos del Distrito Federal (D.F.), fueron los tranvías cuya fuerza de tracción eran las mulitas que los jalaban.

1.2 TRANVÍA ELÉCTRICO

Desde fines del siglo XX, se ha dado una gran importancia al mejoramiento continuo del transporte público urbano en la ciudad de México; el primer intento que puede considerarse significativo fue aquel que señaló el cambio de la tracción

animal por la eléctrica autorizada a través de acuerdo del 20 de febrero de 1881 expedido por el ayuntamiento que especificó:

"Única-Dígase al administrador general de la Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal que el Ayuntamiento concede a esa Compañía autorización para que adopte la tracción eléctrica y para que en las calles pueda sostener, por medio de ménsula y columnas de fierro los conductores eléctricos; limitando por ahora esa autorización a una sola vía, y reservándose el Ayuntamiento la facultad de fijar las condiciones definitivas para permitir el empleo de la tracción eléctrica y aún para negarlo por completo después de que se hayan hecho los ensayos prevenidos por la Secretaría de Fomento".¹

Lo anterior constituyó el punto inicial, el cual ciertamente no produjo resultados inmediatos, sin embargo abrió la brecha en la renovación del transporte urbano. Y fue hasta el 14 de abril de 1896, que la Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal, pidió permiso al Ayuntamiento para cambiar en algunas de sus líneas, la tracción animal por la eléctrica. Por ello se realizaron diversos estudios acerca de las ventajas e inconvenientes que a la ciudad podría ocasionar el cambio de tracción, habiéndose encontrado que además de la mejor conservación de pavimentos y mayor limpieza en las calles, los viajes se efectuarían en menor tiempo y se fraccionarían los trenes de modo que pudieran salir con más frecuencia lo que representaba sin duda una gran ventaja para el público. En 1897, la Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal, cambió su razón social a la de Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México y realizó una reestructuración de accionistas y contrató técnicos y obreros calificados. Y para el año de 1898, se iniciaron las obras de cambio de vías y construcción de las redes eléctricas de corriente directa. También se construyeron los talleres y las plantas generadoras de indianilla.

Así quedaron planteados los más firmes propósitos para adoptar la tracción eléctrica, sin embargo fue hasta el 15 de enero de 1900, que se concretizaron las acciones para explotar este tipo de tracción, al inaugurarse la línea del Zócalo a Tacubaya y el día 16 se inició el servicio para el público (Ver figura 1.3). Los primeros tranvías eléctricos que circularon en la ciudad de México a partir de ese

¹ *Decreto del Ayuntamiento, del 20 de Febrero de 1881*

año (1900), todos ellos fueron, durante esa primera etapa, de la marca Brill y tenían capacidad para 24 y 36 pasajeros sentados. Los de 24 pasajeros tenían 6 ventanillas a cada lado y los de 36 tenían 9 ventanillas. Estos vehículos fueron ensamblados en México, dentro de los talleres y depósito de indianilla, desde 1898.



Figura 1.3 Tranvía Eléctrico

A pesar de la existencia de los tranvías eléctricos, aun existían vehículos de tracción animal, estos eran utilizados para realizar viajes más cortos, fue hasta 1927, que se prohibió el tránsito de vehículos tirados por animales. El último tranvía de caballos hizo su último recorrido por la ruta de granadas el 24 de noviembre de 1932.

Con la introducción de tranvías eléctricos y los automóviles de motor, se hizo necesario habilitar las calles de la ciudad con semáforos, los primeros fueron colocados en la avenida Juárez y San Juan de Letrán.

A partir del 1 de marzo de 1901, la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México se hizo cargo de la explotación que en diversas rutas realizaba La Compañía Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal, la cual se consolidó en 1907, y adquirió vigor el desarrollo de su red en toda la ciudad de México. En 1917, forman una trama de 14 líneas, con 343 kilómetros (km) de vías, que cubren la ciudad en todas sus direcciones.

Durante la época porfiriana se importaron vehículos eléctricos de 3 empresas fabricantes principalmente: JG Brill Company (Ver figura 1.4), St. Louis Car y American Car.

Para 1922, su servicio era el de mayor difusión para el traslado de pasajeros, carga, funerario, etc., estaba a la vanguardia de la publicidad ya que en la mayoría

de las unidades se promocionaban diferentes empresas. Fue hasta 1927, que los tranvías contaban con 26 rutas dentro de la ciudad, había carros de carga y de servicio funerario que tenían sus terminales en los panteones.

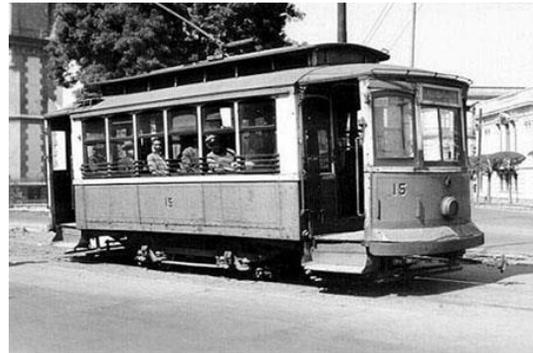


Figura 1.4 Tranvía Brill de 24 Pasajeros

Desde su nacimiento, los tranvías eléctricos de la ciudad de México, se destacaron como un sistema de vanguardia tecnológica en varios sentidos. A partir del tranvía serie 0 (Ver figura 1.5), se difundió el uso de carrocerías más anchas con filas de asientos dobles; se experimentó con carros de 72 asientos acomodados en 2



Figura 1.5 Tranvía Serie 0

pisos, se implantó el uso de espejos retrovisores, el despacho centralizado de corridas, el sistema de tarifa múltiple para uso en carros de clase mixta que permitía una diversificación de ingresos y servicios: fúnebres, de presidiarios, excursiones privadas y turísticas, trenes de carga por horario o contratados y hasta la circulación de un tranvía presidencial.

En 1947, se adquirió, un nuevo tranvía de manufactura estadounidense modelo Presidents' Conference Committee (PCC), el cual fue llamado Tranvía 2000 para fines de evaluación y prueba en la ciudad de México estos tranvías aerodinámicos de color marfil con franjas verdes, fueron los últimos que se pusieron en servicio, antes de la llegada de los trolebuses. En agosto de 1953, el Departamento del Distrito Federal (DDF) ordenó la compra de 91 unidades. El 24 de marzo de 1954, se inauguró el servicio de tranvías PCC.

El lote de tranvías PCC que llegó a la ciudad de México en 1953, constaba de 91 carros fabricados entre 1946 y 1947; todos ellos fueron renovados y repintados en Minnesota, antes de ser transportados a México.

El modelo PCC (Ver figura 1.6), representaba lo más avanzado de la época en el diseño de tranvías y nació en los Estados Unidos de América (E.U.A.) con la idea de que el público favoreciera el uso de ese medio de transporte. De diseño moderno y aerodinámico, fueron construidos especialmente para el transporte de pasajeros y contaban con un sistema de puertas automáticas, capacidad para 50 pasajeros sentados y hasta de 100 personas en total. Eran notablemente silenciosos, de suave pero potente aceleración y muy rápido frenado. Una serie de patentes, algunas aún vigentes, definieron su especial diseño, entre ellas toda la carrocería de acero soldado y eficientes sistemas de propulsión. Las luces del interior eran brillantes y profusas.



Figura 1.6 Tranvía PCC

El servicio de tranvías comenzó a desaparecer al ceder sus rutas paulatinamente al servicio de trolebuses. Factores como la construcción de los ejes viales, entre 1974 y 1982, provocó que varios kilómetros de rieles fueran removidos o sepultados bajo asfaltó. Además, el incremento de los automóviles particulares y la construcción del Metro de la ciudad de México, en 1967, ahondaron aún más la desaparición del servicio.

Algunas rutas previas a su desaparición ofrecieron recorridos turísticos. Un ejemplo es la ruta Cine México-Glorieta de Chilpancingo, que ofreció recorridos turísticos, entre 1971 y 1979, por medio de un tren fabricado por la JG Brill Company en 1899, que se conoció como el tranvía serie 0.

El 19 de febrero de 1979, cerraron oficialmente las últimas rutas de tranvías que operaban en la ciudad de México. A pesar del cierre oficial, la ruta Taxqueña a Xochimilco operó hasta 1984.

1.3 TROLEBÚS

Una vez creado el Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. (STE-DF) se iniciaron los planes para reestructurar y renovar el servicio. La gran mayoría del material rodante había rebasado su vida útil y era necesario reemplazarlo. Sin embargo, la base de la renovación del STE-DF, y que constituiría el símbolo característico de esta institución, fue el trolebús. Las primeras 20 unidades con las que contó la ciudad de México fueron del modelo Westram (Ver figura 1.7), comprados en 1945, a una empresa en Nueva York y armados en los talleres de Indianilla durante 1946.



Figura 1.7 Trolebús Westram

Para las primeras pruebas se levantó un circuito experimental entre las calles de Villalongín y Sullivan. Sin embargo, fue hasta el viernes 9 marzo de 1951, cuando se inauguró el servicio formal en la línea Tacuba-Calzada de Tlalpan.

En poco tiempo, el trolebús demostró sus múltiples ventajas: mayor libertad de movimiento, ya que prescindía de las vías férreas; sus neumáticos lo hacían un vehículo silencioso, rápido y confiable. Durante los años 50's y 60's, del siglo XX se adquirieron diferentes tipos de trolebuses. De Italia se compraron trolebuses Alfa Romeo y Casaro; de Estados Unidos, Marmon Herrington, Brill americano, Pullman Standard y Saint Louis; de Canadá, Brill Canadiense.

En 1965, el Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. contaba con un parque vehicular de 173 trolebuses y 170 kilómetros de línea elevada.

Para el año de 1970, el organismo tenía un parque vehicular de 577 trolebuses, de los cuales sólo 230 unidades prestaban el servicio. Fue necesario a principio de 1971, realizar un programa de rehabilitación, restauración y mantenimiento de 550 trolebuses. Para diciembre de 1972, se pusieron en operación 311 unidades restauradas cifra que ascendió para fines del año siguiente a 505 unidades.

En 1974 se rehabilitaron 45 trolebuses más, concluyéndose así el plan funcional de 550 unidades y consolidándose una nueva imagen del transporte urbano para beneficio de miles de usuarios en la ciudad de México.

El 10 de abril de 1980, entraron en circulación en el Eje Vial Lázaro Cárdenas, 10 trolebuses fabricados en México por Mexicana de Autobuses, S.A. (MASA).

Se pusieron en servicio en el Eje Vial Lázaro Cárdenas, los 10 primeros trolebuses nuevos fabricados en México por Mexicana de Autobuses, S.A. (MASA) y -es altamente satisfactorio para nosotros poderles informar, que están operando con toda eficiencia y seguridad, y que las pequeñas fallas técnicas de esta nueva experiencia, están siendo corregidas sobre la marcha y con prontitud por nuestro equipo de técnicos, apoyados por los técnicos de Mexicana de Autobuses, S.A. y por técnicos japoneses que intervienen en el programa.- El 10 de abril del año de 1980, constituye ya una fecha histórica en el derrotero de Transportes Eléctricos y de la industria mexicana.²

Durante el año de 1980, se recibieron 100 trolebuses nuevos MASA (Ver figura 1.8). Para ese año STE-DF tenía un total de 758 unidades.

En el periodo de 1980 a 1985, se fabricaron aproximadamente 420 trolebuses MASA.

El 4 de marzo de 1980, se iniciaron los trabajos de restauración de las carrocerías e interiores, así como de los componentes mecánicos y eléctricos de 241 trolebuses



Figura 1.8 Trolebús MASA

² Texto tomado del informe del C. Director General, Dr. Ramiro Sansores, al H. Consejo de Administración, 16 de junio de 1980

que faltaban restaurar, en ese momento la imagen cambia a trolebuses de color blanco.

En 1985, se acoplaron dos unidades MASA, después de la evaluación del prototipo, STE-DF aprueba la conversión de 67 unidades: conocidas como trolebuses articulados.

Para el año de 1986, STE-DF contaba con un parque vehicular de 1,045 trolebuses de los cuales 700 estaban en condiciones de operar y 345 detenidos por falta de refacciones.

A principio de los 90's fue necesario hacer una rehabilitación del parque vehicular adquirido en años anteriores.

Para el año 1991, se pusieron en servicio, en los 3 Ejes Viales más importantes de la ciudad de México, 80 unidades: 50 Marmon Herrington (Ver figura 1.9).



Figura 1.9 Trolebús Marmon Herrington

En 1996, STE-DF adquirió un equipo de tracción con tecnología de punta (inversor de corriente alterna VVVF) instalado en una carrocería nueva: trolebús 4206.

Para el mes de marzo del año 1997, se pusieron en operación 5 trolebuses New Flyer serie 3200, adaptados para prestar servicio especial a personas con alguna discapacidad y de la tercera edad.

Llegaron a STE-DF, en el año de 1997, los primeros 50 trolebuses de la serie 9700, entrando en operación en el mes de febrero de 1998. Estas unidades cuentan con equipo de tracción de corriente alterna VVVF, utilizando módulos inteligentes IPM's; únicos en su tipo.

Fue en el mes de diciembre, también de 1998, cuando se pusieron en servicio otros 75 nuevos trolebuses.

Los últimos 75 trolebuses de la serie 9800, (Ver figura 1.10), comenzaron a operar en el mes de octubre de 1999.



Figura 1.10 Trolebús Serie 9800

Estos nuevos trolebuses, con avances tecnológicos y diseños vanguardistas tienen un alto grado de confort y seguridad para el usuario, fueron fabricados conjuntamente por la empresa japonesa Mitsubishi Electric Co., (fabricó el sistema de tracción) y Mexicana de Autobuses, S.A., (fabricó la carrocería).

STE-DF tenía hasta el año 2001, un parque vehicular de 489 trolebuses: 5 Marmon Herrington, serie 5500 y 5700; 9 New Flyer, serie 3200; 53 MASA-Toshiba, serie 4200; 147 MASA-Toshiba, serie 4300 y 4400; 45 MASA-Mitsubishi, serie 4700; 30 MASA-Kiepe, serie 7000 y 200 MASA-Mitsubishi, series 9700 y 9800.

La red de trolebuses estaba integrada por 16 líneas con una longitud de operación de 399.75 kilómetros; beneficiaba a la población de más de 380 colonias de 9 delegaciones del Distrito Federal.

La flota vehicular programada en la actualidad es de 290 trolebuses con 8 líneas con una longitud de operación de 203.64 kilómetros, los cuales operan a un intervalo de paso promedio de 4 minutos, lo que permite transportar diariamente un volumen superior a los 250.000 usuarios.

Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. a través de sus 50 años ininterrumpidos de operar trolebuses, se ha preocupado día con día en brindar un servicio eficiente y de calidad, para lo cual ha mejorado sus unidades, ya sea

rehabilitando las que como resultado del uso intensivo así lo requerían, o mediante la adquisición de nuevos trolebuses con avances tecnológicos; siempre pensando en el beneficio social.

1.4 AUTOMOTOR

El 31 de julio de 1916, la Federación de Sindicatos Obreros del Distrito Federal declaró una huelga general, reclamando que el pago de sus jornales se hiciera en oro, pues el papel moneda emitido por el Gobierno Constitucionalista perdía rápidamente su valor. De inmediato se suspendieron los servicios de energía eléctrica, agua potable, tranvías, funerarias, transporte en coches y carretelas, panaderías, tortillerías, molinos de nixtamal, teléfonos, fábricas y talleres en general. Para subsanar la falta de tranvías se hizo necesaria la incorporación de otros medios de transporte.

De 1916 a 1918, se incorporaron los "camioncitos" para las rutas que tenían los tranvías y se improvisaron otras de manera anárquica. Poco a poco, los "camioncitos" fueron ganando popularidad y los tranviarios reaccionaron de forma violenta ante la disminución de pasaje en sus unidades, arrollaban a los "camioncitos", provocando numerosas muertes y heridos.

La fase competitiva entre los camioneros y la empresa de tranvías se inicia con la aparición de los camiones en 1917, hecho que ocurre en paralelo a la Revolución Mexicana, y culmina en 1946, con la nacionalización de los tranvías. En este lapso se distinguen dos períodos: el primero, de 1917 a 1922, de la vinculación, en el cual se establece una productiva relación entre los líderes transportistas y el grupo gobernante post-revolucionario y, el segundo período, de 1922 a 1946, se llega a la consolidación de esta relación, y apoya el auge empresarial y político de los camioneros.

En 1920, había en la ciudad de México cerca de 700 camiones que prestaban el servicio por diversos rumbos de la ciudad, en abierta competencia con los tranvías.

En 1923, surgió la Alianza de Camioneros de México, A.C. a la cual se integraron todos los sindicatos de permisionarios que prestaban servicio en el D.F. posteriormente se unieron las líneas foráneas.

A mediados de la década de los 20's, los camiones que aparecieron incrementaron su capacidad hasta 32 pasajeros. Más tarde entraron otros con capacidad para 42 pasajeros sentados y 40 parados. Hasta entonces la explotación del servicio se había hecho de forma individual.

Fue en el periodo de Lázaro Cárdenas que se estableció la primera estructura de organización bajo la figura de sociedades cooperativas de autotransporte.

La Alianza de Camioneros de México A.C., incrementó su representación gremial cuando su apoderado legal se convirtió en Jefe del Departamento del Distrito Federal, estableció otras modalidades en el servicio de transporte y privilegió sus intereses.

La vinculación con el régimen populista y su entrada al aparato del Estado es lo que permite a los camioneros acumular una cuota de poder tal, que posteriormente desplaza a los intereses extranjeros relacionados con la empresa de los tranvías.

Los camioneros evolucionan al ritmo de desarrollo del país, lo que les permite aprovechar de manera favorable los acontecimientos políticos y sociales en el período de la rebelión delahuertista hasta la Segunda Guerra Mundial (1922-1946). Primero logran una situación privilegiada como hombres-camión, como operadores de sus propios vehículos, durante el régimen populista, y

posteriormente consiguen su consolidación como pequeños empresarios durante el gobierno del presidente Ávila Camacho.

En este período se registra uno de los saltos más importantes de su historia, al incrementarse su flota de camiones en un 64.5%. La Alianza de Camioneros participa estratégicamente con más del 70% de estos viajes.

El 28 de diciembre de 1959, surgió la Unión de Permisarios de Transporte de Pasajeros en Camiones y Autobuses en el D.F., institución pública de capital privado y con patrimonio propio que agrupó a los dueños de autobuses que contaban con 7,500 permisos. Este fue el primer paso para la estatización del transporte pues se estableció un control entre los camioneros y el reglamento de los sistemas de pago.

El total de unidades de la empresa paraestatal Servicios de Transportes Eléctricos del Distrito Federal se reduce entre 1950 y 1960, de 534 unidades a 494 unidades, con lo que la participación estatal cae en términos absolutos y relativos, mientras que la demanda en la ciudad registra un aumento del 70% en el mismo período. Por otro lado, los camioneros atienden la demanda y registran el crecimiento más espectacular de toda su historia. De las 3,699 unidades en 1950, pasan a 6,392 unidades 10 años después, lo que representa un 72% más. Esta expansión se vincula estrechamente a la promoción estatal del ensamble automotriz y al inicio del proceso de conurbación del D.F. con los municipios vecinos. Así, en 1950, el 70% de la población se asienta en las delegaciones centrales (Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza); 10 años después, éstas disminuyen su participación relativa al 54%. En 1960, el 45% de la población vive en la periferia y esta tendencia incrementa la necesidad de desplazamiento de manera proporcional al crecimiento de la población.

La aglomeración crece de tal manera que el modelo de ocupación territorial exige, en 1967, la realización de 8,000,000 de viajes diarios para la reproducción de las

relaciones de todo tipo (económicas, sociales, educativas, ideológicas, políticas, culturales, entre otras).

En 1972, el DDF sostuvo pláticas con los permisionarios, sindicatos y la Alianza de Camioneros a fin de instarlos a brindar servicio de mantenimiento mecánico adecuado a sus unidades. Los camioneros trabajaron para evitar el humo y el ruido pero no lograron mejora alguna.

Entre 1973 y 1974, se realiza la fusión de 84 sindicatos patronales de autobuses en 20 sociedades anónimas. En ese mismo lapso, los camioneros obtienen, con el aval del gobierno, un crédito para incorporar a la circulación 3,200 autobuses denominados “delfines” (Ver figura 1.11), y una cantidad similar de autobuses denominados “ballenas”.



Figura 1.11 Autobús tipo Delfín

En estas condiciones, la Alianza atiende al 42% de los 15,000,000 de viajes diarios que se realizan hacia 1976, en el Distrito Federal. Para esa fecha, el Metro llega a transportar al 9.2% de los pasajeros, aún por debajo de la participación de autobuses suburbanos y foráneos. Por su parte, los medios de baja capacidad, los taxis, los colectivos y los automóviles particulares aumentan constantemente su importancia relativa. En lo institucional, en este período se crea la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) para la planificación y ejecución de obras en esta materia. Bajo la Regencia de Octavio Sentfés Gómez, en la segunda quincena de marzo de 1975, se pusieron en marcha las primeras unidades llamadas "delfines", con capacidad para 70 pasajeros. En 1977, se desarrolló el Plan Maestro del Metro, el Plan de Vialidad y el Sistema de Transporte de Superficie que preveía modificaciones a las rutas de autobuses para adecuarlas a la infraestructura de los Ejes Viales y estructurarlas en un

sistema integral de transporte de superficie, en una red de rutas directas "ortogonales" que evitarían los transbordos y posibilitarían los viajes de norte a sur y de oriente a poniente.

Para 1981, la construcción de la infraestructura del Metro y los Ejes Viales llegó a tal punto que era necesario integrar un sistema de transporte urbano por lo que se tomó la decisión de revocar las concesiones a los particulares y dar al Gobierno de la ciudad, entonces a cargo de Carlos Hank González, la responsabilidad de prestar el servicio de transporte por autobuses. Así surgió Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta 100 (R-100)



Figura 1.12 Autobús MASA de la Ruta 100

(Ver figura 1.12), que asume la responsabilidad de operar toda la demanda de este servicio. Para ello, cuenta con los recursos de las líneas que hasta ese momento habían usufructuado las concesiones. Ruta 100 recibe de los ex-permisionarios más de 7,000 autobuses, de los cuales sólo 2,000 circulan; los restantes, por sus condiciones físicas y mecánicas, son prácticamente inoperables.

El final de 1981, y el inicio de 1982, se caracterizaron por una situación crítica en el ámbito laboral. Se hizo un esfuerzo importante en materia de organización, se adecuó la red de rutas directas y servicios alimentadores a la demanda, se optimizaron recursos y se introdujeron variantes que redujeron recorridos muertos y tiempos perdidos. Con el fin de optimizar el servicio, Ruta 100 elaboró un Plan Integral de Capacitación y organizó cursos dirigidos a operadores de ese organismo.

Durante la presidencia de Miguel de La Madrid Hurtado, en 1983, se emitió un decreto con el que se constituyó la Comisión Mixta Consultiva del Transporte en el

Distrito Federal, con el fin de coordinar la adopción de medidas administrativas y operativas tendientes a solucionar los problemas de calidad, tránsito y transporte en el D.F. y zona conurbada del Estado de México.

A principios de mayo de 1989, Ruta 100, suspendió ilegalmente la prestación del servicio, por lo que se declaró de utilidad pública la conservación y explotación del servicio público de pasajeros y se intervinieron administrativamente todos los bienes y derechos del organismo público descentralizado.

En 1995, fue declarado en quiebra por el C. Juez Primero de lo Concursal del Distrito Federal y 5 años más tarde, el Jefe de Gobierno del D.F., la Lic. Rosario Robles Berlanga, emite los decretos por los que se extingue el organismo y por el que se declaran como patrimonio del D.F., los bienes muebles e inmuebles que administraba el Consejo de Incautación, creado en 1997.

En 1990, la Coordinación General de Transporte (CGT) presentó el Programa Integral de Transporte (PIT). En este programa se proponía que los colectivos (microbuses y combis) sirvieran únicamente como abastecedores del Metro, Trolebuses, Tren Ligero y Ruta 100. También se recomendaba desarrollar políticas para disminuir la presencia de automóviles en el área central de la ciudad de México y estudiar la introducción de carriles exclusivos para transporte público. Más que seguir las recomendaciones básicas de este programa, la evolución del transporte en la ciudad de México parece haberse dirigido en dirección contraria.

Las unidades de baja capacidad (microbuses) se multiplicaron sin control hasta dominarla. El desarrollo del pulpo pesero fue posible gracias a la promoción y protección que le brindó la trinidad formada por Nacional Financiera, Grupo Havre y el Departamento del Distrito Federal.

A partir de mediados de los ochenta se registró un abandono total del transporte público en la ciudad de México. En 1983, más del 50% de los viajes eran cubiertos por el Metro y Ruta 100; en 1992, sólo cubrieron el 17% (el Metro el 10% y Ruta

100 el 7%). En tanto, las combis y microbuses se apropiaron de calles y avenidas. Mientras en 1983, cubrieron menos del 7%, para 1992, ya controlaban más del 50% de los viajes. Las condiciones irregulares del "pulpo camionero" de los años 70's, renacieron con el "pulpo pesero" durante la segunda mitad de los años 80's, para imponerse en los años 90's, del siglo pasado en toda la ciudad.

En 1996, se licitaron los 4 Centros de Transferencia Modal "paraderos" más importantes y de gran afluencia vehicular: Chapultepec, Indios Verdes, Pantitlán y Observatorio, reconstruidos y operados bajo un permiso administrativo temporal revocable.

Con la llegada del Ing. Cuauhtémoc Cárdenas Solórzano al Gobierno de la ciudad de México, se introdujo un servicio especializado para personas con discapacidad y personas de la tercera edad, en 2 líneas con 20 autobuses y una línea con 4 trolebuses.

En 1998, dieron inicio las convocatorias para que los grupos de personas físicas y morales constituidas como sociedades mercantiles, participen en el concurso público nacional para obtener una concesión por 10 años, para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en autobuses con itinerario fijo en rutas del Distrito Federal.

El viernes 7 de enero de 2000, se decreta en la Gaceta Oficial del D.F. la creación del Organismo Público Descentralizado "Red de Transporte de Pasajeros del D.F." (RTP), siendo entonces Jefe de Gobierno del Distrito Federal la Lic. Rosario Robles Berlanga; conformándose operativamente con un parque vehicular de 860 autobuses (Ver figura 1.13) que anteriormente habían



Figura 1.13 Autobús RTP

sido conformados por el Consejo de Incautación de lo que era Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta 100. No es hasta el primero de marzo del mismo año, (con 2,600 trabajadores, 75 rutas, 3 talleres especializados y 7 módulos operativos), cuando comienzan a correr por las calles de la ciudad de México los primeros autobuses remozados con un corte de color naranja y franjas color verde turquesa y blanco hueso.

La acción más relevante es la creación de un nuevo modo de transporte en la metrópoli, la primera línea de autobús de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés), Metrobús, que constituye una asociación público-privada (25%-75%, respectivamente).

En septiembre de 2002, José Luis Samaniego, director del Centro de Transporte Sustentable de la ciudad de México, dio a conocer a la prensa el inicio de pláticas entre autoridades del Estado de México y el Distrito Federal para la construcción de un sistema de corredores de autobuses rápidos. El modelo propuesto tendría características similares al sistema TransMilenio de la ciudad de Bogotá, Colombia.

En septiembre de 2003, el gobierno del Distrito Federal, con asesoría del Centro de Transporte Sustentable de la ciudad de México, comenzó a diseñar el proyecto ejecutivo para los corredores de autobuses rápidos. El proyecto contempló 6 rutas de transporte con carriles confinados en Av. de los Insurgentes, Eje Vial 8 sur, Eje Central, Eje Vial 3 Oriente, Av. Miguel Ángel de Quevedo y Av. Tláhuac. El sistema llevaría el nombre de Metrobús o Megabús, tendría estaciones aproximadamente cada 400 metros, el pasaje se cobraría mediante tarjetas de prepago y se prohibiría la circulación de microbuses y camiones de carga en las vialidades donde fuese implantado. De todas las posibles opciones analizadas se decidió construir sobre la Av. de los Insurgentes el primer corredor de este tipo de transporte.

El 24 de septiembre de 2004, la Secretaría de Transportes y Vialidad publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el aviso de creación del sistema de transporte público denominado Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal. Estos corredores de transporte contarían con las características siguientes:

"... Para efectos del presente aviso, los corredores de transporte público de pasajeros constituyen un sistema de transporte masivo y/o colectivo, con operación regulada, recaudo centralizado, que operan de manera exclusiva en vialidades con carriles reservados para el transporte público, total o parcialmente confinados, que cuentan con paradas predeterminadas y con infraestructura para el ascenso y descenso de pasajeros, en estaciones ubicadas a lo largo de los recorridos, con terminales en su origen y destino, con una organización para la prestación del servicio como personas morales ..."³

El 1 de octubre de 2004, la Secretaría de Transportes y Vialidad publicó, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el aviso de aprobación del establecimiento del Corredor de Transporte Público de Pasajeros Metrobús Insurgentes en el tramo de 19.4 kilómetros comprendido entre la estación Indios Verdes del Metro de la ciudad de México y el Eje Vial 10 Sur (Av. Copilco). El 6 de octubre de 2005, se publicó el estudio de balance oferta-demanda de transporte público en Av. de los Insurgentes. Este estudio concluyó la existencia de sobre-oferta de servicio, la necesidad de ordenarlo y mejorar sus condiciones de operación. El 12 de noviembre de 2004, la Secretaría de Transportes y Vialidad publicó, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el aviso de declaratoria de necesidad para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en el corredor de transporte público de pasajeros Metrobús Insurgentes. En esta declaratoria se estableció el esquema de operación del Corredor Insurgentes, 20 unidades del parque vehicular estarían a cargo de la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, mientras que las 60 restantes estarían bajo el control del transporte concesionado. La regulación, supervisión y control de la operación del Corredor Insurgentes quedaría a cargo de un organismo público descentralizado creado por el Gobierno del Distrito Federal.

³ Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal, décima cuarta época, n° 98 bis, 24/09/2004

Sin una ceremonia oficial, el 4 de diciembre de 2004, sobre Av. de los Insurgentes entre el Eje Vial 6 Sur (calle Holbein) y la calle Santa Margarita, en la colonia Insurgentes San Borja, comenzaron las obras de construcción del Corredor Insurgentes.

El 9 de marzo de 2005, el Lic. Andrés Manuel López Obrador, Jefe de Gobierno del Distrito Federal de 2000 a 2005, publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el decreto para la creación del organismo público descentralizado Metrobús:

"... Se crea el Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública del Distrito Federal con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía técnica y administrativa denominado Metrobús, el cual estará sectorizado a la Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal... El Metrobús tendrá por objeto: La planeación, administración y control del Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal Metrobús..."⁴

El 19 de junio de 2005, el Lic. Andrés Manuel López Obrador, en una ceremonia efectuada en la estación Reforma, inauguró formalmente el servicio del Corredor Insurgentes entre las estaciones Indios Verdes y Doctor Gálvez.

Primera línea en construirse e inaugurarse. Está integrada por los corredores de transporte Metrobús Insurgentes y Metrobús Insurgentes Sur, cuenta con 44 estaciones, 3 terminales y su color distintivo es el rojo. Está construida al centro del Distrito Federal con dirección sur-norte. Tiene una longitud de 30 kilómetros.

El corredor Metrobús Insurgentes de 34 estaciones y 20 kilómetros de longitud, Indios Verdes-Dr. Gálvez, fue inaugurado el 19 de junio de 2005 por el Lic. Andrés Manuel López Obrador. El corredor Metrobús Insurgentes Sur de 10 kilómetros y 9 estaciones, Dr. Gálvez-El Caminero, fue inaugurado por el Lic. Marcelo Ebrard Casaubón, Jefe de Gobierno del Distrito Federal, el 13 de marzo de 2008.

⁴ Jefatura de Gobierno del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, décima quinta época, n° 29, 09/mar/2005

Segunda línea en construirse e inaugurarse. La constituye el corredor Metrobús Eje Vial 4 Sur. Construida al centro del Distrito Federal, con dirección oriente-poniente, tiene una longitud de 20 kilómetros, 34 estaciones, 2 terminales y su color distintivo es el morado. Fue inaugurada el 16 de diciembre de 2009 por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, el Lic. Marcelo Ebrard Casaubón.

Tercera línea en construirse e inaugurarse. La constituye el corredor Metrobús Eje Vial 1 Poniente. Construida al centro del Distrito Federal, con dirección norte-sur, tiene una longitud de 17 kilómetros, 31 estaciones, 4 terminales y su color distintivo es el verde. Fue inaugurada el 8 de febrero de 2011 por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, el Lic. Marcelo Ebrard Casaubón.

Cuarta línea en construirse e inaugurarse. La constituye el corredor Metrobús Buenavista-San Lázaro (con conexión al aeropuerto), con dirección oriente-poniente, tiene una longitud de 28 kilómetros, 32 estaciones, 3 terminales y su color distintivo es el naranja. Fue inaugurado el 1 de abril de 2012 por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, el Lic. Marcelo Ebrard Casaubón.

El Metrobús cuenta con 4 líneas. Cada línea tiene asignado un número y un color distintivo. Tiene una extensión total de 95 kilómetros y posee 141 estaciones y 12 terminales. Todas las estaciones se encuentran dentro del Distrito Federal.

El parque vehicular es de 377 autobuses (63 DE RTP Y 314 de las empresas operadoras), 296 articulados, 27 biarticulados y 54 autobuses de 12 metros de largo, piso bajo, de los cuales 8 son híbridos. Las marcas empleadas de autobuses para brindar el servicio son: Scania-Comil. L94, como Scania-San Marino. K94, Volvo 7300 BRT y Volvo 7700 Híbrido.

1.5 Metro

El metro de la ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren pesado que sirve a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de

México. Su operación y explotación está a cargo del Organismo Público Descentralizado “Sistema de Transporte Colectivo” (STC), y su construcción está a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal. Hasta el 12 de agosto de 2013, su construcción fue gestionada por el denominado Proyecto Metro del Distrito Federal, un organismo desconcentrado de la citada secretaría. Se conoce coloquialmente como metro, por la contracción del término tren metropolitano.

En el 2006, ocupó el tercer lugar a nivel mundial en captación de usuarios, al transportar a un promedio de 3.9 millones de pasajeros al día. También en ese año obtuvo el quinto lugar a nivel mundial por la extensión de su red.

El metro de la ciudad de México cuenta con 12 líneas, cada una con un número y color distintivo. El parque vehicular está formado por trenes de rodadura neumática en 10 líneas, y trenes férreos en las líneas A y 12. La longitud total de la red es de 226.488 km, con 195 estaciones. El metro está construido de forma subterránea (115 estaciones), superficial (54 estaciones) y viaducto elevado (26 estaciones). 184 estaciones se encuentran en el Distrito Federal y 11 en el Estado de México.

El Ing. Bernardo Quintana Arrijoa, elaboró estudios que permitieron la creación de un anteproyecto, y posteriormente un proyecto, para la construcción de un sistema de transporte masivo en la ciudad de México. La propuesta del proyecto se presentó en 1958, al Lic. Ernesto P. Uruchurtu, Regente de la ciudad de México, quien la rechazó al considerarla económicamente costosa. Además, el 28 de julio de 1957, un sismo de 7.7 grados en la escala Richter dañó diversos edificios del centro de la ciudad, hecho que provocó la desconfianza entre las autoridades para construir proyectos de grandes dimensiones como el presentado por el Ing. Bernardo Quintana Arrijoa.

El Ing. Bernardo Quintana Arrijoja presentó nuevamente su proyecto de transporte al Presidente de México el Lic. Gustavo Díaz Ordaz. De nueva cuenta el obstáculo resultó el costo elevado de la obra. El Lic. Gustavo Díaz Ordaz decidió aprovechar el acercamiento del presidente francés Charles de Gaulle hacia Latinoamérica. Alexander Berger, empresario francés, entonces esposo de la actriz María Félix, amigo de Quintana, fungió como mediador entre los gobiernos francés y mexicano para la obtención del crédito. Como resultado de la negociación, el Gobierno mexicano cubrió el costo de la obra civil, estudios de geotecnia, diseño de estaciones, entre otros, y el Gobierno francés la obra electromecánica. La obra tuvo un costo total de 2,530 millones, de los cuales 1,630 millones de pesos provinieron del crédito francés y 900 millones pesos por parte del Departamento del Distrito Federal.

El 29 de abril de 1967, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto presidencial que crea el Sistema de Transporte Colectivo, organismo público descentralizado, para construir, operar y explotar un tren rápido subterráneo como parte del transporte público del Distrito Federal.

En el cruce de Av. Chapultepec con la calle Bucareli, el 19 de junio de 1967, se realizó la ceremonia de inicio de obra para construir la línea 1 del Sistema de Transporte Colectivo.

El 4 de septiembre de 1969, el Lic. Gustavo Díaz Ordaz y el Lic. Alfonso Corona del Rosal, Regente del Distrito Federal, inauguraron formalmente el servicio entre las estaciones Chapultepec y Zaragoza. Un tren construido por la compañía francesa Alstom, modelo MP-68, decorado con franjas tricolores y el escudo nacional mexicano a sus costados, realizó el recorrido inaugural entre las estaciones Insurgentes y Zaragoza. El Ing. Bernardo Quintana Arrijoja funda y preside, en 1977, el consejo de administración de Constructora Metro, S.A. de C.V., el cual, en colaboración con el Departamento del Distrito Federal crean el Plan Maestro del Metro ese mismo año.

El proyecto consideraba la construcción de 5 líneas nuevas y la ampliación de las 3 líneas construidas hasta ese año (líneas 1, 2 y 3). En total, se construirían 15 líneas con una longitud total de vía de 315 km.

En 1985, la Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal presentó a través de la Comisión Vialidad de Transporte Urbano el Programa Maestro del Metro versión 1985 horizonte 2010. En este programa se estableció una longitud total del sistema de 306.285 km que incluía: 15 líneas principales de rodadura neumática; 8 líneas alimentadoras con características de tren suburbano de rodadura férrea y una línea de tren ligero. La línea B es la última ruta construida basándose en el plan de 1985; su trazo representa la unificación de los trazos de las líneas 10 y B presentadas en ese plan.

El Sistema de Transporte Colectivo divide en etapas su proceso de construcción. Cada etapa está constituida por la construcción de nuevas líneas, ampliaciones e inauguraciones. Hasta el año 2000, se tienen cuantificadas 6 etapas constructivas en los siguientes intervalos: 1967-1972, 1977-1982, 1983-1985, 1985-1987, 1988-1994 y 1994-2000.

Línea 1 primera línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 20 estaciones y su color distintivo es el rosa. Se localiza al centro de la ciudad de México con dirección oriente-poniente. Posee una longitud total de vía de 18.778 km.

El primer tramo de 16 estaciones y 12.660 km de longitud, Zaragoza-Chapultepec, fue inaugurado el 4 de septiembre de 1969. En 1970 se inauguran 2 tramos más del sistema: el 11 de abril de 1970, con 1.046 km el tramo Chapultepec-Juanacatlán y el 20 de noviembre el tramo Juanacatlán-Tacubaya con 1.140 km. 2 años después, el 10 de junio de 1972, se suman 1.705 km a la línea con el tramo Tacubaya-Observatorio. Finalmente el 22 de agosto de 1984 se construye el tramo Zaragoza-Pantitlán de 2.227 km.

Tiene correspondencia con: líneas 7 y 9 en Tacubaya; línea 3 en Balderas; línea 8 en Salto del Agua; línea 2 en Pino Suárez; línea 4 en Candelaria; línea B en San Lázaro y líneas 5, 9 y A en Pantitlán. La línea es subterránea a excepción de la estación Observatorio que es superficial.

Línea 2 segunda línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 24 estaciones y su color distintivo es el azul (Ver Figura 1.14). Está construida al centro de la ciudad de México con dirección sur-norte de Taxqueña a Zócalo y dirección oriente-poniente de Allende a Cuatro Caminos. Posee una longitud total de vía de 23.431 km.



Figura 1.14 Tren de la Línea 2

La línea en su tramo Zócalo-Taxqueña fue construida en el derecho de vía del antiguo tranvía, que corría del Zócalo de la ciudad de México hacia el Centro Histórico de Tlalpan, al sur de la ciudad. El primer tramo de 11 estaciones y 11.321 km de longitud, Taxqueña-Pino Suárez, fue inaugurado el 1 de agosto de 1970. Un mes después, el 14 de septiembre de 1970, se inauguraron 11 estaciones más en el tramo Pino Suárez-Tacuba de 8.101 km de longitud. El 22 de agosto de 1984 se inauguró el tramo final de Tacuba a Cuatro Caminos, con 2 estaciones y 4.009 km de longitud.

Tiene correspondencia con: línea 7 en Tacuba; línea 3 en Hidalgo; línea 8 en Bellas Artes; línea 1 en Pino Suárez; líneas 8 y 9 en Chabacano y línea 12 en Ermita. La línea es superficial de Taxqueña a San Antonio Abad y subterránea de Pino Suárez a Cuatro Caminos.

Línea 3 tercera línea del sistema en construirse e inaugurarse. Posee 21 estaciones y su color distintivo es el verde olivo. Se localiza al centro de la ciudad de México con dirección norte-sur. Posee una longitud total de vía de 23.609 km.

El primer tramo de 5.441 km de longitud y 7 estaciones, Tlatelolco-Hospital General, fue inaugurado el 20 de noviembre de 1970. La línea tuvo 4 expansiones: Tlatelolco-La Raza se inauguró el 25 de agosto de 1978, con 1.389 km y 1 estación; La Raza-Indios Verdes se inauguró el 1 de diciembre de 1979, con 4.901 km y 3 estaciones; Hospital General-Centro Médico se inauguró el 7 de junio de 1980, con 0.823 km y 1 estación y Centro Médico-Zapata se inauguró el 25 de agosto de 1980, con 4.504 km y 4 estaciones. Finalmente, el 30 de agosto de 1983, se inauguró el tramo Zapata-Universidad de 6.551 km con 5 estaciones.

Tiene correspondencia con: línea 6 en Deportivo 18 de marzo; línea 5 en La Raza; línea B en Guerrero; línea 2 en Hidalgo; línea 1 en Balderas, línea 9 en Centro Médico y línea 12 en Zapata. La línea es superficial de Indios Verdes a Potrero y la estación Universidad. El resto de la línea es subterránea.

Línea 4 cuarta línea del sistema en construirse e inaugurarse. La integran 10 estaciones y su identidad gráfica utiliza el color cian. Su trazo recorre el centro de la ciudad de México con dirección norte-sur. Posee una longitud total de vía de 10.747 km.

Fue inaugurada en 2 tramos: Martín Carrera-Candelaria el 29 de agosto de 1981 con 7.499 km y 7 estaciones y Candelaria-Santa Anita el 26 de mayo de 1982 con 3.248 km y 3 estaciones.

Tiene correspondencias con las líneas: línea 6 en Martín Carrera; línea 5 en Consulado; línea B en Morelos; línea 1 en Candelaria; línea 9 en Jamaica y línea 8 en Santa Anita. Fue la primera línea en emplear la solución de viaducto elevado. Únicamente las estaciones Martín Carrera y Candelaria son de tipo superficial.

Línea 5 quinta línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 13 estaciones y su color distintivo es el amarillo. Su trazo recorre el oriente y norponiente de la ciudad de México. Posee una longitud total de vía de 15.675 km.

El primer tramo Pantitlán-Consulado inaugurado el 19 de diciembre de 1981, con una longitud de 9.154 km y 7 estaciones. Las obras de ampliación continuaron hacia el norponiente de la ciudad de México y el 1 de julio de 1982, se inauguró el tramo La Raza-Consulado acumulando así 12.242 km de vía y 10 estaciones. Finalmente, el 30 de agosto de 1982, se inauguró el tramo La Raza-Politécnico, con una longitud de 3.433 km.

Tiene correspondencia con las líneas: línea 6 en Instituto del Petróleo; línea 3 en La Raza; línea 4 en Consulado; línea B en Oceanía y con las líneas 1, 9 y A en Pantitlán. La línea es superficial de Politécnico a La Raza, de Consulado a Oceanía y la estación Pantitlán; es subterránea de Misterios a Valle Gómez y Terminal Aérea a Hangares.

Línea 6 sexta línea del sistema en construirse e inaugurarse. La integran 11 estaciones y su color distintivo es el rojo. Está ubicada al norte de la ciudad de México con dirección oriente-poniente. Posee una longitud total de vía de 13.947 km.

El primer tramo El Rosario-Instituto del Petróleo, de 9.264 km y 7 estaciones, fue inaugurado el 21 de diciembre de 1983. Finalmente, el 8 de julio de 1986, se inaugura el segundo tramo Instituto del Petróleo-Martín Carrera con 4.683 km y 4 estaciones más.

Tiene correspondencia con: línea 7 en El Rosario; línea 5 en Instituto del Petróleo; línea 3 en Deportivo 18 de marzo y línea 4 en Martín Carrera. La línea es superficial para la estación El Rosario; el resto de la línea es subterránea.

Línea 7 séptima línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 14 estaciones y su color distintivo es el naranja. Su trazo se encuentra al poniente de la ciudad de México con dirección norte-sur. Tiene una longitud total de vía de 18.784 km.

La línea fue inaugurada en 4 tramos: Tacuba-Auditorio, el 20 de diciembre de 1984, con 5.424 km y 4 estaciones; Auditorio-Tacubaya, el 23 de agosto de 1985, con 2.730 km y 2 estaciones; Tacubaya-Barranca del Muerto, el 19 de diciembre de 1985, con 5.040 km y 4 estaciones; Tacuba-El Rosario, el 29 de noviembre de 1988, con 5.590 km y 4 estaciones.

Tiene correspondencia con: línea 6 en El Rosario, línea 2 en Tacuba; líneas 1, 9 en Tacubaya y línea 12 en Mixcoac. La estación terminal El Rosario es la única de tipo superficial, el resto de la línea es subterránea.

Línea 8 décima línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 19 estaciones y su color distintivo es el verde. Su trazo se encuentra localizado al centro y suroriente de la ciudad de México. Tiene dirección oriente-poniente entre las estaciones Constitución de 1917 y Atlalilco, y dirección norte-sur entre Escuadrón 201 y Garibaldi-Lagunilla. Posee una longitud total de vía de 20.078 km.

El tramo Constitución de 1917-Garibaldi fue inaugurado el 20 de julio de 1994.

Tiene correspondencia con: línea 12 en Atlalilco; línea 4 en Santa Anita; líneas 2 y 9 en Chabacano; línea 1 en Salto del Agua; línea 2 en Bellas Artes y línea B en Garibaldi-Lagunilla. La línea es superficial en el tramo Aculco-Coyuya y la estación Constitución de 1917; el resto de la línea es subterránea

Línea 9 octava línea del sistema en construirse e inaugurarse. Está integrada por 12 estaciones y su color distintivo es el café. Su trazo se localiza al centro de la

ciudad de México con dirección oriente-poniente. Posee una longitud total de vía de 15.375 km.

El primer tramo Pantitlán-Centro Médico, fue inaugurado el 26 de agosto de 1987, con una longitud de 11.669 km y 9 estaciones. El segundo tramo Centro Médico-Tacubaya fue inaugurado el 29 de agosto de 1988, con una longitud de 3.706 km y 3 estaciones.

Tiene correspondencia con: líneas 1 y 7 en Tacubaya; línea 3 en Centro Médico; líneas 2 y 8 en Chabacano; línea 4 en Jamaica y líneas 1, 5 y A en Pantitlán. La línea es subterránea en el tramo Tacubaya-Mixiuhca. De Velódromo a Pantitlán es viaducto elevado.

Línea A novena línea del sistema en ser inaugurada. Está integrada por 10 estaciones y su color distintivo es el morado. Su trazo se localiza al suroriente de la ciudad de México con dirección predominante oriente-poniente. Posee una longitud total de vía de 17.192 km. Se distingue del resto de las líneas por tener trenes de 6 y 9 carros de rodadura férrea alimentados por catenaria. Por ese motivo también se le conoce como metro férreo (Ver Figura 1.15).



Figura 1.15 Tren de la Línea A

El tramo Pantitlán-La Paz fue inaugurado el 12 de agosto de 1991.

Tiene correspondencia con: líneas 1, 5 y 9 en la estación Pantitlán. La estación terminal Pantitlán es subterránea, el resto de la línea es superficial.

Línea B undécima línea en inaugurarse. Está integrada por 21 estaciones y es la única del sistema en utilizar en su identidad gráfica dos colores: verde y gris. Su

trazo se localiza en el centro y nororiente de la ciudad de México con dirección oriente-poniente de Buenavista a San Lázaro y dirección sur-norte de Ricardo Flores Magón a ciudad Azteca. Tiene una longitud total de vía de 23.722 km.

La línea fue inaugurada en 2 tramos: el primer tramo Buenavista-Villa de Aragón, se inauguró el 15 de diciembre de 1999, con 12.139 km y 13 estaciones. El segundo tramo Nezahualcóyotl-Ciudad Azteca, inaugurado el 30 de noviembre de 2000 sumó a la línea 11.583 km y 8 estaciones.

Tiene correspondencia con: línea 3 en Guerrero, línea 8 en Garibaldi-Lagunilla, línea 4 en Morelos, línea 1 en San Lázaro y línea 5 en Oceanía. La línea es subterránea en el tramo Buenavista-Morelos, de San Lázaro a Oceanía es viaducto elevado y de Deportivo Oceanía a Ciudad Azteca la línea es superficial.

Línea 12 duodécima línea en construirse e inaugurarse. Está integrada por 20 estaciones y su color distintivo es el oro. Se localiza al sur de la ciudad de México con dirección oriente-poniente. Tiene una longitud total de vía de 25.100 km.

El tramo Mixcoac-Tláhuac fue inaugurado el 30 de octubre del 2012.

Tiene correspondencia con: línea 7 en Mixcoac; línea 3 en Zapata; línea 2 en Ermita y línea 8 en Atlalilco. La línea es subterránea en el tramo Mixcoac-Atlalilco y viaducto elevado de Culhuacán a Zapotitlán y superficial de Tlaltenco a Tláhuac.

Para cubrir el costo de un viaje es necesario comprar un boleto con un costo de 5 pesos o bien, comprar una tarjeta recargable con un costo de 10 pesos.

El servicio es gratuito para niños menores de 5 años, adultos mayores de 60 años y discapacitados.

El parque vehicular está formado por trenes de rodadura férrea y neumática. En total, cuenta con 390 trenes, de los cuales 292 son de 9 carros y 29 de 6 carros,

en ambos casos de rodadura neumática, así como de rodadura férrea 12 de 9 carros, 27 de 6 carros y 30 de 7 carros.

La tabla 1.1 muestra el modelo, rodadura, constructora y procedencia de los diversos trenes que circulan por el sistema.

Modelo	Rodadura	Compañía	Procedencia
MP-68R93	Neumática	ALSTOM	Francia
MP-68R96B	Neumática	ALSTOM	Francia
MP-68R96C	Neumática	ALSTOM/CAF	Francia/España
NM-73AR	Neumática	CONCARRIL	México
NM-73BR	Neumática	CONCARRIL	México
NM-79	Neumática	CONCARRIL	México
NC-82	Neumática	BOMBARDIER	Canadá
MP-82	Neumática	ALSTOM	Francia
NM-83A	Neumática	CONCARRIL	México
NM-83B	Neumática	CONCARRIL	México
NE-92	Neumática	CAF	España
NM-02	Neumática	BOMBARDIER/CAF	Canadá/España
FM-86	Férrea	CONCARRIL	México
FM-95A	Férrea	ALSTOM	México
FE-07	Férrea	CAF	España

Tabla 1.1 Parque Vehicular

CAPÍTULO 2

TRANSPORTE PÚBLICO EXTRANJERO Y NACIONAL

2.1 ASPECTOS GENERALES

El transporte público eficiente es imprescindible para el desarrollo de una ciudad. Para la gran mayoría de los residentes de ciudades en desarrollo, el transporte público es la única forma práctica para acceder al empleo, educación y servicio públicos, especialmente cuando estos servicios están a una distancia considerable para recorrer a pie o en bicicleta. Las ciudades de todo el mundo tienen un problema creciente de transporte urbano: congestión, accidentalidad, los servicios de buses son inconvenientes, peligrosos y no son confiables. Desafortunadamente, el actual estado de los servicios de transporte público en ciudades en desarrollo no está enfocado para suplir las necesidades de movilidad reales de la población. Frecuentemente, los servicios de buses son inconvenientes, peligrosos y no son confiables.

El sistema BRT ha demostrado ser uno de los mecanismos con un costo-beneficio favorable para que las ciudades desarrollen rápidamente un sistema de transporte público que pueda completar una red y ofrecer un servicio rápido y de alta calidad, basado en autobuses o buses que proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y de relación favorable costo-beneficio a través de la provisión de infraestructura de carriles segregados, para operación rápida.

Hasta la fecha, el BRT que incluyen casi todas las características de un servicio de alta calidad, han sido desarrollados en Bogotá, Colombia y Curitiba, Brasil. Sin embargo en el mundo desarrollado también se han aplicado sistemas BRT de alta calidad como es el caso de Estocolmo, Suecia y también en Rouen, Francia.

2.2 EUROPA

2.2.1 ESTOCOLMO, SUECIA

Estocolmo es la capital y la ciudad más grande de Suecia. La ciudad de Estocolmo cuenta con una población de 1,372,565 habitantes según censo de 2012, en Estocolmo el servicio de BRT se constituye de 4 rutas que van desde las afueras de la ciudad hasta el centro, atravesándolo y llegando de nuevo a otra zona de las afueras (Ver figura 2.1).

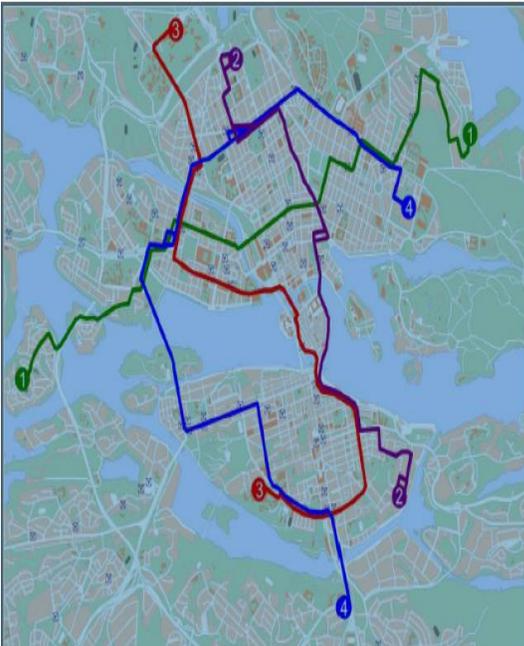


Figura 2.1 Esquema de la Red de BRT de Estocolmo, Suecia

Esta red troncal constituida por dichas rutas pretende ser un complemento de la red del Metro ya existente, para conseguir objetivos como son:

- Concentrar el transporte público en unas pocas líneas con una alta frecuencia de servicio.
- Facilitar la identificación y el encuentro de la Red Troncal
- Mejorar la velocidad comercial de 13 a 18 km/h.
- Prestar un servicio que sea cómodo para los usuarios.

Otras medidas que se tomaron para mejorar la visión y claridad del servicio fueron pintar de rojo las zonas de la calzada destinadas a la parada de los autobuses, utilizar el color distintivo azul para los vehículos de la red troncal y la utilización de un único dígito identificador de ruta. Para la mejora del servicio se dispone de información detallada en todas las paradas y un sistema de prioridad semafórica para los autobuses.

En los vehículos se tomaron aspectos que generan un alivio a los problemas de contaminación, por lo que las líneas 1, 3 y 4 son operadas por vehículos de propulsión a etanol que es mucho menos contaminante que la mayoría de los carburantes; en la línea 2, esta es operada por vehículos de biogás que es un combustible renovable y no contaminante.

Todos los autobuses son articulados de 18 metros de largo, con piso bajo para facilitar la entrada y salida de pasajeros y reducir el tiempo perdido en paradas.

Las estaciones de las líneas son marquesinas más una plataforma saliente que permite la parada del vehículo sin necesidad de grandes maniobras (Ver figura 2.2). En cada estación se muestra el tiempo que falta para la llegada del siguiente vehículo, además de información detallada de todo el sistema. La marquesina permite a los usuarios resguardarse de la lluvia en caso de inclemencias meteorológicas.



Figura 2.2 Parada de la Red de BRT de Estocolmo, Suecia

La plataforma saliente permite minimizar la obstrucción de las paradas por parte de vehículos privados estacionados o parados en ellas, así como disponer al usuario de espacio suficiente para esperar el autobús. Por otro lado, gracias a esta el vehículo se detiene en recta en la estación, la subida al vehículo es más sencilla que si fuera en curva.

2.2.2 ROUEN, FRANCIA

Rouen es un municipio situado en el noroeste de Francia y atravesada por Sena. Es la capital de la región Alta Normandía. La ciudad cuenta con 650,000 habitantes, lo que la hace la primera área urbana del noroeste y la número 14 en Francia. El sistema de BRT de Rouen fue inaugurado en 2001, consta de 3 rutas con características BRT, con la peculiaridad de un guiado automático de los

autobuses a lo largo de éstas. Se trata de un guiado óptico mediante escáneres en los carriles laterales o situados en la mediana, para asegurar una apurada posición en las estaciones (Ver figura 2.3).

El sistema de autoguiado óptico que dispone el vehículo funciona a partir de una serie de cámaras que compara continuamente el trazado realizado por el vehículo con el teórico que debía seguir, señalado por una doble línea discontinua.



Figura 2.3 Autobús con Sistema de Autoguiado Óptico de Rouen, Francia

El mínimo para que funcione el sistema óptico es que un tercio de las líneas estén visibles. El conductor puede libremente desconectar el autoguiado para hacerse cargo de los mandos del vehículo.

La gran ventaja de este sistema es su precisión, ya que puede parar con una precisión de 5 centímetros de distancia a la plataforma. Esta precisión permite la eliminación de las rampas abatibles para sillas de ruedas, que tardan más de medio minuto en desplegarse y plegarse de nuevo. Además, permite que los carriles sean más estrechos hasta 1.5 metros, lo que es una gran ventaja si las calles no son excesivamente anchas y en especial en tramos que discurren por túnel, lo que permite un ahorro importante de sección.

La flota de vehículos consta actualmente de 59 autobuses o buses articulados, de 18.6 metros de longitud, con capacidad para 41 asientos y un total de 120 plazas. Estos vehículos disponen de motores eléctricos sobre las ruedas, además de un motor diésel, que es el que permite la puesta en marcha del vehículo y enciende el alternador que produce la electricidad necesaria.

Los vehículos son de color celeste característico, y su apariencia moderna de tranvía hace que resulte más atractivo al usuario. En el interior se dispone de un

único nivel, sin escalones que entorpezcan el paso por su interior. Además, al ser de piso bajo, las puertas se abren al nivel de la plataforma, con lo que se reducen los tiempos de demora en las estaciones y se facilita el acceso a personas de movilidad reducida, evitando el uso de alguna rampa extra.

Los vehículos disponen de un sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para la localización de los mismos, lo que se traduce en información a tiempo real para los usuarios acerca del tiempo de llegada del siguiente transporte. Además, disponen de sistemas de prioridad semafórica, permitiendo al conductor cambiar la luz del semáforo a verde a su paso para evitar reducir la velocidad en intersecciones. La prioridad se logra mediante un dispositivo del vehículo que envía señales al semáforo vía radio para cambiar su señal. Esta señal puede enviarse manualmente por el conductor o de manera automática por el vehículo.

Los semáforos disponen de una luz adicional que se enciende en caso de que la señal haya llegado correctamente, por lo que si la luz no se enciende el conductor dispone de 7 segundos para responder manualmente.

Las estaciones del BRT de Rouen disponen de mapas, marquesinas y máquinas de validación de billetes. Además, en las estaciones donde convergen las 3 rutas, se dispone de un parking gratuito de 1,000 cajones (lugares) para vehículos automotores de 5 o 9 plazas.

El acceso a dicho servicio es por medio de un billete el cual es una tarjeta con una banda magnética, la validación puede realizarse bien en la estación o bien en el vehículo porque se dispone de lectores tanto en la estación como en la entrada a cada bus. Los usuarios deben validar su billete, y disponen a partir de ese momento de una hora para utilizar el servicio de cualquier modo de transporte del sistema.

La modalidad del billete puede ser para 7 días o para 1 año, habiendo descuentos para jóvenes y ancianos.

El servicio, consta de 3 líneas denominadas por la letra T y un número (1, 2 y 3). La línea T1 (Ver figura 2.4), conecta Mount-Saint-Aignan con Les Hauts de Rouen, a lo largo de 14.1 kilómetros, haciendo parada en 31 estaciones (una estación cada casi 500 metros).

La T2 por su parte hace lo propio con Vallee de Cailly y Carnetal, a lo largo de 12.2 kilómetros y 30 estaciones (una estación cada 400 metros). Por último, la T3 presta servicio entre Canteleu y Plateaux Est, a lo largo de 19.8 kilómetros.

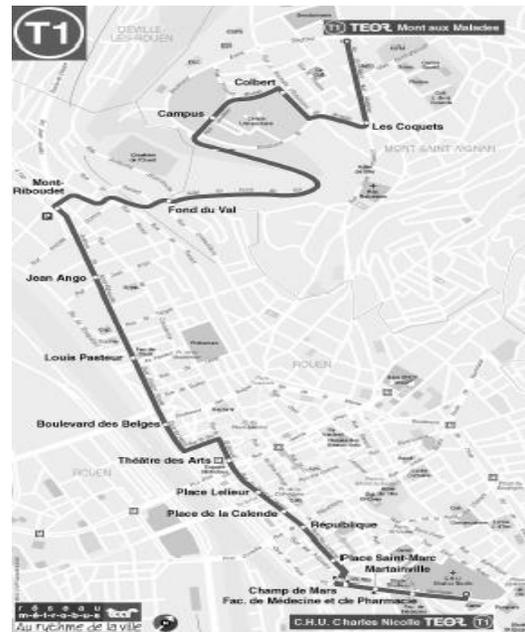


Figura 2.4 Plano de Línea T1 de BRT de Rouen, Francia

Los autobuses tienen prioridad sobre el resto de vehículos a lo largo de todo su recorrido, a excepción de los 3 puntos en que sus rutas se cruzan entre sí.

Hay 20 intersecciones en las que deben cruzarse vehículos de sentidos opuestos por un solo carril. En estos casos el motor del vehículo se desconecta de manera automática hasta que puede pasar por el carril.



Figura 2.5 Carril Segregado del Sistema BRT de Rouen, Francia

Este sistema cuenta con tres tipos de carriles: carriles de tráfico mixto, carriles segregados únicos para ambos sentidos (en calles estrechas) o carriles segregados con uno por sentido (Ver figura 2.5).

2.3 SUDAMÉRICA

2.3.1 CURITIBA, BRASIL

Curitiba es una ciudad brasileña, capital del estado de Paraná. De acuerdo con la estimación de 2012, su población es de 10,577,755 habitantes, siendo la mayor ciudad del sur del país. La Región Metropolitana de Curitiba está formada por 29 municipios, agrupados en cinco microrregiones, con un total de 3,595,662 de habitantes en 2006.

El sistema de BRT de la ciudad de Curitiba se denomina Rede Integrada de Transporte (RIT), y se trata de un sistema tronco-alimentado de autobús que circula por carriles exclusivos. Inaugurado en 1973, fue el pionero de esta innovadora tecnología, aunque no fue hasta 1980, que se consiguió unir cualquier punto de la ciudad pagando una tarifa única.

Una de las principales virtudes del sistema implantado en Curitiba es la concepción de red que propone, ya que cada línea dispone de estaciones de transferencia, equipadas con los servicios clásicos de cualquier estación ferroviaria, permitiendo realizar las transferencias necesarias de una manera cómoda y gratuita para realizar el viaje deseado.

Estas iniciativas son las que han permitido desarrollar un proceso de reingeniería del transporte, convirtiendo un modo de transporte como el autobús, arcaico y poco efectivo, en un sistema de transporte público efectivo, rápido y limpio.

En cuanto al servicio, encontramos 8 tipos de líneas diferentes, 4 de las cuales pertenecen al sistema integrado de autobuses, y las cuatro restantes forman un sistema estándar no integrado.

En la red integrada de transporte se incluyen las líneas expreso biarticulado, las líneas interbarrios, las líneas directas y las líneas de alimentación. Por otro lado, los servicios que no forman parte de la red integrada son las líneas circulares del centro, las líneas convencionales, las interhospitalarias y la línea turística.

La red integrada BRT consta de 355 rutas, 1,930 vehículos para transportar un total de 1.9 millones de pasajeros al día. La red se extiende a lo largo de 1,100 kilómetros de carreteras, 60 de los cuales son de uso exclusivo para el autobús.

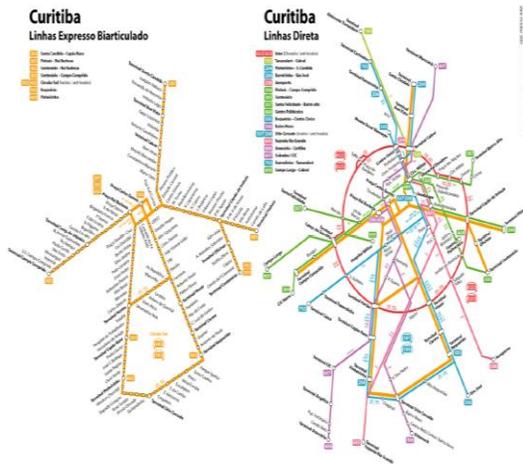


Figura 2.6 Red Integrada de Transporte de Curitiba

En el plano (Ver figura 2.6), se pueden observar las diferentes rutas de los servicios línea exprés biarticulada y línea directa, con sus estaciones y terminales de transferencia.

La línea expreso biarticulado se trata de servicios operados por autobuses de alta capacidad biarticulados, que a lo largo de

72 kilómetros de vía segregada presta servicio por los 5 Ejes principales que irradian del centro de la ciudad: Boqueirão, norte, sur, este y oeste. Es la primera línea con características BRT, ya que alcanzan mayores velocidades, tienen alta capacidad y ofrecen una alta frecuencia de paso. El acceso está adaptado a personas con movilidad reducida.

La flota que da servicio a estas líneas está compuesta por 133 buses biarticulados, de 24.5 o 28 metros de longitud, con capacidad para 230/250 pasajeros. Disponen de 5 puertas en el lado derecho del vehículo, adaptadas a la altura de las estaciones de la línea. Por lo que se refiere a la legibilidad, el color identificador de los buses es el rojo (Ver figura 2.7).



Figura 2.7 Autobús Biarticulado

Las estaciones de esta línea son las características del BRT de Curitiba, armaduras cilíndricas de validación previa para acceder al recinto, con plataforma a nivel con el piso del vehículo.

Además de estas estaciones, la red integrada dispone de 21 terminales de integración urbana y otras 7 metropolitanas,

desde las que se puede realizar la transferencia de unas líneas a otras.

En Curitiba hay líneas interbarrios estas se tratan de líneas que operan a un nivel inferior que las anteriores, uniendo puntos de fuera del centro de la ciudad; son en total 7 rutas exprés periféricas, de las que la 1 y la 2 rodean el centro de la ciudad, y el resto se encargan de conectar los barrios más importantes de la misma.

Por lo que a la flota se refiere, dispone de 113 vehículos de 2 clases, cuyo color distintivo es el verde. Los buses articulados tienen una capacidad aproximada de 140 pasajeros, y prestan servicio a las líneas 2 a 5. En las líneas restantes el servicio lo prestan autobuses convencionales, con capacidad para 100 pasajeros, y 3 puertas en el lado derecho.

En Curitiba también se tienen líneas directas que son denominadas “ligerinho” (Ver figura 2.8), constituyen el enlace más rápido entre 2 puntos de la ciudad cubriendo largas distancias con pocas paradas. Opera en calles de sentido único, paralelas a los Ejes principales de líneas de autobús y en otras rutas de demanda



Figura 2.8 Autobús de Línea Directa

elevada, deteniéndose únicamente en terminales o estaciones tipo tubo adaptadas al nivel del piso del vehículo.

La legibilidad de la línea viene dada por vehículos convencionales plateados, con capacidad para 110 pasajeros y 3 puertas en el lado derecho, 2 de las cuales están adaptadas a las estaciones tubo por medio de rampas.

Este servicio rápido de Curitiba fue el primero de este tipo que se dio en todo el mundo. Entre todos los servicios que presta destacan 3: las radiales, que unen el centro de la ciudad con los barrios, las que comunican 2 puntos de la ciudad sin pasar por el centro, y las metropolitanas, que unen ciudades de la región metropolitana de Curitiba.

También hay líneas alimentadoras se trata de líneas de carácter local que complementan la red troncal de autobús exprés, que conectan las terminales de la red con las vecindades circundantes, proporcionando pasajeros al resto de líneas. Las líneas alimentadores se caracterizan por autobuses convencionales de color naranja.

2.3.2 BOGOTÁ, COLOMBIA

Bogotá, está ubicada en el centro de Colombia, en la región natural conocida como la sabana de Bogotá, posee una población de 7,776,8425 habitantes. Tiene una longitud de 33 kilómetros de sur a norte, y 16 kilómetros de oriente a occidente. En el plano económico, se destaca como el más importante centro económico e industrial de Colombia.

El TransMilenio es el sistema de BRT vigente en la ciudad de Bogotá, y es el segundo implantado en Latinoamérica (después del de Curitiba). Su inauguración fue en diciembre de 2000, con las líneas troncales de Av. Caracas y la Calle 80.

Los valores de velocidad comercial obtenidos por el sistema después su implantación indican que el servicio es realmente útil, puesto que se ha pasado de velocidades comerciales de entre 12 y 18 km/h a casi 27 en sus arterias principales (Calle 80 y Av. Caracas), lo que supone una disminución del tiempo de viaje del 32%.

El sistema se dividió por zonas, señalizadas cada una de ellas por una letra y un color, tal y como puede observarse en el mapa de la red (Ver figura 2.9), por lo que el usuario al leer el mapa solo debe conocer el color de su zona de partida y el de la zona de destino.



Figura 2.9 Mapa de la Red TransMilenio

Existen 11 líneas troncales cuyo servicio se realiza mediante autobuses articulados de propulsión diésel con capacidad para 160 pasajeros (48 sentados y 112 de pie), y que disponen de 4 puertas en el lado izquierdo para entrada y salida y 2 en el derecho utilizadas en caso de emergencia. Dichos vehículos son de las marcas Mercedes-Benz y Volvo, miden 18 metros de largo y 2.6 de ancho y son de color rojo.

El sistema consta de vehículos articulados con paradas fijas en estaciones exclusivas, en las que, por lo general, hay doble vía de exclusividad a ambos lados de la misma, permitiendo que los vehículos en servicio expreso avancen a los de servicio convencional, y que están equipadas con rampas de acceso y en un gran número de ellas puentes peatonales de acceso. Además, al implementarse puertas en el costado izquierdo de los autobuses, se permite que una sola estación opere en ambos sentidos.

Los servicios se realizan por las rutas anteriores y operan únicamente en un sentido. El nombre del servicio está compuesto por una letra, que hace referencia a la zona de destino del servicio, y un número, que indica los días que opera y el tipo de servicio del que se trata. En este sentido, existen 2 tipos de servicio, el corriente, con parada en todas las estaciones y funcionando todo el día (de 5:00 a 23:00 de lunes a sábado y de 6:00 a 22:00 los domingos y festivos, con una frecuencia de 7 minutos), y el expreso, que únicamente hace parada en determinadas estaciones de la ruta.

Los expresos, por su parte se diferencian en otros 5 servicios según el horario en que actúan; así podemos encontrar expresos todo el día, hora pico de la mañana (5:30 a 9:00), hora pico de la tarde (16:30 a 20:00), mixto hora pico y valle (9:00 a 16:30) y dominical, que operan todo el día en domingos y festivos.

2.3.3 LIMA, PERÚ

Lima es la ciudad capital de la República del Perú. Se encuentra situada en la costa central del país, a orillas del océano pacifico, conformando una extensa y populosa área urbana conocida como Lima Metropolitana. Según el censo peruano de 2007, Lima contaba con más de 7.6 millones de habitantes, actualmente se le considera como el centro político, cultural, financiero y comercial del país.

En Perú existe el Metropolitano el cual es un nuevo sistema integrado de transporte público que cuenta con autobuses articulados de gran capacidad que circulan por corredores exclusivos, bajo el esquema de autobuses de tránsito rápido BRT.

El objetivo de este moderno sistema es elevar la calidad de vida de los ciudadanos, al ahorrarles tiempo en el traslado diario, proteger el medio ambiente, brindarles mayor seguridad, una mejor calidad de servicio y trato más humano, especialmente a gestantes, mujeres con niños en brazo, niños, adultos mayores y personas con discapacidad.

El proyecto del Metropolitano fue ejecutado con fondos propios de la municipalidad de Lima y el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, constituye un eje transformador de la ciudad ya que su diseño contempla además el mejoramiento del mobiliario urbano, construcción de pistas nuevas de transporte privado, cambio de redes de servicios de luz, agua y telefonía además del tratamiento paisajístico de toda la zona de intervención del sistema.

A diferencia de los sistemas que funcionan en ciudades como Bogotá, Curitiba o México, el sistema es el primero que opera a gas natural vehicular, lo que permite contribuir a la reducción de la contaminación que genera el parque automotor.

Beneficios:

- Ahorro de tiempo.
- Transporte seguro.
- Transitan por un corredor exclusivo.
- Cuentan con un sistema de velocidad controlada.
- Son operados por pilotos profesionales debidamente capacitados.
- Están controlados por un sistema de semáforos inteligentes, los cuales son regulados por un Centro de Control.

Las estaciones cuentan con un moderno diseño arquitectónico al nivel de las grandes capitales del mundo.

El Metropolitano conecta 16 distritos de la ciudad de Lima a través de un corredor exclusivo, desde Chorrillos por el sur a Comas por el norte.

Para acceder a dicho servicio se tiene una tarjeta inteligente que funciona como un boleto, es el único medio a través del cual puedes ingresar al sistema. Esta tarjeta posee un chip que permitirá almacenar tus datos y recargarla cuando se termine tu saldo.

Se tienen 35 estaciones intermedias que se encuentran distribuidas a lo largo de los 26 kilómetros de ruta troncal y se dividen en:

- Estaciones de un solo nivel: las cuales cuentan con rampas de acceso y cruceo peatonal semaforizados.

- Estaciones de dos pisos, ubicadas en la Vía Expresa y Plaza Dos de Mayo que poseen escaleras de acceso y ascensores para las personas con discapacidad.

Se cuentan con 248 buses articulados que recorren las 38 estaciones que conforman la ruta troncal (35 estaciones intermedias, 2 terminales y la estación central).

Los buses articulados son las unidades que circularan por la ruta troncal, son de color plateado, de 18 metros de longitud y con capacidad para 160 personas (Ver figura 2.10).



Figura 2.10 Autobús del Sistema Metropolitano

Estos buses cuentan con localizadores automáticos vehiculares (LAV); espacios para personas con discapacidad; puertas y ventanas de emergencia; botón de emergencia; indicador de ruta externo y de parada interno; comunicación GPRS; audio para pasajeros; sistema MEMO para el registro de eventos diarios del bus (velocidades, paradas, etc.); computador interior para data, voz y vídeo; sensor de priorización de semáforo; sensores y alarmas de seguridad y luces y sonido para apertura y cierre de puertas.

2.4 NORTEAMÉRICA

2.4.1 MÉXICO

2.4.1.1 LEÓN, GUANAJUATO

León (oficialmente, León de los Aldama) es una ciudad mexicana, ubicada en el estado de Guanajuato, en la región del Bajío, que en conjunto con la Zona Metropolitana de León (ZML) conforma la séptima metrópoli más grande del país.

La ciudad cuenta con una población total de 1,436,480 habitantes según el censo de población 2010, siendo la ciudad más poblada de la Zona Metropolitana de León y del estado de Guanajuato.

El Sistema Integrado de Transporte SIT Optibús ó simplemente Optibús es el sistema de transporte masivo urbano que utiliza la ciudad de León, Guanajuato.

Su inauguración fue el 28 de septiembre de 2003. Está basado en la red de transporte como es la Rede Integrada de Transporte en la ciudad brasileña de Curitiba, o específicamente el TransMilenio de la ciudad de Bogotá, Colombia. Como modelo autobús de tránsito rápido.

El sistema fue el primero de su tipo en México, antes que se implementara en la ciudad de México como Metrobús, en Guadalajara como Macrobus.

Rutas Troncales: Consisten en 5 líneas que atraviesan la ciudad de extremo a extremo, servidas por los Optibús (coloquialmente conocidas como orugas debido a su color verde), se trata de 56 autobuses articulados con capacidad para 44 a 51 personas sentadas, 116 a 124 personas de pie (Ver figura 2.11).



Figura 2.11 Autobús Articulado Optibús

Consta de 113 estaciones ubicadas, por lo general, en el camellón central de las principales avenidas de la ciudad. Facilita la movilización de los usuarios del Transporte Urbano en la ciudad de León.

Pionera en el sistema de pago con una tarjeta inteligente (también se puede pagar con efectivo), la tarjeta Pagobús, es una tarjeta de prepago que se puede recargar en cualquier taquilla del S.I.T. o en puntos de recarga autorizados.

2.4.1.2 GUADALAJARA, JALISCO

Guadalajara es una ciudad mexicana, capital del estado de Jalisco, así como principal localidad del área urbana denominada Zona Metropolitana de Guadalajara. Se localiza en el occidente de México, al centro de Jalisco, en la zona geográfica conocida como Valle de Atemajac. Es la segunda ciudad más poblada del país con 1,495,182 habitantes según el censo de población 2010 y forma parte de la denominada Zona Metropolitana de Guadalajara.

El Macrobus es un sistema de autobús de tránsito rápido que opera en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, inaugurado el 11 de marzo de 2009.

La línea inicial del sistema se ejecuta a lo largo de 16 kilómetros Calzada Independencia y la Avenida Gobernador Curiel, con un total de 27 estaciones, incluidas dos terminales: Fray Angélico y Mirador. La línea tiene correspondencia con la Línea 2 del tren ligero de Guadalajara.

La flota de Macrobus se compone de autobuses articulados de pisos altos de la marca Volvo, estos muy similares a los utilizados por el sistema BRT Metrobus de la ciudad de México. El segmento inicial de la primera línea opera con 41 autobuses del modelo Volvo 7300 BRT (Ver figura 2.12).



Figura 2.12 Autobús Articulado Macrobus

Las unidades tienen la amplia capacidad para hasta 160 personas. Con su uso se disminuye hasta un 50% en el tiempo de traslado. Antes del Macrobus, el transporte público, tardaba un promedio de 66 minutos en recorrer 14.7 kilómetros sobre la Calzada Independencia; ahora con el Macrobus, en un trayecto de 16 kilómetros, por la misma vía, se realiza en un tiempo de 32 minutos.

Las formas de Pago son en efectivo: Depositando la tarifa exacta en los torniquetes de entrada. Tarjeta de Prepago personalizada: Es una tarjeta inteligente. Se puede adquirir en módulos y máquinas de venta y recarga que hay en las estaciones del Macrobus. Tarjeta de Prepago preferencial: Tarjeta inteligente con tarifa preferencial para estudiantes, profesores, tercera edad, discapacitados y niños. Se puede tramitar en los módulos de venta y recarga de Macrobus.

2.4.1.3 CIUDAD DE MÉXICO

La ciudad de México, Distrito Federal, es una entidad federativa de México que no forma parte de los 31 estados mexicanos, pero pertenece a la Federación, que en conjunto conforman las 32 entidades federativas de la nación. La ciudad de México es el núcleo urbano más grande del país, así como el principal centro político, académico, económico, de moda, financiero, empresarial y cultural. La población de la capital es de alrededor de 8,851,080 habitantes según el censo de población 2010.

Metrobus es un sistema de transporte, basado en autobuses de capacidad y tecnología de punta, que brinda movilidad urbana de manera rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente, operaciones rápidas y frecuentes, sistema de pago automatizado y excelencia en calidad en el servicio. Es un modo de transporte BRT que combina estaciones, vehículos, servicios y alta tecnología en un sistema integral con una identidad positiva.

El Metrobus cuenta con 4 líneas. Cada línea tiene asignado un número y un color distintivo. Tiene una extensión total de 95 kilómetros y posee 141 estaciones de las cuales: 105 son de paso, 7 de transbordo y 12 terminales. Todas las estaciones se encuentran dentro del Distrito Federal.

Para cubrir el costo de un viaje es necesario comprar una tarjeta inteligente recargable, en las máquinas expendedoras (compra y recarga) presentes en todas

las estaciones de Metrobús. El servicio es gratuito para adultos mayores de 70 años, personas con discapacidad y niños menores de 5 años.

El parque vehicular es de 377 autobuses (63 DE RTP y 314 de las empresas operadoras), 296 articulados, 27 biarticulados y 54 autobuses de 12 metros de largo, piso bajo, de los cuales 8 son

híbridos. Las marcas empleadas de autobuses para brindar el servicio son: Scania-Comil. L94, como Scania-San Marino. K94 y Volvo 7300 BRT, Volvo 7700 Híbrido (Ver figura 2.13).



Figura 2.13 Autobús Volvo 7700 Híbrido

CAPÍTULO 3

REQUERIMIENTOS PARA LA PUESTA EN
MARCHA DE UN SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO

3.1 ASPECTOS GENERALES

La decisión central en la planeación de un sistema de transporte radica en la selección del mejor paquete o combinación posible, dentro del rango de población que se esté considerando. Esta decisión invariablemente determina las características tecnológicas, operacionales y de la red de transporte misma.

Por ello, para evaluar las necesidades reales de cada ciudad, área de estudio o corredor en cuanto a las condiciones de transporte, se debe reconocer la existencia de tres grupos de participantes que se interrelacionan, así como analizar con detenimiento los requerimientos de cada grupo. Estos grupos son:

- El usuario o el consumidor del servicio.
- El prestatario o proveedor del servicio y;
- La comunidad o evaluador del servicio.

Como es de esperarse, cada uno de estos grupos presenta requerimientos particulares que en algunas ocasiones se contraponen. La tabla 3.1 sintetiza estos requerimientos.

Usuario (consumidor)	Prestatario (proveedor)	Comunidad (evaluador)
Disponibilidad	Cobertura del sistema	Calidad del servicio
Puntualidad	Confiabilidad	Impactos a largo plazo
Tiempo de recorrido	Velocidad	Impactos al medio ambiente
Comodidad	Capacidad	Consumo de energía
Conveniencia	Costos	Costos del sistema
Seguridad	Flexibilidad	Objetivos sociales
Costos al usuario	Seguridad	
	Atracción de usuarios	

Tabla 3.1 Requerimientos del Sistema de Transporte

3.2 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

Entre sus principales requerimientos se encuentra la disponibilidad de transporte ya que el usuario requiere contar con paradas o estaciones razonablemente cercanas, un servicio regular y que lo pueda utilizar a cualquier hora del día.

A su vez, requiere un servicio puntual y confiable, que le permita abordar la unidad que lo llevará a su destino dentro de rangos aceptables de demoras, la cual se puede situar para el caso de autobuses entre 0 y 4 minutos. El usuario aceptará mayores demoras dependiendo de la distancia que tenga que recorrer ya que las demoras por el tránsito y las interferencias ocasionadas por otros medios de transporte son las causas de retardos que se presentan más frecuentemente. El factor más importante para lograr una confiabilidad en el sistema radica en el control operativo del sistema, lo cual implica la separación del derecho de vía del transporte público del resto de la circulación.

Otro requerimiento del que el usuario estará pendiente es su tiempo de recorrido, estando interesado en el tiempo de recorrido puerta a puerta. Un tiempo de recorrido demasiado largo inhibe el uso del transporte público, motivo por el cual se debe prestar atención especial no solamente a los tiempos abordo de la unidad sino también a los tiempos de espera y de caminata hacia/desde la parada. El hacer ameno sus recorridos a pie así como su tiempo de espera en las paradas orilla a que el usuario perciba de manera distinta los tiempos de recorrido. Una espera con actividades que realizar (observación de mapas de la red, adquisición de comida, teléfono a la mano) hace que el tiempo de espera se perciba como menor.

La comodidad es un requerimiento difícil de definir puesto que incluye una variedad de factores cualitativos. Sin embargo, la disponibilidad de asiento y un recorrido suave son factores que aprecia el usuario. Otros no menos importantes son la comodidad misma del asiento, la geometría de las entradas y salidas del

vehículo, el ancho de los pasillos, los niveles de ruido interior, el grado de privacidad y la apariencia tanto exterior como interior del vehículo.

La conveniencia es un requerimiento que se refiere al sistema en general y su evaluación es eminentemente cualitativa. Los principales factores que se pueden considerar son aspectos referentes a la cobertura del sistema, a la necesidad de efectuar transbordos, la existencia de información suficiente y confiable, la regularidad en el servicio que se presta y la existencia de un adecuado servicio en las horas de menor demanda e instalaciones de espera correctamente diseñadas y ajustadas a las necesidades del usuario.

La seguridad del usuario en términos de la prevención de accidentes es importante, pero el usuario busca como requerimiento una mayor prevención de incidentes criminales.

Finalmente, el costo que presenta el transporte para el usuario es un requerimiento importante a tener en cuenta, siendo la tarifa la porción más impactante.

3.3 REQUERIMIENTOS DEL PRESTATARIO

Entre los requerimientos del prestatario se encuentra el logro de una adecuada cobertura de área, misma que se define como la superficie o cuenca que se encuentra a 5 o 10 minutos de distancia recorrida a pie de una estación o parada. Esta cobertura se puede expresar como un porcentaje del área urbana que queda dentro del área de servicio. Al analizar el prestatario la cobertura que logra debe considerar la extensión misma de la red, la existencia de otros medios de transporte y la cobertura que logra en los puntos de mayor atracción o generación de viajes.

El prestatario estará interesado en proporcionar una frecuencia adecuada al tipo de viaje que preste, por lo que debe buscar frecuencias regulares y altas que

permitan atraer cualquier tipo de viaje, ya sea este de trabajo, de recreación, de compras o de estudio.

La confiabilidad que se pueda tener en el sistema de transporte dependerá del mantenimiento que el prestatario de a sus unidades, misma que puede ser medida en función del porcentaje de salidas que se den durante el día. Se considera que los medios de transporte de superficie presentan confiabilidades del orden del 75 al 90%.

El prestatario está interesado en lograr velocidades comerciales altas en sus rutas o líneas ya que este concepto afecta el tamaño de su parque vehicular y por ello sus costos laborales, de energéticos y mantenimiento así como la atracción de pasajeros al sistema.

Un requerimiento del prestatario es lograr el equilibrio entre la oferta y la demanda del sistema que opera ya que de esta forma logrará satisfacer las necesidades de su clientela dentro de costos razonables.

Los costos son sin lugar a dudas el factor más importante para el prestatario. En la mayoría de los casos se analizan 3 conceptos: el costo de inversión, el costo de operación y los ingresos. Naturalmente, los 3 variarán conforme a las características y condiciones locales de cada sistema así como a lo largo del tiempo (inflación).

El prestatario tendrá como requerimiento el contar con una flexibilidad suficiente en cuanto al trazo mismo de las rutas, a la capacidad con que cuenta y al tipo de vehículos con que puede operar.

La atención que el prestatario debe prestar a la seguridad va encaminada no solamente hacia la seguridad del usuario sino que también a la seguridad operacional del sistema.

La atracción de pasajeros es el requerimiento más importante del prestatario ya que de ello dependerá el éxito y el papel que desempeñará la ruta dentro del sistema de transporte. Esta atracción está en función del tipo y nivel de servicio que se ofrezca así como también de la imagen del sistema. Esta imagen está compuesta por elementos tales como las características físicas del sistema, la simplicidad de la red, la confiabilidad del servicio, la regularidad y la identificación y venta del servicio mismo.

3.4 REQUERIMIENTOS DE LA COMUNIDAD

La comunidad está interesada en que se preste un nivel y tipo de servicio adecuado, el cual permita una mayor atracción de pasajeros hacia los medios de alta capacidad. La comunidad debe reglamentar los impactos a largo plazo que fomenten el transporte tales como el desarrollo urbano, los cambios en el valor del uso del suelo y las actividades económicas así como aspectos relativos al medio ambiente, el uso eficiente de la energía y el logro de una eficiencia económica en las inversiones que realice. Indudablemente, la comunidad debe sopesar los objetivos sociales que persiga.

Como se observa, algunos de estos requerimientos pueden ser cuantificados. Sin embargo, otros son cualitativos por lo cual su evaluación requiere de una considerable experiencia y valorizaciones subjetivas. Asimismo, los requerimientos de un grupo pueden ser divergentes lo cual induce a buscar un resultado balanceado a los requerimientos de estos 3 grupos.

3.5 REDES Y RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

La correcta planeación de una red de transporte influye en 3 aspectos principales del sistema:

- En el desempeño.
- En la atracción de usuarios.
- En la operación.

Esto obliga a cumplir con 3 metas principales al diseñar una red de transporte público:

- Transportar al máximo número de pasajeros.
- Lograr la máxima eficiencia operativa y con ello buscar los costos mínimos para un determinado nivel de desempeño.
- Tener presente los impactos que se inducen en los patrones de uso de suelo así como en las metas sociales que la comunidad busca cumplir.

3.5.1 ESTRUCTURA FÍSICA DE LAS RUTAS

Se pueden distinguir varios tipos fundamentales de rutas, (Ver figura 3.1), y se presentan a continuación:

Radiales: Es el tipo más común y un gran número de ciudades se han desarrollado en función de este tipo de rutas. Predominan en ciudades pequeñas y medias al estar la mayor parte de sus viajes canalizados a un centro de actividades o centro histórico. En ciudades mayores a los 300,000 habitantes este tipo de rutas empieza a ser ineficiente ya que concentra los movimientos y no

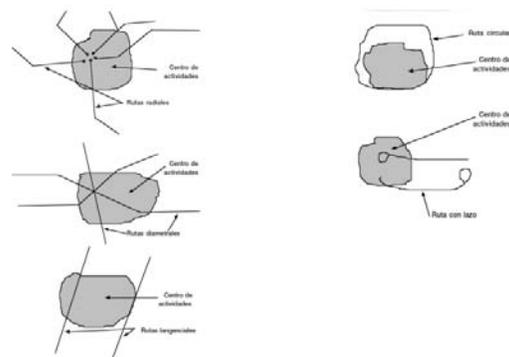


Figura 3.1 Tipología de Rutas

considera las necesidades que se presentan entre otras áreas urbanas. Esto induce a que la distribución del servicio se encuentre limitada a ciertas áreas de la ciudad y concentre las terminales en las zonas de mayor densidad.

Diametrales: Por lo general, al desarrollarse la red de transporte y crecer la ciudad, un primer ajuste que se realiza es la conexión de 2 rutas radiales, mismas que conforman una nueva ruta que pasa por el centro y conecta 2 extremos de la ciudad.

Con esta conexión se logra una mejor distribución del servicio y evita la concentración de terminales en los centros históricos o de actividades, lográndose una mayor eficiencia. Sin embargo, se debe tener presente la necesidad de que exista un balance en la demanda a ambos extremos de la ruta ya que en caso contrario la operación y la asignación de oferta se dificulta con los consecuentes desbalances en la relación oferta-demanda. Asimismo, la longitud de la ruta puede ocasionar demoras y cargas desbalanceadas.

Tangencial: Son rutas que pasan a un lado del centro de actividades o centro histórico de una ciudad. Este tipo de rutas solo es recomendable en las grandes ciudades debido a la menor demanda que ellas presentan. Un ejemplo claro lo representa la línea 4 del Metro de la ciudad de México o la línea 1 del Tren Ligero de Guadalajara. Son rutas de configuración radial en las que se presenta un lazo en uno de sus extremos lo que induce a contar con una sola terminal.

Circulares: Por lo general, sirven de rutas conectoras con las radiales, permitiendo una mejor distribución de los usuarios así como una mejor utilización del parque vehicular. En este caso, se eliminan las terminales, pero presentan el problema operativo de no poder recuperar tiempos perdidos. Casos típicos de este tipo de rutas o líneas son las líneas circulares de los Metros de Londres y Moscú o los circuitos de los autobuses de Guadalajara y otras ciudades mexicanas. A su vez, pueden presentarse rutas en forma de arco o segmentos de círculo que no pasan por el centro de la ciudad.

La figura 3.2 muestra el comportamiento de la demanda para las rutas radiales, diametrales y circulares. En la primera se observa que la ruta absorbe un buen número de sus pasajeros en su extremo a la vez que este descende conforme se

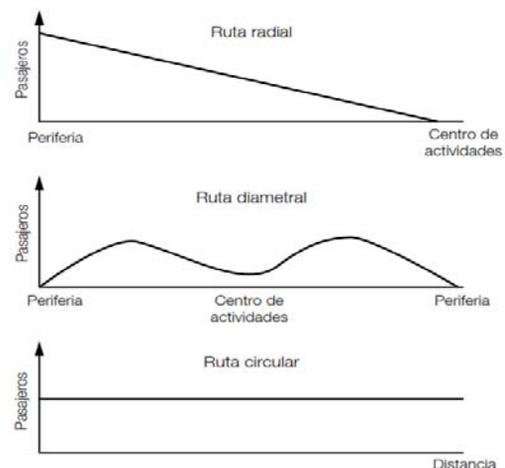


Figura 3.2 Polígonos de Carga Esquemáticos para cada tipo de Ruta

acerca al centro de actividades. Por el contrario, la ruta circular mantiene una carga uniforme a lo largo de todo su recorrido. Finalmente, la ruta diametral atrae usuarios conforme parte de su extremo, llegando a su sección de máxima demanda antes de arribar al centro histórico, donde descarga porción de sus usuarios y recarga posteriormente para distribuirlos a lo largo del resto de la ruta.

Las rutas o líneas de transporte público normalmente convergen en una sola línea o ruta troncal y en especial conforme se acercan al centro histórico. Esto orilla que se establezcan 2 tipos de rutas, conocidas como ramales y alimentadores. Las primeras, se integran al tramo troncal sin necesidad de realizar transbordos, mientras que las rutas alimentadoras, permiten cubrir el área y transportar al usuario a un punto de transbordo dónde el usuario hace uso de un medio de transporte de igual o mayor capacidad (Ver figura 3.3). Es normal que se considere el uso de ramales en corredores que presentan volúmenes altos y se considera generalmente el uso de un solo medio de transporte. Por otra parte, es deseable el uso de rutas alimentadoras en corredores donde los volúmenes de pasajeros son bajos, conectándose con una ruta troncal. En este caso es factible el uso de 2 o más medios de transporte: uno para el tramo alimentador y otro para la troncal.

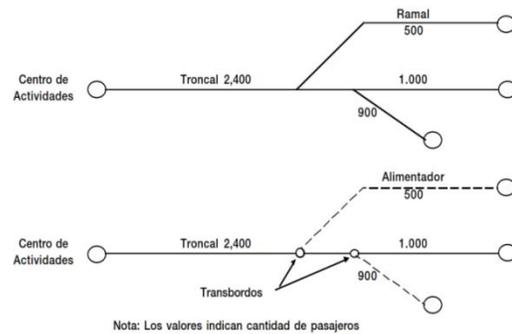


Figura 3.3 Diferencia entre Ramal y Alimentador

La operación de ramales y troncales puede ser de varios tipos, (Ver tabla 3.2). Sus diferencias radican principalmente en la regularidad del servicio, el factor de carga y, consecuentemente en los niveles de servicio en los tramos troncales y en los ramales. El primer caso, presenta 2 ramales con igual número de pasajeros, de capacidad y de frecuencias, lo que permite contar con frecuencias uniformes en ambos extremos. En el segundo caso, en el tramo troncal operan 2 ramales con volúmenes diferentes y capacidades diferentes, pero con frecuencias iguales, lo

que permite que se mantenga una regularidad en el servicio pero con cargas diferentes. En el tercer caso, se manejan volúmenes diferentes de pasajeros así como frecuencias pero se mantiene la misma capacidad vehicular lo que induce a diferencias en la regularidad del servicio y variaciones en los factores de carga en el tramo troncal. Finalmente, el cuarto caso muestra variaciones en la frecuencia, capacidad y volumen de pasajeros, lo que induce a irregularidades en los tramos troncales, así como variaciones en los factores de carga en el tramo troncal y un reparto desbalanceado en los volúmenes.

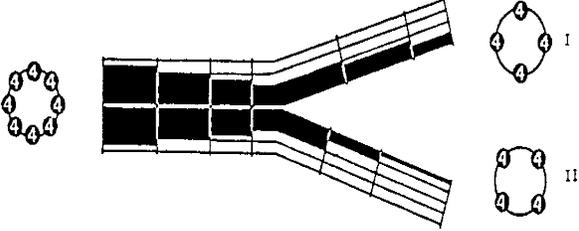
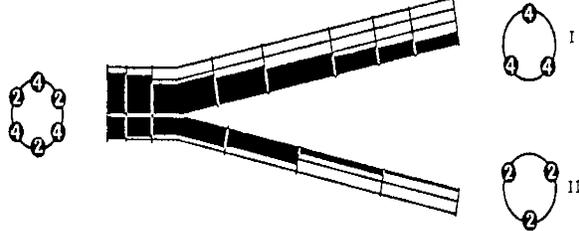
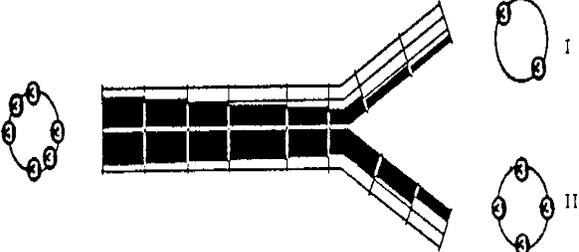
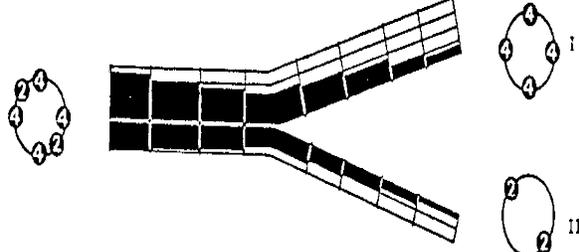
 <p>Caso 1:</p> $P_I = P_{II}, \quad n_I = n_{II}, \quad f_I = f_{II}$ <p>Troncal con 2 ramales y volúmenes de pasajeros iguales; así como número de carros ($n_I = 4$ carros, $n_{II} = 4$ carros) y frecuencias.</p>	 <p>Caso 2:</p> $P_I > P_{II}, \quad n_I > n_{II}, \quad f_I = f_{II}$ <p>Troncal con 2 ramales y volúmenes de pasajeros diferentes; así como número de carros ($n_I = 4$ carros, $n_{II} = 2$ carros) pero frecuencias iguales.</p>
 <p>Caso 3:</p> $P_I > P_{II}, \quad n_I = n_{II}, \quad f_I < f_{II}$ <p>Troncal con 2 ramales y volúmenes de pasajeros y frecuencias diferentes con número de carros iguales ($n_I = n_{II}$)</p>	 <p>Caso 4:</p> $P_I > P_{II}, \quad n_I > n_{II}, \quad f_I > f_{II}$ <p>Troncal con 2 ramales y volúmenes de pasajeros, número de carros ($n_I = 4$ carros, $n_{II} = 2$ carros) y frecuencias diferentes.</p>

Tabla 3.2 Operación de varios tipos de Ramales y Troncales

$P =$ volúmenes de usuarios en la selección máxima de demanda

$n =$ número de carros

$f =$ frecuencia del servicio

En el caso de volúmenes diferentes de usuarios, es deseable contar con un factor de carga bajo ya que la capacidad ofrecida observará estas diferencias. Por otra parte, en el caso de volúmenes similares de usuarios (condiciones estables sin fluctuaciones) es deseable operar con un factor alto con el fin de utilizar el equipo.

Por su parte, las rutas alimentadoras presentan las siguientes características en comparación con los ramales:

- Se pueden utilizar diferentes medios de transporte.
- Se pueden lograr factores de carga más uniformes.
- Las irregularidades que se presenten en las alimentadoras no afectan a la ruta troncal.
- Requiere de transbordos.

Finalmente, las rutas con ramales difieren de las rutas alimentadoras en los siguientes aspectos:

- Sin transbordos. Se presentan conexiones directas entre estaciones en los ramales y la troncal.
- Un medio de transporte. Se utiliza el mismo tipo de unidad para todo el sistema. Solamente varía el tamaño de la unidad de transporte conforme a las rutinas y políticas operacionales.
- Confiabilidad depende de los ramales. Las diferencias en los derechos de vía entre troncales y ramales reduce la confiabilidad. Con el mismo derecho de vía se logra una mejor adherencia a los itinerarios en el caso de los ramales que en el caso de alimentadores.
- Menor utilización de la capacidad. La capacidad de la unidad de transporte en los ramales debe acomodar los volúmenes de usuarios a lo largo de

todo el recorrido y en especial dentro de la troncal, donde se hace un uso razonable de la capacidad de la unidad de transporte.

- Los alimentadores hacen un mejor uso de la capacidad debido a la operación segmentada.
- Fuerte identidad del sistema. Una red con ramales presenta una mayor identidad de sistema que una troncal con alimentadores.
- Cambios en la demanda. En función del medio de transporte, una troncal con ramales puede fácilmente absorber los cambios y fluctuaciones en la demanda, situación que se dificulta con alimentadores.
- Menor tiempo de terminal. El tiempo terminal total será menor con ramales que con alimentadores. Se mejora la utilización del parque vehicular.
- Tiempo de viaje. Normalmente es menor con ramales.

3.5.2 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED

La forma o estructura física de una red de transporte público puede ser clasificada en varios tipos generales, mismas que dependen de la red vial con que cuente la ciudad, de su forma urbana (patrones de uso del suelo, densidades, entre otros aspectos), la topografía del lugar y una serie de factores adicionales. Una diferencia fundamental se presenta entre las redes con medios de transporte que operan en derechos de vía tipo C (tránsito mixto) y aquéllas redes que operan exclusivamente en derechos de vía tipo A o confinados (Ver tabla 3.2).

Redes con Medios de Transporte en Derechos de Vía Tipo C	Redes con Medios de Transporte en Derechos de Vía Tipo A
<ul style="list-style-type: none"> • Sigue el trazo vial • La distribución y recolección de usuarios es un elemento primordial • Paradas más cercanas, lo que propicia velocidades menores • Trabaja bajo control manual • Mayor frecuencia • Redes más densas • Menor imagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento independiente • Operación de líneas para cubrir mayores distancias • Paradas más lejanas, lo que propicia velocidades mayores • Trabaja bajo control por señal • Menos frecuencia • Redes menos densas • Mayor imagen

Tabla 3.2 Tipos de Derecho de Vía

Aun cuando cada tipo de red tiene características específicas, ciertas formas de redes presentan características de servicio y operacionales que las distinguen, las cuales se describen a continuación:

- Red ortogonal. Este tipo de red se encuentra en muchas ciudades con vialidades conformando una retícula uniforme que induce a que las rutas sean trazadas siguiendo estos patrones. Este tipo de red ofrece una gran cantidad de transbordos en sus puntos de intersección y por ello se tiene una cuenca de servicio extensa y uniforme y ofrece una buena conectividad. A su vez, no presenta un problema de convergencia excesiva y de concentración de rutas, situación característica de una red radial. Esta red permite al usuario orientarse fácilmente pero no siempre sigue las líneas de deseo principales, haciendo que un buen porcentaje de los viajes requieran de un transbordo.

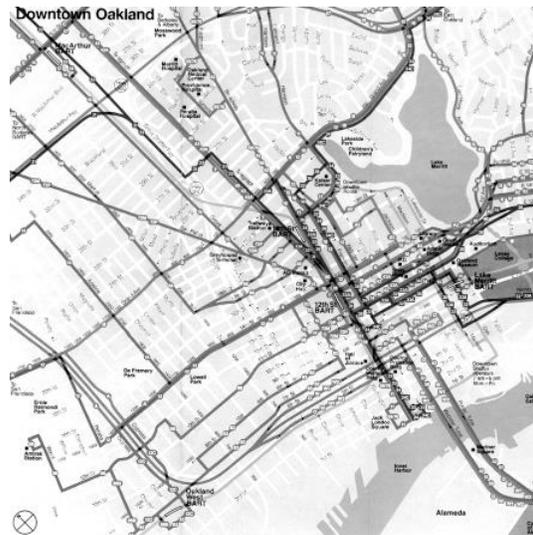


Figura 3.4 Red Ortogonal

Este tipo de red opera adecuadamente en áreas con densidades de población uniforme y que cuentan con una retícula vial, ocasionando que se requiera una calidad más o menos uniforme en el servicio de transporte. Como ejemplos de este tipo de red encontramos las redes de autobuses de la ciudad de México, de Nueva York y Filadelfia (Ver figura 3.4).

- Red radial. Esta red está integrada predominantemente por rutas radiales o diametrales que se enfocan al centro histórico de una ciudad o en un centro de actividad suburbano. Por ello, tiende a seguir las líneas de deseo más cargadas en forma de radiaciones desde punto focal hacia varias direcciones y ramificándose con una menor intensidad de servicio hacia la

- Red irregular. Dentro de este tipo de redes se incluyen todas aquellas que no siguen ningún esquema geométrico, encontrándose principalmente en muchas ciudades con trazos viales irregulares, con barreras topográficas y artificiales y otros condicionantes locales que influyen en el trazo mismo de la red. Naturalmente, no se puede hacer ninguna caracterización general sobre sus cuencas de transporte, la conectividad, la sinuosidad y otros aspectos puesto que no responden a casos específicos.

Este tipo de red es frecuente en ciudades en dónde su desarrollo urbano ha seguido trazos viales irregulares. Sin embargo, en muchas ciudades de México, donde la traza urbana era prácticamente ortogonal o seguía patrones radiales, ha pasado a fomentarse el uso de redes irregulares, las cuales se prestan muy poco para proporcionar un servicio de transporte público adecuado.

- Red flexible. Este tipo de red se presenta en los servicios de respuesta a demanda y otros tipos de transporte en dónde el derrotero está determinado por la demanda de usuarios o de grupos de individuos. Este tipo de red se puede clasificar en tres tipos distintos:

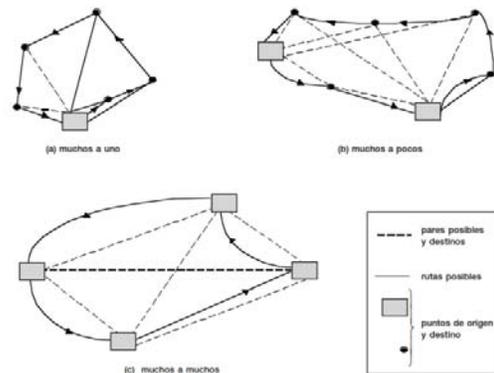


Figura 3.6 Red Flexible

1. Muchos a uno (o uno a muchos), el cual se utiliza principalmente en alimentadoras a rutas radiales principales y consiste en servir muchos destinos con un punto atractor final (Ver figura 3.6).
2. Muchos a pocos, el cual se utiliza en áreas con varios puntos focales (estaciones, centros comerciales) y que están rodeados por áreas de baja densidad. Este tipo de red implica atender muchos destinos con unos cuantos puntos atractores (Ver figura 3.6).

3. Muchos a muchos, esquema que se utiliza para atender zonas de baja densidad sin puntos focales, implicando con ello el atender muchos destinos con muchos puntos atractores (Ver figura 3.6).

- Red con Transferencias Coordinadas. Este tipo de red tiene, por definición, puntos focales y tramos fijos de rutas entre estos puntos (Ver figura 3.7). Las distancias entre puntos focales son más o menos uniformes, excepto si se presentan variaciones en las velocidades de operación. En este caso las longitudes de los tramos tienden a incrementarse con la reducción en las velocidades. Su propósito principal es considerar no solamente el trazo físico de la red sino buscar un esquema operativo que facilite los transbordos y permita una adecuada conectividad entre las diferentes rutas que componen la red.

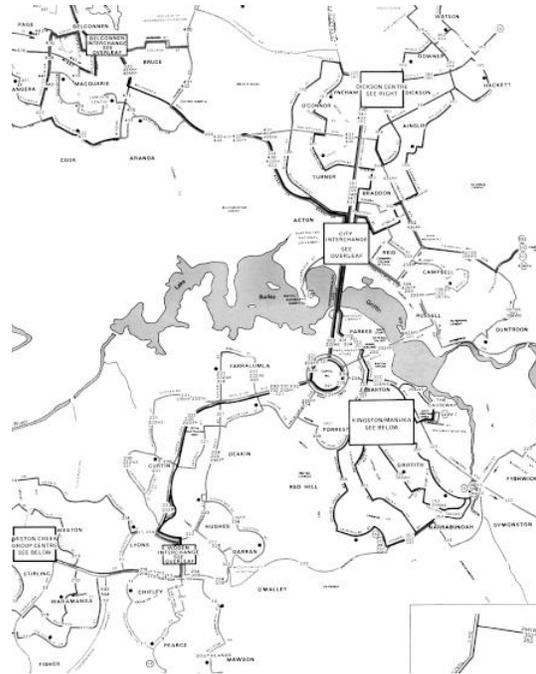


Figura 3.7 Red con Transferencias Coordinadas (Canberra, Australia)

3.6 COBERTURA DE ÁREA O CUENCA DE TRANSPORTE

Este requerimiento muestra la extensión de una red dentro del área o cuenca en la que se presta el servicio así como el desempeño individual de cada ruta. Se define como el área servida por el sistema de transporte público siendo su unidad de medida el tiempo o la distancia recorrida a pie y que resulta aceptable caminar. Este valor puede ser relacionado con un porcentaje de la población a la que sirve. Así por ejemplo, se establece una cobertura de una ruta con un radio de 400 metros y que cubre al 90% de las oportunidades de trabajo. Normalmente, la cobertura en los centros históricos de las poblaciones de México es del 100% y

ésta va disminuyendo drásticamente conforme se tiende a áreas de una menor densidad o atracción. Por ello, al examinar la cobertura se debe considerar la extensión de la red, la provisión de medios de acceso a la red y la cobertura que se logra en el centro de actividades de una ciudad.

Generalmente se considera como cuenca primaria la distancia que puede ser recorrida a pie en 5 minutos (± 400 metros) desde cualquier estación o parada. La cuenca secundaria define a todos aquéllos puntos que se encuentran entre 5 y 10 minutos y representa una menor captación de usuarios potenciales.

Para el caso de rutas de transporte público que no cuentan con paradas previamente establecidas se utiliza el concepto de una banda de cobertura o cuenca continúa bajo las mismas consideraciones anteriores (Ver figura 3.8). A su vez, en el caso de paradas previamente establecidas es más frecuente el uso de radios de cobertura.

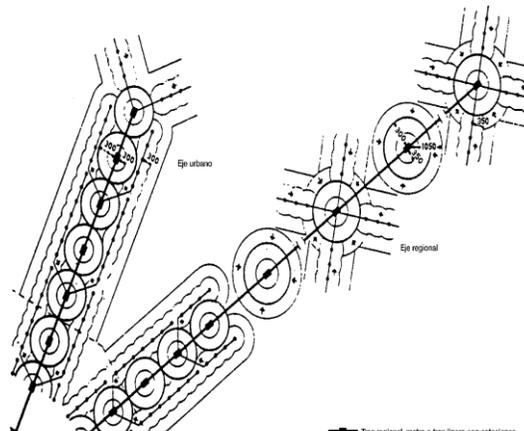


Figura 3.8 Cobertura Regional y Urbana

Algunos estudios en estaciones del metro han establecido que en un radio de 200 metros prácticamente todos los viajes que llegan a ella se hacen a pie; a partir de los 600 metros ya aparecen algunos viajes en autobuses. El uso del autobús como medio de acceso se incrementa rápidamente después de los 800 metros y aparece el uso de los estacionamientos de transferencia así como el uso de rondas y aventones a las estaciones del metro. Por ello, es importante definir la cuenca de servicio en base al medio de transporte que se esté considerando, siendo más amplia para el caso de transporte férreo que para el caso de los autobuses.

Se puede esperar que la mayoría de los usuarios potenciales que se encuentran a una distancia de cinco minutos de una parada hagan uso del servicio de

transporte, si es que éste es de una calidad satisfactoria. Más allá del radio de cinco minutos, el porcentaje de usuarios que utilizan el transporte público decae rápidamente, debido a las molestias que causa el caminar una mayor distancia. Asimismo, esta distancia se ve incrementada dependiendo del medio de transporte que vaya a abordar.

3.7 LÍNEAS DE DESEO

En el diseño de una red o ruta de transporte es necesario conocer los puntos de origen y destino o líneas de deseo que el usuario cautivo y potencial desea seguir con el fin de que las rutas de transporte se adecúen de la mejor manera a este requerimiento y reduzcan los tiempos de recorrido del usuario. Se deberá considerar el balanceo de la demanda a ambos extremos de la ruta con el fin de minimizar la capacidad requerida y por ende el número de unidades de transporte.

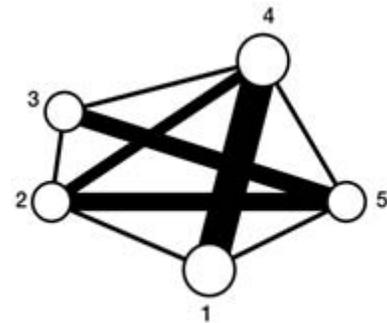


Figura 3.9 Líneas de Deseo

Así por ejemplo, la figura 3.9 muestra esquemáticamente las líneas de deseo resultantes de la interpretación de las matrices de origen y destino que se presentan entre 5 puntos atractores/generadores de viajes, mientras que la figura 3.10 presenta los trayectos resultantes de revisar y ajustar estas líneas de deseo.

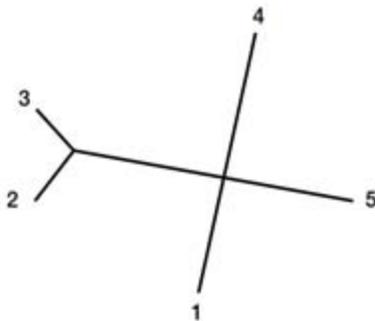


Figura 3.10 Trayectos Resultantes

3.8 TRANSBORDOS

Aun cuando es deseable que se minimicen los transbordos entre rutas de transporte debido a que implica mayores tiempos de espera para el usuario, éstos representan un componente importante en los recorridos del transporte público. No existe una red de transporte que pueda servir a todos los viajes mediante rutas directas y sin transbordos. Cuantos más

transbordos existan, mucho más fácil es diseñar y operar eficientemente las distintas rutas que conforman una red ya que cada ruta puede ser diseñada específicamente para cubrir determinadas condiciones físicas, de volumen y tipo de demanda.

La programación de los transbordos así como la planeación y el diseño adecuado de las instalaciones fijas repercuten tanto en la eficiencia del sistema como en la conveniencia que éste da al usuario y con ello su atracción hacia el sistema. Si el sistema provee de transbordos fáciles, sencillos, rápidos y convenientes entonces la red entera puede ser operada eficientemente y puede atraer a la mayoría de sus usuarios potenciales. Si, por otra parte, los puntos de transbordo están mal ubicados, mal diseñados, son inseguros y desagradables y sus itinerarios no están coordinados, los transbordos pueden ser un obstáculo que inhibe a un buen número de usuarios potenciales a utilizar el servicio de transporte.

En el análisis de los transbordos se deben considerar 2 aspectos fundamentales, siendo éstos: el intervalo y el tipo de ruta que se trate. Las características del servicio que se examinan incluyen la conveniencia de efectuar los transbordos, el tiempo necesario para llevarlos a cabo, el número de transbordos posibles, su dirección y la importancia para el funcionamiento de diferentes redes de transporte.

3.8.1 INTERVALO

Entre los factores que el usuario toma en cuenta para realizar sus decisiones sobre qué medio de transporte va a utilizar está el intervalo ya que éste afecta directamente el tiempo de espera y de transbordo y por ello el tiempo total de recorrido. Bajo este orden de ideas, las rutas de transporte se pueden clasificar en aquellas con intervalos cortos (≤ 10 min) y aquellas con intervalos largos (> 10 min).

Los transbordos de una ruta con intervalo corto a una que también presenta intervalo corto, implica tiempo de transbordo bajo y es típico en rutas con alta

demanda. Por ello no es necesario buscar una coordinación entre horarios. Esta situación se presenta en el caso de rutas alimentadoras a una troncal.

En el caso de transbordos entre una troncal y una ruta alimentadora, los tiempos de espera pueden variar de muy pequeños a valores similares a los del intervalo largo en la ruta alimentadora. Por ello, la conveniencia al usuario varía aleatoriamente, situación que puede controlarse cuando se ofrecen a los usuarios los horarios para todas las rutas, de tal forma que pueda planear su viaje y abordar la unidad en la troncal que conecta a la ruta alimentadora con la demora mínima. Finalmente, los transbordos entre rutas con intervalos largos varían según sean éstos iguales y simultáneos; iguales pero no simultáneos; y diferentes.

3.8.2 TIPO DE RUTA

En el análisis de los transbordos se deben considerar dos aspectos fundamentales en cuanto a la configuración de las rutas. Un primer aspecto se refiere a la relación de cada ruta con su punto de transbordo, es decir, es importante conocer si la ruta termina en el punto de transbordo o es una ruta de paso. Esto da origen a que se clasifiquen las rutas como rutas terminales y rutas de paso.

El segundo aspecto se refiere a la similitud de las rutas en cuanto a su intervalo, a su capacidad, a sus características físicas, entre otros aspectos o bien, si una de ellas es una ruta troncal con una mayor frecuencia, capacidad y desempeño que las rutas alimentadoras, las cuales realizan una función de recolección y distribución del pasaje y concentran el mismo en los puntos de transbordo.

Las rutas suburbanas o regionales de autobuses que se reúnen en algún punto en muchas ocasiones presentan una operación similar, mientras que el caso de una ruta troncal con una o varias rutas alimentadoras ocurren en puntos donde convergen éstas. Casos típicos de este último esquema son los que se presentan en las estaciones terminales del Metro de la ciudad de México en donde un buen número de rutas suburbanas y, en algunos casos, foráneas tienen su terminal y proceden a transbordar a un medio de transporte de mayor capacidad. Se debe

señalar que la ruta troncal debe presentar una mayor capacidad que las alimentadoras, con la finalidad de absorber adecuadamente la afluencia de los usuarios durante las horas de máxima demanda.

En el caso de rutas alimentadoras que terminan en una ruta troncal el uso de un sistema coordinado facilita los transbordos entre alimentadoras pero crea cargas no equilibradas en la línea troncal. Esto se debe a que los intervalos de la troncal son más cortos que los de las alimentadoras y por ende algunas unidades de la troncal no se coordinan con las alimentadoras, mientras que otras absorben toda la carga de las alimentadoras. Esto induce a señalar que solo debe ser utilizado si existen transbordos substanciales entre alimentadoras y cuando sea posible, dividir en grupos de dos o tres que se reúnan simultáneamente. Si los transbordos son reducidos, las rutas alimentadoras deben espaciarse para proveer un balance en la troncal.

Los transbordos entre una línea troncal y las rutas alimentadoras que la intersectan deben ser organizadas de manera diferente cuando los intervalos de la línea troncal son amplios como en el caso de un transporte regional o foráneo. Al no ser factible o deseable ocasionar demoras a las unidades que transitan sobre la línea troncal, las rutas alimentadoras deben ser programadas de tal forma que los vehículos lleguen con cierta anticipación a los de la troncal y salgan poco después de que parta la troncal. De esta manera, la troncal no se ve afectada, mientras que las alimentadoras se ven demoradas, pero en una proporción menor.

El análisis de transbordos muestra la variedad de condiciones que se presentan en sus puntos de contacto. Para lograr transbordos convenientes y ofrecer un servicio integrado en la red de transporte es necesario que se analicen los tipos de rutas, las relaciones entre rutas, los movimientos de transbordos entre rutas, los intervalos, los tiempos de traslape entre rutas así como sus tiempos de terminal. A su vez, la longitud de las rutas deben analizarse para que durante la preparación de itinerarios se logren velocidades de operación adecuadas que eviten tiempos de terminal excesivos.



CAPÍTULO 4

EL CORREDOR VIAL METRO SANTA MARTHA – METRO ZAPATA



4.1 FUNDAMENTOS

Los antecedentes de un sistema gubernamental propiamente responsable de la planeación y gestión de los transportes y las vialidades en la capital de la República Mexicana como lo es la Secretaría de Transportes y Vialidad se ubican entre los años de 1975 y 1976, con la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), organismo público descentralizado encargado de la planeación, proyección y construcción de obras en esta materia.

En 1984, se creó la Coordinación General de Transporte (CGT) con el objetivo de diseñar las políticas de transporte urbano. La CGT integró los modos y organismos de transporte existentes en el Distrito Federal. Sus funciones fueron hacer estudios económicos, sociales y técnicos necesarios para la planeación del transporte y la vialidad en la capital, para poder determinar las medidas técnicas y operacionales de todos los medios de transporte urbano.

En 1985, la Dirección General de Autotransporte Urbano (DGAU) se incorporó a la CGT, con la idea de una integración sectorial y vertical de funciones, para paliar las situaciones de corrupción surgidas con el trato al público. Sus funciones eran de carácter normativo en servicios de pasajeros, carga, foráneo y local, sobre todo, encargada del transporte concesionado de taxis y colectivos en la entonces Dirección General de Policía y Tránsito.

La DGAU se convirtió más tarde en la Dirección General de Servicios al Transporte (DGST) pero siguió manteniendo una estrecha vinculación con la policía.

Entre 1984 y 1990, las funciones básicas de la Coordinación General de Transporte eran similares a las que hoy tiene su sucesora SETRAVI. Es decir, la elaboración del Programa Integral de Transporte y Vialidad; estudios para eficientar el uso del servicio y su infraestructura, tarifas, supervisión de operación, marco legal para la prestación del servicio y autorizaciones.

Pero hasta los primeros años de la década de los noventa, aun con la conjunción de la gestión, planeación y regulación de los distintos modos y organismos de transporte en una sola instancia, la estructura institucional no era suficiente ni consistente.

Aunque desde 1994, la Coordinación General de Transporte se elevó a rango de Secretaría; a partir de 1995. En enero, la regencia de la ciudad anunció la puesta en marcha de la Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal. La CGT ya agrupaba en una sola instancia a los diferentes organismos encargados de la planeación y control del transporte en el entonces Departamento del Distrito Federal y los organismos públicos operadores del transporte colectivo como el Sistema de Transporte Colectivo (Metro), la Ruta 100 y el Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.

La Secretaría de Transportes y Vialidad se creó el 30 de diciembre de 1994. Entonces la SETRAVI absorbió las unidades administrativas que conformaban la Coordinación General de Transporte, la Dirección General de Estudios y Proyectos, la Dirección General de Desarrollo Integral del Transporte y la Dirección de Administración.

La SETRAVI tuvo reestructuración en 1999, en la cual la Dirección de Planeación y Proyectos de Vialidad cambió de nomenclatura a la de Dirección General de Planeación y Vialidad; y la Dirección General de Normatividad y Evaluación del Transporte y Vialidad a la de Dirección General de Regulación al Transporte.

También se transfirió la Dirección de Centros de Transferencia Modal (CETRAM) de la Dirección General de Servicios al Transporte a la Dirección General de Planeación y Vialidad. La reestructura se incluyó en el Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal y se publicó en la Gaceta del Distrito Federal el 11 de Agosto de 1999.

4.1.1 TRANSPORTE

4.1.1.1 TRANSPORTE PÚBLICO DE GOBIERNO

El Distrito Federal cuenta con un amplio sistema de transporte y está dividido en transporte gubernamental y concesionado. Dentro del primero se encuentran el Sistema de Transporte Colectivo; el Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.; la Red de Transporte de Pasajeros y el Metrobús. El concesionado está compuesto por transporte colectivo (autobuses y microbuses) e individual (taxis).

El Sistema de Transporte Colectivo, realiza el 18% de los 20.6 millones de viajes que se generan en el D.F. y su zona conurbada. Transporta a 7.6 millones de pasajeros en día laborable a través de 12 líneas que recorren 226.488 kilómetros de vías dobles; 195 estaciones y 390 trenes.

Referente al STE-DF, su participación llega a apenas al 1.2% del total de viajes que se realizan en la ciudad de México. Transporta 65.7 millones de pasajeros por año con boleto pagado y 19.7 millones exentos de pago. Opera a través de la red de trolebuses y el tren ligero que corre de Taxqueña a Xochimilco y que tiene una extensión de 437.20 kilómetros, con 15 líneas regulares.

La RTP concentra un 3% del total de viajes, transporta a 650,000 usuarios diariamente; opera 98 rutas regulares, que hacen un total de 3,482 kilómetros distribuidos por toda la ciudad, principalmente de zonas de difícil acceso y bajos recursos económicos. Después de que se extinguió el organismo público descentralizado Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100 y que el Gobierno del Distrito Federal (G.D.F.) creó la RTP, a partir de 2001, se impulsó un importante proceso de renovación del parque vehicular que, actualmente es de 1,466 autobuses.

La RTP presta, además, servicio especial a personas de la tercera edad o con capacidades distintas a través de 51 autobuses totalmente equipados, de diseño

especial y alta tecnología, que circulan por 7 rutas. Asimismo, brinda servicio preferencial gratuito a cerca de 40,000,000 de pasajeros anualmente.

En septiembre del 2004, se creó el Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal Metrobús que significó un cambio radical en el transporte público. Su implantación conlleva la aplicación de nuevas tecnologías, el mejoramiento del ambiente, privilegiar el transporte público colectivo, organizar a los concesionarios, modificar los hábitos del usuario y, en general, reordenar la prestación del servicio.

Un mes después, se determinó el establecimiento del primer corredor de transporte en la avenida de los Insurgentes. Para ello, se confinó el carril izquierdo de cada sentido para uso exclusivo del Metrobús, en un tramo de 19.4 kilómetros comprendidos entre Indios Verdes y la Intersección con el Eje Vial 10 Sur.

En marzo de 2005, se autorizó a los concesionarios que operaban en esa vialidad para que, conformados como empresa (Corredor Insurgentes S. A. de C. V.) y en coordinación con RTP, prestaran el servicio en el corredor Insurgentes.

El 9 de marzo del año mencionado (2005) se creó oficialmente el organismo público descentralizado Metrobús, con un presupuesto de 42.4 millones de pesos, destinado principalmente a la adquisición de equipo de cómputo y para el control de acceso de los usuarios.

Fue diseñado para atender una demanda de 440,000 pasajeros por día y cuenta con una infraestructura integrada por 44 estaciones, 3 terminales, 30 kilómetros de carriles confinados incluyendo ambos sentidos; dos lanzaderas de autobuses, dos patios de encierro y un parque vehicular de 152 autobuses articulados de los cuales 13 son biarticulados.

El Metrobús inició operaciones el 19 de junio de 2005, con un servicio de prueba que abarcó hasta el 10 de julio el cual se brindó de forma gratuita. A partir del 11

de junio, el costo del pasaje fue de 3.50 pesos y el pago se realizaba mediante una tarjeta inteligente del tipo infalsificable y el control de su venta se automatizó lo que ha evitado fugas de dinero.

4.1.1.2 TRANSPORTE PÚBLICO CONCESIONADO

Son los autobuses y microbuses los que acaparan el mayor número de viajes que se realizan en el D.F. el transporte concesionado colectivo de pasajeros atiende a casi el 60% de la demanda, transportando pro día hábil a más de 12,000,000 de pasajeros. Opera en 106 rutas de transporte y 1,163 recorridos. Existen 28,508 concesionarios individuales y 10 empresas de transporte.

El transporte individual de pasajeros, es decir, los taxis, atiende al 5% de la demanda total, realizando en promedio, 1,000,000 de viajes diarios. Existen 106,628 unidades, de las cuales, alrededor del 90% opera como taxi libre y el 10% restante como taxis de sitio.

Con el fin de renovar el parque vehicular del transporte público individual, la SETRAVI puso en marcha el programa de sustitución de taxis que consiste en brindar apoyo económico y de crédito a los concesionarios de hasta 68 años de edad que requieran sustituir su unidad, sin importar el modelo. El programa es coordinado por el Gobierno del Distrito Federal participando Nacional Financiera y Banorte.

El objetivo es, además de apoyar a los concesionarios para que renueven sus vehículos; proteger sus fuentes de empleo; mejorar la imagen y calidad de su servicio; mejorar sus ingresos al reducir los costos ocasionados por el alto deterioro de sus unidades; asegurar la vigencia de su concesión al poder cumplir las normas para la prestación del servicio y, principalmente, garantizar la seguridad y la comodidad del conductor y sus pasajeros.

En el caso de la sustitución de microbuses es el Gobierno del Distrito Federal el que otorga a los concesionarios un apoyo financiero. Son sujetos de este programa, los concesionarios cuyos microbuses son modelo 1995, o anteriores.

Igual que en el caso de los taxis, este programa se puso en marcha para renovar las unidades de transporte concesionado de pasajeros; mejorar la calidad del servicio de transporte de la ciudad; asegurar la vigencia de las concesiones cumpliendo con las normas para la prestación del servicio, ofrecer seguridad al público usuario y reducir los índices de contaminación.

Dentro del equipamiento para el transporte colectivo, existen 45 centros de transferencia modal, que abarcan aproximadamente 80 hectáreas, en las que hay 32 kilómetros de bahías, cobertizos, zonas comerciales y de servicios. Proporcionan servicio a 4,000,000 de usuarios al día y a 23,000 unidades de transporte público. El 33% de la afluencia se concentra en Indios Verdes, Pantitlán, Chapultepec, Taxqueña.

4.1.2 VIALIDADES

Los Ejes Viales son un sistema de vialidades en la ciudad de México utilizadas para el tránsito de vehículos automotores de todo tipo y tamaño con una semaforización y equipamiento vial optimizados para una circulación más fluida, que abarca la zona urbana de la metrópoli en los sentidos norte-sur y oriente-poniente (Ver figura 4.1). Pueden ser totalmente o por tramos de una o dos direcciones. Cuando es de sólo una, pueden emplear una vía paralela (par vial) para brindar flujo en ambos sentidos. Sin embargo existen ejes que son totalmente en una sola dirección.



Figura 4.1 Ejes Viales

A partir de la séptima década del Siglo XX (1970→), el aumento poblacional y de tránsito vehicular en la ciudad de México requirió de la reorganización en la traza urbana debido a que muchas de las avenidas por las que se transitaba eran muy reducidas e intrincadas.

Para resolver esta situación, el Departamento del Distrito Federal presentó un plan que buscaba solucionar a largo plazo el incremento del tránsito con ayuda del inicio de la red del Metro, que se basaba sobre todo en el ensanchamiento de algunas avenidas a partir de la expropiación de predios y la demolición de los inmuebles, lo que implicó la desaparición de algunas calles, para abrir corredores Viales de un solo sentido. En otros casos las vialidades se ampliaron pero conservaron el flujo en doble sentido, mientras que a otras sólo se les asignó un sentido para poder distribuir la carga vehicular hacia los distintos destinos.

Cada Eje Vial se diseñó para ser de un solo sentido o en doble sentido; en las avenidas a las que se les asignó un solo sentido de circulación, se les dotó un carril en dirección opuesta para uso exclusivo de vehículos de transporte público, como trolebuses, autobuses de las empresas pertenecientes al Distrito Federal, autobuses concesionados y vehículos de emergencias.

En su momento, los Ejes Viales revolucionaron el esquema de movilidad urbana del Distrito Federal, al facilitar el acceso a cualquier punto por cualquier medio de transporte, fuese privado o público, así como facilitó la opción a construir líneas del Metro al ampliar el derecho de vía. Hoy en día, debido a su estado inconcluso y al aumento de la carga vehicular, la mayoría de los ejes viales operan por encima de su capacidad proyectada. En las primeras décadas de operación, en la mayoría de los



Figura 4.2 Corredor BRT en el Eje Vial 4 Sur

casos se mantuvieron intactas configuraciones espaciales, restricciones de circulación, trazos y nomenclaturas (salvo la implementación en algunos corredores de una línea de Metro), sin embargo, en décadas recientes, los Ejes Viales han sido objeto de reconfiguraciones e implementaciones de distintos servicios, tales como cambios de sentido, ampliaciones, corredores tipo BRT (Metrobús), ciclovías y corredores cero emisiones (Ver figura 4.2).

A continuación se muestra el inventario de la infraestructura vial del Distrito Federal (Ver tabla 4.1) de acuerdo al Programa Integral de Transporte y Vialidad, 2001-2006.

Vialidad	Kilómetros
Anillo Periférico	58.83 Kilómetros
Circuito Interior	42.98 kilómetros
Calzada de Tlalpan	17.70 kilómetros
Viaducto	12.25 kilómetros
Viaducto Río Becerra	1.87 kilómetros
Calzada Ignacio Zaragoza	14.12 kilómetros
Radial Aquiles Serdán	9.80 kilómetros
Radial Río San Joaquín	5.46 kilómetros
Gran Canal	8.41 kilómetros
Subtotal	171.42 kilómetros
Ejes Viales	421.16 kilómetros
Arterias principales	320.57 kilómetros
Total de la vialidad primaria	913.152 kilómetros
Total de la vialidad secundaria	9,269.062 Kilómetros
Red vial total	10,182.212 kilómetros

Tabla 4.1 Infraestructura vial del D.F.

A continuación se indican, las 87 paradas de ascenso y descenso que están sobre el corredor Eje Vial 8 Sur. De ellas son 42 de Metro Santa Martha a Metro Zapata y las restantes 45 de Metro Zapata al Metro Santa Martha. (Ver tabla 4.2).

Metro Santa Martha a Metro Zapata		Metro Zapata a Metro Santa Martha	
1	Generalísimo Morelos	1	Cuauhtémoc
2	Santiago	2	Uxmal
3	Octavio Senties I	3	Bruno Traven
4	Octavio Senties II	4	Div. del Norte
5	Primavera	5	Eje Central
6	Quebradora	6	Canarias
7	Jalisco	7	Alhambra
8	Tinacos	8	Plutarco Elías Calles
9	Calle 17	9	Sur 73
10	Calle 39	10	Auriga
11	Calle 55	11	Cruz del Sur
12	Calle 71	12	La Viga
13	Metro Constitución de 1917	13	Avena
14	M. Rodríguez	14	Maíz
15	Metro UAM I	15	Av. Tláhuac
16	Guadalupe Victoria	16	Metro Atlalilco
17	Francisco Javier Mina	17	Puente Titla
18	Metro Cerro de la Estrella	18	Convento
19	La Estrella	19	San Felipe
20	Metro Iztapalapa	20	Estrella
21	Del Rosal	21	Rojo Gómez
22	Metro Atlalilco	22	San Lorenzo
23	Av. Tláhuac	23	Fundición
24	Año de Juárez	24	Metro UAM I
25	Radames	25	Campánula
26	Artesanos	26	Margarita
27	La Viga	27	Metro Constitución de 1917
28	J. A. Rivas	28	El Manto
29	Sur 85-A	29	Enriqueta Camarillo
30	Av. Rio Churubusco	30	Altamirano
31	Sur 75-A	31	Guadalupe Victoria
32	Sur 73	32	Cañas
33	Plutarco Elías Calles	33	Cuitláhuac
34	Alhambra	34	Calle 17
35	Canarias	35	Pozos
36	Eje Central	36	Zacapexco
37	Tokio	37	Palmitas
38	Pirineos	38	Camino a las Minas
39	Uxmal	39	Primavera
40	Cuauhtémoc	40	Av. De las Torres
41	Universidad	41	Octavio Senties
42	Plaza Universidad	42	Penitenciaria
		43	Santiago
		44	Emiliano Zapata
		45	Generalísimo Morelos

Tabla 4.2 Paradas de Ascenso y Descenso que existen en el corredor Eje Vial 8 Sur

Este corredor tiene una longitud de recorrido de aproximadamente de 39.45 kilómetros de ida y 39.45 kilómetros de regreso, lo cual da un total de 78.9 kilómetros de recorrido.

4.2.1 PARADERO SANTA MARTHA

En el paradero Santa Martha (Ver figura 4.4), cuenta con 23,344.83 metros cuadrados aproximadamente a nivel de piso, está integrado por 5 andenes en los cuales pueden abordar el transporte correspondiente para su traslado origen-destino.



Seguidamente se indican las rutas con que se cuentan los 5 andenes:

En el andén B, está la ruta 163-B que va del Metro Santa Martha al Metro Mixcoac, también se estaciona la ruta 52-C que va del Metro Santa Martha a Metro Zapata; ambas rutas pertenecen a RTP, la cual emplea autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros; de igual forma existe la ruta 112 de Grupo Metropolitano de Transporte que tiene 2 destinos: Metro Santa Martha a Metro Universidad y de Metro Santa Martha a Metro Zapata; emplea autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros, siendo esta ruta concesionada.

Con respecto al andén C, está la ruta 77 que va de Metro Santa Martha a Floresta Reforma, emplea combis y eurovan para el servicio de transporte público de pasajeros; cuenta además con la ruta 74 con 2 destinos una va del Metro Santa Martha a Palmas Explanada Rancho Bajo y, la otra del Metro Santa Martha a Santiago Miravalle; para ello emplean microbuses y autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros, también está la ruta 14 con 3 destinos: una va del Metro Santa Martha a Metro Portales, la otra va del Metro Santa Martha a Metro Constitución de 1917 y Metro UAM I y, la última que va del Metro Santa Martha al

Metro Periférico Oriente, canal de Chalco y SEDENA; emplean autobuses y microbuses para el servicio de transporte público de pasajeros, todas estas rutas son concesionadas por particulares.

El andén D, está la ruta 71 que va del Metro Santa Martha a Palmas Avisadero, emplea combis, eurovan, microbuses y autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros; esta la ruta 98 que va del Metro Santa Martha a Puente Rojo y Puente Blanco; estas rutas emplean microbuses para el servicio de transporte público de pasajeros; existe otra ruta que es la 51 que va del Metro Santa Martha a las avenidas del Mazo y Covarrubias, emplea microbuses para el servicio público de transporte de pasajeros. Todas estas rutas son concesionadas por particulares.

En el andén E, se cuenta la ruta 62 con 2 destinos: una va del Metro Santa Martha a Totolco de Alto y la otra va del Metro Santa Martha a Loma 26 y Chimalhuacán; emplean estas rutas autobuses, combis y eurovan para el servicio de transporte público de pasajeros. También está la ruta 50 que va del Metro Santa Martha a Ayotla, Ixtapaluca y los Reyes, emplea combis y eurovan para el servicio de transporte público de pasajeros. Y por último la ruta 788 que va del Metro Santa Martha a Maizera Lerma, emplea combis y eurovan para el servicio de transporte público de pasajeros. Todas estas rutas están concesionadas por particulares.

Y el andén F, donde está la ruta 36 que va del Metro Santa Martha a Hacienda Xico y López Capilla, emplea para ello autobuses para el servicio el servicio público de pasajeros. También se estaciona la ruta 36 que va del Metro Santa Martha a Guadalupana, Torres y Eje vial 10 Sur; emplea combis y eurovan para el servicio de transporte público de pasajeros y la ruta 45 que va del Metro Santa Martha a avenida Kennedy y estadio Neza, emplea microbuses para el servicio de transporte público de pasajeros. También estas rutas son concesionadas por particulares.

4.2.2 PARADERO ZAPATA

El paradero Zapata (Ver figura 4.5), cuenta con 5,947.14 metros cuadrados aproximadamente a nivel de piso, está integrado por 5 andenes, donde:



Figura 4.5 Paradero Zapata

El andén A, está la ruta 52-C que va del Metro Zapata a Metro Santa Martha y la ruta 120 cuyo destino es del Metro Zapata a San Mateo Tlaltenango; ambas rutas pertenecen a RTP. El cual emplea autobuses para el transporte público de pasajeros.

El andén B, se estaciona la ruta 117 que va del Metro Zapata a Lomas de Plateros, San Bartolo y Metro Mixcoac, emplea autobuses y microbuses para el servicio de transporte público de pasajeros; y, la ruta 2 que va del Metro Zapata a Unidad Plateros, Alta Tensión y Metro Mixcoac, emplea microbuses y autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros, todas estas rutas son concesionadas por particulares.

El andén C, se ubica la ruta 112, con 2 destinos una va del Metro Zapata a Metro Santa Martha, la otra va de Metro Zapata a Santa Catarina, emplea autobuses para el servicio de transporte público de pasajeros y pertenece al Grupo Metropolitano de Transporte y es una ruta concesionada.

El andén D, se halla la ruta 25 que va del Metro Zapata a la colonia el Manto, Rojo Gómez, UNITEC, Eje 3 Oriente y Metro Atlalilco, emplea microbuses para el servicio de transporte público de pasajeros y es una ruta concesionada por particulares.

Y el andén E, que cuenta con la ruta 1 que va del Metro Zapata a Renovación, Vicente Guerrero y Metro Constitución de 1917; emplea autobuses y microbuses

para el servicio de transporte público de pasajeros y es una ruta concesionada por particulares.

4.3 ASCENSO Y DESCENSO DE USUARIOS

En esta parte del trabajo de estudio se presentan las estadísticas de ascenso y descenso de los usuarios que utilizan el transporte de Metro Santa Martha (Iztapalapa) a Metro Zapata (Benito Juárez) por el Eje Vial 8 Sur.

Estas estadísticas se obtuvieron por medio del aforo que se realizó en horas pico en unidades de RTP que circulan por el corredor vial Eje 8 Sur (Metro Santa Martha – Metro Zapata); las cuales se muestran a continuación en forma de tabla y gráficamente.

Recorrido	Metro Santa Martha – Metro Zapata			
	6:46 a.m.	Hora de termino	8:18 a.m.	
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Santa Martha	30	0	30
1	Generalísimo Morelos	38	0	68
2	Santiago	4	2	70
3	Octavio Sentíes I	0	0	70
4	Octavio Sentíes II	3	0	73
5	Primavera	9	5	77
6	Quebradora	8	2	83
7	Jalisco	4	1	86
8	Tinacos	9	1	94
9	Calle 17	3	2	95
10	Calle 39	5	4	96
11	Calle 55	4	2	98
12	Calle 71	4	3	99
13	Metro Constitución de 1917	8	15	92
14	M. Rodríguez	0	1	91
15	Metro UAM I	11	5	97
16	Guadalupe Victoria	0	5	92
17	Francisco Javier Mina	0	0	92
18	Metro Cerro de la Estrella	3	7	88
19	La Estrella	3	5	86
20	Metro Iztapalapa	3	6	83
21	Del Rosal	0	1	82
22	Metro Atlalilco	6	7	81
23	Av. Tláhuac	7	10	78
24	Año de Juárez	3	9	72

25	Radames	3	14	61
26	Artesanos	5	8	58
27	La Viga	7	12	53
28	J. A. Rivas	3	5	51
29	Sur 85-A	3	4	50
30	Av. Rio Churubusco	7	5	52
31	Sur 75-A	5	6	51
32	Sur 73	6	5	52
33	Plutarco Elías Calles	4	7	49
34	Alhambra	6	8	47
35	Canarias	3	5	45
36	Eje Central	3	7	41
37	Tokio	5	7	39
38	Pirineos	3	6	36
39	Uxmal	4	9	31
40	Cuauhtémoc	4	9	26
41	Universidad	0	6	20
42	Plaza Universidad	0	4	16
Paradero	Metro Zapata	0	16	0

Tabla 4.3 Aforo obtenido de 6:46 a.m. a 8:18 a.m.

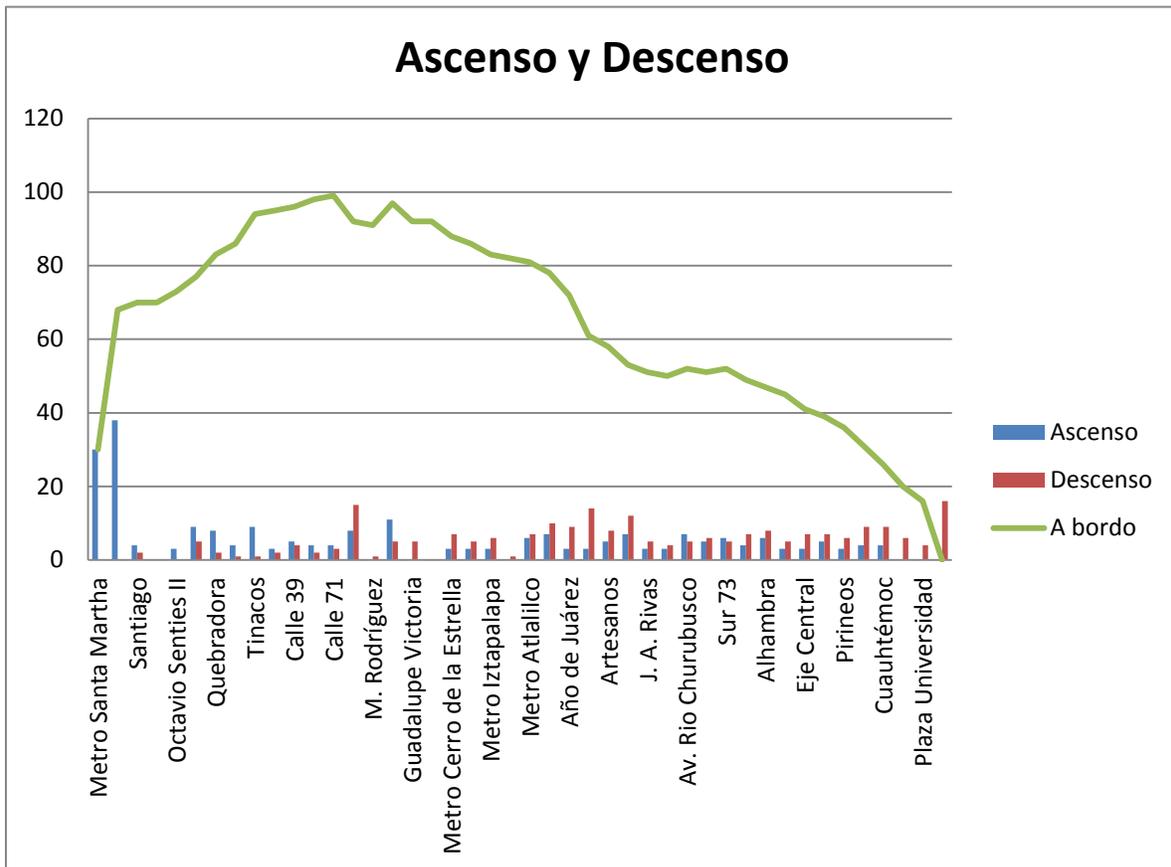


Figura 4.6 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Santa Martha a Metro Zapata) obtenida de 6:46 a.m. a 8:18 a.m.

Recorrido	Metro Zapata – Metro Santa Martha			
	8:26 a.m.	Hora de termino		9:28 a.m.
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Zapata	28	0	28
1	Cuauhtémoc	2	0	30
2	Uxmal	8	3	35
3	Bruno Traven	0	0	35
4	Div. del Norte	6	3	38
5	Eje Central	8	3	43
6	Canarias	4	4	43
7	Alhambra	5	3	45
8	Plutarco Elías Calles	5	9	41
9	Sur 73	3	7	37
10	Auriga	4	4	37
11	Cruz del Sur	4	5	36
12	La Viga	10	6	40
13	Avena	3	3	40
14	Maíz	12	3	49
15	Av. Tláhuac	6	4	51
16	Metro Atlalilco	6	5	52
17	Puente Titta	4	4	52
18	Convento	2	3	51
19	San Felipe	0	0	51
20	Estrella	4	2	53
21	Rojo Gómez	5	2	56
22	San Lorenzo	4	1	59
23	Fundición	4	1	62
24	Metro UAM I	5	4	63
25	Campánula	0	0	63
26	Margarita	5	5	63
27	Metro Constitución de 1917	4	4	63
28	El Manto	0	4	59
29	Enriqueta Camarillo	4	1	62
30	Altamirano	5	4	63
31	Guadalupe Victoria	0	3	60
32	Cañas	0	0	60
33	Cuitláhuac	3	8	55
34	Calle 17	0	4	51
35	Pozos	2	2	51
36	Zacapexco	3	2	52
37	Palmitas	5	2	55
38	Camino a las Minas	8	5	58
39	Primavera	3	6	55
40	Av. de las Torres	3	3	55
41	Octavio Sentíes	4	12	47
42	Penitenciaria	4	5	46
43	Santiago	2	9	39
44	Emiliano Zapata	0	0	39
45	Generalísimo Morelos	0	9	30
Paradero	Metro Santa Martha	0	30	0

Tabla 4.4 Aforo obtenido de 8:26 a.m. a 9:28 a.m.

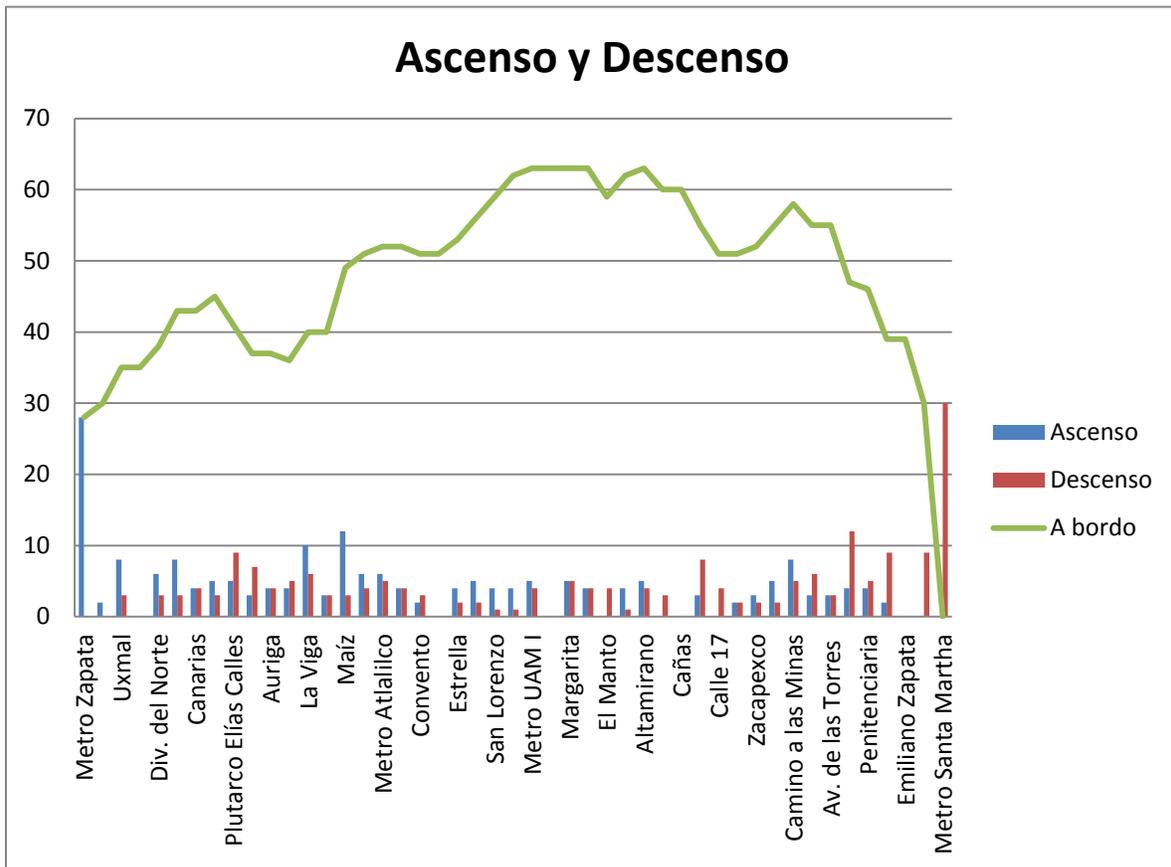


Figura 4.7 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Zapata a Metro Santa Martha) obtenida de 8:26 a.m. a 9:28 a.m.

Recorrido	Metro Santa Martha – Metro Zapata			
Hora de inicio	9:35 a.m.	Hora de termino	10:54 a.m.	
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Santa Martha	31	0	31
1	Generalísimo Morelos	17	0	48
2	Santiago	5	6	47
3	Octavio Sentíes I	0	0	47
4	Octavio Sentíes II	2	2	47
5	Primavera	7	7	47
6	Quebradora	10	7	50
7	Jalisco	7	2	55
8	Tinacos	11	7	59
9	Calle 17	4	2	61
10	Calle 39	4	3	62
11	Calle 55	7	2	67
12	Calle 71	6	1	72
13	Metro Constitución de 1917	11	7	76
14	M. Rodríguez	0	0	76
15	Metro UAM I	4	5	75
16	Guadalupe Victoria	6	2	79
17	Francisco Javier Mina	0	0	79
18	Metro Cerro de la Estrella	5	3	81
19	La Estrella	3	3	81
20	Metro Iztapalapa	3	5	79
21	Del Rosal	0	0	79
22	Metro Atlalilco	3	6	76
23	Av. Tláhuac	4	6	74
24	Año de Juárez	3	2	75
25	Radames	3	2	76
26	Artesanos	3	8	71
27	La Viga	3	7	67
28	J. A. Rivas	2	2	67
29	Sur 85-A	2	5	64
30	Av. Rio Churubusco	2	3	63
31	Sur 75-A	3	7	59
32	Sur 73	4	4	59
33	Plutarco Elías Calles	4	6	57
34	Alhambra	5	5	57
35	Canarias	2	2	57
36	Eje Central	2	4	55
37	Tokio	3	6	52
38	Pirineos	3	5	50
39	Uxmal	3	7	46
40	Cauhtémoc	3	2	47
41	Universidad	0	6	41
42	Plaza Universidad	0	7	34
Paradero	Metro Zapata	0	34	0

Tabla 4.5 Aforo obtenido de 9:35 a.m. a 10:54 a.m.

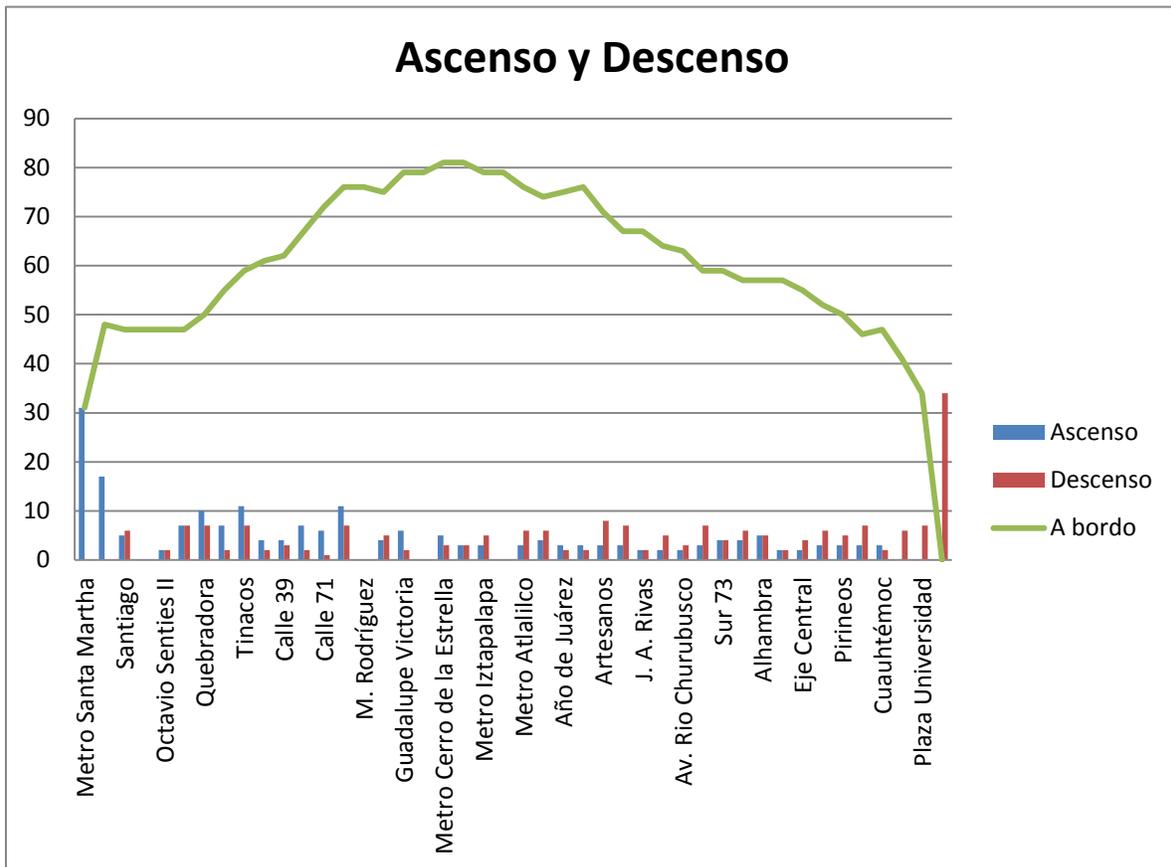


Figura 4.8 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Santa Martha a Metro Zapata) obtenida de 9:35 a.m. a 10:54 a.m.

Recorrido	Metro Zapata – Metro Santa Martha			
	11:03 a.m.	Hora de termino		12:09 p.m.
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Zapata	22	0	22
1	Cuauhtémoc	0	0	22
2	Uxmal	3	3	22
3	Bruno Traven	0	1	21
4	Div. del Norte	6	3	24
5	Eje Central	5	3	26
6	Canarias	3	3	26
7	Alhambra	4	3	27
8	Plutarco Elías Calles	5	3	29
9	Sur 73	3	3	29
10	Auriga	3	2	30
11	Cruz del Sur	3	3	30
12	La Viga	6	3	33
13	Avena	6	3	36
14	Maíz	4	4	36
15	Av. Tláhuac	13	5	44
16	Metro Atlalilco	5	5	44
17	Puente Tittla	7	6	45
18	Convento	3	4	44
19	San Felipe	0	3	41
20	Estrella	4	3	42
21	Rojo Gómez	4	2	44
22	San Lorenzo	6	2	48
23	Fundición	4	2	50
24	Metro UAM I	6	5	51
25	Campánula	1	0	52
26	Margarita	3	7	48
27	Metro Constitución de 1917	5	3	50
28	El Manto	3	2	51
29	Enriqueta Camarillo	4	3	52
30	Altamirano	4	2	54
31	Guadalupe Victoria	3	2	55
32	Cañas	1	0	56
33	Cuitláhuac	2	2	56
34	Calle 17	0	0	56
35	Pozos	2	5	53
36	Zacapexco	2	3	52
37	Palmitas	4	4	52
38	Camino a las Minas	3	6	49
39	Primavera	2	0	51
40	Av. de las Torres	5	2	54
41	Octavio Sentíes	5	9	50
42	Penitenciaria	3	7	46
43	Santiago	3	13	36
44	Emiliano Zapata	0	0	36
45	Generalísimo Morelos	0	15	21
Paradero	Metro Santa Martha	0	21	0

Tabla 4.6 Aforo obtenido de 11:03 a.m. a 12:09 p.m.

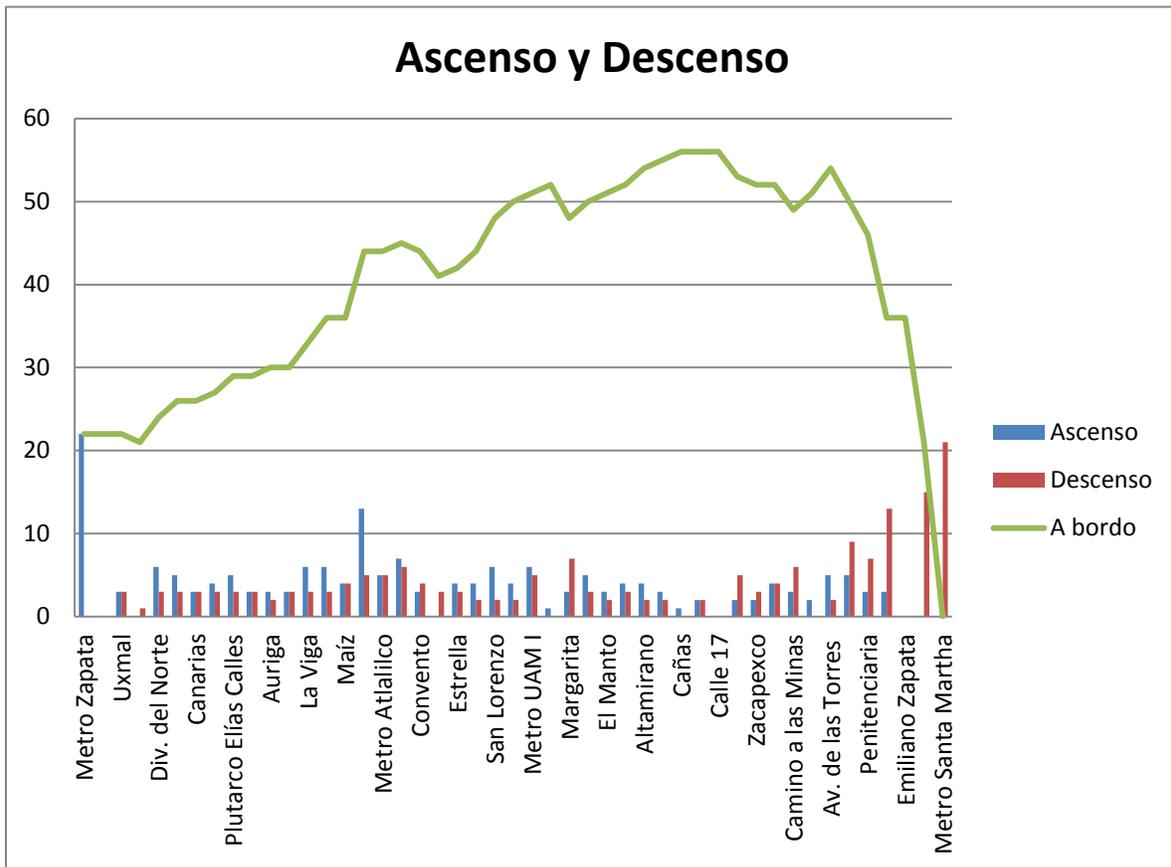


Figura 4.9 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Zapata a Metro Santa Martha) obtenida de 11:03 a.m. a 12:09 p.m.

Recorrido	Metro Santa Martha – Metro Zapata			
Hora de inicio	3:08 p.m.	Hora de termino	4:40 p.m.	
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Santa Martha	14	0	14
1	Generalísimo Morelos	5	0	19
2	Santiago	4	1	22
3	Octavio Sentíes I	1	1	22
4	Octavio Sentíes II	2	2	22
5	Primavera	9	2	29
6	Quebradora	4	5	28
7	Jalisco	4	4	28
8	Tinacos	8	2	34
9	Calle 17	6	3	37
10	Calle 39	4	2	39
11	Calle 55	3	3	39
12	Calle 71	2	2	39
13	Metro Constitución de 1917	3	6	36
14	M. Rodríguez	0	0	36
15	Metro UAM I	0	4	32
16	Guadalupe Victoria	2	4	30
17	Francisco Javier Mina	0	0	30
18	Metro Cerro de la Estrella	2	3	29
19	La Estrella	5	3	31
20	Metro Iztapalapa	2	2	31
21	Del Rosal	0	0	31
22	Metro Atlalilco	8	2	37
23	Av. Tláhuac	4	2	39
24	Año de Juárez	2	3	38
25	Radames	6	2	42
26	Artesanos	7	4	45
27	La Viga	5	4	46
28	J. A. Rivas	4	4	46
29	Sur 85-A	4	6	44
30	Av. Rio Churubusco	4	6	42
31	Sur 75-A	4	2	44
32	Sur 73	3	4	43
33	Plutarco Elías Calles	5	4	44
34	Alhambra	2	3	43
35	Canarias	2	2	43
36	Eje Central	4	3	44
37	Tokio	2	4	42
38	Pirineos	2	6	38
39	Uxmal	3	2	39
40	Cauhtémoc	3	3	39
41	Universidad	0	6	33
42	Plaza Universidad	0	6	27
Paradero	Metro Zapata	0	27	0

Tabla 4.7 Aforo obtenido de 3:08 p.m. a 4:40 p.m.

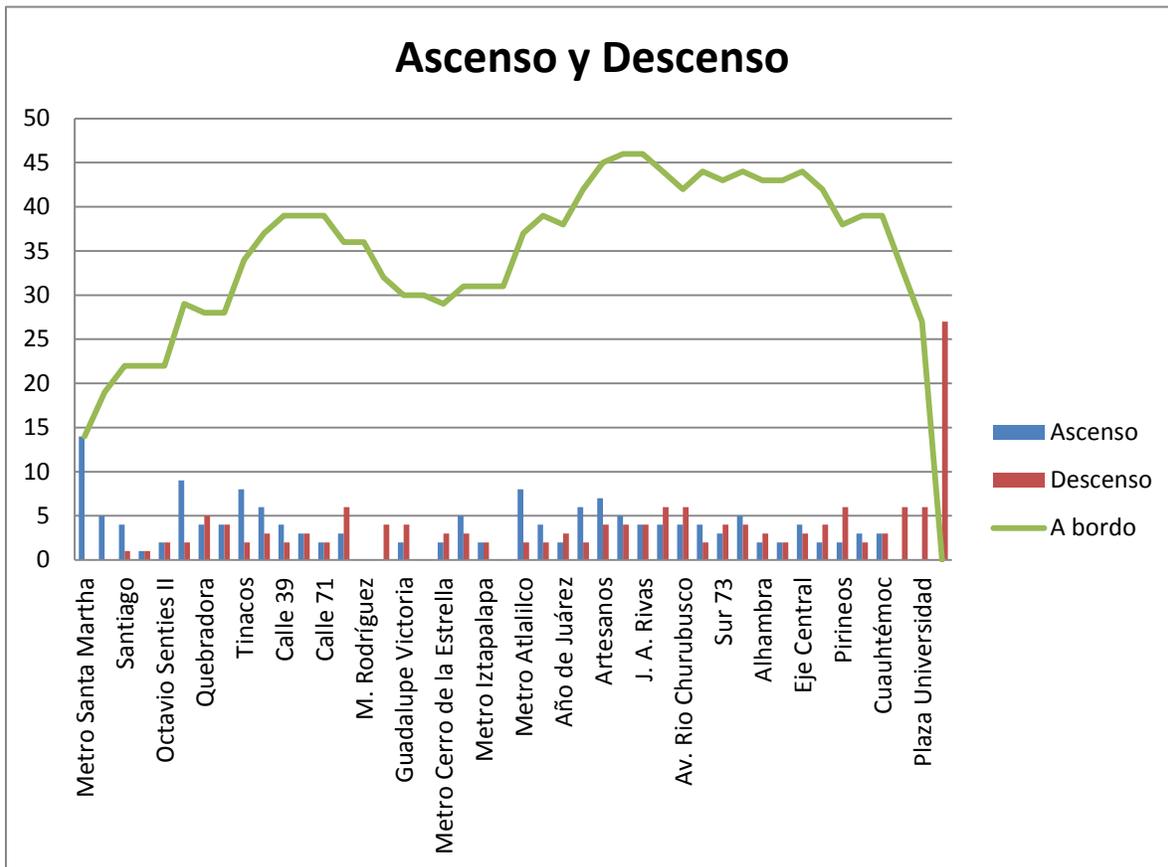


Figura 4.10 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Santa Martha a Metro Zapata) obtenida de 3:08 p.m. a 4:40 p.m.

Recorrido	Metro Zapata – Metro Santa Martha			
	4:50 p.m.	Hora de termino		6:06 p.m.
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Zapata	31	0	31
1	Cuauhtémoc	0	0	31
2	Uxmal	3	2	32
3	Bruno Traven	0	0	32
4	Div. del Norte	9	2	39
5	Eje Central	10	4	45
6	Canarias	4	3	46
7	Alhambra	5	2	49
8	Plutarco Elías Calles	6	2	53
9	Sur 73	3	2	54
10	Auriga	7	4	57
11	Cruz del Sur	3	2	58
12	La Viga	5	3	60
13	Avena	2	2	60
14	Maíz	5	2	63
15	Av. Tláhuac	18	3	78
16	Metro Atlalilco	8	3	83
17	Puente Tittla	2	2	83
18	Convento	6	3	86
19	San Felipe	0	0	86
20	Estrella	0	5	81
21	Rojo Gómez	3	3	81
22	San Lorenzo	0	3	78
23	Fundición	3	3	78
24	Metro UAM I	3	1	80
25	Campánula	0	0	80
26	Margarita	3	2	81
27	Metro Constitución de 1917	3	7	77
28	El Manto	2	5	74
29	Enriqueta Camarillo	2	2	74
30	Altamirano	3	2	75
31	Guadalupe Victoria	3	5	73
32	Cañas	0	2	71
33	Cuitláhuac	2	4	69
34	Calle 17	0	0	69
35	Pozos	2	8	63
36	Zacapexco	3	2	64
37	Palmitas	2	3	63
38	Camino a las Minas	3	8	58
39	Primavera	3	5	56
40	Av. de las Torres	1	12	45
41	Octavio Sentíes	2	8	39
42	Penitenciaria	1	3	37
43	Santiago	2	10	29
44	Emiliano Zapata	0	0	29
45	Generalísimo Morelos	0	10	19
Paradero	Metro Santa Martha	0	19	0

Tabla 4.8 Aforo obtenido de 4:50 p.m. a 6:06 p.m.

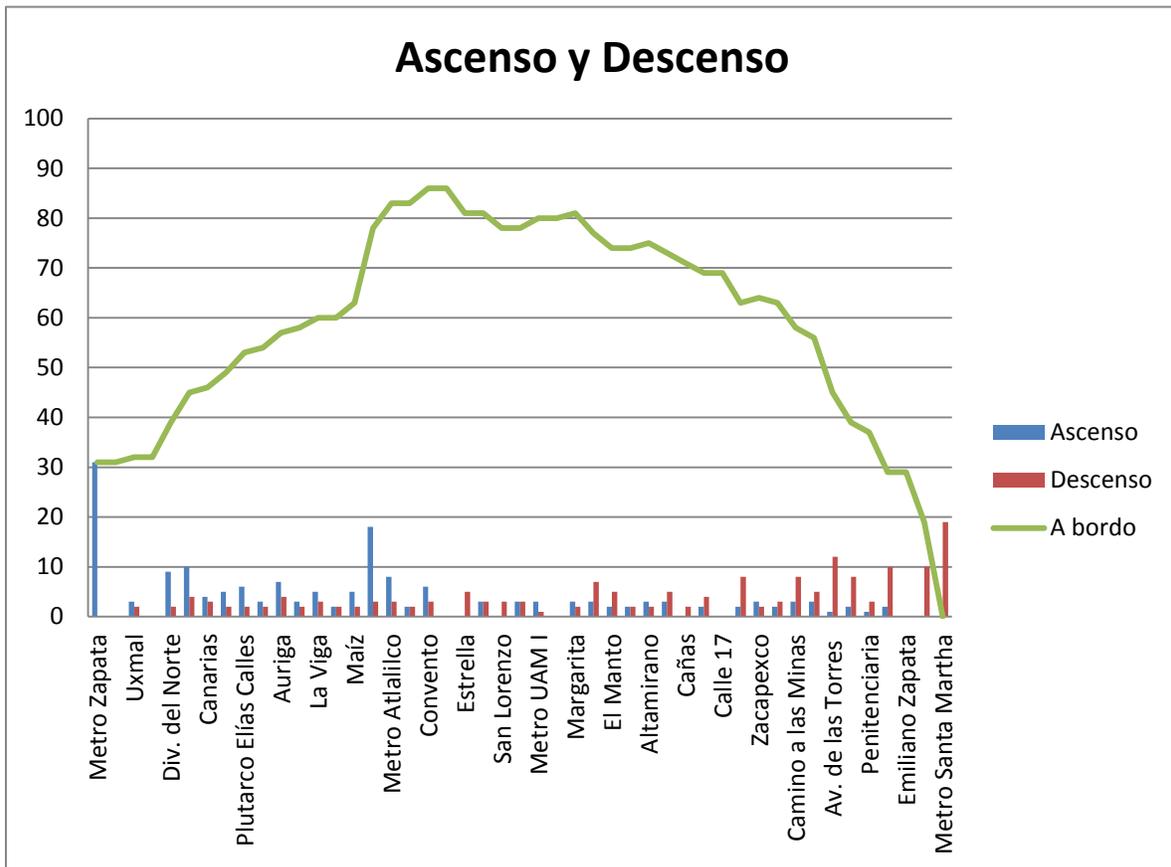


Figura 4.11 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Zapata a Metro Santa Martha) obtenida de 4:50 p.m. a 6:06 p.m.

Recorrido	Metro Santa Martha – Metro Zapata			
Hora de inicio	6:15 p.m.	Hora de termino	7:30 p.m.	
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Santa Martha	32	0	32
1	Generalísimo Morelos	18	0	50
2	Santiago	5	2	53
3	Octavio Sentíes I	2	1	54
4	Octavio Sentíes II	5	2	57
5	Primavera	4	4	57
6	Quebradora	12	11	58
7	Jalisco	5	3	60
8	Tinacos	11	6	65
9	Calle 17	8	3	70
10	Calle 39	4	2	72
11	Calle 55	5	4	73
12	Calle 71	5	3	75
13	Metro Constitución de 1917	3	8	70
14	M. Rodríguez	0	1	69
15	Metro UAM I	2	14	57
16	Guadalupe Victoria	2	5	54
17	Francisco Javier Mina	2	0	56
18	Metro Cerro de la Estrella	6	2	60
19	La Estrella	4	4	60
20	Metro Iztapalapa	2	4	58
21	Del Rosal	0	2	56
22	Metro Atlalilco	0	7	49
23	Av. Tláhuac	2	5	46
24	Año de Juárez	2	7	41
25	Radames	6	7	40
26	Artesanos	3	4	39
27	La Viga	2	6	35
28	J. A. Rivas	4	4	35
29	Sur 85-A	2	3	34
30	Av. Rio Churubusco	4	1	37
31	Sur 75-A	5	2	40
32	Sur 73	7	5	42
33	Plutarco Elías Calles	4	5	41
34	Alhambra	3	2	42
35	Canarias	4	3	43
36	Eje Central	5	3	45
37	Tokio	3	5	43
38	Pirineos	3	4	42
39	Uxmal	3	5	40
40	Cauhtémoc	6	8	38
41	Universidad	0	12	26
42	Plaza Universidad	0	10	16
Paradero	Metro Zapata	0	16	0

Tabla 4.9 Aforo obtenido de 6:15 p.m. a 7:30 p.m.

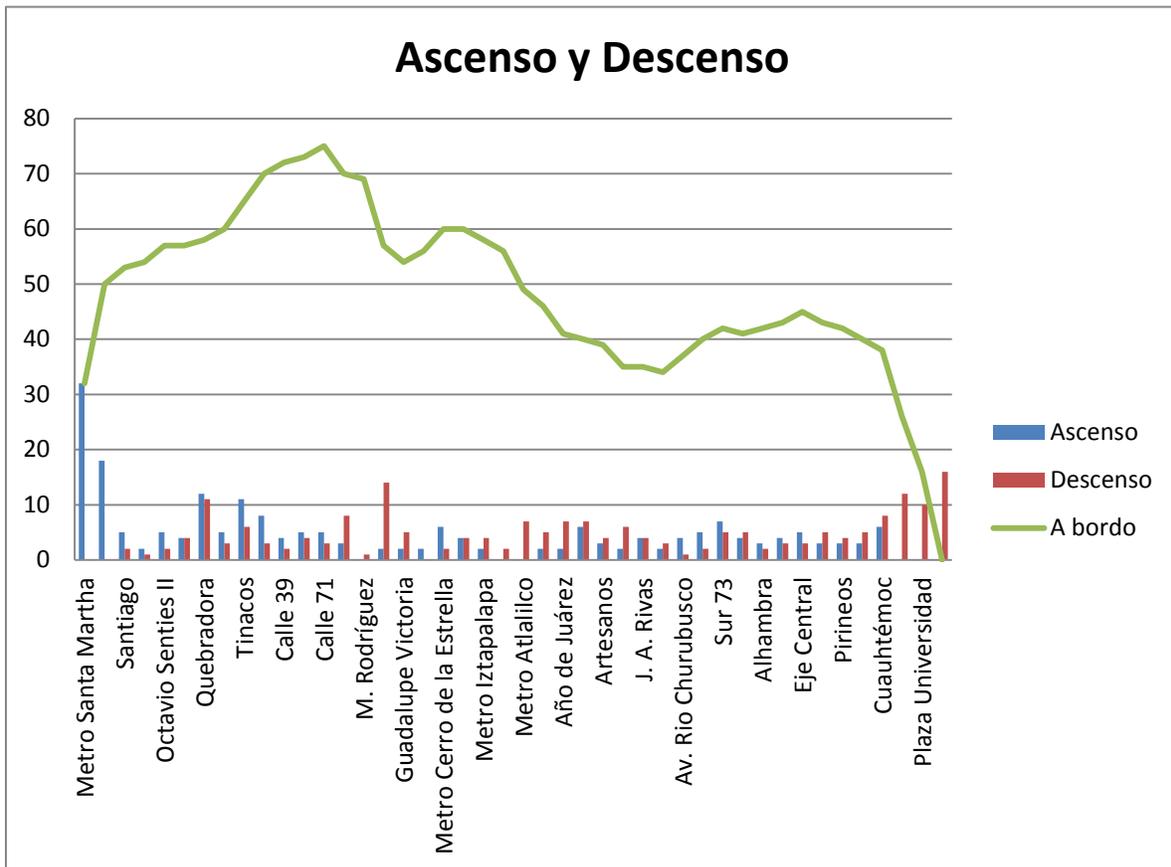


Figura 4.11 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Santa Martha a Metro Zapata) obtenida de 6:15 p.m. a 7:30 p.m.

Recorrido	Metro Zapata – Metro Santa Martha			
	8:00 p.m.	Hora de termino		9:19 p.m.
No de la Parada	Ubicación de la Parada	Ascenso	Descenso	A bordo
Paradero	Metro Zapata	44	0	44
1	Cuauhtémoc	2	0	46
2	Uxmal	5	3	48
3	Bruno Traven	1	0	49
4	Div. del Norte	6	2	53
5	Eje Central	4	2	55
6	Canarias	2	2	55
7	Alhambra	2	2	55
8	Plutarco Elías Calles	5	2	58
9	Sur 73	2	2	58
10	Auriga	2	0	60
11	Cruz del Sur	16	2	74
12	La Viga	6	2	78
13	Avena	8	2	84
14	Maíz	8	3	89
15	Av. Tláhuac	8	2	95
16	Metro Atlalilco	2	3	94
17	Puente Titta	4	3	95
18	Convento	0	2	93
19	San Felipe	0	0	93
20	Estrella	2	7	88
21	Rojo Gómez	4	6	86
22	San Lorenzo	2	9	79
23	Fundición	2	7	74
24	Metro UAM I	5	6	73
25	Campánula	0	0	73
26	Margarita	2	3	72
27	Metro Constitución de 1917	10	8	74
28	El Manto	5	3	76
29	Enriqueta Camarillo	0	6	70
30	Altamirano	6	6	70
31	Guadalupe Victoria	4	5	69
32	Cañas	0	2	67
33	Cuitláhuac	3	4	66
34	Calle 17	0	0	66
35	Pozos	4	11	59
36	Zacapexco	2	6	55
37	Palmitas	4	9	50
38	Camino a las Minas	4	13	41
39	Primavera	3	6	38
40	Av. de las Torres	1	9	30
41	Octavio Sentíes	6	10	26
42	Penitenciaria	3	0	29
43	Santiago	3	8	24
44	Emiliano Zapata	0	0	24
45	Generalísimo Morelos	0	10	14
Paradero	Metro Santa Martha	0	14	0

Tabla 4.10 Aforo obtenido de 8:00 p.m. a 9:19 p.m.

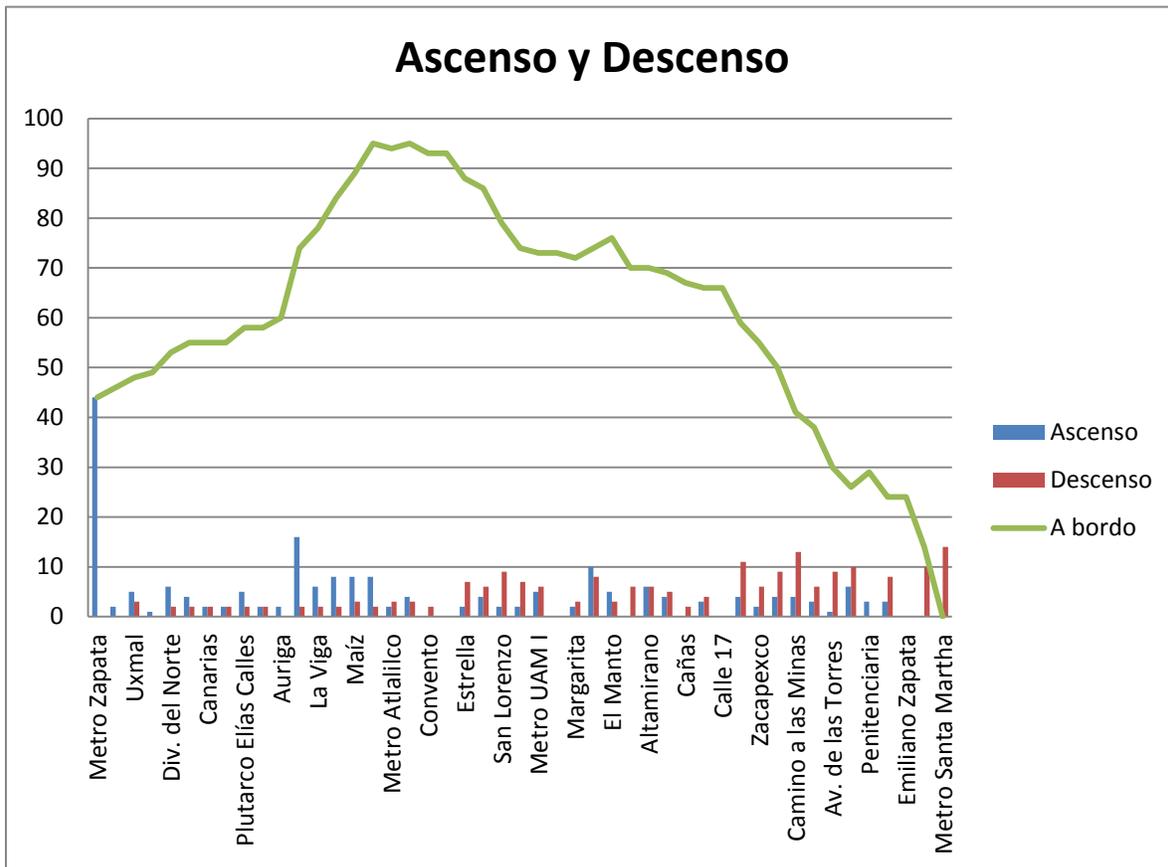


Figura 4.12 Gráfica de Ascenso y Descenso (Metro Zapata a Metro Santa Martha) obtenida de 8:00 p.m. a 9:19 p.m.

Que al realizar el análisis estadístico, del corredor vial Metro Santa Martha a Metro Zapata se observa que en los 42 lugares donde los usuarios ascienden y descienden y solo 38 son lo de mayor afluencia de usuarios (Ver tabla 4.11). Y, de los 45 ascensos y descensos del Metro Zapata al Metro Santa Martha solo 38 sitios presentan mayor demanda en lo referente al abordaje y descenso de unidades (Ver tabla 4.12).

	Nombre de la parada	Ascenso	Descenso	Centro de Atracción de Viajes
1	Generalísimo Morelos	121	0	Autopista Federal México-Puebla
2	Santiago	39	14	Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Preparatoria Iztapalapa 1
3	Octavio Sentíes II	39	9	Juzgado Cívico Iztapalapa No 9, Comercial Mexicana y el Eje Vial 5 Sur
4	Primavera	69	28	Bodega Aurrera y la Plaza Comercial Ermita
5	Quebradora	72	34	Avenida de las Minas
6	Jalisco	36	26	CECYT No 7 y el Hospital General Iztapalapa
7	Tinacos	58	31	Avenida Santa Cruz Meyehualco y el DIF Iztapalapa
8	Calle 17	47	30	Presenta afluencia
9	Calle 39	43	22	Presenta afluencia
10	Calle 55	38	30	Presenta afluencia
11	Calle 71	35	14	Deportivo Santa Cruz Meyehualco
12	Metro Constitución de 1917	70	104	Estación de la Línea 8 del metro de la ciudad de México: Constitución de 1917 y el Anillo Periférico
13	Metro UAM I	32	63	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: UAM I, Soriana y la Avenida San Lorenzo
14	Guadalupe Victoria	24	36	Unidad de Medicina Familiar No 31
15	Metro Cerro de la Estrella	36	36	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: Cerro de la Estrella, el Parque Nacional Cerro de la Estrella y el Eje Vial 5 Oriente
16	La Estrella	36	36	Presenta afluencia
17	Metro Iztapalapa	26	33	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: Iztapalapa, el Panteón Civil Iztapalapa y la Jefatura de la Delegación Iztapalapa
18	Metro Atlalilco	49	44	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: Atlalilco
19	Av. Tláhuac	44	54	Avenida Tláhuac y la estación de la línea 12 de la ciudad de México: Atlalilco

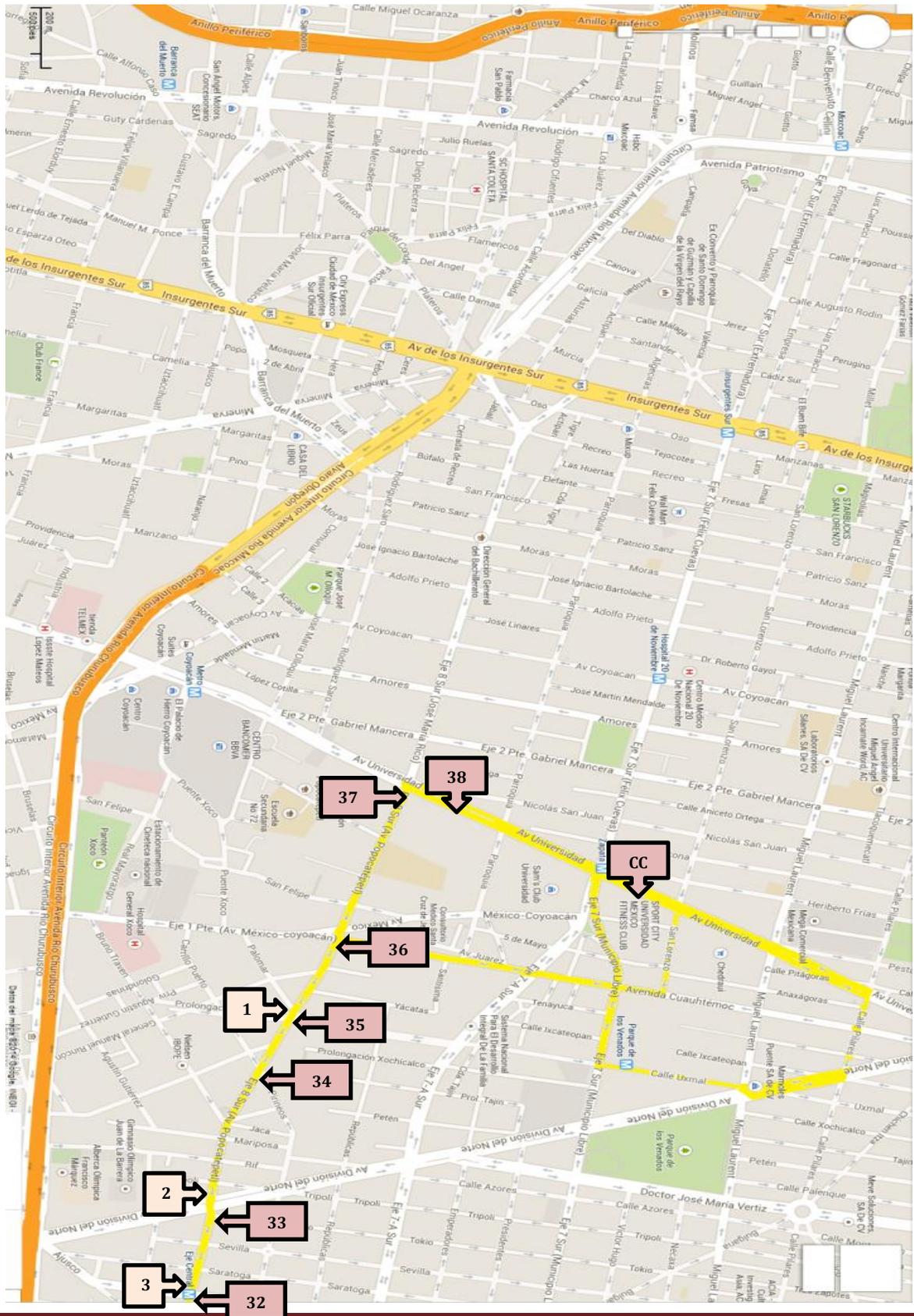
20	Año de Juárez	23	52	Eje Vial 3 Oriente, CEDIS cervecería Moctezuma y el Hospital Pediátrico Iztapalapa
21	Radames	48	51	Eje Vial 3 Oriente, CEDIS cervecería Moctezuma
22	Artesanos	45	50	Universidad Tecnológica de México
23	La Viga	48	64	Eje Vial 2 Oriente y la estación de la línea 12 de la ciudad de México: Mexicaltzingo
24	J. A. Rivas	31	41	Unidad de Medicina Familiar No 15 y la Guardería Infantil no 19 del Instituto Mexicano del Seguro Social
25	Sur 85-A	35	49	Presenta afluencia
26	Av. Río Churubusco	30	39	Avenida Río Churubusco y el Eje Vial 1 Oriente
27	Sur 75-A	42	26	Avenida Río Churubusco
28	Sur 73	33	35	Presenta afluencia
29	Plutarco Elías Calles	40	67	Avenida Plutarco Elías Calles
30	Alhambra	32	42	Calzada de Tlalpan
31	Canarias	17	28	Presenta afluencia
32	Eje Central	31	52	Eje Central y la estación de la línea 12 de la ciudad de México: Eje Central
33	Tokio	30	39	Avenida División del Norte
34	Pirineos	24	44	Presenta afluencia
35	Uxmal	30	38	Presenta afluencia
36	Cuauhtémoc	34	45	Eje Vial 1 Poniente y la Avenida México
37	Universidad	0	53	Avenida Universidad y Plaza Universidad
38	Plaza Universidad	0	49	Plaza Universidad y Avenida Universidad

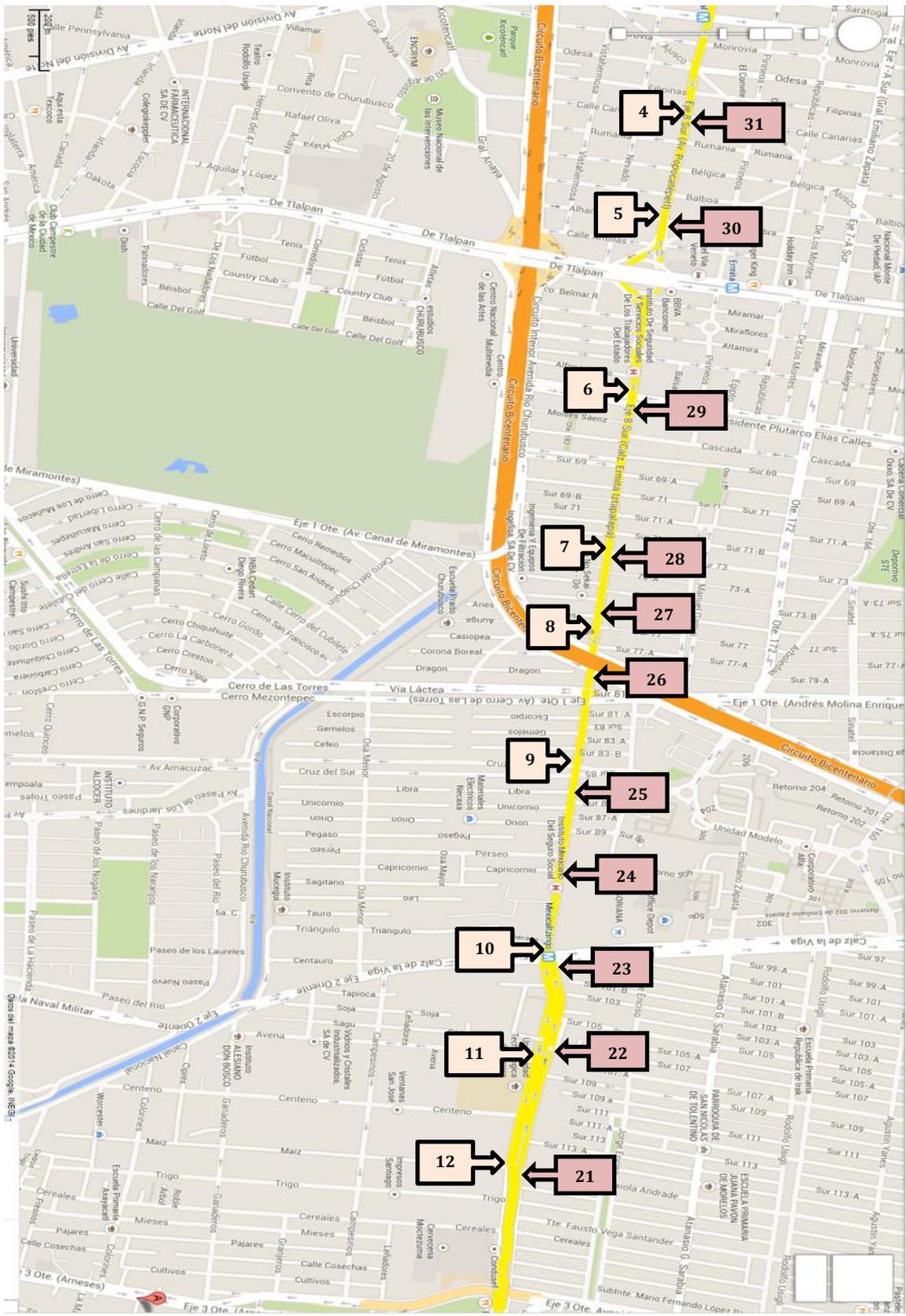
Tabla 4.11 Resultados del análisis estadístico de Metro Santa Martha - Metro Zapata

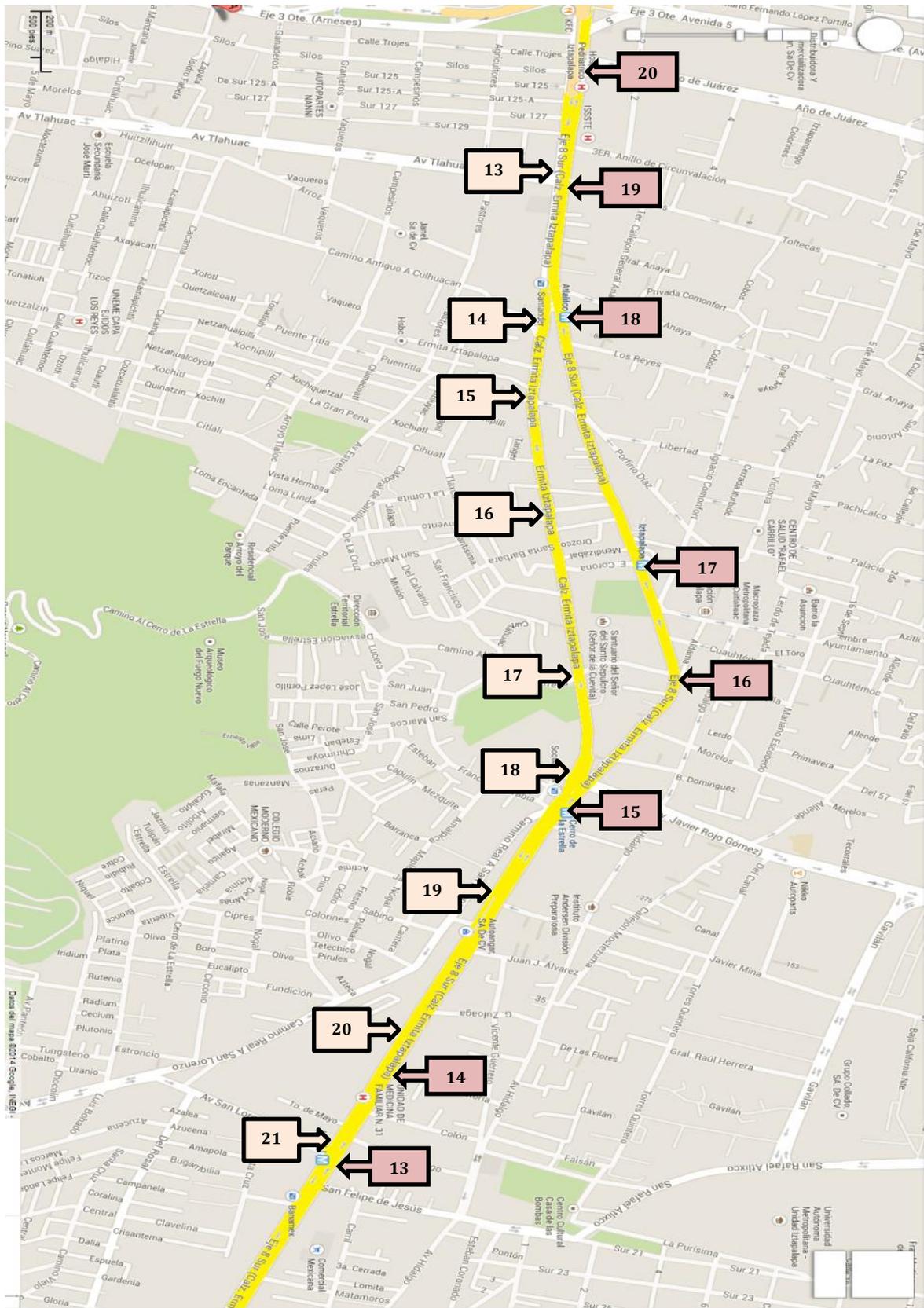
	Nombre de la parada	Ascenso	Descenso	Centro de Atracción de Viajes
1	Uxmal	39	12	Presenta afluencia
2	Div. del Norte	55	21	Avenida División del Norte
3	Eje Central	69	27	Eje Central y la estación de la línea 12 del metro de la ciudad de México: Eje Central
4	Canarias	34	28	Presenta afluencia
5	Alhambra	43	18	Calzada de Tlalpan
6	Plutarco Elías Calles	63	32	Avenida Plutarco Elías Calles
7	Sur 73	30	30	Presenta afluencia
8	Auriga	36	17	Avenida Río Churubusco
9	Cruz del Sur	44	23	Avenida Río Churubusco y el Eje Vial 1 Oriente
10	La Viga	68	35	Eje Vial 2 Oriente y la estación de la línea 12 de la ciudad de México: Mexicaltzingo
11	Avena	57	25	Universidad Tecnológica de México
12	Maíz	52	29	Eje Vial 3 Oriente, CEDIS cervecería Moctezuma
13	Av. Tláhuac	80	34	Avenida Tláhuac y la estación de la línea 12 de la ciudad de México: Atlalilco
14	Metro Atlalilco	53	27	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: Atlalilco
15	Puente Títla	29	33	Presenta afluencia
16	Convento	22	22	Presenta afluencia
17	Estrella	23	56	Parque Nacional Cerro de la Estrella
18	Rojo Gómez	25	33	Parque Nacional Cerro de la Estrella, el Eje Vial 5 Oriente y la Unidad de Medicina Familiar No 43
19	San Lorenzo	23	33	Presenta afluencia
20	Fundición	31	37	Presenta afluencia
21	Metro UAM I	41	31	Estación de la línea 8 de la ciudad de México: UAM I, SORIANA y la Avenida San Lorenzo
22	Margarita	28	34	Bodega Aurrera
23	Metro Constitución de 1917	62	54	Estación de la línea 8 del metro de la ciudad de México: Constitución de 1917 y el Anillo Periférico
24	El Manto	22	37	Presenta afluencia
25	Enriqueta Camarillo	14	30	Presenta afluencia
26	Altamirano	39	42	Presenta afluencia
27	Guadalupe Victoria	29	51	Presenta afluencia
28	Cuitláhuac	24	51	Presenta afluencia
29	Pozos	33	61	Presenta afluencia

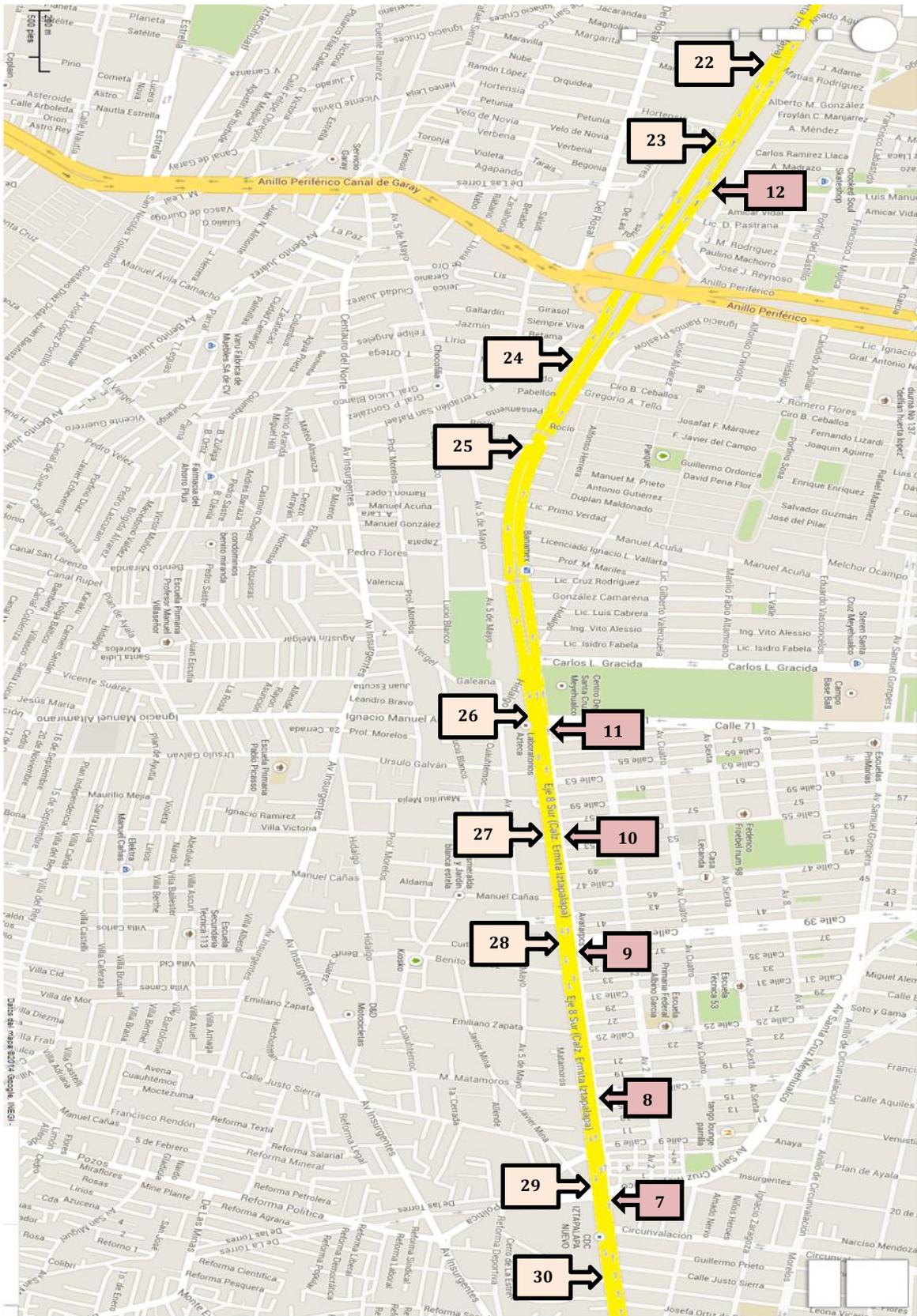
30	Zacapexco	21	36	DIF Iztapalapa
31	Palmitas	49	49	CECYT No 7 y el Hospital General Iztapalapa
32	Camino a las minas	35	72	Avenida de las Minas
33	Primavera	19	47	Plaza Ermita y Bodega Aurrera
34	Av. de las Torres	13	66	Eje Vial 6 sur
35	Octavio Sentíes	24	84	Bodega Comercial Mexicana
36	Penitenciaria	14	29	Reclusorio Femenil Santa Martha Acatitla
37	Santiago	12	78	Mercado SORIANA
38	Generalísimo Morelos	0	81	Autopista Federal México-Puebla

Tabla 4.12 Resultados del análisis estadístico de Metro Zapata - Metro Santa Martha

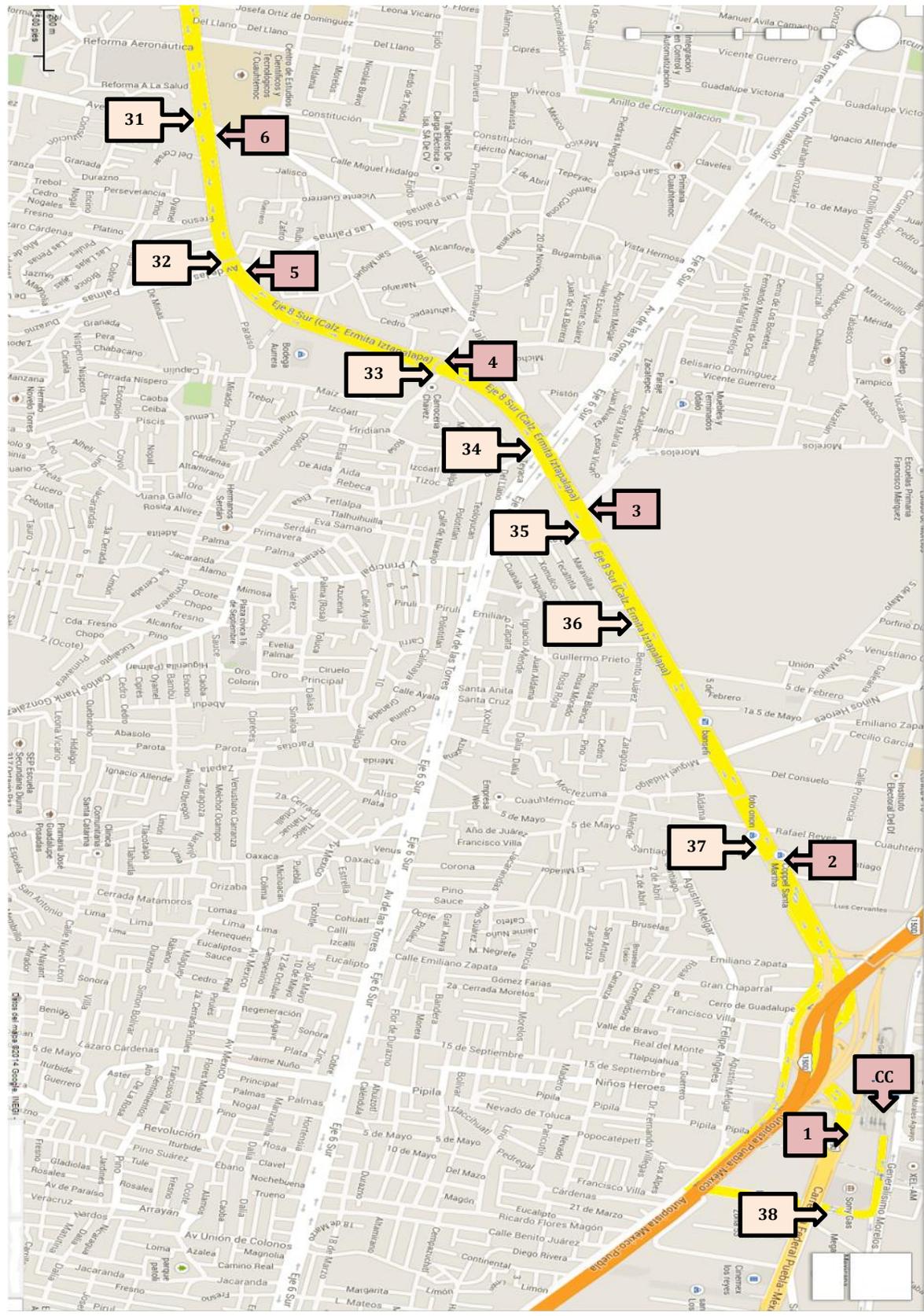








Capítulo 4
El Corredor Vial Metro Santa Martha – Metro Zapata



4.4 SELECCIÓN DEL EQUIPO URBANO DE TRANSPORTE

El uso del gas natural tiene numerosas ventajas, destacándose su eficiencia y el hecho de ser un combustible limpio y poco contaminante.

Como combustible limpio y poco contaminante, destaca que en su combustión casi no tiene emisiones de dióxido de azufre (SO₂) o partículas cancerígenas.

Los vehículos a gas natural producen casi nada de emisiones por evaporación durante el llenado del vehículo y régimen de uso.

Se ha demostrado que la exposición a los niveles de material de partículas finas en suspensión que se encuentra en muchas de las grandes ciudades del mundo aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias. Las emisiones que produce el diésel han sido consideradas como un contaminante muy peligroso del aire. Los motores a gas natural generan muy bajas emisiones y no producen material particulado.

Por unidad de energía, el gas natural contiene menos carbono que cualquier otro combustible fósil y, por lo tanto, genera menos emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Si bien los vehículos a gas natural sí emiten metano, que es precursor de gases invernadero, cualquier pequeño aumento en emisiones de metano estará más que compensado con la reducción substancial de las emisiones de CO₂ en comparación con otros combustibles.

Los vehículos a gas natural comprimido (GNC) también emiten muy bajos niveles de monóxido de carbono (CO) (40 a 45% menos que el carbón y 30% menos que los derivados del petróleo). Compuestos orgánicos volátiles y reducción en la contaminación auditiva. Si bien estos dos contaminantes no son en sí gases de invernadero, juegan un importante papel al contribuir a descomponer el metano y otros gases de invernadero en la atmósfera.

Las partículas PM10, PM2.5 y PST que generan las unidades de transporte público a diésel provocan, entre otras cosas, afectaciones crónicas en personas con padecimientos de las vías respiratorias, niños y adultos mayores. La situación se agrava cuando los individuos están expuestos constantemente a la contaminación como es el caso de los usuarios recurrentes del transporte público y las personas que viven cerca de las rutas de autobuses. Esta estrategia podría contribuir a reducir la exposición personal a este tipo de sustancias ya que reduce en más de 90% la emisión de estos contaminantes al aire, mejorando también la percepción visual ya que no hay humo negro a la salida del escape de una unidad a GNC.

El costo de una unidad a GNC es aproximadamente 30% mayor a una de diésel, sin embargo los costos incrementales se mitigan por los ahorros en el precio del combustible.

El GNC es mucho más liviano que el aire por lo que en caso de una fuga se disipa rápidamente. Además el GNC no es tóxico. Los vehículos que usan GNC se equipan con tanques construidos bajo estrictos estándares de seguridad, así mismo se equipan con válvulas con dispositivo de corte en caso de exceso de flujo, las cuales cierran el paso del gas en caso de fugas.

	DINA RIDDER	DINA RIDDER G	Mercedes-Benz GRAN VIALE LE CNG	VOLVO ACCES	VOLVO PROCITY
Marca					
Combustible	Diésel	Gas natural comprimido	Gas natural comprimido	Diésel	Diésel
Capacidad de pasajeros	100 pasajeros (38 sentados, 62 de pie)	100 pasajeros (38 sentados, 62 de pie)	100 pasajeros (37 sentados, 63 de pie)	100 pasajeros (41 sentados, 58 de pie)	100 pasajeros (33 sentados, 67 de pie)
Transmisión	Automática con retardador	Automática con retardador	6 velocidades con retardador	6 velocidades con retardador	6 velocidades con retardador
Motor	Cummins ISL de 6 cilindros Potencia: 280 hp a 1200 rpm Torque: 1054.827 Nm a 1200 rpm	Cummins ISL G de 6 cilindros Potencia: 280 hp a 2000 rpm Torque: 1220.238 Nm a 1300 rpm	Cummins ISL-G de 6 cilindros Potencia de 250 hp a 2200 rpm. Torque de 989.747 Nm a 1300 rpm	Volvo D7E de 6 cilindros. Potencia de 290 hp a 1200 rpm Torque de 1200 Nm a 1700 rpm	Volvo D7E de 6 cilindros Potencia de 290 hp a 1200 rpm Torque de 1200 Nm a 1700 rpm
Frenos	Neumáticos de disco, doble circuito con sistema de frenos antibloqueo (ABS)	Neumáticos de disco, doble circuito con sistema de frenos antibloqueo (ABS)	Neumáticos de disco, doble circuito con sistema de frenos antibloqueo (ABS)	Neumáticos de disco, doble circuito con sistema de frenos antibloqueo (ABS)	Neumáticos de disco, doble circuito con sistema de frenos antibloqueo (ABS)
Llantas y rines	Llantas de 295/80 R22.5" Rines de acero de 8.25"- 22.5"	Llantas de 295/80 R22.5" Rines de acero de 8.25"- 22.5"	Llantas de 295/80 R22.5" Rines de acero de 8.25"- 22.5"	Llantas de 295/80 R22.5" Rines de acero de 8.25"- 22.5"	Llantas de 295/80 R22.5" Rines de acero de 8.25"- 22.5"
Capacidad de carga	Eje delantero: 6622.4 kg Eje trasero: 11793.4 kg	Eje delantero: 6622.4 kg Eje trasero: 11793.4 kg	Eje delantero: 7000 kg Eje trasero: 11500 kg	Eje delantero: 7100 kg Eje trasero: 11500 kg	Eje delantero: 7100 kg Eje trasero: 11500 kg
Dirección	Hidráulica ZF Servocom 8098				
Capacidad del tanque de combustible	300 L	1280 L	1260 L	310 L	310 L
Suspensión	Delantera: neumática con 2 bolsas de aire, 2 amortiguadores, barra estabilizadora Trasera: neumática con 4 bolsas de aire, 4 amortiguadores, barra estabilizadora	Delantera: neumática con 2 bolsas de aire, 2 amortiguadores, barra estabilizadora Trasera: neumática con 4 bolsas de aire, 4 amortiguadores, barra estabilizadora	Delantera: neumática con 2 bolsas de aire, 2 amortiguadores, barra estabilizadora Trasera: neumática con 4 bolsas de aire, 4 amortiguadores, barra estabilizadora	Delantera: neumática con 2 bolsas de aire, 2 amortiguadores, barra estabilizadora Trasera: neumática con 4 bolsas de aire, 4 amortiguadores, barra estabilizadora	Delantera: neumática con 2 bolsas de aire, 2 amortiguadores, barra estabilizadora Trasera: neumática con 4 bolsas de aire, 4 amortiguadores, barra estabilizadora
Piso	De triplay con tratamiento marino y linóleoum				
Vidrios	Parabrisas de 1 pieza en tono claro Ventanillas laterales en cristal templado en tono claro	Parabrisas de 1 pieza en tono claro Ventanillas laterales en cristal templado en tono claro	Parabrisas de 2 piezas en tono claro Ventanillas laterales en cristal templado en tono claro	Parabrisas de 2 piezas en tono claro Ventanillas laterales en cristal templado en tono claro	Parabrisas de 2 piezas en tono claro Ventanillas laterales en cristal templado en tono claro
Puertas	1 puerta plegable frontal de ascenso 1 puerta plegable intermedia de descenso	1 puerta plegable frontal de ascenso 1 puerta plegable intermedia de descenso	1 puerta plegable frontal de ascenso 1 puerta plegable intermedia de descenso 1 puerta plegable trasera de descenso	1 puerta plegable frontal de ascenso 1 puerta plegable intermedia de descenso	1 puerta plegable frontal de ascenso 1 puerta plegable intermedia de descenso 1 puerta plegable trasera de descenso (opcional)
Asiento del conductor	Con suspensión neumática o hidráulico con cinturón de seguridad de 3 puntos	Con suspensión neumática o hidráulico con cinturón de seguridad de 3 puntos	Sin mecanismo hidráulico con cinturón de seguridad de 3 puntos	Con suspensión neumática con cinturón de seguridad de 3 puntos	Con suspensión neumática con cinturón de seguridad de 3 puntos
Asientos	Asientos de plástico con acojinamiento	Asientos de plástico con acojinamiento	Asientos de plástico	Asientos de plástico con opción de acojinamiento	Asientos de plástico con opción de acojinamiento
Dimensiones	Largo total: 12,088 mm Alto total: 3,343.8 mm	Largo total: 12,088 mm Alto total: 3,826 mm	Largo total: 12,190 mm Alto total: 3,900 mm	Largo total: 11,900 mm Alto total: 3,100 mm	Largo total: 12,300 mm Alto total: 3,100 mm

Espacio para silla de ruedas	Área para silla de ruedas frente a la puerta central de acceso	Área para silla de ruedas frente a la puerta central de acceso	Área para silla de ruedas frente a la puerta central de acceso	Área para silla de ruedas frente a la puerta central de acceso	Área para silla de ruedas frente a la puerta central de acceso
Espejos interiores	2 espejos convexos junto a las puertas 1 espejo retrovisor	2 espejos convexos junto a las puertas 1 espejo retrovisor	3 espejos convexos junto a las puertas 1 espejo retrovisor	2 espejos convexos junto a las puertas 1 espejo retrovisor	2 espejos convexos junto a las puertas 1 espejo retrovisor
Espejos exteriores	2 espejos retrovisores externos planos y convexos				
Salidas de emergencia en toldo	2 salidas de emergencia en toldo.	2 salidas de emergencia en toldo.	3 salidas de emergencia en toldo.	3 salidas de emergencia en toldo.	3 salidas de emergencia en toldo.
Área delimitada para el operador	Mampara con acrílico transparente detrás del operador	Mampara con acrílico transparente detrás del operador	Mampara con cristal transparente detrás del operador	Mampara con cristal transparente detrás del operador	Mampara con cristal transparente detrás del operador
Letreros de ruta	Electrónicos	Electrónicos	Electrónicos	Electrónicos	Electrónicos
Salidas de emergencia en ventanillas	2 ventanillas laterales de emergencia en ambos lados	2 ventanillas laterales de emergencia en ambos lados	3 ventanas de emergencia lado izquierdo y 2 lado derecho	2 ventanillas laterales de emergencia en ambos lados	2 ventanillas laterales de emergencia en ambos lados
Laminación interior	Formica	Formica	Formica	Formica	Formica
Laminación exterior	En acero galvanizado	En acero galvanizado	En aluminio	En aluminio	En acero galvanizado
Iluminación interior	LED's	LED's	Lámparas fluorescentes.	Lámparas fluorescentes.	Lámparas fluorescentes.
Iluminación exterior	LED's	LED's	LED's	LED's	LED's

Tabla 4.13 Ficha Técnica de las Unidades de Transporte

A continuación se muestra el criterio de ponderación para la selección de las unidades.

10	Excelente
9	Muy bueno
8	Bueno
7	Regular
6	Suficiente
5	Deficiente

De donde en base a estos valores se escogieron 2 unidades (Ver tabla 4.14) que son: DINA RIDDER G y Mercedes-Benz GRAN VIALE LE CNG; donde el primero será para el Servicio Normal y el segundo para el Servicio Express (Ver figura 4.13).

- a) Autobús de pasajeros,
marca: DINA
RIDDER G



- b) Autobús de pasajeros,
marca:
Mercedes-Benz
GRAN VIALE
LE CNG



Figura 4.13 Unidades de Transporte

	Características	Peso	DINA RIDDER		DINA RIDDER G		Mercedes-Benz GRAN VIALE LE CNG		VOLVO ACCES		VOLVO PROCITY	
			Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
Tren motriz	Motor	10	9	90	10	100	10	100	9	90	9	90
	Combustible	10	9	90	10	100	10	100	9	90	9	90
	Capacidad del tanque de combustible	10	7	70	10	100	9	90	8	80	8	80
	Transmisión automática	8	9	72	9	72	0	0	0	0	0	0
	Transmisión estándar	9	0	0	0	0	10	90	10	90	10	90
	Tipo de neumáticos	10	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
Acabados	Piso	8	9	72	9	72	9	72	9	72	9	72
	Ventanillas	8	9	72	9	72	8	64	9	72	9	72
	Parabrisas	8	9	72	9	72	10	80	10	80	10	80
	Asientos	8	10	80	10	80	8	64	10	80	10	80
	Capacidad	10	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
	Puertas de ascenso y descenso	10	10	100	10	100	9	90	10	100	10	100
	Laminación interior	8	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80
	Laminación exterior	8	9	72	9	72	10	80	10	80	9	72
Iluminación	Iluminación interior	8	10	80	10	80	9	72	9	72	9	72
	Iluminación exterior	9	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90
Extras	Espacio para silla de ruedas	10	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
	Espejos interiores	8	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80
	Espejos exteriores	8	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80
	Salidas de emergencia en toldo	10	9	90	9	90	10	100	10	100	10	100
	Área delimitada para el operador	8	9	72	9	72	9	72	9	72	9	72
	Letreros de ruta	9	10	90	10	90	10	90	10	90	10	90
	Salidas de emergencia en ventanillas	10	9	90	9	90	10	100	90	90	90	90
Evaluación				1842		1892		1894		1888		1880

Tabla 4.14 Valores de Ponderación

4.5 ESTACIONAMIENTO DE LAS UNIDADES

A continuación se presentan los lugares temporales para el estacionamiento de las unidades de transporte debido a que en ambos paraderos (Santa Martha y Zapata) todos los andenes están siendo ocupados al máximo por las rutas previamente descritas.

En el paradero o cierre de circuito Metro Santa Martha a su costado derecho se encuentra un terreno bardeado perimetralmente de 11,058.04 metros cuadrados aproximadamente en donde se pueden pernoctar las unidades que recorrerán el Eje Vial 8 Sur (Metro Santa Martha – Metro Zapata y viceversa).

Y para el paradero o cierre de circuito metro Zapata existen 2 posibles lugares que son:

- a) Avenida División del Norte esquina con Municipio Libre (Eje Vial 7 Sur): es una avenida amplia por lo tanto se pueden estacionar las unidades, además de que intersecta al Eje Vial 7 Sur que nos lleva directamente al metro Zapata, la longitud de separación entre esta avenida y el metro es de 742.90 metros aproximadamente (Ver figura 4.14).

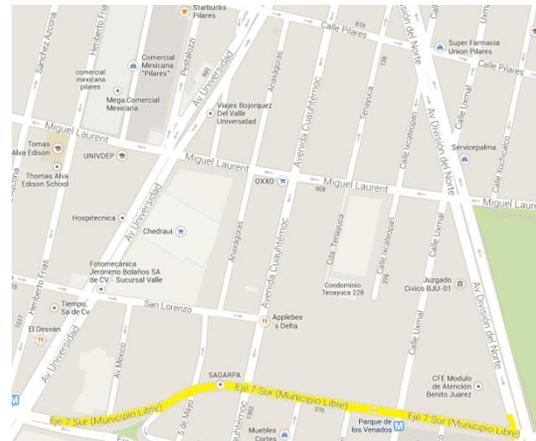


Figura 4.14 Trayectoria Av. División del Norte - Metro Zapata

- b) Calle Uxmal esquina con Municipio Libre (Eje Vial 7 Sur): es una calle amplia así que se puede aprovechar esta característica para estacionar las unidades además de que intersecta al Eje Vial 7 Sur que nos lleva directamente hacia el Metro Zapata, esta calle está más cerca del Metro Zapata ya que la longitud de separación de 542.97 metros aproximadamente.

Con base a las características de estas 2 opciones se elige la calle Uxmal para el estacionamiento de las unidades.

4.6 INICIO DE OPERACIÓN

Para establecer el itinerario que el servicio dará durante los 7 días de la semana con horario de operación matutino y vespertino, ya sea del Metro Santa Martha a Metro Zapata y viceversa y sin que existan traslape de inicio.

Para ello a continuación presentan 2 gráficas que muestran el intervalo de tiempo de salida entre las unidades, así como el tiempo de recorrido aproximado (de una hora y media) entre unidades.

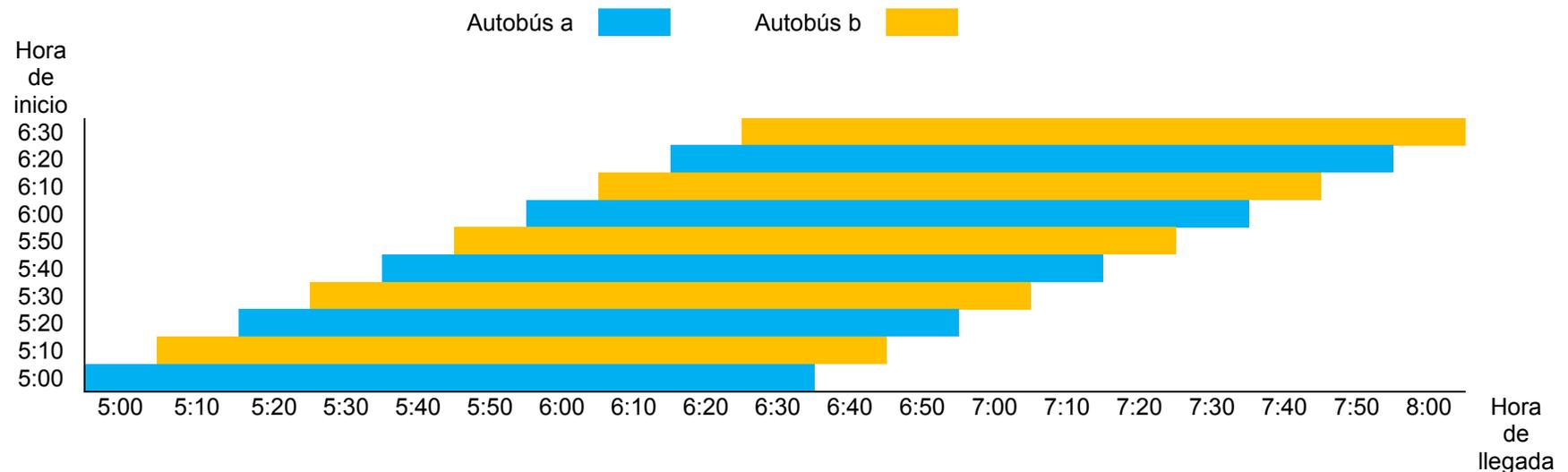


Figura 4.15 Gráfica Tiempo de Recorrido de Metro Santa Martha a Metro Zapata

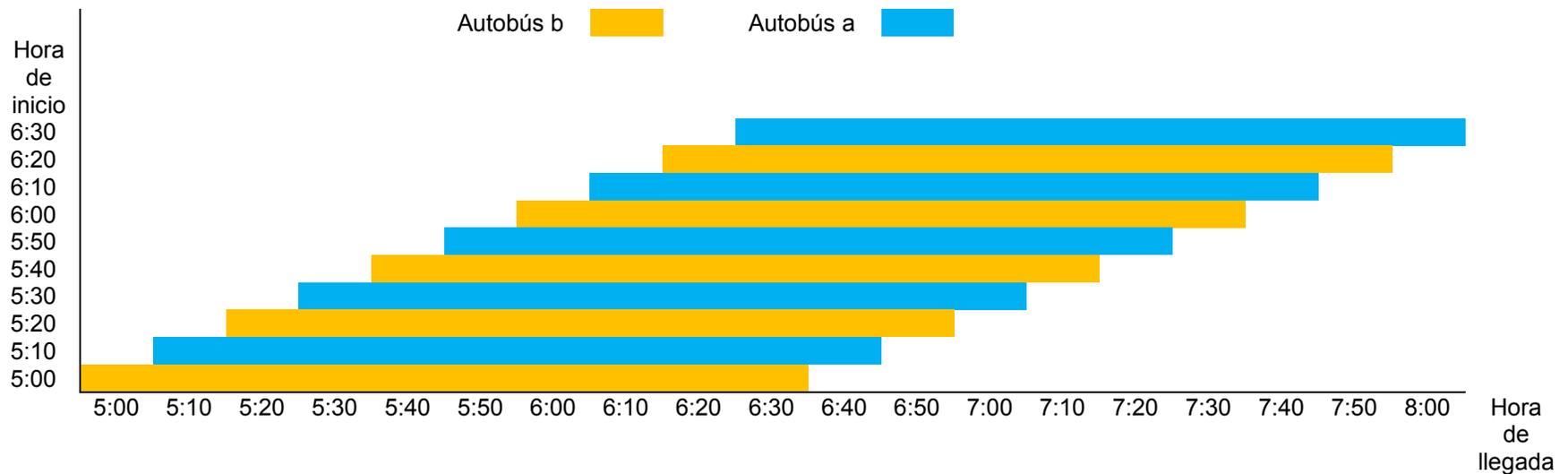


Figura 4.16 Gráfica Tiempo de Recorrido de Metro Zapata a Metro Santa Martha

Para ello se iniciara con 20 unidades (10 Mercedes-Benz GRAN VIALE LE CNG y 10 DINA RIDDER G).

El servicio de lunes a viernes será de 5:00 a 24:00 horas, los sábados de 6:00 a 24:00 horas y los domingos y días festivos de 7:00 a 24:00 horas, cada unidad trabajará 2 turnos que serán el matutino y el vespertino con jornadas de 9:30 horas cada uno.

Seguidamente se presenta la tabla dónde se indican los lugares de ascenso y descenso para los usuarios que harán uso del servicio que se están proponiendo, (Ver tabla 4.15).

Metro Santa Martha – Metro Zapata		Metro Zapata – Metro Santa Martha	
1	Generalísimo Morelos	1	Uxmal
2	Santiago	2	Div. del Norte
3	Octavio Sentíes II	3	Eje Central
4	Primavera	4	Canarias
5	Quebradora	5	Alhambra
6	Jalisco	6	Plutarco Elías Calles
7	Tinacos	7	Sur 73
8	Calle 17	8	Auriga
9	Calle 39	9	Cruz del Sur
10	Calle 55	10	La Viga
11	Calle 71	11	Avena
12	Metro Constitución de 1917	12	Maíz
13	Metro UAM I	13	Av. Tláhuac
14	Guadalupe Victoria	14	Metro Atlalilco
15	Metro Cerro de la Estrella	15	Puente Titla
16	La Estrella	16	Convento
17	Metro Iztapalapa	17	Estrella
18	Metro Atlalilco	18	Rojo Gómez
19	Av. Tláhuac	19	San Lorenzo
20	Año de Juárez	20	Fundición
21	Radames	21	Metro UAM I
22	Artesanos	22	Margarita
23	La Viga	23	Metro Constitución de 1917
24	J. A. Rivas	24	El Manto
25	Sur 85-A	25	Enriqueta Camarillo
26	Av. Rio Churubusco	26	Altamirano
27	Sur 75-A	27	Guadalupe Victoria
28	Sur 73	28	Cuitláhuac
29	Plutarco Elías Calles	29	Pozos
30	Alhambra	30	Zacapexco
31	Canarias	31	Palmitas
32	Eje Central	32	Camino a las minas
33	Tokio	33	Primavera
34	Pirineos	34	Av. de las Torres
35	Uxmal	35	Octavio Sentíes
36	Cuauhtémoc	36	Penitenciaria
37	Universidad	37	Santiago
38	Plaza Universidad	38	Generalísimo Morelos

Tabla 4.15 Paradas de Ida y Regreso

4.7 COSTO-BENEFICIO

El análisis Costo-Beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria.

La técnica de análisis de Costo-Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

Demanda de estimada de usuarios.

26,564 usuarios

Cálculo de demanda estimada de usuarios para el servicio propuesto:

- En una semana: $26,564 \times 7 \text{ días} = 185,948 \text{ usuarios}$
- En un mes: $185,822 \times 4 \text{ semanas} = 743,792 \text{ usuarios}$
- En un año: $26,564 \times 365 \text{ días} = 9,669,296 \text{ usuarios}$

Cálculo de ingresos:

- En un mes: $743,792 \times \$6 \text{ pesos} = \$4,462,752 \text{ pesos}$
- En un año: $9,669,296 \times \$6 \text{ pesos} = \$58,015,776 \text{ pesos}$

Costo anual estimado de combustible

Una unidad aproximadamente consume 120 litros de combustible por día

En un año consume: $120 \text{ l} \times 365 \text{ días} = 43,800 \text{ litros}$

Total consumido por 20 unidades en un año: $43,800 \text{ litros} \times 20 = 876,000 \text{ litros}$

Total consumido por 20 unidades en un mes: $876,000/12 = 73,000$ litros

Primer año			Segundo año			Tercer año		
Precio	Litros	Costo mensual	Precio	Litros	Costo mensual	Precio	Litros	Costo mensual
\$7.10	73,000	\$518,300.00	\$8.18	73,000	\$597,140.00	\$9.26	73,000	\$675,980.00
\$7.19	73,000	\$524,870.00	\$8.27	73,000	\$603,710.00	\$9.35	73,000	\$682,550.00
\$7.28	73,000	\$531,440.00	\$8.36	73,000	\$610,280.00	\$9.44	73,000	\$689,120.00
\$7.37	73,000	\$538,010.00	\$8.45	73,000	\$616,850.00	\$9.53	73,000	\$695,690.00
\$7.46	73,000	\$544,580.00	\$8.54	73,000	\$623,420.00	\$9.62	73,000	\$702,260.00
\$7.55	73,000	\$551,150.00	\$8.63	73,000	\$629,990.00	\$9.71	73,000	\$708,830.00
\$7.64	73,000	\$557,720.00	\$8.72	73,000	\$636,560.00	\$9.80	73,000	\$715,400.00
\$7.73	73,000	\$564,290.00	\$8.81	73,000	\$643,130.00	\$9.89	73,000	\$721,970.00
\$7.82	73,000	\$570,860.00	\$8.90	73,000	\$649,700.00	\$9.98	73,000	\$728,540.00
\$7.91	73,000	\$577,430.00	\$8.99	73,000	\$656,270.00	\$10.07	73,000	\$735,110.00
\$8.00	73,000	\$584,000.00	\$9.08	73,000	\$662,840.00	\$10.16	73,000	\$741,680.00
\$8.09	73,000	\$590,570.00	\$9.17	73,000	\$669,410.00	\$10.25	73,000	\$748,250.00
Costo anual		\$6,653,220.00	Costo anual		\$7,599,300.00	Costo anual		\$8,545,380.00

Costos totales durante 3 años

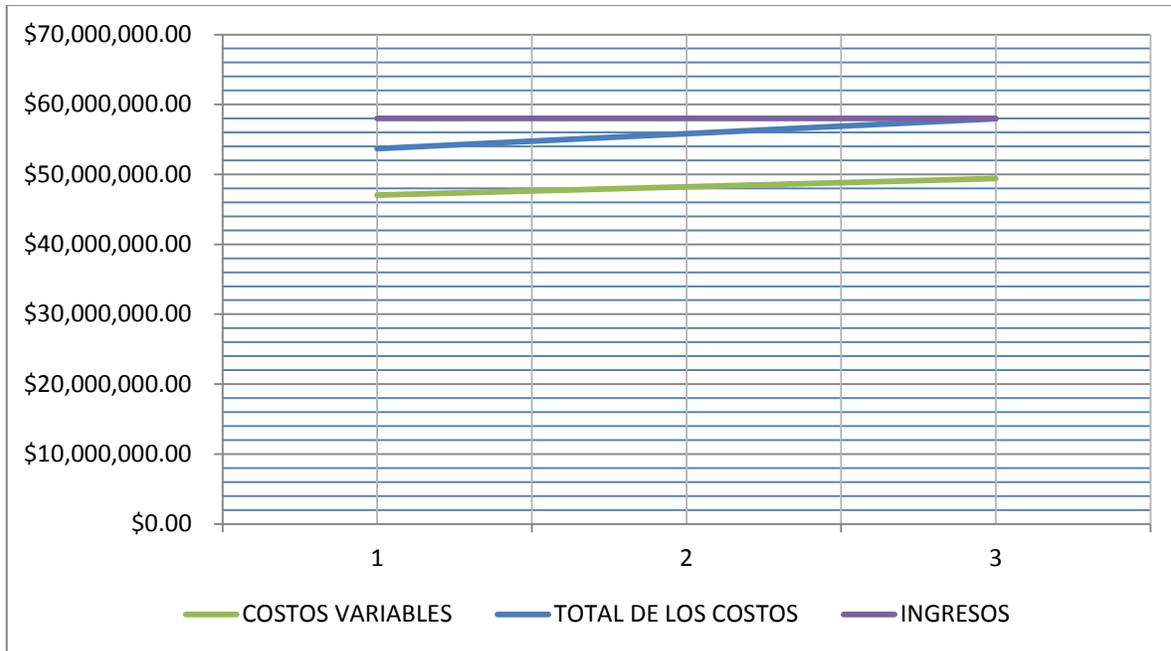
	Año		
	Primero	Segundo	Tercero
Ingresos	\$58,015,776.00	\$58,015,776.00	\$58,015,776.00
Costo Variable			
Combustible	\$6,653,220.00	\$7,599,300.00	\$8,545,380.00
Costos Fijos			
Renta anual del terreno	\$240,000.00	\$360,000.00	\$480,000.00
Renta anual del teléfono	\$6,588.00	\$6,588.00	\$6,588.00
Costo anual del agua	\$6,469.56	\$11,365.56	\$16,261.38
Costo anual de energía eléctrica	\$6,000.00	\$7,000.00	\$8,000.00
Otros costos	\$3,000,000.00	\$4,000,000.00	\$5,300,000.00
Costo anual de los operadores de autobús	\$3,360,000.00	\$3,494,400.00	\$3,634,176.00
Costo anual de secretaria	\$50,400.00	\$52,416.00	\$54,512.64
Costo anual del gerente	\$76,800.00	\$79,872.00	\$83,066.88
Depreciación de los Autobuses	\$10,000,000.00	\$10,000,000.00	\$10,000,000.00
Préstamo bancario anual	\$29,864,746.92	\$29,864,746.92	\$29,864,746.92
Total	\$46,611,004.48	\$47,876,388.48	\$49,447,351.82
Costos totales	\$53,264,224.48	\$55,475,688.48	\$57,992,731.82

Año	Variable	Costos ⁵		Ingreso	Ganancia
		Fijo	Total		
1	\$6,653,220.00	\$46,611,004.48	\$53,264,224.48	\$58,015,776.00	\$4,751,551.52
2	\$7,599,300.00	\$47,876,388.48	\$55,475,688.48	\$58,015,776.00	\$2,540,087.52
3	\$8,545,380.00	\$49,447,351.82	\$57,992,731.82	\$58,015,776.00	\$23,044.18

Estos datos se ven reflejados en la siguiente gráfica, la cual indica que a partir del cuarto año y en adelante la empresa ira tiendo perdidas.

⁵ Costos basados en la información obtenida del STE-DF

Punto de equilibrio



El punto de equilibrio se encuentra a los 3 años

Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

$$TMAR = i + f + if$$

Dónde:

i= Premio al riesgo

f= Inflación

El valor de premio al riesgo debe ser entre 10 y 15%, la inflación se toma del promedio de los 3 años asignados (2014, 2015, 2016).

Según el pronóstico del Banco de México, la inflación al terminar el año 2014 será por debajo del 4%, para el año 2015 se mantendrá cerca del 3% y para el año 2016 no hay pronóstico por lo tanto se supondrá que esta entre 3 y 4% para efectos prácticos.

Promedio de la inflación durante 3 años

$$\frac{3.8 + 3.3 + 3.8}{3} = 3.63\%$$

El premio al riesgo será de 11% debido a que la inversión fue un préstamo bancario y no hubo inversionistas privados que esperan tener más premio al riesgo que el banco.

Cálculo de la TMAR

$$TMAR = 0.11 + 0.0363 + (0.11 \times 0.0363) = 0.15$$

$$TMAR = 15\%$$

Valor Presente Neto (VPN)

Para calcular el VPN se utiliza la siguiente formula:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Dónde:

P= Inversión Inicial

FNE= Flujos Netos de Efectivo

i= Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

Cálculo del VPN

$$VPN = -70,000,000 + \frac{4,751,551.52}{(1+0.15)^1} + \frac{2,540,087.52}{(1+0.15)^2} + \frac{23,044.18}{(1+0.15)^3}$$

$$VPN = -63,932,393.05$$

Los criterios de evaluación son: si $VPN \geq 0$, acepte la inversión; si $VPN < 0$, recházela; por lo que el valor presente neto es negativo, esto nos indica que dicho proyecto no es económicamente viable.

CONCLUSIONES

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana. En este sentido puede haber diferentes ideas, inversiones de monto distinto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a satisfacer las necesidades del ser humano en todas sus facetas.

El proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporciona insumos de varios tipos, producirá un bien o servicio útil a la sociedad.

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que este sea, tiene por objetivos conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable.

Este proyecto propuesto a un grupo de permisionarios para ver la factibilidad para obtener la concesión exclusiva del Eje Vial 8 Sur (Metro Santa Martha – Metro Zapata), el cual cubre sus perspectivas de operación y considerando que por políticas gubernamentales el transporte urbano debe ser con la tecnología de punta actual.

Pero si este proyecto se convirtiera en social y fuse absorbido en este caso por el Gobierno del Distrito Federal para modernizar el servicio completo del organismo público descentralizado Red de Transporte de Pasajeros (RTP) daría un gran impacto social y ecológico y para el usuario una transportación suave, agradable, eficaz con ascensos y descensos establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baca Urbina, Gabriel, *Evaluación de Proyectos*, McGraw-Hill, México, 2013.
- Molinero Molinero, Ángel y Sánchez Arellano, Luis Ignacio, *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración*, UAEM, México, 2002.
- Álvarez de la borda, Joel y Lazarín Guillén, Javier, *Tesis: La compañía de tranvías de México, S.A.*, México, 2002.
- Campos Acosta, Juan Silverio, *Tesis: Sistema de conservación y mantenimiento del transporte eléctrico, trolebús serie 4700*, México, 2011.
- Banco de Desarrollo de América Latina, *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina*, CAF, Panamá, 2011.
- Lloyd Wright, y Walter Hook, *Guía de Planificación de Sistemas BRT*, Institute for Transportations & Development Policy, New York, 2007

MESOGRAFÍA

- <http://legislacion.vlex.com.mx/vid/manual-apartado-organizacion-federal-ma-408623798>
- <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>
- <http://www.dgplades.salud.gob.mx/descargas/dhg/ACB.pdf>
- <http://www.aulafacil.com/proyectos/curso/Lecc-16.htm>
- <http://www.banorte.com/quote/controller>
- <http://ciudadanosenred.com.mx/los-tranvias-de-mulitas/>
- <http://www.mexicomaxico.org/Tranvias/TRANVIAS.htm>
- www.ste.df.gob.mx/transparencia/pdf/normatividad/manual.pdf
- <http://www.mexicomaxico.org/Tranvias/Tranvias2.htm>
- <http://www.ste.df.gob.mx/antecedentes/50s.html>
- <http://www.ste.df.gob.mx/antecedentes/index.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_Transportes_EI%C3%A9ctricos_del_Distrito_Federal
- http://www.cgma.df.gob.mx/wb/stv/cinco_siglos_de_transporte_en_la_ciudad_de_mexico/_rid/71?page=1
- <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2654/9.pdf>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_Transporte_de_Pasajeros
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_\(Ciudad_de_M%C3%A9xico\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_(Ciudad_de_M%C3%A9xico))
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Estocolmo>
- upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8441/2/01.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Rede_Integrada_de_Transporte
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ruan>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Curitiba>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Curitiba>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Bogot%C3%A1>
- <http://www.transmilenio.gov.co/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Lima>
- <http://www.metropolitano.com/>

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Le%C3%B3n_\(Guanajuato\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Le%C3%B3n_(Guanajuato))
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Integrado_de_Transporte_Optib%C3%BAs
- <http://www.sibrtonline.org/downloads/s3-leon-sist-integra-4f3bb62456ee5.pdf>
- <http://oruga-sit.leon.gob.mx/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Guadalajara_\(Jalisco\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Guadalajara_(Jalisco))
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Macrob%C3%BAs>
- http://mexicolindoyquerido.com.mx/mexico/index.php?option=com_content&view=article&id=2194:macrobus-de-guadalajara&catid=195:las-grandes-ciudades-de-mexico&Itemid=70
- http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9xico,_D._F.
- <http://www.metrobus.df.gob.mx/>