



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proyecto de Ampliación
Línea 4 STC METRO CDMX**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

José Mauricio Mejía Pérez

ASESOR(A) DE INFORME

M.I. Silvina Hernández García



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Índice

Introducción.....	3
Objetivo.....	5
Capítulo I	
Marco de Referencia.....	6
El Metro en el Mundo y en México.....	6
Metro de Londres.....	8
Desarrollo en el siglo XX.....	9
Años 1930 y 1940.....	10
Desarrollo Posterior a la Guerra.....	10
Estaciones y Líneas.....	11
Material Rodante y electrificación.....	14
Historia en América... Los comienzos.....	14
Expansión reciente. Años 1970, 1980.....	15
Años 1990, 2000.....	16 El
Metro de la Ciudad de México.....	19
Plan Maestro del Metro en la Ciudad de México.....	24
Capítulo II Propuesta de la línea 4 del Metro.....	26
II.1 Estudios Realizados.....	27
II.2 Evaluación Mercadológica del Transporte de Pasajeros.....	28
II.3 Estudios de Campo.....	29
a) Parámetros Operativos del Transporte Público.....	29

b) Flujos de estaciones de correspondencia.....	32
c) Estudio de Aforos vehiculares.....	33
d) Diagnóstico de Movilidad en la Ciudad de México.....	34
Marco demográfico.....	34
Extensión de la Mancha Urbana.....	35
Formas y modos de transporte.....	36
El transporte público operado por el GCDMC.....	38
Desarticulación de la estructura modal.....	39
La estructura vehicular y su impacto ambiental.....	40
Contaminación.....	40
Las afectaciones a la salud y al tiempo de los viajes	41
La red vial.....	42
Capitulo III Propuesta.....	43
III.1 Primera Etapa.....	43
III.2 Segunda Etapa.....	48
Capítulo IV Resultados actuales de la Línea 4 del Metro.....	50
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	57

Introducción

Desde un punto de vista social una obra para las masas es bien vista incluso si carece de razón de ser o si tendrá una relación costo-beneficio positiva. A pesar de ello una obra como la propuesta en este trabajo por el fuerte monto de la inversión que representa debe tener un enfoque similar al de un negocio, y sin afán de lucrar, nos referimos con este planteamiento al

hecho de que la inversión debe estar justificada en todo sentido y traer con su operación mejoras y beneficios superiores a los desembolsos y costos que implicó su planeación, construcción y operación.

Los puntos fuertes o los beneficios de mayor impacto que en particular traería el desarrollo de la propuesta se mencionan y explican a continuación.

-Aprovechamiento de infraestructura ya existente y generar mayor afluencia hacia la Línea 4 trae un beneficio directo para la infraestructura con la que cuenta actualmente la línea, y que hoy en día ante la baja afluencia de la línea se encuentra desaprovechada.

-Creación de otro corredor Norte-Sur de la Ciudad, en los estudios las líneas que corren de Norte a Sur presentan la mayor demanda del Sistema, el desarrollo de un corredor más con un trazo paralelo y con conexiones clave para integrar la Línea 4 a la red tendría un impacto positivo en los flujos de viajes por toda la Ciudad.

-Reducción de la carga excesiva en las demás líneas de metro, la creación de una nueva línea y/o la extensión de una ya existente representa la creación de nuevas rutas que al atraer viajeros significaran el desahogo de rutas más saturadas, es decir, esta propuesta pretende equilibrar la demanda del metro y que la línea 4 tome parte de la afluencia de líneas mayormente saturadas.

Es importante contemplar proyectos futuros en la propuesta, ya que de esta forma se prevé que puedan trabajar conjuntamente y con ello se beneficia mayormente al usuario.

-Reducción en las horas-hombre pérdidas en viajes, se estima un tiempo promedio para la población de la Zona Metropolitana del Valle de México de 2 horas para transportarse al día, al multiplicarlas por el número de viajeros resulta una cifra millonaria de tiempo perdido en desplazarse, tiempo que se deja de aprovechar en actividades productivas y que repercute directamente en la economía de la zona, obras como la propuesta en este trabajo ahorran tiempos de viaje lo que se traduce directamente a pesos ahorrados.

-Reducción de emisiones contaminantes, el impacto de la propuesta considera la reducción en el uso de transporte privado así como transporte público de baja capacidad, lo que conlleva a la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera que a su vez se traduce en mejoras para el ambiente en especial para el aire y con ello mejoras para la salud de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México.

-Reducción en volúmenes de tráfico vehicular, otra benéfica repercusión es el aligeramiento en los volúmenes de tráfico que supone el aumento en el uso de la Red aunque sea en una mínima proporción con respecto a los inmensos volúmenes que circulan cada día por la Ciudad.

Objetivo:

Determinar la situación de la Línea 4 en el transporte de movilidad desde un aspecto social y en el desarrollo de una obra de ampliación para poder obtener un beneficio directo la infraestructura con la que cuenta actualmente la línea 4, esto en beneficio para de un mejor servicio a los usuarios y así tener el desahogo de otras líneas más saturadas, logrando un equilibrio en la demanda del metro y un desplazamiento en menor tiempo de los usuarios.

Teniendo como objetivo la planeación, revisión y reestructuración del metro aprovechando la infraestructura ya existente de la línea y creando nuevas rutas que nos permitan equilibrar la

demanda en la red del metro, complementando así la movilidad del Sistema Metro, con otros medios de transporte, logrando con ello aumentar y agilizar la capacidad de movilidad de la Red Metro, generando con esto propuestas de ampliación, teniendo como referencia planes maestros pasados.

Capítulo I

Marco de Referencia

El Metro en el Mundo y en México.

Metro (Sistema de Transporte)

El **metro** (apócope de **ferrocarril metropolitano**) es un sistema de trenes urbanos ubicado dentro de una ciudad y su área metropolitana. Se caracteriza por ser un transporte masivo de pasajeros en las grandes ciudades, uniendo diversas zonas y sus alrededores, con alta

capacidad y frecuencia y de forma segregada a otros sistemas de transporte. Los ferrocarriles metropolitanos se construyen de forma soterrada o en superficie, aunque la mayoría de sistemas utilizan modelos mixtos donde se combinan tramos en ambas modalidades.

Estos sistemas operan sobre distintas líneas que componen una red, deteniéndose en estaciones no muy distanciadas entre sí y ubicadas a intervalos generalmente regulares. El servicio es prestado por varias unidades de coches eléctricos que circulan en una formación sobre vías. Normalmente se integran con otros medios de transporte públicos y, a menudo, son operados por las mismas autoridades.

El metro es un sistema de transporte más rápido y con mayor capacidad que el tranvía o el tren ligero, pero no es tan rápido ni cubre distancias de largo alcance como el tren suburbano o de cercanías. Es indiscutible su capacidad para transportar grandes cantidades de personas en distancias cortas con rapidez, con un uso mínimo del suelo. Pese a que la tendencia expansiva de las redes de metro de las grandes ciudades las ha llevado a conectar con otros núcleos de población periféricos del área metropolitana, el tipo de servicio que prestan sigue siendo perfectamente independiente y distinguible del que prestan otros sistemas de transporte ferroviarios.

Metro es también el término más utilizado en el mundo para denominar a este sistema de transporte. Otros nombres usados en inglés son subway (sobre todo en Estados Unidos), underground y tube; U-Bahn en alemán; metropolitano o metro en portugués, metropolitana en italiano y chikatetsu en japonés, entre otros.

En 1843, el inglés Charles Pearson propuso, como parte de un plan de mejora para la ciudad de Londres, abrir túneles subterráneos con vías férreas. En 1853, tras 10 años de debates, el parlamento inglés autorizó la propuesta y en 1860 comenzó la construcción: el 10 de enero de 1863 abrió la primera línea de metro con locomotoras de vapor. El primer metro del mundo fue el subterráneo de Londres (denominado Metropolitan Railway), inaugurado en 1863 con seis kilómetros de longitud. En años sucesivos fue extendiéndose, de forma que en 1884 formaba un anillo de aproximadamente veinte kilómetros. A continuación se le añadieron líneas radiales,

en parte a cielo abierto y en parte en túnel, para constituir el Metropolitan and District Railway. Las locomotoras eran de vapor. Posteriormente se comenzó la excavación de túneles en forma de tubo y se electrificaron las líneas, de allí la denominación inglesa Tube.

La siguiente ciudad en tener metro fue Nueva York, cuya línea más antigua, que estaba totalmente separada del tráfico, la West End de la BMT, estuvo en uso desde el mismo año que el Subterráneo de Londres: 1863.

En 1896, Budapest (con la inauguración de la línea de Vörösmarty Tér a Széchenyi Fürdő, de cinco kilómetros) y Glasgow (con un circuito cerrado de 10 km) fueron las siguientes ciudades europeas en disponer de metro.

La tecnología se extendió rápidamente a otras ciudades en Europa y luego a los Estados Unidos, donde un elevado número de sistemas se han construido. A partir del siglo XX comenzó la expansión por Latinoamérica, Oceanía, África y Asia, donde el crecimiento ha sido más grande en los últimos años.

Más de 160 ciudades tienen sistemas de tránsito rápido, con un total de más de 8000 km de vías y 7000 estaciones. Otras veinticinco ciudades tienen nuevos sistemas en construcción en 2009.

El primer tren subterráneo del mundo hispanoparlante fue el de la ciudad de Buenos Aires, inaugurado en 1913 y antecediendo al de Madrid por espacio de seis años, con la Línea

A que circulaba por debajo de la avenida Rivadavia, con estación inicial en Plaza de Mayo.

Metro de Londres

El metro de Londres (en inglés: London Underground) es una red de transporte público ferroviaria eléctrica (un metro o sistema subterráneo) que funciona tanto por encima como por debajo de tierra en toda el área del Gran Londres. Es el sistema de transporte de este tipo más antiguo del mundo. Entró en funcionamiento el 10 de enero de 1863.

Los londinenses suelen referirse a él como Underground o de una manera más familiar como Tube, debido a la forma de sus túneles.

Hoy en día existen 274 estaciones abiertas y más de 408 kilómetros de líneas activas, con más de tres millones de pasajeros que usan el metro cada día (948 millones de transportes realizados en el periodo 2003-2004). Es la segunda red de metro del mundo (después de Shanghái) por kilómetros y la primera de la Unión Europea.

Desde 2003, el metro forma parte de la organización Transport for London (TfL), que también administra los autobuses de Londres, incluyendo los famosos autobuses rojos de dos pisos. Anteriormente London Regional Transport era la compañía propietaria del Metro de Londres. La primera sección del metro, llamada Metropolitan Railway (MetR, abreviadamente), realizaba inicialmente un trayecto entre Paddington (Bishop's Bridge), actualmente sólo Paddington, y Farringdon Street, una estación temporal cerca de la actual estación de Farringdon. Esta línea se convirtió en el primer trayecto de ferrocarril subterráneo de pasajeros del mundo. Aunque la autorización para su construcción se logró en 1854, una serie de retrasos debidos a motivos financieros y a otras razones retrasaron la inauguración de la línea hasta el 10 de enero de 1863. Ese día, 40 000 pasajeros utilizaron el novedoso medio de transporte; la frecuencia de los trenes era de 10 minutos. La línea fue ampliada en repetidas ocasiones; para 1880 ya la usaban hasta 40 millones de pasajeros al año, y en 1884 se finalizó la línea conocida como Inner Circle, actualmente Circle Line

En esa época utilizaban locomotoras a vapor, por lo que era necesario disponer de numerosos huecos de ventilación para la salida del vapor. Uno de los ejemplos más curiosos de espacio de ventilación se encuentra en el 23 y 24 de Leinster Gardens. Esas casas fueron demolidas para la construcción de la línea District entre Paddington y Bayswater, dejando ese espacio a cielo abierto para ventilación. Para evitar romper la estética de la calle se levantó una fachada de hormigón que imitara el diseño del resto de las fachadas de la calle.

El desarrollo de locomotoras eléctricas permitió la construcción de túneles a mayor profundidad de la que permitía la técnica del muro pantalla, utilizada hasta ese momento. Además, se mejoraron las técnicas para la construcción de túneles a gran profundidad. La

primera línea de este tipo (llamadas deep-level) y operada con locomotoras eléctricas fue la City & South London Railway (actualmente parte de la Northern Line), inaugurada en 1890.

Desarrollo en el siglo XX

A principios del siglo XX, había un total de seis compañías que explotaban las diferentes líneas del Metro. Esto ocasionaba multitud de problemas para los pasajeros, como tener que salir a superficie y andar una cierta distancia para realizar transbordo entre líneas. Además, los costes de mantenimiento de las líneas era muy grande, por lo que muchas de las compañías buscaban apoyo financiero para obtener el dinero necesario para expandir sus redes de Metro, así como electrificar las más antiguas que todavía utilizaban locomotoras de vapor.

El inversor más importante de esta época fue el estadounidense Charles Yerkes. Entre 1900 y 1902 adquirió el Metropolitan District Railway, junto con la aún no finalizada Charing Cross, Euston & Hampstead Railway (actualmente parte de la línea Northern). Además, también se hizo con el Great Northern & Strand Railway, el Brompton & Piccadilly Circus Railway (ambas fusionadas en el Great Northern, Picadilly & Brompton Railway), el núcleo de la línea Picadilly y el Baker Street & Waterloo Railway (actualmente la línea Bakerloo). Gracias a todas estas adquisiciones, el 9 de abril de 1902, Yerkes fundó la Underground Electric Railways of London Company Ltd.

Además de estas líneas de Metro, la empresa poseía tres líneas de tranvía; también adquirió la London General Omnibus Company. La empresa pasó a conocerse coloquialmente como "Combine".

El 1 de enero de 1913, la UERL absorbió otras dos líneas de Metro, la City & South London Railway y el Central London Railway (ésta fue la última línea importante que atravesó la ciudad de este a oeste, inaugurada el 30 de julio de 1900 y que unía las estaciones Bank y Shepherd's Bush).

Años 1930 y 1940

En 1933 se creó una corporación pública llamada London Passenger Transport Board. El "Combine" y todas las líneas de autobús y tranvía, tanto municipales como independientes, se unieron dentro de esta nueva corporación, germen de la actual Transport for London. Se inició un plan de expansión de la red de Metro a desarrollar entre los años 1935 y 1940, el cual incluiría tanto la ampliación de líneas existentes como hacerse con el control de otras líneas no pertenecientes al Combine; este plan quedó suspendido con la llegada de la II Guerra Mundial.

Debido al Blitz (bombardeo de Londres por la aviación alemana), desde mediados de 1940 se utilizaron muchas de las estaciones de Metro como refugios antiaéreos. En los cuales llegaron incluso a desarrollarse instalaciones sanitarias y alimentarias.

Desarrollo posterior a la guerra

Una vez finalizada la guerra, la congestión en el Metro aumentó en gran medida. Se realizaron nuevos planes para procurar rebajar el nivel de congestión. Así, se realizó un estudio cuidados para la línea Victoria, la cual tiene un trayecto en diagonal noreste-suroeste pasando bajo el centro de la ciudad. Esta línea absorbió gran cantidad del tráfico extra aparecido en los últimos años. Por otro lado, la línea Piccadilly llegó al Aeropuerto de Heathrow en 1977. La línea Jubilee, abierta en 1979, tomó parte de la línea Bakerloo, además de contar con túneles nuevos entre Baker Street y Charing Cross. Sucesivas ampliaciones de esta línea permitieron que en 1999 alcanzara Stratford, en el East End, incluyendo una completa remodelación del intercambiador de Westminster.

Desde enero de 2003 el Metro es operado de forma mixta por la iniciativa pública y la privada. Se ha cedido el mantenimiento de la infraestructura y de todo el parque móvil de trenes a compañías privadas, en concesiones de 30 años. La propiedad de esos elementos, junto con la explotación de las líneas, sigue corriendo por cuenta de TfL.

Originalmente, el color rojo de los trenes CO/CP/CP fueron pintados en rojo oscuro y aparece con letras de color dorado (con ribete negro). En 1973 esto fue cambiado a la palabra 'bus' de color rojo con letras blancas. Esta imagen muestra las dos variantes de lado a lado.

Estaciones y Líneas

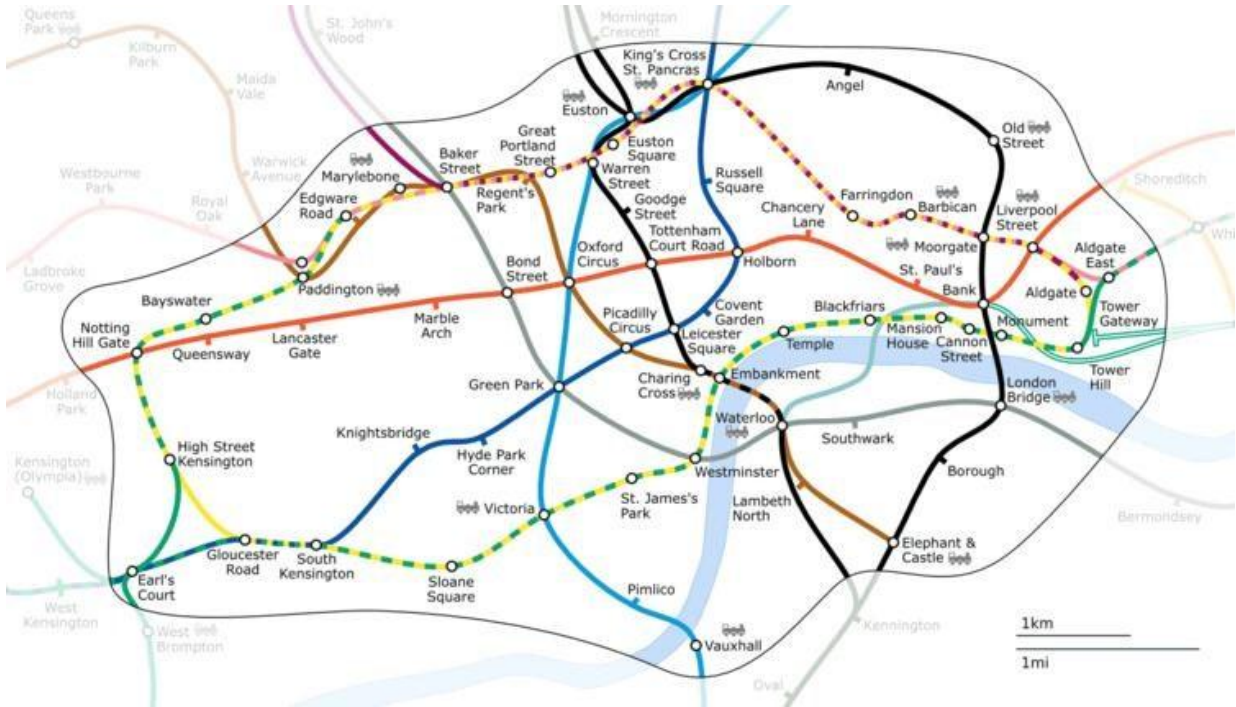
La tabla de abajo describe cada una de las líneas del metro de Londres, usando el color que se emplea para su representación en los mapas. También se da información sobre la fecha de apertura de la primera sección de cada línea y el tipo de túnel por el que circulan los vagones (subsuperficial hace referencia a una profundidad media de 5 metros; profundo amplía esta definición hasta los 20 metros, aunque esta distancia varía considerablemente). Mientras que las líneas de túnel son en su mayor parte auto-contenidas, las líneas de subsuperficie son parte de una red interconectada; cada una comparte vías con al menos dos otras líneas. El ordenamiento de subsuperficie es similar al del Metro de Nueva York, el cual también posee líneas "separadas" fuera de las vías compartidas.

El Metro de Londres posee 11 líneas. Hasta 2007 poseía una duodécima línea, la East London Line, pero fue cerrada por trabajos de conversión para transferirla al London Overground, y reabrió como una nueva línea de éste en 2010.

Líneas del Metro de Londres				
Nombre de la línea	Color	Apertura	Tipo	Longitud
 Bakerloo Line	Marrón	1906	Profundo	23 km
 Central Line	Rojo	1900	Profundo	74 km
 Circle Line ¹	Amarillo	1884	Subsuperficial	22 km
 District Line	Verde	1868	Subsuperficial	64 km
 Hammersmith & City Line ³	Rosa	1864	Subsuperficial	14 km

 Jubilee Line	Gris plateado	1979	Profundo	36 km
 Metropolitan Line ²	Morado	1863	Subsuperficial	67 km
 Northern Line ⁴	Negro	1890	Profundo	58 km
 Piccadilly Line	Azul	1906	Profundo	71 km
 Victoria Line	Azul claro	1969	Profundo	21 km
 Waterloo & City Line ⁵	Turquesa	1898	Profundo	2 km

1. Circle Line se hizo conocida como tal en 1949, aunque ya tenía un servicio establecido durante mucho tiempo en el sistema. Circle Line no se construyó como una línea separada, sino que se creó como un servicio que usaba parte de las líneas Metropolitana y Regional.
2. Originalmente llamada Metropolitan District Railway.
3. Originalmente formaba parte de la Línea Metropolitana. No se le dio este nombre hasta 1990.
4. La línea más concurrida del sistema, con dos ramas en el centro de Londres.
5. Bajo control de Transport for London desde 1994.



Parte de la red del Metro (sólo se muestra la Zona 1). Este mapa utiliza una distribución más ajustada desde el punto de vista geográfico que los mapas habituales, que emplean un estilo similar de representación.

El Subterráneo de Londres posee 268 estaciones; seis estaciones adicionales que están en la East London Line que son servidas por buses de reemplazo del Subterráneo, debido a los trabajos para que formen parte del London Overground. Catorce estaciones de Metro están fuera del Gran Londres, de las cuales cinco (Amersham, Chalfont & Latimer, Chesham, Chorleywood, y Epping) están bajo la autopista M25, que rodea a Londres. De los 32 municipios de Londres, seis (Bexley, Bromley, Croydon, Kingston upon Thames, Lewisham y Sutton) no pertenecen a la red de Metro, mientras que Hackney sólo tiene las estaciones de Old Street y Manor House en sus límites.

Material Rodante y electrificación

El Metro de Londres utiliza material rodante construido entre 1960 y 2014. Los vehículos de las líneas de subsuperficie son identificados con una letra, mientras que en los vehículos de túnel se identifican con el año en que fueron diseñados. Todas las líneas han trabajado con un tipo distinto de vehículos excepto la District Line, la cual usa vehículos de ambos tipos.

El Metro de Londres es una de las pocas redes en el mundo que usa un sistema de cuatro rieles. El riel adicional lleva el retorno eléctrico que es provisto por los rieles de desplazamiento al tercer riel. En el Metro un tercer riel está por detrás de los rieles de desplazamiento, a -210 voltios de corriente directa, la cual combina para proveer un voltaje de tracción de 630 voltios de corriente directa.

Historia en América

Uno de los primeros países americanos y del hemisferio sur que construyó su propia red de metro fue Argentina, en Buenos Aires, en el año de 1913. Hasta 1944 se inauguraron 5 líneas (Línea A en 1913, Línea B en 1930, Línea C en 1934, Línea D en 1937 y Línea E en 1944). En 2014 la red de subterráneos de la Ciudad de Buenos Aires transportó 222 millones de pasajeros.

Los primeros proyectos para un metro en Argentina se remontaban a 1886, cuando una casa comercial solicitó al Congreso de la Nación construir un "tranvía subterráneo" entre la Estación Central del Ferrocarril (que se hallaba junto al ala norte de la Casa Rosada) y la Plaza Once. En 1889 Ricardo Norton solicitó la concesión por perpetuidad para instalar dos ferrocarriles subterráneos: uno desde la Estación Central hasta Plaza Lorea, y de allí hasta Once. El otro uniría Plaza Constitución con la intersección de Lima y Avenida de Mayo. Estos dos ferrocarriles estaban planeados para tener doble vía y luz eléctrica. En este mismo año un tal Barrabino propuso al Concejo Deliberante de la ciudad construir un tranvía que circulase algunos tramos bajo tierra, pero el Ministerio del Interior le negó a la

Intendencia la facultad de dar concesiones para construir en el subsuelo de la ciudad. Por este motivo, los proyectos posteriores se presentaron directamente al mencionado ministerio. Cuando en 1894 se decidió emplazar el edificio del Congreso en su lugar actual, la idea del

subterráneo resurgió, pues se buscó acortar el tiempo de viaje entre la Casa Rosada y el Congreso (con el mismo fin también se pensó en construir un tramway aéreo eléctrico que fuera por la Avenida de Mayo). Miguel Cané, quien fuera Intendente de Buenos Aires (1892-1893), también expresó en 1896 la necesidad de construir un subterráneo similar al de Londres. **Expansión reciente**

Años 1970

Más de cinco décadas después, la Ciudad de México construye su propia red en 1969 (Metro de la Ciudad de México) construye e inaugura 3 líneas: la línea 1 de Zaragoza a Chapultepec; la línea 2 de Tacuba a Taxqueña; y la línea 3 de Tlatelolco a Hospital General.

Le siguen en Brasil las redes de metro de São Paulo en 1974 y Río de Janeiro en 1979. En Santiago de Chile se inauguran en 1975 la línea 1 de San Pablo a Moneda y 1978 la línea 2 de Los héroes a Lo Ovalle, del Metro de Santiago.

Años 1980

En los años 1980, hay un cierto auge de este sistema de transporte: En Brasil, las ciudades de Belo Horizonte, Brasilia, Recife, Porto Alegre, São Paulo, Río de Janeiro y Teresina poseen su propio metro.

En México, en la ciudad de Guadalajara se termina de construir la Línea 1 del metro. En la ciudad de Monterrey, Nuevo León, a partir del año 1987 se empieza a construir la línea 1. Se construyen e inauguran otras 5 líneas del Metro de la Ciudad de México, que suma así un total de 8 hasta entonces.

En 1986, en Lima se inicia la construcción del llamado Tren Eléctrico / Metro de Lima como metro elevado en el sur de la capital de Perú y durante el primer gobierno del presidente Alan García Pérez. No obstante, el proyecto fue detenido durante los subsiguientes gobiernos de los presidentes Alberto Fujimori y Alejandro Toledo. El proyecto se retomó y se continuó construyendo recién a partir del año 2009 durante el segundo gobierno del presidente Alan García Pérez.

Venezuela se convirtió el sexto país americano en construir una red de metro en la ciudad de Caracas en el año 1983, con la inauguración de la Línea 1 que va de Propatria a Palo Verde.

Años 1990

Tren del Metro de Medellín, inaugurado en 1995. Durante los años 1990, se construyeron los metros de Medellín, se terminaría en 1991 el de Monterrey en México y se construirían otras 3 líneas en la Ciudad de México, así como la ampliación de muchas redes ya existentes.

En 1991 se inaugura la Línea A del Metro de la Ciudad de México, siendo la décima línea en ser construida, pero la novena en ser inaugurada, además de ser la primera en la que se emplean trenes de rodadura férrea alimentados por catenaria. Tras la inauguración de esta línea, quedan 9 en la Ciudad de México.

En 1994 se inaugura la Línea 8 del Metro de la Ciudad de México, quedando 10 líneas para entonces en esa ciudad.

En 1995 se inaugura el Metro de Medellín.

En 1997 se inaugura la línea 5 del Metro de Santiago.

En 1999 se inaugura la Línea B del Metro de la Ciudad de México, quedando 11 líneas entonces en esa ciudad.

Años 2000

Tren del Metro de Lima.

La capital de Brasil posee su sistema de metro. Puerto Rico se convierte el primer país del Caribe en contar con su propio sistema de metro, el Tren Urbano, inaugurado en San Juan en 2004.

En Brasil, la ciudad de Salvador tiene este sistema de transporte en 2006.

En Argentina, la red de Subte de Buenos Aires inaugura su sexta línea, la línea H, en 2007.

En Santiago de Chile se inaugura la línea 4 (2005) y línea 4A (2006) del Metro de Santiago, ambas de rodadura férrea.

En Venezuela, se empieza un nuevo auge con la inauguración de los metros de Los Teques, Valencia y Maracaibo en 2006.

Se estudia la construcción de un Metro en la ciudad chilena de La Serena, el año 2006.

En Venezuela empezó la construcción del metro de las ciudades de Guarenas-Guatire, la segunda fase de las líneas 1 de los metros de Los Teques, Valencia y Maracaibo, la extensión de la línea 4 y construcción de la sexta del metro de Caracas en el año 2007.

En la ciudad de Santo Domingo de Guzmán, la construcción de su primera línea de metro está concluida convirtiendo a República Dominicana en el segundo país caribeño en contar con este tipo de transporte (véase Metro de Santo Domingo). En febrero de 2008 comienzan las pruebas y se realiza el viaje inaugural, abriéndose finalmente al público el 15 de noviembre de ese mismo año.

El 22 de septiembre de 2008 inicia la construcción de la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México.

Perú reinicia en 2009 la construcción del Metro de Lima.

Sistema de metro de República Dominicana.

En la década de 2010 surgen los siguientes proyectos:

Se anuncia a principios del 2010 en Córdoba, Argentina, el proyecto de construir una red de subterráneos en la ciudad capital de la provincia mediterránea; se trata de la segunda mayor urbe en Argentina y beneficiará ampliamente a la sociedad, al contar con un transporte masivo de pasajeros.

En la Ciudad de Panamá, Panamá, el nuevo gobierno, que encabeza el empresario Ricardo Martinelli, construirá una línea de tren urbano (Metro de Panamá), para satisfacer a una población de 900.000 usuarios. El proyecto inició en el 2010 y se tiene estimada su conclusión en el 2014. Panamá se convierte en el primer país centroamericano en emplear este medio de transporte.

En Santiago Chile, tras la inauguración de la extensión de la línea 5 en febrero del 2011, se anuncia la construcción simultánea de las líneas 3 y 6 del Metro de Santiago, la cual se inició en 2012. Al respecto cabe señalar que la Línea 6 fue inaugurada el día 02 de noviembre de 2017, mientras que la entrada en funcionamiento de la Línea 3 fue el 22 de enero de 2019. Ambas líneas son de rodadura férrea y alimentada por catenaria. En Lima, Perú, el 5 de abril del 2012 inicia la operación comercial del primer tramo de la línea 1 del Metro de Lima, después de haber sido inaugurado previamente y de manera simbólica el día 11 de julio del 2011 a la entrega de las obras por parte del contratista. El 12 de mayo del 2014 se inauguró el segundo tramo.

En República Dominicana, en la ciudad de Santo Domingo se inaugura la primera etapa de la segunda línea del Metro de Santo Domingo a mediados del 2012.

En la Ciudad de México, el 30 de octubre del 2012, se inaugura la Línea 12, tras un espacio de poco más de 12 años sin expandir el sistema de transporte. Es la segunda del parque vehicular en esa ciudad en emplear trenes de rodadura férrea alimentados por catenaria. En octubre del 2012 se realizan las obras del Metro Wanka, Perú, el segundo metro de Perú, ubicado en Huancayo.

En Quito, Ecuador, se construye la primera línea del Metro de Quito; siendo la primera línea de Metro del Ecuador. Su construcción inició en enero del 2016 y su inauguración está prevista para finales del 2019. Posee 23 kilómetros de longitud completamente subterráneos, 15 estaciones y 18 trenes de rodadura férrea alimentados por catenaria. Es la línea de metro más alta del mundo al estar a casi 2300 metros de altura sobre el nivel del mar. El 19

de junio del 2013 el gobierno de la República Dominicana anuncia la continuación de la construcción de la línea 2 del Metro de Santo Domingo.

En la ciudad de Panamá, Panamá, el 4 de abril del 2014, se inaugura la línea 1 del Metro de Panamá, el primer metro de Centroamérica.

En Lima, Perú, el 28 de abril del 2014, se firma el contrato para la construcción de la línea 2 del Metro de Lima al mismo tiempo que el primer tramo de la línea 4, líneas que unirán a Callao con Ate y que serán totalmente subterráneas; ese ambicioso proyecto gubernamental será el más grande del Perú hasta el momento

En Ciudad de Panamá, Panamá, el 6 de abril del 2014 se firma el contrato para la construcción de la línea 2 del Metro de Panamá. Se espera que para el año 2018 esté lista.

En Venezuela, en la ciudad de Caracas se inaugura la primera etapa de la línea 5 del Metro de Caracas el 3 de noviembre de 2015. En Bogotá, Colombia se avanza en el proceso de licitación del Metro de Bogotá construyendo así la primera línea de Metro de la ciudad y el segundo metro en Colombia después del de Medellín. Se espera que esta línea entre en funcionamiento para el año 2024 y cuente con una extensión de 25 Kilómetros en su primera fase

El Metro de la Ciudad de México

El Metro de la Ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren metropolitano que sirve a extensas áreas de la Ciudad de México. Su operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo (STC).

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.

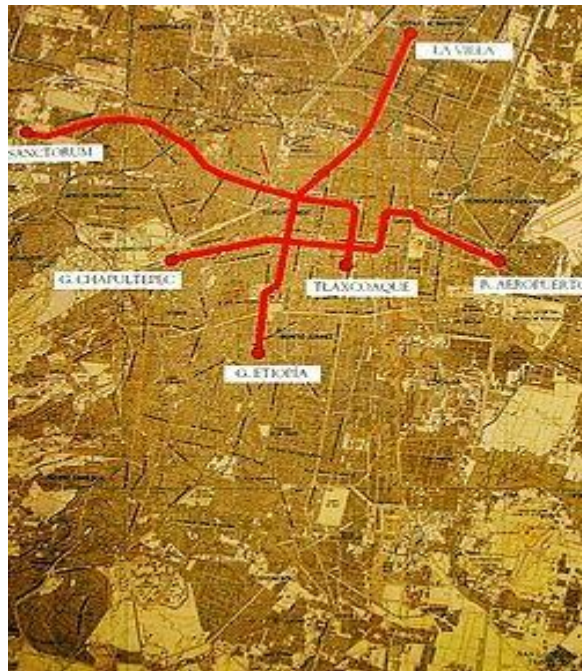
En el 2006 ocupó el tercer lugar a nivel mundial en captación de usuarios, al transportar a un promedio de 3.9 millones de pasajeros al día (en ocasiones superado por los metros de Nueva York, Moscú y Tokio).

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 o letra y color distintivo.

El parque vehicular está formado por trenes de rodadura neumática en diez líneas, y trenes férreos en las líneas A y 12.

La longitud total de la red es de 226.49 km. con 195 estaciones. El sistema tiene aproximadamente 3,333 vagones con una capacidad estándar de 1,530 personas por tren; 15,239 empleados directos; 1,684.94 viajes anuales por pasajero; 859.59 millones de kW en consumo de energía y 114.03 millones de kilómetros por vagón al año.

El metro está construido de forma subterránea (115 estaciones) superficial (54 estaciones) y viaducto elevado (26 estaciones). 184 estaciones se encuentran en la Ciudad de México y 11 en el Estado de México.



Propuesta de la etapa 1 del Metro, elaborada en 1967.

Las grandes ciudades se caracterizan por conflictos viales debidos a la elevada demanda de transporte e intensa actividad económica. El Distrito Federal inició el siglo XX con aproximadamente 540 000 habitantes y 800 vehículos para satisfacer su demanda de transporte. Para 1953 la población se había incrementado a 3.5 millones y en 1960 la cifra superaba los 4.5 millones. Para 1964 había una fuerte tendencia hacia los 5 millones de habitantes en contraste

con las 7200 unidades de transporte público que circulaban por la capital (casi un 40 % de los viajes totales se hacían en el centro de la ciudad)

Existen antecedentes poco documentados sobre las propuestas de trenes metropolitanos en la Ciudad de México: estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México, en 1958, presentaron el proyecto de un monorriel para la Ciudad de México como tema de tesis; en 1960 Vicente S. Pedrero y Ramón C. Aguado presentaron al Departamento del Distrito Federal estudios de factibilidad para la construcción de un monorraíl, y en 1965, José María Fernández desarrolló un proyecto para la construcción de un sistema de transporte elevado y subterráneo.

El ingeniero Bernardo Quintana Arrijoja, fundador de la empresa mexicana Ingenieros Civiles y Asociados, SA de CV, hoy Empresas ICA, SAB de CV, 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 a Ernesto P. Uruchurtu, regente de la Ciudad de México de 1952 a 1966, quien la rechazó al considerarla económicamente costosa. Uruchurtu habría aconsejado al presidente Adolfo López Mateos negar el proyecto del metro en favor de promover más vías rápidas en la ciudad. Además, por entonces, México había roto relaciones con el Banco Mundial, por lo que carecía de fuentes para un financiamiento de gran magnitud. 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 Bernardo Quintana.

Luego de una visita a Japón en 1961, Quintana impulsó dentro de ICA la idea del metro. Dentro del mismo se vaticinaba que el proyecto fracasaría, por lo que Quintana trabajaría en los siguientes años en el desarrollo del mismo. Dada la renuncia de Ernesto P. Uruchurtu, Quintana presentó nuevamente su proyecto de transporte en el sexenio de Gustavo Díaz Ordaz. De nueva cuenta el obstáculo resultó el costo elevado de la obra. Gustavo Díaz Ordaz decidió aprovechar el acercamiento del presidente francés Charles de Gaulle hacia Latinoamérica. Alex Berger, empresario francés, entonces esposo de la actriz María Félix, amigo de Bernardo 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.

El proyecto de inversión llamado entonces "llave en mano", fue hecho por un consorcio entre la Compañía Mexicana de Comercio Exterior, la Cie Francaise d' Imporation et d' Exportation y el Banque Nacional de París. Los fondos franceses se pagaron a 30 años con una tasa del 3 % anual.

Alfonso Corona del Rosal, entonces regente de la ciudad, convenció al presidente Díaz Ordaz de aceptar el metro luego de que el alcalde de Montreal le mostrara la construcción del metro de esa ciudad con técnicas francesas, de que conociera el metro de París y de la confianza en Quintana en la ejecución de obra pública. Se optó por el sistema de rueda neumática, por ser más adecuado al suelo de la Ciudad de México, ya que absorbe el impacto de los hundimientos diferenciales y reduce el ruido por golpeteo, y había sido probado con éxito en París y Montreal.

Una de las principales preocupaciones del gobierno mexicano era la seguridad de la obra civil por las condiciones del suelo de la ciudad, por lo reducido del espacio en ciertas zonas de la ciudad para construir y por estar en un área sísmica, por lo que se formó una comisión de ingeniería mexicana y francesa, resolviendo los distintos retos que planteaba el metro de la capital mexicana basados en la experiencia del metro parisino.

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. Aunque no era el plan original, el gobierno de México cedió a Grupo ICA la obra civil y electromecánica con el fin de aumentar la responsabilidad de esa empresa en caso de fracaso.

Quintana habría planteado el programa de construcción "40 kilómetros de vía de operación en 40 meses de ejecución", trabajando para ello 38 mil trabajadores y 800 técnicos 24 horas, los 7 días de la semana. Para solucionar los efectos de la sismicidad capitalina, se optó por construir estructuras flexibles con los sistemas túnel de cajón y el de muros de Milán. Dicho sistema se basa en abrir zanjas para las paredes del túnel, estas se cuelan y se dejan fraguar, se realiza una excavación entre ambos muros, luego se cuela el firme del piso y por último la losa. De esta manera se previene el riesgo de deslaves del suelo y daños al entorno. Además, se utilizó un sistema de compensación del peso del suelo desplazado, en donde el túnel tiene que pasar lo mismo que el volumen de suelo que se sustrajo, basado en el principio de Arquímedes.

La obra tuvo un costo total de MXP\$ 2,530 millones, de los cuales, MXP\$ 1,630 millones provinieron del crédito francés y MXP\$ 900 millones por parte del Departamento del Distrito Federal.

El 4 de septiembre de 1969, Gustavo Díaz Ordaz y Alfonso Corona del Rosal, Regente del Distrito Federal de 1966 a 1970, inauguraron formalmente el servicio entre las estaciones Chapultepec y Zaragoza. Un tren construido por la compañía francesa *Alsthom*, 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 metro entró en operaciones un día después, el 5 de septiembre de 1969 a las 5:58 horas. Las primeras personas que compraron un boleto del metro en la taquilla de la estación Chapultepec fueron Gladys Pereyra Robles, estudiante de idiomas; Mario Medrano, comerciante, y Mario Jesús Ríos, estudiante, quienes fueron atendidos por Carlos Chávez Zempoaltécatl, taquillero.

En la entonces terminal Zaragoza, los primeros en abordar el primer convoy del día fueron Francisco Cervantes Alcalá y Juan Cáceres, así como otras 27 personas.

Plan Maestro del Metro en la Ciudad de México.

Es un instrumento utilizado para determinar metas de movilidad a cubrir por el Sistema de Transporte Colectivo en diferentes horizontes a futuro. Estas metas representan las ampliaciones óptimas del servicio de acuerdo a políticas de desarrollo urbano y posibilidades de ejecución. La traza de la red del Metro, desde sus inicios se hace mediante la planeación, de los puntos de origen-destino, en donde se mide el grado en el que se requiere construir una nueva línea o ampliar una ya existente, además de integrarla a puntos de interés, zonas de trabajo y comerciales, estos proyectos del Metro de la Ciudad de México se realizan a través del Plan Maestro, ya anteriormente definido, fungiendo como rector para la construcción de nuevas líneas y la ampliación de las ya existentes, estos planes han sufrido cambios, cancelaciones y omisiones con respecto a lo planeado. La demanda del metro a lo largo del tiempo, ha aumentado por lo que es necesario, analizar y llevar a cabo una continuidad para dichos planes, con una nueva visión a mediano y largo plazo del metro.

La versión 1996 también plantea el crecimiento de la Red hasta el año 2020 con un total de 15 líneas de Metro. En marzo de 2015, las líneas que proyectadas y pendientes de construcción son:

Línea 10: Eulalia Guzmán - Cuicuilco. En el trazo proyectado se construyó la Línea 1 del Metrobús

Línea 11: Santa Mónica - Bellas Artes. Fue concesionada, pero no se concretó por oposición vecinal

Línea 13: San Lázaro - Parque Naucalli. Presenta baja factibilidad

Línea C: Cuautitlán Izcalli - El Rosario

Línea D1: Coacalco - Ojo de Agua

Línea D2: Coacalco - Santa Clara

Las ampliaciones proyectadas para el Metro son:

Línea 4: Martín Carrera - Santa Clara

Línea 5: Politécnico – Tlalnepantla

Línea 6: Martín Carrera - Villa de Aragón

Línea 7: Barranca del Muerto - San Jerónimo

Línea 8: Garibaldi - Indios Verdes

Línea 9: Tacubaya – Observatorio

Línea B: Buenavista – Hipódromo

La versión actual del Plan contempla la realización de un nuevo plan de expansión de la red de Metro, considerando los cambios en los patrones de viajes de los habitantes de la ciudad, la incorporación de nuevos modos de transporte (principalmente el Metrobús, Tren Suburbano, Mexibús y nuevos corredores de transporte).

CAPITULO II

Propuesta de la Línea 4 del Metro

Aprovechando la infraestructura existente de la línea 4, para crear nuevas rutas que permitan equilibrar la demanda en la Red del Metro, para complementar el Sistema Metro con otros modos de transporte, para aumentar y agilizar la capacidad de movilidad de la Red Metro, considerando la generación de propuestas de ampliación, tomando como referencia Planes Maestros pasados.

Llevar a cabo una revisión, planeación y reestructuración del Metro,

Se deben hacer diferentes estudios que permitan conocer por donde se encuentra la mayor demanda de pasajeros, ver que Líneas son conflictivas y darles una solución, que Líneas no tienen mucha demanda y por qué no la tienen, ver todos los Sistemas de Transporte que interactúan con el Metro, reflexionar que el boleto del Metro prácticamente se está regalando, observar en que zonas de la Ciudad de México hace falta que circule el Metro; todo esto servirá para hacer un nuevo Plan Maestro del Metro en el cual nos permita desarrollar horizontes más precisos a corto, mediano y largo plazo.

La propuesta de ampliación de la línea 4 además de que representa crear un nuevo corredor de sur a norte y viceversa en la Ciudad, es una solución que optimiza los recursos del Sistema Metro, más específico de la Línea 4, al querer aprovechar al máximo la capacidad de sus instalaciones, que en la actualidad no cumplen con las expectativas planteadas en su construcción, es por eso que están subutilizadas.

Al ver como en algunas líneas de la Red de Metro se carga más la demanda de usuarios que en otras líneas, como es el caso de la Línea 4, se propone crear o buscar rutas nuevas para futuras Líneas de Metro que permitan que la demanda se equilibre. Con esto se va a lograr tener un servicio eficiente y cómodo, ya que los usuarios van a tener más posibilidad de llegar a un

destino. Proponer nuevos corredores que al conectarse con la línea 4 permitan que esta sea útil para la población

La propuesta de ampliación de la Línea 4 debe ser complementada con otros proyectos que liguen a esta línea de la mejor forma con el resto de la Red, esto permitiría garantizar cierta demanda para la misma, al ser atractiva la idea de transportarse por aquí.

Esto es algo de gran importancia, la coordinación entre el Metro y otros modos de transporte debe ser total, desde el punto de vista que estos alimenten y complementen a la red para darle un funcionamiento mejor, Sistemas de Transporte como el Tren Suburbano, Metrobus, Tren Ligero e inclusive Microbuses.

Elevar la tarifa del Metro representaría grandes beneficios al contar con mayores recursos para un mejor mantenimiento, aumento en el número de trenes así como en el número de kilómetros en la red. Todo ello puede garantizar menores tiempos de espera, así como mayores rutas y destinos a alcanzar a través de la Red del Metro.

Cada propuesta nueva de ampliación es conveniente que retome algunos aspectos de Planes ya hechos que son una referencia útil para proponer ya sea ampliaciones a líneas incompletas o líneas nuevas que sean verdaderas soluciones a los problemas de movilidad en la Ciudad así como incrementen la preferencia de la población por un sistema masivo y cero emisiones.

II.1 Estudios Realizados

La construcción de una línea nueva de Metro o la ampliación de una ya existente son proyectos de gran magnitud que implican inversiones millonarias que deben ser soportadas y justificadas para tener éxito.

Es por ello que en el desarrollo de una propuesta para un proyecto de esta envergadura se requieren toda clase de estudios técnicos, sociales y económicos que den certeza de que se están haciendo bien las cosas, así como que se sienten las bases y parámetros que guiarán la planeación y el desarrollo del proyecto.

Para un proyecto masivo con un gran impacto para la Ciudad como lo es una línea de metro, los estudios deben tener también su propia planeación así como implican cierta inversión en

su desarrollo para garantizar su veracidad y su precisión en el caso de las encuestas al requerir muestras de miles de personas.

Es por ello que para este trabajo se seleccionaron estudios ya realizados que nos permitieran ofrecer información veraz y precisa. Así que recurrimos a estudios utilizados en el Plan Maestro más reciente que data de 2015, a estudios realizados por otros organismos del Distrito Federal, como también recabamos algunos datos del INEGI.

II.2 Evaluación Mercadológica del Transporte de Pasajeros

La intención de este estudio es observar los juicios de los usuarios sobre los diversos modos de transporte y ver cuáles son los mejor y peor evaluados. Los resultados obtenidos en esta encuesta mostraron que los factores para elegir un modo de transporte son la cercanía al origen y destino, la seguridad, la limpieza y el costo, existiendo un importante mercado de clase media que se inclinaría por el transporte público si mejoraran en estos aspectos.

Otro punto del metro tratado en la encuesta fue el de la tarifa, donde se encontró disposición para un nuevo esquema de cobro basado en la condición del usuario: estudiantes, trabajadores, amas de casa, etc. También se encontró una opinión común respecto a la longitud excesiva en los trasbordos y a los intervalos de tiempo de paso de los trenes.

El modo de transporte más usado es el microbús-pesero, seguido del automóvil propio y en tercer lugar el metro, cuya desventaja es la cercanía de sus puntos de ascenso y descenso al origen-destino de los viajes.

Las conclusiones arrojadas de este estudio fueron:

- Aplicar una solución integral al problema del transporte público en el Área Metropolitana de la Ciudad de México.
- Fomentar uso de modos de transporte menos contaminantes.
- Ampliar la cobertura del Metro a la periferia de la mancha urbana.

- Privilegiar los ejes viales como rutas de transporte público.
- Establecer un sistema de control y seguridad más eficiente, dentro y fuera de las instalaciones del Metro.
- Apoyar el Metro con líneas de Metrobús y autobuses urbanos que corran paralelas a él, cuando la demanda lo justifique.

II.3 Estudios De Campo

a) Parámetros Operativos Del Transporte Público

En este estudio se obtuvieron indicadores relacionados con la operación del servicio de transporte público y privado en los principales corredores del AMCM.

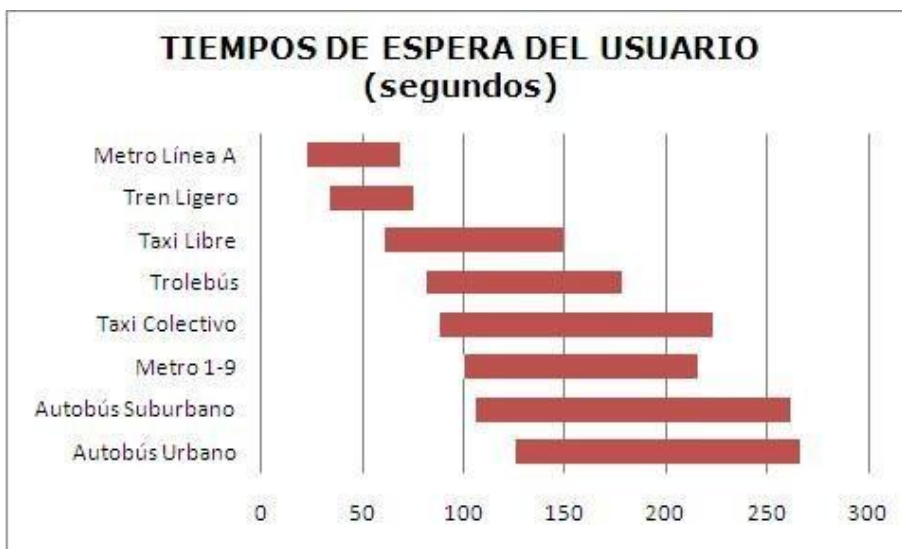
Los principales datos recabados fueron velocidad de operación, tiempo de espera e intervalos de paso y a partir de ellos podemos valorar el nivel de servicio de cada modo de transporte.

En lo que se refiere a transporte de superficie, el más rápido es el automóvil particular, después siguen el tren ligero, el taxi libre, los autobuses suburbanos y urbano y por último el taxi colectivo. Pero con cerca de 30 km/hr que fue el mejor promedio en automóvil particular se queda lejos de los 42.5 km/hr que logró el Metro.



Gráfica 1: Comparación de las Velocidades de Operación

Hablando de tiempos de espera del usuario, el menor lo tiene el taxi, seguido por el trolebús y demás autobuses y colectivos; el metro obtuvo entre 100 y 116 segundos en sus tiempos de espera, quedando en la media ya que el taxi logró alrededor de 66 segundos.



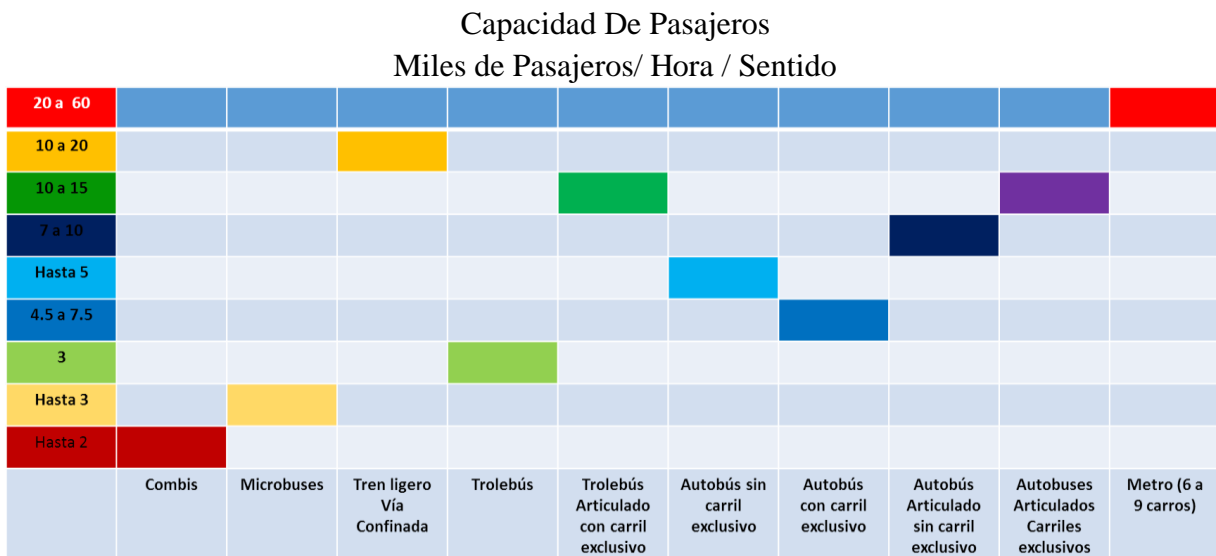
Gráfica 2: Comparación de los Tiempos de Espera

En los intervalos de paso de los diferentes medios de transporte, nuevamente el taxi obtuvo los menores tiempos al promediar poco más de 2 minutos; le siguieron el trolebús y demás autobuses. El metro le siguió muy de cerca al promediar 3.3 minutos por la mañana.



Gráfica 3: Comparación de los Intervalos de Paso

Otro punto a comparar es la capacidad de cada modo de transporte en cuanto al número de pasajeros que es capaz de viajar en ellos, en la siguiente tabla se muestra una comparativa entre los diferentes modos, notándose una gran diferencia entre el metro y los demás modos de transporte.



Gráfica 4: Comparación de Capacidad de Pasajeros.

Un dato interesante es que la longitud promedio que viaja un usuario del Metro es de 8.5 km, y el índice promedio de ocupación del automóvil particular es apenas de 1.7 pasajeros/unidad.

b) Flujos en Estaciones de Correspondencia

Este estudio se realizó a partir de una encuesta directa en las 44 estaciones de correspondencia.

Es importante acotar que el 70% de la captación diaria se da en 2 hrs de servicio del Metro, la primera es de las 8:00 a las 9:00 hrs y la segunda es de las 18:00 a las 19:00 hrs. Mientras que el mayor volumen de transbordos se da en las líneas 1,2, 3 y 9, mismas que concentran el 38% de la captación local.

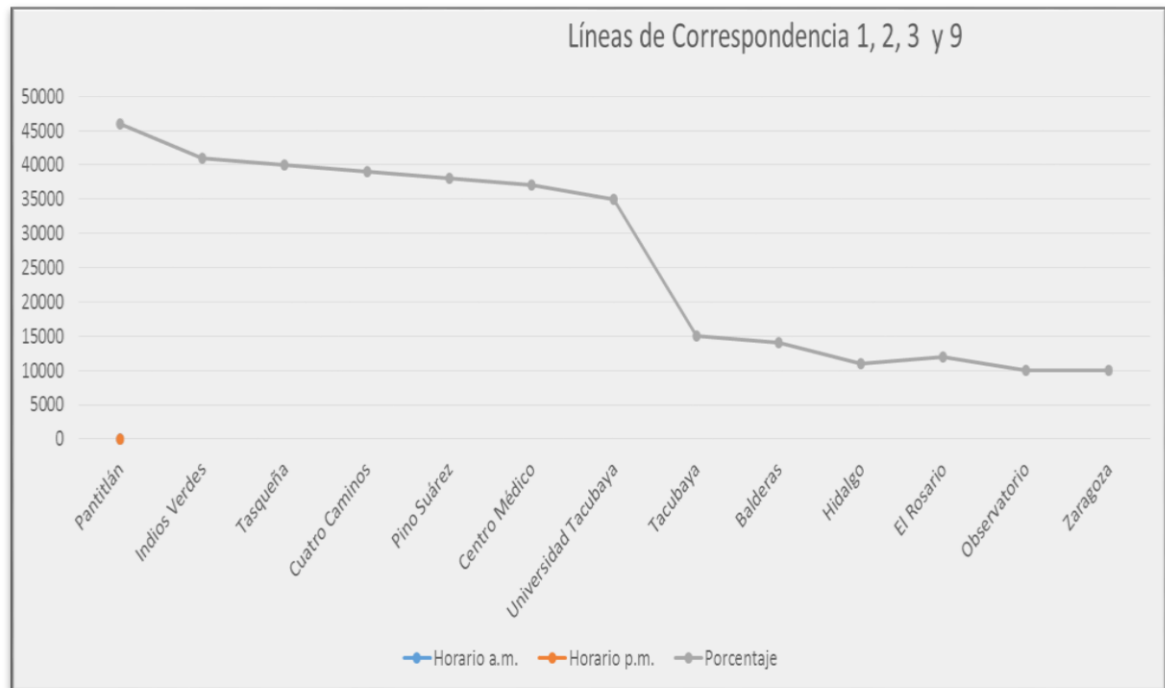
La línea 4 obtuvo el promedio más alto de transbordos proporcional a su captación por la necesidad del usuario de realizar al menos un transbordo.

En estas mismas dos horas se detectó un abordo de 30,000 en Pantitlán siendo el valor más alto, le siguió Indios Verdes con más de 20,000. Atrás de ella Cuatro Caminos, Centro Médico, Universidad, Taxqueña, Balderas, Hidalgo, El Rosario, Observatorio, Zaragoza y Tacubaya registraron más de 10,000.

En el mismo periodo descendieron 40,000 viajeros en Pantitlán, más de 20,000 en Indios Verdes y Universidad. Mientras que en Cuatro Caminos, Taxqueña, Universidad, Observatorio, Insurgentes, Chapultepec, Chilpancingo, Hidalgo y Centro Médico rebasaron los 10,000.

En promedio 70% del total de transbordos que se realizan por la mañana se presentan en Tacubaya, Balderas, Pino Suarez, Hidalgo, Centro Médico y Chabacano. Reduciendo este porcentaje a 60% por la tarde. El 35% de los usuarios del Metro realizan al menos un transbordo.

Las líneas con mayor volumen de carga son la Línea 1 (Tramo Merced-Pino Suarez) con 46,000 pasajeros/hr/sentido y la línea 3 (Tramo Guerrero-Hidalgo) con 41,000 pasajeros/hr/sentido. Mientras que las líneas con menor volumen son la 4 y 5 con un rango de 5 a 9 mil.



Gráfica: Flujo en Estaciones de Correspondencia

c) Estudio de Aforos Vehiculares.

Con este estudio se conocieron los flujos vehiculares de los principales corredores de la ZMCM. Los horarios más demandados son de las 7:15 a las 9:00 hrs, de las 13:00 a las 16:45 hrs y de las 17:30 a las 19:45 hrs.

Las vialidades más saturadas con aforos mayores a 5,000 vehículos/hr/sentido son: Anillo Periférico, Calz. Vallejo, Circuito Interior, Av. Insurgentes Norte, Av. Cuauhtémoc, Calz. De Tlalpan, Av. 608, Viaducto M. Alemán y la Calz. Ignacio Zaragoza. Vialidades entre 4 y 5 mil vehículos /hr/sentido: Aquiles Serdán, Av. López Mateos, Eje Central, Insurgentes Sur, Eje 6 Sur, Dr. Río de la Loza y Av. Río San Joaquín.

Vialidades con demandas entre 3 y 4 mil vehículos: Div. Del Norte, Paseo de la Reforma, Marina Nacional, Autopista México-Querétaro, Eje 5 Sur, Av. Central, Vía López Portillo, Vía Gustavo Baz, Autopista México-Pachuca, Eje 5 y 2 Norte.

d) Diagnóstico de Movilidad en la Ciudad de México.

La dificultad de movilidad en la Ciudad de México es un problema con relación directa en el crecimiento desordenado y mal planeado que se ha tenido en ella. En una cuenca que alcanza los 2,240 metros sobre el nivel del mar, hace más de medio siglo inició la ocupación masiva de su territorio por una población con un crecimiento sostenido, que desarrollando un gran cúmulo de actividades generaron un fuerte crecimiento que obligo a que la población excediera los límites administrativos y políticos de la ciudad, mezclándose con los municipios aledaños del Estado de México, conformando de esta forma la Zona Metropolitana del Valle de México que se integra de las 16 alcaldías de la Ciudad de México., 58 municipios del Estado de México.

Marco demográfico

Después de tres siglos con un crecimiento mínimo, la acelerada industrialización provoca una fuerte migración del campo a los centros urbanos y con ello comienza una etapa de un elevado crecimiento sostenido en la Ciudad de México que la llevo a pasar de un millón de habitantes en 1930 a 9 millones en 1970. Para rebasar los 18 millones de habitantes en el año 2000.

La ocupación física del territorio pasó de 22 mil 960 hectáreas a más de 741,000 ha., que representa el 0.37% de la superficie total del país. En ese fragmento del territorio nacional ocurrió la concentración humana, industrial, comercial y financiera más importante del país, donde se asientan 35 mil industrias y 3.5 millones de vehículos con altos consumos de energía fósil (gasolinas, diésel y gas) y todo ello en una cuenca que favorece la retención de emisiones

contaminantes. La Zona Metropolitana en 1998 consumió 301 mil barriles diarios de gasolina equivalente.

Extensión de la Mancha Urbana

A partir de los ochentas, la Ciudad de México comenzó a sufrir un despoblamiento de las delegaciones centrales sin importar la infraestructura urbana de estas debido a que la población comenzó una expansión hacia los municipios del Estado de México principalmente y en cierta parte también hacia las delegaciones del poniente, oriente y sur de la Ciudad.

La concentración de la población en las áreas externas de la Ciudad, ha cambiado cabalmente los patrones de viaje, mientras que en los 80's los viajes con origen-destino dentro del Distrito Federal representaban casi el 62 por ciento, en 1994 su participación se redujo a menos del 57 por ciento y los viajes inter delegacionales rebasaban ya con un 32% a los viajes al interior de cada delegación que tenían un 24%. Por lógica, los viajes que cruzan el límite entre el Distrito Federal y el Estado de México, aumentaron del 17 a casi el 22 por ciento; esto significa poco más de 4.2 millones de viajes por día. Para el año 2020 se estima que esta cifra alcance los 5.6 millones de viajes y represente cerca del 20% del total de viajes en la Zona Metropolitana del Valle de México (28.3 millones de viajes en total).

Las alcaldías con más viajes atraídos son las alcaldías Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, las cuales tienen una mayor proporción de viajes en transporte privado. Contrario a lo que sucede en las delegaciones y municipios de la periferia, mayormente en el oriente y el norte, donde la mayoría la tienen los viajes en transporte público.

La configuración de estos puntos de mayor atracción crean corredores de viajes Norte – Sur y Poniente – Oriente que atraviesa la ciudad como sus arterias más densas en la movilidad de las personas. Pero los viajes de la Zona Metropolitana del Valle de México no solo coinciden en espacio, sino también en tiempo ya que del total de 20.57 millones de viajes registrados, el 33% se llevan a cabo de 6 a 9 de la mañana.

Formas y modos de transporte

Una causa de los problemas de movilidad de la Zona Metropolitana del Valle de México es el hecho de que la expansión urbana ha producido un crecimiento de la demanda de viajes que no ha ido acompañada de una red de infraestructura de transporte adecuada. Entonces, la movilidad en el Valle de México se enfrenta a varios desperfectos e insuficiencias tanto en los modos de transporte como en la red vial que los ocupa. Esto genera el caos al tener en la misma ecuación una masa de cerca de 3.5 millones de vehículos interactuando en una red integrada con vialidades deficientes, con malas conexiones que impiden la armoniosa coordinación entre los diversos modos de transporte, afectando su velocidad, con ello el tiempo de trayecto, las emisiones de contaminantes y todo esto en contra de la salud de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Cabe hacer mención que se observa evolución en varios rasgos importantes.

- 1) La participación del vehículo privado se redujo de 25 a 16 por ciento entre 2000 y el 2015, a pesar de que el número total de vehículos aumentó en cerca de medio millón.
- 2) La participación del metro decreció de 19 a 14 por ciento a pesar del aumento en el número de kilómetros de líneas.
- 3) La base sustancial del transporte público en la Ciudad de México es el transporte de superficie (56 por ciento en 2000 y 70 por ciento en 2015). Sin embargo, mientras en 2000 predominaban los autobuses de mediana capacidad, hoy en día los modos de mayor atracción son de baja capacidad (microbuses y combis), provocando saturación de vialidades, inseguridad en su uso y un severo impacto ambiental.

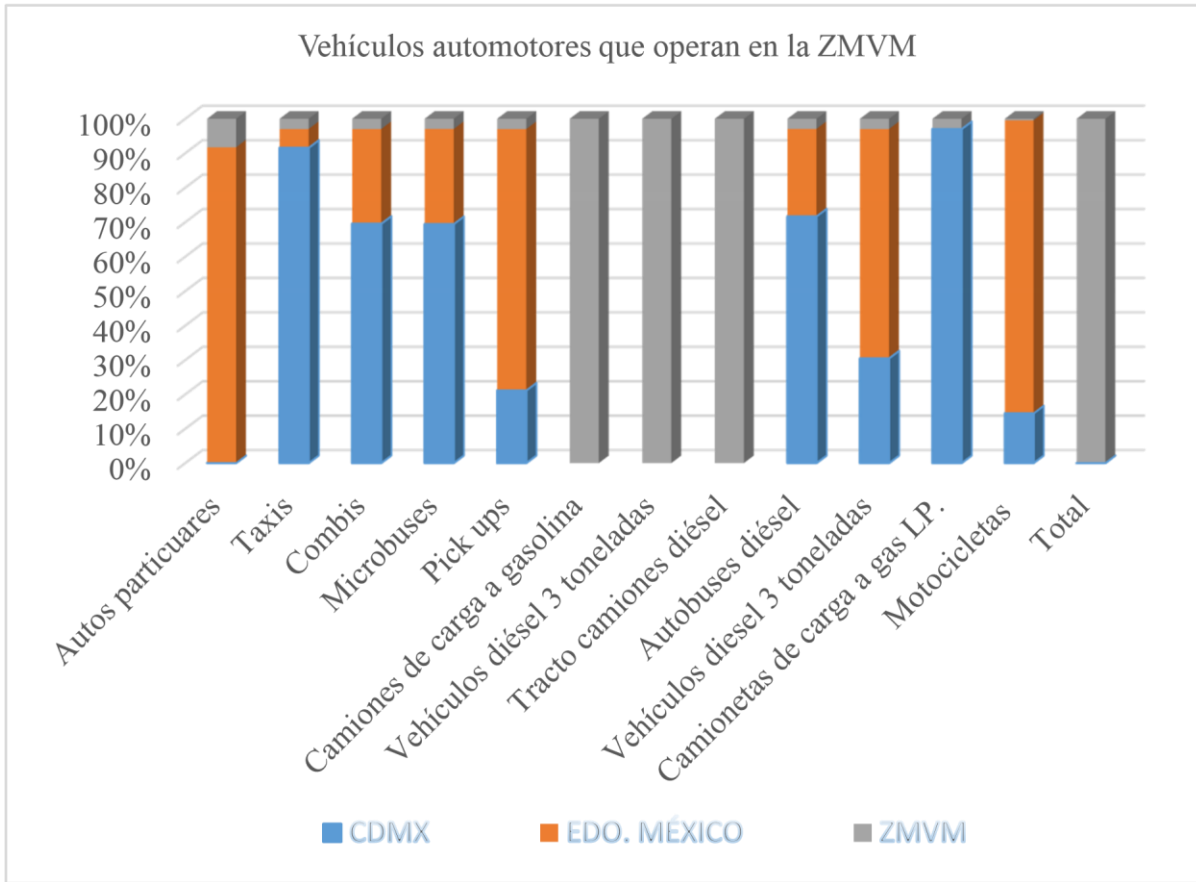
“De 1983 a 1998 tiene lugar un notable aumento de los viajes realizados en colectivos (microbuses y combis) al evolucionar de 8 a 55%, mientras que los servicios de transporte público administrados por el gobierno (metro, transporte eléctrico y autobuses de la ex Ruta 100), bajan sensiblemente su participación de 53.6% a 20.5% en este periodo.”

Para el año 2000 casi 60% de los viajes se realizaban mediante microbuses, combis y taxis. Este dato refleja una grave afectación en la eficiencia del sistema de transporte; nos debe preocupar el hecho de que más de la mitad de viajes se realicen en medios colectivos de baja capacidad.

Un censo del número total de vehículos muestra proporciones que complican su eficiencia y equidad. Como podemos observar en la Tabla siguiente, existe una clara mayoría de vehículos particulares, a pesar de que sólo representan cerca del 16% de los viajes personadía.

Hay diversos factores que explican la mayor proporción de los vehículos particulares, estos son el crecimiento económico, las mejoras sectoriales de ingresos, distancias cada vez más largas, deficiencias en el transporte público, facilidades de crédito y la ambición de status.

De acuerdo con los datos del Programa de Verificación Vehicular 2015, el número de vehículos en circulación es de 1.7 millones de automóviles particulares con placas del Distrito Federal, y 0.6 millones del Estado de México. En resumidas cuentas más del 95% del total de vehículos automotores que operan en la Zona Metropolitana del Valle de México captan menos del 20% del total de la demanda del tramo de viajes.



Encuestas revelan que el número de pasajeros promedio en vehículos particulares se ubica entre 1.21 y 1.76 personas por automóvil y el porcentaje de vehículos con un sólo ocupante figuraba entre el 48% y el 82%. Dado lo anterior es debido hacer las siguientes reflexiones, la primera es que en la Zona Metropolitana del Valle de México, el 84% de la contaminación atmosférica es producida por fuentes móviles. Y la segunda que transportar a una persona por automóvil consume 50 veces más espacio que en el transporte público.

El transporte público operado por el GCDMX.

El Sistema de Transporte Colectivo tiene la mayor infraestructura con la que cuenta el Gobierno de la Ciudad de México para solventar la demanda de servicios de transporte, este sistema permite un desahogo a la carga de las vialidades y aminora considerablemente el impacto ambiental por pasajero transportado. En la actualidad se realizan 1 millón 157 mil 490 vueltas anuales, lo que se traduce en una oferta de servicio de 3.4 millones de lugares anuales.

La disminución del índice general de captación del sistema indica rendimientos decrecientes, que en parte se explican porque sólo las líneas 1, 2 y 3 captan el 59% del total de usuarios.

El caso del sistema de transporte eléctrico es aún más crítico. La red actual de trolebuses tiene una extensión de 422 kilómetros, con 17 líneas, y un promedio de 344 unidades en operación. Por su parte, la línea del tren ligero tiene una longitud de 13 kilómetros a doble vía y opera en promedio con 12 trenes en horas valle y 15 en horas de máxima demanda. Sin embargo, en el periodo 1995 – 2000, el servicio presentó una reducción en el total de usuarios transportados del 53% para todo el sistema (56% para las rutas de trolebuses y 40% para la línea del tren ligero). De 168 millones de pasajeros transportados en 1995, se pasa a 79. De 7 pasajeros por kilómetro recorrido en 1995, se pasó a 3 pasajeros en 1998.

La Red de Transporte Público, creada en el año 2000, cuenta con un parque vehicular aproximado de 1 mil 400 unidades. En conjunto, los autobuses recorren diariamente 250 mil kilómetros. La creación de esta empresa tiene el objetivo de ampliar el número de autobuses de mediana capacidad que alimentan al metro en particular de las zonas de menores recursos económicos y que además permiten ordenar el transporte público de pasajeros.

Desarticulación de la estructura modal.

La mala planeación y coordinación de los modos de transporte en la ciudad da como resultado un sistema además de distorsionado, también desintegrado. La red debiera funcionar de la siguiente manera: En primera instancia el transporte de alta capacidad, es decir, metro, autobuses y trolebuses, deben ser la columna vertebral, mientras que el servicio concesionado de microbuses debería estar orientado a la alimentación de esta columna. Pero lo que realmente sucede es que la columna vertebral no siempre está trazada según los orígenes destino de los viajes, mientras que los servicios concesionados en vez de alimentarla compiten con ella, generando una sobre oferta de servicios en muchos casos.

Los Centros de Transparencia Modal (CETRAM), fueron concebidos originalmente con el fin de integrar y coordinar los diferentes modos de transporte, agilizando el trasbordo de los usuarios entre los diferentes modos, de manera segura y rápida, sin interferir en la continuidad

del flujo vehicular de la vialidad. Por el contrario, los CETRAM se han constituido en puntos saturados, donde se concentra una aguda problemática vial, urbana, social y económica.

En la CDMX existen 46 CETRAM y bases de servicios, 39 conectan a usuarios de autobuses y microbuses con el metro o con el tren ligero. Atienden aproximadamente a 4 millones de usuarios al día, bajo condiciones de servicio malas al no estar diseñados para la demanda que actualmente se presenta. Esto genera congestionamientos dentro y fuera de los CETRAM en horas pico, lo que repercute en contaminación y accidentes. Mientras que en horas no pico donde, la problemática son los excesivos tiempos de permanencia de las unidades dentro de los CETRAM, así como por la invasión de las calles de la periferia por unidades en espera durante largos periodos, al no respetar la vía pública y utilizarla como estacionamiento, lugares de abordaje y en el peor de los casos como áreas para reparación de las unidades, lo que genera un serio caos.

La estructura vehicular y su impacto ambiental.

Los vehículos con motor de combustión interna son la principal fuente de contaminación atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México según el Programa de Calidad del Aire (Pro aire). Esto lo explican 3 factores, uno es el hecho de que en la Zona Metropolitana del Valle de México circulan una cantidad superior a los tres millones de unidades; otro factor es la expansión de la mancha urbana la cual impacta en el incremento del kilometraje recorrido por viaje, y por último el continuo crecimiento del parque vehicular que genera un tránsito lento que implica mayor tiempo de operación de los motores en condiciones ineficientes y bajas velocidades de circulación. De acuerdo al inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, del total de vehículos, 94% de ellos utilizan gasolina, el 5% consumen diésel y el 1% gas LP. Del parque vehicular que utiliza gasolina, el 52% de los vehículos son anteriores a 1990, carecen de tecnología ambiental, son altamente emisores y aportan cerca del 68% de las emisiones totales. El 48% restante de los vehículos y que son los de 1991 en adelante, cuentan con tecnología ambiental y participa con el 32% de las emisiones.

Contaminación.

Todo lo mencionado antes, con el 80% del transporte que es producido por la expansión urbana y el desmesurado crecimiento de la urbe tiene una repercusión ambiental muy grave que empeora aún más dadas las condiciones geográficas de la cuenca del Valle de México. Esto radica en que la cuenca del Valle de México tiene del lado suroeste una cadena montañosa con una altitud promedio de 3,200 metros, y elevaciones que superan los 5,400 metros, esto forma una barrera natural que dificulta la libre circulación del viento y la dispersión de los contaminantes. Partiendo de este hecho, se complica el problema aún más al combinarse con el fenómeno de las inversiones térmicas que ocurren en el valle con frecuencia y que provocan un estancamiento temporal de las masas de aire en la atmósfera.

Otro fenómeno que se presenta en la zona y que tiene consecuencias perjudiciales son los sistemas anticiclónicos capaces de generar cápsulas de aire inmóvil en áreas que pueden abarcar regiones mucho mayores a la propia cuenca.

La altitud es otro factor perjudicial, ya que los 2240 msnm a los que se ubica el Valle de México implican que el contenido de oxígeno sea 23% menor que a nivel del mar, lo cual tiende a hacer más contaminantes los procesos de combustión.

Las afectaciones a la salud y al tiempo de los viajes

En esta cuenca se desarrolla casi un tercio de la actividad económica de la nación, es habitada por el 20% de la población total del país, y se consume un porcentaje similar del petróleo y de la electricidad usados en el resto del país debido a la gran demanda de energía que generan 30 mil instalaciones industriales y comerciales y casi 31 millones de viajes persona/día en malas condiciones de vialidades y de sistemas de transporte, con un constante aumento del número de vehículos y de las distancias y tiempos de traslado. Con ello se genera una cantidad de emisiones contaminantes muy elevada y en condiciones geofísicas nada propicias para su rápido desplazamiento como ya se mencionó.

Estas condiciones de vida dentro de la ciudad y la Zona Metropolitana del Valle de México afectan de manera grave la salud y los tiempos perdidos al transportarse.

Un dato clave para nuestro trabajo es el que nos da el Inventario de Emisiones de 2015, el cual es el hecho de que en el Valle de México se generan anualmente 4.4 millones de toneladas contaminantes al año, de las cuales el 76 % provenía del transporte. Esto nos hace reflexionar sobre la crucial importancia del desarrollo de transportes colectivos masivos y que además no producen emisiones, como el Metro.

En la Zona Metropolitana del Valle de México; a lo largo de la década de los noventa, alrededor de 88% de los días de cada año se rebasó la norma de protección a la salud. Las altas temperaturas de los meses de marzo a mayo presentan condiciones de mayor riesgo para la salud de la población, ya que en ella los niveles de ozono alcanzan concentraciones superiores al doble de los límites establecidos. Muestreos el año 2015 y 2017 también arrojan que se ha rebasado gravemente la norma para partículas suspendidas, en el primer año referido en un 52 por ciento y en el segundo en un 12 por ciento. Esto afecta negativamente y en forma aguda y crónica a la salud de todos los habitantes, en particular la de los grupos vulnerables como son los niños y las personas de la tercera edad.

Para 2010 los usuarios del transporte público y privado dedicaban diariamente casi 17 millones de horas. Un especialista señala: “el incremento en los tiempos de traslado es tan grande que, entre 1972 y 1994, han crecido casi 12% las horas- hombre consumidas por el transporte metropolitano. A eso habría que agregar el consumo energético, la depreciación de equipos e infraestructura, el deterioro de la salud humana, etc. “

La Red Vial.

La red vial de la Ciudad de México tiene una longitud cercana a los 9 mil kilómetros, de los cuales sólo cerca de 900 km. están catalogados como vialidad primaria. De ellas hay apenas 147 kilómetros de acceso controlado. Los 8,000 km. restantes corresponden a vialidad secundaria. Las vías primarias comprenden las vías de acceso controlado, las vías principales y los ejes viales. La estructura vial en su conjunto presenta una serie de deficiencias por falta de mantenimiento así como por el surgimiento de conflictos provocados por su discontinuidad y fragmentación.

La saturación de las vías primarias como Anillo Periférico, Tlalpan, Circuito Interior, y Calzada Ignacio Zaragoza, entre otras, ha provocado que la velocidad de desplazamiento en la ciudad en general se haya reducido drásticamente, en efectos concéntricos, hasta llegar a los 15 km. por hora en promedio, sin considerar que en horario pico la velocidad disminuye hasta en 6 km. por hora. Esto advierte de un fenómeno donde la saturación invade a las vialidades cercanas, sean primarias o secundarias. Los análisis de los flujos vehiculares en horas de máxima demanda (HMD) indican un bajo nivel de servicio que se traduce en saturación de las vialidades, en mayor tiempo de recorrido en los desplazamientos, en una gran pérdida de horas-hombre ocupados en el tráfico, mayores consumos de combustible e importantes niveles de contaminación al medio ambiente derivados de la baja velocidad vial.

La reducción de la velocidad promedio en la red vial se encuentra asociada a varias causas aparte de las ya mencionadas. De ellas sobresalen las intersecciones conflictivas en los puntos de cruce, que se acentúan en las horas de máxima demanda como son las de las primeras horas de la mañana donde coinciden trabajadores, amas de casa y estudiantes, y aún y cuando las vialidades primarias de la ciudad presentan un esquema adecuado de sentidos de tránsito, en los cruces se alteran los movimientos direccionales. Este comportamiento está asociado con la programación deficiente de los semáforos de manera especial con las vueltas a la izquierda.

Por último contribuye en gran medida al congestionamiento de las vialidades la escasa educación vial de los ciudadanos con malas prácticas para conducir y para estacionar sus vehículos.

CAPITULO III

Propuesta

A partir de los objetivos que se han planteado alcanzar en este trabajo se ha desarrollado la siguiente propuesta buscando una solución a los problemas que tiene la Línea 4 del Metro de la Ciudad de México. En esta propuesta se incluyen factores que van a intervenir en un futuro en el funcionamiento de esta línea, estos son el Sistema 2 del Tren Suburbano y la Línea

12, aunado a los problemas que ya acarrea la propia Línea 4 como son la poca demanda, la falta de interés y la poca utilidad que tiene para desplazar a los usuarios.

Es por ello que el resultado de este trabajo es una propuesta separada en dos etapas que se van a complementar con la red actual del metro, dándole un funcionamiento mejor, aumentando la rutas por las cuales la gente se pueda desplazar.

Parte importante de esta propuesta es también que los otros medios de transporte que circulan por la ciudad como los camiones, microbuses, trolebuses, entre otros, alimenten con pasajeros las ampliaciones que proponemos.

Se debe recalcar que estos medios de transporte no circulen en forma paralela al Metro si la demanda no lo justifica, como sucede, por poner un ejemplo, en la Avenida Congreso de la Unión con la Línea 4, ya que le quitan la demanda que debería de tener.

III.1 Primera Etapa

Gran parte de la gente que llega a la estación Martín Carrera, opta por tomar los autobuses Red de Transporte Público, que se desplazan de forma paralela a la Línea 4, pero con la diferencia de que estos alcanzan la zona sur de la ciudad, mientras que el Metro se queda en Santa Anita, eso explica la saturación en horas pico de estos camiones mientras el Metro circula con pocos usuarios.

Es por eso que esta etapa consiste en continuar el trazo de la Línea 4 hacia la zona sur de la Ciudad de México, empezando en la estación Santa Anita que se encuentra en la Avenida Congreso de la Unión, para continuar su trayecto por toda Calzada La Viga hasta cruzar la calle Santa Ana, misma que se convierte en Escuela Naval Militar llegando a una nueva estación que se encuentre en Calzada de la Salud.

Para esta extensión se propone que algunas de las estaciones se encuentren en avenidas importantes y transitadas como lo son el Circuito Interior Río Churubusco y Calzada Taxqueña, porque son puntos clave dada la gran afluencia debido a la gran cantidad de autobuses que pasan por estas avenidas. Se tiene también un transbordo con la Línea 12 en la estación

Mexicaltzingo ubicada en Calzada La Viga y Ermita-Iztapalapa, haciendo posible que los usuarios que en futuro se desplazarán por la Línea 12 puedan usar la Línea 4 como una opción más para llegar al centro de la ciudad.

Dicha extensión va a permitir que la gente se pueda desplazar al sur de la ciudad y lo pueda hacer sin necesidad de transbordar a otras líneas que tengan el mismo destino, permitiendo equilibrar un poco la demanda que tienen las Líneas 2 y 3 con respecto a la Línea 4.

Esta extensión va a ser de gran utilidad para la gente que vive en el sur y quiere desplazarse a cualquier destino de la ciudad, ya que el Metro ofrecerá una alternativa rápida y libre del tráfico de la superficie.

El Sistema 2 de Tren Suburbano y la Línea 4 son de vital importancia para darle continuidad al viaje de los usuarios del Tren Suburbano que llegarán a la estación Martín Carrera, es por eso que en esta etapa se propone dicha extensión, ya que a través de esta línea los viajeros cuyo destino es el sur o el centro de la ciudad, tendrán otra alternativa para llegar, y no necesariamente utilizar la Línea 3 como normalmente lo harían.

Como consecuencia sería una buena medida para dar cabida a los pasajeros provenientes del Sistema 2 del Tren Suburbano y no afectar el funcionamiento de Línea 3, ya que se saturaría aún más. En conjunto con la extensión de la Línea 4, formando parte de la 1ra etapa se propone una línea de metro que comience en la estación Candelaria hacia el poniente de la ciudad pasando por el Centro Histórico, por el cruce de Reforma-Insurgentes y por la Colonia Polanco por mencionar las zonas más importantes. Esta línea correría de forma paralela a la Línea 1.

Algunos puntos a destacar son los siguientes:

- Los usuarios del Metro provenientes de la Línea 4 y con destino hacia el centro de la ciudad, podrían descender en la estación Candelaria y así evitar el uso de la Línea 1 que al provenir de Pantitlán normalmente llega saturada a Candelaria, en

su lugar se tendría la opción de la nueva línea cuya terminal será Candelaria y por lo tanto el acceso a los trenes estaría libre.

- La nueva línea no tendría transbordo con la Línea 2, ya que sería contraproducente para esta línea por la cantidad de personas que se desplazan en la actualidad, por lo sería insostenible conectar una red más.
- Se pretende fomentar y aumentar el uso de la Línea 4, ya que con la extensión hacia el sur de esta y con la nueva línea hacia el centro del Distrito Federal, los usuarios tendrían más alternativas para desplazarse hacia esas zonas de la ciudad aparte de las líneas 1 y 3.
- Haría que los usuarios se interesen en utilizar la Línea 4, por lo tanto, ya no sería una carga para el Sistema de Transporte Colectivo, debido a que empezaría a generar ingresos que con el paso del tiempo permitirán que se equilibren las cuestiones económicas de la Red de Metro.
- También al aumentar la cantidad de usuarios en la Línea 4 va a disminuir el nivel de inseguridad y es probable que se vuelvan a utilizar los trenes de nueve vagones.

Esta nueva línea contaría con cuatro transbordos, los cuales estarían en la estación Candelaria de la Línea 4, en la estación San Juan de Letrán con la Línea 8, en Juárez con la Línea 3 y en Polanco con la Línea 7.

Se cuestionó y analizó si el transbordo de Juárez no traería conflictos en la Línea 3, y la respuesta es no, porque las personas que van de Indios Verdes hacia el Sur de la Ciudad podrán tener otra opción para ir a la zona centro, ya que actualmente la mayoría de la gente que toma esa línea se baja en la estaciones Hidalgo o Balderas, entonces el transbordo en Juárez sería una opción factible para los usuarios que se trasladan sobre la Línea 3.

Esta nueva línea permitiría a la Línea 4 convertirse en una línea transitada e importante para la población.

La forma en que ingresarían los nuevos trenes para circular por esta nueva línea sería a través de los talleres de Zaragoza, desplazándose por la Línea 1 hasta llegar a la estación Candelaria. Estos talleres atenderían también el parque de trenes de la línea.

El depósito de dichos trenes se colocaría extendiendo 1.5 km más las vías que llegan a la terminal provisional en la estación Polanco creando una cola, donde se guardarían uno tras otro.



Mapa: 1ra etapa

III.2 Segunda Etapa

En esta etapa lo que se propone es extender la Línea 8 de la estación Garibaldi a la estación Indios Verdes. Esta ampliación permitiría desahogar la Línea 3, un caso similar al de la estación Candelaria, o como sucede actualmente en la estación Tacubaya, los viajeros tendrían dos líneas ofreciendo rutas que se desplacen en forma paralela, llevándote ambas a lugares cercanos entre sí.

Esta extensión beneficiaría el transbordo de la estación Santa Anita, ya que será el punto de transbordo para las personas que se desplacen por la Línea 8 hacia el sur, mismo que en la actualidad es uno de los de menor afluencia.

Se propone que esta extensión tenga cuatro transbordos, uno que ya existe que es el de Garibaldi con la Línea B y tres nuevos que estarían en las estaciones Misterios de la Línea 5, La Villa de la Línea 6 e Indios Verdes de la Línea 3.

Una de las estaciones estaría ubicada en la Avenida Calzada de Guadalupe, avenida sin estación de metro actualmente, entonces es un punto importante para construir una estación y beneficiar a la población de la zona.

Esta extensión a Indios Verdes sumada a la 1ra etapa, permitirá al operar en conjunto que las líneas más conflictivas actualmente de la Red de Metro como la 1,2 y 3, se desahoguen. Por lo tanto se beneficiaría a muchos usuarios que tienen que transportarse por estas tres líneas principalmente.

Esto solo es una propuesta de lo que se podría hacer a largo plazo, se necesitan muchos estudios, pero esto es solo un indicio o una opción de por dónde empezar.

Capítulo IV

Resultados Actuales De La Línea 4 Del Metro

Descripción y características:

La Línea 4 del Metro de la Ciudad de México se construyó en dos tramos, el primero de Martín Carrera a la estación Candelaria, el cual se inauguró el 29 de agosto de 1981 y el segundo tramo de la estación Candelaria a la estación Santa Anita el 26 de mayo de 1982, contando con una cantidad de 10.747 km de longitud.

Esta línea estaba planeada en su trazo original para alcanzar la parte sur de la ciudad, pero por cuestiones económicas se truncó en Santa Anita.

Es la primera línea que se construyó de forma elevada con una altura de 7.5 metros, se hizo así debido a la menor densidad de construcciones altas en la zona. Solamente dos estaciones son de forma superficial Martín Carrera y Candelaria.

Está integrada por diez estaciones de las cuales seis son de correspondencia, incluyendo a las dos terminales y las cuatro que sobran son de paso.

Las estaciones de correspondencia son Martín Carrera con la Línea 6, Consulado con la Línea 5, Morelos con la Línea B, Candelaria con la Línea 1, Jamaica con la Línea 9 y Santa Anita con la Línea 8.

Estaciones:

- La estación y terminal Martín Carrera se encuentra ubicada en la alcaldía Gustavo A. Madero, la cual colinda con las colonias Martín Carrera, Díaz Mirón y 15 de Agosto. Tiene tres salidas correspondientes a la Línea 4, las cuales se encuentran en Avenida Ferrocarril Hidalgo, Avenida Mariano Arista esquina con San Juan de Aragón y Avenida Mariano Arista por el paradero de Martín Carrera.
- El símbolo de esta estación es el busto del General Martín Carrera por lo mismo que está ubicada en la colonia con el nombre del General.

- La siguiente estación es Talismán se ubica en la alcaldía Gustavo A. Madero en las colonias Ampliación Aragón y Granjas Modernas. Tiene dos salidas una al poniente en la Avenida Congreso de la Unión esquina Talismán y la otra al oriente en Avenida Congreso de la Unión esquina Oriente 17.

-El símbolo de esta estación es un mamut, esto se debe a que cuando se empezó la excavación para construir la estación se encontraron huesos de un mamut, aparte de que la avenida que se encuentra en esa zona se llama Talismán.

-Después sigue la estación Bondojito que significa nopalito, y se le llamo de esa forma debido a que en esa zona abundaban una gran cantidad de nopales pequeños. Se encuentra ubicada en la alcaldía Gustavo A Madero en las colonias Bondojito y Tablas de San Agustín. Cuenta con dos salidas una en Av. Congreso de la Unión equina Oriente 101 y la otra en Av. Congreso de Unión esquina Oriente 103.

- La estación que sigue es la estación Consulado que se encuentra en las colonias 20 de Noviembre y Mártires del Río Blanco en la delegación Gustavo A. Madero. Tiene dos salidas correspondientes a la Línea 4 que están en la Av. Congreso de la Unión esquina Oriente 87 y Av. Congreso de la Unión esquina Oriente 85. Su símbolo es la representación del Río Consulado que actualmente se encuentra entubado.

- Después sigue Canal del Norte que su símbolo representa una sección transversal del canal del Norte. Se encuentra en la alcaldía Venustiano Carranza en las colonias Ampliación Michoacana y Janitzio. También cuenta con dos salidas una en el oriente y otra en el poniente en la Av. Congreso de la Unión con esquina Talabarteros las dos salidas.

- La estación Morelos tiene como símbolo el busto de José María Morelos y Pavón, esto se debe a que la estación se encuentra ubicada en la colonia Morelos de la delegación Venustiano Carranza. Tiene dos salidas que corresponden a la Línea 4, una al oriente y la otra al poniente en la Avenida Congreso de la Unión esquina Herreros.

- La siguiente estación es Candelaria que el símbolo es un pato en el agua, esto se debe a que mucho tiempo atrás era una zona donde había una vecindad de lagos que cubrían la gran Tenochtitlán, esto originó que llegaran una gran cantidad de patos. Se ubica en las colonias El Parque y Candelaria de los Patos en la delegación Venustiano Carranza. Las salidas de la Línea 4 están en la Avenida Congreso de la Unión esquina Sidar y Rovirosa y la otra en la Av.

Congreso de la Unión esquina General Anaya.

- La estación Fray Servando tiene como símbolo la silueta de Fray Servando Teresa de Mier. Está ubicada en la alcaldía Venustiano Carranza en las colonias Aeronáutica Militar y Merced Balbuena. Tiene dos salidas que se encuentran en la Av. Congreso de la Unión esquina Fray Servando Teresa de Mier, una al poniente y la otra al oriente.

- La estación que sigue es Jamaica la cual se ubica entre las colonias Mixiuhca y Sevilla que se encuentran en la alcaldía Venustiano Carranza. Las salidas que tiene la Línea 4 están al poniente y oriente están en la Av. Congreso de la Unión esquina José María Roa. Su símbolo es una mazorca de maíz ya que se concentra su venta cerca del mercado de Jamaica.

- Por último tenemos la estación y terminal Santa Anita que se encuentra en la alcaldía Iztacalco en la colonia Santa Anita. Solo tiene una salida que es por la Av. Congreso de la Unión entre Canal Nacional y Viaducto. El símbolo de esta estación es un vendedor en su canoa, esto se debe a que en esta zona anteriormente se hacía comercio de legumbres y flores las cuales eran transportadas en canoas al centro de la ciudad desde la laguna de Chalco hasta el lago de



Texcoco.

Imagen 1: Estaciones de la Línea 4

Hablando de cuestiones de aprovechamiento en el 2010 tuvo una afluencia de 24, 935, 533 en comparación de la Línea 2 que es la que más afluencia tuvo con 264, 953, 384. Estas cantidades nos dicen que no mucha gente entra a las estaciones de la Línea 4, debido a que prefieren usar estaciones de otras líneas.

Conclusiones:

Teniendo claros los objetivos, de la ampliación de la Línea 4, concluimos que una de las principales y probablemente la más importante es por donde pasa y hasta donde es capaz de llevale como usuario. La mayoría de la gente trabaja en el centro o quiere desplazarse al sur, las líneas con mayor demanda son las líneas 2 y 3, así como la línea 1 que cruza el centro de la ciudad de oriente a poniente o viceversa y que conecta con las dos líneas anteriores. En la línea 4 solo tienes la opción de hacer dos transbordos en las estaciones Candelaria o Santa Anita, con la línea 1 y la Línea 8 respectivamente.

A la mayoría de la gente le conviene más utilizar la línea 3, debido a que si llega hasta el sur y sus transbordos no son tan conflictivos, y la ventaja que tienen la misma cantidad de gente que quiere subir es la misma que baja.

Otra razón para la ampliación son los sitios de alta concurrencia, como son centros de recreación (centros comerciales, museos, restaurantes) o de trabajo.

Los transbordos que tiene la línea 4, con la ampliación serían más aprovechables; Consulado, Morelos y Santa Anita que te llevan directamente a zonas importantes o de interés para los usuarios y no se tendría que transbordar dos o tres veces para llegar a las estaciones con mayor demanda y con esto se ahorraría más tiempo para llegar al mismo destino.

Los transbordos en las estaciones Martín Carrera, Candelaria y Jamaica estarían libres de afluencia de usuarios ya que no sería necesario el transborde de estas estaciones.

Esta situación, junto con otros problemas, afecta la competitividad de la metrópoli y la calidad de vida de sus habitantes, agava el desorden urbano y la exclusion social y pone en peligro su sustentabilidad.

Se requiere una coordinación entre los diversos ámbitos y entidades de gobierno con respecto al transporte, la vialidad y la movilidad dentro de la ciudad.

Y bien cabe mencionar que dentro de estas conclusiones el aporte que e tenido al elaborar este informe profesional en donde se a proyectado y propuesto la ampliación de una de las doce líneas existentes, como es la línea 4, en donde se realizaron estudios del subsuelo para determinar las posibilidades de la construcción y de dicha ampliación, asi como los costos que esto genera, pero siempre justificando el por que de la propuesta, ya que es una línea que correría desde el poniente hasta el sur de la ciudad pasando por el centro de la misma, ofreciendo el servicio a millones de usuarios diariamente, con esta ampliación hago notar que el metro de la Ciudad de México es el medio de transporte más eficiente y económico en el cual se debería de invertir un presupuesto más amplio para la ampliación y desarrollo de nuevas líneas.

En este informe e comparado costos de los diferentes medios de transporte haciendo notar que por solo \$5 pesos podemos reorrrer la Ciudad de Sur a Norte y de Este a Poniente de una forma rápida y segura, muy por encima de cualquier otro medio de transporte como son el metrobus que su costo actual y real es de \$6 pesos por una distancia muchas veces más corta y que al tomar otra línea de correspondencia se tiene que invertir otra cantidad igual de dinero, lo cual me llevo a analizar el caos vial que este medio de transporte genera ya que utiliza vías las cuales estaban destinadas al transporte no público, generando con esto contaminación y mayor tráfico en diferentes puntos de la ciudad, con lo cual analice de igual manera los taxis, microbuses y camiones de transporte público pertenecientes al gobierno y con todo esto demuestro que el metro es y seguira siendo el medio de transporte más eficiente al no contaminar y transportar a un numero mayor de usuarios diariamente, provenientes en su mayoria del estado de México.

En este contexto, los gobiernos de la Ciudad de México, Estado de México han emprendido diversas acciones en materia de transporte y vialidad, ya sea en forma individual o como parte de los proyectos inscritos en el Fondo Metropolitano, igualmente se han considerado los resultados de la encuesta Origen – Destino 2015, donde se exponen proyectos de largo plazo, los cuales permitirán disminuir los tiempos de recorrido, con lo cual la ampleación de la línea 4

nos estaría ahorrando recorridos, que en la actualidad se realizan en un promedio de cuatro horas diarias.

Con esta ampleación se atenderá una demanda superior a los 13 mil pasajeros/hora por sentido y un volumen de pasajeros por día superior a los 250 mil, y su horario de servicio será entre las 05:00 am y las 00:30 am.

Los beneficios que representa esta ampleación son:

- Ahorro en tiempo de traslado en viaje redondo de 1 hora, 20 minutos.
- Contribuirá a la reducción del tráfico y de los congestionamientos vehiculares.
- Transportación de 81.5 millones de pasajeros al año.
- Ahorro de 53 millones de horas, hombre equivalente a 592 millones de pesos.

Ya mencionados los beneficios de la ampliación de la línea 4, dado el hecho de que la cantidad de gente que va a llegar a Martín Carrera a través del mismo van a necesitar una opción de movilidad que les permita continuar su viaje hacia el interior de la ciudad.

La conclusión de este tema es que la construcción y ampliación de la línea 4 es lo más conveniente al reforzar y aumentar la infraestructura de la línea para convertirlo en un corredor atractivo que desahogue hacia el sur de la ciudad a los pasajeros provenientes del Norte de la Ciudad.

Bibliografía

-Antecedentes del metro

“Razones que originaron la creación del metro”

Año 2015 AI-GI-N16 (5-20)

-Estudios, Manuales, Proyectos STC.

“Primer año de explotación del STC-Sep. 69/Sep. 70

(19-29) Código A1-G1-N2.

-Estaciones y Transportes.

Planos de Estación STC Línea 4

Código AZ-G1-N401 (20-29)

-Informe de Actividades Gerencia de Operación

“El metro de México en 1977” (10-19)

Código AZ-G4-N673

-Antecedentes del Metro

“Investigación sobre STC Ciudad de México.”

(10-20) Código AI-GHNI