

52
24

METRO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"UN ESQUEMA DE EVALUACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
(METRO) EN EL DISTRITO FEDERAL"

T E S I S

Que para sustentar examen profesional

presenta el pasante de

A C T U A R I O

Mario Rocha Fragoso

México, D.F. 1991

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

METRO

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres, a mi esposa, a mis maestros
A todas las personas que me ayudaron para
la elaboración de mi tesis.

Especialmente al M. en C. Manuel Fco. Román Enriquez
por su valiosa ayuda.

METRO

INDICE:

1. INTRODUCCION	6
1.1 LOS TRANSPORTES	7
1.2 FUNCIONES	8
1.3 CARACTERISTICAS Y MODALIDADES	12
1.3.1 TRANSPORTE MARITIMO	13
1.3.2 TRANSPORTE AEREO	16
1.3.3 LOS FERROCARRILES	18
1.3.4 TRANSPORTE CARRETERO	21
2. TRANSPORTE URBANO	25
2.1 CONCENTRACION URBANA	25
2.2 ESTUDIO SOBRE EL D.F. Y SUS ZONAS CONURBADAS	28
2.3 EL DISTRITO FEDERAL	31
2.4 EXTENSION TERRITORIAL	31
2.5 DIVISION POLITICA	32
2.6 TRANSPORTE PRIVADO	34

METRO

2.7	TRANSPORTE PUBLICO	35
2.7.1	AUTOS Y CAMIONES	35
2.7.2	TRANVIAS	37
2.7.3	TROLEBUSES	38
2.7.4	EL METRO	39
2.7.5	INFORMACION COMPLEMENTARIA	40
2.7.6	EL METRO EN MEXICO	43
2.7.7	SE INICIA LA OPERACION	45
3.	EVALUACION OPERATIVA Y ECONOMICA	46
3.1	COMO SE CONDUCCEN LOS USUARIOS	47
3.2	ASPECTO ECONOMICO	48
3.3	OPTIMIZACION DEL (STC) METRO	49
3.4	ENFOQUE DEL ESTUDIO	51
3.5	LIMITES Y ALCANCES	52
4.	UN MODELO DE EVALUACION DE OPERACION	53
4.1	LA TRANSPORTACION EN EL (STC) METRO	53
4.2	SIMBOLOGIA Y MAPA	55
4.3	DEFINICIONES Y NOMENCLATURA	56
4.4	DESARROLLO DE LA IDEA	57
4.5	CALCULO	58
4.6	CONSIDERACIONES DEL PROBLEMA	59
4.7	SISTEMA DE OPERACION TRADICIONAL (SOT)	59
4.8	REFORMAS DE OPERACION	60

METRO

5.	IMPLICACIONES	61
5.1	IMPLICACIONES PARA EL USUARIO	61
5.2	IMPLICACIONES PARA EL SISTEMA	63
5.3	ROTULACION Y DIVULGACION	64
5.4	OPERACION	65
5.5	CONSIDERACIONES TEORICAS	66
5.6	MARCO LEGAL	68
5.7	CONCLUSIONES	70
5.8	APENDICE	73
5.9	BIBLIOGRAFIA	76

METRO**1 INTRODUCCION**

La finalidad que se persigue al presentar la presente tesis es la de expresar una idea, consistente en proponer un cierto modo de operación del METRO, fundamentando tal proposición con un modelo matemático. A manera de preámbulo, en primer término se expresarán generalidades de los transportes, así como una breve reseña de la infraestructura global de que se dispone en nuestro país en materia de transportes en general. A continuación, en el apartado 1.1, se transcribirán conceptos de un autor destacado en el tema.

METRO

1.1 LOS TRANSPORTES

" Para comprender del todo el fenómeno de la evolución de una economía del mercado es indispensable considerar la señalada importancia que en ella tiene el sistema de transportes, continuamente sometido a las más diversas modificaciones. Factor decisivo en el desenvolvimiento de la economía, los transportes se hayan en condiciones de estructurar los procesos de expansión y de industrialización, pero al mismo tiempo corren el riesgo de jugar un papel limitativo o hasta impedir el crecimiento en regiones determinadas. Así por ejemplo, una parte considerable en las cuestiones con que actualmente se enfrentan los gobiernos de los llamados países subdesarrollados, son fruto directo de la fuerza estructuradora del sistema de transportes. Hasta época reciente, la economía descuidaba los problemas de espacio y aún hoy las medidas aplicadas han sido incompletas o, por lo menos, susceptibles de mejoramiento " (1)

A continuación se inserta un párrafo en el cual el autor desarrolla generalidades y funciones del transporte:

METRO**1.2 FUNCIONES**

"La materia prima es mas deseable o mas útil en una forma que en otra; en consecuencia la humanidad está atareada estimulando o ayudando a la naturaleza a cambiar la semilla en fruto, el mineral en metal. La materia es mas deseable en un sitio que en otro, en una época del año que en otra; y así se desarrolla el transporte y la distribución y todo el mecanismo comercial. La función del transporte es llevar mercancías desde aquellos puntos en los cuales su utilidad marginal, la importancia de que haya un poco más o un poco menos, es relativamente más baja que aquellos otros en los cuales es relativamente alta. Este proceso se halla entrelazado por -asi decir- con el de las alteraciones materiales, de tal manera que la utilidad final de cualquier mercancía puede considerarse como compuesta de capas de diferentes utilidades, de forma, de situación y de momento. Si bien los transportes son esenciales para el nivel de consumo individual que consideramos como el marchano de la civilización, y el disponer de medios de transporte que permitan viajar con rapidez y comodidad se considera como una parte indispensable de la cultura, la demanda de transportes no es fundamental en la naturaleza humana. No puede compararse con los deseos fundamentales de alimento, de calor, de vestido, de refugio. Sin embargo, la demanda colectiva de transportes en una sociedad organizada y con un "nivel de vida" elevado puede ser

METRO

muy fuerte ya que todo el mecanismo desarrollado para satisfacer las necesidades primordiales -sobre todo de alimentos- puede descansar, como sucede en el caso de la Gran Bretaña, sobre un sistema eficaz de transportes. En último término la demanda de transportes puede, pues, derivar de las cosas necesarias para la vida. Así hasta cierto punto, el transporte es semejante a otros servicios para los cuales la demanda total es muy alta si bien la demanda directa es escasa o no existe (por ejemplo la justicia, la seguridad o la defensa nacional). Todos estos casos muestran una misma característica: que la satisfacción de las necesidades elementales del individuo depende en último término del abastecimiento de servicios para los cuales el individuo, como tal, tiene poca demanda consciente. No obstante la demanda colectiva es lo bastante para asegurar el suministro a expensas de la comunidad." (2)

Debe apuntarse que dicha semejanza para hasta ahí puesto que la justicia, la seguridad o la defensa nacional son bienes indivisibles, por ello públicos, de carácter básico, que se asignan al Estado y al Gobierno. Los transportes no; éstos, por su tipología pueden ser privados o públicos, individuales y colectivos.

Obsérvese un resultado del perfeccionamiento de los transportes. En tanto que el trabajo y el capital han extendido el ámbito de sus aplicaciones útiles, la tierra ha tendido a restringirse a un solo fin. Por muchos que sean los perfeccionamientos que se introduzcan en los transportes no puede hacerse que la tierra pueda trasladarse de un

METRO

punto a otro; los usos especializados tienen que llevarse a ella. Es así como determinadas regiones del mundo han llegado a depender, en algunos periodos, cada vez más de un solo producto -El Brasil, en una época, del café; el Canadá, hasta los sesentas, del trigo, Australia, hasta los años setentas, de la lana y la carne de carnero-, en tanto que en otras regiones se han podido introducir industrias manufactureras, en las cuales el uso de la tierra tiene una importancia secundaria, y sin que cuente mucho la especialización geográfica. En el pasado esas industrias solían situarse allí donde podía disponerse de capital y mano de obra locales. Pero con la mayor movilidad de los factores de la producción. debida al perfeccionamiento de los transportes, se ha producido por un lado una difusión más amplia de la industria a través de los grandes países industriales del mundo, y por otro una concentración más intensa sobre un solo producto en regiones dedicadas a la agricultura o a las industrias extractivas -la minería, las canteras, etc.- que dependen de las cualidades propias del suelo. En otro sentido el transporte crea sus propias dificultades. Las mejoras en los transportes actúan como propulsor de la producción y atraen la mano de obra y el capital a las regiones en las cuales son más eficaces. Si los perfeccionamientos en los transportes se han hecho sin tener en cuenta este efecto pronto quedarán retrasados. El ejemplo más obvio es ese mal tan familiar en nuestros tiempos; "la edificación en fajas": para descongestionar una vía demasiado concurrida, se construye un nuevo camino. El alza producida en el valor de la tierra por la proximidad de una arteria importante de tránsito atrae a los

METRO

constructores que se dedican a la especulación, los cuales se apresuran a edificar casas, comercios y fábricas a lo largo de la línea del nuevo camino. Antes de que pase mucho tiempo la nueva vía se congestiona con el tránsito local, en especial de servicios distributivos, y surge por sí mismo el problema de hacer otra carretera que descongestione la que se había hecho poco antes". (3)

El comentario anterior ilustra un efecto de ramificación donde las consecuencias requieren preverse y prevenirse. Aquí por los ejemplos citados, el horizonte de planeación cobra un papel determinante puesto que horizontes de planeación demasiado cortos generan que soluciones "óptimas" de corto plazo se pueden transformar en altamente costosas en el largo plazo. Por contraparte, el énfasis en el largo plazo puede causar que las políticas de transporte no realizadas propulsen un conjunto de reacciones sociales (demandas) que lleguen a ser significativas.

METRO

1.3 CARACTERISTICAS Y MODALIDADES

Inicialmente se introducen algunos conceptos tendientes a clasificar los medios de transporte en dos grandes grupos: los que usan rutas públicas, abiertas a todos -mar, ríos, aire- y los que se sirven de rutas privadas, tales como canales o ferrocarriles. Las carreteras ocupan una posición más bien intermedia, ya que, si bien se han construido artificialmente, no se reservan para ningún tipo determinado de transporte ni son, en general, de propiedad privada. Hasta aquí se ha referido al transporte de manera muy genérica, enseguida se enlistan cada una de las características del transporte y sus modalidades pero ceñidos al contexto de transporte en nuestro país.

METRO

1.3.1 TRANSPORTE MARITIMO

La infraestructura que en este ámbito disponia nuestro país es: 23 puertos en el Océano Pacífico, de los cuales 9 son de altura y 14 de cabotaje; por lo que corresponde al Golfo de México se tienen 21 puertos 5 de altura y 16 de cabotaje. En cuanto a la flota se tenía un total de 67 buques de 1000 Ton. de registro bruto en adelante, hasta enero de 1978 (4), ocupando un quinto lugar en América.

Con información actualizada mostramos el cuadro siguiente, donde se nota que la mayor importancia en el transporte marítimo está en el servicio de carga ya que es evidente que el servicio de pasajeros es más bien modesto, pues sólo se transportaron 2,729,000 pasajeros en 1988 y 1,600,000 en el año siguiente (esta última cifra es estimada), estos datos y otros de interés están contenidos en dos cuadros estadísticos que a continuación se anexan.

METRO

OPERACION PORTUARIA

CONCEPTO	UNIDAD	1980	1985	1986	1987	1988	1989
SERV. TRANSB.							
U. EN OPER.	(1)TRANS.	9	33	33	36	36	N.D.
RUTAS OPER.	RUTA	9	12	11	11	8	6
PASAJEROS							
TRANSP. *	(2)PERS.	2,041	4,109	3,789	3,614	2,729	1,660

Fuente: Dirección General de Planeación (SCT) 1989 (cifras estimadas)

* miles de personas.

(1) Transbordadores

(2) Personas

METRO

O P E R A C I O N P O R T U A R I A

Carga manejada en millones de toneladas

TIPO DE EMBARCACION	A L T U R A		C A B O T A J E		T O T A L	
	1980	1989	1980	1989	1980	1989
NACIONALES	2.6	3.7	31.1	40.4	33.6	44.1
EXTRANJERAS	63.5	108.5	27.5	15.2	91.1	123.7
TOTAL	66.1	112.2	58.5	55.6	124.6	167.8

Fuente: Dirección General de Planeación (SCT) (1989 cifras estimadas)

METRO**1.3.2 TRANSPORTE AEREO**

En este rubro se hace notar que la infraestructura en cuanto a aeropuertos es la siguiente: 1854 aeropuertos distribuidos en toda la república; de los cuales 42 son nacionales y 36 internacionales, así mismo se contó hasta 1989 con una flota de 5180 aparatos en total de los cuales 545 son comerciales, 4100 particulares, 535 son oficiales (ver cuadro estadístico anexo).

La importancia del transporte aéreo destaca en el renglón turismo, ya que es la vía por la cual se internan a nuestro país grandes grupos de visitantes extranjeros, principalmente hacia los centros turísticos como son: Acapulco, Guadalajara, Cancún, etc..

METRO

OPERACION AEROPORTUARIA

AEROPUERTOS	UNIDAD	1980	1985	1986	1987	1988	1989
TOTAL	AEROP.	1,299	1,344	1,345	1,757	1,854	1,854
NACIONALES	AEROP.	20	40	41	42	42	42
INTERNACION- NALES	AEROP.	30	32	32	35	36	36
AERODROMOS	AEROP.	1,249	1,272	1,272	1,680	1,776	1,776
EQUIPO							
TOTAL							
AERONAVES	AERON.	4,859	5,019	5,019	5,116	5,164	5,180
COMRCIALES	AERON.	799	650	605	535	541	545
OFICIALES	AERON.	629	612	612	550	535	535
PARTICULARES	AERON.	3,431	3,757	3,802	4,031	4,088	4,100

Fuente: Dirección General de Planeación (SCT) (1989 cifras estimadas)

METRO

1.3.3 LOS FERROCARRILES

En lo que respecta a la infraestructura con que cuentan los ferrocarriles se registró hasta 1989 un total de 26,299 Kms. de longitud de vías férreas, en cuanto al equipo: 1649 locomotoras como puede verse en el cuadro estadístico adjunto. Hay que hacer notar aquí que el crecimiento de las vías férreas es muy lento, como ejemplo baste considerar que en 1930 existían 23,345 Kms. de vía según estadísticas (5), y para 1989 ya con estadísticas más recientes (ver cuadro anexo), se contó con 26,299 Kms. lo que significó un incremento de solo un 7.3% en un lapso de 46 años.

Las consideraciones en cuanto al crecimiento, muestra un panorama de estancamiento en el sector ferroviario, se estima que son dos las causas principales:

- 1.- Estatización de los ferrocarriles.
- 2.- Crecimiento acelerado de la red carretera.

METRO

Con la incorporación (nacionalización) de los ferrocarriles al gobierno, iniciada en 1937 y finalizada en 1970 (5), también se trasplantaron los vicios de la administración pública: burocratismo y corrupción; incrustados estos elementos negativos a una empresa dedicada a la transportación, ésta dejó de ser rentable, por tanto para crecer se necesitan de inversiones del sector gubernamental, pero éstas han sido muy poco significativas como lo muestra la tasa de crecimiento de la red que fué del 7.3% en un lapso de 46 años. (1930 a 1977).

En lo que respecta al segundo punto se puede decir que el crecimiento económico del país es un hecho, originándose con esto que la demanda de servicio de transporte ha crecido; solo que ésta se ha satisfecho con el aumento de la red de carreteras, que de 9,929 kilómetros (6) en 1940, aumentó a 234,007 kilómetros en 1989, según cuadro relativo adjunto. Es decir que en lapso considerado de 49 años la tasa de crecimiento resultante fué del 2,356.8% lo que demuestra un acelerado y sostenido crecimiento.

METRO

R E D F E R R O V I A R I A

CONCEPTO	UNIDAD	1980	1985	1986	1987	1988	1989
LONGITUD TOTAL	KMS.	25510	25908	25967	26287	26319	26229
VIA ANCHA	KMS.	24779	25506	25576	26896	26120	26120
VIA ANGOSTA	KMS.	731	402	391	391	179	179
EQUIPO							
LOCOMOTORAS	LOCOM.	1547	1814	1794	1731	1742	1649

Fuente: Dirección General de Planeación (SCT) 1989 cifras estimadas.

Nota: Como puede apreciarse el presente cuadro no presenta grandes diferencias, solo en el concepto de vía angosta y esto porque se trata de instalaciones y equipos en desuso.

METRO**1.3.4 TRANSPORTE CARRETERO**

En lo que respecta a la infraestructura representada por las carreteras se tienen 45,340, 939, 59,718, 95,718 y 32,480 Kms. de carreteras federales, de cuota, estatales, rurales y brechas, respectivamente que en total suman 234,007 Kilómetros (en 1988) (como puede comprobarse en el cuadro anexo). Los números muestran que esta infraestructura es la más importante del país. Para dar una idea de la importancia que tiene la red carretera en México, transcribimos uno de los párrafos centrales del - Programa de Autotransporte Federal - de marzo de 1980 (7).

"Al respecto se puede decir que el autotransporte destaca del conjunto de los modos por sus características de accesibilidad a los espacios geográficos, su capacidad de formación de red, su flexibilidad y facilidad operativos que han determinado mover anualmente 95% del total de viajeros que utilizan servicios públicos de transporte en México, quienes emplean 20,000 autobuses que trasladan 1,000 millones de personas y el más alto volumen de carga, que en el último año asciende a 224 millones de toneladas en más de 100,000 camiones lo que significa el 80% de la transportación terrestre del país".

METRO

R E D C A R R E T E R A

CONCEPTO	UNIDAD	1980	1985	1986	1987	1988	1989
LONG. TOTAL	KMS.	212626	224225	230991	233339	233712	234007
FEDERAL	KMS.	42521	44359	44722	45204	45205	45340
CUOTA	KMS.	932	923	939	939	939	939
ESTATAL	KMS.	52496	56295	58429	59622	59678	59718
RURAL	KMS.	83268	91250	94421	94728	95410	95530
BRECHAS	KMS.	33409	31398	32480	32846	32480	32480

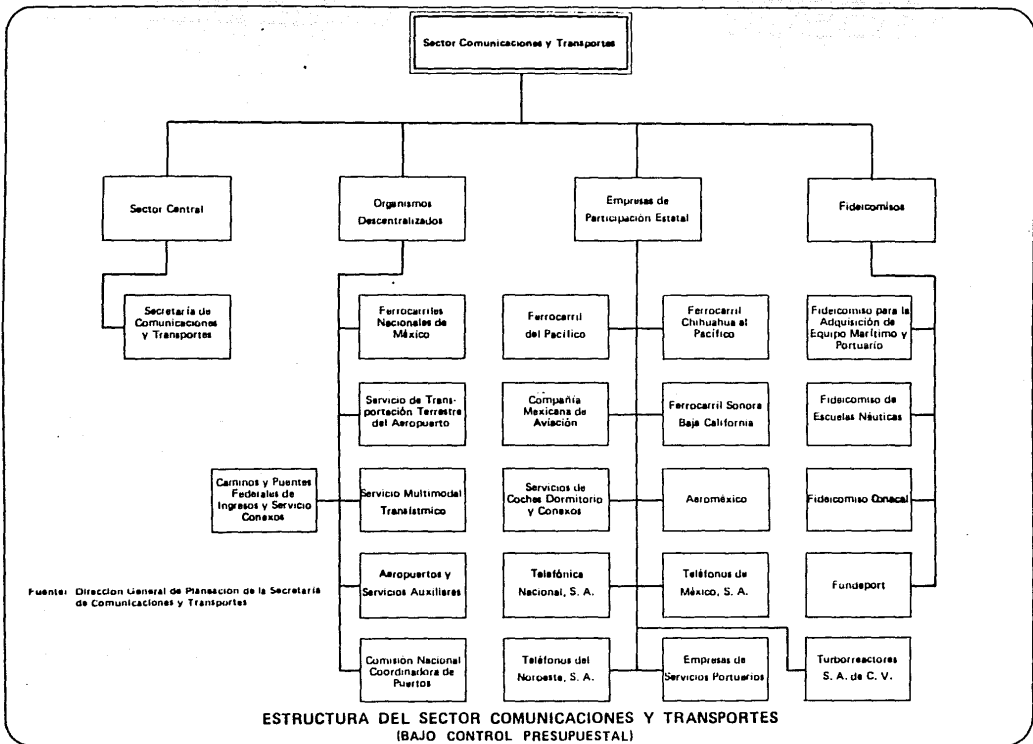
Fuente: Dirección General de Planeación (SCT) (1989 cifras estimadas.)

METRO

Es oportuno señalar en este punto que la Secretaría de Estado que tiene a su cargo la normatividad, planeación, reglamentación, investigación, promoción construcción y mantenimiento, tanto del transporte carretero, ferroviario, naval y aéreo es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); esto es el resultado de una evolución histórica que ha conducido a la consolidación de una sola Secretaría para el sector transportes. A continuación y con el fin de enfatizar la importancia de la función reguladora coordinadora de dicha entidad de la administración pública, transcribiremos un párrafo de un trabajo ejecutado por FOA S.C. Consultores. (8)

"A partir de 1977 el Gobierno Federal adopta una estructura de "sectorización" mediante la cual sus organismos descentralizados, fideicomisos y empresas de participación estatal se agrupan según la naturaleza de sus funciones y se asocian a la responsabilidad de la Secretaría de Estado correspondiente.

Esta medida administrativa tiene como objeto una mayor coordinación de las acciones gubernamentales; sin embargo agrega un mayor grado de complejidad a la función administrativa de los Secretarios de Estado. En particular, la SCT como cabeza de sector, en adición a sus 37 dependencias, sus dos órganos desconcentrados funcionales y sus 3 órganos desconcentrados, dos territoriales y sus 4 comisiones, es responsable de la operación de 6 organismos descentralizados, 20 empresas de participación estatal y 4 fideicomisos. (ver cuadro anexo).



Fuente: Dirección General de Planeación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

METRO

Lo anterior parece ser indicativo de una evolución positiva de integración de funciones de la materia bajo una sola responsabilidad, pero parece señalar también un umbral de saturación que demanda análisis de opciones para canalizar los esfuerzos futuros en la línea de la descentralización de la vida nacional, señalada por el Ejecutivo Federal".

METRO

2 TRANSPORTE URBANO

2.1 CONCENTRACION URBANA

Antes de emitir comentario alguno acerca de este t3pico, se empezará por mostrar un cuadro estadístico en el que se resume la importancia del transporte urbano, en virtud de la concentración de la población en localidades urbanas.

METRO

POBLACION Y URBANIZACION 1930 - 1980

CONCEPTO	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1984
M I L L O N E S							
POBLACION	16.6	19.6	25.8	35.0	49.4	67.8	76.8*
P O R C E N T A J E (%)							
URBANA 1/	19.8	21.9	28.9	39.3	48.6	60.2	
RURAL	80.2	78.1	71.1	60.7	51.4	39.8	

1/ Localidades de 10,000 o mas personas.

Fuente: Economía Mexicana Un análisis Político con
Pronósticos hasta 1990.

Westview Press, Boulder, Colo., 1978

* Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto,
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
Secretaría de Gobernación. Consejo Nacional de Población
Centro Latinoamericano de Demografía.

METRO

La tabla muestra en números redondos que en 1930 de cada 10 habitantes de la República Mexicana 2 vivían en el medio urbano y 8 en el rural, pero ya en 1980, aproximadamente 6 viven en el medio urbano y 4 en el rural, hasta aquí la consideración demográfica, que por cierto resulta muy reveladora.

El transporte urbano se manifiesta sobre todo en las grandes ciudades que rebasan concentraciones de 1 millón de habitantes como Puebla, Monterrey, Guadalajara, entre otras. En cuanto al interés central en esta tesis: en el Distrito Federal (D.F.) y en la llamada zona conurbada, es decir, en los municipios del Estado de México que han sido alcanzados por la "mancha urbana"; y que son 10: Chalco, La Paz, Netzahualcóyotl, Tlanepantla, Coacalco, Naucalpan, Ecatepec, Atizapán de Zaragoza, Nicolás Romero, y Cuautitlán, se puede advertir desde el principio la gran complejidad en la que está revertida su planeación. Por la interacción de distintos factores y variables, las consecuencias de acciones (o de omisiones) repercuten en la explosión de la mancha urbana, en las demandas de servicios básicos de infraestructura, en el tiempo de traslado, en el costo de transporte, en la derivación de la demanda en fuentes de aprovisionamiento y energía en la plusvalía y especulación de bienes raíces en zonificaciones, así como en la competencia comercial y en la planeación de las empresas.

METRO

2.2 ESTUDIO SOBRE EL D.F. Y SUS ZONAS CONURBADAS

A continuación vamos a insertar un párrafo de un trabajo realizado por un grupo de consultores, para el Gobierno del Estado de México (enero de 1988).

"Ha resultado sin duda insólito el explosivo crecimiento demográfico experimentado por la concentración urbana mas importante del país: la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Su área urbana continúa desarrollada sobre una superficie urbanizada de aproximadamente 1250 Km. cuadrados, que aloja a una población de más de 18 millones de habitantes que crecerán hasta cerca de 30 millones en el 2000, llegando a ser la más poblada del mundo.

Durante los últimos cuarenta y siete años (1940 - 1987) la Población de la (ZMCM) ha crecido a una tasa superior al 5% anual en promedio, la cual rebasa a la cota superior del rango de 3 a 5% anual, donde la experiencia internacional alerta con focos rojos sobre la problemática de todo tipo que implica sostener crecimientos de este orden de magnitud en las metrópolis.

METRO

Este crecimiento poblacional muestra visos más críticos cuando se separan las dos grandes componentes de la (ZMCM); es decir, el Distrito Federal y los municipios conurbados del Valle Cuautitlán Texcoco (VCT) pertenecientes al Estado de México. En tanto que en el Distrito Federal el crecimiento promedio en el periodo señalado fue inferior al 4% anual, con una tasa decreciente en los últimos años (2% entre 1980 y 1987), en los municipios conurbados rebasó el 12% anual.

El (VCT) constituye una gran porción de la (ZMCM) conurbada actualmente con el Distrito Federal, con una población que actualmente rebasa los 8.5 millones de habitantes y aloja a gran parte de la industria del Valle de México.

Estimaciones sobre la población futura que se asentará en el (VCT) permiten predecir que seguirá siendo la principal área de atracción y crecimiento dentro del Valle de México. Esto, a pesar de los efectos positivos de las políticas de ordenamiento urbano, establecidas y señaladas en los programas de desarrollo del Gobierno del Estado de México, para orientar el crecimiento demográfico hacia zonas estratégicas del resto del Estado.

Se ha consolidado de esta manera un proceso permanente de interacción urbana entre el Distrito Federal y los municipios conurbados del (VCT). tanto físico como político. En un principio esto fue poco

METRO

significativo, solo una quinta parte de la población de la (ZMCM) se asentaba en 1970 en los municipios conurbados. Sin embargo en la actualidad la proporción es casi igual y próximamente se revertirán los porcentajes.

La elevada concentración de la población, tanto en el Distrito Federal como en el (VCT) ha generado una demanda creciente de servicios de transporte que esta siendo enfrentada por las autoridades correspondientes " .

La Comisión de Transporte del Estado de México (COTREM) en particular, en el contexto de sus atribuciones ha preparado un subproyecto para mejorar la situación general de las condiciones de vialidad y transporte urbano del Estado de México, especialmente en los municipios del (VCT), como parte del Primer Proyecto de Transporte Urbano del Estado de México, financiado por el Banco Mundial."

METRO

2.3 EL DISTRITO FEDERAL

"Situado en la parte central del país el Distrito Federal limita con los estados: de México por el Norte Oriente y Occidente y con Morelos en la porción sur. El Distrito Federal constituye una cuenca cerrada rodeada por las Sierras de las Cruces y del Monte Alto al Occidente; las del Ajusco y de Chichinautzi al Sur; la Sierra Nevada al Oriente, la de Pachuca al Norte y las de Jilotepec y Tezontlalpan al Noroeste.

2.4 EXTENSION TERRITORIAL

Desde el punto de vista territorial tiene una superficie de 1,439.2 kilómetros cuadrados y solo representa el 1% del Territorio Nacional; asimismo cuenta con una altura de 2,239 metros sobre el nivel del mar.

METRO

2.5 DIVISION POLITICA

El Distrito Federal se encuentra dividido en 16 Delegaciones Políticas" (9)

En 1980 según el Anuario Estadístico del D.F. se contabiliza una población de 8.831,079, sin embargo con estimaciones actuales y añadiendo la población de la llamada zona conurbada, se calcula que aproximadamente el asentamiento total es 22,879,999 millones de habitantes. (10) y (12)

POBLACION MECANICA

Agregaremos datos relativos a la población mecánica que se desplaza en el D.F.; hay que hacer notar que el número de unidades tanto de autos como de camiones y motocicletas es mayor, pues a las unidades del D.F. se han de adicionar las del Estado de México en lo que respecta a los municipios circundantes; este dato no se proporciona, a pesar de todo el siguiente cuadro resulta ilustrativo.

METRO

POBLACION MECANICA EN EL D.F.

AUTOS PARTICULARES	1.657,992	
AUTOS DE ALQUILER	49,392	
TOTAL AUTOS		1.707,384
CAMIONES	207,708	
CAMIONES DE ALQUILER	8,106	
TOTAL CAMIONES		215,814
MOTOCICLETAS	44,178	44,178
TOTAL VEHICULOS		1.967,376
TRANVIAS	241	
TROLEBUSES	839	
TOTAL		1,080

Hasta 1983 se contaban con 86.5 kilómetros de METRO (Transporte Metropolitano) y se disponia de 129 trenes, cada tren consta de 9 xcarros.

Anuario Estadístico del D.F. 1984 Tomo I cuadro 2.2.28

METRO

2.6 TRANSPORTE PRIVADO (9)

Del total de autos, solo el 3% está dedicado al transporte público, el resto, o sea el 97%, es para el transporte privado; es decir, 1.657,992 unidades más 44,178 motocicletas. También aquí se deben aumentar las cifras tanto de autos como de motocicletas, por las unidades cuyos dueños viven en municipios aledaños al D.F., sin embargo no se dispone de estadísticas confiables en ese caso. Considerando una población tan solo en el D.F. de 10.438,650 (12) y suponiendo que viajen en promedio 3 personas por auto y por día, (un poco mayor del estimado de 2.7) el número total de personas que se estima se transportan por este medio sería de 4.973,976 mas 44,178 en motocicletas; así resultan 5.018,154 los usuarios que usan al menos una vez por día de medios privados para trasladarse o sea el 48.0%, contra el 52% del complemento que usan solamente el transporte público: 5.420,496 de personas.

METRO

2.7 TRANSPORTE PUBLICO

2.7.1 AUTOS Y CAMIONES

Se cuenta con una amplia infraestructura de calles, avenidas y vías de tránsito y paso; en cuanto al equipo mecánico se le tiene referido en el cuadro anexo. A pesar de que las cifras parecen ser mayúsculas, todo capitalino sabe en carne propia de la insuficiencia e incapacidad del Sistema de Transporte.

Se expondrán brevemente a las partes integrantes del Sistema: Del total de autos, que es de 1.707,384 unidades, sólo 49,392 son de alquiler, lo que significa que sólo un 3% están dedicados al servicio público. (según cuadro estadístico anterior)

En cuanto a los camiones de alquiler hay 8,106 ; sin embargo, estos vehículos no son los únicos que prestan servicio público, la cantidad es mayor pues se deben agregar las unidades tanto de coches como de camiones de los municipios aledaños del Estado de México (y de otras entidades federativas) también de debe considerar que el número 8,106 no toma en cuenta el porcentaje de camiones que habitualmente están fuera de servicio por descomposturas, falta de

METRO

refacciones, etc., y este porcentaje se presume conservadoramente que nunca es menor de un 35% , lo que disminuye el número de unidades de 8,106 a 5,269 o menos.

Por otra parte, como es bien sabido el transporte público de camiones urbanos es administrado por el Estado a través del organismo denominado Ruta 100 (R100). Esta medida ha conducido a una estabilización en el costo del pasaje, lo que redundó en un principio y por un lapso de uno o a lo más dos años en un beneficio directo a los usuarios, pero por otra parte el número de unidades no ha crecido, y la mala administración aflora reflejándose en un mantenimiento deficiente, -se sabe extraoficialmente que, toda unidad que ingresa al taller tarda en promedio de 1 a 45 días, por las más diversas causas: falta de refacciones, de mano de obra, etc., - . Esta situación origina una disminución de unidades en servicio. La demanda del transporte no disminuye y la satisfacción de esta no es proporcionada por el Estado; esta situación ha encontrado salida mediante el aumento de las llamadas "peseras" o "combis" y -con fecha posterior- la incorporación de minibuses; con el aumento de estas unidades al servicio, la demanda ha sido parcialmente satisfecha, aunque el aumento en términos reales de la tarifa, ha obligado a que los usuarios inviertan más en transporte reduciendo, en consecuencia, su capacidad adquisitiva en otros rubros.

METRO

2.7.2 LOS TRANVIAS

En lo referente al servicio de tranvías, lo podemos considerar como un servicio que en otra época dió respuesta a las necesidades del transporte, pero que en la actualidad ya no encuentra acomodo; por lo tanto hoy mas bien se le cataloga como un medio de transporte anacrónico, en el sentido de que se ha visto desplazado de las áreas urbanas de mucho tránsito; principalmente por el inconveniente de circular sobre rieles, los que dificultan la circulación de los vehículos automotores en general. (Este es un ejemplo de medios anacrónicos que conservan ciclicamente adeptos por sus efectos ecológicos más leves que otros medios de transporte más actualizados o modernos).

METRO**2.7.3 TROLEBUSES**

Los trolebuses prestan un servicio de gran utilidad y deben resaltarse sus cualidades más importantes son: a) silenciosa operación, b) adaptabilidad para circular con mayor grado de movilidad que el tren y c) su funcionamiento que no produce contaminación por smog. El número de trolebuses registrados en servicio hasta el año de 1983, fue de 839.

La ampliación de la red para trolebuses y el aumento de unidades, crece en cantidades mínimas, insignificantes se diría, esto aún a pesar de las bondades de sus características de operación, en consecuencia, este servicio presta sólo una modesta contribución a la transportación de los capitalinos.

METRO**2.7.4 EL METRO**

El sistema metro está integrado por 8 líneas, designadas por números cardinales (de la 1 a la 7 y la 9), consta de 125 estaciones en total y su red tiene una extensión actual de 123.921 kilómetros. Según las estadísticas del propio organismo al mes de abril de 1989, se observa que el sistema transportó diariamente en promedio 4.197,660 de personas; las cifras revelan la tremenda importancia que juega el sistema en la transportación masiva. (ver cuadro adjunto)



GERENCIA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA



RESUMEN MENSUAL DE AFLUENCIAS ABRIL DE 1989.

LINIA	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	SISTEMA
01 e02	1'792,513	1'786,022	1'160,377	188,461	410,369	200,017	273,697	368,070	6'179,526
03 e09	7'713,411	8'792,273	6'141,235	871,015	1'713,441	1'038,858	1'411,701	1'908,133	29'590,067
10 e16	7'735,137	8'884,447	6'193,321	849,528	1'766,143	1'085,746	1'475,542	1'940,904	29'930,768
17 e23	7'879,659	8'980,327	6'231,392	855,972	1'768,314	1'081,196	1'462,065	1'902,012	30'160,937
24 e30	7'913,920	8'970,921	6'150,168	840,301	1'753,800	1'041,241	1'456,776	1'941,377	30'068,504
el									
TOTALES									
33'034,640	37'413,990	25'876,493	3'605,277	7'412,067	4'447,058	6'079,781	8'060,496	125'929,802	
PROMEDIOS DIARIOS									
1'101,155	1'247,133	862,550	120,176	247,069	148,235	202,659	268,683*	4'197,660	
CIFRAS MAXIMAS REGISTRADAS									
1'223,609	1'329,747	941,230	155,159	275,335	156,903	206,495	268,683	4'270,538	
JUL-85	JUL-85	JUL 86	JUL 86	JUL 86	JUN-88	FEB-89	ABR-89	FEB-89	

METRO

2.7.5 INFORMACION COMPLEMENTARIA

Dado que la información que se ha mostrado sólo se refiere al Distrito Federal y su población, a continuación y para tratar de completar una visión mas íntegra, transcribimos diversos puntos de un reportaje (11) que hace evidente una tendencia del transporte masivo en el área conurbada.

"Llegan 538 rutas de autobuses suburbanos; 98% tienen como destino final estaciones del metro. El transporte masivo del Estado de México está invadiendo el territorio del Distrito Federal, dentro de lo que puede considerarse un anticipo de lo que será la coordinación a nivel de Zona Metropolitana, de dicho servicio público que requiere funcionar a base del sistema "origen-destino", sin transbordo, para beneficio de 18.5 millones de habitantes"

"Se estima que 538 rutas de autobuses suburbanos del Estado de México penetran al territorio del D.F. y que 98% de ellas tienen como punto de destino 11 estaciones del metro. El 2 por ciento, se reparte en otros destinos de menor importancia, revela uno de los análisis de la consulta popular sobre el transporte, en poder de las autoridades del D.F.."

En este renglón se afirma que la estación Martín Carrera cuenta con 108 rutas asignadas, le siguen en orden de importancia, Indios Verdes, con 103 rutas y el Rosario con 85".

METRO

Los datos sobre la mayor participación del transporte masivo en las necesidades del D.F., comprende la siguiente información:

"La estación Indios Verdes, por sí sola, cuenta con 1411 unidades - 23 por ciento del parque vehicular total -, y la estación Martín Carrera le sigue en importancia con 1,210 unidades, en la estación Pantitlán, con 862 o sea, el 14 por ciento. A mayor abundamiento sobre el incremento de dicha participación del transporte del Estado de México en el D.F., se informó que la red de suburbanos cubre una longitud de 32,151 kilómetros, de los cuales 15 % se debe a penetraciones en el Distrito Federal y 85% restante se otorga en el Estado de México.

Los datos revelan además, que, de las 6,246 unidades que componen ese servicio, se recorre un poco más de 1,524,106 kilómetros al día, de las cuales, 255,589 corresponden a trayectos del Distrito Federal.

De las 6,246 unidades mencionadas, cada una de ellas recorre, en promedio 244 kilómetros al día y de ellos 203 son en el Estado de México y los 41 restantes en el Distrito Federal.

Además, si se considera un promedio de 140 pasajeros por unidad en cada vuelta, el volumen que mueve esta red de transporte es aproximadamente de 4 millones 158,000 viajes-persona-día. Esto indica que cada unidad capta 666 por día, con una operación de diez horas diarias.

METRO

Por otra parte, los taxis colectivos del Estado de México penetran al Distrito Federal y el 70 por ciento de ellos tienen como destino 11 estaciones del metro. El 30 por ciento restante se reparte en destinos de menor importancia.

Las 130 rutas tienen 5,031 unidades y el 76 por ciento de ellas prestan su servicio a 11 estaciones del metro y el resto en otros puntos de destino.

METRO

2.7.6 EL METRO EN MEXICO

Mucho tiempo antes de que en nuestro país se considerara siquiera la introducción de un sistema de transporte metropolitano, otras ciudades ya lo habían introducido: Londres (1863), Nueva York (1867), Berlín (1902), Madrid (1917), Barcelona (1924), Osaka (1933), para citar los más antiguos, a mayor abundamiento se encuentran en operación en distintas ciudades por todo el mundo 63 sistemas de transporte metropolitano (13)

La década de los sesentas fué el preámbulo en la cual quedó establecida la imperiosa necesidad de dotar a la ciudad de México con un servicio de transporte en gran escala.

El inicio de una obra tan gigantesca requirió de fuertes inversiones, por lo tanto, con la participación del Estado y durante la gestión del entonces presidente Gustavo Díaz Ordaz, se construyó el primer tramo del Sistema de Transporte Colectivo (STC) METRO, (Zaragoza - Chapultepec), el cual fué inaugurado el 5 de septiembre de 1969.

La ejecución de esta obra implicó en primer lugar realizar estudios inherentes a Mecánica de Suelos, Análisis y Diseño Estructural, Topográficos, etc., concluidos éstos se hicieron excavaciones de kilómetros de longitud, desviaciones de obras de drenaje de cableados eléctricos y telefónicos, construcción de túneles, tendido de

METRO

vías y todo tipo de instalaciones eléctricas, hidráulicas, etc., concluida toda la obra en el subsuelo: túneles, estaciones, andenes, etc.; se comienza con las pruebas de funcionamiento del tren, de los sistemas de señalización, de seguridad, de comunicación, entre otros. Finalizando todas las pruebas se inició la operación del METRO y también los trabajos de mantenimiento, prevención y operación.

METRO**2.7.7 SE INICIA LA OPERACION**

Durante sus primeros meses de operación, el METRO transportó pocos usuarios, pero a medida que los capitalinos se dan cuenta de las ventajas del sistema, la afluencia aumenta día a día hasta la actualidad. Este fenómeno no es otra cosa, sino la creciente demanda de transporte, por parte de una población también creciente en tamaño. El año pasado, 1989, el sistema cumplió 20 años de servicio al pueblo, durante ese lapso las ampliaciones del METRO no fueron constantes ni atendiendo a una planeación estratégica ni a una normativa, más bien las obras de construcción se fueron efectuando atendiendo apresuradamente como respuesta a las demandas de transporte de la colectividad (como planeación reactiva). En otros términos, el estilo de planeación fué reactivo, coyuntural y con criterios distintos según los cambios de administración del D.D.F..

METRO

3. EVALUACION OPERATIVA Y ECONOMICA

En la operación del METRO están involucrados usuarios, los trenes, los sistemas de seguridad, de comunicación, etc., la correcta operación es el punto más importante del (STC) sobre todo en términos de "la relación directa" con el transporte de personas.

La gran afluencia de pasajeros obliga a que el METRO cuente con todo tipo de dispositivos para operar en diferentes formas y lugares, con el fin de conducir con seguridad y apropiadamente a las personas.

METRO**3.1 COMO SE CONDUCCEN LOS USUARIOS**

Los usuarios abordan cualquier convoy, pues éste recorre todas las estaciones y en todas se detiene permitiendo que los pasajeros suban o bajen donde deseen, este cuadro se presenta en todas las estaciones del METRO. A esta forma de operar, es a lo que se llamará en adelante "Sistema de Operación Tradicional" (SOT).

La Institución ha implementado campañas de educación a los usuarios, tendientes a concientizarlos para que se conduzcan con prontitud y cortesía y que al mismo tiempo no entorpezcan a otros pasajeros; es una cuestión muy difícil, pues no obstante las campañas emprendidas, los resultados son apenas perceptibles, y no se ha logrado la meta de concientizar a los usuarios. Durante las horas "pico" la operación del METRO se vuelve crítica pues el flujo de usuarios demandantes del servicio es tal que durante estos lapsos, se someten a dura prueba los equipos en general y todo el personal involucrado en la operación directa del sistema, la finalidad es evitar retrasos, pues el más mínimo produce una gran acumulación de usuarios, haciendo más difícil la situación. Por tanto es imperiosa una adecuada coordinación para resolver con la mayor prontitud los problemas que en la práctica se presentan -es en este momento crucial donde la educación del usuario y la capacidad resolutive del personal son determinantes-.

METRO

3.2 EL ASPECTO ECONOMICO

Para considerar el aspecto económico en cuanto a la operación del METRO, veremos cuatro rubros: (ver presupuesto en el apéndice)

- 1.- Gasto Corriente (GC)
- 2.- Gasto de Inversión (GI)
- 3.- Deuda Pública (DP)
- 4.- Número de pasajeros transportados (n)

Dentro del Gasto Corriente, se consideran todos los aspectos relacionados con los gastos de operación en general.

Se define como Gastos de Operación del Sistema $GOS = GC + GI + DP$

El METRO en el cual se han hecho cuantiosas inversiones y cuyo mantenimiento es caro, tiene justificación en función directa de la utilidad que presta a la sociedad, y el parámetro que nos indica la mayor o menor utilidad del (STC) es el número de pasajeros transportados, por tanto concluimos que el mejor sistema de transporte masivo, es el que transporta al mayor número de personas al menor costo de transportación según la siguiente expresión :

$CT = GOS / n$ de la cual se puede deducir inmediatamente que mientras mayor sea "n", el Costo de Transportación (CT), disminuye.

METRO

3.2 OPTIMIZACION DEL (STC) METRO

El número de usuarios transportados por el sistema (n) está en función básicamente de dos variables aleatorias: demanda (D) y tiempo de recorrido total (T), es decir $n = f(D, T)$.

La demanda D es mayor en las estaciones terminales y en los puntos de intersección de las líneas y depende, a su vez, principalmente de los siguientes factores: horario de servicio (HS), días festivos (DF), periodos de clases normales (PCN) y periodos vacacionales (PV). Todos estos factores entremezclados dan como resultado aumentos y disminuciones de $D = f(HS + DF + PCN + PV)$.

El tiempo de recorrido total T , varía en función de D y de todas las incidencias que se presenten en la operación del tren (I), tales como fallas electromecánicas o electrónicas, accidentes, etc.; cuando el (STC) METRO atiende con eficiencia la demanda de servicio y resuelve con oportunidad las incidencias durante la operación, el número n de pasajeros es mayor.

Los ingresos que recibe el METRO son básicamente por 4 conceptos: Recursos Propios (RP) "pasajes", Transferencias Gubernamentales (TG) Financiamiento (F), y Aportaciones del D.D.F. ($ADDF$), es decir los Ingresos del Sistema (IS) serían $IS = RP + TG + ADDF + F$ donde $RP = n * \text{costo del pasaje}$.

METRO

La optimización del (STC) METRO, consiste en que $UOS = RP + TG + ADDF + F - GOS$ tenga valor positivo o cero, donde $UOS =$ Utilidad de Operación del Sistema.

METRO

3.3 ENFOQUE DEL ESTUDIO

La finalidad que perseguimos es la de cuestionar el modo de operación del METRO, con su sistema de operación tradicional (SOT), y mostrar que éste no es muy conveniente porque soslaya el principio esencial de todo pasajero: el principio de elección, como antes se asentó el usuario aborda cualquier convoy, este proceder es lo que ocasiona la saturación del tren y en general del sistema.

La acción que realiza el usuario en el momento de encontrarse frente a cualquier convoy es abordarlo, y éste es un proceder generalizado, tal comportamiento es inducido por el modo de operar del sistema (SOT).

Si el funcionamiento del Sistema fuera otro, supongamos el Sistema de Operación Alternante (SOA), éste obliga al usuario a seleccionar el convoy, inclusive la estación, de este modo la transportación masiva en el METRO, adoptaría una dinámica distinta; la descripción del (SOA) es la parte medular de la presente tesis.

METRO

3.4 LIMITES Y ALCANCES

La proposición del punto 3.3 no es novedosa ya desde antes se ha comentado que otro modo de operación podría redundar en beneficio de los usuarios del (STC).

El Sistema de Operación Alternante (SOA), tiene que ponerse en práctica en las líneas mas prolongadas -por su diseño-, por tanto quedaria limitado a las líneas 1, 2 y 3.

En adelante se expondrán ideas acerca del (SOA) en la línea 1, y los beneficios resultantes en economía, tiempo y comodidad.

METRO

4 UN MODELO DE EVALUACION DE OPERACION

4.1 LA TRANSPORTACION EN EL (STC) METRO

Puede ser común preguntarse ? Quien no ha visto a las inquietas hormiguitas ir y regresar y volver a ir por el mismo camino ? . Seguramente que muchas personas han pensado que pierden el tiempo en su aparentemente loco deambular; es posible que muchos que se encuentran inmersos en la apresurada muchedumbre que se transporta en el METRO se hayan formulado la siguiente pregunta ? es racional la transportación en el METRO ?.

Para el hombre -ente social- el tiempo tiene aparte de su intrínseco valor, un valor monetario y como el tiempo es un recurso limitado, es por esto que resulta plausible todo intento por aprovechar este valioso recurso.

Las ideas vertidas en cuanto a la operación del METRO, están restringidas, por necesidad de ajuste en esta presentación , a las líneas 1, 2 y 3, ya que son en ellas donde se transporta la mayor cantidad de usuarios. Si otra línea llegara a alcanzar la longitud e importancia de las primeras, sería factible aplicar las mismas ideas para resolver el problema del transporte.

Dado que el Sistema se encuentra inmerso en una ciudad la cual se extiende mas allá de las estaciones terminales, a las cuales llamaremos puntas, éstas puntas son de gran interés para los usuarios,

METRO

puesto que de cualquier punta se tiene la opción de alcanzar cualquiera de las restantes estaciones de la red.

Esta sencilla tesis tiene como finalidad principal, proponer un modelo de operación del METRO que permita una transportación mas rápida y cómoda y todo esto sin hacer uso de mas equipo de transporte ni de instalaciones especiales.

METRO

4.2 SIMBOLOGIA Y MAPA

LISTA DE SIMBOLOS UTILIZADOS

I = Interés.

It = Interés total en el (SOT).

Ita= Interés total en el (SOA).

Itn= Interés total de las estaciones nones.

Itp= Interés total de las estaciones pares.

Iti= Interés total de las estaciones intersección.

SOT= Sistema de Operación Tradicional.

SOA= Sistema de Operación Alternante

Io = Interés de los usuarios en recorrer la línea
de la EO en adelante.

I1 = Interés de los usuarios en recorrer la línea
de la E1 en adelante.

Ei = Estación i-ésima.

EO = Estación inicial.

Li = Línea i-ésima.

METRO**4.3 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA**

El interés del usuario (I) por transportarse a través de una línea del Sistema, lo definimos como: la cantidad de estaciones que le "conviene" recorrer.

El sistema de transporte METRO está constituido por todos los elementos humanos y materiales que intervienen en una u otra forma en la transportación de personas.

Utilizaremos el símbolo L_i para indicar la línea de que estamos hablando y E_j para referirnos a la j -ésima estación, entonces $L1E6$ será la estación 6 de la línea 1.

Red del Sistema será el conjunto de todas las estaciones y tramos que las unen independientemente de la línea a la que pertenezcan.

Ruta es un recorrido sin retroceso que realiza el usuario de una de las puntas del sistema, cualquiera de las $n - 1$ puntas restantes.

Punto intersección o Estación intersección es la estación en la cual confluyen 2 o más líneas, por ejemplo Pino Suárez es estación intersección o punto de intersección, pues se juntan las líneas 1 y 2.

METRO

4.4 DESARROLLO DE LA IDEA

Para iniciar me referiré en primera instancia, al orden en cuanto a numerar las estaciones.

a) Consideraremos que si una línea tiene 2 estaciones, éstas se numerarán: E_0, E_1 ; para 3 estaciones E_0, E_1, E_2 , y en general para n estaciones E_0, E_1, \dots, E_{n-1} .

b) En cuanto a los recorridos siempre se considerarán éstos de una estación con subíndice menor, a otra con subíndice mayor, por ejemplo $[E_2, E_6]$ es un recorrido de la E_2 a la E_6 .

El interés (I) que tienen los usuarios para transportarse en el metro, está en función directa de la longitud de la línea, mientras más larga sea la línea, mayor el interés.

Consideremos una línea con dos estaciones, los usuarios que se presenten en cualquier punta, tienen un interés total (I_t) con valor de 1, pues solo pueden recorrer una estación. Consideremos ahora que la línea consta de 3 estaciones el I_t de recorrer esta línea de E_0 a E_2 sería $I_t = I_0 + I_1 = 4$, donde I_0 significa el interés en E_0 , en este caso $I_0 = 1 + 2 = 3$, ya que se pueden recorrer 1 o 2 estaciones; en $I_1 = 1$, ya que sólo se puede recorrer una estación. Generalizando este desarrollo, tendremos que si se tiene una línea con n estaciones, el I_t por recorrerla será: $I_t = I_0 + I_1 + \dots + I_{n-2}$.

METRO

4.5 CALCULO

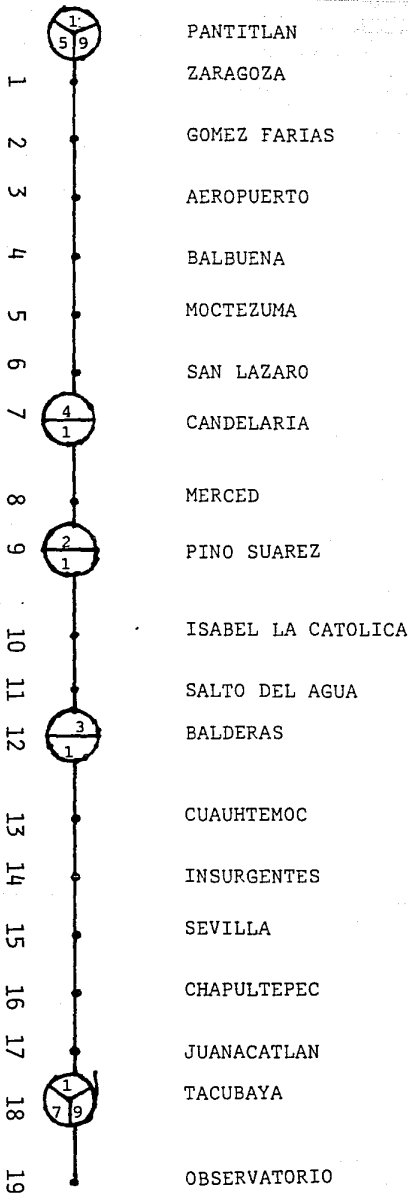
Calculemos el I de la L1, en el sentido de Pantitlán a Observatorio, la línea consta de 20 estaciones y los usuarios pueden recorrer hasta 19 (ver figura) es decir el interés en la E0 será $I_0 = 1 + 2 + 3 + \dots + 19 = n(n+1)/2 = (19 * 20) / 2 = 190$.

El I que tienen los usuarios por recorrer en sentido inverso, es decir de Observatorio a Pantitlán tiene el mismo valor.

Ya hemos calculado I_0 en el sentido de Pantitlán a Observatorio

$I_0 = 190$ el I de los usuarios de Zaragoza a Observatorio es $I_1 = 1 + 2 + 3 + \dots + 18 = (18 * 19) / 2 = 171$, el I de Gómez Farías a Observatorio será $I_2 = 1 + 2 + 3 + \dots + 17 = 153$, y así sucesivamente, hasta llegar a Tacubaya donde $I_{18} = 1$, por tanto el interés total (I_t) será $I_t = I_0 + I_1 + \dots + I_{18} = 190 + 171 + 153 + \dots + 1 = 1330$, este sería el interés por recorrer la L1; el I_t por recorrer en sentido inverso la L1, sería el mismo valor.

LINEA 1



METRO

4.6 CONSIDERACIONES DEL PROBLEMA

Cuando empezó a operar el METRO la afluencia de usuarios era escasa, y éstos se transportaban cómoda y rápidamente. Conforme fue aumentando la cantidad de pasajeros al sistema, éste empezó a saturarse a tal grado que actualmente ya no resulta fácil la transportación.

4.7 SISTEMA DE OPERACION TRADICIONAL

Desde su inicio hasta la fecha el tren va recorriendo desde la estación inicial a la siguiente, y de aquí a la próxima, hasta llegar a la última estación y en cada una de ellas se detiene para permitir ascenso y descenso de los usuarios, por tanto éstos no tienen opción de elegir y abordan cualquier tren, (si el cupo lo permite), es por esto que se saturan los vagones, el tren y en consecuencia el sistema, el planteamiento del problema a resolver lo podemos resumir formulando la siguiente pregunta: ? Como aumentar la capacidad del sistema?.

METRO

4.8 REFORMAS DE OPERACION

Para aumentar el número de usuarios a transportar, sin hacer uso de mas equipo de transporte ni de instalaciones especiales, es preciso romper con el sistema de operación tradicional (SOT); de tal forma que los trenes vayan alternando sus paradas, pero teniendo paradas obligatorias en los puntos de intersección y en las estaciones inicial y terminal.

Continuando con el ejemplo de la L1, ésta tiene 20 estaciones, supongamos que la vamos a recorrer de Pantitlán a Observatorio y numeremos las estaciones en la forma propuesta en el punto 4.4 inciso (a).

El Sistema de Operación Alternante (SOA) consiste simplemente en que habrá dos tipos de trenes, unos harán paradas en las estaciones nones (trenes nones) y otros en las pares (trenes pares), por tanto los usuarios tendrán que elegir el tren que deban abordar. En síntesis ésta es la solución.

METRO

5 IMPLICACIONES

5.1 IMPLICACIONES PARA EL USUARIO

(a) Elección obligada del usuario.

Los usuarios que aborden en estaciones terminales e intersecciones, tendrán opción de elegir tren non o par, pero aquellos que acudan a las estaciones nones, solo podrán abordar trenes nones, otro tanto ocurre con los usuarios que se presenten a las estaciones pares; de esta situación derivan dos opciones para el usuario: elegir la estación que le convenga. Y la segunda si la estación no es la conveniente, desplazarse hasta una estación terminal o intersección y ahí elegir el tren apropiado.

De inmediato se nota que la adopción de este sistema, redundará directamente en una menor saturación de los vagones.

METRO**(b) MENOR TIEMPO DE RECORRIDO**

En el recorrido de uno a otro extremo y en el sentido que se desee se tiene que, tanto el tren non, como el par harían 12 paradas como se puede comprobar (consultando la figura).

En el sistema de operación tradicional (SOT) el tren efectúa 19 paradas; esto significa una diferencia de 7 paradas menos en el (SOA), lo que se traduce en un considerable ahorro de tiempo.

METRO

5.2 IMPLICACIONES PARA EL SISTEMA.

En cuanto al despacho de trenes en el (SOT), no se contempla distinción entre éstos, sino que solo se busca un equiespaciamento entre ellos y una mayor periodicidad durante las horas "pico".

Pero en una operación alternante el despacho de trenes tiene que sucederse también alternadamente, es decir non, par, non, par etc.. Esto no significa un mayor trabajo, sino sólo la orden dada en la estación inicial (E0), que será "ESTE TREN SEGUIRA ITINERARIO NON O PAR".

METRO

5.3 ROTULACION Y DIVULGACION

La adopción del sistema alternante trae a relucir las estaciones ostensiblemente para que el viajero fuera identifique la estación non o par.

Por otra parte emprender con anticipación a la adopción (SOA), una campaña de divulgación en la que se emplee como medio de volantes o cualquier otro medio, en que conste "Sistema Alternante".

Así como también especificar la fecha en que comenzará el nuevo sistema.

METRO

5.4 OPERACION

Una vez iniciando el "Sistema Alternante", y tardando en operación, al menos unos cuatro meses, el mejor juez, el usuario tendrá elementos suficientes para juzgar si tal funcionamiento mejora o no la operación de un sistema de transporte tan vital para la Ciudad de México.

METRO

5.5 CONSIDERACIONES TEORICAS

Las consideraciones que se hacen en esta sección, son estrictamente teóricas, y por tanto omitimos considerar todos los problemas que en la práctica se suceden tales como fallas eléctricas o electrónicas, sean en equipos fijos o móviles, accidentes, y en general todas las vicisitudes que alteren la operación normal del sistema.

En el punto 4.5 se ha calculado $I_t = 1330$ de recorrer la L1 en el sentido Pantitlán a Observatorio, se calculará el interés total en el sistema alternante (I_{ta}) en el mismo sentido, es claro que este interés es igual a la suma de los intereses totales de las estaciones nones, pares e intersecciones, (I_{tn}), (I_{tp}), (I_{ti}), respectivamente, es decir: $I_{ta} = I_{tn} + I_{tp} + I_{ti} = 1022$ a su vez $I_{tn} = I_1 + I_3 + \dots + I_{17} = 344$, donde $I_1 = 2 + 4 + \dots + 16 = 96$, hasta $I_{17} = 2$, como se puede comprobar consultando la figura.

Procediendo de manera análoga calculamos $I_{tp} = 326$ e $I_{ti} = 352$. La diferencia del interés tradicional y el alterno, es decir $D = I_t - I_{ta} = 308$, este valor de $D = 308$ nos muestra que el interés en el (SOT) es mayor que en el (SOA). Sin embargo el recorrido en el (SOA) se efectúa en menor tiempo, ya que solo hace 12 paradas contra 19 en el (SOT) (7 paradas de diferencia). Se considerará teóricamente un lapso de 15 segundos desde la apertura al cierre de puertas del vagón, se tiene que $A = 7 * 15" = 1' 45"$ donde A representa ahorro de tiempo.

METRO

Como se ha visto el (I) en el (SOT), es $I_t = 1330$ y estimando un cupo por vagón de 300 personas, resulta una catidad por tren de 2700 usuarios. Por otra parte para el (SOA) $I_{ta} = 1022$, considerando una sencilla proporción relacionando interés y cupo tendremos :

$$1330 / 2700 = 1022 / X$$

de donde resulta $X = 2075$ cupo del tren, y 231 personas transportadas en cada vagón en el (SOA). numéricamente es notoria la holgura en este sistema.

Además de las ventajas de ahorro de tiempo y de holgura, se tiene que con un (SOA) la conservación del equipo será mayor, esto resulta simplemente por considerar el menor número de paradas, y por esta misma razón, se tendrá también un menor consumo de energía eléctrica.

METRO

5.6 M A R C O L E G A L

Enseguida se comentará un tema que se estima es el más importante en materia de transportes en general en todo el Territorio Nacional: "El Marco Legal".

El punto esencial en transportes es satisfacer la demanda; para que ésta pueda satisfacerse, es imprescindible en mi opinión, que el Estado permita la libre competencia entre los prestadores de servicio, otorgando permisos sin coto -previo cumplimiento de requisitos mínimos de seguridad-, hasta que las leyes de la oferta y la demanda encuentren su punto de equilibrio.

El conjunto de normas que rigen en nuestro país en materia de comunicaciones, están plasmadas en la Ley de Vías Generales de Comunicación y su respectivo reglamento; en este ordenamiento están escritos los requisitos, permisos, concesiones, etc., en síntesis es la fuente de referencia sobre todo lo relativo a la transportación y comunicaciones en general.

La división política de México está constituida de 31 estados y un Distrito Federal. Cada Estado es soberano y por tanto legisla en materia de transportes, de aquí que cada Estado está facultado para otorgar permisos de transportación dentro de su respectiva jurisdicción, pero a su vez el Estado comprende un número variable de

METRO

municipios, y es en esta última entidad política, donde el respectivo Presidente Municipal, a través del funcionario correspondiente, otorga el permiso al transportista.

El punto neurálgico de este esquema, radica en que éstos permisos son de alcance local, pues el transportista puede dar servicio dentro de su municipio, y si sale fuera, no puede prestar dicho servicio, en el municipio vecino; en nuestro país existen miles de municipios, y las colindancias entre ellos son muchísimas, como ejemplo se tienen 10 municipios del Estado de México que colindan con el D.F.; los problemas que se generan por estas colindancias han afectado y afectan -en ocasiones catastróficamente- a la mayoría de los transportistas y a millones de usuarios diariamente.

La proposición básica para favorecer al libre desplazamiento de usuarios y transportistas por todo el Territorio Nacional, consiste en: establecer legalmente que todo permiso de transportación otorgado en cualquier Estado o en el D.F., sea de CARACTER FEDERAL. Esta es la proposición primaria y la más lógica si nos atenemos a las ventajas del mercado dentro de la visión neo-liberal con o sin énfasis en la oferta.

METRO

5.7 CONCLUSIONES.

He tratado de exponer las cuestiones mas relevantes que se presentan en la transportación pública en general.

Al elaborar la presente tesis lo hago con el sincero deseo de contribuir con mi grano de arena al bienestar de la sociedad en que me desenvuelvo. Sin embargo, estoy consciente y la realidad tércamente me lo ha repetido, que las tesis en general no tienen aplicabilidad en la práctica, sino que solo son folletos para cubrir un requisito y ocupar un olvidado lugar en algún anaquel, más esto no mengua mi entusiasmo por presentar esta alternativa operacional.

En algunos de los individuos que conforman nuestra sociedad se generan ideas tendientes a modificarla para mejorarla, pero el gobierno y los órganos de éste son por lo general incapaces de ponerlas en práctica, puesto que la aplicabilidad de ciertas medidas lesionarian los intereses de transportistas; muchos de ellos orientados al beneficio a corto plazo e individual y deseosos de proteger un mercado que, cuando llegue el Tratado de Libre Comercio (TLC) los desbancará drástica o gradualmente.

METRO

CULTURA POLITICA

Nuestro pueblo aún dista mucho de alcanzar una madurez política; en la actualidad como antaño nuestros gobernantes y autoridades, pasando por todos los niveles y jerarquías, tienen como principal finalidad aprovechar en su beneficio el ejercicio de la responsabilidad delegada en ellos, es decir, el consumo del poder, por tanto se desvían recursos públicos en provecho propio, y se hace mal uso de la autoridad, sobre todo en los mandos medios. Este es el sello que prevalece en un sinnúmero de relaciones de todo tipo en nuestra sociedad mexicana, y se le conoce como "corrupción".

Resulta evidente que, mientras siga subsistiendo en grado superlativo la corrupción en nuestra sociedad -sobre todo en los cuadros gobernantes-, no será posible alcanzar metas de beneficio colectivo en favor del pueblo mexicano.

OBRAS PUBLICAS CON FUTURO

Es responsabilidad del Estado la ejecución de obras públicas y en particular las relativas al transporte; es prioritario que éstas estén bien planeadas, pues la ejecución de toda gran obra implica cuantiosos gastos y molestias a la población.

El D.D.F. y las autoridades que intervinieron en la planeación y construcción del "Tren Ligero" en Tlalpan, han fracasado rotundamente, ya que el gasto en la obra fué excesivo y su utilidad al pueblo es mínima, por tanto han fallado en su responsabilidad para con la población a quien gobiernan; es imprescindible aprender de los errores cometidos -que por cierto son muchos- y para muestra basta un botón, estos desperdicios son criminales, ya que afectarán inclusive a las futuras generaciones.

METRO

5.8 APENDICE

ORGANIGRAMA SIMPLIFICADO DEL (STC) METRO

 Consejo de Administración

 Dirección General

Subdirecc. de Operación	Subdirecc. de Admón	Subdirecc. de Planeación y Evaluación	Subdirecc. Jurídica Vigilancia	Contraloría
Gerencia de Estaciones y Transportes	Gerencia de Recursos Humanos	Subgerencia de Contabilidad	Subgerencia Jurídica	Subgerencia de Control
Gerencia de Material Rodante	Gerencia de Recursos Materiales		Subgerencia de Vigilancia	Subgerencia de Auditoría
Gerencia de Instalaciones Fijas	Gerencia de Recursos Financieros			
Gerencia de Obras	Gerencia de Organización y Sistemas			
Gerencia de Ingeniería y Desarrollo				

METRO

P R E S U P U E S T O

El presupuesto ejercido en 1989 ascendió a \$ 465,064,000 el cual considera una ampliación por \$ 43,485,000 al presupuesto autorizado originalmente, que fué de \$ 421,579,000.

El origen de los recursos se integró de la siguiente manera:

I N G R E S O S 1 9 8 9

CONCEPTO	(M.D.P.)	%
Recursos Propios	164,973	35.5
Financiamiento	6,869	1.5
Transferencias del Gobierno Federal	268,022	57.6
Aportaciones del D.D.F.	25,200	5.4
TOTAL	465,064	100.0

Datos tomados del Informe anual 1989 del Sistema de Transporte Colectivo. (METRO)

METRO

No obstante que en el ejercicio del gasto se observaron criterios de restricción y austeridad presupuestal emitidos por la Secretaría de Programación y presupuesto, del Departamento del Distrito Federal y el propio Organismo, se conservó la calidad en el servicio y en el mantenimiento y se incrementó el número de pasajeros transportados. Los recursos se aplicaron destinando el 93.2 por ciento al gasto de operación el 4.8 por ciento al gasto de inversión y el 2 por ciento al pago de la deuda pública.

EGRESOS POR CAPITULO DE GASTO 1989

CONCEPTO	(M.D.P.)	%
Gasto Corriente	433,643	93.2
Servicios Personales	173,535	37.3
Materiales y Suministros	86,558	18.6
Servicios Generales	172,182	37.0
Intereses a la Deuda	1,368	0.3
Gasto de Inversión	22,240	4.8
Bienes Muebles e Inmuebles	17,240	3.7
Obras Públicas	5,000	1.1
Deuda Pública	9,181	2.0
Amortización	9,181	2.0
TOTAL	465,064	100.0

Datos tomados del Informe Anual del (STC) METRO

METRO

5.9 B I B L I O G R A F I A

(1) Fragmento de la contraportada del libro Economía de los transportes de Fritz Voigt "Fondo de Cultura Económica".

(2) Fragmento del capítulo 1, págs. 9 - 21 del libro Economía de los transportes de M.R. Bonavia "Fondo de Cultura Económica".

(3) Editorial de la revista "COMERCIO" del 10 de septiembre de 1978. Num. 214, publicación mensual de la Cámara de Comercio de la Ciudad de México.

(4) Como es México S.P.P. cuadro XI No. 4.3 págs. 175 y 177

METRO

- (5) Como es México S.P.P. pag. 150.
- (6) Como es México S.P.P. pag. 139 cuadro XI.1.1
- (7) Programa de Desarrollo del Autotransporte Federal
Secretaría de Comunicaciones y Transportes mayo 1980.
- (8) FOA (Felipe Ochoa y Asociados), febrero de 1985. para
la S.C.T. págs. 9 y 10.
- (9) Anuario Estadístico del Departamento del Distrito
Federal, editado por el I.N.E.G.I. pag. 3.
- (10) Consideraciones del cuadro estadístico del Anuario del
D.F. Tomo 1 cuadro 2.2.28 1984, editado por el I.N.E.G.I.
- (11) Excélsior México D.F. 12 de julio de 1989, sección
Metropolitana pag. 1-2 por Manuel Magaña Contreras.
- (12) Datos proporcionados por CONAPO (Extraoficialmente) de
población actual. 10,438,650 en el D.F. y 12,441,349 en
el área metropolitana que en total suman 22,879,999.
- (13) Libro de datos relevantes del (STC) METRO.
- (14) Datos de COVITUR (Comisión de Vialidad del Transporte
Urbano) Estación METRO Zapata 3er. piso.