



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO MAESTRÍA EN INGENIERÍA (PLANEACIÓN)

PLANEACION DE ARGOS, SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO LIGERO Y SUSTENTABLE.

UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN GENERAL "EXPERPLAN" EN EL
PLANTEAMIENTO DEL "ARGOS" UNA SOLUCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO
SUSTENTABLE Y NO INVASIVO PARA ZONAS URBANAS

GRADUACIÓN POR TÉSIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRIA EN INGENIERÍA

PRESENTA EL ALUMNO
Luis Enrique Maumejean Navarrete

TUTOR
MTRO. SERGIO ZÚÑIGA BARREERA
ADSCRITO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MEXICO D.F. SEPTIEMBRE DE 2013

JURADO ASIGNADO:

Presidente: José de Jesús Acosta Flores

Secretario: Arturo Fuentes Zenón

Vocal: Sergio Zúñiga Barrera

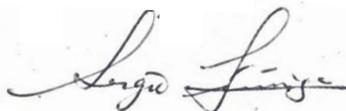
1 er. Suplente: Javier Suárez Rocha

2 d o. Suplente: Francisco José Álvarez Caso

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: FACULTAD DE INGENIERÍA

TUTOR DE TESIS:

Sergio Zúñiga Barrera

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sergio Zúñiga Barrera', is written over a light-colored rectangular background. The signature is cursive and fluid.

FIRMA

(Segunda hoja)

Contenido

Abstracto:	1
Introducción:	1
1. PRIMERA PARTE: La Metodología EXPERTPLAN	3
1.1. Definición de Planeación estratégica	3
1.2. El Grafo Primal.....	4
1.2.1. Misión:	4
1.2.2. Escenarios del Entorno :	4
1.2.3. Perfil del Sistema:	4
1.2.4. Entorno y Perfil	5
1.2.5. Misión y Entorno	5
1.2.6. Perfil y Misión	5
1.2.7. Estrategias	5
1.3. El Grafo Dual.....	6
1.3.1. Liderazgo.....	7
1.3.2. Negociación	7
1.3.3. Comunicación a la sociedad	7
1.3.4. Planeación externa de implantación de los resultados, dirigida al ámbito comercial	8
1.3.5. Planeación interna de recursos, asociada a reingenierías y adquisiciones.	8
1.3.6. Planeación inducida de efectos e impactos	8
1.3.7. Planeación de los controles de proyectos	9
1.3.8. Planeación del control situacional.....	9
1.3.9. Planeación del control normativo, de reglas y cultural	9
1.4. El contexto de Control	11
2. PROYECTO DE APLICACIÓN EN LA ZMC	12
2.1. Introducción	12
3. MISIÓN A SATISFACER	13
3.1. Trazo	13
3.2. Costo.....	13
3.3. Frecuencia	14
3.4. Impacto vial	14
3.5. Seguridad.....	14
3.6. Autosustentable	14
4. EL ENTORNO	15
4.1. ENTORNO SOCIAL	15
4.1.1. Crecimiento poblacional.....	15
4.1.2. Densificación habitacional.....	16
4.1.3. Dispersión de zonas	16
4.1.4. Conurbación	17
4.1.5. Evolución de los Ingresos de la Sociedad en el Entorno.....	17
4.1.6. Evolución de la actitud Social hacia el Medio Ambiente en el Entorno	17
4.2. Entorno político – gubernamental	17

4.3.	Entorno económico financiero	17
4.4.	Entorno ambiental.....	18
4.5.	Entorno del transporte urbano. Estudio de demanda en situación actual en la ZMC	19
4.5.1.	Aspectos generales del transporte la demanda de transporte	19
4.5.2.	Trabajos de campo en la ZMC	21
4.5.3.	Viajes Generados y Atraídos por municipio	22
4.5.4.	Deseo de viaje.....	22
4.5.5.	Aforos de tránsito general.....	23
4.5.6.	Entorno del transporte urbano. Estudio de la oferta de soluciones	23
4.5.1.	Organización	24
4.5.2.	Sistemas de transporte existentes	24
4.6.	Entorno del transporte estudio de oferta actual en la ZMC	34
4.6.1.	Oferta vial	34
4.6.2.	Oferta de Transporte público de ruta fija.....	35
4.6.1.	Organización	39
4.6.2.	Costos integrados de diferentes sistemas de transporte.....	39
4.6.3.	Ingresos – Costos de los concesionarios actuales	40
5.	PERFIL DEL SISTEMA PROPUESTO	41
5.1.	El concepto del ARGOS	41
5.1.1.	Del Vehículo.....	42
5.1.2.	De la calzada de rodamiento	43
5.1.3.	De otras instalaciones.....	44
5.1.4.	Requerimientos para el sistema en análisis	45
5.1.5.	Comparación de algunas características de diseño con otros sistemas.....	45
5.1.6.	Atributos del ARGOS.....	46
5.1.7.	Impacto Ambiental Situación Con Proyecto.....	47
5.1.8.	Areas de aplicabilidad.....	47
6.	ANÁLISIS SITUACIONAL.....	48
6.1.	Identificación de elementos del análisis situacional	48
7.	LÍNEAS DE ACCIÓN.....	50
7.1.	Identificación de los elementos de Líneas de acción	50
7.2.	Diseño de la línea troncal y la Estructura	50
7.2.1.	En tramos a nivel	51
7.2.2.	En tramos elevados	51
7.2.3.	En tramos subterráneos	51
7.2.4.	Tipo de estructura	51
7.2.5.	Vía de rebase.	51
7.2.6.	Estaciones	51
7.2.7.	Energía	52
7.3.	Área de proyecto operacional: alimentación eficiente a troncal, accesos.....	52
7.4.	Área de comercialización, redes sociales: Evidenciar ventajas al usuario	52
7.5.	Coordinación con autoridades y concesionarios: Integración con alimentadoras	52
7.6.	Área de manejo de empresa, de proyecto y de recursos Eficiencia administrativa	52
7.7.	Área de Sistemas y operación: Eficiencia de operación – Sistemas	52
7.8.	Área de Laboratorio y construcción de prototipos: Crear prototipos.....	52
8.	COSTUMBRES, REGLAS Y NORMAS	54
8.1.	Identificación de los elementos de Cultura, reglas y normas	54
8.2.	Ineficiencia del transporte público – parque vehicular excedido, etc.	55

8.3.	Vigilancia de las autoridades y acciones correctivas.....	55
8.4.	Tarifas	55
8.5.	Congestionamiento, seguridad, sustentabilidad ambiental.....	56
8.5.1.	Transporte público de ruta fija BALANCE OFERTA – DEMANDA	56
8.5.2.	El concepto de congestión vial y condiciones de tránsito	57
8.5.3.	Las condiciones del tránsito	59
8.5.4.	Congestionamiento vial para la ZMC.....	59
8.5.5.	Niveles de servicio	59
9.	ESTRATEGIAS	61
9.1.	Matrices de Estrategias de EXPERPLAN.....	61
9.2.	Estrategia Central: Adopción del Sistema ARGOS para la ZMC.....	63
9.2.1.	Garantizar Eficiencia Administrativa, Control de Calidad en la fabricación del equipo (I) 63	
9.2.2.	Dimensiones y diseño estudiado, Garantizar tecnologías (I)	63
9.2.3.	Promover ventajas a usuarios, Difusión y Mercadeo (I).....	63
9.2.4.	Construir y Mostrar prototipo y obtener ruta piloto (I)	63
9.2.5.	Obtener recursos (I).....	63
9.2.6.	Actuar con rapidez (I)	63
9.2.7.	Gestión con Autoridades y comercialización para lograr la venta del proyecto (I)...	63
9.3.	Gestión con transportistas (P)	64
9.4.	Trazo de máxima cobertura (P)	64
9.5.	Alimentación organizada (P).....	64
9.6.	Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos) (P).....	64
9.7.	Derrotero cercano a O-D (P).....	65
9.7.1.	Planteamiento General - Trazo de máxima cobertura	65
9.7.2.	Propuesta de modificación de la oferta vial en la Zona	67
9.7.3.	Oferta en situación de proyecto. Distribución de estaciones	68
9.8.	Demanda en situación de proyecto. Gestión con transportistas	68
9.9.	Situación tarifaria	72
9.10.	Diseño de flota.....	72
9.11.	Vehículo aplicable en el diseño de la frecuencia operativa	74
10.	EVALUACIÓN.....	77
10.1.	Costos	78
10.1.1.	Costos de Inversión	78
10.1.2.	Costos de Operación.....	81
10.1.3.	Difusión.....	85
10.2.	Evaluación Económica	85
10.2.1.	Situación con y sin proyecto de construcción de la línea 1 Morelos.....	86
10.2.2.	Situación con y sin proyecto de operación de la línea 1 Morelos (operación)	86
10.2.3.	Beneficios	89
10.2.4.	Modelo Económico.....	95
10.2.5.	Indicadores de rentabilidad económica del sistema Aerotren línea 1 Morelos	96
10.3.	Evaluación Financiera	97
10.3.1.	Ingresos de Operación	97
10.3.2.	Gastos de operación	98
10.3.3.	Modelo Financiero.....	98
10.3.4.	Indicadores de rentabilidad financiera del sistema Aerotren línea 1 Morelos	99
11.	INSTRUMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS.....	101
11.1.	Liderazgo.....	101

11.2. Negociación	101
11.3. Comunicación	101
11.4. Planeación Interna.....	102
11.5. Planeación Externa	102
11.6. Planeación Inducida.....	102
11.7. Diseño del Control de Proyecto.....	103
11.8. Diseño del control situacional	103
11.9. Diseño del control normativo y cultural.....	103
12. CONCLUSIONES.....	104
13. Bibliografía.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafo Primal básico.....	4
Figura 2 Grafo Primal completo	5
Figura 3 Esquema de grafo primal y dual	6
Figura 4 Grafo Dual básico.....	7
Figura 5 Grafo Dual complementario	8
Figura 6 Grafo Dual Suplementario	9
Figura 7 Grafo Dual Completo	10
Figura 8 Grafos Primal y dual completos.....	10
Figura 9 Contexto de Control	11
Figura 10 Ruta propuesta para transporte masivo en Cuernavaca.....	12
Figura 11 Estructura de análisis de Ámbitos del Entorno.....	15
Figura 12 Dispersión de zonas según uso del suelo	16
Figura 13 Zonas Generadoras y Zonas Atractoras en una mancha urbana.....	20
Figura 14 Composición de un viaje.....	21
Figura 15 AGEB's en la ZMC	21
Figura 16 Traza Urbana de la ZMC.....	35
Figura 17 Distribución de la oferta por Ruta en la ZMC	37
Figura 18 Densidad de ramales en las principales avenidas	38
Figura 19 Carga vial en las principales arterias de la ZMC.....	38
Figura 20 Ingresos estimados contra costos estimados por ruta.....	40
Figura 21 Balance Oferta – Demanda del Transporte público de pasajeros de ruta fija a lo largo del día	57
Figura 22 Comportamiento teórico del flujo vehicular y velocidad de circulación a cambios en la demanda	58
Figura 23 Niveles de servicio sin proyecto en tramos viales e intersecciones de la red vial	60
Figura 24 Niveles de servicio sin proyecto en tramos viales e intersecciones de la red vial	60
Figura 25 Demandas satisfechas por el sistema propuesto	69
Figura 26 Ascensos Descensos en HMD sentido Nor – Poniente a Sur – Oriente.....	70
Figura 27 Ascensos Descensos en HMD sentido Sur – Oriente a Nor – Poniente.....	71

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Inseguridad en el transporte actual.....	14
Ilustración 2 Contaminación del transporte actual.....	14
Ilustración 3 Autobuses	26
Ilustración 4 Autobuses articulados	27
Ilustración 5 Trolebuses articulados.....	27
Ilustración 6 Atributos Generales de los Trolebuses.....	27
Ilustración 7 Tren ligero sobre ruedas de acero o llantas	28

Ilustración 8 Monorriel.....	29
Ilustración 9 Metro.....	30
Ilustración 10 Tren Suburbano.....	30
Ilustración 11 Road train.....	31
Ilustración 12 Semiremolques de pasajeros.....	31
Ilustración 13 Autobuses guiados.....	32
Ilustración 14 TVS o PRT's.....	32
Ilustración 15 Modelo del Argos elevado con dos sentidos.....	42
Ilustración 16 Vistas del Sistema Argos en estación.....	43
Ilustración 17 Vías elevadas en perfiles de acero.....	44
Ilustración 18 Vías elevadas en estructura tubular.....	44
Ilustración 19 Estación a nivel.....	44
Ilustración 20 Estructura en Marcos para circular sobre la vialidad.....	51
Ilustración 21 Estación elevada, andenes y accesos peatonales.....	51
Ilustración 22 Patios de pernocta propuestos en la Terminal Norte en la UAEM.....	53
Ilustración 23 Perfil del ARGOS en estructura elevada.....	53
Ilustración 24 Operación invasiva de la vialidad en Paradas.....	55
Ilustración 25 Saturación de transporte público en la ZMC.....	56
Ilustración 26 Congestionamiento vial en la ZMC.....	59
Ilustración 27 Ramal Nor-poniente.....	66
Ilustración 28 Ramal Sur - Oriente.....	67
Ilustración 29 Tren Argos dejando la estación.....	74
Ilustración 30 Flota/tiempo SP y CP.....	90
Ilustración 31 Km/Viajes SP y CP.....	91
Ilustración 32 Viajes/COV SP y CP.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Atributos considerados en la Misión.....	13
Tabla 2 Ámbitos considerados del Entorno.....	15
Tabla 3 Población Total Quinquenal en ZMC.....	15
Tabla 4 Tasas de crecimiento quinquenales.....	16
Tabla 5 Densidad habitacional por Municipio.....	16
Tabla 6 Valor Unitario de Contaminantes.....	18
Tabla 7 a,b,c,d y e Efecto de contaminantes generados actualmente por las rutas de transporte público.....	19
Tabla 8 Generación de viajes por Entidad.....	22
Tabla 9 Atracción de viajes por Entidad.....	22
Tabla 10 Líneas de Deseo en la ZMC.....	22
Tabla 11 Demanda vehicular actual.....	23
Tabla 12 Atributos generales de los Autobuses.....	26
Tabla 13 Atributos Generales de los Autobuses articulados.....	27
Tabla 14 Atributos Generales del Tren ligero sobre ruedas de acero o llantas.....	28
Tabla 15 Atributos Generales del Monorriel.....	29
Tabla 16 Atributos Generales del Metro.....	30
Tabla 17 Atributos Generales del tren Suburbano.....	30
Tabla 18 Atributos Generales del Road train.....	31
Tabla 19 Atributos Generales del Semi remolque de pasajeros.....	31
Tabla 20 Atributos Generales de los Autobuses Guiados.....	32
Tabla 21 Resumen comparativo de tecnologías de transporte.....	33
Tabla 22 Atributos de las categorías más usadas *Metrobus, Opitbus, Mexibus, etc.....	33
Tabla 23 Oferta vial en la ZMC.....	34

Tabla 24 Oferta vial y sus atributos Generales en el corredor seleccionado	34
Tabla 25 Oferta de transporte público de ruita fija por Ruta en la ZMC.....	37
Tabla 26 Comparativo de algunas Características mecánicas	45
Tabla 27 Comparativo de Costo Operacional entre sistemas	45
Tabla 28 Estimaciones paramétricas de Costo para configuración mínima.....	46
Tabla 29 Estimaciones paramétricas de Costo para un sentido elevado	46
Tabla 30 Estimaciones paramétricas de Costo para dos sentidos elevados	46
Tabla 31 Estimaciones paramétricas de Costo para dos sentidos a nivel	47
Tabla 32 Matriz de posicionamiento situacional.....	48
Tabla 33 Identificación de componentes de la Matriz de Posicionamiento Situacional.....	49
Tabla 34 Resumen de Componentes de Posicionamiento Situacional	49
Tabla 35 Clasificación de líneas de acción	50
Tabla 36 Matriz de líneas de acción	50
Tabla 37 Matriz de Cultura, reglas y normas.....	54
Tabla 38 Clasificación de las reglas y normas.....	54
Tabla 39 Balance Oferta – Demanda del Transporte público de pasajeros de ruta fija por tipo de vehículo en HMD.....	56
Tabla 40 Balance Oferta – Demanda Total del Transporte público de pasajeros de ruta fija en HMD	57
Tabla 41 Tiempos y velocidades actuales en el corredor propuesto	59
Tabla 42 Listado de Estrategias subordinadas.....	61
Tabla 43 Estrategias provenientes del Perfil (Líneas de Acción y Análisis Situacional).....	61
Tabla 44 Estrategias relacionadas con el Entorno (Cultrua y análisis situacional)	62
Tabla 45 Estrategias relacionadas con la Misión (Líneas de Acción y Cultura)	62
Tabla 46 Soluciones y tipos de proyecto por tramos para ARGOS.....	65
Tabla 47 Infraestructura vial propuesta	67
Tabla 48 Estaciones, cadenamientos y tipo de nivel del ARGOS.....	68
Tabla 49 Mercado potencial para ARGOS	69
Tabla 50 Ascensos Descensos en HMD sentido Nor –Poniente a Sur – Oriente	70
Tabla 51 52 Ascensos Descensos en HMD sentido Sur – Oriente a Nor – Poniente	71
Tabla 53 Tarifas actuales por zonas.....	72
Tabla 54 Diseño operativo de la flota de ARGOS	72
Tabla 55 Dimensionamiento preliminar de los trenes ARGOS.....	74
Tabla 56 Características de los trenes propuestos	75
Tabla 57 Especificaciones del vehículo	75
Tabla 58 Condiciones de trabajo	75
Tabla 59 Factores de ajuste a los costos	76
Tabla 60 Resumen Operativo de la flota propuesta	76
Tabla 61Costo Carril de circulación	78
Tabla 62 Costo Estaciones y terminales	79
Tabla 63 Inversión total en sistema ARGOS	81
Tabla 64 Costos fijos operación.....	82
Tabla 65 Costos variables operación.	82
Tabla 66 Consumo de energía estación.....	83
Tabla 67 Costo energía eléctrica.	83
Tabla 68 Costos fijos mantenimiento.	83
Tabla 69 Costos variables mantenimiento.	84
Tabla 70 Costo por Km. Combustibles y lubricantes en operación actual	87
Tabla 71 Costo por Km. Mantenimiento preventivo en situación acual	87
Tabla 72 Costo por K. Llantas en operación actual	87
Tabla 73Costo por Km. De conductores en operaci{on actual	87

Tabla 74 Costo total por km. de operación en situación actual	87
Tabla 75 Costo de Operación Aerotren con proyecto	87
Tabla 76 Mantenimiento preventivo Aerotren	88
Tabla 77 Llantas	88
Tabla 78 Conductores	88
Tabla 79 costos de operación	88
Tabla 80 Tiempo de usuario consumido sin proyecto	88
Tabla 81 Tiempo de usuario consumido con proyecto.	88
Tabla 82 Ahorro de tiempo equivalente.	89
Tabla 83 Tarifa y peaje.....	89
Tabla 84 Valores de referencia de combustible	93
Tabla 85 Emisiones contaminantes Situación Actual	93
Tabla 86 Total de Emisiones contaminantes generadas por transporte público evitadas con Aerotren	94
Tabla 87 Flujo Económico del Proyecto.....	95
Tabla 88 VPN Y Tasa Social de Rentabilidad.....	96
Tabla 89 Ingresos Tarifarios.....	98
Tabla 90 Flujo financiero del proyecto.....	98
Tabla 91 VPN y TIR financiero.....	99

UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN GENERAL **EXPERPLAN** EN EL PLANTEAMIENTO DEL **ARGOS** UNA SOLUCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO SUSTENTABLE Y NO INVASIVO PARA ZONAS URBANAS

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERIA (PLANEACION)

Luis Enrique Maumejean Navarrete

Abstracto:

Se presenta la Metodología de Planeación General denominada EXPERTPLAN que se basa en un modelo de redes, en los cuales cualquier componente tiene un efecto directo o indirecto en todos los demás; esta metodología permite la actualización ordenada de los planes y sus detalles a partir del enriquecimiento o modificación de cada componente y de trasladar los impactos de esos cambios a cualquier elemento del resto del modelo.

La aplicación de esta metodología se ilustra para el desarrollo de un sistema de transporte urbano masivo "ARGOS" para pasajeros en la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC) que permite ofrecer servicios versátiles a costos competitivos con otros sistemas, teniendo la característica de ser no invasivo de las vialidades y sustentable en los ámbitos económico y ambiental. El proyecto que se propone consiste en un sistema de transporte no convencional para una línea troncal en la Zona mencionada, a nivel de Anteproyecto conceptual. La presentación cubre desde aspectos generales del sistema de transporte propuesto hasta la evaluación preliminar Beneficio – Costo.

Introducción:

Los procesos de Planeación en un sistema complejo, sea este orgánico, natural u organizacional, requieren una metodología de análisis y verificación que garantice la coherencia de los diferentes esfuerzos, puntos de vista y estrategias hacia una dirección congruente y realista.

Es indispensable un método ordenado que permita la verificación de que las estrategias sean congruentes con los recursos disponibles y los perfiles de las instituciones, que sean congruentes con los distintos escenarios considerados en el entorno, que sean congruentes con la razón de ser de cada una de las instituciones y a su vez que definan el posicionamiento estratégico del sistema, que definan líneas de acción, las reglas de operación y políticas congruentes a lo anterior.

Las estrategias establecidas se requieren dar a conocer, negociar y liderar con terceros antes de programarlas, presupuestarlas y ponerlas en práctica y posteriormente se requiere planear los controles específicos que permitan dar seguimiento a su cumplimiento.

Cuando la metodología que cumple con lo anterior se aplica a sectores específicos como puede ser el de transporte urbano se facilita tener planteamientos más completos que en esquemas tradicionales y considerar multitud de elementos que influyen en un sistema complejo como es el mencionado y los impactos que genera.

La Metodología aborda el problema de congruencia en una red lógica, que en muchos casos maneja conceptos cualitativos que deben mantener congruencia lógica, en algunas ocasiones es posible fundamentar las variables de una forma cuantitativa, pero la esencia de la metodología es el manejo de relaciones lógicas.

En función del objetivo del proceso de planeación se pueden distinguir varias formas de aplicar la metodología propuesta, cada aplicación se puede considerar como la activación del grafo en ciertas condiciones:

La primera forma, que es la original de un proceso de planeación de acuerdo a la definición antes propuesta, se orienta a aplicar los elementos de la situación actual para llegar a definir las estrategias a seguir en la misma; esto es considerar los escenarios del entorno en su situación actual, el perfil del sistema que actualmente opera y la misión que se presume como razón de ser presente del sistema. Esto llevará a obtener estrategias aplicables para satisfacer la misión con las condiciones actuales de los elementos básicos y los consecuentes que se obtengan al analizar el grafo (Situaciones, Líneas de Acción y Cultura, reglas y normas, etc.) hasta obtener las estrategias actuales. Esto también se puede asimilar al proceso de Diagnóstico con orientación a estrategias aplicables.

La segunda forma de aplicación del grafo es en situación de proyecto, para validar que las estrategias propuestas sean coherentes con las condiciones de frontera en condición de proyecto tanto del sistema (perfil) que debe abarcar la situación actual y la de proyecto, así como la transición entre ambas; la del entorno y los impactos desde y hacia el mismo y con la misión propuesta visualizada a futuro. Así como los análisis derivados de las mismas (situaciones, líneas de acción y cultura reglas y normas). Forma adoptada en el documento.

Hay que recordar que la metodología en cuestión está orientada a revisar congruencia lógica en todo el conjunto, por lo que aunque en rigor se debería analizar un grafo para situación actual y otro para situación de proyecto, teniendo un diagnóstico previo, con base a la segunda forma de aplicación (validar estrategias) es posible combinar ambos enfoques en un solo recorrido del grafo y no resulta forzoso recorrer el grafo completo para situación actual o para situación de proyecto. De cualquier manera el análisis de consistencia se debe llevar a cabo.

En la Primera parte de este documento se presenta la Metodología EXPERTPLAN para el desarrollo y la validación lógica de procesos de planeación. Esta metodología de Planeación fue desarrollada por el suscrito durante los años 1990 a 1993 utilizando como base las investigaciones sobre redes lógicas desarrolladas por el Dr. Enrique Xavier Salazar Resines (q.e.p.d.) Esta teoría fue presentada para el ingreso como académico de número (359) a la Academia de Ingeniería el 9 de Septiembre de 1993 en el documento “Teoría General de Planeación. Un Enfoque Sistémico” (Fuente del capítulo 1).

En la Segunda parte de este documento se aborda a través de dicha metodología EXPERTPLAN en muchos casos cualitativamente, de manera general los escenarios del entorno, dando especial importancia a la oferta enfatizando la problemática del transporte público urbano existente, se ejemplifica con un proyecto propuesto para la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC), que conducen a una propuesta de solución a nivel de Anteproyecto. En la parte correspondiente a la oferta en el entorno, se describen brevemente algunos sistemas de transporte urbano existentes, y algunas experiencias útiles alrededor de los mismos.

Como parte del Perfil del sistema de transporte se presenta el sistema actual y el propuesto, identificado como **ARGOS**, el cual es llamado indistintamente Monorriel Virtual o Aerotren. Se enumeran algunas de sus características esenciales. Se trata asimismo la modificación del sistema actual al de proyecto.

Finalmente como detalle para la selección de Estrategias se detalla la evaluación Beneficio – Costo del proyecto analizado en los apartados anteriores.

No se aborda en este análisis el grafo Dual referente a la Implantación de las estrategias que consideramos se debe desarrollar una vez que el sistema tenga un grado de maduración más avanzado (proyecto ejecutivo).

En este documento se plantea el Objetivo de ilustrar la factibilidad de adoptar el esquema EXPERTPLAN como metodología de Planeación práctica, aplicándola para el caso de un Sistema de Transporte Masivo novedoso y enfatizar la necesidad de contar con emprendedores Multidisciplinarios capaces de integrar soluciones.

1. PRIMERA PARTE: La Metodología EXPERTPLAN

1.1. Definición de Planeación estratégica

Se parte de una definición de planeación entendida como:

“La identificación de las estrategias a seguir para que un sistema dado logre su razón de ser en un contexto actual y futuro dado... y la instrumentación de acciones para llevarlas a cabo”.

Dentro de este planteamiento hay tres aspectos dignos de resaltarse:

Uno: La forma de planeación tradicional con frecuencia es lineal y secuencial, así se pueden analizar algunos de los elementos requeridos pero no se analizan las múltiples relaciones indirectas que pueden existir.

Dos: En ocasiones este proceso puede estar parcialmente resuelto, teniéndose fijas algunas estrategias que pueden no ser realizables bajo los conceptos existentes

Tres: La planeación se ubica en el contexto del control, siendo esta la guía contra la cual se debe comparar el comportamiento observado para decidir si el proceso controlado opera según lo planeado o es necesario corregirlo.

Nuestro planteamiento consiste en crear una red que permita relacionar los conceptos existentes en el análisis y que tenga por una parte la posibilidad de presentar las relaciones lógicas de manera completa y rigurosa, pero suficientemente simple para llevar a cabo un análisis y abarque cualquier metodología de análisis como una parte de la solución general.

El grafo que representa la red se puede plantear en varias condiciones:

- Para el análisis de la situación actual,
- Para el análisis bajo situación de proyecto
- Para revisión de congruencia de estrategias ante un conjunto de elementos representados en el grafo,
- Para revisar congruencia de análisis bajo situación de proyecto simultáneamente con análisis de situación actual, análisis orientado a resaltar los beneficios obtenidos por el proyecto. Este es el modo que se adoptó para la aplicación que se plantea más adelante.

La diferencia de estos enfoques se puede plantear en diferentes activaciones del grafo si así interesa, o bien abarcando varios de estos enfoques simultáneamente.

En el planteamiento a través del Grafo se pueden recorrer varias trayectorias que deben satisfacer la coherencia entre sus contenidos. Si bien las trayectorias pueden no ser exhaustivas (en el sentido de recorrer la totalidad de los nodos), deben tener consistencia entre sus contenidos. Esto lleva al planteamiento de resolver simultáneamente todo el grafo, por restricción de proceso en el análisis, se van resolviendo cada nodo sucesivamente, pero esto no impide que en el análisis se pueda regresar para validar congruencias anteriores con información incorporada posteriormente.

Generalmente algunas de las trayectorias se asimilan a procedimientos de planeación utilizados en distintos ámbitos, lo cual puede dar soluciones parciales del problema de la planeación. La solución exhaustiva sin embargo exige la cobertura total de los nodos.

En seguida se propone el grafo primal.

1.2. El Grafo Primal

A partir de la definición dada de Planeación estratégica se pueden identificar los elementos esenciales del grafo que la representa:

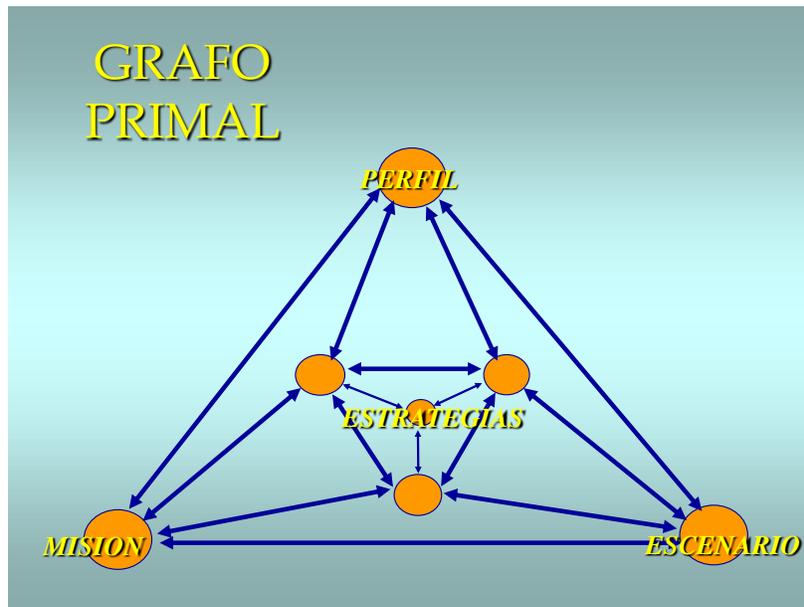


Figura 1 Grafo Primal básico

1.2.1. Misión:

Este rubro describe la razón de ser del sistema; principalmente ¿Que debe satisfacer para los usuarios del mismo? O sea la expectativa que la sociedad puede tener del sistema cuando este exista y madure, pero también manifiesta lo que pueden esperar los interesados en él, los propietarios, los administradores, otros sistemas de la misma localidad o sector y la sociedad en general aunque no sean usuarios.

1.2.2. Escenarios del Entorno :

Este elemento representa las condiciones externas donde debe operar el sistema que se planea, aquellas que no se pueden modificar directamente, sino tal vez a través de acciones estratégicas, a veces repetitivas y grandes esfuerzos. Abarca las características del entorno actuales y esperadas en un futuro, por lo mismo pueden ser variables de acuerdo a las hipótesis de pronóstico que se utilicen. Lo anterior implica que una planeación estratégica debe responder a un escenario específico de futuro y por lo mismo escenarios variables implican corridas múltiples del modelo de planeación estratégica. Algunos elementos del Entorno tienen paralelo con el Perfil, sin embargo en este es posible tener intervención directa, mientras que en aquel solo es posible conocerlo (parcialmente) e impactarlo de manera indirecta.

1.2.3. Perfil del Sistema:

Este identifica las características que definen al sistema, tales como sus recursos, su tecnología, sus activos, su experiencia, sus relaciones con el exterior, su tamaño, su potencial, su ubicación y en general cualquier elemento en el que se haya invertido y sea posible capitalizarlo. Como se mencionó arriba es posible cambiarlo de manera directa.

La relación directa de los tres elementos para la obtención de las estrategias se propone hacerla escalonada considerando tres nodos intermedios; es posible analizar las interacciones entre estos tres elementos por parejas de elementos, Así:

1.2.4. Entorno y Perfil

Su análisis combinado genera la posición estratégica del sistema en análisis (Perfil) respecto a su contexto (entorno), generando el posicionamiento del sistema; estos se acostumbra clasificarlos en favorables y desfavorables y también en posicionamiento generado por el sistema o posicionamiento generado por el entorno. Este análisis es lo que comúnmente se conoce como análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas o riesgos).

1.2.5. Misión y Entorno

Al combinarlos se infieren el conjunto de reglas y normas que el entorno valida y la expectativa de la sociedad los acepta y eventualmente los respeta (Cultura) y dentro de los cuales deberá operar el sistema en cuestión.

1.2.6. Perfil y Misión

Entre ambos se genera la forma en que se plantea satisfacer la misión del sistema con base a los recursos disponibles en el perfil aplicándolos de manera organizada y con realizaciones cuantificables (Programas, Líneas de Acción, Objetivos y Metas)

1.2.7. Estrategias

Con el contenido de estos tres nodos se pueden obtenerlos conjuntos de estrategias a seguir, infiriéndolas a partir del cruzamiento por parejas de los tres elementos mencionados, así:

Posicionamiento y Cultura permite obtener estrategias impactadas por el entorno
Cultura y Objetivos también permite llegar a estrategias relacionadas con la razón de ser
Posicionamiento y Objetivos igualmente puede generar estrategias ligadas al perfil

Evidentemente las estrategias obtenidas por las tres vertientes deben ser coincidentes, y en caso de que no lo sean se deberán revisar para que las mismas sean congruentes y se logren inferir a través de los tres caminos.

Esto se puede representar con el grafo siguiente:

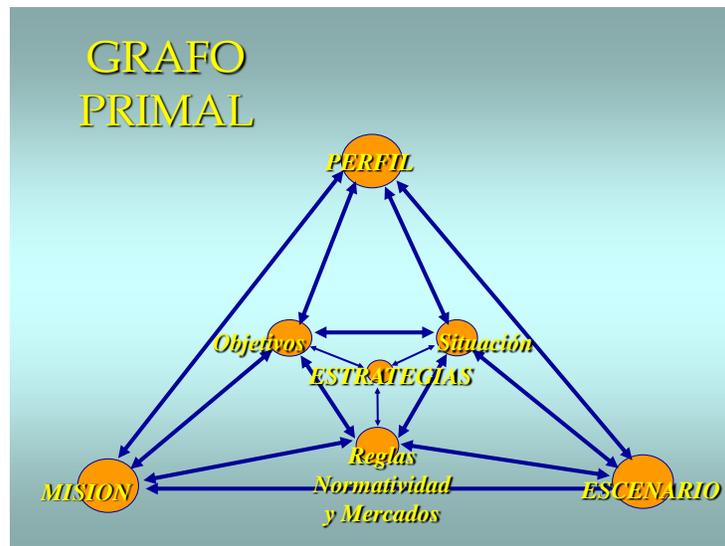


Figura 2 Grafo Primal completo

Los trayectos para relacionar estos elementos representan las formas en que se puede hacer o validar la planeación estratégica, sin embargo para que sea coherente se deben recorrer todos los nodos

La segunda parte de la definición de planeación que es "... y la instrumentación de acciones para llevarlas a cabo" se obtiene en el grafo Dual, el cual se orienta a analizar todos los elementos de la instrumentación y control que permita la realización de las estrategias

1.3. El Grafo Dual

Geoméricamente el Grafo Dual se puede obtener asociando cada circuito simple del grafo primal a un nodo del grafo Dual u cada arco del grafo dual debe cruzar un arco del grafo primal, con lo que es posible generar la geometría del grafo Dual

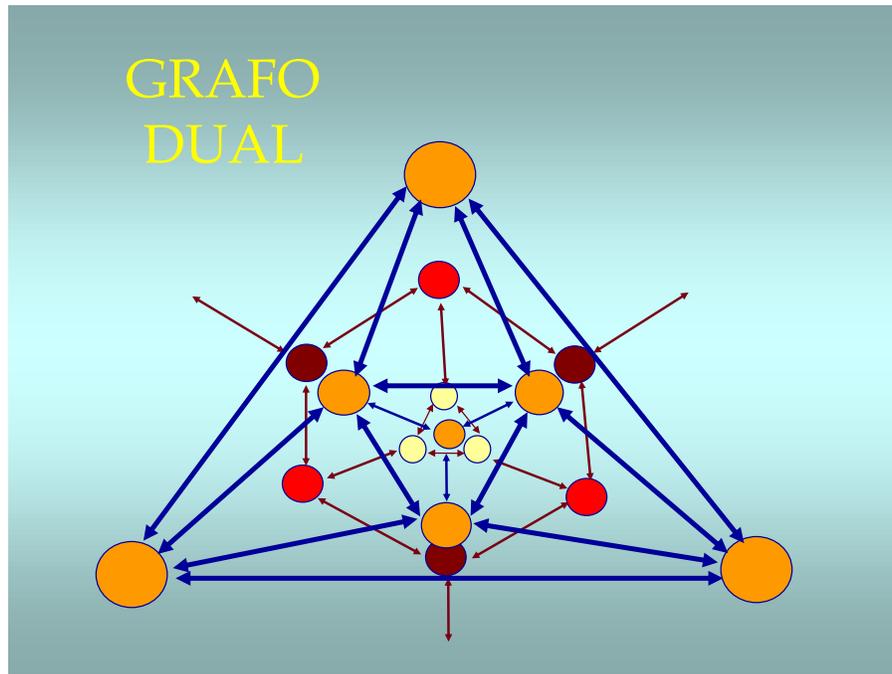


Figura 3 Esquema de grafo primal y dual

Nuestra propuesta es asociar el grafo Dual a la instrumentación del proceso de planeación.

La instrumentación del proceso se inicia alrededor de las estrategias identificadas en el Grafo Primal, las cuales se deben presentar a distintos foros para iniciar su instrumentación.

Los tres circuitos representan

La comunicación en el circuito inmediato a las estrategias

La asignación y organización detallada de recursos y de acciones en el circuito intermedio

La definición de los controles en el circuito asociado al contexto de la planeación, que es el control.

El análisis de estos nodos se realiza en etapa de proyecto ejecutivo y de detalle.

Así los nodos correspondientes a la comunicación representan el primer circuito del grafo dual

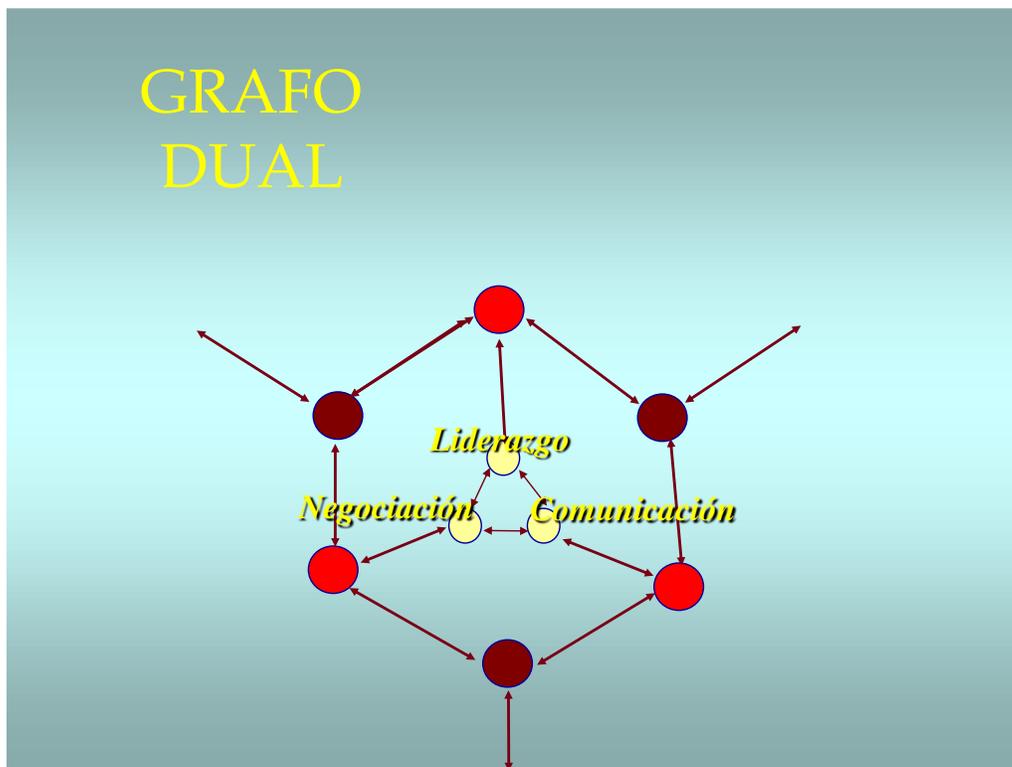


Figura 4 Grafo Dual básico

1.3.1. Liderazgo

Es la comunicación en dos sentidos al interior del sistema para lograr la organización y actitud adecuada de los miembros y recibir su retroalimentación, el contenido de esta comunicación se refiere a los impactos de la estrategia hacia los miembros internos del sistema. Esta acción debe permitir la capitalización de los activos tangibles e intangibles del sistema para orientarlos a la realización de las estrategias definidas. Este liderazgo debe verse como una venta hacia el interior del sistema de las estrategias seleccionadas.

1.3.2. Negociación

Esta es una comunicación también bidireccional con terceros involucrados en la aceptación de las estrategias, posibles actores a favor o en contra de las estrategias a instrumentar. Su contenido debe ser presentar las ventajas que las estrategias representan para esos actores y disminuir las desventajas, o eventualmente intercambiar con ellos cuotas de poder para lograr la aceptación de las estrategias

1.3.3. Comunicación a la sociedad

Esta comunicación es en un solo sentido, aunque eventualmente puede recibirse retroalimentación cuando se usan redes sociales o mecanismos informáticos masivos. El contenido debe ser la presentación de las ventajas que las estrategias representan para la sociedad y en especial a sectores afectados en forma directa.

Por su parte los nodos correspondientes a la asignación y organización detallada de recursos y de acciones se representan en los siguientes nodos:



Figura 5 Grafo Dual complementario

1.3.4. Planeación externa de implantación de los resultados, dirigida al ámbito comercial

Este nodo representa los resultados (Dimensionamiento, Asignación y organización) que se pueden obtener desde el punto de vista del usuario final, que es el que da razón de ser al sistema, como se reflejan las estrategias en una condición más favorable para los interesados externos

1.3.5. Planeación interna de recursos, asociada a reingenierías y adquisiciones.

En la planeación interna (Dimensionamiento, Asignación y organización) se establecen las formas de obtener, organizar, incorporar y procesar los recursos desde la creación o inicio de las estrategias hasta la colocación de los resultados en manos de los usuarios externos, comprende adquisición de capital, tecnología y recursos en general, así como la organización, reestructuración o reingenierías.

1.3.6. Planeación inducida de efectos e impactos

La planeación inducida estudia el Dimensionamiento, Asignación y organización de los impactos que las estrategias seleccionadas generan en el contexto, se analizan todo tipo de dominios, generalmente políticos, económicos, sociales, culturales, ambientales, de usos y costumbres.

En cuanto a los nodos correspondientes a la definición de los controles en varios ámbitos se representan los siguientes nodos:



Figura 6 Grafo Dual Suplementario

1.3.7. Planeación de los controles de proyectos

En este nodo se realiza la planeación del control del proyecto que es de interés para el propio sistema y para los entes que recibirán los proyectos provenientes de las estrategias, se establecen las magnitudes en alcances, volúmenes, costos, tiempos, responsabilidades involucradas en la realización de los proyectos o líneas de acción

1.3.8. Planeación del control situacional

Esta planeación se refiere al seguimiento y corrección de los campos situacionales que pueden generarse por el hecho de aplicar las estrategias, fortalecimiento, debilitamiento, generación y aprovechamiento de oportunidades y manejo estratégico de amenazas, al igual que en el nodo anterior se deben establecer las cuantificaciones en cantidades, tiempos, costos y responsabilidades que determinen la situación relativa del sistema en su entorno.

1.3.9. Planeación del control normativo, de reglas y cultural

Como en los nodos anteriores en este nodo se planea el control normativo y cultural, las formas, tiempos costos responsabilidades etc. para la generación de reglas y normas, tanto formales como culturales (aceptadas por la sociedad) asociadas a las estrategias propuestas.

El Grafo completo se observa como sigue:



Figura 7 Grafo Dual Completo

Y la superposición de grafos primal y dual genera la representación total del Grafo de Planeación estratégica

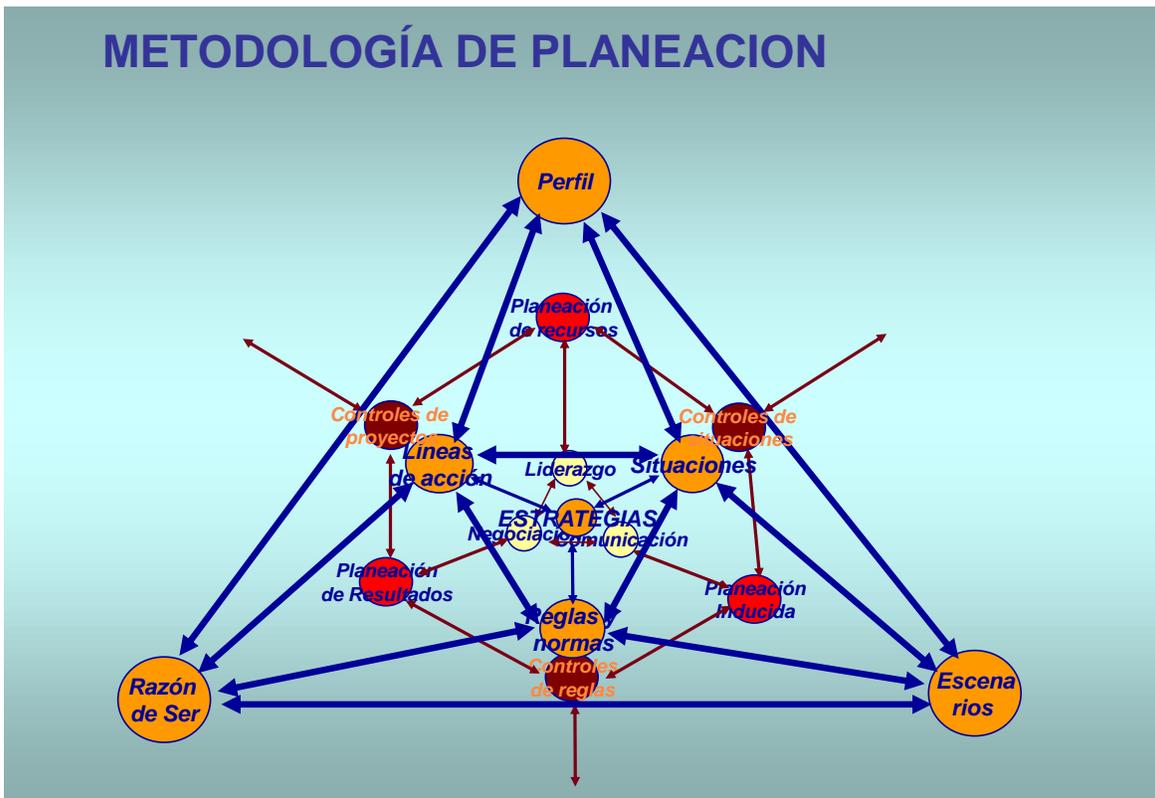


Figura 8 Grafos Primal y dual completos

Ambos grafos se ubican en el contexto del Control, que como se puede apreciar en la siguiente lámina en el mismo proceso pueden coexistir diferentes ámbitos de control.

Es necesario recordar que estos análisis se realizan en forma retroalimentada por lo que un cambio en cualquier nodo se debe expandir al resto de los grafos (Primal y Dual); asimismo se deben revisar todos los nodos para cada escenario futuro que se considere.

1.4. El contexto de Control

El contexto de Control en su esquema básico propone la operación de cualquier proceso (sistema en nuestro caso) alimentado por ciertas entradas y que genera ciertas salidas. Las salidas son examinadas por algún ente externo al sistema para verificar su validez respecto a una planeación previamente establecida, y en función de las desviaciones entre ambos aplicar decisiones correctivas a las entradas corrigiendo y retroalimentando al proceso.

La decisión de corrección en función de una desviación, aunque puede estar establecida dentro de las características internas del plan, requerirán por lo general intervención humana que valoren distintas componentes de dichas desviaciones, tales como criterios de tolerancia que permitan desviaciones o incluso corrijan el plan y con frecuencia incorporen eventos del entorno no esperados.

Adicionalmente pueden existir diversos centros de control que tengan influencia sobre el mismo proceso y puedan tener percepciones o criterios de tolerancia distintos e incluso conflictivos que pueden tomar decisiones distintas y enviar señales diferentes al proceso, generando conflictos en la operación de este último.

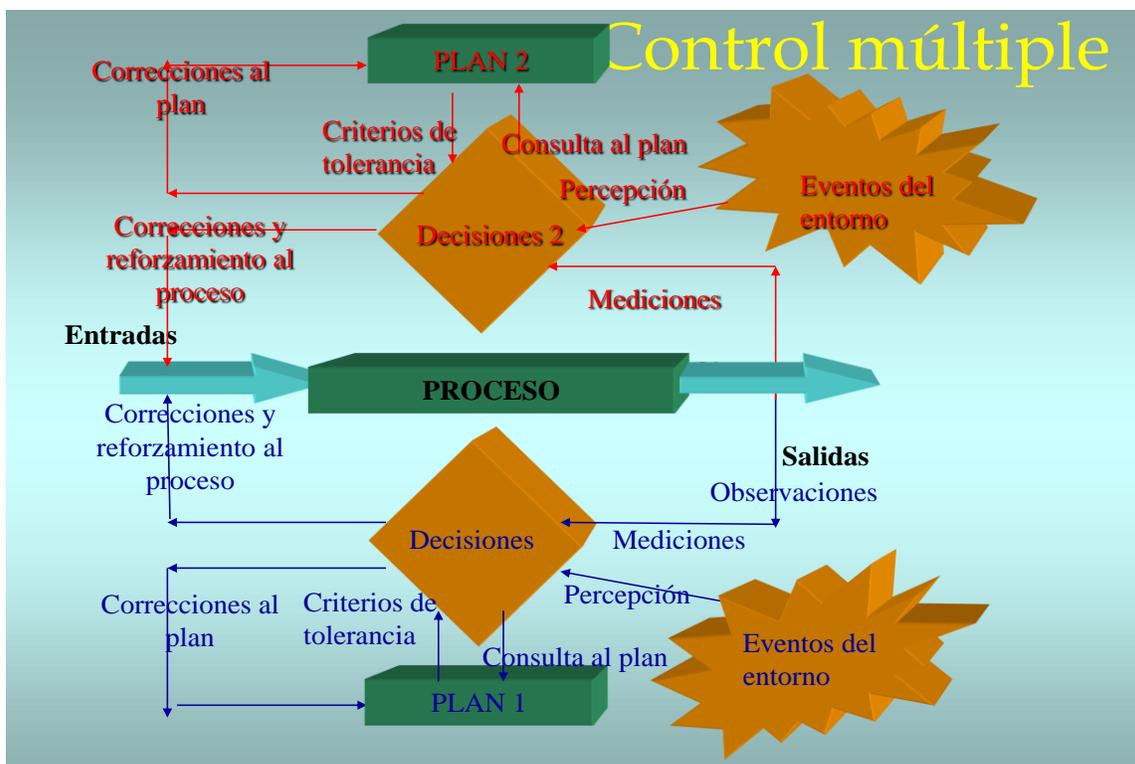


Figura 9 Contexto de Control

Este análisis del Control para los alcances de este documento solo representa una formalidad correspondiente al análisis del contexto del Grafo, no se pretende abarcar al análisis de proceso de control en sí mismo.

2. PROYECTO DE APLICACIÓN EN LA ZMC

El proyecto en cuestión desarrolló la aplicación del ARGOS en la zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC); en el se aplican los elementos más significativos de EXPERPLAN que determinan la eficiencia de la solución y se utiliza un modelo de simulación de la Oferta – Demanda y asignación de viajes de la zona, así como de las características actuales y propuestas de la solución. El se desarrolla en la plataforma VISUM que para este caso considera la operación actual y propuesta con sus atributos principales. Dado que el nivel de estudio es Anteproyecto, este modelo no considera efectos finos como de horarios en la programación de los servicios ni detalle en los esquemas de sensibilidad a la tarifa.

2.1. Introducción

La ZMC en el Estado de Morelos alberga más de 876,083 habitantes que cuentan con servicios de transporte tradicionales a base de un parque vehicular con baja capacidad unitaria, de frecuencia variable, con deficiencias de calidad y en muchos casos carentes de una visión empresarial que permitiría ofrecer servicios cada vez mejores y más competitivos; tienen superposición de derroteros de los diversos concesionarios que la atienden, organizaciones poco formales y con deficiencias operativas frecuentes, tales como el estado físico de las unidades y el exceso de vehículos en algunas ramales y rutas.

En los municipios inherentes al estudio y al proyecto, son Cuernavaca y Jiutepec, con influencia en los municipios colindantes de Emiliano Zapata, Xochitepec y Temixco. En la zona hay 817,114 hab. en un área de 520.09 km. cuadrados, lo que exige un sistema de transporte que comunique a estos municipios y circule por la parte central de la Zona Metropolitana.

A Partir de estudios previos de la zona en los que se proponen corredores de transporte proponemos el ARGOS, un sistema de transporte masivo, amigable con el ambiente y no invasivo de la vialidad existente. Es un aerotren ligero o monorriel virtual, conformado de cuatro a seis vagones, cada uno con capacidad de 55 pasajeros. Su tracción motriz es eléctrica.

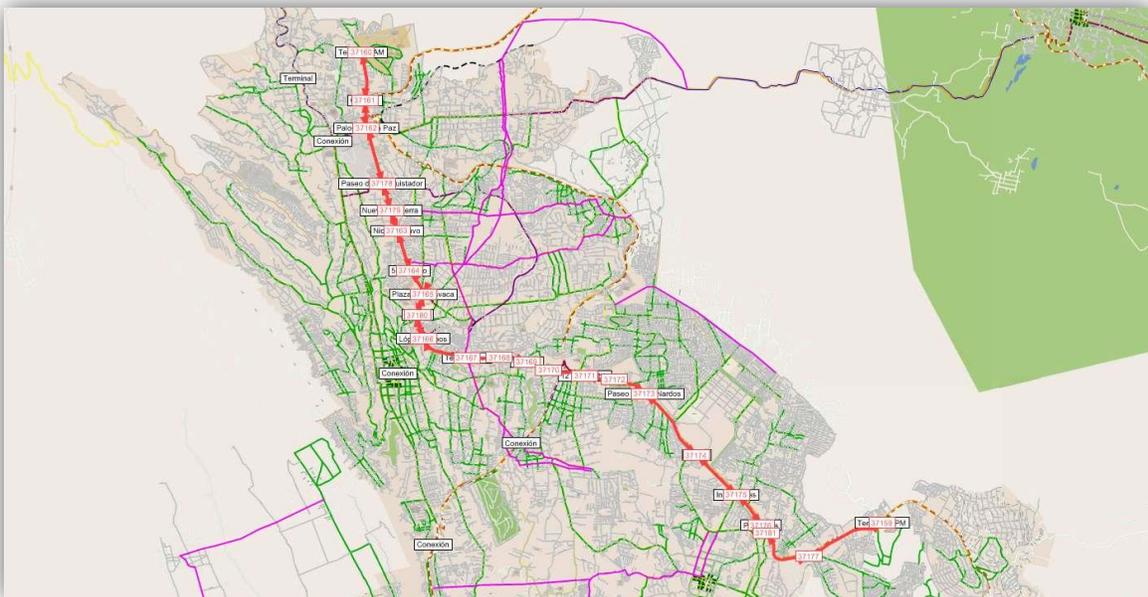


Figura 10 Ruta propuesta para transporte masivo en Cuernavaca

La trayectoria del corredor inicial, identificado como 11, se propone iniciando en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), llega a la glorieta de la paloma, sigue por Domingo Diez hasta “la Selva”, continúa por Plan de Ayala y su prolongación avenida Cuaunáhuac, hasta la Universidad Politécnica de Morelos (UPM) a la salida a Cuautla.

3. MISIÓN A SATISFACER

La razón de ser del sistema de transporte propuesto es ofrecer un servicio de transporte urbano que permita el movimiento de usuarios bajo las siguientes condiciones:

TRAZO: Puntos de alimentación cercanos a las concentraciones poblacionales o de fácil comunicación con ellas (alimentaciones eficientes).

COSTO: Que representen un costo moderado, semejante o menor a aquel que los usuarios erogan en el transporte convencional.

FRECUENCIA: Que de certidumbre de transporte al usuario, reflejado en itinerarios y tablas de tiempos (hojas de ruta) que se cumplan con cierto rigor (respeto de frecuencias de paso)

IMPACTO VIAL: Que no sea invasivo a la vialidad existente ni reduzca la capacidad instalada

SEGURO: Que de seguridad y confianza al usuario, ausencia de accidentes, comodidad, vigilancia permanente, confort, facilidades para pago de viajes, tarifas integradas con otros transportes, amigable con el medio ambiente y no contaminante.

AUTOSUSTENTABLE: Que su operación sea autosustentable, ambiental, económica y financieramente

ATRIBUTO	VALOR
TRAZO	CERCANO A LA DEMANDA, VERSATIL, SEGUN PROYECTO
COSTO AL USUARIO (TARIFA)	COMPARABLE AL COSTO ACTUAL
FRECUENCIA DE SERVICIO	ALTA FRECUENCIA CON CAPACIDAD MODULAR
IMPACTO VIAL	MINIMO
SEGURIDAD	MUY SEGURO, NO INTERFERENCIAS
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, ECONOMICA...	AUTOSUSTENTABLE
CONFIABILIDAD, CREDIBILIDAD	RIESGOS DE FALLA O INTERRUPCIÓN REDUCIDOS

Tabla 1 Atributos considerados en la Misión

Fuente: Elaboración propia

3.1. Trazo

El trazo vial en la ciudad ZMC es heredado de la colonia y determinado por la topografía de la zona con fuertes pendientes, en la que multitud de barrancas en dirección predominante N – S dificultan el tránsito en dirección O-P, los reducidos anchos de las vialidades (predominantes de 5 a 7m) también han sido herencia de una ciudad eminentemente residencial con pocos centros de actividad con vialidades bien dotadas. Muchas calles son de un solo carril y de un sentido y casi no hay vialidades de 3 carriles. En décadas recientes se desarrollaron muchos fraccionamientos residenciales que han estado alimentados por la traza vial mencionada de poca capacidad lo que favorece la lentitud del tránsito.

La situación de proyecto propone un corredor de transporte masivo elevado que evite las dificultades de la traza vial y que atienda las concentraciones de viajes en el corredor propuesto.

3.2. Costo

El costo del transporte a los usuarios se mide no solo por la tarifa al usuario sino por el número de viajes, el tiempo usado en transportarse, la seguridad, la confiabilidad y en general la calidad del transporte. Los usuarios que tienen posibilidad económica, pueden favorecer la calidad sobre la tarifa de acuerdo a la estimación del valor de su tiempo y calidad del transporte, los de menor poder adquisitivo solo harán su decisión de viaje en función de la posibilidad de pagar la tarifa, esto lo debe evaluar la Autoridad para optar o no por el subsidio al transporte.

3.3. Frecuencia

La frecuencia del servicio es una variable de la calidad del transporte, las frecuencias altas (6 o más servicios por hora) son preferidas por los usuarios y la capacidad disponible determinará la saturación o no de los transportes. Un buen diseño del transporte equilibra la capacidad disponible de asientos con la demanda en un ramal dado, considerando los transportes de toda la competencia que inciden en un tramo de un derrotero.

3.4. Impacto vial

El impacto vial del transporte se refleja en el congestionamiento producido en la vialidad por efecto de los vehículos de transporte público, un exceso de vehículos incide de manera directa en el congestionamiento vial, así como los modos de transporte que demandan carriles confinados para el mismo.

La forma de conducir también impacta la vialidad, tanto en los puntos seleccionados y la posición del vehículo, como en las maniobras para rebasar y estacionarse para permitir el ascenso y descenso de pasaje.

3.5. Seguridad

La seguridad del transporte público afecta a los pasajeros y a la ciudadanía, los vehículos de transporte público en general tienen un diseño para soportar impactos de hasta 25 Km/hr con daños menores, pero pueden causar daños serios a otros vehículos y transeúntes.



Ilustración 1 Inseguridad en el transporte actual

3.6. Autosustentable

La sustentabilidad se refiere a varios ámbitos, siendo los principales el económico financiero y el ambiental.

El económico financiero se refiere a la posibilidad de evitar el subsidio para la operación continua del servicio de transporte.

En el ámbito ambiental, la contaminación vehicular es uno de los principales motivos del calentamiento global y de enfermedades pulmonares urbanas, la sociedad demanda medios de transporte limpios que en la actualidad son muy escasos, sobre todo en el transporte público. Los transportes eléctricos, aunque contaminan en algunas de las plantas generadoras, no impactan en forma directa a las zonas urbanas.



Ilustración 2 Contaminación del transporte actual

4. EL ENTORNO

De los múltiples elementos que conforman el entorno, hemos seleccionado aquellos que inciden en forma más directa en la planeación del sistema de Transporte propuesto.

AMBITOS DEL ENTORNO	CALIFICATIVO
SOCIAL	BENEFICIO / COSTO SOCIAL
TRANSPORTE URBANO OFERTA – DEMANDA SISTEMAS EXISTENTES	BENEFICIO / COSTO DEL TRANSPORTE
POLITICO GUBERNAMENTAL	BENEFICIO / COSTO POLITICO
ECONOMICO FINANCIERO	BENEFICIO / COSTO ECONOMICO
AMBIENTAL	BENEFICIO / COSTO AMBIENTAL

Tabla 2 Ámbitos considerados del Entorno

Fuente: Elaboración propia

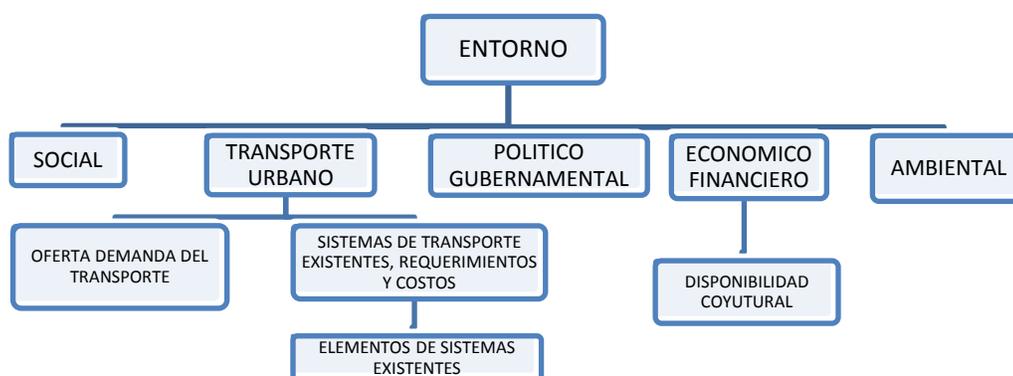


Figura 11 Estructura de análisis de Ámbitos del Entorno

4.1. ENTORNO SOCIAL

Algunos de los atributos que identifican el entorno social en nuestro medio son los siguientes:

4.1.1. Crecimiento poblacional

El alto crecimiento poblacional, implica mayores manchas urbanas y más familias y habitantes por vivienda.

Población Total quinquenal

MUNICIPIO	AÑO	1990	1995	2000	2005	2010
MORELOS		1,195,059	1,442,662	1,555,296	1,612,899	1,777,227
CUERNAVACA		281,294	316,782	338,706	349,102	365,168
E. ZAPATA		33,646	49,773	57,617	69,064	83,485
JIUTEPEC		101,275	150,625	170,589	181,317	196,953
TEMIXCO		67,736	87,967	92,850	98,560	108,126
XOCHITEPEC		27,828	40,657	45,643	53,368	63,382

Tabla 3 Población Total Quinquenal en ZMC

Fuente: Elaboración propia

Tasas de crecimiento quinquenales

AÑOS	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
MORELOS	4.14%	1.56%	0.74%	2.04%
CUERNAVACA	2.52%	1.38%	0.61%	0.92%
E. ZAPATA	9.59%	3.15%	3.97%	4.18%
JIUTEPEC	9.75%	2.65%	1.26%	1.72%
TEMIXCO	5.97%	1.11%	1.23%	1.94%
XOCHITEPEC	9.22%	2.45%	3.38%	3.75%

Tabla 4 Tasas de crecimiento quinquenales

FUENTE: INEGI. CENSO DE POBLACIÓN 2010.

4.1.2. Densificación habitacional

En nuestras ciudades en general esta variable es reducida, con viviendas de 1 dos o tres niveles, en comparación con otros países en que las ciudades crecen hacia arriba y aprovechan la infraestructura urbana construida, en nuestro país todavía se generan grandes extensiones de vivienda que requieren nueva infraestructura, vialidades, agua, servicios sanitarios, mobiliario urbano, etc. lo que lleva a mayores necesidades de cobertura de servicios, entre otros de transporte y mayor flota vehicular. Aunque en algunas ciudades ya está creciendo la densificación, es de esperarse que en un futuro crezca más. Para el tema de interés que es el transporte esto trae como consecuencia menos Km. recorridos con transportes de mayor capacidad, o sea un fomento del transporte masivo de pasajeros.

POBLACIÓN	POBLACIÓN 2010	SUPERFICIE KM2	DENSIDAD Hab/km2
MORELOS	1,777,227	4,892.73	363.22
CUERNAVACA	365,168	200.41	1,825.84
EMILIANO ZAPATA	83,485	68.37	1,227.72
JIUTEPEC	196,953	55.49	3,517.00
TEMIXCO	108,126	102.89	1,049.77
XOCHITEPEC	63,382	92.93	681.52

Tabla 5 Densidad habitacional por Municipio

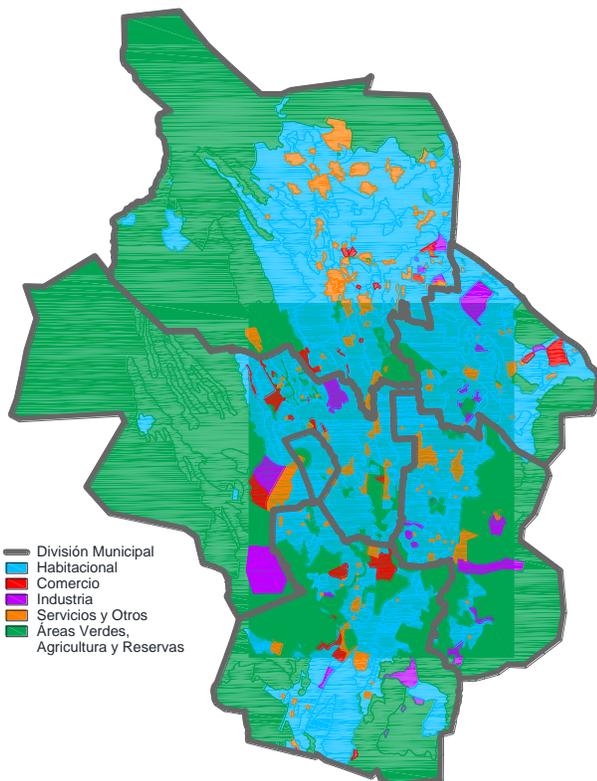
FUENTE: INEGI. CENSO DE POBLACIÓN 2010.

4.1.3. Dispersión de zonas

Aunque en muchas ciudades los usos de suelo se encuentran mezclados, la tendencia es a agrupar zonas habitacionales, zonas de trabajo, zonas comerciales, zonas de servicios, etc. La tendencia es a zonas habitacionales dispersas y zonas de servicios concentradas.

En la figura anexa se observan las concentraciones de Industria (magenta), comerciales (rojo), de servicios y otros (anaranjado) ubicados en áreas bien identificadas, mientras que el uso de suelo habitacional (azul), está disperso en toda la mancha urbana. Las áreas verdes no son sujetas a urbanización.

Figura 12 Dispersión de zonas según uso del suelo



4.1.4. Conurbación

Las concentraciones urbanas al crecer se van anexando a otras que tienen el mismo efecto y generan zonas metropolitanas o conurbaciones, que aunque administrativamente respondan a diferentes responsabilidades, en el esquema social funcionan como una sola mancha urbana, se observa una tendencia creciente en la conurbación. En la misma figura se observan manchas urbanas que en su origen fueron de cinco municipios separados (identificados con una línea de límite municipal) que ahora se encuentran totalmente conurbadas.

4.1.5. Evolución de los Ingresos de la Sociedad en el Entorno

En las zonas urbanas se favorece el crecimiento del ingreso respecto a zonas rurales, esto las vuelve un polo de atracción de la población generándose inmigración hacia las mismas, este aumento de población a la vez que genera mayor competencia por recursos crea nuevas oportunidades y nichos para desarrollo de actividades y generación de ingresos.

4.1.6. Evolución de la actitud Social hacia el Medio Ambiente en el Entorno

La actitud social hacia el respeto ambiental es una conciencia creciente en la sociedad que gradualmente aprende a evitar daños al entorno que no le provocan ninguna ventaja. Esto favorece y obliga a sistemas de transporte cada vez más limpios.

4.2. Entorno político - gubernamental

El entorno político es decisivo para lograr la instalación y operatividad de un sistema de transporte, dado que la presencia del mismo se da por obligación de las autoridades y las fallas o carencias del mismo son elementos que de inmediato generan malestar en la población y por lo mismo afectaciones al poder en turno.

En la actualidad y en todo el mundo los políticos deben estar constantemente buscando soluciones que sean reales, eficientes y sustentables para satisfacer las necesidades de la población.

En referencia al tema de transporte, punto central de este documento, un sistema de transporte eficiente eleva la percepción de eficiencia de las autoridades y permite el manejo de ese concepto como un activo en la creación de imagen de eficiencia de los tomadores de decisiones.

Las actuales soluciones de transporte tipo BRT y las vialidades elevadas representan un alto valor de imagen, por eso se han difundido en todo el mundo, sobre todo en países en desarrollo, independientemente de la problemática generada o del bajo nivel de eficiencia de las soluciones.

4.3. Entorno económico financiero

En el ámbito económico la globalización es un proceso activo intenso, cada vez es mayor la posibilidad de contratar servicios en países diferentes y por lo mismo los mercados se amplían de manera explosiva, sin embargo el acceso a esos mercados requiere enormes recursos para darse a conocer, mercadear, negociar, y competir con alternativas de otros países, esto es la polarización natural a los sistemas que crecen favorece a los oferentes más grandes, de mayores recursos económicos, de mayor influencia (poder), etc. La existencia de proyectos medios o pequeños, tiene que ser de nicho en una fase inicial y con apoyo de asociaciones con grandes entidades para lograr un crecimiento internacional.

El medio financiero dispone de grandes sumas de fondos provenientes de diversas concentraciones en el mundo. Tanto los fondos privados, como los gubernamentales, públicos y neutros (ONG), buscan proyectos para satisfacer rendimientos relativamente modestos. Siempre que se garantice la recuperación de las

inversiones. Actualmente existen mecanismos para lograr apoyos financieros para proyectos de utilidad social y amigables al medio ambiente. En la Evaluación financiera se presentan algunas cifras referentes a este aspecto.

4.4. Entorno ambiental

En la actualidad es evidente para la mayoría de los ciudadanos la degradación del entorno ambiental. Las soluciones existen pero son caras a corto plazo, el problema es que si no se toman el largo plazo está en duda, al menos como lo conocemos. Cualquier solución que sea amigable al medio ambiente debe ser tomada en consideración para reducir aunque sea en pequeña medida el daño al planeta.

El transporte es uno de los mayores contaminantes en la actualidad, por eso un transporte limpio será favorecido en forma natural.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de sustancias que son despedidas al medio ambiente por consumo de gasolina o diesel.

Valores de referencia por contaminante (gm/km)	GASOLINA	DIESEL
CO (gm/km)	136.52	3.62
NO ₂	5.46	4.32
SO ₂	0.56	0.23
HC	38.62	1.50
Partículas	0.16	1.22

Tabla 6 Valor Unitario de Contaminantes

Fuente INECC

En el caso particular del transporte público, la medición de impactos contaminantes se mide en base a tiempo, por medio de los recorridos por año, en otros términos, de acuerdo a los kilómetros recorridos por año y al consumo de energía, se realizan los cálculos de las emisiones contaminantes.

Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)

Situación Actual (SA)

Para la evaluación de los niveles de emisiones contaminantes se realiza por sentido se circulación y a su vez se fragmenta en dos secciones de estudio, debido a la composición de circulación general de las rutas y circulación vehicular. Quedando conformados en dos tramos: Centro de Cuernavaca – Paloma de la Paz y el complementario Centro de Cuernavaca – Jiutepec.

El Centro de Cuernavaca se refiere a la intersección de las vialidades Adolfo López Mateos – Plan de Ayala. El punto Jiutepec se refiere a la intersección de las vialidades Paseo de las Fuentes – Carretera Cuernavaca – Jiutepec . Paloma de la Paz se refiere a la glorieta Paloma de la Paz en Domingo Diez esquina con Heroico Colegio Militar.

a) Tramo Centro de Cuernavaca – Paloma de la Paz.

Sentido S -N

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)							
Diesel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lit)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO ₂ (gm/km)	SO ₂ (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
S-N	22,237	1.7	13,081	80,499	96,065	5,115	33,356	27,130

b) Tramo Paloma de la Paz – Centro de Cuernavaca

Sentido N – S

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)							
Diesel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lt)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO2 (gm/km)	SO2 (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
N-S	27,259	1.7	16,035	98,676	117,757	6,269	40,888	33,256

c) Tramo Centro de Cuernavaca – Jiutepec

Sentido S -N

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)							
Diesel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lt)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO2 (gm/km)	SO2 (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
P-O	81,148	1.7	47,734	293,757	350,561	18,664	121,723	99,001

d) Tramo Jiutepec – Centro de Cuernavaca

Sentido N – S

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)							
Diesel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lt)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO2 (gm/km)	SO2 (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
O-P	70,209	1.7	41,299	254,157	303,303	16,148	105,314	85,655

e) Total de contaminantes obtenidos de la flota de Transporte público de ruta en el corredor:

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SA)							
Diesel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lt)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO2 (gm/km)	SO2 (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
Total	200,853	1.7	118,149	727,089	867,686	46,196	301,281	245,042
Total ANUAL Ton			237,300	146,038	174,277	9,278	60,513	49,217

Tabla 7 a,b,c,d y e Efecto de contaminantes generados actualmente por las rutas de transporte público

Fuente: Elaboración propia

4.5. Entorno del transporte urbano. Estudio de demanda en situación actual en la ZMC

4.5.1. Aspectos generales del transporte la demanda de transporte

El transporte urbano como sector económico representa uno de las actividades siempre existentes en poblaciones pequeñas medias y grandes, ya que ofrece uno de los servicios siempre demandados para lograr la movilidad de los habitantes.

El tránsito y la vialidad son los dos aspectos de la Demanda y la oferta que se tienen que balancear para resolver el transporte.

La demanda generalmente es aleatoria sin embargo obedece a algunos patrones, generalmente de horarios, que dan comportamientos globales previsibles. Los viajes de los usuarios y mercancías, se reflejan en los vehículos utilizados para ese efecto, los cuales como se vio anteriormente varían en capacidades, velocidades y características operativas, pero a fin de cuentas en una vialidad se mezclan todos ellos interactuando para ocupar un espacio único.

Los usuarios del transporte lo requieren porque sus lugares de actividad, descanso, y satisfacción de necesidades generalmente se encuentran alejados unos de otros. Esto requiere un sistema que facilite el desplazamiento en condiciones atractivas. La demanda de transporte se identifica con la unidad "Viaje".

Las variables que definen la demanda de viajes se pueden agrupar en:

Razones o motivos de viaje: Se pueden agrupar en trabajo, regreso al hogar, educación, compras y otros
 Orígenes y Destinos de los viajes: Asociados a la ubicación de los motivos de viaje, generalmente identifican zonas generadoras y atractoras de viajes para diversos números de usuarios y para distintos horarios. Se pueden representar en líneas de deseo y Matrices Origen – Destino.

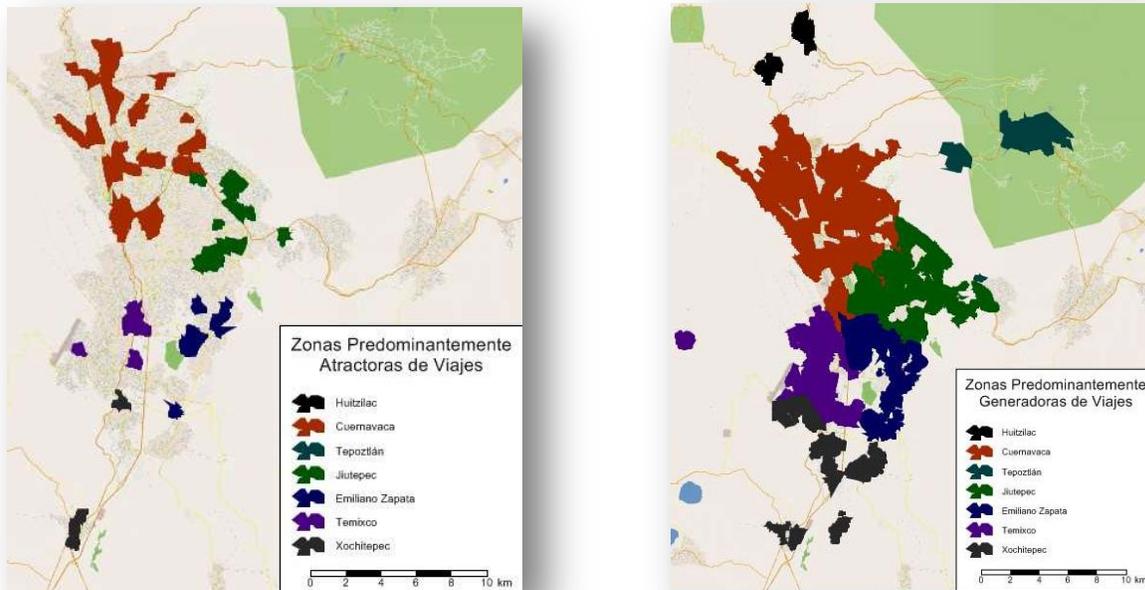


Figura 13 Zonas Generadoras y Zonas Atractoras en una mancha urbana

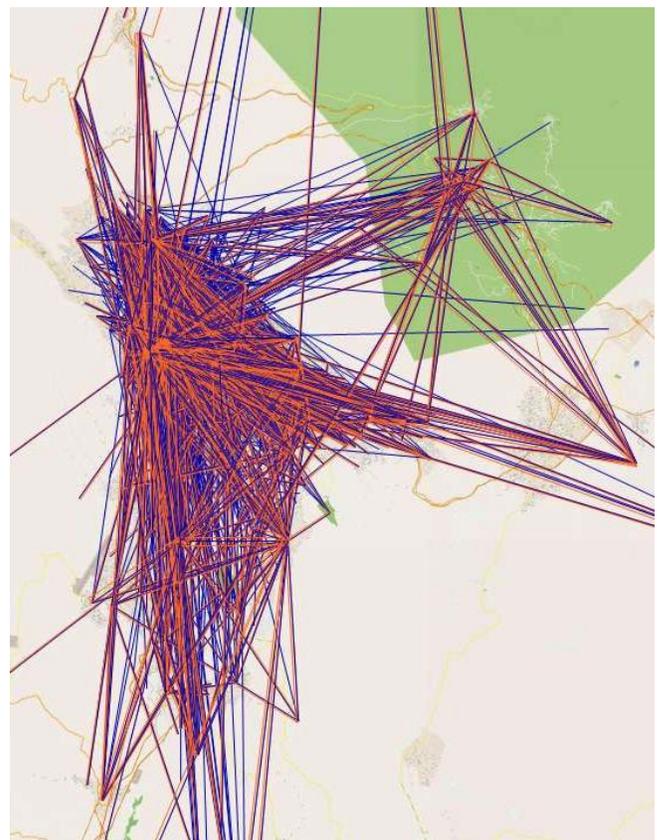
Fuente Elaboración Propia

Si lo que interesa es solo el origen y el destino, se hace caso omiso de los tramos de viaje y resulta más útil la representación de los viajes en diagramas de Orígenes – Destinos, también conocidos como líneas de deseo, pueden variar según el segmento de análisis (motivo de viaje, hora del día, transporte público o privado, etc.)

Momento del viaje: Generalmente asociado a horarios fijos, se reflejan en comportamientos estadísticos que definen Horas de máxima densidad o de máxima demanda.

Cantidad de viajes: Dada por el número de usuarios con un viaje semejante a la misma hora. (medidas a través de Aforos y observaciones en campo)

Preferencias de viaje: Condiciones que los usuarios identifican como deseables o favorables para seleccionar una opción de viaje



Tiempo de viaje: Tiempo global que el usuario ocupa para realizar el viaje, incluye tiempo efectivo de viaje y demoras durante el trayecto.

Cadena de viaje: Secuencia de tramos consecutivos con transbordos en cada tramo para cambio de modo que integran un viaje.

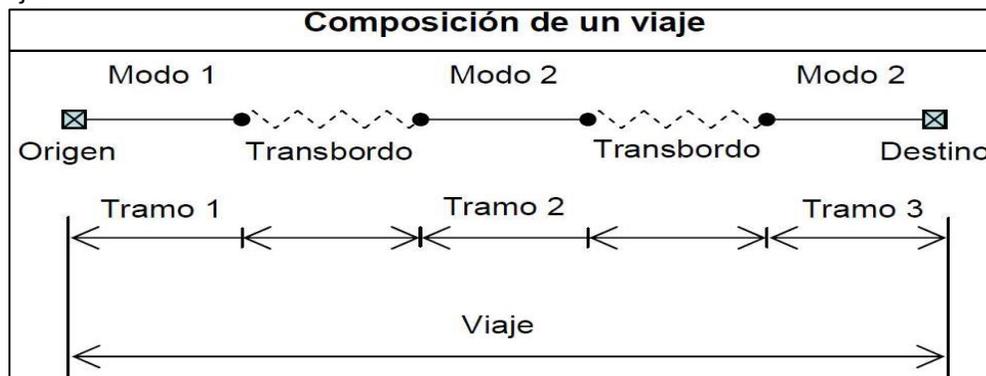


Figura 14 Composición de un viaje

Costo directo del viaje: Erogación monetaria del viaje que el usuario está dispuesto a pagar para obtener ese servicio.

Costo indirecto del viaje: Costos que no representan una erogación directa para viajar pero que se reflejan en una reducción patrimonial al usuario, pueden ser por motivos de pérdida de tiempo, de falta de seguridad, de malestares por falta de comodidad, etc.

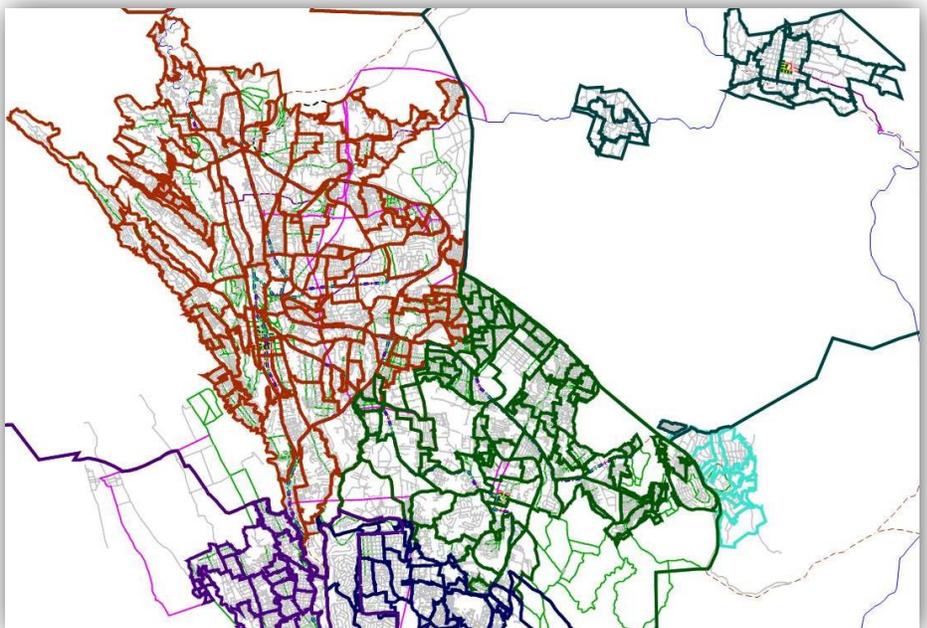
Costos sociales de los viajes: Son costos que absorbe la sociedad por motivo del transporte de conjuntos de usuarios, estos pueden ser costos ambientales por degradación del medio ambiente motivado por contaminantes o ruido o por impactos que los viajes generan en el entorno urbano, tales como la ocupación de vialidades por transportes, o incomodidades y daños para los vecinos generadas por los flujos vehiculares (incluidos accidentes).

Las demandas de viajes se pueden estimar a través de métodos directos e indirectos; en este caso se diseñó una muestra mínima que recomendaba 3,165 elementos y se levantó una muestra de 14,058 encuestas.

4.5.2. Trabajos de campo en la ZMC

La Demanda actual se obtuvo a través de una realización inicial de trabajos de campo, encuestas de origen – destino y preferencia declarada hacia un sistema como el ARGOS, se realizaron también en la zona los levantamientos acostumbrados en este tipo de estudios, pasaje a bordo de las unidades, ocupación y frecuencia de paso de las unidades, ascensos y descensos de las mismas, tiempos de recorrido, inventarios de parque vehicular, aforos, etc. y fueron referidos a 800 zonas que se homologaron a las AGEB's y colonias de la región.

Figura 15 AGEB's en la ZMC



4.5.3. Viajes Generados y Atraídos por municipio

En seguida se muestran las entidades en donde se generan los viajes observados en la ruta 1

Lugar de Destino	Viajes Generados (origen)	% Porcentaje	Porcentaje Acumulado
CUERNAVACA	127,425	71.31%	71.31%
JIUTEPEC	27,703	15.50%	86.81%
TEMIXCO	12,387	6.93%	93.74%
XOCHITEPEC	5,393	3.02%	96.76%
EMILIANO ZAPATA	4,902	2.74%	99.50%
YAUTEPEC	892	0.50%	100.00%
Suma	178,702	100%	

Tabla 8 Generación de viajes por Entidad

Por su parte los viajes atraídos por municipio para la ruta de interés son los siguientes:

Lugar de Destino	Viajes Atraídos (destino)	% Porcentaje	Porcentaje Acumulado
CUERNAVACA	101,717	56.15%	56.15%
JIUTEPEC	39,757	21.94%	78.09%
TEMIXCO	11,551	6.38%	84.47%
XOCHITEPEC	9,722	5.37%	89.83%
EMILIANO ZAPATA	9,512	5.25%	95.08%
YAUTEPEC	8,908	4.92%	100%
Suma	181,167	100%	

Tabla 9 Atracción de viajes por Entidad

Fuente: Elaboración propia

4.5.4. Deseo de viaje

Las líneas de deseo de viaje detectadas a partir de la información anterior muestran lo siguiente:

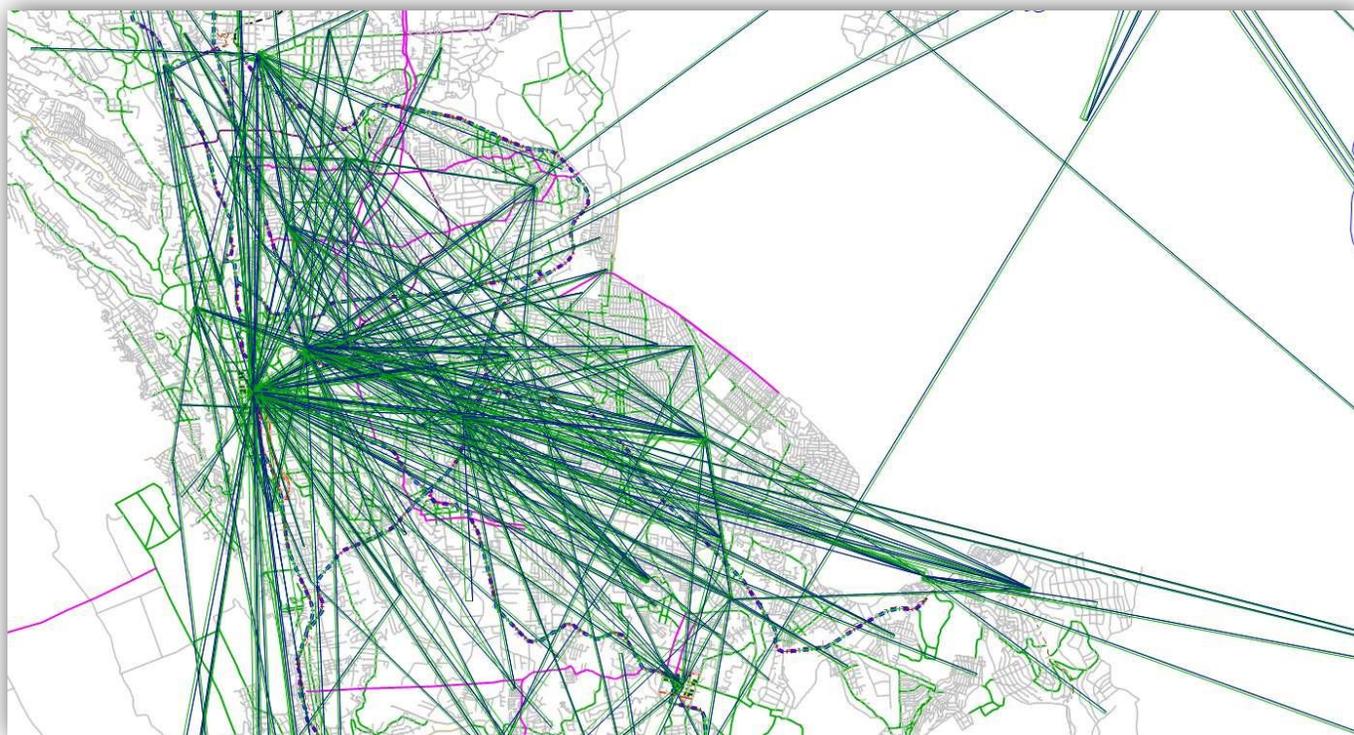


Tabla 10 Líneas de Deseo en la ZMC

4.5.5. Aforos de tránsito general

Para el corredor de interés se identifican los siguientes flujos que reflejan la demanda vehicular en la situación actual (Sin Proyecto):

Variable	Viajes (vehículos)
Volumen Máximo diario (SP)	21,341
Nivel de servicio actual (SP)	F
Volumen vehicular en Hora de máxima Demanda (SP)	5,000
Hora de máxima demanda (SP)	07:00 p.m.

Tabla 11 Demanda vehicular actual

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a lo anterior se obtuvo un perfil detallado de los usuarios entrevistados.

4.5.6. Entorno del transporte urbano. Estudio de la oferta de soluciones

La oferta no solo se refiere al espacio vial disponible para la circulación de vehículos y peatones, sino también a la organización que permite que se den los viajes, así por ejemplo, para los vehículos en general la semaforización y señalización determinan la oferta real, así pues la oferta de transporte está a su vez integrada por la oferta disponible del espacio para los transportes y los servicios de transporte que operan sobre las vialidades.

4.5.6.1. El medio físico - Topografía

La ZMC se desplantó en las faldas de la Sierra Chichinautzin, formadas de lavas de los volcanes que separan el Valle de México del Valle de Cuernavaca, esto llevó a un desarrollo histórico de esta urbe entre barrancas y con fuertes pendientes, consecuentemente tiene una traza urbana poco planeada y mal conectada, de anchos viales apenas admisibles para calles de 5 a 7 m de sección que dificultan el tránsito fluido y la construcción de infraestructura en las vialidades; además en muchas de ellas se acostumbra usar un carril para estacionamiento público, lo que entorpece aún más el flujo vial.

4.5.6.2. La infraestructura

La oferta vial está determinada primeramente por las características físicas, geométricas y constructivas de la vialidad, asociadas a la infraestructura, estas abarcan entre otras las siguientes:

- El diseño general de la vialidad ha sido poco planeado y ha respondido a la construcción de zonas habitacionales aisladas que luego hay que conectar a la vialidad existente.
- Los anchos de carriles y el número de los mismos son predominantemente 1 o dos carriles de 3 a 4m. de ancho.
- Las pendientes y curvaturas son pronunciadas, llegando lugares con más del 13% de pendiente y curvas de radios de 10m
- Los diseños de las intersecciones, han sido forzados por la existencia previa de las vialidades
- El tipo de pavimento, es de calidad regular a mala (salvo excepciones con Concreto hidráulico), las lluvias torrenciales con grandes pendientes acaban con el pavimento fácilmente.
- Las cualidades de resistencia del suelo, mezclan basaltos sueltos con arenas, tierra vegetal y otros, no ceden fácilmente a la presión pero se desagregan con facilidad
- La regularidad de la superficie, es distinta para diferentes zonas, las de mayor pendiente favorecen superficies irregulares, mientras que las ubicadas en zonas más planas mantienen cierta regularidad
- Los elementos físicos que interfieren con el tránsito como son topes, baches, coladeras mal niveladas, etc. abundan y los vecinos las permiten o construyen sin autorización y no se da mantenimiento regular.

- Los cruces vehiculares y peatonales, generalmente no están señalizados.
- La señalización Horizontal y Vertical es mínima o ausente no se favorece el tránsito peatonal.
- La semaforización y señalización dinámica es muy primitiva y aunque administra los flujos, entorpece la circulación continua en muchos puntos.

4.5.6.3. El Servicio de transporte ofertado

Esto comprende todas las características del servicio de transporte; modos, rutas, frecuencias, flota, horarios, tarifas, etc.

4.5.1. Organización

La organización del transporte determina la calidad de servicio que los usuarios reciben, la eficiencia del negocio para los concesionarios y los impactos al tránsito general y a la población afectada.

El esquema de organización puede ser incipiente, desde aquel basado en el “hombre camión” hasta el que está basado en empresas formalmente constituidas con obligaciones y responsabilidades bien determinadas para sus integrantes. Entre estos extremos hay multitud de estados de transición que es deseable que evolucionen hacia organizaciones profesionales.

4.5.2. Sistemas de transporte existentes

El transporte atendiendo al servicio ofertado

El transporte público en automóvil (taxis) y el privado, opera en función de la vialidad disponible, la capacidad regulada y la capacidad inducida y el volumen es consecuencia de las decisiones individuales de cada usuario, por lo que en general tiene comportamientos estadísticos asociados a rutas y horarios.

4.5.2.1. Transporte privado

El transporte privado puede estar integrado por todo tipo de vehículos (desde Autobuses hasta bicicletas) y está sujeto a la responsabilidad del dueño, que generalmente también es operador y usuario. No tiene permiso para cobrar por los viajes realizados y sus recorridos son libres.

El transporte puede caracterizarse como privado en el que cada usuario opera su propia unidad o utiliza una unidad ajena sin erogar un costo por el derecho de uso y el transporte público que se ofrece bajo esquemas de concesiones y/o permisos otorgadas por la autoridad para cobrar por el servicio de transporte ofrecido.

Cuando el transporte es individual cada usuario resuelve su modo de transporte, desde trasladarse caminando, en bicicleta, motocicleta, auto particular u otro medio que no cobre por viaje.

Cuando el transporte es público el usuario tiene que ajustar su viaje al trayecto que ofrece el transporte público y pagar la tarifa indicada o negociada con el conductor.

4.5.2.2. Transporte público

Generalmente el transporte público es manejado por grupos más o menos organizados que adquiriendo vehículos tipo autobús, vagoneta u otros, recorren derroteros fijos (transporte de ruta fija) o abiertos al deseo de los usuarios (Taxis).

Este transporte se puede enumerar como:

4.5.2.3. Transporte público de ruta fija

El servicio del transporte público de ruta fija está definido por las rutas autorizadas que deben ser autorizadas por la dependencia correspondiente.

Formado generalmente por concesiones que otorga el Estado para operar vehículos en ruta fija, los vehículos generalmente son autobuses de diferentes capacidades, (aunque en algunos lugares también se han autorizado automóviles) y que recorren un derrotero relativamente fijo previamente autorizado e identificado por los usuarios. En este caso también pueden calificar los trolebuses que cumpliendo con los criterios anteriores son abastecidos por energía eléctrica y la infraestructura correspondiente (catenaria) determina el recorrido.

4.5.2.4. Transporte público en taxis

Este transporte está destinado a un solo usuario (aunque indebidamente a veces se comparte por varios usuarios) se ocupa un automóvil o vagoneta para dar el servicio y el derrotero es fijado por el usuario en cada viaje.

4.5.2.5. Transporte de alquiler

En este tipo de transporte los propietarios tienen ese servicio como negocio, agrupan los transportes de carga para ser alquilados con o sin operador, los transportes de personal ocupados por terceros y cualquier otro tipo de transporte que se pueda rentar en forma temporal (Escolar, de empresas, etc.)

4.5.2.6. Transporte masivo

El transporte masivo que aquí nos ocupa, tiene las siguientes características:

- Ser de ruta fija
- Se dirige a mover volúmenes sustanciales de pasajeros (a pesar de que no existe una medida que determine cuando se considera masivo, generalmente se acostumbra calificarlo así cuando supera los 50,000 pasajeros diarios en un derrotero).
- Generalmente servido por vehículos de alta capacidad (100 o más pasajeros c/u) y con carriles preferentes o confinados.
- Este transporte puede ir por tierra cuando la capacidad así lo permite o cuando no haya capacidad a nivel puede ser elevado o subterráneo, en caso de ser elevado o subterráneo no está sujeto a la existencia o condiciones físicas y operativas de la vialidad (a,b,c,d) mencionadas más arriba; esto es no requiere una vialidad para circular.
- Este transporte masivo sin embargo no puede prescindir del transporte convencional sea público o privado que abastece al transporte masivo a través de rutas Alimentadoras, estaciones de intercambio modal, facilidades para estacionamiento, etc.

En general el mercado del Transporte público es económico y se dirige a personas que no pueden disponer e automóvil, por lo mismo la calidad es baja, en consecuencia el usuario de automóvil no lo usa.

El transporte público atendiendo al equipo

Si se contempla el tipo de vehículo y el tipo de restricción en circulación vial se pueden enumerar los siguientes:

4.5.2.1. Autobuses, Microbuses y Vagonetas



Ilustración 3 Autobuses

Concepto	Microbus	Autobús (boxer)	Comentarios
El peso vacío	3 ton	10 ton	Transporte tradicional
Pasajeros sentados	25	35	Capacidad baja
Costo	500,000	1,200,000	
Operación común			
Ventaja a aprovechar: Su peso y versatilidad		Desventaja Su baja capacidad	

Tabla 12 Atributos generales de los Autobuses

Fuente: Elaboración propia

Es el medio de transporte más común en nuestras ciudades, su versatilidad y precio de introducción asume la utilización de la vía pública sin costo, penetra a casi toda la red vial y favorece la alimentación más cercana a orígenes y destinos de los usuarios, sin embargo los costos asociados a consumos, mantenimientos, contaminación ambiental, servicio, seguridad, son de los más elevados tanto para el concesionario como para la sociedad en u conjunto.

Vagonetas y Microbuses

- Equipos con capacidades variables desde 9 pasajeros hasta 40 (incluyendo pasaje de pie)
- No requieren de infraestructura especial
- Se mezclan con el tránsito general y generalmente son causa de congestionamientos por las frecuentes paradas y ocupación indiscriminada de carriles
- Frecuentemente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

Autobuses convencionales en tránsito abierto

- Equipos con capacidades variables de 30 a 100 pasajeros (incluyendo pasaje de pie)
- No requieren de infraestructura especial
- Se mezclan con el tránsito general y generalmente son causa de congestionamientos por las frecuentes paradas y ocupación indiscriminada de carriles, son lentos en su aceleración.
- Frecuentemente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

Autobuses convencionales en carril preferencial como ruta troncal

- Comparten los datos de los anteriores pero tienen un carril preferente que aunque se ocupa por el tránsito general generalmente da mayor facilidad de circulación al autobús, provoca congestionamientos cuando el tránsito se limita a los carriles no preferenciales pero su velocidad puede incrementarse cuando se respeta la preferencia.
- Frecuentemente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

4.5.2.1. BRT Articulados y doble articulados



Ilustración 4 Autobuses articulados

Concepto	Comentarios
Equipos actuales de 90 a 150 pasajeros De 18 hasta 25 m de longitud, 3 o 4 ejes con capacidad de 7 ton/eje, 19 a 28 Ton /bus, 300 a 360 Hp. Opera en varias ciudades	Equipos caros y pesados 350 a 375,000 Dlls Unidades integradas, no separables Favoritos para transporte masivo en carril confinado.
Ventaja a aprovechar: Alta capacidad con llantas en carril confinado	Desventajas: Requiere espacio de vialidad para carril confinado, alto costo, impacto vial, Peso

Tabla 13 Atributos Generales de los Autobuses articulados

Fuente: Elaboración propia

Se han propagado por su imagen y ventajas, no se han planteado sus costos reales

- Por lo general son autobuses de mayor capacidad siendo con frecuencia articulados (160 pasajeros) o doble articulados (hasta 200 pasajeros), circulan por carril confinado (excepto en los cruceros), lo cual les da relativa exclusividad para uso del mismo (salvo vehículos de emergencia que no interfieren con la operación del autobús). Generan sin embargo congestionamientos inducidos al reducir la oferta vial para el resto del tránsito.
- Aunque circulan en carril exclusivo eventualmente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

4.5.2.1. Trolley buses



Ilustración 5 Trolebuses articulados

Concepto	Comentarios
Sistema pesado, 1 carro puede ser articulado El peso soportado en llantas, usa catenaria y Tracción eléctrica Opera en varias ciudades (México,)	Equipo pesado capacidad media, costo de catenaria
Ventaja a aprovechar: Tracción eléctrica	Desventaja: Peso, Vehículo especial, costo

Ilustración 6 Atributos Generales de los Trolebuses

Fuente: Elaboración propia

Frecuente en algunos sitios, su falta de autonomía ante el congestionamiento genera convoyes.

- Semejantes a los autobuses convencionales en carril preferencial, los vehículos son eléctricos y requieren instalación de energía de alimentación a través de una catenaria
- Ocasionalmente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

4.5.2.2. Tren ligero sobre rieles metálicos o de llantas con riel guía

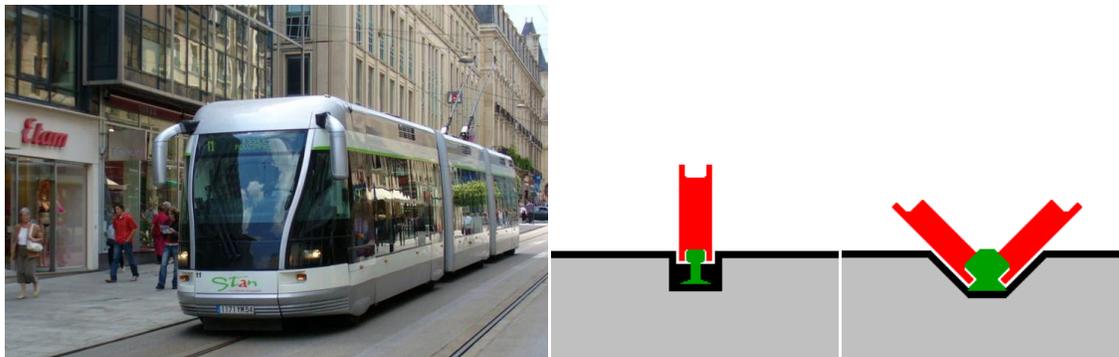


Ilustración 7 Tren ligero sobre ruedas de acero o llantas

Concepto	Comentarios
<p>El peso soportado en llantas, el único riel es guía</p> <p>Tracción eléctrica, usa Trolley,</p> <p>2 a 5 carros</p> <p>Opera en varias ciudades (Padua, Venecia, Nancy, Caen)</p>	<p>Riel guía con diferentes tecnologías</p> <p>Ancho de carril mínimo</p> <p>Equipo pesado (tren ligero)</p>
<p><u>Ventaja a aprovechar:</u></p> <p>Transporte de alta capacidad sobre llantas, propulsión eléctrica, guiado automático</p>	<p><u>Desventaja:</u> Catenaria, peso, costo</p>

Tabla 14 Atributos Generales del Tren ligero sobre ruedas de acero o llantas

Fuente: Elaboración propia

Poco frecuente por ser equipo caro, poco aplicable en zonas congestionadas.

- Equipos sobre riel generalmente de acero y rueda de acero, requieren por lo mismo una infraestructura especial, tanto para el soporte estructural del vehículo, su rodamiento y para la instalación de abasto de energía (catenaria).
- Pueden ser confinados, en carril preferencial o mezclados con el tránsito regular, actualmente se tiende a separarlos del tránsito en carriles preferenciales o exclusivos.
- Los vehículos generalmente trenes compuestos por dos o más vagones pueden llevar alrededor de 40 pasajeros por vagón. Esto es variable dependiendo del modelo a considerar.
- Ocasionalmente colisionan con otros vehículos y generan accidentes

Estos equipos llamados tren ligero en realidad son ligeros en cuanto al número de pasajeros que transportan, más no tanto en cuanto al peso del equipo.

4.5.2.3. Monorraíles



Ilustración 8 Monorraíles

Concepto	Comentarios
Sistema elevado ligero, 2 a 5 carros	Guía con diferentes tecnologías
El peso soportado en llantas, el riel guía es estructural	Ancho mínimo, elevado
Tracción eléctrica, usa contacto con riel guía	Equipo ligero capacidad media
Opera en varias ciudades (Las Vegas, Tokyo...)	Carril y estaciones elevadas,
<u>Ventaja a aprovechar:</u> No interfiere con el tránsito, rapidez de construcción, ecológico	<u>Desventaja:</u> Vehículo especial, costo sistema

Tabla 15 Atributos Generales del Monorraíles

Fuente: Elaboración propia

Estos vehículos en estricto sentido van asociados al riel guía y soporte estructural (trabe) que lo sostiene, son elevados por lo que requieren una infraestructura especial. Son energizados a través de un riel electrificado.

En ocasiones requieren espacio vial para las columnas de soporte que demandan un área de alrededor de 1 m² cada 20 ó 25 m. por lo que no restringen el espacio vial ni producen congestión vehicular.

Los Monorraíles han atravesado por varias etapas en su existencia, con experiencias positivas y negativas.

Algunas experiencias exitosas que se pueden mencionar son:

- Las Vegas 4Km, 9 trenes de 4 carros c/ua un costo de 5 dlls/viaje y paquetes especiales
- Australia,
- Europa: Dusseldorf (Aeropuerto) 2.5 Km, 5 trenes de 2 vagones, 4,000 pax/hr
- Canada, Vancouver (skytrain) con 250,000 pax/día
- E.U. (Seattle, Disney world (14 Km. 100,000 pax/día)
- Moscú (Ru) 4.7 Km, trenes de 6 vagones para 200 pax/tren 6,000 pax/hr
- Japón Tama al Sudoeste de Tokio, Tokio – Haneda, Osaka expandiendo 28 Km adicionales,
- Chongqing, China

Algunos de los que han dejado experiencias negativas, ha sido principalmente porque los costos han sido mayores a lo estimado y las demandas menores a las esperadas, así hay ejemplos como los siguientes:

- Dubai (EAU): Sistema maduro llegaría a 1.2 millones de pax/día inicia con 40,000 pax/día Kuala Lumpur (Mal) Hitachi se retiró por falta de financiamiento. Empresa quebrada
- Johannesburgo (SA) Sistema maduro llegaría 1.5 Millones pax/día 1700 Millones de Dlls

En México hay varias inquietudes

- En estudio un proyecto en el Poniente del Distrito Federal
- Para Puebla estimado en 400 Millones de Dlls de infraestructura más el equipo (10 trenes de 200 pax c/u) para 12 Km para atender 50,000 pax/día

4.5.2.4. Metro



Ilustración 9 Metro

Concepto	Comentarios
Equipo de transporte masivo de pasajeros (hasta 130 pax/ carro, 9 carros/tren)	Circula en vía confinada
Pesado, 20 a 30 ton según el carro, Eléctrico, con barra guía, En rieles o con llantas	Inversión muy elevada
Opera en varias partes del Mundo	<u>Desventaja:</u> Muy Alta Inversión
<u>Ventaja a aprovechar:</u> Bogie independiente, rodamiento en llantas, guía lateral y alimentación eléctrica en riel lateral	

Tabla 16 Atributos Generales del Metro

Fuente: Elaboración propia

Ideal cuando existen los recursos para la inversión que por lo general no se recupera, satisface el transporte de gran volumen a un costo subsidiado, requiere una red de alimentación amplia.

- Es el transporte masivo por excelencia, un tren mueve entre 6 y 9 vagones de 120 pasajeros c/u
- Es estrictamente confinado, puede ir a nivel (cuando el espacio lo permite), subterráneo o elevado
- Requiere una infraestructura especial, incluida la alimentación eléctrica
- No colisionan con otros vehículos por ir confinados.

4.5.2.5. Tren Suburbano



Ilustración 10 Tren Suburbano

Concepto	Comentarios
Equipo de transporte masivo de pasajeros, 9 carros/tren de hasta 130 paxC/U	Circula en vía confinada
Pesado, 20 a 30 ton según el carro. Eléctrico, con barra guía, En rieles o llantas	Conviene en tramos de 2 a 5 Km. entre estaciones
Opera en varias partes del Mundo	<u>Desventaja:</u> Muy Alta Inversión
<u>Ventaja a aprovechar:</u> Bogie independiente, rodamiento en llantas, guía lateral y alimentación eléctrica en riel lateral	

Tabla 17 Atributos Generales del tren Suburbano

Fuente: Elaboración propia

4.5.2.6. Otros sistemas

Existen otro tipo de sistemas que pueden aportar componentes para nuevas soluciones, aunque ninguno de los presentados pueden operar eficientemente como alternativa a los existentes o en desarrollo.



Ilustración 11 Road train

Concepto	Comentarios
Equipo de arrastre de carga, 800 HP de tracción Hasta 73 m de longitud, 22 ejes . Opera en Australia	Su circulación en vialidad normal no es factible, representa un conflicto y un peligro.
<u>Ventaja a aprovechar:</u> Concepto de tren con remolques, aplicable en carril confinado	<u>Desventaja:</u> Inviabile en cruceros No se ha probado para pasajeros.

Tabla 18 Atributos Generales del Road train

Fuente: Elaboración propia

Solo aplicable en lugares donde se puede circular con gran visibilidad y bajo volumen de tránsito. No aplica para pasajeros

4.5.2.1. Semiremolque de pasajeros



Ilustración 12 Semiremolques de pasajeros

Concepto	Comentarios
Equipo histórico de remolque de pasaje Hasta 15 m de longitud, 3 ejes Operaba recientemente en Praga	Fuera de operación por ser redundante y caro (2 equipos en vez de uno) para capacidad de un autobús normal.
<u>Ventaja a aprovechar:</u> Existencia de Vagón de pasajeros remolcado	<u>Desventaja:</u> Caro y de baja capacidad

Tabla 19 Atributos Generales del Semi remolque de pasajeros

Fuente: Elaboración propia

Poco eficiente en inversión ya que requiere de dos cuerpos móviles, tiene versatilidad en intercambio de tractores y remolques. No se analiza por factibilidad financiera baja.

4.5.2.2. Autobuses guiados



Ilustración 13 Autobuses guiados

Concepto	Comentarios
Autobús guiado en carril confinado	Guía mecánica
Rueda guía contra guarnición libera al conductor de la dirección	Ancho de carril mínimo
Opera en varias ciudades (Adelaida, Manheim, Cambridge, Nagoya)	
Ventaja a aprovechar: Guiado automático opcional, ancho de carril mínimo, conducción limitada (aceleración, freno, puertas y monitoreo)	Desventajas: Baja capacidad

Tabla 20 Atributos Generales de los Autobuses Guiados

Fuente: Elaboración propia

Poco frecuente, el costo del uso carril no se ha considerado. No se analiza como opción única

4.5.2.3. Ideas en proceso

Se pueden presentar algunas soluciones con diferentes modalidades que cambian los atributos señalados, tal es el caso de los siguientes ejemplos:

- Autobuses en carril preferencial efectivo
- BRT con transporte articulado o no
- BRT con carril exclusivo, preferencial o libre
- Trolebús en carril preferencial, confinado o ninguno

Existen también sistemas en investigación y/o desarrollo que toman algunos de los elementos anteriores, pero aún no se han desarrollado como soluciones formales o no están en el ámbito comercial, ser entre otros:

- Monorrieles a nivel
- Transportes como el TBS que circula por encima del tránsito vehicular (China)



Ilustración 14 TVS o PRT's

Fuente: Elaboración propia

- Transportes personales también conocidos como PRT
- Integración de transportes personales para formar convoyes que logren un transporte semi-masivo

4.5.2.4. Resumen comparativo

Tecnología	Ventajas	Desventajas	Ambito de aplicación
Monorriel	Alta capacidad de oferta	Inversión mayor en equipo y alta en infraestructura	En trayectos difíciles, respeta vialidad, no congestiona
Vagonetas y microbuses,	Baja inversión, servicio personalizado	Exceso de parque vehicular, congestión, emisiones, costo operativo	Líneas alimentadoras con bajos volúmenes de demanda
Autobús convencional	Inversión y capacidad de oferta media	Exceso de parque vehicular, congestión, emisiones, costo operativo	Líneas troncales con volúmenes de demanda medios
BRT Autobús articulado	Alta capacidad de oferta	Inversión mayor, Ocupa espacio vial vital	Aplica en ámbitos de bajo congestión
BRT articulado carril confinado	Alta capacidad de oferta, alta velocidad	Inversión mayor en equipo y en infraestructura, transfiere a otras vías el congestión	Vialidades anchas que acepten carriles confinados
Trolley bus	Alta capacidad de oferta	Inversión mayor y catenaria, ocupa espacio vial vital	Aplica en ámbitos de bajo congestión
Tranvía (LRT)	Alta capacidad de oferta	Inversión mayor en equipo e infraestructura vía y catenaria, ocupa espacio vial vital	Aplica en ámbitos de bajo congestión
Trollebus/ tranvía confinado	Alta capacidad, alta velocidad, transporte limpio	Inversión mayor en equipo y en infraestructura, transfiere a otras vías el congestión	Solo en ejes con capacidad que puedan generar carriles sin sacrificar capacidad vial
Metro	Muy Alta capacidad, y velocidad, limpio	Inversión muy alta en equipo y en infraestructura	Zonas urbanas con distancia entre paradas entre 500 y 1,500 m
Tren urbano en carril confinado	Muy Alta capacidad y velocidad, limpio	Inversión muy alta en infraestructura y equipo, transfiere a otras vías el congestión	Zonas suburbanas con distancia entre paradas de 2,000 a 5,000 m

Tabla 21 Resumen comparativo de tecnologías de transporte

Fuente: Elaboración propia

En México los sistemas de transporte público de ruta fija antes mencionados, se pueden agrupar en 4 categorías y algunos de los atributos cualitativos de cada uno se pueden identificar en la siguiente tabla:

Atributo	Sistema	Metro y Tren Suburbano	BRT: XXXbús *, Trolebús	Autobuses convencionales	Microbuses, Vagonetas
Eficiencia # de pasajeros transportados por unidad		Alta eficiencia, más de 1000 pax (tren)	Eficiencia media. 100 a 200 pax/veh	Eficiencia Media – baja 70-90 pax/veh	Eficiencia baja. 9 a 40 pax/veh
Inversión inicial (infraestructura y equipo)		Muy alta	Media	Baja	Muy baja
Costo operativo		Costos bajos, Alta duración en mantenimiento.	Los costos operativos se mantienen bajos y con eficiencia.	Costos operativos son medios - altos.	Los costos operativos son altos.
Contaminación		Mínimo impacto contaminante en el sitio	La contaminación es baja. O muy baja (Trolebús)	La contaminación es media - alta.	La contaminación es muy alta
Costo viaje por usuario (orden de magnitud)		Decima de centavo/kilómetro.	Centavo/kilómetro.	Decima de peso/kilómetro.	más de décima de peso/kilómetro.

Tabla 22 Atributos de las categorías más usadas

*Metrobus, Opitbus, Mexibus, etc.

Fuente: Elaboración propia

Pueden existir combinaciones de los anteriores en nuevos sistemas de transporte que recientemente se empiezan a generar, como es el caso del sistema que se presenta en este documento.

4.6. Entorno del transporte estudio de oferta actual en la ZMC

La oferta se puede separar en Oferta de Infraestructura, referente a trazo, geometría, condiciones de circulación, etc. y oferta de transporte público reflejada en Aforos, Servicios del transporte público y oferta inducida (que generalmente disminuye la oferta teórica)

4.6.1. Oferta vial

La oferta vial en la zona Metropolitana actualmente se integra por distintos tipos de caminos, los totales se reportan:

Tipo de camino existente

Tipo de camino existente (1 SENTIDO)	Km
Terracería	2.739
Secundaria	786.56
Primaria	80.632
Derecho de vía Vías férreas	10.798
Interior de colonias	628.897
SUBTOTAL vialidad urbana	1509.438
Carretera	554.353
Autopista	319.046
SUBTOTAL vialidad suburbana	873.399
Total	2383.025

Tabla 23 Oferta vial en la ZMC

Fuente: Elaboración propia

Oferta vial en el corredor seleccionado

Tramo desde	Tramo hasta	sentidos	carriles por sentido	ancho carril (m)	ancho camellón	ancho banquetta	semaforos	pasos peatonales elevados	retornos	*Estado del pavimento B,R,M
UAEM	DEFENSA NACIONAL	2	1	3	No	2.30	no	no	no	R
DEFENSA NACIONAL	DOMINGO DIEZ	2	2	3	no	6	no	no	no	R
DOMINGO DIEZ	PODER LEGISLATIVO	2	3	3	6	1.30-1.70	1	6	2	B-R
PODER LEGISLATIVO	ALTA TENSIÓN	2	3	3	6	1.30-1.70	3	1	1	B-R
ALTA TENSIÓN	VICENTE GUERRERO	2	3	3	6	1.30	1	no	no	R
VICENTE GUERRERO	PLAN DE AYALA	2	2	3	3	N-S 6 S-N 3	1	1	1	R
PLAN DE AYALA	CARR. JIUTEPEC-CUERNAVACA	2	2	3.50		1.50-1.70	7	10	2	R
CARR. JIUTEPEC-CUERNAVACA	CARR. JIUTEPEC-YAUTEPEC	2	2	3.50-4	11	3.68	9	3	6	B-R
CARR. JIUTEPEC-YAUTEPEC	UPM	2	2	3	13	3.50-3.80	6	3	4	B-R

*Estado del pavimento: B=Bueno, R = Regular, M= Malo

Tabla 24 Oferta vial y sus atributos Generales en el corredor seleccionado

Fuente: Elaboración propia

La traza urbana en el área del corredor de interés se presenta en seguida resaltando las vialidades primarias, carreteras y autopistas contra la traza vial secundaria:

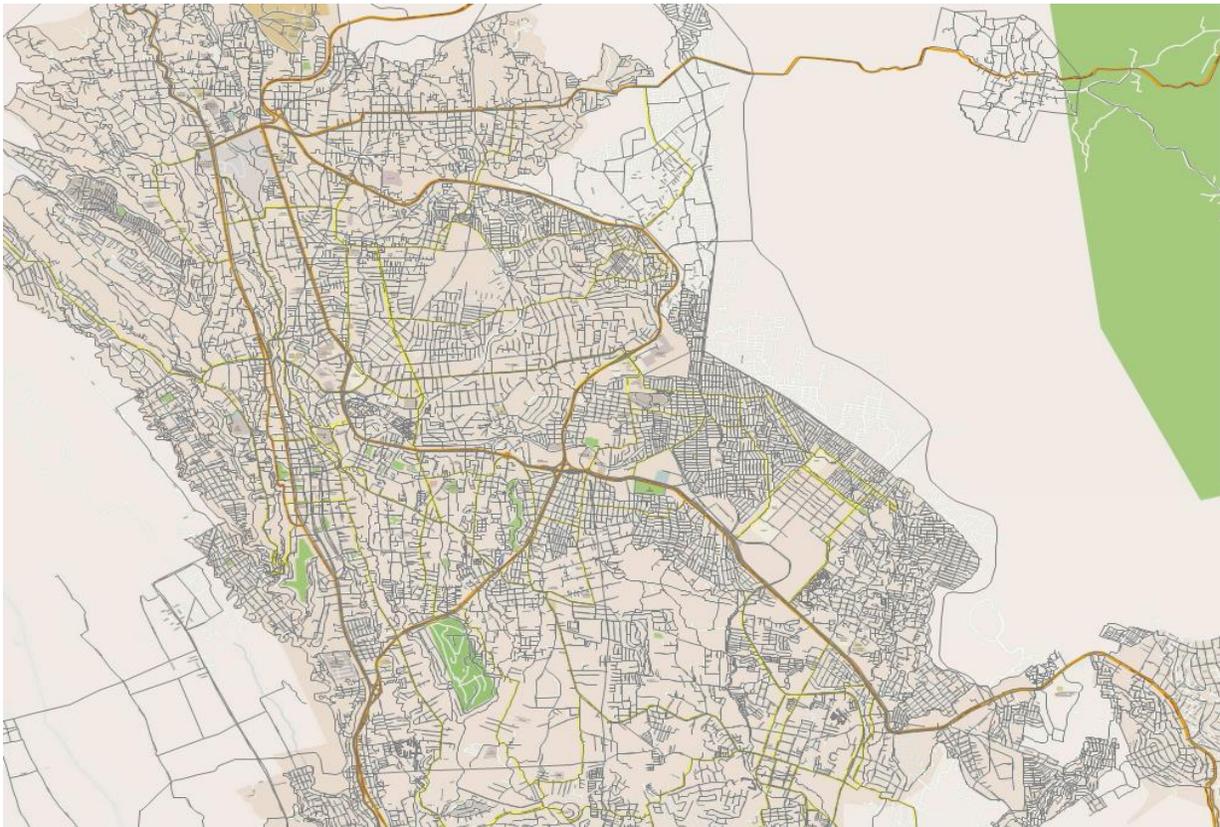


Figura 16 Traza Urbana de la ZMC

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Oferta de Transporte público de ruta fija

En la siguiente tabla se reportan el número de usuarios que atiende cada ramal diariamente en ambos sentidos

Empresas (Ruta)	Ramales	No. Viajes
1	UNIVERSIDAD - GUACAMAYAS JERUSALEM - UNIVERSIDAD - ACATLIPA	5,980 2,060
Suma		8,040
2	COL. HERNANDEZ NAVARRO - DOMINGO DIEZ - RANCHO CORTES COL. HERNANDEZ NAVARRO - EMILIANO ZAPATA - RANCHO CORTES COL. HERNANDEZ NAVARRO - CENTRO - COL.HIPITLAN	1,690 1,210 1,200
Suma		4,100
4	COL. ANTONIO BARONA - CHULAVISTA COL. ANTONIO BARONA - CUAUCHILES COL. ANTONIO BARONA - PALMAS COL. ANTONIO BARONA - EL SALTO	1,880 2,970 2,090 2,550
Suma		9,490
5	NUEVA SANTA MARIA - LAGUNILLA - AMPLIACION ORIENTAL LOMAS DE CORTES NUEVA SANTA MARIA - LAGUNILLA - LOMAS DE CORTES - PEDREGAL NUEVA SANTA MARIA - LAGUNILLA - LOMAS DE CORTES - TECOMULCO	4,240 3,080 2,680
Suma		10,000
7	TECNOS - TEJALAPA TECNOS - COL. JOYA - COL. INDEPENDENCIA CARTUCHOS - JARDIN JUAREZ (PROGRESO)	2,150 2,210 1,740
Suma		6,100
8	LOS PINOS - JACARANDAS - ALTAVISTA - COL. PLAN DE AYALA	2,480

	LOS PINOS - RIVERA - CRESPO - ALTAVISTA - COL.PLAN DE AYALA	540
	LOS PINOS - CHULAVISTA - COL. PLAN DE AYALA	730
Suma		3,750
9	COL. FLORES MAGON - CUAUHEMOC - ACATLIPA	2,250
	COL. FLORES MAGON - SELVA - ACATLIPA	1,585
Suma		3,835
10	COL. ANTONIO BARONA - CENTRO - AGUILAS - TIZOC - C.C.A.L.M. - PLAN DE AYALA	2,285
	COL. ANTONIO BARONA - PALMAS - CENTRO COMERCIAL A.L.M. AMATE REDONDO	1,290
	TEOPANZOLCO - CENTRO - AGUILAS - TIZOC - C.C.A.L.M. - ANTONIO BARONA	2,335
Suma		5,910
11	TEJALPA - VILLA DE LAS FLORES - 10 DE ABRIL	2,520
	TEJALPA - ACATLIPA - 10 DE ABRIL	2,335
	TEJALPA - VILLA DE LAS FLORES - COL. LAZARO CARDENAS - COL. LAURO ORTEGA	1,130
	TEJALPA - VILLA DE LAS FLORES - SANTA URSULA	900
Suma		6,885
13	UNIVERSIDAD - NARANJOS - SAN GASPAS - (JIUTEPEC)	7,480
	UNIVERSIDAD - LAS FUENTES - SAN GASPAS - (JIUTEPEC)	1,470
	JERUSALEM - LOMAS DE CHAMILPA - UNIVERSIDAD - POCHOTAL (JIUTEPEC)	1,440
	UNIVERSIDAD - LA ROSA - JIUTEPEC	2,680
	PUNIVERSIDAD - LA ROSA - COL. FRANCISCO VILLA (JIUTEPEC)	1,540
Suma		14,610
14	CAMPO SOTELO - COL. GRANJAS	2,610
	CAMPO SOTELO - COL. BUGAMBILIAS	1,710
Suma		4,320
15	COL.PORVENIR - CIUDAD CHAPULTEPEC - CHAMILPA - UNIVERSIDAD	1,885
	COL. PORVENIR - COL. MORELOS - SANTA MARTHA - C.C.A.L.M. - CHAMILPA - UNIVERSIDAD	2,610
Suma		4,495
16	SECCION LOS ROBLES EN CIVAC - LOMAS DEL CARRIL (TEMIXCO)	4,900
	SECCION LOS ROBLES (CIVAC) - PUEBLO VIEJO (TEMIXCO)	4,720
	COL. JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ (JIUTEPEC) - LOMAS DEL CARRIL	260
	COL. JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ (JIUTEPEC) - COL. EL MIRADOR (AZTECA) - COL. MORELOS - PUEBLO VIEJO (TEMIXCO)	960
	SECCION LOS ROBLES - (CIVAC) - COL. MIRADOR (AZTECA) - PUEBLO VIEJO	960
Suma		11,800
17	OTILIO MONTAÑO - CENTRO	3,080
	LA ROSA - CAMPESTRE - CENTRO	390
	CALERA CHICA - CENTRO	720
	TEMIXCO - ZAPATA - OTILIO MONTAÑO - SANTA URSULA	2,260
Suma		6,450
18	COL. CUAUHEMOC - CHAMILPA - JIUTEPEC - COL. FRANCISCO VILLA	1,985
	COL. CUAUHEMOC - CHAMILPA - JIUTEPEC - POCHOTAL	385
	COL. CUAUHEMOC - CHAMILPA - JIUTEPEC - JOYAS DEL AGUA	600
Suma		2,970
19	CENTRO COMERCIAL A.L.M. - COL. JARDIN JUAREZ	3,260
	CENTRO COMERCIAL A.L.M. - COL. ALVARO LEONEL - EL PUERTO	5,040
	CENTRO COMERCIAL A.L.M. - COL. TETILLAS - CIRCUITO AMADOR SALAZAR	630
	CENTRO COMERCIAL - AMADOR SALAZAR - TETILLAS	510
	CENTRO COMERCIAL A.L.M. - YAUTEPEC	1,260
	CENTRO COMERCIAL A.L.M. - COL. ALVARO LEONEL - CIRCUITO	1,435
Suma		12,135
20	TEZOYUCA - EMILIANO ZAPATA - JIUTEPEC - CENTRO - TEMIXCO - TEZOYUCA	3,320
	TEMIXCO - PALO ESCRITO - ZAPATA - JIUTEPEC - CENTRO	3,040
	CRUCERO DE TEZOYUCA - TETECALITA	2,000
Suma		8,360
TRANSPORTE COLECTIVO CTM	ALTA VISTA - JOYA - INDEPENDENCIA	1,555
	ALTA VISTA - CAMPESTRE - LA ROSA	510
Suma		2,065
RUTA INTERESCOLAR	LOMAS DE CORTES - JIUTEPEC - 28 DE AGOSTO	5,030
	LOMAS DE CORTES - REAL DEL PUENTE	2,010
Suma		7,040

AUTOTRANSPORTES GENERACION 2000 S.A. DE C.V.	SANTA MARTHA - LOMAS DEL CARRIL	780
Suma		780
AUTOBUSES VERDES DE MORELOS S.A. DE C.V. Y AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE MORELOS S.A. DE C.V.	CUERNAVACA - JOJUTLA CUERNAVACA - XOCHITEPEC CUERNAVACA - CUENTEPEC	3,000 580 1,080
Suma		4,660
AUTOTRANSPORTES ALIADOS DE MORELOS S.A. DE C.V.	ACAPANTZINGO - C.C.A.L.M. - CHAMILPA	1,335
Suma		1,335
AUTOBUSES UNIDOS OMSA CHAPULTEC S.A. DE C.V.	COL. CUAUHTEMOC - CARDENAS - C.C.A.L.M. - EMILIANO ZAPATA COL. LOS ROBLES - ALTAVISTA - LOMAS DEL BOSQUE	2,300 3,180
Suma		5,480
Total		144,610

Tabla 25 Oferta de transporte público de ruita fija por Ruta en la ZMC

Fuente: Elaboración propia

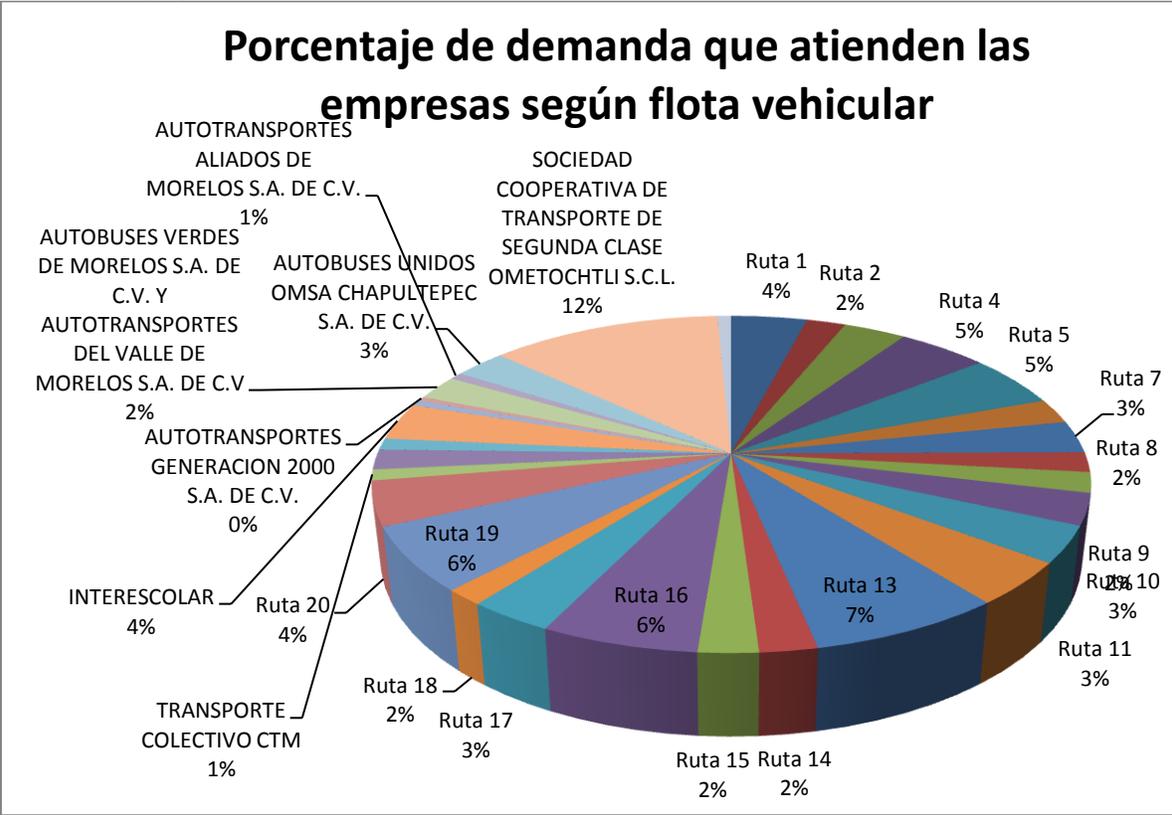


Figura 17 Distribución de la oferta por Ruta en la ZMC

Fuente: Elaboración propia

En el corredor operan una fracción de las rutas mencionadas, pero la superposición de derroteros en el tramo Plan de Ayala es de casi 20 ramales, lo cual es un exceso como se muestra en seguida:

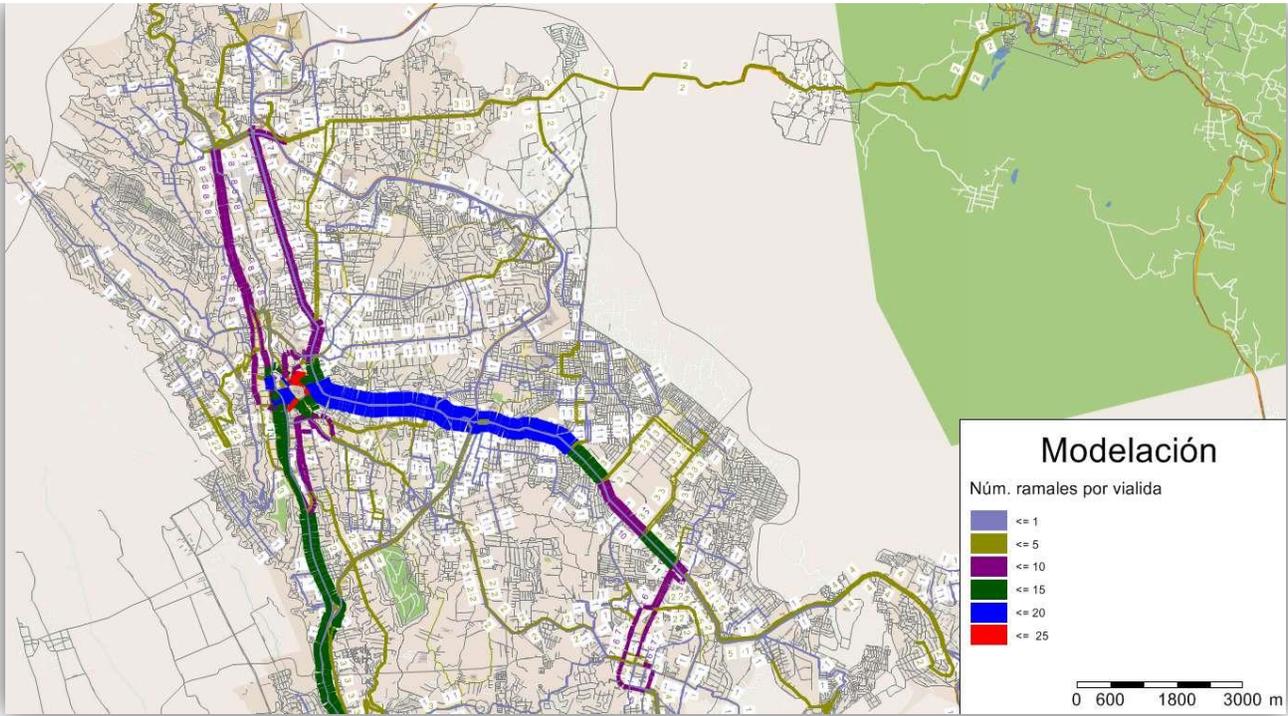


Figura 18 Densidad de ramales en las principales avenidas

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior se traduce en una cobertura de la demanda que en algunos tramos puede ser cercana a 50,000 viajes diarios como se observa en el gráfico.

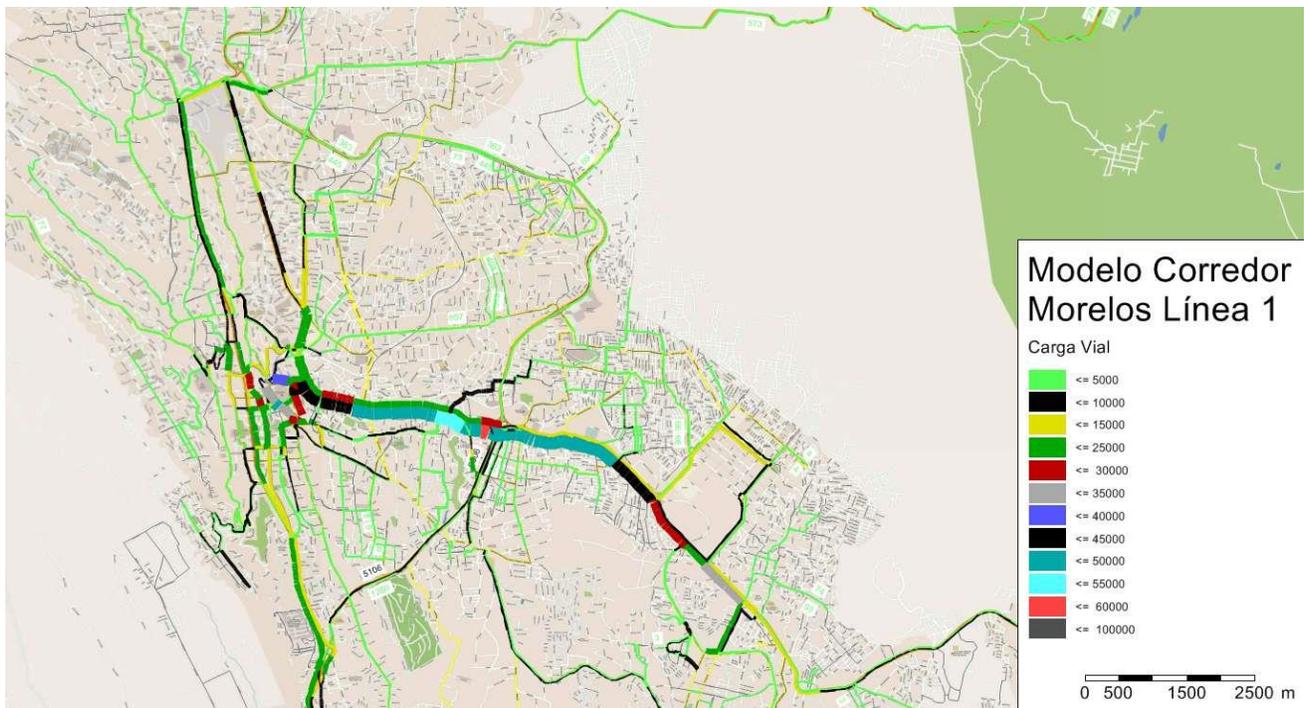


Figura 19 Carga vial en las principales arterias de la ZMC

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Organización

Como se observa en la información anterior el transporte público de pasajeros en ruta fija está constituido por 30 organizaciones, la mayoría de ellas empresas constituidas y algunas formadas como asociación de concesionarios. La tendencia es hacia la formación de empresas formales en todos los casos.

La forma de operación en muchos casos funciona cuando el propietario de la concesión, generalmente también propietario del vehículo asigna la unidad a un operador a cambio de una cuota diaria (la “cuenta”) que difiere según el tipo de vehículo y la ruta asignada. El operador cobra los pasajes autorizados (con algunas desviaciones) y de ese monto paga los gastos correspondientes a los consumos del vehículo según negociación con el propietario, paga al mismo la “cuenta” acordada y el resto de la captación es su ingreso personal. Esta forma resulta estable para ambas partes, sin embargo no representa un incentivo para mejorar el transporte y se presta para irregularidades y abusos de ambas partes.

En los casos de mayor organización se paga al operador un salario fijo y los ingresos se reportan al propietario o a la empresa organizada que maneja la línea o ruta.

En algunas ciudades existen servicios asociados al transporte que se han formado por varias empresas y representan negocios adicionales para los socios (gasolineras, llantas, talleres, etc.) Esto es incipiente en Cuernavaca.

4.6.2. Costos integrados de diferentes sistemas de transporte

Por lo general los estudios de costo en sistemas de transporte se realizan atendiendo a dos elementos principales y algunos complementarios, sin embargo existen otros elementos inducidos que por lo general no se estiman cuantitativamente y menos se incorporan en una evaluación costo beneficio.

Elementos principales

- Infraestructura
- Equipo rodante

Elementos complementarios

- Estaciones
- Patios y talleres
- Sistema eléctrico y señalización
- Material rodante (3 Carros)
- Indirectos de infraestructura

Elementos inducidos (entre otros)

- Lentitud del tránsito ocasionado por elementos en el pavimento (baches, topes, coladeras, etc.)
- Unidades que restan capacidad vial por estacionamiento temporal.
- Mezcla de unidades móviles de distinta naturaleza (peatones, ciclistas, camiones de carga estibando, autobuses haciendo parada fuera de sitio, con taxis, autos, etc.).
- Costos inducidos por accidentes (involucrando peatones, colisiones entre vehículos, cambios de carril, golpes contra los bolardos de protección de carriles confinados en los BRT, etc.)
- Costos inducidos en salud por efectos de contaminación vehicular y aportaciones excesivas de gases contaminantes a la atmósfera.
- Costos inducidos en la red vial próxima a una vialidad que recibe el exceso de vehículos que no pueden circular por esta al reducir la oferta vial.
- En general congestión inducida por exceso de demanda respecto a la oferta disponible.

Lo anterior obliga a considerar todos los costos en una evaluación formal de cualquier proyecto relacionado con el tránsito y la vialidad, desde material para bacheo, pasando por modificaciones geométricas o nuevas vialidades hasta sistemas de transporte diferentes.

Los costos a considerar no son solamente aquellos referentes a la inversión inicial, se deben incluir también los de mantenimiento, capacitación de administradores, operadores, usuarios, accidentes y de la población, de efectos inducidos para utilizar un proyecto o medio de transporte (por ejemplo alimentación a una línea de transporte), costo estimado de accidentes esperados, etc.

Algunos sistemas de transporte como el BRT utilizan en forma exclusiva un carril confinado y no tienen en cuenta que el espacio vial es un bien público que se debe utilizar libremente por cualquier persona; en el momento en que la autoridad asigna esa área para un uso exclusivo, prohíbe la circulación pública para favorecer a un sistema de transporte, esto es a costo del público que no puede utilizar dicha área. Este costo a lo largo de la ruta y del período de concesión no se contabiliza en las evaluaciones correspondientes.

4.6.3. Ingresos – Costos de los concesionarios actuales

Por motivos de confidencialidad no se reportan las líneas en forma individual, sin embargo se plantea el análisis de los ingresos y los costos estimados con base a las observaciones de ascensos descensos para los primeros y de la flota observada y una base de costos paramétrica por tipo de vehículo, modelo, distancias recorridas y nivel de uso, o sea estos costos incluyen las ineficiencias de una flota excesiva como se reportó más arriba.

Los resultados de este análisis se pueden apreciar en la siguiente gráfica:

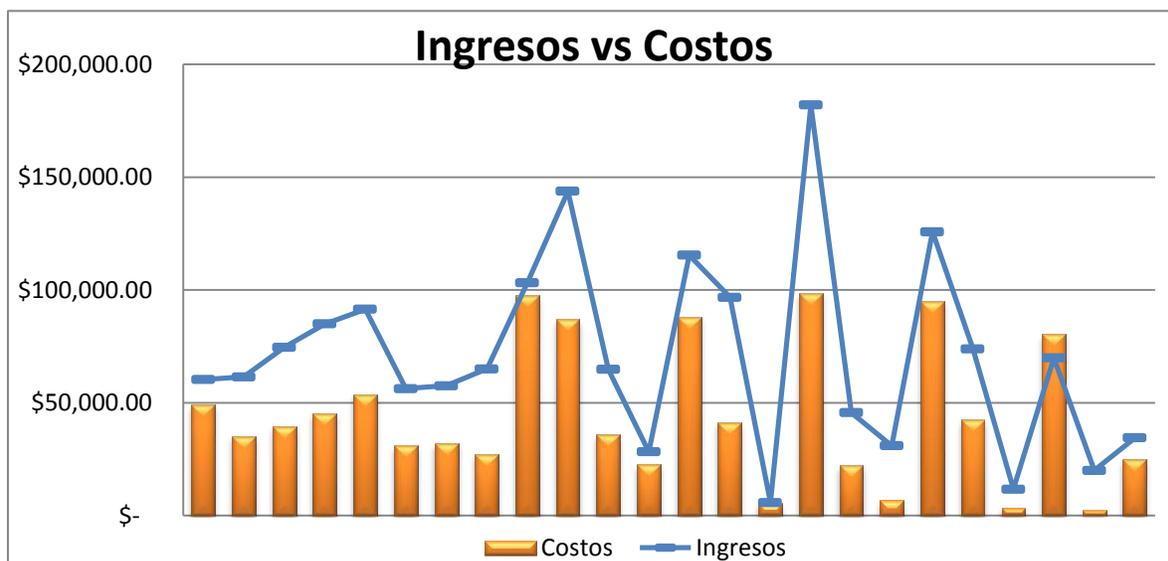


Figura 20 Ingresos estimados contra costos estimados por ruta

Fuente: Elaboración propia

5. PERFIL DEL SISTEMA PROPUESTO

5.1. El concepto del ARGOS

El concepto buscado en el ARGOS es contar con un Sistema de Transporte Masivo versátil en su capacidad y operación, ligero, económico, que no interfiera con la vialidad existente, que pueda aplicarse con rapidez en ciudades medias y grandes y que complemente a sistemas existentes.

- Sistema de transporte público masivo de pasajeros constituido por vehículos especiales y una calzada elevada, subterránea o a nivel, la misma estará dimensionada de acuerdo a las condiciones propias de los vehículos diseñados al efecto, constituyendo un conjunto integrado cuyas partes no deberán funcionar separadamente, solo pueden operar en conjunto. Este sistema no ocupará espacio vial vital en las zonas urbanas, es de muy bajas o nulas emisiones, es poco invasivo en su imagen y de diseño aerodinámico. Esta integración vehículo – Infraestructura genera un resultado industrial más económico que otros sistemas existentes.
- La calzada está constituida por una estructura ligera de fierro, a base de perfiles o tubular o bien de concreto pretensado; generalmente será elevada, capaz de dar soporte solo a los vehículos ligeros propios del sistema, dando una superficie de soporte solamente en las zonas de rodamiento de las llantas; dichas superficies son armadas de manera de garantizar rigidez entre ambas y estabilidad dinámica aún en sismos. Los extremos son protegidos en el interior con una pieza continua de acero o concreto que da funciones de rieles guía para el vehículo. Cuando circula a nivel será estrictamente confinado.
- El vehículo está constituido por una serie de carros acoplados que forman un tren de 1 a ocho carros comunicados o estancos, de los cuales algunos o todos podrán tener equipo motriz o ser simplemente remolcados. Cada vehículo será auto – guiado por un dispositivo mecánico o de detección electrónica que conservará al vehículo dentro del trayecto de la vía. Los vehículos serán de llantas, bogies, bastidor y carrocería de características muy ligeras ya que no existirán cruces a nivel con vehículos, personas u otros elementos móviles dado que el tren solo circulará por la calzada estrictamente confinada que siempre quedará a un nivel diferente del tránsito general, lo anterior contempla la imposibilidad de colisiones accidentales. El tren abarcará dentro de su carrocería las superficies guía de la estructura de la calzada que utiliza para rodar.
- La tracción podrá ser por motores eléctricos de inducción integrados a cada eje u otro tipo de motor de bajas o nulas emisiones contaminantes.
- El acceso y salida serán a nivel de andén a estaciones ligeras ubicadas al efecto, comunicadas través de escaleras, rampas o elevadores con el nivel del terreno.
- Tiene instrumentación electrónica avanzada que permite el manejo del vehículo y del sistema en su conjunto para garantizar la operación continua y segura. Se puede considerar un Monorriel virtual (siendo el riel central hueco) que puede operar a una fracción de otras opciones

Los atributos seleccionados del perfil para el modelo EXPERPLAN son los siguientes:

ATRIBUTO	VALOR
PESO – DIMENSIONES	LIGERO, CARROS PEQUEÑOS, TREN LARGO
COSTO (INFRAESTRUCTURA, EQUIPO E INSTALAC.)	ECONOMICO
CAPACIDAD	VERSATIL, SE MODULA EL EQUIPO
CONDUCCION	AUTOGUIADO, POSIBLE SIN CONDUCTOR
CONFINAMIENTO DEL CARRIL	ESTRICTAMENTE CONFINADO
MARCHA	SUAVE Y SEGURA
USO DE AREA URBANA UTIL, CONTAMINACIÓN	MINIMO, NO IMPACTA VIALIDADES, NO CONTAMINA
VIA Y ESTACIONES	MUY LIGERAS
CONTROL ELECTRONICO	POR VEHÍCULO Y POR SISTEMA
EXPERIENCIAS	AUN NO OPERA
RECURSOS DISPONIBLES	LIMITADOS

Fuente: *Elaboración propia*

Algunos de los atributos se mencionan en seguida:

5.1.1. Del Vehículo

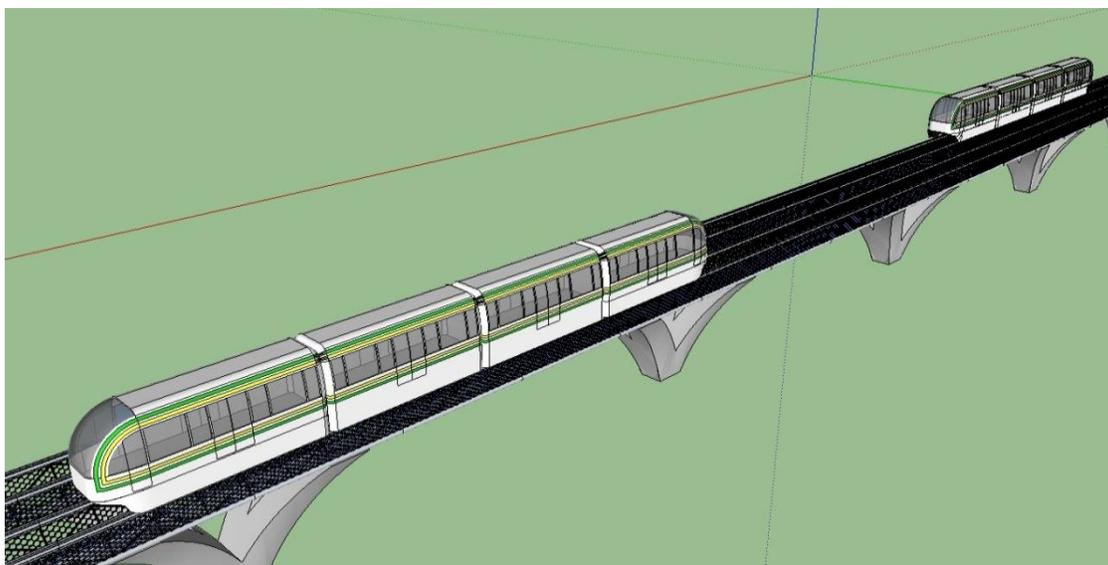


Ilustración 15 Modelo del Argos elevado con dos sentidos

- Vehículo ligero – 7 Ton. (con implicaciones de costo reducido)
 Número de vagones de 2 a 8 por tren con flexibilidad de acoplarse y desacoplarse de manera inmediata, lo que le da la flexibilidad de cambiar el número de carros en un sentido del recorrido respecto al sentido opuesto
 Vagones de 6 m de largo por 2.20 m de ancho interior
 Vagones de capacidad variable (30 a 57 pasajeros por vagón), 8 a 25 pasajeros sentados, según configuración de diseño
 Dimensionamiento ajustable a las demandas puntuales hasta 250,000 pasajeros diarios (según proyecto)
 Autoguiado electrónica y mecánicamente en ambos bogies
 De energía eléctrica apoyado en baterías con freno regenerativo
 Rodamiento en llanta para marcha suave
 Sin posibilidad de ponchaduras

Soporta pendientes superiores al 10%

La velocidad de marcha máxima será generalmente de 90 Km/hr (limitada por la distancia interestación)

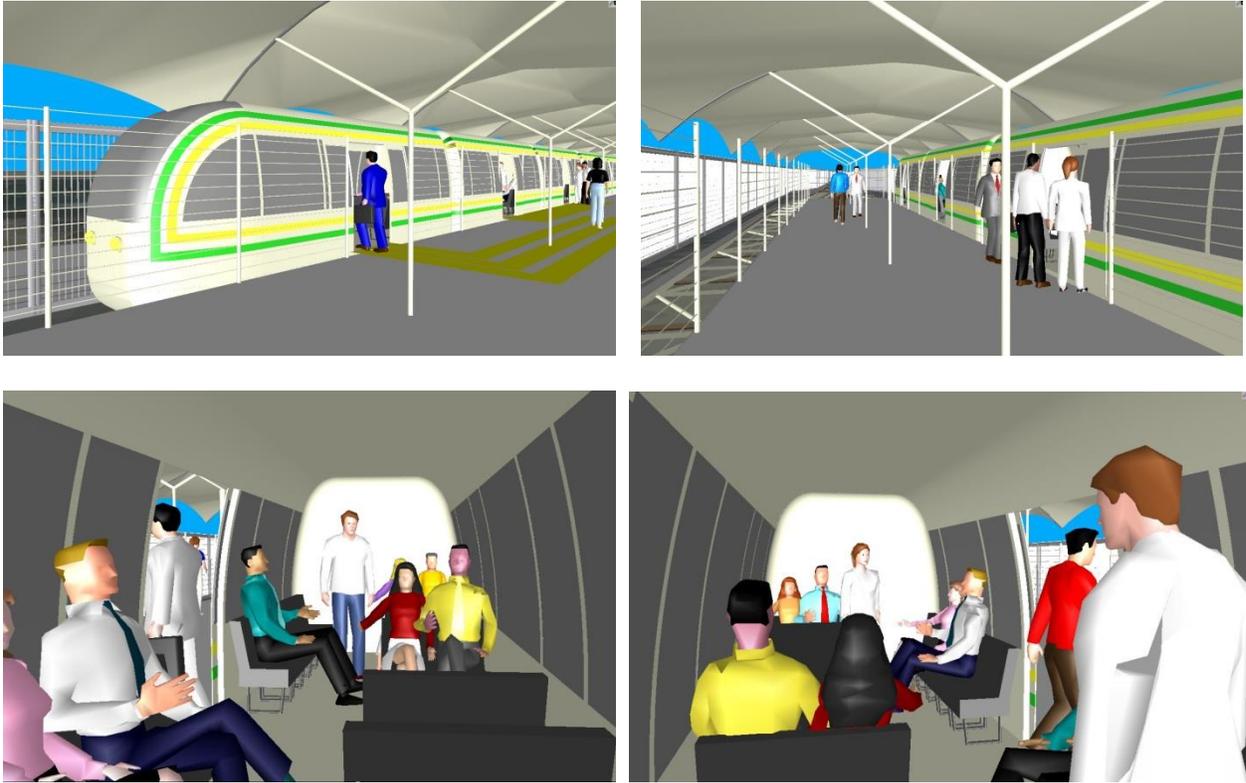


Ilustración 16 Vistas del Sistema Argos en estación

5.1.2. De la calzada de rodamiento

Tiene las siguientes características:

- Monorriel virtual: Solo tiene los carriles de rodamiento unidos por estructuras ligeras, sin superficie útil entre ellos, permite el paso del sol, la lluvia, etc.
- Sobre superficies de rodamiento soporte y guía separadas por entrevía
- Con posibilidad de circular a nivel donde haya derecho de vía con carril y guía de concreto prefabricado
- Con posibilidad de circular arriba de las calles sin afectar el tránsito local o en zonas donde no hay derecho de vía a nivel pero es posible circular en forma aérea.
- Carril elevado en camellones o espacio disponible para columnas (sobre columnas espaciadas 25 a 30 m)
- Carril sobre vialidades (sobre marcos de concreto o acero) cuando no es posible utilizar camellones o espacio disponible
- Con posibilidad de desvíos no móviles para servir distintas rutas

A partir del Trazo general explicado más arriba, se estima la infraestructura requerida para el proyecto que nos ocupa. Se presentan tres opciones que dependerán de las características del proyecto ejecutivo, la primera es de estructura de perfiles de acero, la segunda es a base de estructura tubular y la tercera con perfiles de concreto preesforzado Se ilustra en seguida la primera de ellas:

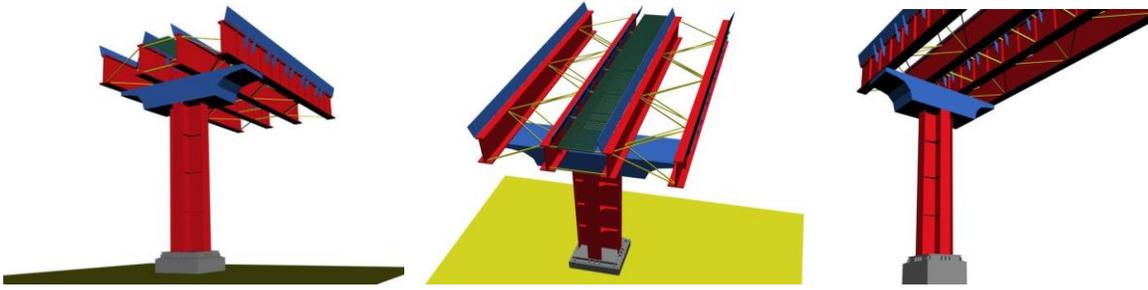


Ilustración 17 Vías elevadas en perfiles de acero

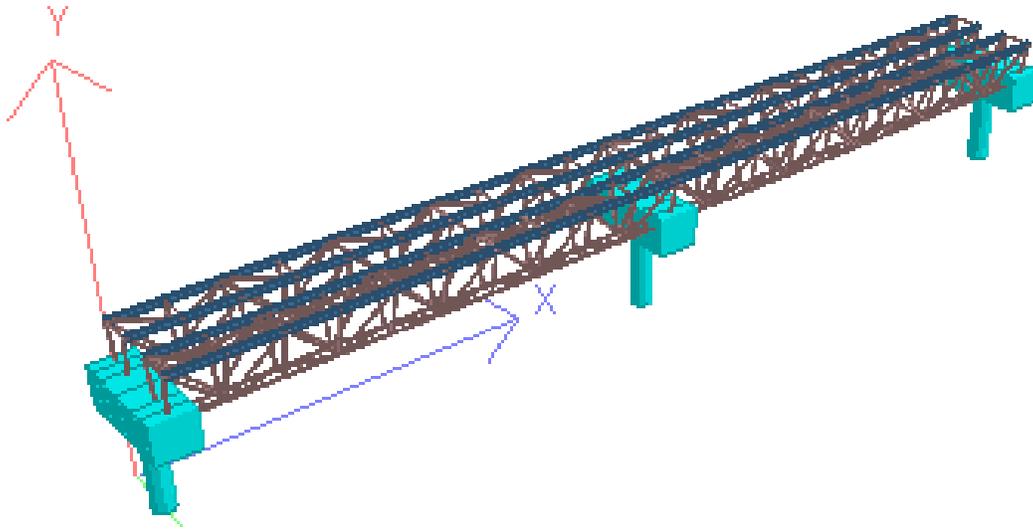


Ilustración 18 Vías elevadas en estructura tubular

5.1.3. De otras instalaciones

Se describen los atributos de algunas de las instalaciones complementarias:

- Estaciones con andén levantado al nivel de piso de los carros, pueden ser a nivel o elevadas.



Ilustración 19 Estación a nivel

- Fácil acceso al tren para usuarios discapacitados
- Abasto energético de bajo consumo, por ser equipo motriz de última generación y regenerativo.
- Señalización y control electrónico, seguimiento en tiempo real desde el centro de control
- En la etapa de prototipo es conducido por un Operador que controla puertas, iluminación, velocidad, seguridad y comunicaciones, en versiones posteriores circulará totalmente automatizado, sin operador.
- Sistema eléctrico autónomo, con carga rápida en las estaciones mediante riel alimentador limitado exclusivamente a la estación. El vehículo absorbe la carga mediante Ultracapacitores para cargar el banco de baterías.
- Frenado regenerativo, neumático y de estacionamiento

- Sistema de prepago, con tarifas integradas (o no) con otros modos de transporte.

5.1.4. Requerimientos para el sistema en análisis

5.1.4.1. De espacio

Los requerimientos de espacio del sistema son flexibles pues cuando existe el espacio a nivel se puede utilizar con un costo reducido, cuando este no está disponible es factible elevarlo en distintas configuraciones, sea en columnas con un solo apoyo o en estructuras con apoyos múltiples.

5.1.4.2. De demanda

Las demandas que puede satisfacer el sistema se pueden calificar en varios temas:

Volúmenes de pasajeros a mover en la troncal, estos determinarán un diseño dinámico en el que podrá configurarse cada tren en función de la carga de viajes esperada en cada sentido, pudiendo hacer el recorrido de ida con un número de carros distinto al recorrido de vuelta, lo cual permite una ocupación siempre cercana a la óptima, utilización eficiente de la flota y consumo óptimo de energía

Versatilidad en el movimiento de equipos de acuerdo a la demanda puntual por viaje y por sentido.

Frecuencias de servicio diseñadas de acuerdo a las necesidades de la demanda por viaje y por sentido.

Calidad del transporte (seguridad, confiabilidad, etc.) inmejorable ya que por ser un transporte aislado no choca ni tiene interferencias, ni está diseñado para soportar colisiones, no está sujeto a riesgo humano en la conducción, es un transporte ligero en su peso vacío.

Precio del transporte deberá ser alcanzable con tarifas integradas y eventualmente con subsidio, pero se tenderá a ser autosostenible.

Alimentación de pasajeros desde orígenes y hacia Destinos mediante redes de alimentadoras integradas bajo un diseño específico.

5.1.5. Comparación de algunas características de diseño con otros sistemas

Variable	Sistema	Tren ligero	Monorriel tipo Alweg	Maglev	Argos
Arrastre Aerodinámico		1.3	1.0	0.8	0.7
Fricción mecánica		1.5	1.0	0 (levitante)	0.65
Aceleración / Desaceleración		1.4	1.0	0.85	0.7

Tabla 26 Comparativo de algunas Características mecánicas

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de opinión con clientes potenciales

Costo Operacional (pesos)	Autobus/BRT (Diesel)	Tren ligero a nivel	Argos
Costo por operación del vehículo (Pesos/Km)	35.63 \$	86.88 \$	19.75 \$
Costo por operación del vehículo (Pesos/Hr)	700.00 \$	1,875.00 \$	487.50 \$
Costo de capital distancia (Pesos/Km)	0.50 \$	0.88 \$	0.88 \$
Costo Total medio Anual	110,375,000.00 \$	157,764,375.00 \$	48,750,000.00 \$

Tabla 27 Comparativo de Costo Operacional entre sistemas

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de opinión con clientes potenciales

5.1.6. Atributos del ARGOS

Las siguientes tablas presentan costos paramétricos provenientes de información captada en diferentes fuentes y estimaciones propias

COSTOS EN MILLONES DE PESOS POR KM

CONCEPTO	Elevado		A Nivel	
	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Estructura de rodamiento y cimentaciones	90.89 \$	41.8%	15.54 \$	22%
Estaciones (2)	18.65 \$	8.5%	3.11 \$	4%
Patios y talleres	15.54 \$	7.2%	8.16 \$	12%
Sistema eléctrico y señalización	23.31 \$	7.2%	6.99 \$	10%
Material rodante (3 Carros)	58.27 \$	26.8%	29.13 \$	42%
Indirectos de infraestructura	18.65 \$	8.5%	6.99 \$	10%
Total	217.53 \$	100%	69.92 \$	100%

Tabla 28 Estimaciones paramétricas de Costo para configuración mínima

Fuente Elaboración propia

Dado que las condiciones de cada proyecto pueden variar significativamente, los costos asociados pueden también diferir significativamente, sin embargo con la idea de dar un orden de magnitud en condiciones promedio se presenta la estimación de algunos costos paramétricos que pueden usarse para fines comparativos.

Los costos para diferentes condiciones de trazo para el ARGOS son estimados como sigue:

PARA UNA SOLA VÍA (UN SENTIDO) MILLONES DE PESOS/KM

CONCEPTO	PARTICIPACION	VALOR
Estructura de rodamiento y cimentaciones	42%	48.94 \$
Estaciones (2)	10%	11.65 \$
Patios y talleres	7%	8.16 \$
Sistema eléctrico y señalización	6%	6.99 \$
Material rodante (3 Carros)	25%	29.13 \$
Indirectos de infraestructura	10%	11.65 \$
Total	100%	116.53 \$

Tabla 29 Estimaciones paramétricas de Costo para un sentido elevado

Fuente Elaboración propia

PARA DOS VÍAS (DOS SENTIDOS) EN LA MISMA ESTRUCTURA ELEVADA

CONCEPTO	PARTICIPACION	VALOR
Estructura de rodamiento y cimentaciones	41.8%	90.89 \$
Estaciones (2)	8.5%	18.65 \$
Patios y talleres	7.2%	15.54 \$
Sistema eléctrico y señalización	7.2%	15.54 \$
Material rodante (3 Carros)	26.8%	58.27 \$
Indirectos de infraestructura	8.5%	18.65 \$
Total	100%	217.53 \$

Tabla 30 Estimaciones paramétricas de Costo para dos sentidos elevados

Fuente Elaboración propia

PARA UNA VÍA A NIVEL

CONCEPTO	PARTICIPACION	VALOR
Estructura de rodamiento y cimentaciones	22%	15.54 \$
Estaciones (2)	4%	3.11 \$
Patios y talleres	12%	8.16 \$
Sistema eléctrico y señalización	10%	6.99 \$
Material rodante (3 Carros)	42%	29.13 \$
Indirectos de infraestructura	10%	6.99 \$
Total	100%	69.92

Tabla 31 Estimaciones paramétricas de Costo para dos sentidos a nivel
Fuente Elaboración propia

5.1.7. Impacto Ambiental Situación Con Proyecto

La contaminación generada por los servicios que circulan en el corredor se elimina en su totalidad por lo que esta es una ganancia neta para los habitantes de la localidad.

El equipo rodante propuesto (Aero Tren "ARGOS") es cero contaminante por ser vehículo eléctrico, con lo cual no genera emisiones contaminantes a la atmosfera en la localidad. No obstante la producción de la energía eléctrica dependiendo del insumo de producción en la planta de generación (gas, agua, otros), contaminan en mayor o menor medida. Para este caso local se logra eliminar las emisiones contaminantes implementando el Aero Tren en la Línea 1 de Morelos.

Como se puede ver, con el resultado se califica la propuesta del Sistema Morelos Línea 1 como **recomendable**, ya que con las propuestas que lo complementan otorga un desahogo notable a vialidades que presentan grandes conflictos, así genera una menor emisión contaminante por bajar los tiempos de circulación de un punto a otro (O-D).

5.1.8. Areas de aplicabilidad

Preferentemente en zonas urbanas y suburbanas

En terrenos planos, con pendiente, en barrancas, en calles y avenidas, en pantanos... en cualquier lugar con espacio aéreo o terrestre.

Cuando hay espacio vial (derecho de vía) es muy económico

En ciudades con oferta vial restringida donde no aplica ningún otro sistema de transporte masivo.

Va elevado

- Los usuarios acceden a las estaciones a distinto nivel
- No afecta al tránsito actual

Es amigable al medio ambiente, no altera la luz, lluvia, vegetación

Económico, seguro, confiable

Su diseño moderno se vuelve un ícono de la ciudad

Control electrónico automatizado a nivel de vehículo y a nivel de sistema de transporte

No interfiere con autos, peatones o animales (no choca) no hay razón para accidentes

Con posibilidad de integrar tarifas con otros modos y sistemas

Pueden existir otros elementos pertinentes para el trazo que resulten significativos para cada caso particular, como por ejemplo pendientes, geotecnia u otros elementos físicos, así como elementos sociales o políticos, elementos económicos y legales, que faciliten o dificulten la instrumentación de la solución. En un análisis a nivel de proyecto ejecutivo se deberán tener en cuenta.

6. ANÁLISIS SITUACIONAL

6.1. Identificación de elementos del análisis situacional

Al combinar las características del perfil con los escenarios esperados se generan los elementos de FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). El proceso de los elementos antes obtenidos conduce al siguiente análisis situacional:

Las situaciones (abreviadas) se infieren de la matriz previa (con los atributos del perfil en las columnas y de los escenarios en las filas).

PERFIL → ESCENARIOS ↓	LIGERO	ECONOMI ES	CAPAC. VERSÁTIL	AUTO GUADO	CONFINAD M.	MARCHA SUAVE	USO VIAL MINIMO	SEGURO MUY	SUSTENTA BLE	NO EXISTE OPERAND	RECURSOS LIMITADO
CREC. POBLAC.	O: 4	O: 4	O: , F:7	-	F 1,8	-	F. 9	F. 8	F. 10	D. 1	D. 2
DENS. HABITAC.	O: 3	O: 6	O: 4, F:7	-	F 1	-	F. 9	F. 8	F. 10	D. 1	D. 2
CONURBACION	F: 4	O: 6	O: 4, F:7	-	F 1	F: 4	F. 9	F. 8	F. 10	D. 1	D. 2
MAS TRANSPORTE	O: 2	O: 4	O: 4, F:7	-	F 1	-	O. 5	F. 8	F. 10	-	-
INGRESOS POBLAC.	O: 2,8	O: 4	O: 4, F:7	-	-	F: 6	-	F:6	F. 10	-	-
AUTO / BUS	O: 5	O: 5	O: 5, F: 7	F: 5,8	F: 1	F. 9	F. 9	F: 8	F. 10	D. 1	-
INFRAEST. VIAL	F: 3	F: 3	-	F.3	O. 3	-	F. 9	F. 8	F. 10	-	D. 2
PARQUE AUT	O: 9	O: 9	O:9	F: 5,8	F 1	F. 9	F. 9	F. 8	F. 10	D. 1	-
DEMORAS, SEGURIDAD	O: 7	O:7	O: 7	F: 5,8	F:1	F. 9	F. 9	F.8	F. 10	-	-
TRANSPORTE PÚB. PODEROSO	A:2	A:2	A:2	A:2	A:2	A:2	A:2	A:2	-	D. 1	A. 2
REQ.AMBIENT	O: 9	O: 9	-	-	O:9	O: 9	O: 9	O: 9	F. 10	-	-

Tabla 32 Matriz de posicionamiento situacional

Fuente Elaboración propia

Donde cada clave se refiere a cada cuadrante y número en la siguiente tabla:

	INTERIOR	EXTERIOR
FAVORABLE	FORTALEZAS: <ol style="list-style-type: none"> No es invasivo de la vialidad y el espacio urbano El riesgo operativo es bajo por los sistemas de control La infraestructura necesaria es especializada y económica (respecto a otras opciones tecnológicas) Recorre favorablemente distancias cortas y medias Es puntual (oportuno) El costo al usuario es relativamente reducido (respecto a otras opciones tecnológicas) Atiende mercados masivos mejor que otras tecnologías, versátil a cada segmento de mercado Es seguro, menos accidentes Su operación como tren puede ser tan, o más atractivo que el auto, limita los autos Es una solución replicable 	OPORTUNIDADES <ol style="list-style-type: none"> La limitación de mas autos en la vialidad ayuda al tren Da un mejor servicio a los usuarios que el transporte público convencional e incluso que el auto (en algunos casos) Cabe en las calles sin invadir Mercado en crecimiento, más segmentos de mercado Puede atender mercados masivos existentes y demandas insatisfechas Posibilidad de construir varias líneas Puede limitar el crecimiento desordenado de parque automotriz Ofrece una mejor calidad de servicio de transporte Respeto ambiental. No contamina en el lugar. Existen recursos federales disponibles para obras viales y transporte que se pueden reorientar al tren

DESFAVORABLE DEBILIDADES	AMENAZAS
1. Credibilidad limitada por falta de prototipo	1. Aparición de competencia
2. Recursos limitados	2. Negociaciones requeridas con transportistas (rutas, tarifa, etc.)

Tabla 33 Identificación de componentes de la Matriz de Posicionamiento Situacional

Fuente Elaboración propia

RESUMEN

	INTERIOR	EXTERIOR
FAVORABLE	FORTALEZAS: No es invasivo de la vialidad y el espacio urbano La infraestructura es económica El costo al usuario es reducido Atiende mercados masivos Operación atractiva: seguro, oportuno, confiable Es replicable	OPORTUNIDADES Cabe en las calles sin invadir Existen recursos disponibles que se pueden reorientar al tren Mejor servicio y costo a los usuarios que el transporte público convencional Mercado en crecimiento y mercados masivos posibles El excesivo parque automotriz en la vialidad favorece al tren Respeto ambiental
DESFAVORABLE	DEBILIDADES Credibilidad limitada Recursos limitados	AMENAZAS Competencia potencial Negociación forzada con transportistas

Tabla 34 Resumen de Componentes de Posicionamiento Situacional

Fuente Elaboración propia

7. LÍNEAS DE ACCIÓN

7.1. Identificación de los elementos de Líneas de acción

Las líneas de acción son resultantes de cuestionar como se logra cada elemento de la misión con el atributo del perfil correspondiente, como en los otros casos las relaciones relevantes deben ser indicativos pues pueden no ser relaciones unívocas.

Las líneas de acción se orientan desde la Misión (M) o desde el Perfil (P)

1. M: Diseño de la línea troncal y la Estructura serán orientada a la demanda, el proyecto debe ser fino y detallado (Área de proyecto de Infraestructura)
2. M: La Alimentación a la troncal y los accesos a estacionamientos y estaciones serán eficientes. (Área de proyecto operacional)
3. M: Evidenciar ventajas al usuario (Área de comercialización, redes sociales)
4. M: Integración con alimentadoras (Área de coordinación con autoridades y concesionarios)
5. P: Eficiencia administrativa (Área de manejo de empresa, de proyecto y de recursos)
6. P: Eficiencia de operación – Sistemas (Área de Sistemas y operación)
7. P: Crear prototipos – (Área de Laboratorio y construcción de prototipos). Eventualmente Área de Fabricación o adquisiciones de equipo

FAVORABLE/DESFAVORABLE → ORIENTADO A ↓	FAVORABLE	DESFAVORABLE
RAZÓN DE SER	1,2,3	4
CARACTERÍSTICAS PROPIAS (PERFIL)	5,6,7	7

Tabla 35 Clasificación de líneas de acción

MISION → PERFIL ↓	TRAZO CERCANO A DEMANDA	TARIFA ALCANZABLE	FRECUENCIA PASO	MINIMO IMPACTO VIAL	SEGURIDAD	SUSTENTABILIDAD	CREDIBILIDAD
LIGERO	1	3	-	1	-	1	7
COSTO ECONOMICO	1	3,5	6	1	1,5,6	4	7
CAPAC. VERSATIL	-	3	6	6	6	6	7
AUTO GUIADO	-	3	-	1	1	-	7
ESTRICTAM. CONFINADO	2	5	6	1,6	1	2	7
MARCHA SUAVE	3	-	-	-	1,6	6	7
USO VIAL MINIMO	3	4	4	1	1	1	7
MUY SEGURO	1	5	-	-	3,6	3	7
AUTO SUSTENTABLE	3	3	4	4	3	3	7
NO EXISTE OPERANDO	7	7	7	7	7	7	7
RECURSOS LIMITADOS	5	5	5	1	5	4,6	7

Tabla 36 Matriz de líneas de acción

Fuente Elaboración propia

7.2. Diseño de la línea troncal y la Estructura

Ambos serán orientada a la demanda, el proyecto debe ser fino y detallado no permite ajustes en campo, será realizado en planta en todas sus componentes (Área de proyecto de Infraestructura)

Las características de la infraestructura propuesta son las siguientes:

7.2.1. En tramos a nivel

Sobre estructura de concreto para cada carril de rodamiento con pestaña guía integrado, cimentación separada para cada carril, ambas estructuras unidas por atiesadores@ 5 m.

7.2.2. En tramos elevados

Podrá ser sobre columnas prefabricadas para uno o dos sentidos en cada columna cuando existe espacio en tierra para las mismas y espacio aéreo libre (el retiro o reubicación en planta o en altura de los cables se consideran obras inducidas)

En caso de que no exista la posibilidad de disponer de espacio para las columnas o el espacio aéreo esté ocupado y no se pueda evitar con altura, se podrá instalar sobre marcos (generalmente sobre la vialidad) del ancho suficiente para librar el uso actual a nivel de terreno natural.



Ilustración 20 Estructura en Marcos para circular sobre la vialidad

7.2.3. En tramos subterráneos

Podrá excavarse en tipo túnel o en excavación temporal, el desplante será a nivel y el techado posterior.

Esto se considera solamente para cruces difíciles, ya que la excavación encarece significativamente la obra, y el concepto del sistema es que sea ligero.

7.2.4. Tipo de estructura

Se ha analizado la estructura de vía en concreto pretensado, en placas de acero, y en estructura tubular, cada una tiene ventajas y desventajas, dependiendo del proyecto ejecutivo particular.

7.2.5. Vía de rebase.

En este esquema es posible considerar una vía de rebase para servicio Express que solo haga paradas en las estaciones más importantes del corredor (no en la ZMC). Las desviaciones y entronques a dicha vía, como a patios o rutas bifurcadas, son fijas, dado que la opción de dirección estará en el vehículo.

7.2.6. Estaciones

Dependiendo del tramo (a nivel o elevado), la estación tipo será muy ligera, con acceso por rampas por debajo o por arriba de la vía. Se contempla la posibilidad de elevadores para usuarios seleccionados (con tarjeta previamente asignada).



Ilustración 21 Estación elevada, andenes y accesos peatonales

7.2.7. Energía

Se requerirán subestaciones de alimentación al tren en estaciones alternadas, serán de baja potencia y alimentarán a cada tren durante un minuto en su paso por la estación (20 seg. Antes y después de la estación y 20 seg. de ascenso descenso)

7.3. Área de proyecto operacional: alimentación eficiente a troncal, accesos

Como sistema de transporte integrado se contempla captar algo de demanda que actualmente circula en automóvil, lo cual exige atender el problema de estacionamiento de vehículos para acceder a estaciones selectas. Los proyectos ejecutivos deberán asegurar un intercambio fácil entre ambas instalaciones.

7.4. Área de comercialización, redes sociales: Evidenciar ventajas al usuario

Por ser un proyecto nuevo y diferente se requiere hacer una campaña de información previa durante y al arranque del sistema para mantener a los usuarios y a la población al tanto de los aspectos relevantes para el uso del sistema.

7.5. Coordinación con autoridades y concesionarios: Integración con alimentadoras

Este aspecto es muy importante para dar al sistema viabilidad ante el usuario. Requiere intensas negociaciones con las líneas afectadas y las que serán alimentadoras. Los argumentos principales para integrar recorridos y tarifas están en el costo real de un servicio de alimentación y no acudir a la protección de una tarifa fija autorizada que en recorridos cortos no debe aplicar. Se debe también contemplar diseño de instalaciones y bahías para las alimentadoras.

7.6. Área de manejo de empresa, de proyecto y de recursos Eficiencia administrativa

El manejo de la empresa operadora deberá tener enfoque de negocio y evitar las intervenciones de grupos con intereses particulares o políticos que pueden deformar el objetivo de la misma, por esto es recomendable un esquema blindado de concesión o Participación Público – Privada.

7.7. Área de Sistemas y operación: Eficiencia de operación – Sistemas

La operación del sistema en campo deberá también estar coordinada con el manejo por parte de las autoridades de la vialidad, del transporte público, de las autoridades de seguridad y de aquellas responsabilidades que puedan tener intereses comunes al Sistema.

7.8. Área de Laboratorio y construcción de prototipos: Crear prototipos

Este eslabón corresponde al promotor y desarrollador del proyecto que deberá garantizar la operación esperada del Sistema en todos sus aspectos.

Patios de pernocta propuestos en la Terminal Norte en la UAEM

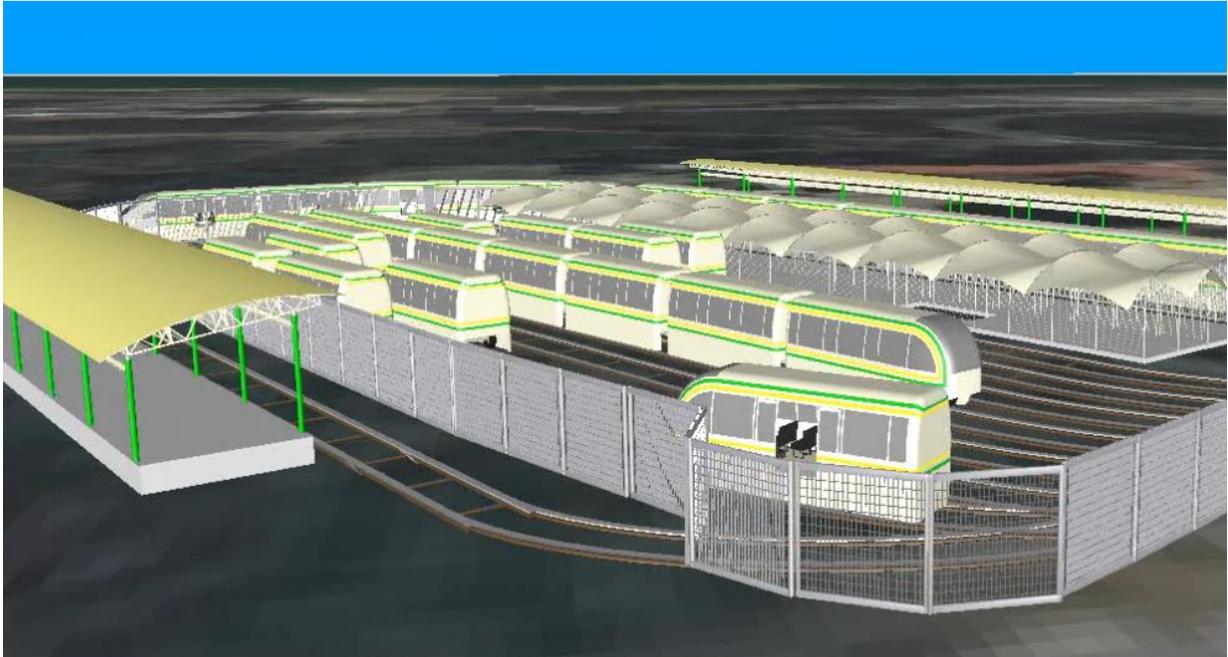


Ilustración 22 Patios de pernocta propuestos en la Terminal Norte en la UAEM

Perfil del ARGOS en estructura elevada

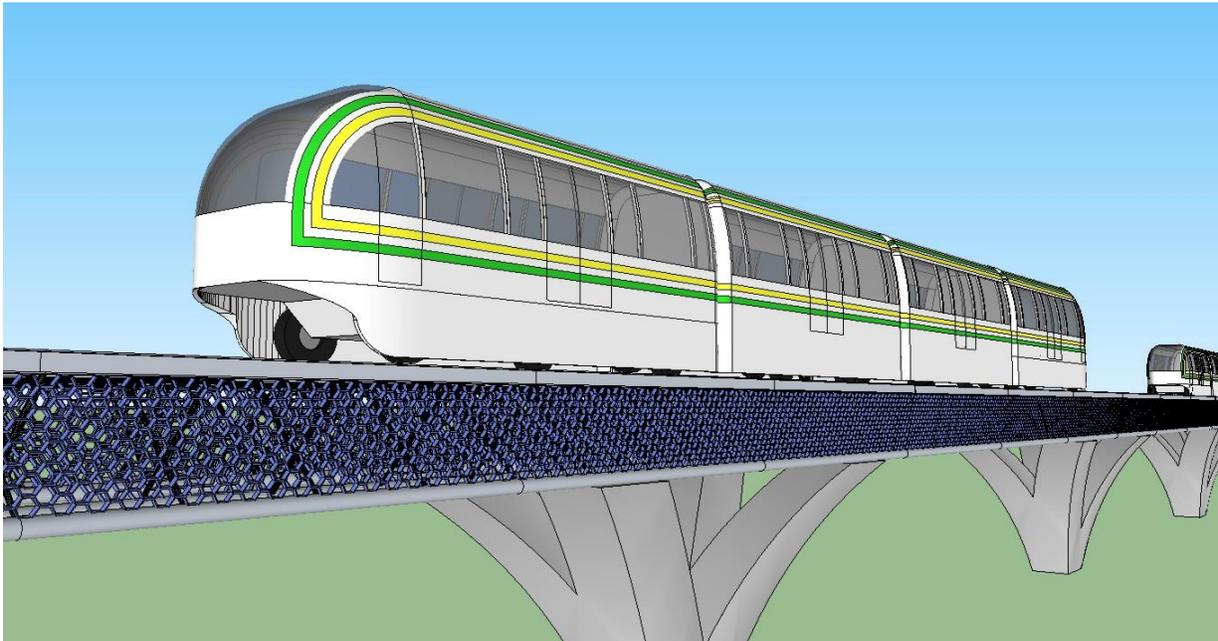


Ilustración 23 Perfil del ARGOS en estructura elevada

8. COSTUMBRES, REGLAS Y NORMAS

8.1. Identificación de los elementos de Cultura, reglas y normas

Las reglas y normas son la forma de actuación que la sociedad tiene, podrá o deberá adoptar en relación al sistema que nos ocupa, en este caso para lograr los conceptos definidos en la misión dado el entorno de actuación del sistema.

Este elemento analiza los balances que la sociedad acepta en los servicios ofrecidos

MISION → ESCENARIOS ↓	TRAZO CERCA A LA DEMANDA	TARIFA ALCANZABLE	FRECUENCIA PASO	MINIMO IMPACTO VIAL	SEGURIDAD	SUSTENTABILIDAD	CREDIBILIDAD
POBLACION CRECIENTE	1	3	4	1	4	4	4
MAYOR DENSIDAD HABITACIONAL	1	3	1	1	4	4	4
CONURBACION	2	3	2	2	4	4	4
MAS REQUERIM. DE TRANSPORTE	2	2	2	2	4	4	4
MAS INGRESOS, POLARIZ	3	3	3	3	3	3	4
AUTO PREDOMINA/ TRANSP. PUBL.	4	1	4	4	4	4	4
INFRAESTRUCTURA VIAL CARA	5	5	5	5	5	5	4
PARQUE AUT CRECIENTE	1	6	6	4,6	4	6	4
CADA VEZ MÁS DEMORAS	1	4	4	4	4	4	4
REQUIERIMIENTOS AMBIENTALES	1	4	1	4	4	4	4

Tabla 37 Matriz de Cultura, reglas y normas

Fuente Elaboración propia

Donde:

1. Usos y costumbres – Acostumbrar a la gente a caminar - y usar tren (COSTUMBRE): Sociedad
2. Reglamentar y controlar servicios – Operación eficiente de Líneas alimentadoras y tarifas integradas (REGLAMENTAR): Autoridades
3. Política de precios – Aceptar tarifas mayores por mejor servicio, subsidio a bajos ingresos (REGLAMENTAR): Autoridades
4. Usos y costumbres – Congestionamiento, Seguridad (COSTUMBRE): Sociedad, (des)ventajas del cada modo de transporte (autobuses – tren) (redes sociales), SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL
5. Política de transporte – Aceptar inversiones mayores y a fondo perdido en transporte por el Estado (REGLAMENTAR): Autoridades
6. Política Urbana – Interacción de política urbana con operación de vialidad y transporte Estacionamientos como negocio (REGLAMENTAR Y PROMOVER): Autoridades, Inversionistas

SEGMENTO DEL ENTORNO QUE LO SOPORTA → FORMALIDAD ↓	SOCIEDAD	AUTORIDADES
Costumbre	1,4	
Reglamentado	6	2,3,5,6

Tabla 38 Clasificación de las reglas y normas

Fuente Elaboración propia

Se incluyen las categorías de Usos y Costumbres (sociedad en general), Políticas (generalmente promulgadas por la autoridad) y reglamentos

8.2. Ineficiencia del transporte público – parque vehicular excedido, etc.

Estas observaciones se dan en muchas ciudades en el mundo, no son privativas de la ZMC pero también ahí se deben plantear para resolverlas.

- La población ha estado acostumbrada a exigir derroteros muy cercanos al origen-destino, (casi puerta a puerta); muchos servicios se desvían de su derrotero autorizado
- El transporte público hace paradas en cualquier punto y no solo en paradas establecidas, abarcan varios carriles, etc.
- Los usuarios exigen frecuencias de paso muy seguidas, etc.
- Esta cultura si bien representa una facilidad al usuario, impide una estructuración eficiente, ,
- Los transportes públicos se detienen cualquier punto de la vialidad entorpeciendo el tránsito,
- Los transportes públicos compiten con otros servicios que comparten su derrotero a base de mayores frecuencias aún a costa de vehículos semi vacíos que resultan en menores eficiencias, mayor inseguridad y no necesariamente en mejores servicios.



Ilustración 24 Operación invasiva de la vialidad en Paradas

8.3. Vigilancia de las autoridades y acciones correctivas

- No se cuenta con el personal suficiente o capacitado para cubrir sus funciones. Este está disperso entre distintas dependencias y sus reglas de operación son distintas.
- En la vialidad no se da seguimiento a la operación detallada del tránsito, así por ejemplo los semáforos se programan a un mismo ciclo y fases independientemente de la carga vehicular, esto genera tiempos perdidos excesivos.
- En el transporte la vigilancia de las autoridades se centra en el cumplimiento de requisitos administrativos de los concesionarios, existe poca supervisión de la operación en campo lo que permite poco orden en la forma de trabajar de los concesionarios y operadores del transporte público.
- Existen irregularidades en el cobro de tarifas que muchas veces quedan a juicio del operador o se ajustan en función de la competencia.

8.4. Tarifas

- La política tarifaria establecida por el Gobierno parte de un balance básico entre favorecer el precio para el usuario y la sustentabilidad del negocio para los concesionarios. La posibilidad de que el transporte público sea autosostenible, representando un negocio para los concesionarios generalmente conduce a tarifas mayores que muchos usuarios no pueden cubrir. La facilidad de que los usuarios puedan pagar el transporte generalmente lleva a un subsidio del servicio de transporte por parte del Estado. En muchas ocasiones se opta por un punto medio con un subsidio parcial que genere suficientes utilidades a los concesionarios y permita al público pagar la tarifa dentro de sus alcances de ingreso. Este dilema generalmente no fomenta una elevación de la calidad del transporte y si favorece una degradación del mismo.

- Una solución parcial a este problema se puede dar cuando se manejan tarifas diferenciadas, sea por segmentos de población (favoreciendo a estudiantes, grupos con capacidades diferentes, tercera edad, etc.) o por segmentos de recorrido integrando tarifas entre varios servicios.

En la ZMC no existen tarifas integradas y los costos estimados de la operación de las líneas en general son inferiores a los ingresos de los concesionarios como se aprecia en la gráfica adjunta. Esta gráfica es estimada con base a las observaciones y entrevistas en campo. En ella no se identifican las columnas por confidencialidad hacia las diferentes rutas.

A partir de la figura 18 (inciso 4.6.3) Las cifras globales estimadas para ingresos y costos diarios del transporte público de ruta para toda la flota que actualmente da servicio en el corredor de interés son:

	Ingresos	Costos
SUMA	\$ 1,704,275.00	\$ 1,067,292.63

8.5. Congestionamiento, seguridad, sustentabilidad ambiental

La sociedad se ha culturizado a trasladarse en congestión permanente en casi cualquier ámbito urbano, lo cual no quiere decir que sea la forma deseada de vida.



Ilustración 25 Saturación de transporte público en la ZMC

Junto con el congestiónamiento viene la forma de operación del transporte que como se ha comentado tiene una flota en exceso y ocupación menor de la capacidad.

Las condiciones del tránsito y la vialidad dejan mucho que desear y eso se traduce en impactos negativos en tiempos de traslado, exceso de vehículos, emisión de contaminantes excesiva, costos sociales, etc.

En seguida se dimensionan estos temas para la ZMC

8.5.1. Transporte público de ruta fija BALANCE OFERTA – DEMANDA

Respecto al balance Oferta – Demanda (asientos disponibles, considerando su factor de renovación) Vs (demanda observada en frecuencias y ocupación) existente en la actualidad se puede observar una sobreoferta en forma prácticamente continua para el corredor en cuestión:

Por ejemplo para horario pico vespertino por tipo de vehículo se presenta lo siguiente:

Sentido	Horario Vespertino (HMD)	Demanda ambos sentidos (HMD)	Vehículos Observados en Hora de Máxima Demanda						Capacidad Vehicular					Total Capacidad(C.Vehículo Vehículo - Demanda)	Diferencia	
			Auto bus	Micro bus	Combi	Van	Bus Corto	Total	Auto bus	Micro bus	Combi	Van	Bus Corto			Total
SN - OP	18:00 - 19:00	4,270	14	4	0	3	1	22	1,120	160	0	60	60	1,400	3,500	-770
NS - PO		3,770	32	2	0	0	1	35	2,560	80	0	0	60	2,700	6,750	2,980
Demanda Total		8,040	Capacidad-Veh. Total											10,250	-2,210	

Tabla 39 Balance Oferta – Demanda del Transporte público de pasajeros de ruta fija por tipo de vehículo en HMD
Fuente Elaboración propia

Lo anterior refleja un exceso de flota vehicular (sentido NS-PO) y a la vez un desbalanceo de la misma (con Déficit en el otro sentido).

Para las horas pico matutina y vespertina las cifras máximas de exceso son:

Hora (HMD)	Demanda Total Hora Pico	Total Capacidad - Vehículo Ofertado en HMD	Diferencia
06:00 - 07:00	6,225	10,050	3,825
18:00 - 19:00	3,770	6,750	2,980

Tabla 40 Balance Oferta – Demanda Total del Transporte público de pasajeros de ruta fija en HMD
Fuente Elaboración propia

Para lo largo del día (6:00 a 21:00) en sentido PO – SN la oferta es de 93,230 asientos contra una demanda de 47,874 viajes y en sentido OP – NS la oferta es de 60,850 asientos contra 47,780 viajes demandados. Este exceso de oferta de 58,426 asientos disponibles tiene efectos directos en la generación de congestión vehicular, emisión de contaminantes, tasa de accidentalidad sostenida, inseguridad elevada (paradas en mal estado, paradas en lugar riesgoso, etc.). Costos de operación, menor rentabilidad del negocio y tarifa elevada al usuario. La siguiente gráfica refleja lo anterior.

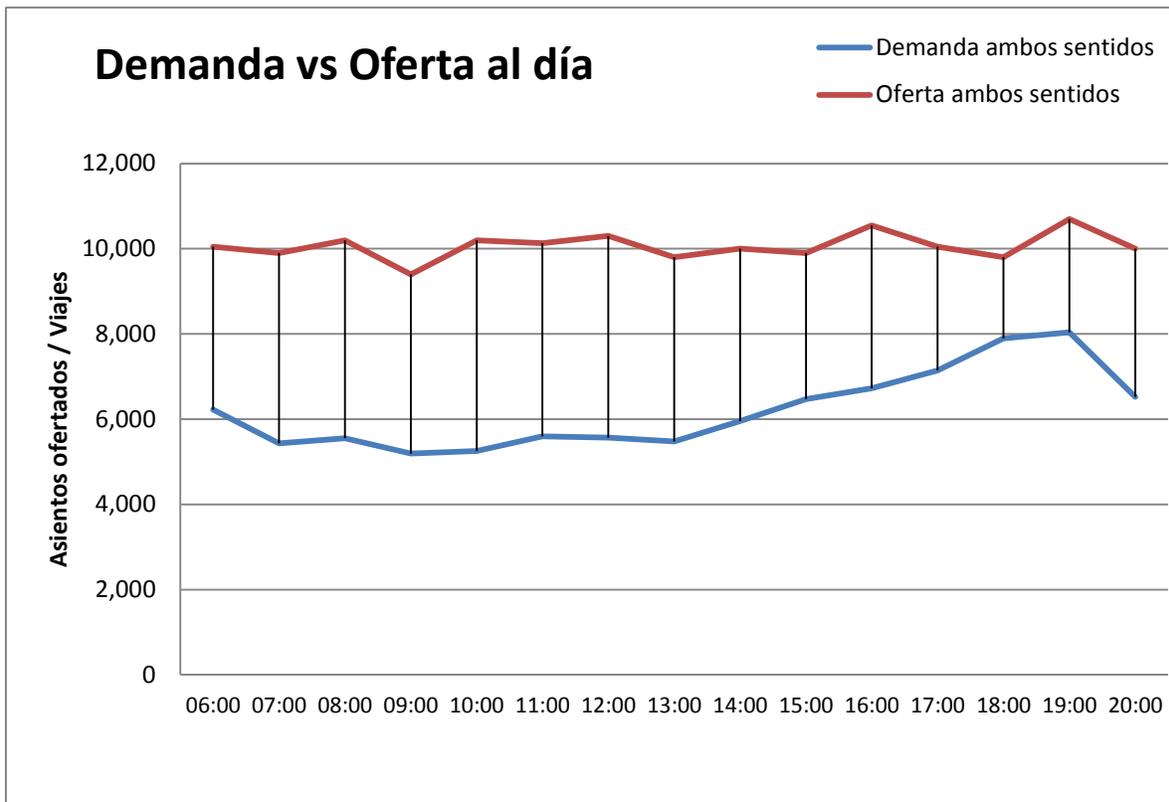


Figura 21 Balance Oferta – Demanda del Transporte público de pasajeros de ruta fija a lo largo del día
Fuente Elaboración propia

8.5.2. El concepto de congestionamiento vial y condiciones de tránsito

8.5.2.1. Planteamiento formal del congestionamiento vial

El método para cálculo del costo del congestionamiento se maneja hace varias décadas y primordialmente se basa en calcular la velocidad promedio a la que puede circular el tránsito con el volumen que atiende contra la velocidad teórica que tendría a un volumen óptimo. Obteniendo el tiempo ocupado

adicionalmente por efecto de la reducción de velocidad mencionada en un tramo dado y multiplicando ese tiempo por un valor de tiempo asignado para los usuarios predominantes en la zona.

Las relaciones usadas se basan en observaciones realizadas que se reflejan en la curva Velocidad – Flujo y que refleja que mientras más volumen de tránsito trata de usar la vialidad, más lento circula.

Lo anterior permite definir el congestionamiento como la impedancia que los vehículos se imponen mutuamente por efecto de la relación Velocidad – Flujo en condiciones donde el sistema de transporte se aproxima o rebasa su capacidad.

Esta es una propiedad inherente al sistema de interacción vehicular e independiente de incidentes particulares, que sin embargo cuando aparecen, reducen la capacidad vial y de inmediato detonan el congestionamiento de manera desproporcionada.

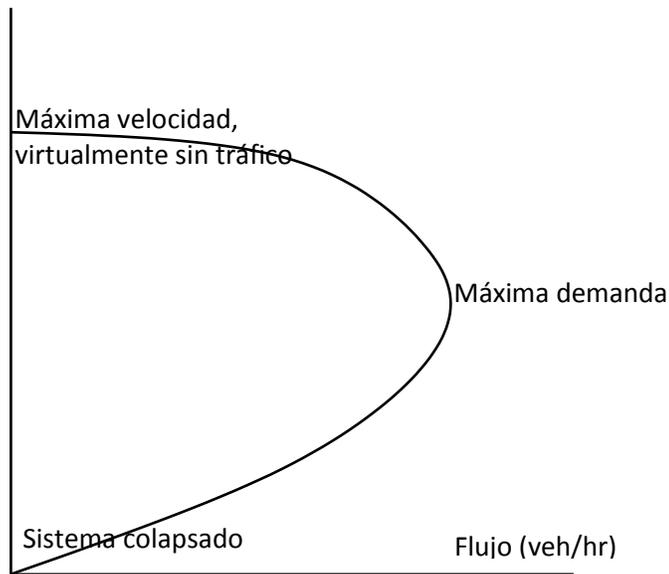


Figura 22 Comportamiento teórico del flujo vehicular y velocidad de circulación a cambios en la demanda
Fuente Elaboración propia

El costo de la congestión se puede estimar de la siguiente manera:

<p>Tiempo de recorrido a velocidad libre (sin tránsito) <i>menos</i> Tiempo a la velocidad observada <i>Multiplicado por</i> Volumen de tránsito (en un período de tiempo) <i>Igual</i> Total de demoras por congestionamiento <i>Multiplicado por</i> Valor del tiempo de los usuarios <i>Igual</i> Costo del congestionamiento (en el período de tiempo)</p>
--

Estos costos no consideran lo generados por vehículos que deciden evitar el congestionamiento y toman vialidades alternas, mismas que ahora son sujetas a nuevo análisis de congestionamiento inducido en dichas vialidades.

Algunas estimaciones genéricas del costo por congestionamiento en varias partes del mundo son:

- Glanville and Smeed (1958): £125m en áreas urbanas, £45m en áreas rurales, total £170m por año, (no considera valor del tiempo para viajes que no son de trabajo)
- British Road Federation(1988): £3b por año en zonas conurbadas, £15b en Gran Bretaña
- CBI (1989) £5 por semana por familia, £15b total

- Newbery (1993) £19.1b
- Dodgson & Lane (1997) £7b (diferente tratamiento del costo marginal que la anterior)
- Mumford (2000) £18b cifras actualizadas por inflación
- Smith Group (1999) £20b mencionada por el Instituto Adam Smith

8.5.3. Las condiciones del tránsito

Para el automóvil la oferta está determinada por la ocupación de la vialidad por el transporte público (que frecuentemente rebasa su carril ocupando parte de dos carriles) o ambos cuando se encuentran comercio informal invadiendo (o casi) parte de la vialidad, o bien cuando se cierra un carril por efectos de mantenimiento urbano, accidentes, descomposturas u otros. Como estos son eventos no programados simplemente no se consideran, pero determinan la oferta vial real.

El espacio disponible para el transporte urbano puede ser de diversa naturaleza, tal como vías dedicadas (comunes en el caso de trenes), espacios de agua (en que operan transbordadores o navíos), zonas peatonales (donde los trayectos pueden no estar bien definidos y se pueden entrecruzar) o generalmente por vialidades destinadas a alojar flujos vehiculares.

- La disponibilidad vial (secciones, sentidos, estado del pavimento, etc.),
- Su capacidad regulada (semáforos, topes, velocidades, etc.) Y
- La capacidad inducida (congestionamientos, demoras, etc.)
- El parque vehicular y su organización (en caso del transporte público los derroteros en competencia, frecuencias, capacidades, calidad del servicio, tarifas etc.)

8.5.4. Congestionamiento vial para la ZMC

Las mediciones de congestionamiento vial en diferentes puntos del corredor de interés muestran lo siguiente:



Ilustración 26 Congestionamiento vial en la ZMC

Tiempos y velocidades actuales en el corredor propuesto

Tramo	Volumen al Día	Nivel de servicio actual	Veh en HMD	HMD	Distancia (km)	Tiempo en HMD (min)	Velocidad HMD (Km/h)
Cuauhnáhuac	21,341	F	5,000	7:00 PM	4.5	11	25
Domingo Diez	9,170	F	2,400	7:00 AM	2.3	8	17

Tabla 41 Tiempos y velocidades actuales en el corredor propuesto

Fuente Elaboración propia

8.5.5. Niveles de servicio

Los niveles de Servicio son resultantes de la combinación de Oferta y Demanda, su clasificación es la convencional: en Intersecciones de A (menos congestionado) a F (máxima congestión). La calificación a lo

largo de tramos viales se presenta con colores: naranja y azul oscuro representan los tramos más congestionados, los verdes y amarillos son los más libres.

Un diagrama de niveles de servicio en la zona del corredor (marcado punteado) se observa como sigue:



Figura 23 Niveles de servicio sin proyecto en tramos viales e intersecciones de la red vial

Fuente Elaboración propia

Considerando la entrada en operación del proyecto, el comportamiento sería el siguiente:

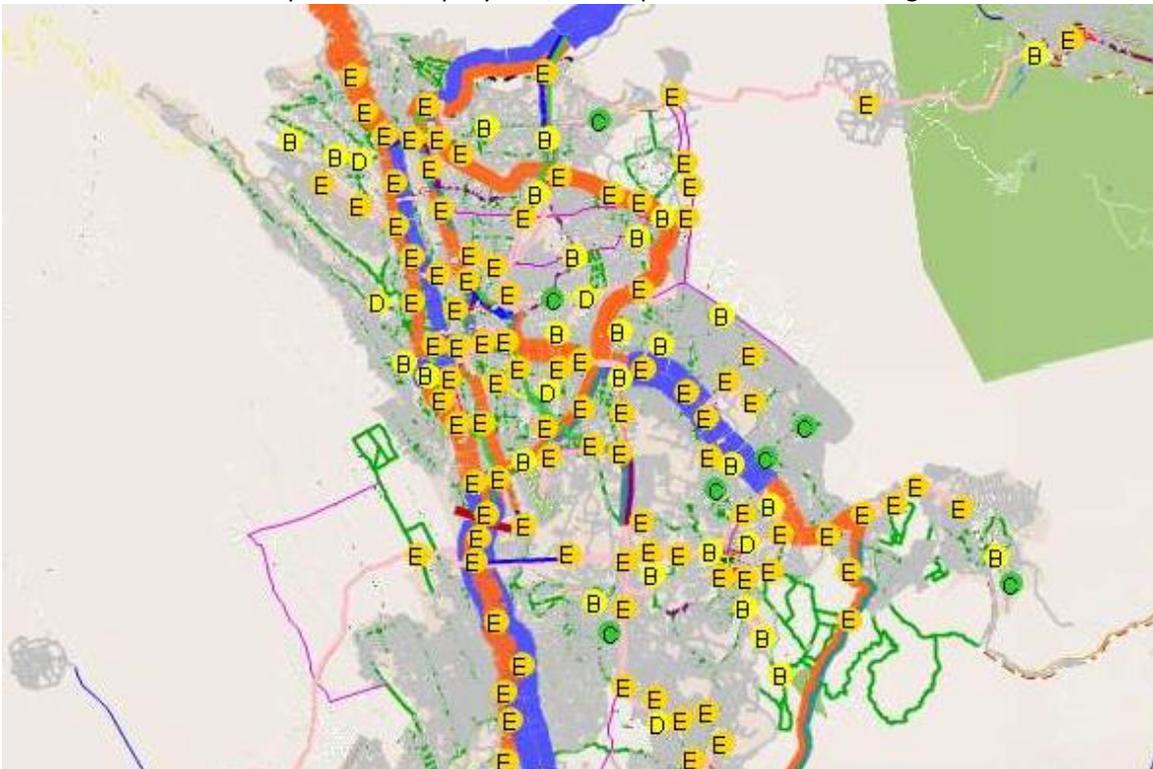


Figura 24 Niveles de servicio con proyecto en tramos viales e intersecciones de la red vial

Fuente Elaboración propia

9. ESTRATEGIAS

9.1. Matrices de Estrategias de EXPERPLAN

La Estrategia central es la adopción del sistema “ARGOS” de transporte público masivo no invasivo a la vialidad y sustentable

La justificación económica y social se plantea en el capítulo correspondiente a la evaluación, aquí se describe el proceso lógico para adoptar esa estrategia.

INMEDIATEZ DE ESTRATEGIAS ↓	ESTRATEGIA
(I) ETAPA INICIAL (VENTA DEL PROYECTO) Estrategias dirigidas a la fabricación del proyecto, no relevantes para la evaluación del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar Eficiencia Administrativa, Control de Calidad en la fabricación del equipo(I) 2. Dimensiones y diseño estudiado, Garantizar tecnologías (I) 3. Promover ventajas a usuarios, Difusión y Mercadeo (I) 4. Construir y Mostrar prototipo y obtener ruta piloto (I) 5. Obtener recursos (Propios, Asociados, Fondos, Financiamientos, etc.) (I) 6. Actuar con rapidez (I) 7. Gestión con Autoridades y comercialización para lograr la venta del proyecto (I)
(P) ETAPA DE PROYECTO IDENTIFICADO	<ol style="list-style-type: none"> 8. Gestión con transportistas (P) 9. Trazo de máxima cobertura (P) 10. Alimentación organizada (P) 11. Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos) (P) 12. Derrotero cercano a O-D (P)

Tabla 42 Listado de Estrategias subordinadas

Fuente Elaboración propia

Estas estrategias se ubican como consecuencia de las intersecciones de los nodos anteriores como sigue:

LINEAS DE ACCION → SITUACIONES ↓	Diseño orientado a la demanda	Eficiencia en Alimentación a estaciones y Estacionamientos	Evidenciar ventajas al usuario	Eficiencia Administrativa	Integración operativa y tarifaria con alimentadoras	Sistemas eficientes de operación	Creación de prototipos
No invasivo de la vialidad y el espacio urbano	3,9	10	3	1	10	3,1	2,3
Infraestructura económica	7	1,7,8,10	3,7	1,2	7,8,10	1,2	4,2
El costo al usuario reducido	3,7,9	1,3,7,8,10	3,7	3, 1	7,8,10	1,2	3,4,2
Atiende mercados masivos	7,9	1,7,8,10	3,7	7, 1	7,8,10	1,2	3,4,2
Seguro, oportuno, confiable	3,2	11	3	1	7,8,10	1,2	3,4,2
Es replicable	3	3	3	3,1	3	3,1,2	3,4,2
Excesivo parque automotor favorece al tren	3,7	11,3,7	3	3,1	3,7,8,10	3,1,2	3,4,2
Respeto ambiental	3,9	3,6	3	3,1	3,7,8,10	3,1,2	3,4,2
Credibilidad limitada	3,4,2	3,2	3,4	1,2	3,4,7,8,10	3,4,5,1,2	3,4,2
Recursos limitados	5	5	3,5	5,1	5,7,8,10	3,5,1,2	3,4,5,2
Competencia potencial	1	8,10,1	3,6,7	6,1	6,7,8,10	6,1,2	3,4,2
Negociación c/transportista	8,10	8,10	3,10	3,8,10,1	7,8,10,1	7,8,10,1	3,4,2

Tabla 43 Estrategias provenientes del Perfil (Líneas de Acción y Análisis Situacional)

Fuente Elaboración propia

REGLAS → SITUACIONES ↓	Costumbre de caminar	Líneas alimentadoras y tarifas integradas	Mayores tarifas y subsidios a bajos ingresos	Mostrar prototipos y ventajas del tren	Inversiones blandas en transporte	Estacionamientos como negocio
No es invasivo de la vialidad y el espacio urbano	11	7	7,8	3	7	11,7
La infraestructura es económica	12	7	7	3	7	11,7
El costo al usuario es reducido	3	7,8	7	3	7	11
Atiende a mercados masivos	12	7	7	3	7	
Operación atractiva: seguro, oportuno, confiable	3	7	7,3	3	7	11
Es replicable	3	3	3	3	3	3
El excesivo parque automotriz en la vialidad favorece al tren	3	7	7,3	3	7	11
Respeto ambiental	3	7	7,3	3	7	11,7
Credibilidad limitada	4	4	4	4	4	4
Recursos limitados	5	5	5	5	5	5
Competencia potencial	6	6	6	6	6	6
Negociación forzosa con transportistas		7,8	8	8		8

Tabla 44 Estrategias relacionadas con el Entorno (Cultrua y análisis situacional)

Fuente Elaboración propia

LINEAS DE ACCION →							
REGLAS ↓	Diseño orientado a la demanda	Eficiencia en Alimentación a estaciones y Estacionamientos	Evidenciar ventajas al usuario	Eficiencia Administrativa	Integración operativa y tarifaria con alimentadoras	Sistemas eficientes de operación	Creación de prototipos
Costumbre de caminar	3	3	3		3	3	3
Líneas alimentadoras y tarifas integradas	7,8,10	7,10,11	3,7,10	1,7,10	7,8,10	1,2,8,10	4,7
Mayores tarifas y subsidios a bajos ingresos	7,8,9	7,11	3,7	1,7	7,8,10	1,2,7	4,7
Mostrar prototipos y ventajas del tren	3,4	4, 11	3,4	1,4	4,10	1,2,4	3,4
Inversiones blandas en transporte	5,7	5,7,11	3,5,7	1	5,7,8,10	1,2,7	4,5,7
Estacionamientos como negocio	1,11	11	3,11	1	7,8,10,11	1,11	4,11

Tabla 45 Estrategias relacionadas con la Misión (Líneas de Acción y Cultura)

Fuente Elaboración propia

9.2. Estrategia Central: Adopción del Sistema ARGOS para la ZMC

Como se comentó más arriba la estrategia central es la adopción del sistema “ARGOS”, esta implica cubrir las siguientes componentes:

9.2.1. Garantizar Eficiencia Administrativa, Control de Calidad en la fabricación del equipo (I)

Se requiere una administración eficiente y de calidad, una fabricación que responda a normas internacionales y cumplimiento en precios, tiempos, cantidades y calidad.

9.2.2. Dimensiones y diseño estudiado, Garantizar tecnologías (I)

El diseño del producto, vehículo, carriles de rodamiento, instalaciones auxiliares debe contemplar tecnologías probadas.

9.2.3. Promover ventajas a usuarios, Difusión y Mercadeo (I)

La presentación del Sistema ARGOS a autoridades, clientes potenciales y público en general debe ser diseñada profesionalmente

9.2.4. Construir y Mostrar prototipo y obtener ruta piloto (I)

La credibilidad del sistema se basará en la construcción de un prototipo que amén de detectar ajustes necesarios al mismo, permita a los clientes potenciales validar los conceptos básicos enumerados.

9.2.5. Obtener recursos (I)

La permanencia del proyecto, dado el horizonte necesario para despegar, requiere el sustento de recursos propios y ajenos en diversos formatos, tales como: Capitales Propios, Capitales de Asociados, Fondos de instituciones de apoyo, Financiamientos, etc.

9.2.6. Actuar con rapidez (I)

Este sistema por su atractivo podrá generar rápidamente competencia, por lo que es necesario dar resultados con agilidad y rapidez.

9.2.7. Gestión con Autoridades y comercialización para lograr la venta del proyecto (I)

Esta estrategia ha sido predeterminada como solución a ser validada bajo esta metodología, Su validez se manifiesta en la bondad hacia la sociedad (Beneficios sociales Vs. Costos Sociales en su ausencia), la competitividad en contra de soluciones alternas, que en este caso la más próxima sería de un sistema de transporte tipo BRT en carriles confinados, con sus respectivos costos y beneficios, así como en la accesibilidad en términos de tarifa hacia los usuarios, en comparación con los servicios actuales.

Estos elementos se detallan en el capítulo 10 Evaluación del proyecto.

9.3. Gestión con transportistas (P)

Las rutas que actualmente circulan por el corredor que servirá el ARGOS se verán restringidas en la circulación sobre ese trayecto, ya que de otra manera se mantendrían los problemas viales actuales y los servicios estarían duplicados, resultando ambos perjudicados.

Esta estrategia se dirige a evitar las posturas de rechazo por parte de los transportistas, se plantea de dos maneras:

- Invitando a los dueños de las rutas afectadas a participar como socios en el sistema nuevo.
- Organizando los servicios remanentes como alimentadoras del sistema masivo y adoptando tarifas integrada entre la troncal y las alimentadoras.

9.4. Trazo de máxima cobertura (P)

La cobertura máxima del sistema se aprecia en los volúmenes de viajes esperados, que comparan favorablemente con los viajes actualmente servidos

Viajes actualmente servidos por día en corredor existente (parcial)	50,000 (inciso 4.6.2)
Viajes esperados con ARGOS en corredor completo	131,834 (inciso 9.8)

Fuente Elaboración propia

9.5. Alimentación organizada (P)

La alimentación al sistema troncal se deberá reorganizar para mayor cobertura de las colonias, revisando las tarifas en función de las nuevas longitudes de recorridos, frecuencias y servicios ofrecidos.

9.6. Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos) (P)

Las estaciones se han ubicado donde se puede captar el máximo de la demanda. Estos puntos serán detonadores de actividad económica en la mancha urbana y esto reforzará la funcionalidad de las estaciones en los lugares propuestos.

Adicionalmente se deberán construir estacionamientos para otro tipo de vehículos, tales como:

- Para autos particulares los estacionamientos podrán ser planteados como negocios particulares, dada la cantidad de vehículos que podrán transferirse de autos particulares al transporte masivo.
- Para taxis los espacios requeridos para intercambio modal y bases que permitan almacenar vehículos de alquiler en cantidades suficientes para atender la demanda.
- Para vehículos personales tales como bicicletas y motocicletas

9.7. Derrotero cercano a O-D (P)

9.7.1. Planteamiento General - Trazo de máxima cobertura

Dadas las características de distribuciones de la población, topográficas, geométricas y origen destino de viajes, se definió el corredor en un trayecto que recorre la mancha urbana en la zona más densamente transitada.

En este planteamiento se propone sustituir los servicios existentes en el corredor por al ARGOS.

Inicialmente se había pensado utilizar la barranca que corre por el centro de la Ciudad que para el modo de transporte era factible, pero después de un análisis conjunto con las autoridades se propuso utilizar la vialidad a lo largo de los tramos siguientes:

TRAMO	SOLUCION	Tipo de proyecto
De los patios de pernocta a la Av. Universidad	Utilizar un área en los terrenos de la UAEM	En túnel (30m)
De la UAEM a “La Paloma”	Usar un derecho de vía de torres de alta tensión que carece de vialidad	Dos carriles a nivel
De “la Paloma” a “la Selva”	Utilizar el camellón de Domingo Diez y posteriormente Poder Legislativo en proyecto elevado con adecuaciones.	Dos carriles elevados sobre las mismas cimentaciones y columnas
De “la Selva” al Seguro Social	Utilizar la Av. Plan de Ayala con un proyecto elevado en tramos sobre columnas y en tramos sobre marcos	Dos carriles elevados sobre las mismas cimentaciones y columnas
Del seguro social a la Av. Cuauhnáhuac	Pasar en ambos extremos de nivel elevado a nivel de tierra, con un paso inferior bajo el actual libramiento	Dos carriles con rampas y un paso en túnel bajo el libramiento
Desde el libramiento hasta el “parque solidaridad”	Elevado sobre la banqueta Norte	Dos carriles elevados sobre las mismas cimentaciones y columnas
En tramos intermedios hasta la Av. Insurgentes	A nivel utilizando el área del camellón y con pasos elevados en algunas de las intersecciones	Dos carriles a nivel
En el largo cruce de Av. Insurgentes	Elevado sobre la banqueta Norte	Dos carriles elevados sobre las mismas cimentaciones y columnas
Pasando Av. Insurgentes hasta la UPM	A nivel utilizando el área del camellón y con pasos elevados en algunas de las intersecciones	Dos carriles a nivel
Salida del Camellón a los patios y talleres en la UPM	Rampas de entrada y salida con Paso elevado para cruzar el carril sur de Cuauhnáhuac a terrenos de la UPM	Dos carriles con rampas

Tabla 46 Soluciones y tipos de proyecto por tramos para ARGOS

Fuente Elaboración propia

En total se tienen 8 Km. a nivel y 10 Km. en elevado con dos túneles de 30m c/u

Esto estará formado por dos tramos, el primero en dirección Norte – Sur de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos a “la Selva” donde se propone un CETRAM y el segundo de ese punto hasta la Universidad Politécnica de Morelos como se muestra la siguiente ilustración.



Ilustración 27 Ramal Nor-poniente



Ilustración 28 Ramal Sur - Oriente

9.7.2. Propuesta de modificación de la oferta vial en la Zona

Aquí se consignan las vialidades en las cuales recientemente se han propuesto cambios de uso o modificaciones geométricas y ampliaciones, así como la propuesta de seis corredores de alta capacidad, el primero de los cuales se analiza en el resto del documento.

Se han propuesto también vialidades adicionales que mejoren la comunicación en la ZMC.

Vialidades propuestas	
Ciclopista	22.770
Peatonal	17.622
Ampliaciones	263.99
Corredores de alta capacidad	137.114
SUBTOTAL cambio de vialidades existentes	441.496
Ejes propuestos por Municipios	179.632
Ejes propuestos por consultor	125.032
SUBTOTAL ejes adicionales	304.664

Tabla 47 Infraestructura vial propuesta

Fuente Elaboración propia

En lo referente a la vialidad pertinente al Corredor 1 del ARGOS no se plantean modificaciones mayores en infraestructura, se deben analizar algunos detalles para zonas de intercambio de alimentadoras con un mínimo de impacto en el tránsito.

9.7.3. Oferta en situación de proyecto. Distribución de estaciones

La distribución inicial de estaciones y su distancia interestación es como sigue;

Número de Parada	Nombre de Parada	Distancia inter estaciones (km)	Cadenamiento	Nivel	Elevado s/Col.	Elevado s/Marco	Túnel
1	Teminal UAEM	0	0+00				.03
2	Galeana	1.083	1+083	1.083			
3	Paloma de la Paz	0.574	1+657	0.574			
4	Paseo del Conquistador	1.204	2+861		1.204		
5	Nueva Inglaterra	0.585	3+446		0.585		
6	Nicolas Bravo	0.441	3+887		0.441		
7	5 de Mayo	0.873	4+76		0.873		
8	Plaza Cuernavaca	0.584	5+344		0.584		
9	Pericon	0.451	5+795		0.451		
10	López Mateos	0.735	6+53			0.735	
11	Teopanzolco	1.04	7+57			1.04	
12	Ahumada	0.667	8+236			0.667	
13	La Luna	0.585	8+821			0.585	
14	IMSS	0.491	9+313			0.491	.03
15	12 de Octubre	0.774	10+086		0.774		
16	Parque Solidaridad	0.633	10+72		0.633		
17	Paseo de Los Claveles	0.706	11+426	0.706			
18	CIVAC	1.686	13+112	1.686			
19	Insurgentes	1.17	14+282		1.17		
20	Primavera	0.959	15+241	0.959			
21	Paseo de las Fuentes	0.498	15+738	0.498			
22	IMTA	0.82	16+559	0.82			
23	Terminal UPM	1.744	18+303	1.744			
Total		18.303		8.07	6.715	3.518	0.06

Tabla 48 Estaciones, cadenamientos y tipo de nivel del ARGOS

Fuente Elaboración propia

9.8. Demanda en situación de proyecto. Gestión con transportistas

Para esto se determinó el número y ubicación de estaciones tomando en cuenta los viajes originados y atraídos por las zonas aledañas al corredor y los volúmenes de ascensos descensos de las rutas actuales.

Se consideraron tres elementos:

1. La reestructuración del transporte actual para dar servicio como alimentadores al corredor, esto implica una negociación con los transportistas en la que seguramente habrá que invitarlos a participar en la sociedad que opere el nuevo sistema y sus alimentadoras, misma que habrá que definir con detalle en la etapa de proyecto ejecutivo.
2. La construcción de un centro de transferencia modal que permite elevar los volúmenes del sistema por facilitar el acceso de nuevos mercados, principalmente suburbanos.
3. Realizando una sensibilización preliminar de la demanda a la tarifa (considerada en este ejercicio plana \$ 5.50 que es aceptable de acuerdo al análisis realizado), para fines de este documento, esta se mantuvo en el nivel actual sobre el corredor, pero faltaría trabajarla a mayor profundidad junto con la programación horaria de los servicios, así como la integración de tarifas combinadas del servicio troncal con servicios alimentadores.

Pasajeros Km por tramo en el sistema propuesto

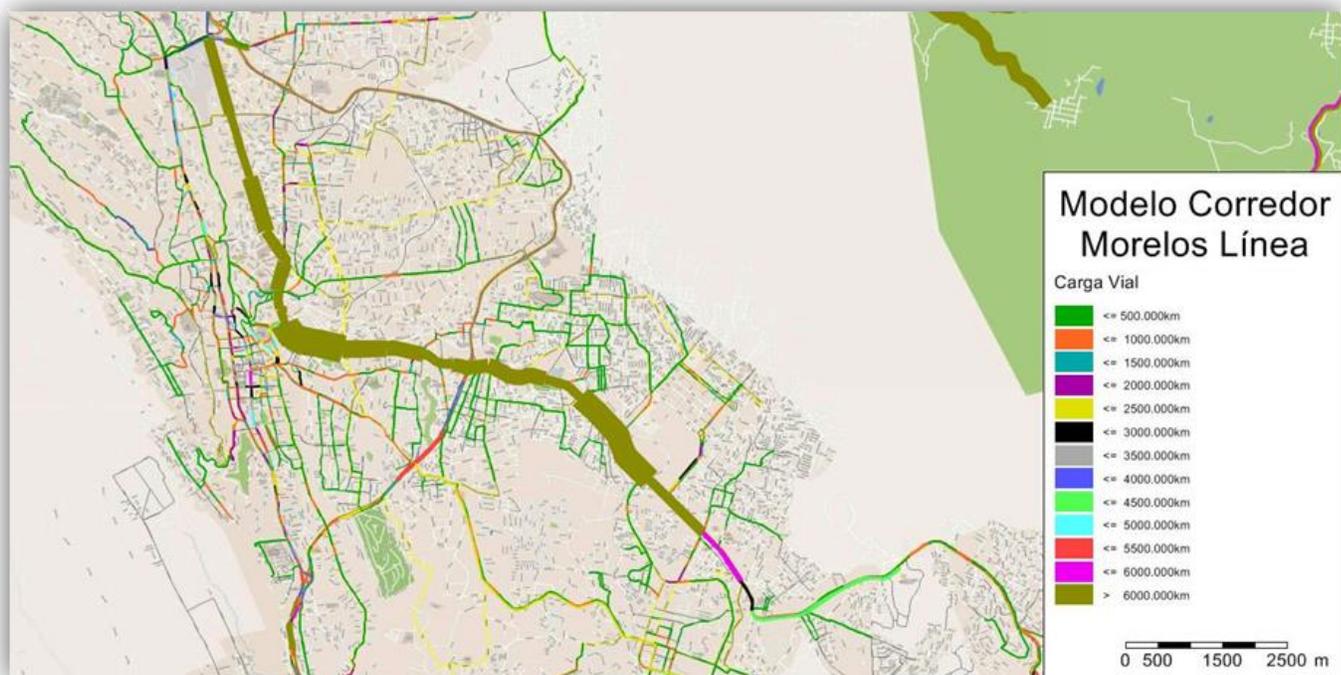


Figura 25 Demandas satisfechas por el sistema propuesto

Fuente Elaboración propia

Usuarios potenciales del servicio troncal

Con reestructura de Rutas			
Empresa	Ramal	Dirección	Pasaje por sentido/día
Corredor Morelos	Línea 1	>	59,015
Corredor Morelos	Línea 1	<	54,600
Pasaje total al día			113,615

+ Con CETRAM			
Empresa	Ramal	Dirección	Pasaje por sentido incrementado por CETRAM
Corredor Morelos	Línea 1	>	75,011
Corredor Morelos	Línea 1	<	75,524
Pasaje total al día			150,535

+ Con transbordos a tarifa igual			
Empresa	Ramal	Dirección	Pasaje por sentido disminuido por transbordos a misma tarifa
Corredor Morelos	Línea 1	>	62,640
Corredor Morelos	Línea 1	<	69,194
Pasaje total al día			131,834

Tabla 49 Mercado potencial para ARGOS

Fuente Elaboración propia

Lo anterior se puede reportarse con detalle de Ascensos – Descensos por estación en Hora de Máxima Demanda para ambos sentidos como sigue:

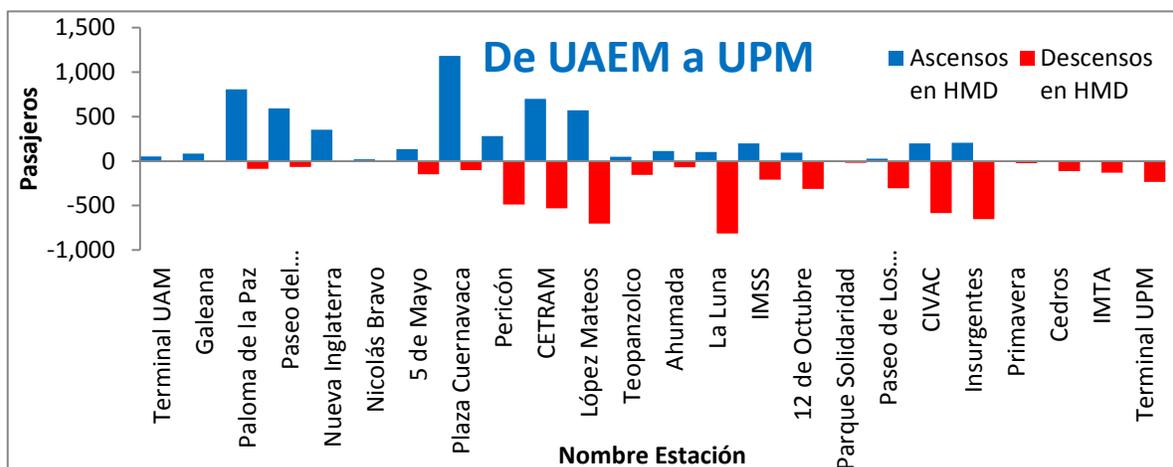


Figura 26 Ascensos Descensos en HMD sentido Nor –Poniente a Sur – Oriente

Fuente Elaboración propia

Nombre Estación	Ascensos en HMD	Descensos en HMD	Pasaje sube en HMD (Un vehículo)	Pasaje Baja en HMD (Un vehículo)
Terminal UPM	233	0	16	0
IMTA	127	0	8	0
Cedros	112	0	7	0
Primavera	23	0	2	0
Insurgentes	513	211	34	14
CIVAC	603	144	40	10
Paseo de Los Claveles	101	69	7	5
Parque Solidaridad	172	6	11	0
12 de Octubre	326	35	22	2
IMSS	453	202	30	13
La Luna	475	389	32	26
Ahumada	73	100	5	7
Teopanzolco	151	41	10	3
López Mateos	963	210	64	14
CETRAM	669	836	45	56
Pericón	430	750	29	50
Plaza Cuernavaca	104	1,032	7	69
5 de Mayo	161	141	11	9
Nicolás Bravo	3	21	0	1
Nueva Inglaterra	2	350	0	23
Paseo del Conquistador	64	593	4	40
Paloma de la Paz	83	497	6	33
Galeana	0	164	0	11
Terminal UAEM	0	50	0	3

Tabla 50 Ascensos Descensos en HMD sentido Nor –Poniente a Sur – Oriente

Fuente Elaboración propia

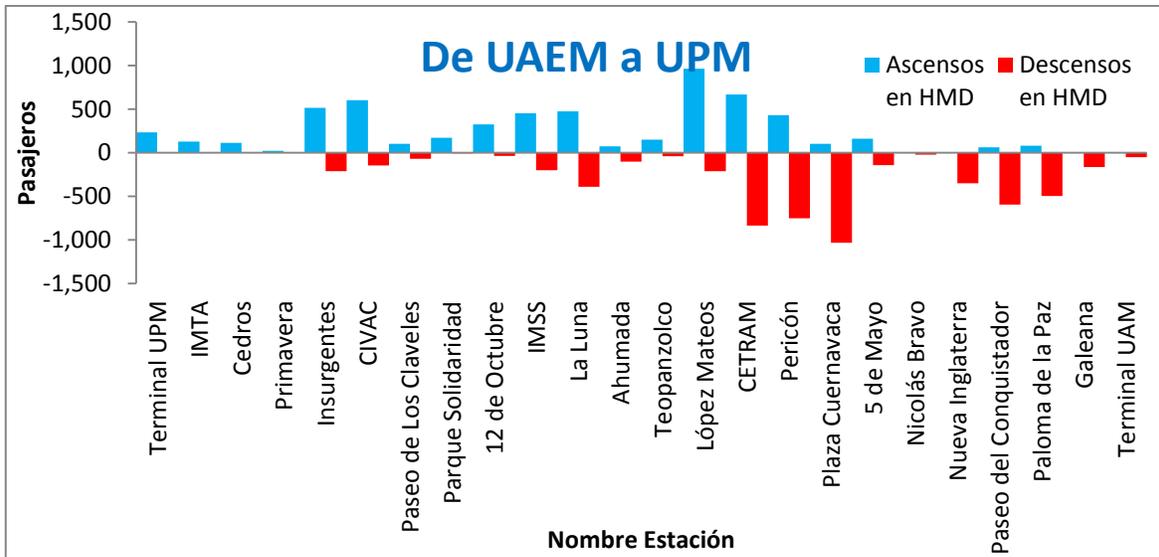


Figura 27 Ascensos Descensos en HMD sentido Sur – Oriente a Nor – Poniente

Fuente Elaboración propia

Nombre Estación	Ascensos en HMD	Descensos en HMD	Pasaje sube en HMD (Un vehículo)	Pasaje Baja en HMD (Un vehículo)
Terminal UAEM	51	0	3	0
Galeana	83	0	6	0
Paloma de la Paz	806	88	54	6
Paseo del Conquistador	592	67	39	4
Nueva Inglaterra	351	2	23	0
Nicolás Bravo	21	4	1	0
5 de Mayo	133	147	9	10
Plaza Cuernavaca	1,182	102	79	7
Pericón	280	488	19	33
CETRAM	700	530	47	35
López Mateos	571	702	38	47
Teopanzolco	48	157	3	10
Ahumada	113	69	8	5
La Luna	103	813	7	54
IMSS	198	209	13	14
12 de Octubre	95	314	6	21
Parque Solidaridad	1	20	0	1
Paseo de Los Claveles	28	305	2	20
CIVAC	197	586	13	39
Insurgentes	206	653	14	44
Primavera	0	23	0	2
Cedros	0	112	0	7
IMTA	0	130	0	9
Terminal UPM	0	235	0	16

Tabla 51 52 Ascensos Descensos en HMD sentido Sur – Oriente a Nor – Poniente

Fuente Elaboración propia

Lo anterior permite hacer un planteamiento preliminar ingresos considerado una tarifa plana (independiente de la distancia), no se han diseñado paquetes para diferentes perfiles de usuarios.

9.9. Situación tarifaria

Las tarifas regionales a la fecha de este documento eran las siguientes:

TARIFA según destinos	Monto
Tarifa Plana Cuernavaca	\$5.50 a \$7.50
De Cuernavaca	
A Tres Marías	\$13.00
A Temixco	\$8.00
A Tepoztlán	\$12.00
A Tepoztlán directo	\$20.00
A Xochitepec	\$9.50
A Xochitepec directo	\$12.00

Tabla 53 Tarifas actuales por zonas

Fuente Elaboración propia

Hasta esta etapa del ejercicio se ha considerado que estas tarifas no se integran con el nuevo sistema en el corredor, esto trae un incremento real en la tarifa a los usuarios que se verán obligados a un doble desembolso, sin embargo esto se deberá ajustar con los concesionarios en su momento. Es importante tomar en cuenta que el efecto de esta consideración impacta negativamente en forma importante a la evaluación del sistema, pero no hay elementos para plantear una integración tarifaria con la información actual.

A pesar de lo anterior el segmento de mercado que se ha considerado utilizará el nuevo sistema es principalmente local a las inmediaciones del corredor, por lo que la única tarifa que impacta la demanda es la tarifa planas y las tarifas regionales no serán de gran impacto.

Si se considera que la tarifa a aplicar por el ARGOS sea la misma tarifa plana actual \$ 7.50 por pasajero, sin importar la distancia, las cifras obtenidas serán las siguientes:

Ingresos diarios por tarifa= Demanda estimada diaria 134,302 pasajeros * \$ 7.5 = 1'007,265

9.10. Diseño de flota

Para el diseño de la flota se consideró inicialmente una flota fija, en ejercicios posteriores se podrá diseñar una flota distinta por sentido y por horario. Para fines de dimensionamiento general de inversiones esta aproximación se ha tomado como aceptable.

Resultados obtenidos del diseño operativo del sistema Morelos Línea 1

Diseño Operativo								
Frecuencia Veh/hr	Capacidad pasajeros	Tiempo vuelta Hrs.	No. Trenes operando	No. Trenes reserva	Tamaño de flota	No. Vueltas	Cap. Instalada pasajeros	Velocidad promedio Km/hra
15	200	1.687	25	3	28	11	134,302	21.72

Tabla 54 Diseño operativo de la flota de ARGOS

Fuente Elaboración propia

- a. En las tablas anteriores se observa que para una frecuencia de paso de 15 veh/hra el número máximo de pasajeros en la unidad vehicular es de 195 personas en el sentido UAEM - UPM, y se observa en la estación López Mateos.
- b. Así mismo en número de vehículos operando se obtiene mediante el producto de la frecuencia operativa por el tiempo de vuelta, el cual es de 1.68 hrs, en dicho contexto el número de vehículos operando es de 25 unidades más tres vehículos de reserva.
- c. El número de vueltas que se pueden dar diariamente es de 11 por tren, lo cual se obtiene dividiendo la amplitud horaria de 19 hrs entre el tiempo de vuelta de 1.68 hr.
- d. La velocidad comercial promedio de traslado es de 21.72 km/hra, se obtiene dividiendo la distancia del recorrido que es de 36.645km (Ida y vuelta) entre el tiempo de recorrido 1.68 hrs y considerando 24 estaciones.
- e. La capacidad instalada, indica el número de pasajeros que se pueden mover durante el día con la cantidad de vehículos operando.
- f. **Por otra parte, la gran cantidad de paradas (24) genera un transporte lento, por lo cual es recomendable analizar la posibilidad de instalar un servicio Express que solo pare en 4 estaciones (posiblemente Terminal UAEM, Plaza Cuernavaca, La Luna, Insurgentes y UPM) y tenga un carril de rebase en el resto de las estaciones. Esto se podrá programar según sentido y horario con un mayor detalle.**

9.11. Vehículo aplicable en el diseño de la frecuencia operativa

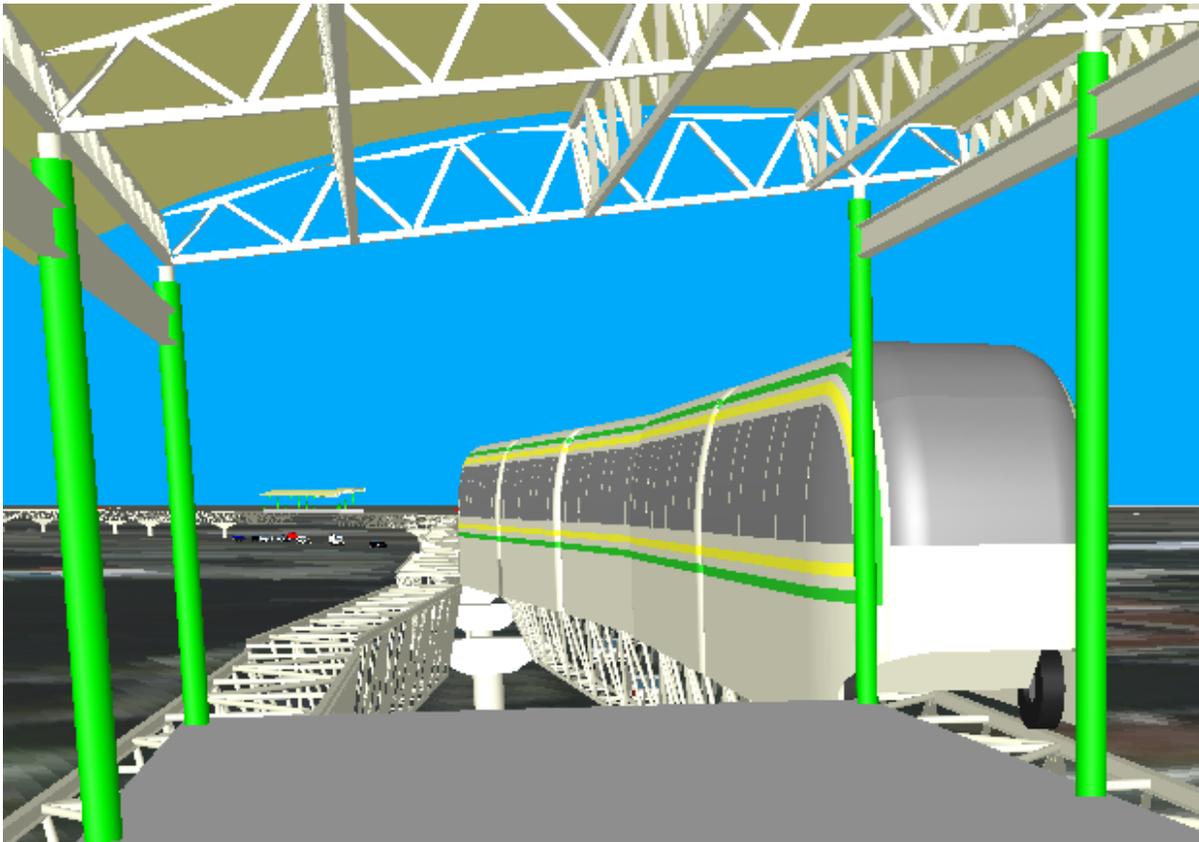


Ilustración 29 Tren Argos dejando la estación

Equipo rodante

Especificaciones generales del ARGOS		
Rango	Utilizada en los cálculos	
50 a 60	50	Capacidad pasajeros por vagón
4 a 8	4	Composición de convoy (tren)

Tabla 55 Dimensionamiento preliminar de los trenes ARGOS

Fuente Elaboración propia

La selección del equipo rodante es un Aero Tren ARGOS, la selección responde a beneficios como son equipo amigable con el ambiente, urbano, social, empresarial, baja inversión, entre otros.

Partiendo de las especificaciones generales del equipo rodante seleccionado se ocupa la composición de cuatro vagones con una capacidad de 50 pasajeros por vagón, la composición del convoy (tren de cuatro vagones) responde a la demanda base obtenida.

Capacidad máxima del Aero Tren (Argos)
26 sentados en cabina
28 sentados en vagón central
32 Parados cabina y vagón centrales
50 capacidad total (pas por vagón)

Modelo propuesto para Corredor Morelos Línea 1 en primera etapa	
Aero Tren	Vehículo
AT	Clave
4	Vagones
200	Capacidad (pas)
30	Velocidad comercial de marcha (km/hr)
1	Núm. de puertas por vagón
100%	Ocupación

Tabla 56 Características de los trenes propuestos

Fuente Elaboración propia

Otro beneficio que se tiene del equipo rodante seleccionado es al versatilidad de ampliación hasta un máximo de 8 vagones en convoy (tren) con lo cual se alcanza una oferta de 480 pasajeros, esto es llevando la capacidad a 8 vagones por tren con 60 pasajeros por vagón.

La composición de equipo rodante ocupado en el diseño de operativo del sistema Morelos Línea 1 se compone por un convoy de cuatro vagones, dos vagones de cabina y dos centrales de capacidad promedio de 50 pasajeros cada uno, sumando una capacidad de 200 pasajeros por convoy. La versatilidad del equipo rodante nos da al futuro la posibilidad de aumentar la capacidad por tren.

Especificaciones generales del vehículo

Especificaciones generales de Aero Tren (ARGOS)		
Vehículo:	AT	Aero Tren
Flota:	28	vehículos
Combustible:	electricidad	kw
Potencia:	80	HP/tren
Vehículos operando:	25	vehículos
Consumo por día:	9	Kw-hr

Tabla 57 Especificaciones del vehículo

Fuente Elaboración propia

Para hacer el análisis propuesta de solución se adoptó la unidad Aero Tren (Argos) bajo las siguientes condiciones de trabajo:

Capacidad máxima =	200	Pasajeros
Velocidad de marcha =	30	Km/hr
Consumo diario =	0.36	Kw-hr/tren
Número de puertas =	1	
Nivel de ocupación =	100%	Sobre el máximo posible

Tabla 58 Condiciones de trabajo

Fuente Elaboración propia

Se hicieron consideraciones de apego a un servicio típico (normal). Para ello se manejaron los siguientes tres factores de correlación (el valor 1.0 es le normal):

Factores de ajuste		
Factor del costo mecánico:	1.0	unidad grande
Factor de corrección del mantenimiento:	1.1	uso medio
Factor de corrección por condiciones topográficas locales	1.2	terreno lomerío

Tabla 59 Factores de ajuste a los costos

Fuente Elaboración propia

Los tres afectan los costos unitarios con los que se hacen las evaluaciones respectivas, incluyendo la cuantificación de la tarifa operativa.

Resumen operativo del servicio Cuernavaca Línea 1

Variable	Valor
Demanda/Día (VISUM)	134,302
Factor HMD	8.64%
Demanda (HMD)	11,600
Tipo de vehículo	Aero Tren
Tipo Vehículo	Tren 4 vagones
Capacidad Sentados y Parados	200
Frecuencia Propuesta	15
Tiempo de Vuelta (hrs)	1.69
No Vehículos Operando	25
Vehículos de Reserva	3
Demanda/Vehículo (HMD)	773
Demanda día/Vehículo (Pas)	5,307
Capacidad (Pasajeros) Instalada	134,302
Demanda Remanente	0
No. De Vueltas /Veh.	11
% Demanda Remanente	0%

Tabla 60 Resumen Operativo de la flota propuesta

Fuente Elaboración propia

De los resultados obtenidos se concluye que la frecuencia operativa adecuada es de 15 veh/hr, el tiempo de viaje es de 1.69 hrs, lo cual implica un número de 25 vehículos operando con capacidad unitaria por convoy de 200 pasajeros, más 3 convoy de reserva.

No existen demandas remanentes al respecto.

10. EVALUACIÓN

Se presentan en seguida dos evaluaciones, la primera desde el contexto social y la segunda desde el punto de vista financiero.

El resumen de las condiciones de partida y las cifras estimadas, en pesos de 2013, para cada uno de los rubros de interés para la Evaluación del proyecto se muestra en seguida, describiendo primero los elementos de inversión en infraestructura y material rodante y posteriormente los costos y gastos operativos.

- Para tramos a nivel

Consta de dos secciones en “T” una para cada uno de los carriles con atiesadores entre ellas, para darle rigidez. En el proyecto existen tramos a nivel con una longitud de 8,800 metros y dos pasos inferiores vehiculares con una longitud cada uno de 46 metros,

- Para tramos elevados

Son secciones de estructura metálica tubular apoyados en columnas prefabricadas a cada 25 m (aproximadamente); en el proyecto se tienen tramos elevados en una longitud de 13,300 metros que incluyen 10 puentes en sección tubular con una longitud de 210 metros y una altura al centro de 8 metros cada uno.

- Estaciones

Se consideraron tres tipos de estaciones, de los cuales dos son para estaciones a nivel y una para estación elevada, distribuidas de la siguiente manera para estación tipo “A” a nivel; son 6 estaciones con acceso a nivel con entrada desde el inferior de los puentes y las tipo “B” son 2 a nivel con un acceso elevado y por ultimo 13 estaciones elevadas (estas dos últimas cuentan puentes peatonales, tienen elevadores o rampas de acceso y/o escaleras). Todas las estaciones cuentan con una longitud de 50 metros por 5 de ancho.

- Terminales, CETRAM y talleres

Se consideran dos Terminales con una longitud de 50 metros por 6 de ancho con accesos de rampas y puente peatonal. Por último se contempla un CETRAM con un área de construcción de 2,200 m² más patios y talleres. Se contemplan para terminales un área de 2,700 m² de patios y tres patio-taller de 3,700 m². En las tres estructuras se suman el área de terminal de rutas alimentadoras, área de estacionamiento público, estacionamiento de bicicletas, área de taxi. Se plantea además área de talleres.

- Sistemas de energía, comunicación y control, así como servicios complementarios.

Se describen brevemente algunas características de dichos sistemas.

- Material rodante

Se incluye la valuación aproximada de 25 trenes de 4 vagones cada uno

Por último se consignan los costos y gastos de operación.

Las cifras presentadas a continuación se basan en un análisis paramétrico aproximado, realizado con fines de este documento. Los detalles del proyecto y la evaluación de detalle correspondiente se deberán detallar en el proyecto ejecutivo del sistema Aerotren Argos para línea 1 Morelos.

10.1. Costos

10.1.1. Costos de Inversión

10.1.1.1. ESTUDIOS Y PROYECTOS

Estudios previos	\$ 2'541,558.41
Anteproyecto	\$ 3'650,102.37
Proyecto Ejecutivo	\$ 25'566,749.22
Total	\$ 31' 758,411.00

OBRA CIVIL Y ELECTROMECAÁNICA, COMPONENTES PRINCIPALES

10.1.1.2. Infraestructura Elevada (13,300.00 m)	
TOTAL ESTRUCTURA ELEVADA	\$ 370'863,241.94 pesos
10.1.1.3. Infraestructura a Nivel (8,800.00 m)	
TOTAL ESTRUCTURA A NIVEL	\$ 110'335,353.94 pesos
10.1.1.4. Infraestructura subterránea (2 pasos inferiores de 46 m c/u)	
	\$ 4'167,334.91 pesos

Concepto	Cantidad	Monto (pesos)
Vía a Nivel	3,740	\$ 110,335,353.94
Vía elevada	13,300	\$ 370,863,241.94
Paso Inferior Vehicular	46	\$ 4,167,334.91
TOTAL CARRILES DE CIRCULACIÓN		\$ 483'365,930.79

Tabla 61 Costo Carril de circulación

Fuente Elaboración propia

10.1.1.5. Estaciones a nivel tipo A

6 UNIDADES, CADA UNA INCLUYE ESTRUCTURA, PLATAFORMAS Y ACCESOS A NIVEL MONTO 1'287.00

TOTAL \$ 7'722,000.00 PESOS

10.1.1.6. Estaciones a nivel tipo B

2 UNIDADES, CADA UNA INCLUYE ESTRUCTURA, PLATAFORMAS Y ACCESOS POR MEDIO DE RAMPA Y ELEVADORES MONTO 4'070.00

TOTAL \$ 8'140,000.00 PESOS

10.1.1.7. Estaciones elevadas

13 UNIDADES, CADA UNA INCLUYE ESTRUCTURA, PLATAFORMAS Y ACCESOS POR MEDIO DE ESCALERAS Y ELEVADOR MONTO 3'495.00

TOTAL \$ 45'435,000.00 PESOS

10.1.1.8. Terminales

2 UNIDADES, CADA UNA INCLUYE ESTRUCTURA, PLATAFORMAS Y RAMPAS DE ACCESO MONTO \$11' 844,625.935

TOTAL \$ 23'689,251.87 PESOS

1 CENTRO DE TRANSFERENCIA MODAL 19'230,70.23

TOTAL \$ 19'230,769.23 PESOS

Concepto	Cantidad	Monto (pesos)
Estación a Nivel A	6	\$ 7'722,0000
Estación a Nivel B	2	\$ 8'140,000.00
Estación Elevada	13	\$ 45'435,000.00
Terminales	2	\$ 23'689,251.87
CETRAM	1	\$ 19'230,769.23

Tabla 62 Costo Estaciones y terminales

Fuente Elaboración propia

10.1.1.9. Talleres

Equipamiento taller \$ 14,029,341.36

Estructura taller \$ 30'662,081.40

Subtotal Estudios y Obra civil \$ 666'032,784.66

10.1.1.10. Sistema de energía

Anteproyecto: \$ 1'000,000.00

Proyecto Ejecutivo \$ 3'000,000.00

Estudios, documentación y capacitación \$ 2'000,000.00

SE CONSIDERAN 13 ESTACIONES ENERGIZADAS CON SUBESTACIONES Y SISTEMAS ELECTRICOS

MONTO 1'000,000.00 X 13 UNIDADES \$ 13,000,000.00

Instalación Sistema Electromecánico \$ 1'000,000.00

Pruebas y mantenimiento \$ 1'000,000.00

Sistemas de señalización y control centralizado \$ 10'000,000.00

Subtotal sistemas Electromecánicos \$ 31'000,000.00

10.1.1.11. Derecho de vía y adquisición de terrenos en su caso

En este caso se asume que los derechos de vía no tienen costo ya que existen como tales y son propiedad de la nación

Los terrenos por adquirir se refieren a los patios en ambos extremos de la línea, estos terrenos quedan dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y de la Universidad Politécnica de Morelos.

En función de las gestiones que desarrollara el Gobierno se fijaría un precio a dichos terrenos que podría variar desde 0 hasta una cantidad acordada internamente en el Gobierno. Para fines de esta evaluación asumiremos un costo arbitrario de \$ 1,000.00 /m²

La extensión conveniente para los patios es de:

En la UAEM una Terminal de encierro: 5,000 m²

En la UPM los Patios y talleres: 7,500 m²

Los costos estimados serán: **\$24'444,841.02 pesos**

10.1.1.12. Obras inducidas, Mejoras y reubicación de instalaciones subterráneas y aéreas no se consideran en esta etapa de proyecto.

Otros costos

Obras de adecuación

Vialidades: adecuaciones No hay	\$	-
---------------------------------	----	---

Obras complementarias

Obras complementarias. No hay	\$	7,156,419.76
-------------------------------	----	--------------

Servicios Técnicos y Consultoría

Proyecto vialidad coincidente: No se consideran	\$	-
---	----	---

Estudio en punta de pasajeros: Ya realizados	\$	-
--	----	---

Supervisión, coordinación: Proyecto llave en mano	\$	-
---	----	---

Técnica de proyecto apoyo técnico	\$	2,036,147.88
-----------------------------------	----	--------------

Consultoría técnica especializada	\$	2,752,273.38
-----------------------------------	----	--------------

Indemnización a comercios e inmuebles	\$	12,500,000.00
--	----	---------------

Total otros costos	\$	24,444,841.02
---------------------------	----	---------------

Puede haber costos por reubicación de instalaciones aéreas, aun no cuantificado.

Resto de obras inducidas se han considerado en los totales de estructura nivel y elevados

10.1.1.13. Derechos de vía subterráneos y aéreos

NO SE CONSIDERA NINGÚN COSTO

ADQUISICIÓN DE MATERIAL RODANTE

Para cada tren de 4 vagones formado de dos carros tractores y dos remolques se tiene un precio promedio estimado de 350,000 Dlls por vagón.

Se ha calculado una flota de 25 trenes de 4 vagones c/u + 3 de reserva = 28 trenes con 112 Carros en total.

Inversión Total = \$ 52'961,538.46 Dlls

TOTAL \$ 688'500,000.00 pesos

OTROS COSTOS NO ATRIBUIBLES AL PROYECTO

10.1.1.14. Estacionamientos y andenes vehiculares

LOS ESTACIONAMIENTOS SE CONSIDERAN COMO NEGOCIOS EN SI MISMOS, FUERA DE ESTA EVALUACIÓN

10.1.1.15. Estaciones dentro de edificios existentes

NO EXISTEN

10.1.1.16. Estudios detallados de factibilidad (en función de los requerimientos de las dependencias)

10.1.1.17. Estudios legales, (en función de los requerimientos de las dependencias)

10.1.1.18. Supervisión y Auditoría (en función de los requerimientos de las dependencias), No se consideran por registrarlo como llave en mano

10.1.1.19. Demoras, obstrucciones e imprevistos (en función de los requerimientos de las dependencias)

Resumen de inversión

<u>Inversión</u>	
Total obra civil	\$ 666,032,784.66
Total de sistemas electromecánicos	\$ 35,000,000.00
Aerotren marca ARGOS	\$ 688,500,000.00
Total otros costos	\$ 24,444,841.02
Inversión	\$ 1,413,977,625.67

Tabla 63 Inversión total en sistema ARGOS

Fuente Elaboración propia

10.1.2. Costos de Operación

Los costos de operación vehicular son los valores a erogar para que se pueda llevar a cabo la operación eficiente del sistema aerotren Argos.

Los costos de operación se componen por costos fijos y variables:

10.1.2.1. Costos de operación fijos asociados al vehículo ARGOS

- En cuanto a los costos fijos, se estiman los rubros de personal, materiales, maquinaria y servicios del vehículo ARGOS, independientemente del uso del sistema, en un total de \$ 16.74 millones, detallados más abajo.

Costos fijos

Costos de operación fijos anuales		
Personal	\$	8,750,516.40
Materiales	\$	1,581,784.49
Maquinaria	\$	5,487,957.11
Servicios	\$	920,164.60
Costos Fijos	\$	16,740,422.59

Tabla 64 Costos fijos operación.

Fuente Elaboración propia

10.1.2.2. Costos de operación variables asociados al vehículo ARGOS

- Los costos variables están constituidos por el mantenimiento de los aerotrenes durante los años de operación (2014-2038)

En costos variables, se estima el consumo de equipo rodante, y de edificios, estaciones e instalaciones, relacionados con la intensidad de uso del sistema, con un total de \$18.76 millones también detallados más adelante.

En este rubro sólo se tienen los costos de energía eléctrica, que dependen de la demanda anual de usuarios. Los costos variables de energía se estimaron bajo un análisis paramétrico.

Rendimiento

Tiempo inter estación	0.305383333	hrs
Consumo de energía motriz (carro-motor + remolque)	24.43066667	Kwh
Consumo de energía motriz (convoy)	48.86133333	Kwh
Longitud de recorrido	36.646	km
Rendimiento	1.333333333	kwh/km

Tabla 65 Costos variables operación.

Fuente Elaboración propia

Se estiman los rendimientos considerando tiempo de carga de vehículo en estación.

La operación del sistema se basa en la alimentación de los trenes durante el tiempo de ascensos y descensos en la estación, a un sistema de acumulación de energía en el propio tren, que a su vez alimenta a los motores durante el trayecto.

Por requerimientos de consumo de energía de las unidades se abastece en 13 estaciones energizadas del total de estaciones en el trayecto.

Consumo de energía estación	
Tiempo en estación	
operación completa (ascensos+ descensos, aceleración + desaceleración)	1 mm (promedio)
Tiempo total en estaciones	12 mm
para ambos sentidos	24mm

Tiempo en estaciones	0.4hr
<u>Número de vehículos consumiendo energía al día</u>	
Amplitud horaria	19 hrs
Tiempo de vuelta	1.69 hr
Frecuencia	15 veh
Veh. Circulando	25 hr/veh
Número de vehículos consumiendo energía al día	482 Veh/día
<u>Consumo de energía por operación al día</u>	
Uso de vehículos	193 veh/hr/día
Consumo de energía por carro-tractivo + remolque	15,413 kw/hr/día
Consumo de convoy diario	30,826 kw/hr/día
Consumo de convoy anual	5,625,672 kw/hr/año
<u>Costo de energía</u>	
Tarifa	2.90 \$/kw/hr

Tabla 66 Consumo de energía estación.

Fuente Elaboración propia

Una vez obtenidos los costos unitarios, los costos variables para el concepto de consumo de energía eléctrica se consideraron de acuerdo a los tiempos de operación (ascensos – descensos y aceleración – desaceleración, demanda, otros) para cada año de operación. La tabla a continuación muestra los costos de la energía eléctrica por año de operación a partir del 2013.

Costos variable

Consumo equipo rodante	\$	16,314,448.80
Consumo edificios, estaciones e instalaciones	\$	2,447,167.32
Costos de la energía eléctrica	\$	18,761,616.12

Tabla 67 Costo energía eléctrica.

Fuente Elaboración propia

10.1.2.3. Costos fijos asociados a la Infraestructura

En los costos fijos asociados a la Infraestructura, los rubros que lo conforman son los costos fijos asociados a cada recurso, integrados por el personal, los materiales, la maquinaria, y los servicios; se presenta el total de mantenimiento de vías y equipo, el de edificios, estaciones e instalaciones, y la suma de ambos, da un total de \$14.59 millones.

Costos fijos

Costos totales por tipo de mantenimiento fijo	Total	Mtto. Vías y equipo	Edificios, estaciones e instalaciones
Personal	\$ 7,339,051.86	\$ 5,668,704.79	\$ 1,670,347.07
Materiales	\$ 519,549.51	\$ 351,496.71	\$ 168,052.81
Maquinaria	\$ 1,987,126.80	\$ 1,948,520.27	\$ 38,606.59
Servicios	\$ 4,752,213.95	\$ 4,691,746.19	\$ 60,467.76
Total Costos fijos Mantenimiento	\$ 14,597,942.12	\$12,660,467.96	\$ 1,937,474.22

Tabla 68 Costos fijos mantenimiento.

Fuente Elaboración propia

10.1.2.4. Costos variables de Infraestructura

En los costos variables de este rubro, se contempla el mantenimiento de los Aerotrenes, dividido en tres tipos de mantenimiento (sistemático, cíclico y mayor) y una rehabilitación (mayor). Mismos que contemplan un programa de mantenimiento de la siguiente manera:

Anualmente se considera un mantenimiento sistemático, también considerados en los años que ser requiera un mantenimiento cíclico o mayor. Siendo estos la suma de los respectivos para dicho año. En el mantenimiento sistemático, se encuentra el costo de la mano de obra y el costo de material y refacciones, lo que genera un total anual de \$ 7.64 millones.

Cada 3 años se considera un mantenimiento cíclico, después de realizar dicho se debe realizar el mantenimiento sistemático. En cuanto al mantenimiento cíclico, fue calculado para un lapso de tres años, teniendo un total de \$ 7.64 millones como gasto.

Cada 5 años se considera un mantenimiento mayor, esto incluye el costo de mantenimiento mayor más el mantenimiento sistemático más el mantenimiento cíclico. En el mantenimiento mayor, este se proyectó a un lapso de cinco años, en los cuales se gastará un total de \$ 27.87 millones.

A los 25 años se considera una rehabilitación mayor, dicha se realiza al fin de la vida útil del material rodante. En el rubro de rehabilitación mayor, se tiene proyectado a un lapso de tiempo de 25 años, en el cual el gasto total será de \$ 179.56 millones.

Costos variables

Costos de mantenimiento de Aero- trenes	
Mantenimiento Sistemático	
costo mano de obra	\$ 1,679,573.69
costo material y refacciones	\$ 5,962,452.66
Total anual	\$ 7,642,026.35
Mantenimiento mayor	
costo mano de obra	\$ 4,177,254.79
costo material y refacciones	\$ 23,693,287.78
Total cada 5 años	\$ 27,870,542.57
Mantenimiento cíclico	
costo mano de obra	\$ 1,679,573.69
costo material y refacciones	\$ 5,962,452.66
Total cada 3 años	\$ 7,642,026.35
Rehabilitación mayor	
costo mano de obra	\$ 26,913,436.78
costo material y refacciones	\$ 152,652,360.39
Total en el año 25	\$ 179,565,797.17

Tabla 69 Costos variables mantenimiento.

Fuente Elaboración propia

10.1.3. Difusión

La difusión consiste en comunicar a la sociedad, tanto local como global la imagen del Sistema Aerotren (marca ARGOS), las características del servicio a otorgarse y mantener el interés por su uso. El costo asociado se ha incluido en la comercialización pero podría establecerse un rubro para difusión no recuperable por parte del Estado u organizaciones interesadas sin fines de lucro.

10.2. Evaluación Económica

Actualmente los pasajeros de la Zona Metropolitana de Cuernavaca se movilizan mediante un deficiente sistema de transporte público, compuesto con una flota heterogénea de vehículos, ofertando un nivel medio a bajo de confort a los usuarios, que circulan a baja velocidad, generando serios conflictos de congestión vial, altos costos de operación vehicular, demora de los usuarios, índices elevados de inseguridad y de emisión de contaminantes.

Para la situación actual se considera la situación optimizada (vehículo equivalente). Aunque se ha considerado la implementación de rutas de transporte público que tendría un recorrido directo (express), operado por autobuses de mayor capacidad y menores costos de operación, esto hasta a fecha ha sido impráctico debido a la falta de capacidad vial en relación a la demanda vial.

Los beneficios económicos se definen como los ahorros generados por la disminución de los costos por operación vehicular, es decir, reducción en el uso de consumibles, en el tiempo de los usuarios, índice de inseguridad y emisión de contaminantes, comparando entre una situación con proyecto y una sin proyecto.

La situación con y sin proyecto se subdivide en dos:

- a) Situación con y sin proyecto de construcción de la línea 1 Morelos (obras)
- b) Situación con y sin proyecto de operación de la línea 1 Morelos (operación)

Con lo cual se cuantifican los beneficios del proyecto, ya que se estiman por los ahorros generados por la diferencia entre situación sin proyecto (eventualmente optimizada) y situación con proyecto; con esto se logran cuantificar la rentabilidad pre-operatoria y post-operatoria.

La metodología aplicada cuantifica las externalidades generadas por el proyecto con son:

- Costos de operación vehicular (COV) entre situación sin proyecto (autobuses) y con proyecto (Aerotren Argos).
- Ahorro en tiempo de traslado de los usuarios, en situación con y sin proyecto.
- Reducción de contaminantes con y sin proyecto.
- Disminución de accidentes (no se cuenta con información suficiente para aplicar este criterio)

Esta metodología toma en consideración los elementos de demanda, gastos (sección 9.1. de este informe) y costos de operación (sección 9.2.)

10.2.1. Situación con y sin proyecto de construcción de la línea 1 Morelos

En la etapa de construcción de la línea 1 Morelos se tienen programados un mínimo de desvíos parciales temporales de vialidades, motivados por:

- El sembrado de cimentaciones y columnas prefabricadas en áreas aproximadas de 1m² a cada 25 m.
- El montaje de los elementos de vía elevados entre las columnas que a pesar de ser muy ágiles requieren una grúa para dicho montaje durante 3 o cuatro horas.
- Los ajustes en la instalación de vía por brigadas especializadas con canastillas móviles.

La duración de los trabajos de construcción y montaje de la infraestructura se estima puede avanzar del orden de 250 m al día, por lo que la afectación a los usuarios no debe sobrepasar de cuatro días, uno para la preparación de la instalación de las columnas, otro para la colocación de las mismas, el tercero para el montaje de la estructura y el cuarto para los ajustes de la misma.

A pesar del impacto mínimo que esta construcción genera (comparado con métodos tradicionales) las medidas de mitigación de redistribución vial, pueden generar externalidades negativas tanto a los habitantes de la zona de influencia como a los que por diversos motivos la transitan.

Para aminorar los inconvenientes que esto pueda causar a la población, se debe realizar un trabajo conjunto entre las Secretarías de Obras, Tránsito y Seguridad Pública, así como contar con el apoyo de las rutas para realizar modificaciones a sus trayectos.

10.2.2. Situación con y sin proyecto de operación de la línea 1 Morelos (operación)

Considera la sustitución de los servicios de rutas que participan como alimentadoras ofrecido actualmente por las unidades de transporte público, autobuses, bus corto, microbús, urvan, por el sistema aerotren, cuya operación comenzaría después de un año del otorgamiento de la concesión del servicio.

Se considera la reestructuración de rutas en sus diferentes recorridos existentes, puesto que no existiría convivencia de otros servicios de transporte público sobre el corredor línea 1 Morelos.

Bajo la situación actual, la demanda de viajes de transporte público que se captaría sería mediante un sistema de transporte público, el cual es operado en forma desordenada y por medio de una flota vehicular heterogénea.

Para esta situación se incurre en un costo anual de operación y mantenimiento de dicho sistema de autobuses para atender a la demanda de diseño mencionada anteriormente. Se consideró como situación optimizada, un sistema operado de manera coordinada, operando con una flota vehicular equivalente (vehículos con óptimas especificaciones), lo cual es optimista.

En la situación con proyecto se dejará de operar el sistema de transporte público como lo hace actualmente, y las rutas sobre el corredor serán sujetas a modificaciones en su recorrido, con la finalidad de no tocar el corredor o circular paralelamente, a partir de que inicie la operación del Aerotren. Por tal razón, la diferencia entre los costos de operación de la situación sin proyecto óptima y la situación con proyecto resulta en ahorros en los costos de operación.

A continuación se detalla la forma de cuantificación de los costos con y sin proyecto.

10.2.2.1. Costo de operación vehicular (COV)

Sin proyecto

Concepto	Rendimiento promedio (KM)	Costos promedio por unidad	Costo Total
Diésel	4	\$ 9.50	\$ 2.16
Lubricantes	9	\$ 15.00	\$ 1.60
Fluidos varios	9	\$ 13.00	\$ 1.38
	Total		\$ 5.14

Tabla 70 Costo por Km. Combustibles y lubricantes en operación actual

Fuente Elaboración propia

Concepto	Monto mensual	No. Recursos	Costo km
Mantenimiento Preventivo	\$4,850.00	\$ 1.00	\$ 0.12540

Tabla 71 Costo por Km. Mantenimiento preventivo en situación actual

Fuente Elaboración propia

Concepto	Vida Útil (km)	Costo de Llantas	Costo de llantas/Km
Llantas	100,000.00	\$ 60,000.00	\$ 0.60000

Tabla 72 Costo por K. Llantas en operación actual

Fuente Elaboración propia

Concepto	Monto mensual	No. Recursos	Total	Costo/Km
Conductores	7,000	1	7000	0.180989058

Tabla 73 Costo por Km. De conductores en operación actual

Fuente Elaboración propia

Total de costos directos de operación \$/km	\$ 6.04
Costos Indirectos	\$ 0.42
Subtotal	\$ 6.47
Utilidad	\$ 0.65
Total de costos de operación	\$ 7.11

Tabla 74 Costo total por km. de operación en situación actual

Fuente Elaboración propia

10.2.2.2. Costo de operación del Aerotren con proyecto(COV)

Concepto	Rendimiento promedio (KM)	Costo de energía (\$/kwh)	Costos promedio por unidad	Costo Total
Energía eléctrica motor	1.3	\$ 2.90		\$ 3.87
Energía eléctrica accesorios	0.33	\$ 2.90		\$ 0.97
Fluidos varios	9		\$ 13.00	\$ 1.44
			Total	\$ 6.28

Tabla 75 Costo de Operación Aerotren con proyecto

Fuente Elaboración propia

Concepto	Monto mensual	No. Recursos	Costo km
Mantenimiento Preventivo	\$122,946.43	\$ 1.00	\$ 2.02475

Tabla 76 Mantenimiento preventivo Aerotren

Fuente Elaboración propia

Concepto	Vida Útil (km)	Costo de Llantas	Costo de llantas/Km
Llantas	80,000.00	\$ 960,000.00	\$ 12.00

Tabla 77 Llantas

Fuente Elaboración propia

Concepto	Monto mensual	No. Recursos	Total	Costo/Km
Conductores	10,000	1	10,000	0.164685682

Tabla 78 Conductores

Fuente Elaboración propia

Total de costos directos de operación	\$ 20.47
Costos Indirectos	\$ 2.05
Subtotal	\$ 22.52
Utilidad	\$ 2.70
Total de costos de operación	\$ 25.22

Tabla 79 costos de operación

Fuente Elaboración propia

10.2.2.3. Tiempo de los usuarios tarifas y demanda y emisiones contaminantes

Tiempos de usuarios consumido sin y con proyecto corredor línea 1 Morelos.

En la situación sin proyecto optimizada, se considera que, actualmente se tiene una velocidad de operación promedio de 15 km/hora en hora de máxima demanda, mientras que en el sistema Aerotren la velocidad sería de 22 km/hora.

Por lo anterior, considerando que ambos modos de transporte recorrieran una distancia semejante de 18.32 km por sentido, pero a diferentes velocidades se obtiene un ahorro en tiempo inducidos de 0.65 de hora en período de máxima demanda, para el caso del recorrido total.

Sin proyecto

Tiempo de vuelta en hrs	Amplitud Horaria	No. de vueltas por día	Log. Vuelta (km)	Vehículos en operación	Total de Km recorridos
2.33	15	6.5	18.32	304	35,752.7

Tabla 80 Tiempo de usuario consumido sin proyecto.

Fuente Elaboración propia

Con proyecto

Tiempo de vuelta en hrs	Amplitud Horaria	No. de vueltas por día	Log. Vuelta (km)	Vehículos en operación	Total de Km recorridos
1.68	19	11	18.32	25	4,612.3

Tabla 81 Tiempo de usuario consumido con proyecto.

Fuente Elaboración propia

Valor de tiempo de los usuarios del transporte público

Morelos se encuentra en la clasificación del área geográfica tipo “B” establecida por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

Sueldo mínimo integrado por hora 61.38 \$/día (2013 año), teniendo por resultado del salario mínimo integrado (SMI) en el área aplicada, de \$2.26.

Resulta un **Valor del tiempo de los Usuarios de 17.33 \$/hora.**

Ahorro de tiempo de flota equivalente (SP) vs. Aerotren (CP)

	Tiempo ahorrado en minutos	Valor del tiempo ahorrado	Observaciones
Ahorro de tiempo de equivalentes vs Aerotren (min)	27.1	7.84	Se consideró 27min con 1/2.21 de hora

Tabla 82 Ahorro de tiempo equivalente.

Fuente Elaboración propia

Para obtener los ahorros en el tiempo de los usuarios del proyecto se obtiene multiplicando el ahorro unitario del tiempo de traslado por las proyecciones de demanda.

Tarifas, estaciones de venta de pases y Manejo de recaudo

Se considera una tarifa de \$5.00 pesos, con la finalidad de igualar los viajes completos de los usuarios en términos tarifarios. Esto es considerar el costo de la alimentación, tendiendo hacia una tarifa integrada.

Tarifa	\$ 5.00
Cobro de pasaje	\$ 240,597,050.00

Tabla 83 Tarifa y peaje

Fuente Elaboración propia

Demanda sobre el corredor línea 1 Morelos

Sin proyecto

La demanda en situación sin proyecto sobre el corredor línea 1 Morelos son 115,851 pasajeros.

Con proyecto

La demanda en situación con proyecto sobre el corredor línea 1 Morelos es de 131,834 pasajeros

10.2.3. Beneficios

Para obtener la estimación de los ahorros socioeconómicos asociados del proyecto de la línea 1 Morelos, a los costos de la situación sin proyecto se le restan los costos de la situación con proyecto; los costos marginales resultantes son los Ahorros Socioeconómicos que genera el proyecto corredor línea 1 Morelos.

10.2.3.1. Valor económico de los ahorros totales del sistema línea 1 Morelos. (Ahorros Totales)

El impacto económico más relevante en la situación actual (sin proyecto) es el generado por el tiempo promedio de los viajes, producto de la deficiente operación de sistema de transporte público vigente. El sobregasto en tiempos de traslados, es decir, el tiempo invertido en el viaje por un mayor congestionamiento de las vialidades, mayor tiempo de espera debido a una frecuencia de paso irregular, entre otros, representan un menor tiempo disponible para invertir en trabajo o actividades alternativas.

Este menor tiempo disponible tiene un costo de oportunidad asociado a la valoración del tiempo de cada viaje en función de las características demográficas y capacidades productivas de cada usuario.

10.2.3.2. Tiempo de usuarios

Los beneficios más relevantes durante la etapa de operación (ya dando el servicio) del sistema aerotren Línea 1 Morelos es la disminución en los tiempos promedios de los viajes. El ahorro de tiempos de traslado, es decir, el tiempo ganado a los viajes o traslados por la implementación del sistema Línea 1 Morelos se muestran en la siguiente gráfica.

Ahorros Flota / tiempo con sistema aerotren – 2014 año.

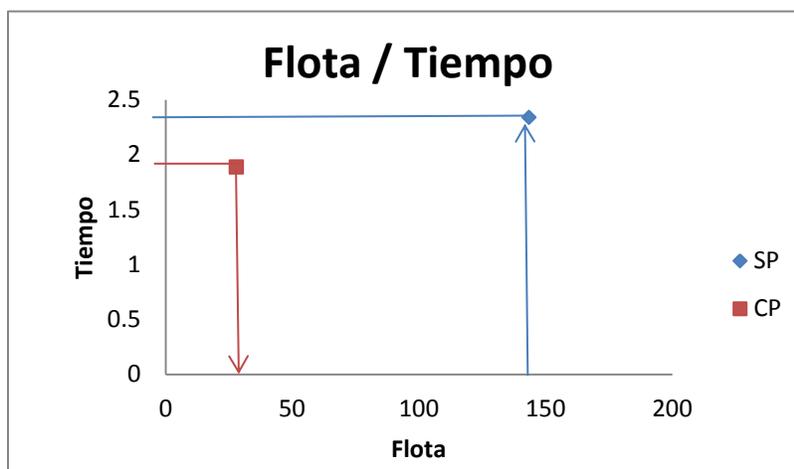


Ilustración 30 Flota/tiempo SP y CP.

Fuente Elaboración propia

con el sistema Aerotren se tiene un ahorro de tiempo de viaje de 27 min respecto al sistema actual, en la gráfica se muestra claramente dicho beneficio, además de uno adicional por **congestión** debido al desahogo de las vialidades; dicho beneficio por descongestión es la liberación de las vialidades del transporte público, generando grandes ahorros a los usuarios del transporte privado en costos de operación y tiempos de viaje así como a la sociedad en ahorros ambientales, en imagen urbana, en seguridad, entre otros.

10.2.3.3. Costo operativo vehicular

En cuanto a los beneficios del valor del tiempo de cada usuario del sistema línea 1 Morelos (con proyecto) vs sistema actual (sin proyecto) es de \$ 7.84 pesos de ahorro correspondiente el ahorro de tiempo de 27min.

10.2.3.4. Ahorro km.-viajes

Una segunda externalidad, se basa en la sobre oferta en la situación actual (sin proyecto), que impide a los usuarios un sistema de transporte optimo, incurriendo en recorridos de mayor tiempo, con mala seguridad y a los operadores un mayor gasto en equipo rodante, por lo que representa un aumento de los costos de operación y mantenimiento, como se muestra en la gráfica, mismo que se deben atribuir a la mala operación de la oferta.

En la siguiente gráfica se muestran los km/viaje en ambas situaciones, con proyecto y sin proyecto; como se aprecia en la imagen, en la situación sin proyecto se recorren más kilómetros, pero se transportan menos pasajeros, caso contrario a la situación con proyecto, donde se recorren menos kilómetros, pero se movilizan más usuarios.

Ahorro km/viaje con sistema Aerotren – 2014 año.

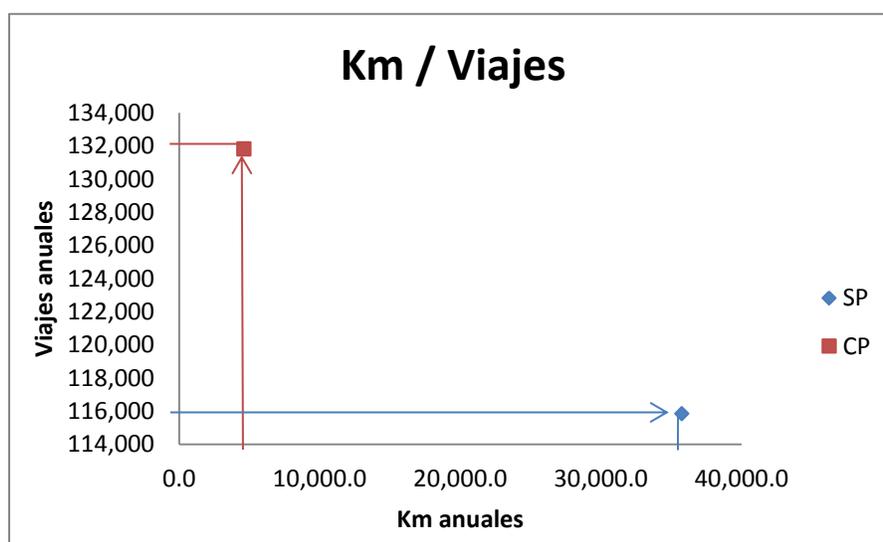


Ilustración 31 Km/Viajes SP y CP.

Fuente Elaboración propia

En la gráfica se aprecia que, en situación sin proyecto, se tiene una cantidad de kilómetros recorridos estimados en 35,752 km día, contra una demanda de 115,851 pasajeros (viajes) al día, esto debido a la sobre oferta, como consecuencia de una falta de planeación y operación del sistema de transporte público actual.

Por otro lado, se tiene la situación con sistema línea 1 Morelos (con proyecto), mismo que en la gráfica se aprecia claramente que se tiene un menor número de kilómetros recorridos y mayor captación de usuarios (pasaje), resultado de la implementación del sistema. Los kilómetros recorridos en la situación con proyecto son de 4,612 kilómetros al día frente a una captación de viajes de 131,834 al día, generando beneficios indirectos como es el impacto ambiental en el ahorro de emisiones contaminantes a la atmosfera y ahorros en hidrocarburos, entre otros.

Para el cálculo de estas externalidades se estimó por viaje en kilómetros recorridos con el sistema línea 1 Morelos (con proyecto) contra el sistema actual equivalente u óptimo (sin proyecto). La mayor cantidad de kilómetros recorridos por viaje, aumenta los costos de operación y mantenimiento vehicular que constituyen un costo social para la economía.

Ahorro Viajes / COV con sistema Aerotren -2014 año

En cuanto al binomio “ahorro de viajes-COV”, en esta gráfica se puede observar que, en la situación actual, el costo de los viajes es mayor en relación con el número de viajes que se realizan anualmente; situación que con el proyecto se invierte, esto es, que se aumentan los números de viajes con un costo anual menor.

Ahorro Viajes / COV con sistema Aerotren -2014 año

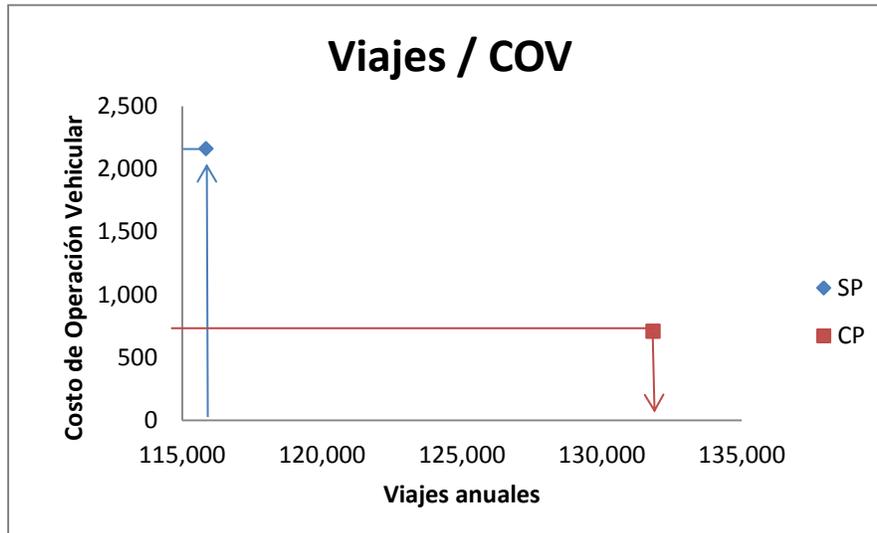


Ilustración 32 Viajes/COV SP y CP.

Fuente Elaboración propia

En cuanto a los ahorros de usuarios (viajes) el fenómeno que se presenta en situación sin proyecto es que se tiene un alto costo operativo vehicular contra la situación con proyecto, teniendo a mayor número de usuarios atendidos se tiene un costo operativo vehicular bajo; es decir, para la situación sin proyecto se tiene, al día, una demanda de 115,851 pasajeros a un COV de 2,160 pesos, contra una demanda con proyecto de 131,834 pasajeros al día a un COV de 706 pesos diarios; de manera paralela, se obtienen diversos beneficios indirectos a la sociedad como son la seguridad al usuario, disminución de accidentes, mejoramiento de imagen urbana, desahogo de vialidades, beneficios a usuarios de transporte privado, beneficios en impacto ambiental, entre otros.

10.2.3.5. Impacto ambiental

Como ya se mencionó en los capítulos anteriores, la implementación y funcionamiento del sistema de transporte público actual conlleva a una alta emisión de contaminantes al aire, la cual genera una serie de consecuencias negativas a la salud de la población local y foránea al respirar el aire contaminado, como son las enfermedades respiratorias, que a su vez influyen en la merma de la calidad de vida de la población.

Estas situaciones se revierten al momento de sustituir a la flota vehicular de autobuses en la situación actual optimizada, por un medio de transporte con cero emisiones de contaminantes, ya que se considera la operación de un sistema eléctrico. La realización del proyecto traerá consigo la reducción de los vehículos-km de transporte público, a base de autobuses, urvan, microbuses, otros, ya que la demanda será atendida por el sistema Aerotren ARGOS.

Se estimaron, entre otras, las reducciones anuales por contaminantes que se tendrían, en la siguiente tabla se muestran los niveles de sustancias que son despedidas al medio ambiente, ya sea por consumir gasolina (G) o diésel (D).

Valores de referencia

Combustible	G	D
CO (gm/km)	136.52	3.62
NO ₂	5.46	4.32
SO ₂	0.56	0.23
HC	38.62	1.50
Partículas	0.16	1.22

Tabla 84 Valores de referencia de combustible.

Fuente Elaboración propia

En el caso particular del transporte público, la medición de impactos contaminantes se mide en base a tiempo, por medio de los recorridos por año, en otros términos, de acuerdo a los kilómetros transitados durante el año y al consumo de combustible, se realizan los cálculos de las emisiones contaminantes.

Niveles de emisiones contaminantes por sentido de circulación Situación Actual (SP)

Para la evaluación de los niveles de emisiones contaminantes, se realiza el análisis por sentido de circulación, el cual, a su vez, se fragmenta en dos secciones de estudio, debido a la composición de circulación general de las rutas y circulación vehicular. Quedando conformados como **Centro de Cuernavaca – Paloma de la Paz** y **Centro de Cuernavaca – Jiutepec**

El Centro de Cuernavaca se refiere a la intersección de las vialidades Adolfo López Mateos--Plan de Ayala. El trayecto de Jiutepec se refiere a la intersección de las vialidades Paseo de las Fuentes--Carretera Cuernavaca-Jiutepec. Paloma de la Paz se refiere a la glorieta Paloma de la Paz.

Los niveles de emisiones contaminantes analizados considera únicamente al transporte público al día omite al transporte privado por el motivo que el objetivo del análisis es la evaluación del sistema actual de transporte público contra la propuesta de solución de transporte público, generando como beneficio adicional al transporte privado.

Tramo Centro de Cuernavaca – Paloma de la Paz. Sentido S -N

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido de circulación Situación Actual (SP)							
	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/lt)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO ₂ (gm/km)	SO ₂ (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
Diésel								
Tramo S-N	22,237	1.7	13,081	80,499	96,065	5,115	33,356	27,130
Tramo N-S	27,259	1.7	16,035	98,676	117,757	6,269	40,888	33,256
Tramo P-O	81,148	1.7	47,734	293,757	350,561	18,664	121,723	99,001
Tramo O-P	70,209	1.7	41,299	254,157	303,303	16,148	105,314	85,655

Tabla 85 Emisiones contaminantes Situación Actual

Fuente Elaboración propia

Comparando el tramo N-S en ambos sentidos, se puede observar que en el sentido N-S el recorrido de kms. por año es mayor por 5022 km., y el consumo de energía por 2954 MLts.; en cuanto a emisiones contaminantes, son considerablemente altas, sobrepasando las del sentido S-N.

El tramo O-P en ambos sentidos, se puede observar que en el sentido P-O el recorrido de kms. por año es mayor por 10,939 km., y el consumo de energía por 6435 MLts.; en cuanto a emisiones contaminantes, son considerablemente altas, sobrepasando las del sentido O-P.

Situación Propuesta (CP)

El equipo rodante propuesto (Aero Tren marca ARGOS) es cero contaminante en la localidad por ser vehículo eléctrico. No obstante la producción de la energía eléctrica dependiendo del insumo de producción de la misma (gas, agua, otros) contaminan en mayor o menor medida en las centrales de generación de energía eléctrica.

Ahorro total por contaminantes de situación actual a situación con proyecto

Combustible	Niveles de emisiones contaminantes por sentido se circulación Situación Actual (SP)							
Diésel	Recorrido Veh-km/año	Rendimiento (km/t)	Consumo energía (MLts)	CO (gm/km)	NO2 (gm/km)	SO2 (gm/km)	HC (gm/km)	Partículas ppM
TOTAL	200,853	1.7	118,149	727,089	867,686	46,196	301,281	245,042

Tabla 86 Total de Emisiones contaminantes generadas por transporte público evitadas con Aerotren

Como se puede ver, con el resultado se califica la propuesta del Sistema Morelos Línea 1 como **recomendable**, ya que con las propuestas que lo complementan otorga un desahogo notable a vialidades que presentan grandes conflictos, así genera una menor emisión contaminante por bajar los tiempos de circulación de un punto a otro (O-D).

10.2.4. Modelo Económico

Se genera el flujo de los beneficios económicos en el horizonte de evaluación, al cual se le restan los costos económicos que son las inversiones en infraestructura y equipo del proyecto, con lo cual se obtiene el flujo económico del proyecto.

Año	Inversiones Totales	Beneficios en Costos Operación Vehicular	Beneficios en Tiempo de Recorrido	Beneficios Totales	Beneficios Actualizados	Valor Presente Neto
2013	\$1,413,977,626	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$1,413,977,626
2014	\$7,642,026	\$64,182,002	\$21,744,293	\$85,926,295	\$85,926,295	\$78,284,269
2015	\$7,642,026	\$45,108,975	\$21,961,736	\$67,070,711	\$161,589,636	\$153,947,609
2016	\$7,642,026	\$45,108,975	\$22,181,353	\$67,290,328	\$245,038,928	\$237,396,901
2017	\$15,284,053	\$45,108,975	\$22,403,167	\$67,512,142	\$337,054,962	\$321,770,910
2018	\$35,512,569	\$45,108,975	\$22,627,199	\$67,736,174	\$438,496,632	\$402,984,063
2019	\$7,642,026	\$45,108,975	\$22,853,471	\$67,962,446	\$550,308,741	\$542,666,715
2020	\$22,926,079	\$63,760,262	\$23,082,005	\$86,842,267	\$692,181,883	\$669,255,803
2021	\$7,642,026	\$63,760,262	\$23,312,825	\$87,073,087	\$848,473,158	\$840,831,132
2022	\$7,642,026	\$63,760,262	\$23,545,954	\$87,306,216	\$1,020,626,689	\$1,012,984,663
2023	\$58,438,648	\$63,760,262	\$23,781,413	\$87,541,675	\$1,210,231,033	\$1,151,792,385
2024	\$7,642,026	\$63,760,262	\$24,019,227	\$87,779,489	\$1,419,033,626	\$1,411,391,600
2025	\$7,642,026	\$63,760,262	\$24,259,420	\$88,019,681	\$1,648,956,670	\$1,641,314,644
2026	\$22,926,079	\$63,760,262	\$24,502,014	\$88,262,276	\$1,902,114,613	\$1,879,188,534
2027	\$7,642,026	\$63,760,262	\$24,747,034	\$88,507,296	\$2,180,833,370	\$2,173,191,344
2028	\$43,154,595	\$63,760,262	\$24,994,504	\$88,754,766	\$2,487,671,473	\$2,444,516,878
2029	\$22,926,079	\$63,760,262	\$25,244,449	\$89,004,711	\$2,825,443,332	\$2,802,517,252
2030	\$7,642,026	\$63,760,262	\$25,496,894	\$89,257,156	\$3,197,244,820	\$3,189,602,794
2031	\$50,796,622	\$63,760,262	\$25,751,863	\$89,512,125	\$3,606,481,427	\$3,555,684,805
2032	\$22,926,079	\$63,760,262	\$26,009,381	\$89,769,643	\$4,056,899,213	\$4,033,973,134
2033	\$43,154,595	\$63,760,262	\$26,269,475	\$90,029,737	\$4,552,618,871	\$4,509,464,276
2034	\$7,642,026	\$63,760,262	\$26,532,170	\$90,292,432	\$5,098,173,190	\$5,090,531,164
2035	\$22,926,079	\$63,760,262	\$26,797,492	\$90,557,754	\$5,698,548,263	\$5,675,622,184
2036	\$7,642,026	\$63,760,262	\$27,065,467	\$90,825,728	\$6,359,228,818	\$6,351,586,791
2037	\$7,642,026	\$63,760,262	\$27,336,121	\$91,096,383	\$7,086,248,082	\$7,078,606,056
2038	\$187,207,824	\$63,760,262	\$27,609,482	\$91,369,744	\$7,886,242,635	\$7,699,034,812
Total	\$2,061,503,269	\$1,501,171,854	\$614,128,409	\$2,115,300,262	\$65,595,666,361	\$63,534,163,092

Tabla 87 Flujo Económico del Proyecto.

En la tabla anterior del modelo económico se muestra la aportación en el VPN económico de los conceptos de beneficios calculados para el proyecto, siendo los principales beneficios los ahorros en tiempos de los usuarios, seguido por el ahorro en costos de operación vehicular.

Inversiones totales

Los costos económicos del proyecto se encuentran explicados y desglosados en el subcapítulo 9.1- (inversiones iniciales, obra civil en vía y terminales, equipamiento y equipo rodante) y los costos adicionales por aumento de demanda, costos operativos, otros en el subcapítulo 9.2. -.

Los beneficios se acumulan en el tiempo. La tasa de actualización social es de 10% anual en \$ constante empleada en el proyecto.

10.2.5. Indicadores de rentabilidad económica del sistema Aerotren línea 1 Morelos

Para el cálculo de la rentabilidad consideran los siguientes indicadores:

El valor presente neto (VPN) de los beneficios sociales, se expresa al mostrar la ventaja de construir y operar el sistema Aerotren línea 1 Morelos durante su vida útil, considerada en 26 años traído a valor presente. Para ello se calculan los flujos de los beneficios sociales desde el año 2014 a 2038 y se descuenta a la tasa de flujo social en términos reales del 10%.

La tasa social de rentabilidad, que es la TIR a nivel económico, se calcula como el valor de la tasa de descuento social que hace que el valor presente neto sea cero.

Para calcular la tasa social de rentabilidad, se calcula la inversión total necesaria y la convertimos a precio corriente de 2013 (año en que termina la construcción del sistema Aerotren línea 1 Morelos), usando una tasa de descuento del 10%, que es el costo de oportunidad de los recursos. El cálculo final es el múltiplo simple de la inversión total de rentabilidad, el cual se deriva de dividir los beneficios totales en el año 2014 (beneficios sociales de 2014 más los costos sociales de 2014) entre la inversión total expresada en pesos de 2013.

Valor Presente Neto:	\$63,534,163,092	año actual a \$ 2013
Tasa Social de Rentabilidad:	31%	por año
Periodo de Recuperación Económica:	1	años
Múltiplo Simple de la Inversión Total:	1.0	veces la Inversión Total

Tabla 88 VPN Y Tasa Social de Rentabilidad.

De lo anterior, resulta un VPN positivo de \$63,534,163,092 a precios de 2013, con un periodo de recuperación económica a un año. El múltiplo simple de la inversión total es de 1.0, con lo cual queda aprobado el proyecto.

La Tasa social de rentabilidad en el primer año completo de operación es de 31%, que es mayor a la tasa de actualización social, es decir, que este TIR es mayor al 12% (tasa de descuento ocupada por la SHCP), por lo que la utilización de este proyecto se justifica, ya que los recursos de la sociedad tienen un mayor rendimiento al mínimo establecido. Esto demuestra que el año que se propone como inicio de operación del proyecto es el ideal en términos de rentabilidad social.

10.3. Evaluación Financiera

10.3.1. Ingresos de Operación

Los ingresos generados son por dos conceptos principalmente, tarifa y publicidad.

Ingresos por tarifa

En base a los análisis socio-económicos, estudios de campo, y de acuerdo a los datos que arrojó la encuesta de preferencia declarada, se establece un rango tarifa entre 5 y 10 pesos. Con nuestra experiencia se decide ocupar una tarifa plana de \$ 5.50 pesos con la cual se realiza la modelación obteniendo la demanda con proyecto (implementado el sistema Aerotren) de 131,834 pasajeros día a un tarifa de 5 pesos.

La tarifa de \$5.50 pesos considera un esquema de viaje completo (viaje integrado), mismo que replica el costo del viaje total actual de los usuarios; los viajes actuales está en un rango promedio de 7.5 pesos viaje corto y 15 pesos viaje largo en la zona conurbada de Morelos.

Con lo anterior, se tiene propuesto para viajes largos una tarifa plana de \$ 5.50 para viajes sobre el corredor línea 1 Morelos, más un costo de alimentación de \$7.5, resultando un costo total de viaje con trasbordos en \$13.0, obteniendo un ahorro de \$2.0 por viaje largo. Por otra parte, para viajes cortos se tiene una tarifa de 5.5 pesos con proyecto comparado con \$7.5 actual, lo cual resulta en un ahorro tarifario de \$ 2.0 pesos por viaje.

Bajo el análisis de la sensibilidad tarifaria, esto es, tarifa a demanda, obtenemos que si el precio de la tarifa se considera en 6.5 pesos, la demanda se mantiene prácticamente equivalente a una demanda con tarifa de \$ 5.50 pesos, lo cual se considera correcto; si fuera el caso realizar la evaluación financiera considerando una tarifa de 6.5 pesos, ya que la demanda, tanto con la tarifa de \$ 5.5 como de \$ 6.5 pesos, es equivalente y equilibrada.

En los términos de rentabilidad del proyecto en todos los aspectos y bajo los análisis realizados de todo el estudio, y contemplando a todos los involucrados directa e indirectamente (sistema, alimentadores, usuarios, ambiente, urbanismo, económico y financiero, otros), se recomienda para la evaluación tomar la tarifa de \$ 5.50 pesos.

Con lo anterior se obtiene unos ingresos de 725,087 pesos al día. Se considera un incremento de la tarifa en el tiempo al año 2029 de un peso quedando a \$ 6.50 pesos.

Ingresos por publicidad

Otro ingreso que se contempla es por venta de espacios publicitarios, que se estiman en un ingreso mensual por \$5,000,000.

Con lo anterior se obtienen los siguientes ingresos del sistema, en temporalidad diaria, mensual y anual.

	Día	Mensual	Anual
Tarifa	\$ 5.50		
Línea 1 Aerotren	\$ 725,087	\$ 20'302,436	\$ 243'629,232
Publicidad		\$ 5,000,000	\$ 60,000,000

Tabla 89 Ingresos Tarifarios.

10.3.2. Gastos de operación

Se describen en el subcapítulo 10.1.2 de este informe. Salvo el gasto de seguros y fianzas para los pasajeros. Se contempla un gasto de 355,020.39 pesos anual a una tasa anual del 1.0%.

10.3.3. Modelo Financiero

Año	INGRESOS DE OPERACIÓN	GASTOS PREOPERATIVOS	GASTOS DE OPERACIÓN	UTILIDAD BRUTA	BASE GRAVABLE	UTILIDAD NETA (ANTES DE DEPRECIACIÓN)	Flujo de efectivo	Flujo acumulado
2013	\$0	\$ 1,413,977,626	\$0	-\$1,631,620,913	-\$1,631,620,913	-\$1,631,620,913	-\$1,631,620,913	-\$1,631,620,913
2014	\$300,597,050	\$0	\$58,097,028	\$256,920,727	\$187,444,088	\$168,699,679	\$238,176,319	-\$1,415,098,329
2015	\$303,246,618	\$0	\$58,677,998	\$259,253,981	\$189,777,342	\$170,799,608	\$240,276,247	-\$1,196,714,008
2016	\$305,925,297	\$0	\$59,264,778	\$261,613,449	\$192,136,810	\$172,923,129	\$242,399,768	-\$976,446,976
2017	\$308,633,410	\$0	\$67,499,452	\$256,357,399	\$186,880,760	\$168,192,684	\$237,669,323	-\$761,153,850
2018	\$311,371,279	\$0	\$88,326,542	\$238,541,664	\$169,065,025	\$152,158,523	\$221,635,162	-\$562,141,023
2019	\$314,139,232	\$0	\$61,060,560	\$278,491,095	\$209,014,456	\$188,113,010	\$257,589,649	-\$327,422,554
2020	\$316,937,599	\$0	\$69,313,192	\$273,316,367	\$203,839,728	\$183,455,755	\$252,932,394	-\$97,612,924
2021	\$319,766,715	\$0	\$62,287,877	\$283,453,410	\$213,976,770	\$192,579,093	\$262,055,732	\$141,065,694
2022	\$322,626,919	\$0	\$62,910,756	\$285,976,455	\$216,499,816	\$194,849,834	\$264,326,473	\$381,757,905
2023	\$325,518,553	\$0	\$99,052,432	\$253,015,275	\$183,538,636	\$165,184,772	\$234,661,411	\$592,525,077
2024	\$328,441,961	\$0	\$64,175,262	\$291,107,894	\$221,631,255	\$199,468,130	\$268,944,769	\$837,312,770
2025	\$331,397,494	\$0	\$64,817,015	\$293,716,928	\$224,240,289	\$201,816,260	\$271,292,899	\$1,084,182,866
2026	\$334,385,505	\$0	\$73,107,211	\$288,713,243	\$219,236,604	\$197,312,944	\$266,789,583	\$1,326,280,994
2027	\$337,406,351	\$0	\$66,119,837	\$299,023,248	\$229,546,609	\$206,591,948	\$276,068,588	\$1,577,386,521
2028	\$340,460,394	\$0	\$94,651,578	\$273,850,654	\$204,374,015	\$183,936,614	\$253,413,253	\$1,805,562,119
2029	\$400,248,595	\$0	\$75,090,872	\$353,508,021	\$284,031,382	\$255,628,244	\$325,104,883	\$2,105,151,734
2030	\$403,993,836	\$0	\$68,123,334	\$364,532,654	\$295,056,015	\$265,550,413	\$335,027,052	\$2,414,382,850
2031	\$407,780,243	\$0	\$68,804,567	\$367,953,111	\$298,476,471	\$268,628,824	\$338,105,463	\$2,726,408,622
2032	\$411,608,267	\$0	\$77,134,639	\$363,769,814	\$294,293,175	\$264,863,858	\$334,340,497	\$3,034,382,550
2033	\$415,478,366	\$0	\$98,058,082	\$347,038,729	\$277,562,090	\$249,805,881	\$319,282,520	\$3,327,008,470
2034	\$419,391,004	\$0	\$70,889,414	\$378,445,837	\$308,969,198	\$278,072,278	\$347,548,917	\$3,647,607,564
2035	\$423,346,647	\$0	\$79,240,335	\$374,379,947	\$304,903,308	\$274,412,977	\$343,889,616	\$3,964,250,909
2036	\$427,345,770	\$0	\$72,314,292	\$385,638,123	\$316,161,484	\$284,545,336	\$354,021,975	\$4,290,726,904
2037	\$431,388,851	\$0	\$73,037,435	\$389,294,734	\$319,818,095	\$287,836,285	\$357,312,924	\$4,620,190,843
2038	\$435,476,372	\$0	\$288,846,175	\$177,913,891	\$108,437,252	\$97,593,527	\$167,070,166	\$4,759,105,684

Tabla 90 Flujo financiero del proyecto.

10.3.4. Indicadores de rentabilidad financiera del sistema Aerotren línea 1 Morelos.

Para el cálculo de la rentabilidad se consideran los siguientes indicadores:

Valor Presente Neto:	\$5,378,314,672	año actual a \$ 2013
Tasa Social de Rentabilidad:	VPN	Por año
	15%	
Periodo de Amortización Financiera:	TIR	Años
	7	
Beneficio / Costo	PRF	
	1.2	Veces la inversión total
	B/C	

Tabla 91 VPN y TIR financiero.

Como indicador financiero el VPN es una herramienta en la toma de decisiones, dado que:

Si $VPN > 0$, se obtendrá un utilidad, que medida en pesos de hoy, es igual al valor dado por el VPN, es decir, el proyecto es viable.

Si $VPN < 0$, se obtendrá una pérdida, que medida en pesos de hoy, es equivalente al valor dado por el VPN, es decir, el proyecto NO es viable.

Si $VPN = 0$, no se obtendrá ni pérdida ni utilidad, es decir, el proyecto tampoco es viable.

El flujo acumulado que presenta el VPN es de \$ 5'378,314,672, por ello se consideran aceptables las decisiones de inversión en el sistema Aerotren línea 1 Morelos. NO obstante lo anterior, el hecho de que el $VPN > 0$ no siempre es garantía de la viabilidad financiera del proyecto, por ello adicionalmente este debe cumplir con otras serie de objetivos de inversionista.

Para estos efectos se avalúa también el periodo de amortización a partir de la cual la inversión, vista desde el criterio de rentabilidad, es aceptable. Para este efecto el periodo de amortización financiera es a un año, se considera viable dicho periodo y adiciona un criterio de aceptabilidad al proyecto.

La rentabilidad del proyecto se observa en la tasa interna de retorno(TIR), la cual representa a la tasa de interés más alta que el inversionista podría pagar sin perder dinero, esto si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomarán prestados y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión, a medida que estas se fuera produciendo.

El criterio de decisión se torna en sí la tasa interna de retorno es mayor o menor que la mejor tasa que se pudiera obtener actualmente en el mercado. Para el caso particular del proyecto Aerotren línea 1 Morelos, la tasa interna de retorno de 15% anual es atractiva y ligeramente superior a la tasa de referencia del mercado para evaluar este tipo de proyectos, por los criterios de la unidad de inversiones de la SHCP que debe ser mayor o igual al 12% anual en términos reales. Por consiguiente, desde el punto de vista de la rentabilidad, el proyecto Aerotren línea 1 Morelos bajo los términos planteados, sigue siendo atractivo y viable.

Como complemento de la evaluación financiera sobre la rentabilidad del proyecto, la relación beneficio costo es un criterio importante para definir la utilidad y oportunidad del mismo proyecto, en términos de si la liberación de los recursos económicos se ve superado por los beneficios, que en diferentes ámbitos, ofrezca la realización del mismo.

Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos del proyecto Aerotren línea 1 Morelos y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total, periodo de 2013 a 2038.

Si $B/C > 1$, el proyecto es aceptable, porque el beneficio es superior al costo.

Si $B/C = 1$, el proyecto es indiferente llevar adelante el proyecto, porque no hay beneficios ni pérdidas.

Si $B/C < 1$, el proyecto No es aceptable, porque no existe beneficio.

En otras palabras, el B/C muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto Aerotren línea 1 Morelos por cada unidad monetaria invertida. Mismo que se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados. Para el cual se emplea la misma tasa que la aplicable en el VPN.

Para el caso del sistema Aerotren línea 1 Morelos, el beneficio sobre costo es de 1.2, por consiguiente la liberación de los recursos económicos se ve superado por los beneficios, que en diferentes ámbitos ofrece la realización de los mismos. Por tal motivo el proyecto bajo esta relación de B/C: 1.2 resulta ser aceptable.

Esta relación solo es un índice y no un valor concreto, además no permite decidir entre proyectos alternativos.

En resumen, se toma a la TIR como referencia, que en este caso resulto alta, por lo que es la mejor alternativa que se tiene para el proyecto Aerotren, ya que representa el límite superior y permitirá obtener préstamos mayores tanto en cantidad como en interés. La TIR es el índice de mayor confianza para el proyecto.

11. INSTRUMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS

De forma semejante a las anteriores posible desarrollar el análisis del Grafo Dual correspondiente a la Instrumentación de las estrategias, etapa que deberá analizarse una vez que proceda a elaborar el proyecto ejecutivo.

Se mencionan a continuación algunos de los elementos de inicio para los nodos referentes al circuito de comunicación del Grafo Dual.

11.1. Liderazgo

Las estrategias pertinentes a este nodo son básicamente:

A nivel de Inversión inicial

1. Liderazgo interno para garantizar Eficiencia Administrativa, Control de Calidad
2. Liderazgo interno para lograr Dimensiones y diseño estudiado satisfactorios, Liderazgo para Adquirir tecnologías
3. Liderazgo para Difusión y Mercadeo de ventajas del Tren a usuarios y sociedad
4. Liderazgo para Construir y Mostrar prototipo y obtener ruta piloto
5. Liderazgo para Obtener recursos (Propios, Asociados, Fondos, créditos, etc.)
6. Liderazgo para Actuar con rapidez
7. Liderazgo para gestión con Autoridades y comercialización
8. Liderazgo para Gestión con transportistas
9. Liderazgo para Trazo de máxima cobertura
10. Liderazgo para Alimentación organizada
11. Liderazgo para Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos)
12. Liderazgo para lograr Derrotero cercano a O-D

11.2. Negociación

Respecto a este nodo son:

1. N/A
2. Negociación con tecnólogos, diseñadores y proveedores
3. Negociación con Agencias de publicidad y Mercadeo
4. Negociación con clientes y usuarios al mostrar el prototipo y la ruta piloto
5. Negociación en obtención de capital y créditos
6. N/A
7. Negociación con Autoridades para Consolidar cada proyecto y apoyos requeridos
8. Negociar con transportistas
9. Negociar con Autoridades, transportistas y Sociedad Trazo de máxima cobertura
10. Negociar con Autoridades y transportistas y sociedad una Alimentación organizada
11. Negociar con Autoridades, propietarios de inmuebles y transportistas un Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos)
12. Negociar con autoridades, transportistas y sociedad un Derrotero cercano a O-D

11.3. Comunicación

1. N/A

2. Difundir a Proveedores, tecnólogos y sociedad el logro de Dimensiones y diseño estudiado satisfactorios, Liderazgo para Adquirir tecnologías
3. Comunicar a través de Difusión y Mercadeo de ventajas del Tren a usuarios y sociedad
4. Comunicar y Mostrar el prototipo y la ruta piloto
5. Comunicar a inversionistas, fondos, etc. las bondades del negocio
6. N/A
7. Comunicar a Autoridades y posibles clientes la bondad del sistema
8. Transmitir a la sociedad los avances en la Gestión con transportistas
9. Comunicar a la sociedad el Trazo de máxima cobertura
10. Comunicar a la sociedad la posibilidad de una Alimentación organizada
11. Comunicar a la sociedad el Sembrado estratégico de estaciones y servicios (estacionamientos)
12. Comunicar a la sociedad los Derroteros cercano a O-D

Al igual que estos en la etapa de elaboración del proyecto ejecutivo, se deberán desarrollar los nodos correspondientes a la Planeación Interna, Externa e Inducida derivados de los resultados de los nodos: Liderazgo, Negociación y Comunicación.

Los contenidos tentativos podrían ser los siguientes:

11.4. Planeación Interna

1. Planeación de funciones
2. Organización
3. Planeación de Personal
4. Planeación de recursos físicos
5. Planeación de Recursos Financieros

11.5. Planeación Externa

1. Planeación de mercados
2. Planeación de tecnologías disponibles
3. Planeación de Impactos inducidos
4. Planeación de ventas
5. Planeación de proveedores
6. Planeación de cumplimiento de obligaciones y normas
7. Planeación de interacción con grupos relacionados

11.6. Planeación Inducida

1. Planeación de impacto político
2. Planeación de impacto social
3. Planeación de impacto regional
4. Planeación de Impacto urbano
5. Planeación de Impacto ambiental
6. Planeación de imagen

Estos nodos se refieren a los contenidos pertinentes en cada caso, sin embargo la forma de controlar esos contenidos puede ser sujeta a sistemas distintos para cada perfil o incluso sistemas comerciales de control. El siguiente ciclo se refiere a la planeación de los sistemas de control

También como los demás se deberá diseñar el control del proyecto, el control del posicionamiento situacional y el control cultural y normativo.

Como posibles contenidos de estos controles se pueden mencionar los siguientes:

11.7. Diseño del Control de Proyecto

1. Planeación de controles de actividades
2. Planeación de controles de tiempos
3. Planeación de controles de responsables
4. Planeación de controles de costos
5. Planeación de controles de normas
6. Planeación de controles de recursos físicos
7. Planeación de controles de recursos financieros
8. Planeación de controles de áreas y volúmenes

11.8. Diseño del control situacional

1. Planeación del control de Fortalezas
2. Planeación de controles de debilidades
3. Planeación de controles de Oportunidades
4. Planeación de controles de Amenazas y riesgos

11.9. Diseño del control normativo y cultural

1. Planeación de controles de Costumbres
2. Planeación de controles de Políticas
3. Planeación de controles de Normas
4. Planeación de controles legislativas

La cobertura de tan diversas disciplinas y habilidades demandan perfiles ejecutivos multidisciplinarios y desarrollo de personal muy variado, desde los emprendedores hasta el personal especializado que no solo debe conocer su área de especialidad sino ser capaz de comunicarse y coordinarse con diversas disciplinas

12. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo se presentan en cuatro rubros.

1. La factibilidad de adoptar el esquema EXPERPLAN como metodología de Planeación práctica
2. La presentación de un proyecto novedoso para un Sistema de Transporte Masivo diferente, basado en ARGOS; Sistema formado por un tren de rodamiento neumático en carriles confinados elevados o a nivel que presenta multitud de ventajas respecto a otros esquemas actualmente en uso.
3. La factibilidad favorable en términos sociales y financieros de un proyecto basado en el ARGOS para la ZMC.
4. La necesidad de contar con emprendedores que planteen problemas que aquejan a nuestra sociedad, sin temor a entrar en campos de Investigación, Ingeniería, Producción, Construcción, Fabricación, Enseñanza - Aprendizaje, Comercialización, Financiamiento, Asociaciones y Promoción general de proyectos.

Con lo anterior se cubren los objetivos enunciados inicialmente en la introducción mencionados como:

Ilustrar la factibilidad de adoptar el esquema EXPERPLAN como metodología de Planeación práctica, aplicándola para el caso de un Sistema de Transporte Masivo novedoso y enfatizar la necesidad de contar con emprendedores Multidisciplinarios capaces de integrar soluciones.

13. Bibliografía

Documentación básica

- (1) Para la parte referente al planteamiento teórico del Modelo EXPERPLAN se cuenta con la autorización del autor para utilizar parcialmente contenidos del documento “EXPERPLAN UNA METODOLOGÍA DE ANALISIS PARA PLANEACIÓN ESTRATEGICA” trabajo presentado como documento de ingreso del suscrito como académico de número (359) a la Academia de Ingeniería el 9 de Septiembre de 1993.
- (2) Enrique Javier Salazar Resines, Universidad Autónoma Metropolitana (México, D.F.). Unidad Iztapalapa. División de Ciencias Sociales y Humanidades, Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior (México). Editor División de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 1990, ISBN9688408360, 9789688408360
- (3) Javier Salazar Resines: Introducción a la lógica deductiva y teoría de los conjuntos, Volumen 1 UNAM, Dirección General de Publicaciones, 1970
- (4) Enrique Javier Salazar Resines: Modelos e Interpretaciones Económico -Financieras: Dimensiones Teóricas y Metodológicas. ISBN: 9789706207272 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Economía. 1995
- (5) Para la aplicación de la metodología al problema de la Zona Metropolitana de Cuernavaca se cuenta con el permiso de la empresa EXPERTPLAN CONSULTING & CONSTRUCTION S.A. DE C.V. para la publicación parcial de datos fuente del estudio de Movilidad Urbana para el Corredor Masivo No. 1 de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, proyecto elaborado en los años 2012-2013.
- (6) La operación de los transportes. Alceda Hernández Ángel. Corporación Mexicana de Impresión.1997.
- (7) Modelos de Demanda de Transporte. Ortuzar S. Juan de Dios. Ed. Alfaomega, 2000.
- (8) Traffic & Highway Engineering. Brooks/Cole. 2002
- (9) Investigación de operaciones. Ackoff, Russell I. Editorial Limusa. 1997.
- (10) Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas. Checkland, Peter. Ed. Limusa, 1993.

Documentación Oficial

- (11) Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos 2006-2012
- (12) Plan Municipal Desarrollo Cuernavaca 2009-2012
- (13) Plan Municipal Desarrollo Jiutepec 2009-2012
- (14) Plan Municipal Desarrollo Temixco 2010
- (15) Plan Municipal Desarrollo Emiliano Zapata 2009-2012
- (16) Plan Municipal Desarrollo Xochitepec 2009-2012
- (17) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- (18) Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos
- (19) Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con la misma del Estado de Morelos
- (20) Ley de Tránsito del Estado de Morelos
- (21) Ley de Transporte del Estado de Morelos

- (22)Reglamento de Transporte del Estado de Morelos
- (23)Reglamento de Tránsito del Municipio de Cuernavaca
- (24)Reglamento Interior de Seguridad Pública, Tránsito y Protección Civil del Municipio de Xochitepec
- (25)Reglamento de Tránsito del Municipio de Jiutepec
- (26)Reglamento de Tránsito del Municipio de Emiliano Zapata
- (27)Reglamento de Tránsito del Municipio de Temixco
- (28)Migración Interna en México, CONAPO, Cuernavaca, Morelos, 14 de abril de 2011.

Documentación en la WEB

- (29)www.e-morelos.gob.mx
- (30)www.cuernavaca.gob.mx
- (31)www.xochitepec.gob.mx
- (32)www.municipiojiutepec.gob.mx
- (33)www.temixco.gob.mx
- (34)www.ezapataamor.gob.mx
- (35)www.inegi.org.mx
- (36)<http://www.encyclopediafinanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>
- (37)<http://pymesfuturo.com/vpneto.htm>
- (38)<http://www.economia48.com/spa/d/periodo-de-amortizacion/periodo-de-amortizacion.htm>
- (39)http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/ProgramasYProyectosDeInversion/Lineamientos/lineamientos_20.pdf
- (40)<http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/ppi/ProyectosAPP/SHCP%20%20LINEAMIENTOS%20Para%20determinar%20rentabilidad%20social%20y%20convnienencia%20de%20llevar%20a%20cabo%20proyectos%20APP.pdf>
- (41)http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/ProgramasYProyectosDeInversion/Lineamientos/costo_beneficio.pdf
- (42)http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/ppi/Sistemas_inversion/RegistroCarteradePPIs_2012040712.pdf