

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
Planteamiento del Problema.....	12
Justificación.....	13
Hipótesis.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Alcances.....	15
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	17
1.1 Sistema Tronco – Alimentador de Autobús.....	17
1.2 Métodos para el Diseño de Redes de Transporte Público.....	18
Métodos Basados en el Concepto de Red Ideal.....	19
Modelos de Programación Matemática.....	19
Modelos de Simulación para Transporte Público.....	20
1.3 Sistemas Integrados de Transporte.....	21
1.4 Esquema de de Participación y Producción del Transporte Público.....	22
CAPÍTULO II. ANALISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.....	28
2.1 Análisis de la Oferta del Transporte Público.....	28
2.1.1 Estructura de la Red de Transporte Público.....	32
2.1.2 Análisis de la Oferta por Cuencas.....	47
2.2 Análisis de la Demanda.....	60
2.2.1 Líneas de Deseo.....	79
CAPÍTULO III. PROPUESTA CONCEPTUAL DE ALIMENTACIÓN.....	81
3.1 Criterios para la Propuesta de Rutas Alimentadoras.....	81
3.1.1 Análisis y Procesamiento de Información.....	85
3.1.2 Modelación de Oferta y Demanda.....	87
3.1.3 Definición de Trazo.....	104
3.1.4 Trazo de Rutas Alimentadoras.....	104
3.2 Escenarios y Resultados.....	123

CAPÍTULO IV. DISEÑO OPERACIONAL Y FINANCIERO DE LAS RUTAS TRONCALES.....	135
4.1 Levantamiento de Tiempos de Recorrido.....	135
4.2 Dimensionamiento.....	140
4.2.1 Programación de Servicios.....	144
4.3 Ubicación de Paraderos.....	154
4.3.1 Prototipo de Paradero.....	157
4.3.2 Estación de Transferencia.....	159
4.3.3 Patio de Encierro.....	161
4.4 Esquema Tarifario.....	164
4.4.1 Sistema de Cobro.....	164
4.5 Cámara de Compensación.....	166
CONCLUSIONES.....	168
Verificación de la Hipótesis de Trabajo.....	168
Consideraciones para la Implementación de un Nuevo Sistema de Transporte.....	170
Recomendaciones y Labores Futuras.....	172
BIBLIOGRAFÍA.....	174
ANEXO.....	177
Principios del Modelo de Asignación del Transporte Público.....	177

Lista de Figuras

Figura 1. <i>El Ciclo Regulatorio del Transporte Público</i>	24
Figura 2. <i>Ubicación de Estaciones de Frecuencia de Paso y Ocupación Visual</i>	29
Figura 3. <i>Corredor Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca</i>	31
Figura 4. <i>Población en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca</i>	32
Figura 5. <i>Distribución Espacial de los 13 Municipios de la ZMVT</i>	32
Figura 6. <i>Distribución Espacial de las 7 Macrozonas</i>	33
Figura 7. <i>Distribución Espacial de la Red Vial por Municipios</i>	35
Figura 8. <i>Distribución Espacial de la Red Vial por Macrozona</i>	35
Figura 9. <i>Mapa Temático del Número de Carriles de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	39
Figura 10. <i>Mapa Temático del Número de Carriles Efectivos de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	40
Figura 11. <i>Mapa Temático del Derecho de Vía de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	41
Figura 12. <i>Mapa Temático del Tipo de Regulación de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	42
Figura 13. <i>Mapa Temático del Tipo de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	43
Figura 14. <i>Mapa Temático del Estado de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	44
Figura 15. <i>Mapa Temático del Número de Topes de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	45
Figura 16. <i>Macrozonas y Sectores Octales para la Identificación de Orígenes y Destinos</i>	47
Figuras 17. <i>Sectores Octales sobre la Red Vial de la ZMVT</i>	47
Figura 18. <i>Sectores Octales sobre la Red Vial de la ZMVT</i>	48
Figura 19. <i>Distribución Espacial de Aforo de Frecuencia de Paso</i>	60
Figura 20. <i>Formato Utilizado en el Levantamiento de Frecuencia de Paso</i>	61
Figura 21. <i>Ubicación de Puntos para Abordar el Autobús durante la Realización de AD</i>	62

Figura 22. <i>Formato AD para el Derrotero 03_05_3336 de la Empresa AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.</i>	63
Figura 23. <i>Formato AD para el Derrotero 03_05_3633 de la Empresa AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.</i>	64
Figura 24. <i>Distribución Horaria de la Demanda de Transporte Público en la ZMVT</i>	65
Figura 25. <i>Ubicación de los Puntos para Abordar el Autobús durante la Aplicación de la Encuesta OD</i>	66
Figura 26. <i>Distribución Horaria de Aplicación de Encuestas OD</i>	67
Figura 27. <i>Formato de Encuesta OD</i>	70
Figura 28. <i>Distribución Horaria de la Utilización del Transporte Público</i>	76
Figura 29. <i>Líneas de Deseo (encuestas aplicadas) Nivel Municipio</i>	78
Figura 30. <i>Líneas de Deseo (encuestas aplicadas) Nivel Zona Metropolitana</i>	78
Figura 31. <i>Líneas de Deseo (con expansión, PMD). Nivel Macrozona</i>	79
Figura 32. <i>Líneas de Deseo (con expansión, PMD). Nivel Municipio</i>	79
Figura 33. <i>Delimitación del Área de Estudio a partir del Concepto de Colonias</i>	82
Figura 34. <i>Delimitación del Área de Estudio a partir del Concepto de Macrozonas</i>	82
Figura 35. <i>Diagrama de Flujo de la Metodología Empleada para Estimar la Demanda de Pasajeros en los Escenarios Evaluados</i>	83
Figura 36. <i>Mapa de Volúmenes de Pasajeros en HMD</i>	85
Figura 37. <i>Colocación de Sentidos Viales</i>	87
Figura 38. <i>Caracterización de la Red de Vialidades</i>	88
Figura 39. <i>Colocación de Paradas dentro del Sistema de Rutas</i>	89
Figura 40. <i>Sistema de Rutas de Transporte Público</i>	89
Figura 41. <i>Distribución de Paradas por Derrotero en la Red Modelada</i>	90
Figura 42. <i>Atributos de las Rutas de Transporte</i>	91
Figura 43. <i>Atributos de la Red de Vialidades</i>	92
Figura 44. <i>Atributos de las Paradas</i>	92
Figura 45. <i>Distribución de las Velocidades Comerciales en las Rutas Modeladas</i>	94
Figura 46. <i>Intervalo de Paso en las Rutas Modeladas</i>	95
Figura 47. <i>Distribución de Capacidades en las Rutas Modeladas</i>	96
Figura 48. <i>Distribución de la Longitud de las Rutas Modeladas</i>	97
Figura 49. <i>Caracterización de la Oferta</i>	98

Figura 50. <i>Conexión de Centroides</i>	99
Figura 51. <i>Caracterización de la Demanda (Matriz O-D)</i>	99
Figura 52. <i>Calibración Equilibrio de Usuarios</i>	100
Figura 53. <i>Regresión Lineal entre los Datos Simulados (y) y los Datos Observados en Campo (x)</i>	101
Figura 54. <i>Líneas de Deseo de la Matriz Calibrada</i>	102
Figura 55. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 2 “Palmillas”</i>	104
Figura 56. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 2</i>	104
Figura 57. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 2 “Palmillas”</i>	105
Figura 58. <i>Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 2 y el Corredor Vial</i>	105
Figura 59. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 3 “Aeropuerto”</i>	106
Figura 60. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 3</i>	107
Figura 61. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 3 “Aeropuerto”</i>	107
Figura 62. <i>Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 3 y el Corredor Vial</i>	108
Figura 63. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 4 “Lerma”</i>	109
Figura 64. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 4</i>	110
Figura 65. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 4 “Lerma”</i>	110
Figura 66. <i>Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 4 y el Corredor Vial</i>	111
Figura 67. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 5 “Meteppec”</i>	112
Figura 68. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 5</i>	113
Figura 69. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 5 “Meteppec”</i>	113
Figura 70. <i>Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 5 y el Corredor Vial</i>	114
Figura 71. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 6 “Capultitlan”</i>	115
Figura 72. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 6</i>	115
Figura 73. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 6 “Capultitlan”</i>	116
Figura 74. <i>Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 6 y el Corredor Vial</i>	116
Figura 75. <i>Mapa de Oferta para la Macrozona 7 “Zinacantepec”</i>	117
Figura 76. <i>Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona</i>	118
Figura 77. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 7 “Zinacantepec”</i>	118

Figura 78. <i>Entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 7 y el Corredor Vial.....</i>	<i>119</i>
Figura 79. <i>Colonias Integrantes de la Macrozona 1 “Centro”.....</i>	<i>120</i>
Figura 80. <i>Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 1 “Centro”.....</i>	<i>120</i>
Figura 81. <i>Propuesta Conceptual del Esquema de Alimentación para el Corredor Vial “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”.....</i>	<i>121</i>
Figura 82. <i>Eliminación de las Rutas con Incidencia Directa.....</i>	<i>123</i>
Figura 83. <i>Asignación Escenario 1A; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido.....</i>	<i>123</i>
Figura 84. <i>Asignación Escenario 1B; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado).....</i>	<i>124</i>
Figura 85. <i>Asignación Escenario 1C; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado).....</i>	<i>125</i>
Figura 86. <i>Asignación Escenario 1D; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22km/h Optimizado).....</i>	<i>126</i>
Figura 87. <i>Asignación Escenario 2A; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido.....</i>	<i>127</i>
Figura 88. <i>Asignación Escenario 2B; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado).....</i>	<i>129</i>
Figura 89. <i>Asignación Escenario 2C; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado).....</i>	<i>130</i>
Figura 90. <i>Asignación Escenario 2D; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado).....</i>	<i>132</i>
Figuras 91-92. <i>Vista Exterior de las Unidades de Alta Capacidad Master Road.....</i>	<i>135</i>
Figura 93. <i>Trayecto de la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto.....</i>	<i>137</i>
Figura 94. <i>Trayecto de la Ruta Zinacantepec – Lerma.....</i>	<i>138</i>
Figura 95. <i>Ubicación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Poniente – Oriente.....</i>	<i>154</i>
Figura 96. <i>Ubicación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Oriente – Poniente...157</i>	<i>157</i>
Figura 97. <i>Dimensiones de Parabús.....</i>	<i>156</i>
Figura 98. <i>Dimensiones de Parabús (Detalle de la Banca).....</i>	<i>157</i>

Figura 99. <i>Prototipo de Parabús Perspectiva Frontal</i>	157
Figura 100. <i>Prototipo de Parabús Perspectiva Lateral</i>	158
Figura 101. <i>Ubicación de la Estación de Transferencia Pino Suárez</i>	159
Figura 102. <i>Adecuaciones de Entrada y Salida a la Estación de Transferencia Pino Suárez</i>	160
Figura 103. <i>Ubicación del Predio para el Patio de Encierro San Mateo Atenco</i>	161
Figura 104. <i>Uso de Suelo para el Terreno Propuesto para el Patio de Encierro San Mateo Atenco</i>	162
Figura 105. <i>Tarjeta de Prepago para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	164
Figura 106. <i>Validador de Tarjetas para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	164
Figura 107. <i>Maquina Recargadora de Tarjetas para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	165
Figura 108. <i>Equilibrio de Usuarios Considerando un par Origen-Destino y dos Rutas</i>	177

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Opciones Contractuales para Diferentes Estructuras de Mercado</i>	23
Tabla 2. <i>El Ciclo Regulatorio del Transporte Público</i>	24
Tabla 3. <i>Clasificación de Rutas del Sistema de Transporte Público para las Zonas atendidas por el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	28
Tabla 4. <i>Clave, Nombre, Número de Derroteros y Número de las Empresas que Conforman el Sistema de Transporte Público para las Cuencas Atendidas por el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	30
Tabla 5. <i>Perímetro y Superficie de Municipios y/o Macrozonas de la ZMVT</i>	34
Tabla 6. <i>Longitud de la Red Vial por Municipio y/o Macrozona</i>	36
Tabla 7. <i>Número de Carriles de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	39
Tabla 8. <i>Número de Carriles Efectivos de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	40
Tabla 9. <i>Tipo de Derecho de Vía de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	41
Tabla 10. <i>Tipo de Regulación de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	42
Tabla 11. <i>Tipo de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	43
Tabla 12. <i>Estado de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	44
Tabla 13. <i>Número de Topes sobre los Arcos de la Red Vial en la ZMVT</i>	45
Tabla 14. <i>Sectores Octales para Identificación de Orígenes y Destinos</i>	46
Tabla 15. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 1 “Centro”</i>	49
Tabla 16. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 2 “Palmillas”</i>	52
Tabla 17. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 3 “Aeropuerto”</i>	53
Tabla 18. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 4 “Lerma”</i>	54
Tabla 19. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 5 “Meteppec”</i>	55
Tabla 20. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 6 “Capultitlan”</i>	57
Tabla 21. <i>Inventario de Rutas que tienen Incidencia sobre la Cuenca 7 “Zinacantepec”</i>	58
Tabla 22. <i>Ubicación de los Puntos de Aforo para Frecuencia de Paso</i>	59
Tabla 23. <i>Número de Encuestas Realizadas por Empresa</i>	67
Tabla 24. <i>Inventario de Preguntas Realizadas en la Encuesta OD</i>	69
Tabla 25. <i>Motivo de Origen</i>	71
Tabla 26. <i>Motivo de Destino</i>	70
Tabla 27. <i>Origen del Viaje</i>	72

Tabla 28. <i>Destino del Viaje</i>	72
Tabla 29. <i>Modos Utilizados antes del Transporte Público</i>	72
Tabla 30. <i>Modos Utilizados después del Transporte Público</i>	73
Tabla 31. <i>Tiempo de Viaje (minutos)</i>	73
Tabla 32. <i>Costo de Viaje</i>	74
Tabla 33. <i>Viajes (ida) al Día</i>	74
Tabla 34. <i>Viajes (regreso) al Día</i>	74
Tabla 35. <i>Ingreso Mensual de los Entrevistados</i>	75
Tabla 36. <i>Intervalo de Edad</i>	75
Tabla 37. <i>Género</i>	76
Tabla 38. <i>Modos de Transporte Utilizados durante el Viaje</i>	77
Tabla 39. <i>Variables de Mejora en el Transporte Público</i>	77
Tabla 40. <i>Valores Absolutos de la Matriz OD inicial en HMD</i>	85
Tabla 41. <i>Valores Relativos de la Matriz OD inicial en HMD</i>	86
Tabla 42. <i>Parámetros de la Red de Vialidades Modelada</i>	87
Tabla 43. <i>Matriz Calibrada por Macrozona Hora de Máxima Demanda</i>	102
Tabla 44. <i>Resultados Escenario 1A; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido</i>	124
Tabla 45. <i>Resultados Escenario 1B; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)</i>	125
Tabla 46. <i>Resultados Escenario 1C; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)</i>	126
Tabla 47. <i>Resultados Escenario 1D; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22km/h Optimizado)</i>	127
Tabla 48. <i>Resultados Escenario 2A; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido</i>	128
Tabla 49. <i>Resultados Escenario 2B; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)</i>	129
Tabla 50. <i>Resultados Escenario 2C; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)</i>	131
Tabla 51. <i>Resultados Escenario 2D; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)</i>	132
Tabla 52. <i>Resultados del Levantamiento de Tiempos para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	136

Tabla 53. <i>Resultados del Levantamiento de Tiempos para la ruta Zinacantepec – Lerma</i>	137
Tabla 54. <i>Tiempo de Programación para la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	138
Tabla 55. <i>Tiempo de Programación para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	139
Tablas 56-57. <i>Porcentaje de Ocupación en las Unidades para la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	140
Tablas 58-59. <i>Porcentaje de Ocupación en las Unidades para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	140
Tablas 60-61. <i>Distribución de Demanda y Capacidad de Unidades para la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	141
Tablas 62-63. <i>Distribución de Demanda y Capacidad de Unidades para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	143
Tabla 64. <i>Programación de Servicios para los Turnos que Inician en la Terminal Zinacantepec, Correspondientes a la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	144
Tabla 65. <i>Programación de Servicios para los Turnos que Inician en Paradero los Sauces, Correspondientes a la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	145
Tabla 66. <i>Programación de Servicios para los Turnos que Inician en la Terminal Zinacantepec, Correspondientes a la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	146
Tabla 67. <i>Programación de Servicios para los Turnos que Inician en el Patio de Encierro (Lerma), Correspondientes a la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	147
Tabla 68. <i>Hoja de Control para el Servicio de las Rutas Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”</i>	148
Tabla 69. <i>Rol de Operaciones para la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	150
Tabla 70. <i>Rol de Operaciones para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	151
Tablas 71-72. <i>Frecuencia de Servicios para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto</i>	152
Tablas 73-74. <i>Frecuencias de Servicios para la Ruta Zinacantepec – Lerma</i>	152
Tabla 75. <i>Ubicación y Clasificación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido: Poniente – Oriente</i>	154
Tabla 76. <i>Ubicación y Clasificación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido: Oriente – Poniente</i>	155
Tabla 77. <i>Comparación Cualitativa de los Escenarios Evaluados</i>	168

INTRODUCCIÓN

El transporte de pasajeros en áreas urbanas constituye un problema cada vez más importante en nuestra sociedad. En los últimos años se ha demostrado empíricamente que la construcción de infraestructura o la ampliación de las vías existentes no es una solución adecuada a este problema, sino que se debe planificar el transporte de pasajeros otorgando incentivos al uso del transporte público, para intentar reducir los efectos negativos que produce la operación de los sistemas de transporte que carecen de una adecuada estructuración: congestión, accidentes, contaminación, entre otros.

A principios de los años 80, el Sistema de Transporte Público (STP) en la ciudad de Toluca estaba organizado bajo el esquema de producción directa donde el gobierno estatal prestaba directamente el servicio, definía el trazo y cobertura de los servicios, las características del parque vehicular y las características operativas de cada una de las rutas. En la segunda parte de dicha década, como resultado del periodo de privatizaciones, se pasa a una organización con gestión delegada en la que la prestación del servicio es concesionada a un particular o una sociedad mercantil. Las características principales de esta concesión son: el periodo de concesionamiento es por un periodo de 10 años, con posibilidades de renovación; se limita el porcentaje de traslape entre rutas existente hasta en un 20% y la tarifa, frecuencia de paso y derrotero definidos por la autoridad reguladora (Sánchez y Romero, 2005). Este esquema de concesiones brinda como principal ventaja la cobertura y el control de los precios. Sin embargo, imposibilita la revocación (por ejemplo, en casos de mala prestación del servicio) o la entrega de incentivos para mejorar la calidad del servicio. Por otra parte, este esquema de concesionamiento tiene como principal inconveniente que fomenta la sobreoferta y competencia entre las unidades por el pasaje (Sánchez, 2003) generando al mismo tiempo externalidades negativas elevadas y deterioro en la calidad del servicio; constantemente ocurren accidentes provocados por la competencia por el pasaje (ya que el objetivo de los operadores es la de generar un ingreso que permita cubrir “la cuenta” para el concesionario y su salario); las vialidades se encuentran saturadas de unidades por la sobreoferta del servicio; los tiempos de traslado se prolongan demasiado por la falta de control en la operación de las unidades.

En la actualidad los programas especiales de transporte masivo para la ciudad de Toluca, reconocen la necesidad de contar con un sistema de transporte masivo concesionado, sustentable, operado con Autobuses alta capacidad, en carriles exclusivos, que permita

incrementar la movilidad, disminuir los congestionamientos vehiculares, reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, disminuir y mejorar los tiempos de traslado a través de un crecimiento ordenado, de conformidad con las demandas sociales de competitividad y eficiencia para incrementar la calidad de vida y al mismo tiempo recuperar espacios urbanos (Secretaría de Comunicaciones, Concurso No. 44937003-002-11).

De esta manera surge el Acuerdo del Ejecutivo Estatal mediante el cual se crea el Corredor de Transporte Masivo de pasajeros con autobuses de alta capacidad “Zinacantepec-Lerma” con ramal al Aeropuerto internacional de Toluca, en el Estado de México, para ser atendido con vehículos de alta capacidad, circulando por las vialidades de Avenida Solidaridad Las Torres hasta San Mateo Atenco y al Aeropuerto por Boulevard Miguel Alemán. Esta tesis se enfoca a desarrollar los aspectos de integración física y operativa de un esquema de alimentación para dicho corredor.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento de las redes de transporte en la mayoría de las ciudades mexicanas se ha venido dando a través de concesiones de nuevas rutas para que atiendan las necesidades de movilidad de las personas que ubican sus domicilios en la periferia de las zonas urbanas. Esta lógica de crecimiento ha llevado a la desarticulación de la red y a la concentración de rutas y unidades alrededor de las zonas centrales urbanas, provocando con ello, un problema de eficiencia en la asignación de recursos (tiempo de las personas, combustible, vehículos, espacio público, etc) a altos costos sociales (congestión, accidentes, contaminación, etc.). Esta realidad, ha llevado a la reestructuración o al rediseño de la red de transporte público en varias ciudades del país. En este rediseño, se han seguido al menos dos paradigmas, el del BRT y el de transporte masivo tradicional. El primero de ellos consiste en reorganizar la producción del servicio considerando las componentes institucional, laboral, legal, financiero (IETP, 2009), en tanto que la segunda se basa en una estructura organizacional establecida por la entidad pública (Vuchic, 2008). En ambos casos, estos paradigmas aplican el transporte masivo en el que se identifica un corredor de transporte sobre el cual opera un servicio troncal y un sistema de cuencas alimentadores en las que funciona un servicio de rutas alimentadoras. El sistema alimentador trabaja como vasos capitales que trasladan a los usuarios de las zonas periféricas y de baja densidad hasta el sistema troncal.

El Gobierno del Estado de México está llevando a cabo un proceso de rediseño de los sistemas de transporte público, principalmente en las zonas metropolitanas bajo el paradigma del BRT y del Transporte Masivo. Como parte de esta política de transporte, se ha puesto en operación el tren suburbano Cuautitlán-Buena Vista (2009) y el Mexibus Ciudad Azteca-Tecámac (2010) y ha elaborado los anteproyectos para implementar un sistema de transporte masivo en el corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma/San Mateo Atenco por la vialidad Las Torres (FI-UAEM 110299, 2011). Dichos estudios han permitido definir el trazo del corredor troncal, la demanda potencial, la ubicación de las paradas y las características de las unidades. Sin embargo, el diseño de las rutas alimentadoras se ha elaborado de forma preliminar y no ha sido definido con la precisión requerida para la etapa final de implementación.

En esta tesis se atenderán a detalle los problemas de alimentación de dicho corredor, es necesario elaborar un diseño eficiente en términos de tiempo de recorrido, tiempo de espera y tiempo de trasbordo de los servicios alimentadores, con la finalidad de mejorar el servicio a corto plazo. En este sentido, la pregunta de investigación es: ¿Cuál es el esquema de reestructuración física e integración tarifaria de las rutas actuales para conformar un sistema de rutas alimentadoras del corredor troncal de transporte masivo de Zinacantepec- Toluca- Lerma con ramales a San Mateo y Aeropuerto-Los Sauces que minimiza los tiempos de recorrido, tiempos de espera, tiempos de trasbordo de los usuarios del sistema de transporte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y maximiza la rentabilidad financiera?

JUSTIFICACIÓN

El sistema de transporte masivo, está integrado por un servicio troncal (boulevard Las Torres-boulevard Miguel Alemán) y un sistema de cuencas de alimentación ((Zona Centro Toluca, Zona Norte (Palmillas), Zona Aeropuerto (Vía López Portillo), Zona Oriente (Lerma), Zona Metepec (Centro Metepec), Zona Sur (Capultitlán), Zona Poniente (Zinacantepec)) donde van a operar las rutas alimentadoras propuestas en esta tesis, de forma que permitan atender las necesidades de movilidad de las personas sin que se generen mayores costos por pago de tarifas ni tiempos de recorrido elevados (tiempo de traslado, tiempo de espera y tiempo de trasbordo), pretendiendo lograr una mayor racionalidad en el uso de los recursos dedicados al transporte, reduciendo con ellos los

costos sociales o externalidades negativas y, además, que el servicio sea sustentable en el tiempo, lo que se logra garantizando a los inversionistas un determinado nivel de rentabilidad, todo lo anterior con el fin de generar una alternativa de traslado eficiente tanto para los usuarios actuales del transporte público así como disminuir la dependencia del automóvil.

HIPOTESIS

La reorganización de rutas en un sistema de transporte masivo requiere de esquemas adecuados para lograr la integración del sistema a tres niveles: primero definir el esquema de alimentación adecuado con la finalidad de obtener una integración física que deje que los usuarios realicen la transferencia sin mayores complicaciones; segundo, partiendo de la integración física, definir los horarios y frecuencias de servicios para lograr la integración operacional, y tercero, definir los esquemas de integración tarifaria con una tarifa única o reducida por servicios combinados.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e identificar el esquema de integración física, operacional y financiera adecuado para los servicios de transporte de alimentación en el corredor Zinacantepec- Toluca-Lerma (por Torres) a partir de la comparación de indicadores de desempeño, calidad del servicio, rentabilidad económica y eficiencia financiera que involucre de manera equitativa a los prestadores de servicio de transporte público en la ciudad de Toluca.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Revisión del marco teórico y de las metodologías existentes para lograr la integración de un sistema de transporte público basado en servicios troncales y complementados con servicios de alimentación.
- ✓ Realizar el Inventario de la oferta de los servicios de transporte público en cada una de las cuencas que atiende el trazo del corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma(por torres) en el que se incluye la identificación del número de rutas y su recorrido (trazo, paradas y terminales).

- ✓ Determinar las características de movilidad de las personas (demanda) que utilizan el transporte público en las cuencas en estudio a partir de la distribución espacial de los viajes.
- ✓ Diseñar conceptualmente y caracterizar en la herramienta de asignación para redes de transporte público, las alternativas de integración física y operativa (escenarios).
- ✓ Realizar el diseño operativo de una de las rutas alimentadora, definiendo dimensionamiento, programación de servicios e infraestructura requerida.
- ✓ Diseñar un adecuado esquema financiero para una ruta alimentadora atendiendo tarifas, sistema de cobro y forma de remuneración para los actuales prestadores del servicio en la cuenca de alimentación.

ALCANCES

Los alcances y limitaciones de este trabajo se citan a continuación

- ✓ En este análisis la región se limita al corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma, el cual está conformado por Av. 16 de septiembre, Boulevard Solidaridad las Torres y Boulevard Miguel Alemán. Se toman en cuenta los viajes que van/llegan hacia/ desde las 7 cuencas que atiende el corredor.
- ✓ El inventario de servicios de transporte público (oferta) así como la distribución espacial de viajes (demanda) fueron inicialmente tomadas en campo y posteriormente complementadas con la información colectada en el 2010 por el Cuerpo Académico de Modelación de Sistemas Logísticos y de Transporte de la Facultad de Ingeniería de la UAEMex a través del estudio “Proyecto de dos Rutas de Transporte Masivo para la Ciudad de Toluca” (FI-UAEMex, 110299).
- ✓ La caracterización de la oferta y la demanda se basa en el periodo de máxima demanda, considerando que es el que representa las condiciones críticas bajo las cuales es necesario dimensionar todos los servicios de transporte público para la alternativa propuesta. Los valores obtenidos pueden expandirse para obtener valores diarios, semanales o anuales.
- ✓ El diseño operacional y financiero se limita a las rutas troncales Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec – Lerma, siendo que la primera etapa de la reestructuración será la implementación de tales rutas, es importante mencionar

que la metodología utilizada para el diseño de estas rutas es la metodología a utilizar para el diseño de las rutas alimentadoras propuestas en esta tesis, sin embargo, tales diseños se proponen como labor futura.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se refieren los aspectos teóricos más relevantes en el desarrollo de la presente tesis. Primeramente, se describen las características, componentes y esquemas de un sistema Tronco-Alimentador ya que es el sistema a utilizar en la ciudad de Toluca. Posteriormente, se destacan los métodos de análisis utilizados para sustentar la reestructuración de una red de transporte público abordando los modelos matemáticos y de simulación como herramienta de análisis. Enseguida, se especifican las características de un sistema integrado de transporte ya que es parte indispensable para lograr una adecuada integración física y operativa. Finalmente, se hace hincapié en los esquemas de participación y producción que considera el sistema Tronco-Alimentador.

1.1. SISTEMA TRONCO-ALIMENTADOR.

Desarrollar sistemas integrados de transporte masivo (SITM) de alta calidad, sostenibles, que mejoren la movilidad y que sean accesibles a las clases media y baja de la población es hoy una prioridad. Los sistemas BRT (bus rapid transit), han entrado a formar parte de la oferta de posibles soluciones encaminadas a mejorar la movilidad urbana sostenible en las ciudades.

Un BRT basado en el sistema Tronco-Alimentador utiliza vehículos más pequeños para las áreas de las cuencas comprendidas por el corredor principal, con el propósito de proveer acceso a las terminales o las estaciones de trasbordo donde los usuarios se cambian hacia vehículos de la línea troncal de mayor capacidad. Por lo general, los servicios de alimentación operan en carriles de tráfico mixto, mientras que los vehículos de servicio troncal operan en carriles confinados.

Diseño operacional.

Los elementos fundamentales del diseño operacional son la definición de rutas, el patrón de servicios, sus frecuencias, la distancia entre estaciones/paradas y la integración con otros servicios y modos.

Definición de rutas; define la cobertura del sistema propuesto, qué vías utilizarán y cómo se complementarán diferentes rutas. Una decisión importante es la de organizar las rutas como servicios troncales y alimentadores o tratar de servir muchos pares Origen Destino

directamente sin transbordo. La estructura de servicios troncales y alimentadores es típica de sistemas de metro y LRT y por lo tanto parece natural adoptarla para sistemas de transporte masivo basados en autobuses. Sin embargo, tal sistema sólo será atractivo si ofrece un mejor servicio que una red de rutas directas.

Frecuencia de los servicios; Para los usuarios los tiempos de espera, acceso y transferencia son más onerosos que los tiempos en el vehículo. Para ofrecer un mejor servicio se debe tratar de reducir estos tiempos ofreciendo una buena cobertura, alta frecuencia y fácil transferencia entre servicios. Una opción muy atractiva es utilizando buses alimentadores más pequeños, estaciones de intercambio especialmente diseñadas para facilitar transferencias y una combinación de servicios de buses articulados expresos y convencionales (troncales).

Integración con otros servicios; Un sistema de transporte masivo Tronco-Alimentador TA tiene elementos de integración entre los servicios troncales y alimentadores. Sin embargo, un TA rara vez cubre la totalidad de una ciudad y es necesario ofrecer una buena integración con otros servicios de transporte público. Varios sistemas TA ofrecen buena integración con servicios de taxi (por ejemplo en Quito) o automóvil particular con aparcamiento en estaciones terminales (Park&Ride). También hay una excelente oportunidad para integrar mejor el transporte por bicicleta con las estaciones de TA ofreciendo un lugar seguro para dejarla durante el día.

1.2. MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Para planear las redes de transporte público (independientemente de si se trata de sistemas de autobuses, trenes, ferris o una combinación) se debe atender a cuatro puntos básicos (Ceder, 2003), descritos en orden jerárquico:

- ✓ *Diseño de la red de rutas.* Consiste en definir la configuración más eficiente de las rutas para transportar, a través de la red, una demanda caracterizada por un conjunto de orígenes y destinos.
- ✓ *Definición de horarios.* Consiste en establecer las horas de prestación del servicio en las diferentes rutas que integran la red, buscando satisfacer algún criterio de calidad de servicio para el usuario.

- ✓ *Programación de los servicios.* Consiste en establecer los programas de servicio en las diferentes rutas que integran la red, considerando el cumplimiento de algún criterio de calidad del servicio tanto para el usuario como para la empresa.
- ✓ *Asignación de tripulación.* Se trata de asignar el personal encargado de la prestación del servicio a cada una de las unidades que integra el parque vehicular.

En esta tesis, se aborda el primer elemento desde la perspectiva del rediseño del trazo de un conjunto de rutas existentes.

Algunas propuestas desarrolladas por diferentes autores para el diseño de redes de transporte público son: aquellas que tratan con redes ideales, las basadas en programación matemática y las que simulan flujos de pasajeros. (Ceder, 2003)

Métodos basados en el concepto de red ideal

Los métodos de redes ideales se basan en un amplio rango de parámetros de diseño, en donde los objetivos reflejan el enfoque tanto del usuario como del operador. Una red ideal contempla rutas de transporte que conectan los grandes puntos generadores de viajes mediante rutas directas, las cuales se establecen a lo largo de las principales líneas de deseo o corredores con mayor concentración de viajes, de modo que se brinde el mayor número de servicios posibles a las áreas habitacionales. Aunque todo ello representa una situación deseable, generalmente existe un conflicto con la cobertura del servicio, tal conflicto surge al intentar cubrir la mayor cantidad de zonas posibles. Lógicamente, se puede lograr una mayor cobertura si se recurre a una mayor cantidad de recorridos tortuosos, es decir, que pasen por un número mayor de calles de menor importancia, situación que ocurre frecuentemente en áreas de baja densidad donde la demanda de transporte es baja o se encuentra dispersa

Modelos de programación matemática

Los modelos de programación matemática están hechos para generalizar los modelos de diseño de redes y los de redes específicas de transporte público. Pretenden aportar una solución única y exacta. Por tanto, ofrecen las siguientes desventajas:

- No se pueden manejar grandes redes de transporte público.
- No se pueden considerar funciones-objetivo específicas ni variables.

- Se determina la frecuencia de paso de los vehículos con base en parámetros económicos, más que en la cantidad de pasajeros.
- No se pueden incorporar simultáneamente tres de los cuatro principales componentes de planeación: diseño de la red, definición de horarios, programación de vehículos. Los modelos no pueden evaluar la red sin definir los requerimientos de vehículos para cada ruta, por lo que se pierde precisión en la evaluación del costo del diseño.
- No se pueden incorporar variables cualitativas.

Modelos de simulación para transporte público

Antes de tratar los modelos de simulación es necesario definir los conceptos de sistema, modelo y simulación (Ortúzar y Sánchez, 2004).

Modelo: esquema teórico que busca representar las relaciones que se dan entre elementos de un sistema para facilitar la comprensión y estudio del mismo y que se puede representar mediante un conjunto de ecuaciones y de relaciones.

Sistema: grupo de objetos que están ligados por algún tipo de interacción con el fin de lograr un propósito. Lo que le pase a un elemento afecta de una u otra manera a los demás elementos, por lo que en la modelación de un sistema es necesario establecer las fronteras entre el sistema y su contexto o ambiente.

Simulación: es la imitación de un proceso del mundo real o de un sistema en el tiempo. Ya sea que se haga a mano o en una computadora, la simulación lleva a la generación de la historia artificial de un sistema, y la observación de esa historia artificial permite hacer inferencias concernientes a las características operativas del sistema real (Banks y Carson, 2002).

Por lo tanto los modelos de simulación para sistemas de transporte público se refieren a la representación de las relaciones que se dan entre los elementos que constituyen la operación del transporte público (oferta y demanda) en un espacio (zona de estudio) y tiempo determinados (hora de máxima demanda). Mediante un programa de computo que replica las condiciones actuales del STP y permite realizar las inferencias necesarias para el estudio del sistema.

En la presente tesis se empleará un modelo de simulación de asignación de flujos para redes de transporte público porque este tipo de modelos permiten caracterizar las interrelaciones en red, proponer modificaciones a los servicios a nivel de trazo y operación y finalmente cuantificar sus índices de desempeño. Además se tiene experiencia en el desarrollo de tales modelos e igualmente se dispone de las herramientas, tanto en equipo de cómputo como en programas, necesarias para modelar sistemas de transporte público.

1.3. SISTEMAS DE TRANSPORTE INTEGRADOS

Un sistema de transporte público Integrado está compuesto idealmente por dos o más modos de transporte público (rutas de autobuses troncales, auxiliares, alimentadoras, metro, tren ligero, ferri, etc.) trabajando juntas para satisfacer adecuadamente las necesidades de transporte de la población de una ciudad. Los componentes y actividades se desarrollan y gestionan para cumplir ciertas metas y no para tener éxito en un elemento aislado.

Un sistema de transporte integrado brinda a los usuarios mayor accesibilidad entre las distintas zonas de la ciudad, estructurando adecuadamente la infraestructura vial a través del uso racional de la misma, ofreciendo un servicio cómodo, seguro y eficiente. La integración del sistema de transporte se da en 3 aspectos:

- *Integración física.* Permite que en las instalaciones del sistema (estaciones de transferencia o paraderos) se realicen transbordos entre rutas troncales, auxiliares y alimentadoras sin costo adicional para el usuario. Para la preservación de tiempos de viaje se habilitan vías segregadas y exclusivas para autobuses y paraderos con acceso exclusivo para los pasajeros así como zonas bi-funcionales que permiten la integración entre las zonas de acceso, peatonales y de prepago.
- *Integración tarifaria.* Se tiene una central de recaudación que valida y distribuye los ingresos entre todas las empresas que prestan el servicio de transporte público. Por lo que la integración tarifaria permite, a través de un pago único, viajar por el sistema integrado, esto se realiza gracias a la configuración de los equipos y sistemas de cobro.

- *Integración operativa.* Integra la gestión de las rutas y de la flota de autobuses en tiempo real, lo que permite el control de la frecuencia de paso y operación de los autobuses brindando datos para definir planes operativos diarios. Asimismo permite la organización armonizada de las rutas que componen el sistema, a fin de que los horarios de servicio para la salida de autobuses sea lo más coordinada posible y evitar en lo posible demoras en filas.

1.4. ESQUEMAS DE PARTICIPACIÓN Y PRODUCCION DEL TRANSPORTE

Con base en los proyectos de BRT llevados a cabo hasta la fecha. Hay un consenso creciente sobre los principios nucleares que conducen a un modelo de negocios eficiente. Los componentes principales de este modelo de negocios son:

- ✓ Ambiente institucional de regulación en el cual empresas privadas de concesión operan el sistema con amplia veeduría pública.
- ✓ Logro de compartimiento de costos en un marco de sociedades públicas-privadas (por ejemplo; el sector público financia los vehículos).
- ✓ Proceso de licitación para la operación de corredores y alimentadoras, que fomente la competencia para el mercado pero limite la competencia al interior del mercado.
- ✓ Compensación de transportistas involucrados basada en los kilómetros-vehículo en vez del número de pasajeros.
- ✓ Sistema de recolección de tarifas con concesión independiente que distribuya las ganancias de forma totalmente transparente.

Las estructuras bien diseñadas para los sistemas BRT han tendido a buscar competencia considerable por el mercado, pero competencia limitada en el mercado. Este uso estratégico de motivaciones competitivas quiere decir que las empresas tienen que competir agresivamente para que se les permita operar. Sin embargo, una vez que se han seleccionado las empresas ganadoras, no tendrán competencia en las calles por la demanda de pasajeros. Así, las empresas tendrán un incentivo para proporcionar un alto nivel de servicio sin generar atributos negativos de condición arriesgada, exceso de velocidad, bajos márgenes de ganancia y cierre de otros vehículos de transporte público para ganar una ventaja conocida como “la guerra del centavo”.

El primer paso para desarrollar una empresa institucional y un plan de negocios visibles para un proyecto de BRT es revisar la estructura existente de regulación del tránsito y el proceso de toma de decisiones. Esto puede cambiar considerablemente de ciudad en ciudad. El desafío es saber cómo transformar una estructura de mercado existente en una que entregue un servicio rentable y de alta calidad.

Tipo	Descripción	Competencia por el mercado	Competencia en el mercado
Monopolio público	Todos los activos y operaciones del sistema están bajo el control de una agencia pública.		
Contrato de administración	Los activos del sistema permanecen bajo el control del sector público, pero ciertas funciones operacionales y de administración se contratan con empresas privadas.	x	
Contrato de servicio de costo bruto	Las empresas privadas compiten para operar rutas pero se les paga con base en su desempeño y no sobre la base de las ganancias por tarifas de pasajero.	x	
Contrato de servicio de costo neto	Las empresas privadas compiten para operar rutas y se les paga en base a las ganancias por tarifas de pasajeros.	x	
Franquicia (exclusiva)	El transportista gana un contrato para operación exclusiva de la ruta y tiene la posibilidad de innovar: la agencia pública todavía establece las tarifas y los parámetros del servicio.	x	
Concesiones (exclusivas)	El transportista gana un contrato para operación exclusiva de la ruta y la total responsabilidad financiera, de planeación operacional dentro de parámetros fijados por la agencia pública.	x	
Franquicia (no exclusiva)	Franquicia con múltiples transportistas en el mismo mercado.	Posible	x
Concesiones (no exclusivas)	Concesiones con múltiples transportistas en el mismo mercado.	Posible	x
Mercado abierto	Los transportistas ofrecen servicios sin ninguna limitación o control: las rutas, horarios, tarifas, número de operadores y vehículos, y niveles de calidad se le dejan al sector público.	x	x

TABLA 1: Opciones Contractuales para las Diferentes Estructuras de Mercado
Fuente: BRT Guide 2010

Algunas ciudades quedan envueltas en un círculo vicioso moviéndose entre sistemas públicos y privados, junto con pasos intermedios de un oligopolio privado altamente regulado y una mezcla de una entidad operada públicamente en competencia con decenas de empresas operadoras no reguladas.

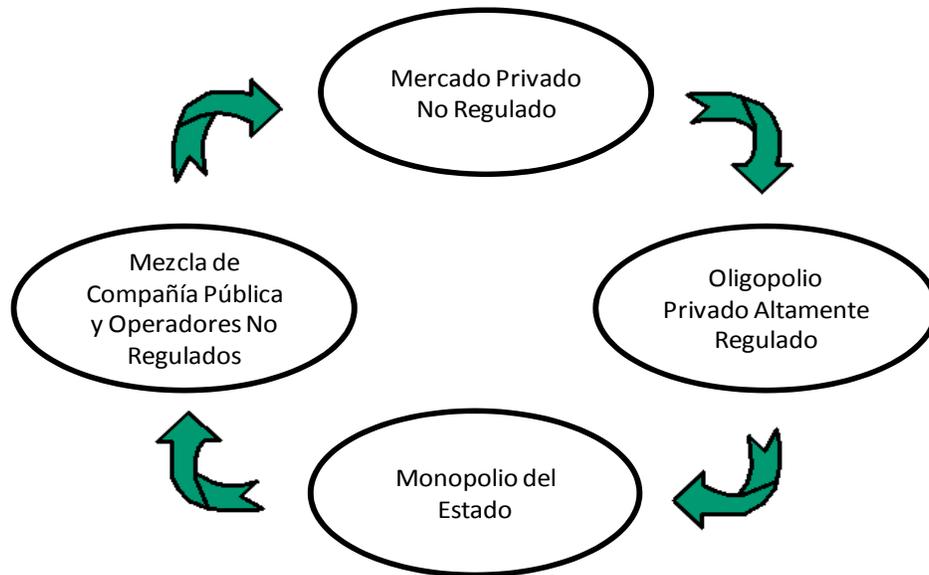


FIGURA 1: El Ciclo Regulatorio del Transporte Público
Fuente: BRT Guide 2010

Composición de la industria	Características	Solución
1 Operadores Privados No Regulados	Competencia caótica y agresiva, conducción peligrosa, servicios inestables, sin integración, tarifas variables.	Amplia regulación gubernamental
2 Oligopolio Privado Altamente Regulado	La industria se consolida en empresas grandes que producen bajos niveles de competencia, seguidas de aumentos en las tarifas; las presiones políticas de las tarifas aumentadas dan como resultado servicios de baja calidad o bancarrota de empresas.	Nacionalización gubernamental de las empresas (porque solo el estado puede asegurar servicios adecuados)
3 Monopolio Estatal	Efectividad de bajo costo debido a objetivos corporativos confundidos (¿Servicio o Ganancia?); inversión baja, esporádica o inapropiada; pobres servicios.	El gobierno tolera transportistas privados ilegales, para cumplir con las demandas insatisfechas del mercado.
4 Mezcla de empresa pública y transportistas no regulados	Los déficits de la empresa pública se vuelven políticamente inaceptables y como resultado se reducen los servicios y aumenta el paratransito en el mercado.	El gobierno se sale del negocio por privatización o por retiro.

TABLA 2: El Ciclo Regulatorio del Transporte Público
Fuente: BRT Guide 2010

Las características del ciclo regulatorio, así como las razones para el colapso inevitable de cada etapa se pueden apreciar en la Tabla 2. A medida que la proliferación de transportistas informales no regulados crea caos en las calles y servicios de poca calidad para la población, los funcionarios intervienen para regular la industria. Sin embargo, las tendencias de oligopolio en las empresas privadas significan que se pueden esperar

aumentos en las tarifas. La presión pública para reducir las tarifas fuerza a las empresas a reducir costos o a enfrentarse a la bancarrota. En este punto, el gobierno decide intervenir para restaurar servicios aceptables. Una empresa de transporte público se forma con control de monopolio sobre todo el mercado. Desafortunadamente, sin los incentivos de ganancia o pérdida del mercado, la compañía pública se vuelve bastante ineficiente. A medida que se acumula déficit público, los servicios y la calidad tienden a disminuir. Viendo una oportunidad, transportistas ilegales de paratransito comienzan a llenar los vacíos en el servicio de la empresa pública. A medida que la compañía comienza acumular pérdidas cada vez mayores los funcionarios deciden entregarle el sistema completamente al sector privado. Así, el círculo regulatorio deviene completamente con un regreso al caos de los operadores privados no controlados.

Una de las principales razones para el éxito de los sistemas BRT, es su capacidad para terminar con este círculo vicioso. Ya que permite un equilibrio financiero y operativo, entre el sector público y el sector privado.

Actualmente el transporte público en las zonas atendidas por el corredor “Zinacantepec-Lerma” está basado en un sistema de concesionamiento, en el que el gobierno otorga concesiones para la operación de rutas a empresas privadas, este esquema de concesionamiento tiene como principal inconveniente que fomenta la sobreoferta y competencia entre las unidades por el pasaje (Sánchez, 2003) generando al mismo tiempo externalidades negativas elevadas y deterioro en la calidad del servicio; constantemente ocurren accidentes provocados por la competencia por el pasaje (ya que el objetivo de los operadores es la de generar un ingreso que permita cubrir “la cuenta” para el concesionario y su salario); las vialidades se encuentran saturadas de unidades por la sobreoferta del servicio; los tiempos de traslado se prolongan demasiado por la falta de control en la operación de las unidades. Finalmente, la emisión de contaminantes a la atmósfera y el ruido son importantes debido al exceso del parque vehicular y al estado de las unidades. Una consecuencia no menos importante que deriva del esquema de concesionamiento actual, se refiere a la falta de un sistema planeado de rutas y la ausencia de integración física y operativa de la red de servicios actuales. En efecto, el trazo de las rutas generalmente une los extremos de la periferia pasando por los polos de mayor atracción de viajes (centro de la ciudad). De esta manera, las vialidades de la parte central de la ciudad tienen alto índice de traslapes generando una competencia más intensiva con las consecuencias ya referidas. Finalmente, una consecuencia adicional de

mediano y largo plazo de este esquema de concesionamiento es la ausencia de una red planeada que structure el crecimiento y desarrollo de la ciudad (Prasaram, 2003) ya que actualmente el crecimiento de la red de transporte público está asociado a la forma de expansión de la ciudad o zona metropolitana, la cual es claramente anárquica y desprovista también de un esquema de regulación efectivo. Las consecuencias negativas del esquema de regulación actual llevan, evidentemente, a la necesidad de modificarlo y con ello tanto la organización de la producción del transporte público como la integración de sus servicios.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

2.3 Análisis de la Oferta del Transporte Público

2.3.1 Estructura de la Red de Transporte Público

2.3.2 Análisis de la Oferta por Cuencas

2.4 Análisis de la Demanda

2.4.1 Líneas de Deseo

En este capítulo, se realiza un análisis a detalle de la oferta que hay para el transporte público en la ciudad de Toluca, considerando rutas que operan y empresas participantes. Posteriormente se lleva a cabo la estructuración de la red de transporte para ciudad de Toluca en la herramienta de modelación (transcad). Una vez atendidos los pasos anteriores se realiza nuevamente un análisis de oferta, en esta ocasión para cada una de las cuencas para las cuales se diseñaran rutas de alimentación, con lo que se determina la participación de las empresas en el esquema alimentador. Parte importante para un buen diseño financiero y funcional es la demanda de usuarios que cada ruta alimentadora captará, por ello es necesario determinar las líneas de deseo que los usuarios describen al realizar sus viajes origen-destino, lo que permite definir las zonas que deben atener las nuevas rutas y la ubicación de estaciones de transbordo.

2.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Inventario de Rutas

Para realizar el inventario de empresas y rutas que presenta el servicio de transporte público en las cuentas atendidas por el corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres)” se tomó como base los listados oficiales de derroteros, facilitados por las empresas transportistas.

Fue necesario realizar actualizaciones en los recorridos, ya que en los últimos cuatro años, debido a la ampliación y modificación de vialidades algunos derroteros cambiaron. La identificación de estos cambios fue fundamental para aplicar los estudios de campo, sobre todo ascensos y descensos, frecuencia de paso y ocupación visual.

El propósito de la actualización de recorridos se resume en tres aspectos:

- a. Identificación de las empresas que prestan el servicio del STP
- b. Verificar el trazo actual de las rutas.
- c. Identificar las paradas principales.

Como primera actividad, se digitalizaron las trazas que presentan las rutas de acuerdo con los listados anteriormente citados. Para poder realizar esta tarea, se empleó un mapa digitalizado de la ciudad de Toluca de trazas urbanas (INEGI), esta mapa fue procesado en transcad (4.5).

Se llegó a un total de 222 rutas oficiales operadas por 22 empresas de transporte.

Tipo de Servicios	Rutas	%
Servicios Urbanos	155	70
Servicios Suburbanos	67	30
Total	222	100

Tabla 3: Clasificación de Rutas del Sistema de Transporte Público para las Zonas Atendidas por el Corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”

Frecuencia de Paso

El formato utilizado para frecuencia de paso se compone de los siguientes datos:

Datos de identificación. Estos datos permiten identificar la encuesta: en dónde y a quién se aplicó.

Datos sobre la hora de paso. Registra la hora de paso de las unidades de transporte urbano y suburbano en el punto de aforo, lo cual permite conocer la frecuencia de las unidades.

Datos de identificación de la unidad. Sirven para conocer la empresa, el número económico y el tipo de unidad que pasa en el punto de aforo.

Datos de carga de pasajeros. Se obtiene la cantidad de usuarios que van a bordo de la unidad cuando ésta pasa por el punto de aforo.

La colecta de información de frecuencia de paso y carga para rutas urbanas-suburbanas se llevó a cabo en 19 puntos importantes de Avenida Solidaridad las Torres, específicamente en intersecciones de alto flujo vehicular y que representan puntos estratégicos de alimentación; algunos otros se ubicaron en las salidas de las colonias

donde confluían mayor número de rutas de determinada empresa para facilitar su identificación.



Figura 2: Ubicación de Estaciones de Frecuencia de Paso y Ocupación Visual

Dentro del trabajo de campo, se hallaron los siguientes problemas:

- a. Unidades de transporte con vidrios polarizados que dificultaban el conteo de la carga.
- b. Unidades sin número económico.
- c. Unidades cubiertas con publicidad que impedían identificar la empresa.
- d. Unidades de la misma empresa con el mismo número económico.

El sistema de rutas de transporte público para las zonas atendidas por el corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres)” está conformado por un total de 222 rutas, de las cuales 155 corresponden a los servicios urbanos y 67 al suburbano.

El listado detallado de las rutas, derroteros, clave y empresa, se puede apreciar en la siguiente tabla:

Clave de Rutas	Empresa	Derroteros	Rutas
02	AUTOBUSES FLECHA BLANCA DE TOLUCA S.A. DE C.V.	22	11
03	AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.	24	12
04	SERVICIOS INTERMETROPOLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	22	11
05	AUTOTRANSPORTES COLON NACIONAL S.A. DE C.V.	20	10
06	AUTOTRANSPORTES SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	22	11
07	AUTOTRANSPORTES TOLUCA-CAPUTITLAN TRIANGULO ROJO S.A. DE C.V.	36	18
08	AUTOTRANSPORTES URBANOS DE TOLUCA Y ZONA CONURBADA S.A. DE C.V.	8	4
09	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOTZIN, S.A. DE C.V.	16	8
10	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	18	9
11	LINEA DE TURISMOS TOLUCA - TENANGO ESTRELLA DE ORO S.A. DE C.V.	8	4
12	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	50	25
13	SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	26	13
14	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	22	11
15	RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	16	8
20	AUTOBUSES ESTRELLA DEL NORESTE, S.A. DE C.V.	34	17
21	AUTOBUSES TOLUCA TLACHALOYA Y RAMALES S.A. DE C.V.	14	7
22	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS CORSARIOS DEL NORTE S.A. DE C.V.	16	8
23	AUTOTRANSPORTES ALA DE ORO, S.A. DE C.V.	8	4
24	AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE TOLUCA S.A. DE C.V.	8	4
25	AUTOTRANSPORTES PRIMERO DE MAYO S.A. DE C.V.	8	4
26	AUTOTRANSPORTES TEMOAYENSES S.A. DE C.V.	24	12
30	TRANSPORTES DE PASAJEROS DE SEGUNDA CLASE FLECHA DE ORO, S.A. DE C.V.	22	11
	Total	444	222

Tabla 4: Clave, Nombre, Número de Derroteros y Número de Rutas de las Empresas que Conforman el Sistema de Transporte Público para las Cuencas Atendidas por el Corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”

2.1.1 ESTRUCTURA DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO

Área de Estudio

El corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) cruza de oriente a poniente la zona metropolitana del valle de Toluca, se sobrepone directamente en los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec y Lerma, sin embargo, el impacto es mayor; tiene influencia directa en los municipios de Almoloya de Juárez, San Mateo Atenco, Ocoyoacac y en grado menor en Calimaya, Mexicalcingo, Chapultepec, Xonacatlán y Otzolotepec. Conecta puntos estratégicos de la ciudad como son el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca, la Terminal de Autobuses, Ciudad Universitaria, además de ser uno de los accesos mas importantes para quienes llegan o salen hacia Valle de Bravo en el poniente ó hacia el Distrito Federal en la región oriente.

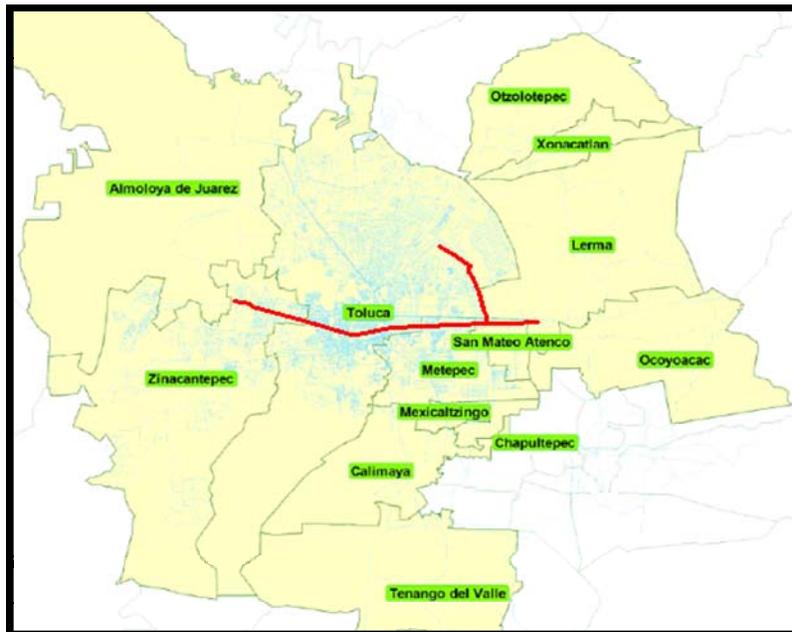


Figura 3: Corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística Geográfica (INEGI) en el año 2010, en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca habitan poco mas de 1.5 millones de personas. Aproximadamente las tres cuartas partes se encuentran en los municipios donde circula el corredor (Zinacantepec, Toluca, Metepec, Lerma). De ahí la importancia del impacto en la movilidad de las personas y de la planeación de estrategias a mediano plazo encaminadas a reordenar el transporte en la ciudad.

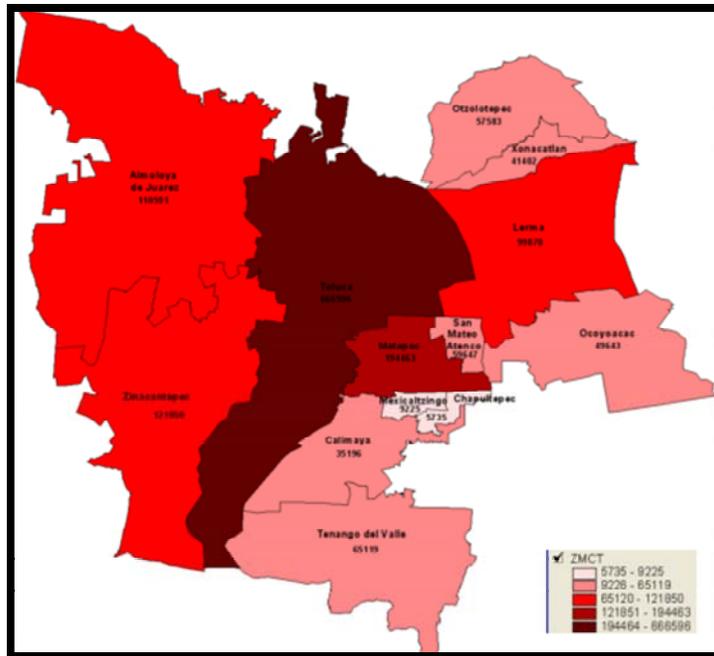


Figura 4: Población en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca

Red Vial

El espacio físico que los alcances del presente estudio tienen considerado se conforma por los trece municipios mencionados al inicio de la sección anterior (área de estudio) y cuya clave (asignada para el presente estudio) y nombre se presentan en la Tabla 5. Así mismo la distribución espacial de ellos se aprecia en la Figura 5.

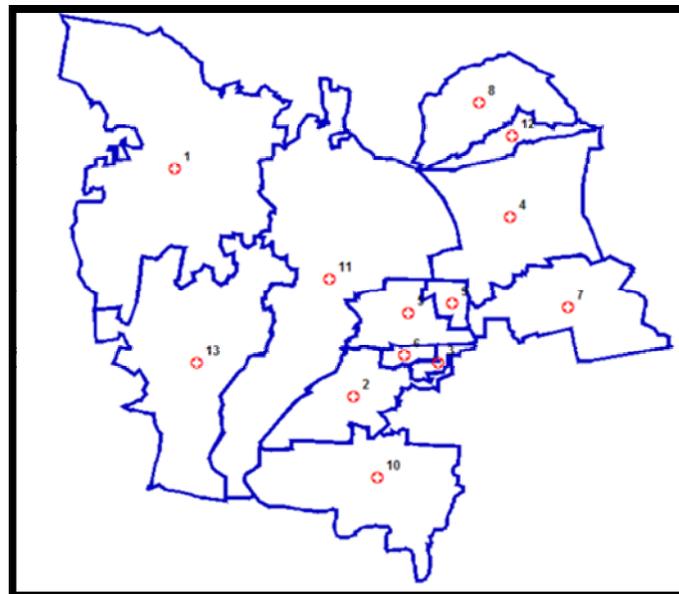


Figura 5: Distribución Espacial de los 13 Municipios de la ZMVT

Los 13 municipios tienen límites políticos bien definidos, a pesar de ello, en la presente tesis esto no es funcional al procesar datos estadísticos, por este motivo se sugiere otro tipo de agrupación. La agrupación sugerida opera bajo la delimitación denominada “Macrozona”: cada Macrozona contiene diferentes municipios: para definir las, se consideró a las principales cuencas de captación de usuarios y la delimitación por AGBs. De esta forma, se obtuvieron 7 Macrozonas (Figura 6).

1. Centro
2. Palmillas
3. Aeropuerto
4. Lerma
5. Metepec
6. Capultitlán
7. Zinacantepec



FIGURA 6: Distribución Espacial de las 7 Macrozonas.

En el Cuadro 5 se menciona, en función de la división – Municipio o Macrozona - , el perímetro y la superficie para cada caso.

La red vial que presenta la Zona Metropolitana del Valle de Toluca cuenta con diversas características físicas, funcionales y de desempeño, aspectos que serán abordados con mayor profundidad más adelante. A la unidad básica de análisis para la red se le conoce como “arco”: cada arco está formado por un nodo de inicio y uno

de terminación, un nodo representa en realidad la intersección de dos o más vialidades.

Cve.	Municipio	Perímetro (Km)	Superficie (Km2)
1	Almoloya de Juárez	174.62	480.35
2	Calimaya	78.57	101.42
3	Chapultepec	25.62	12.13
4	Lerma	83.82	220.11
5	Metepec	50.47	68.38
6	Mexicaltzingo	19.18	12.00
7	Ocoyoacac	74.65	148.20
8	Otzolotepec	60.24	114.22
9	San Mateo Atenco	22.21	19.12
10	Tenango del Valle	87.38	207.44
11	Toluca	168.64	458.92
12	Xonacatlán	48.31	35.4
13	Zinacantepec	136.59	303.19

Cve.	Macrozona	Perímetro (Km)	Superficie (Km2)
1	Centro	33.08	30.70
2	Norte	106.53	410.73
3	Aeropuerto	93.48	387.31
4	Oriente	89.79	279.01
5	Metepec	121.27	621.64
6	Sur	97.92	331.45
7	Poniente	124.27	559.34

TABLA 5: Perímetro y Superficie de Municipios y/o Macrozonas de la ZMVT

La red vial en cuestión abarca aproximadamente 5 953 077 km, teniendo una mayor concentración en el municipio de Toluca (ver Tabla 6). La representación de esto, tanto para la zonificación municipal como por Macrozonas, se observan en la Figura 7 y Figura 8, respectivamente.

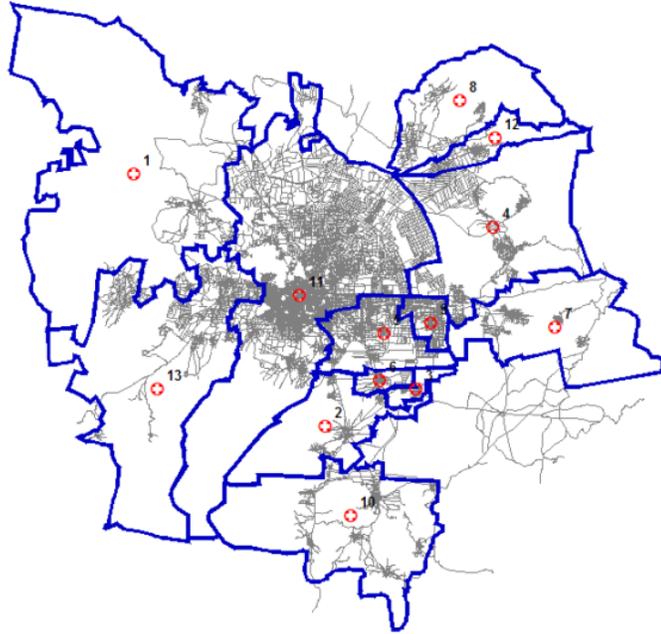


FIGURA 7: Distribución Espacial de la Red Vial por Municipios

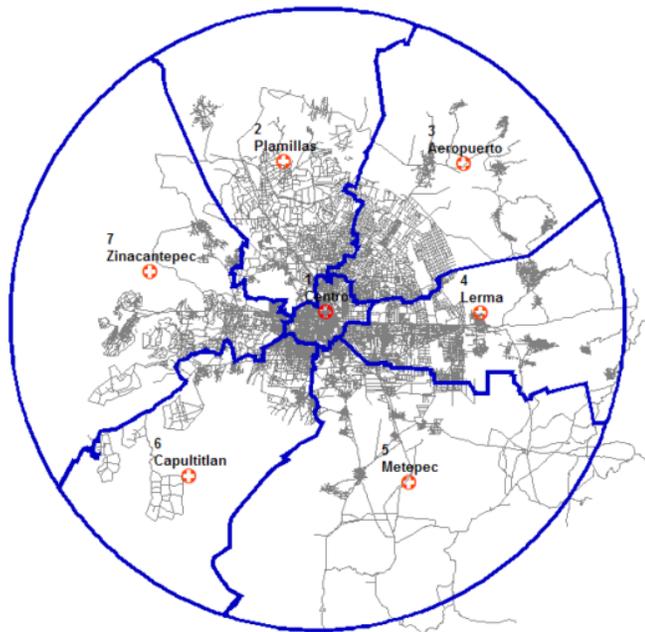


FIGURA 8: Distribución Espacial de la Red Vial por Macrozonas

Cve.	Municipio	Número de arcos	Número de nodos	Longitud de la red (km)	% (i/Si)
7	Ocoyoacac	1596	1268	179.51	3.06%
8	Otzolotepec	987	792	160.72	2.74%
9	San Mateo Atenco	1701	1352	187.50	3.19%
10	Tenango del Valle	1776	1314	321.21	5.47%
11	Toluca	24053	17551	2756.64	46.96%
12	Xonacatlán	797	633	102.37	1.74%
13	Zinacantepec	3810	2940	538.78	9.18%
14	Otros Municipios	75	61	123.74	2.11%

Cve.	Macrozona	Número de arcos	Número de nodos	Longitud de la red (km)	% (i/Si)
1	Centro	6500	4516	566.13	9.51%
2	Norte	4215	3263	797.11	13.38%
3	Aeropuerto	7939	6155	1202.92	20.20%
4	Oriente	9948	7763	1099.65	18.47%
5	Meteppec	6511	4926	1052.31	17.67%
6	Sur	4849	3584	516.61	8.67%
7	Poniente	5767	4453	720.57	12.10%

TABLA 6: Longitud de la Red Vial por Municipio y/o Macrozona

Topología de la Red Vial

Una red vial presenta diferentes características en cada una de las vías que la conforman; aún más, una misma vía puede variar en toda su longitud. Las características que varían son muchas: geométricas (ancho, largo, etc.), físicas (tipo de pavimento, estado del pavimento), de servicio (peatonales, locales, arteriales, colaterales, rápidas), tipo de regulación (autorreguladas, semaforizadas, continuas), etcétera.

Para establecer una tipología, es necesario conocer las características de cada segmento de la red vial. En este proceso, resulta muy importante definir las variables requeridas. El objetivo consiste en clasificar las vías de acuerdo con su función, el derecho de vía y el número de carriles. De manera que bastaría coleccionar en campo sólo estas tres variables, sin embargo, se ha anexado otras que complementan la descripción de la vía, tales son: tipo de regulación, tipo de pavimento y estado de pavimento. Todas las variables se especifican a continuación.

1. Clasificación. Este punto sirve para conocer el número de carriles que tiene la vía y cuántos de ellos son efectivos; el sentido también es tenido en cuenta. Como se observó en campo, existen diversos arreglos, por lo que se ejemplifica mediante esquemas las situaciones más comunes.

2. Tipo de vía. De acuerdo con el funcionamiento de la vía, existe una clasificación en 5 tipos:
 - ✓ Peatonal. En ella el tránsito es peatonal. Ejemplo: Andador Constitución en la colonia Centro.
 - ✓ Local. A través de ella circula solo tránsito local, es decir, habitantes de la zona. Ejemplo: Calle San Javier en la colonia Plazas de San Buenaventura.
 - ✓ Colectora. Recolecta el tránsito de las vías locales y lo lleva a vías arteriales o rápidas. Ejemplo: Horacio Zuñiga.
 - ✓ Arterial. Distribuye a lo largo de las ciudades, el tránsito de las vías locales y colectoras. Ejemplo: José María Morelos y Pavón, V. Carranza, Hidalgo, Lerdo, Independencia.
 - ✓ Rápida. Tienen gran capacidad, se accede a ellas mediante rampas. Ejemplos: Paseo Tollocan, Isidro Fabela, Calzada del Pacífico.

3. Derecho de Vía. Por las vialidades transitan distintos tipos de vehículos (en general particulares y públicos), además de peatones; según esto, se presentan 4 posibles casos:
 - ✓ Peatonal. Por ellas solo transitan peatones.
 - ✓ Transporte Privado. Por ellas solo transitan vehículos particulares.
 - ✓ Transporte Público. Por ellas transitan vehículos públicos.
 - ✓ Transporte Mixto. Por ellas transitan vehículos particulares y públicos.

4. Tipo de Regulación. Según el tipo de regulación, puede haber vías reguladas mediante semáforos, agentes de tránsito, topes, autoreguladas o continuas (sólo vías rápidas), o una combinación de ellas.
 - ✓ Semáforo.
 - ✓ Agente de tránsito.
 - ✓ Tope.
 - ✓ Autorregulada.

✓ Continua.

5. Tipo de pavimento. El tipo de pavimento es una característica que (se cree) influye en la velocidad del vehículo, por ellos se enlistan 4 posibilidades:

- ✓ Flexible.
- ✓ Rígido.
- ✓ Adoquinado o similar.
- ✓ Terracería.

6. Estado. Al igual que el tipo, el estado del pavimento influye en la velocidad del vehículo. Las clasificaciones: excelente, bueno, regular y malo, se asignaron de manera cualitativa.

- ✓ Excelente. Reciben esta clasificación los pavimentos que en su superficie de rodamiento no presentan alguna imperfección. Esta clasificación, por lo general, es alcanzada por aquellos que recientemente han sido colocados o han recibido mantenimiento.
- ✓ Bueno. Reciben esta clasificación los pavimentos cuya superficie de rodamiento presentan pequeñas imperfecciones como leves sinuosidades en el sentido vertical.
- ✓ Regular. Reciben esta clasificación los pavimentos cuya superficie de rodamiento presenta imperfecciones notables: hundimientos y elevaciones, trabajos de rebacheo, aparición de patologías como agrietamientos.
- ✓ Malo. Reciben esta clasificación los pavimentos cuya superficie de rodamiento presenta condiciones que dificultan la conducción, como la presencia de grandes baches.

Características Geométricas y Físicas

Como se mencionó: además del tipo de vía, se registro variables como número de carriles, número de carriles efectivos, tipo de regulación, tipo y estado del pavimento, y número de topes. El resumen de estas variables se presenta en las tablas: Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13.

Cve.	Municipio	Número de Carriles por Sentido					
		1	2	3	4	5	6
1	Almoloya de Juárez	9%	71%	10%	8%	0%	1%
2	Calimaya	9%	80%	9%	0%	0%	1%
3	Chapultepec	33%	67%	0%	0%	0%	0%
4	Lerma	26%	69%	2%	3%	0%	0%
5	Metepec	5%	62%	11%	20%	0%	2%
6	Mexicaltzingo	14%	50%	11%	24%	1%	1%
7	Ocoyoacac	24%	75%	0%	2%	0%	0%
8	Otzolotepec	31%	61%	4%	4%	0%	0%
9	San Mateo Atenco	34%	53%	6%	6%	0%	0%
10	Tenango del Valle	17%	65%	11%	6%	0%	0%
11	Toluca	22%	63%	11%	5%	0%	0%
12	Xonacatlán	10%	84%	6%	0%	0%	0%
13	Zinacantepec	29%	61%	5%	5%	0%	0%
14	Otros Municipios	0%	100%	0%	0%	0%	0%

Cve.	Macrozona	Número de Carriles por Sentido					
		1	2	3	4	5	6
1	Centro	7%	55%	28%	10%	0%	0%
2	Norte	18%	74%	5%	3%	0%	0%
3	Aeropuerto	31%	64%	2%	3%	0%	0%
4	Oriente	27%	59%	7%	7%	0%	0%
5	Metepec	13%	71%	9%	7%	0%	0%
6	Sur	16%	76%	5%	3%	0%	0%
7	Poniente	28%	62%	4%	5%	0%	0%

TABLA 7: Número de Carriles de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

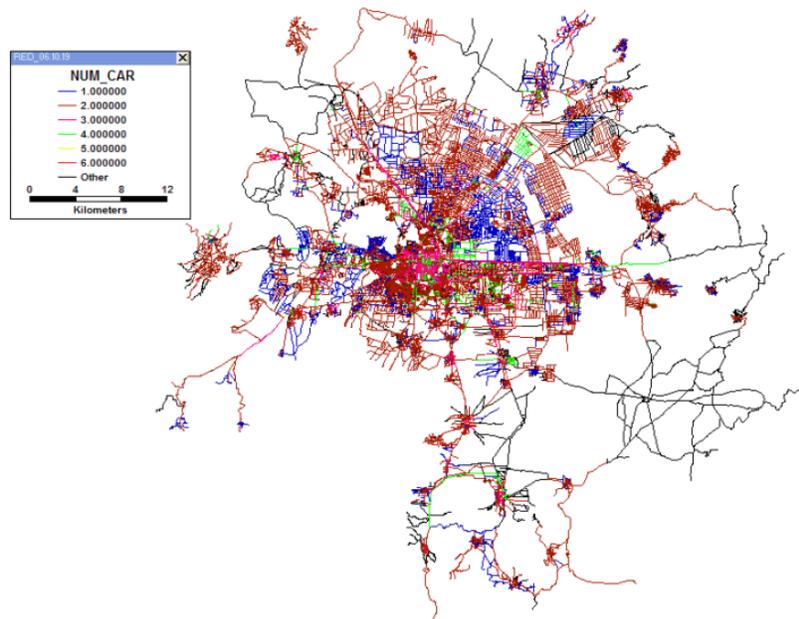


FIGURA 9: Mapa Temático del Número de Carriles de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Número de Carriles Efectivos por Sentido					
		1	2	3	4	5	6
1	Almoloya de Juárez	17%	72%	8%	2%	0%	1%
2	Calimaya	25%	74%	0%	0%	0%	1%
3	Chapultepec	33%	67%	0%	0%	0%	0%
4	Lerma	33%	63%	1%	3%	0%	0%
5	Metepec	14%	66%	7%	12%	0%	1%
6	Mexicaltzingo	16%	67%	3%	13%	0%	1%
7	Ocoyoacac	29%	71%	0%	1%	0%	0%
8	Otzolotepec	32%	65%	0%	2%	0%	0%
9	San Mateo Atenco	44%	50%	4%	2%	0%	0%
10	Tenango del Valle	22%	75%	2%	2%	0%	0%
11	Toluca	26%	68%	4%	2%	0%	0%
12	Xonacatlán	29%	67%	4%	0%	0%	0%
13	Zinacantepec	38%	56%	2%	2%	0%	1%
14	Otros Municipios	0%	100%	0%	0%	0%	0%

Cve.	Macrozona	Número de Carriles Efectivos por Sentido					
		1	2	3	4	5	6
1	Centro	23%	65%	8%	4%	0%	0%
2	Norte	19%	78%	2%	1%	0%	0%
3	Aeropuerto	25%	73%	1%	2%	0%	0%
4	Oriente	38%	54%	4%	4%	0%	0%
5	Metepec	19%	74%	3%	3%	0%	0%
6	Sur	27%	69%	2%	2%	0%	0%
7	Poniente	32%	63%	3%	2%	0%	1%

TABLA 8: Número de Carriles Efectivos de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

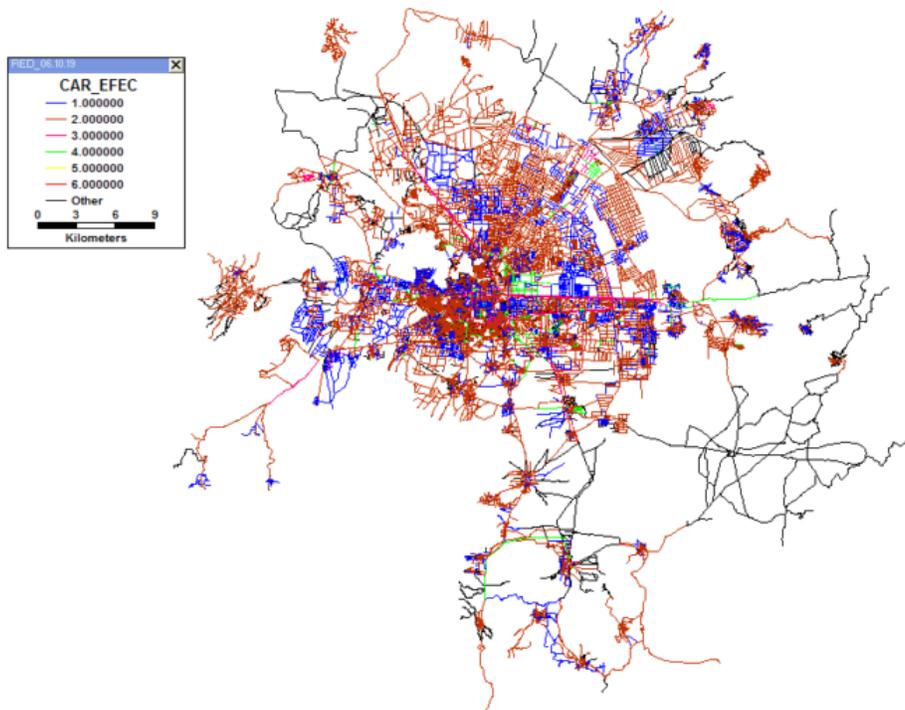


FIGURA 10: Mapa Temático del Número de Carriles Efectivos de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Derecho de Vía			
		Peatonal	Privado	Público	Mixto
1	Almoloya de Juárez	13%	43%	1%	43%
2	Calimaya	4%	44%	0%	53%
3	Chapultepec	10%	32%	0%	58%
4	Lerma	5%	66%	1%	28%
5	Metepec	1%	58%	0%	41%
6	Mexicaltzingo	3%	63%	0%	33%
7	Ocoyoacac	18%	59%	3%	20%
8	Otzolotepec	7%	30%	5%	58%
9	San Mateo Atenco	8%	59%	2%	30%
10	Tenango del Valle	3%	45%	0%	52%
11	Toluca	3%	74%	3%	20%
12	Xonacatlán	6%	59%	0%	34%
13	Zinacantepec	4%	62%	1%	34%
14	Otros Municipios	0%	0%	100%	0%

Cve.	Macrozona	Derecho de Vía			
		Peatonal	Privado	Público	Mixto
1	Centro	3%	81%	6%	11%
2	Norte	6%	62%	4%	28%
3	Aeropuerto	3%	59%	1%	36%
4	Oriente	7%	63%	1%	28%
5	Metepec	3%	60%	1%	36%
6	Sur	2%	74%	1%	23%
7	Poniente	4%	66%	1%	28%

TABLA 9: Tipo de Derecho de Vía de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

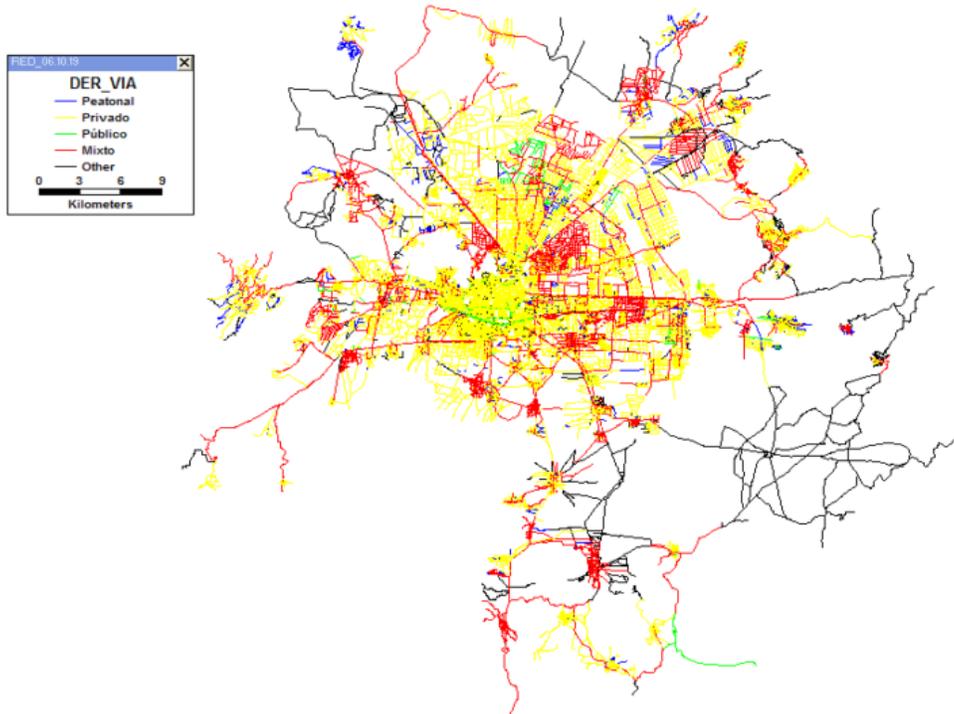


FIGURA 11: Mapa Temático del Derecho de Vía de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Tipo de regulación				
		Semáforo	Agente de Tránsito	Tope	Auto regulada	Continua
1	Almoloya de Juárez	0%	0%	22%	48%	30%
2	Calimaya	0%	0%	31%	36%	33%
3	Chapultepec	3%	0%	92%	3%	2%
4	Lerma	1%	0%	15%	61%	23%
5	Metepec	8%	1%	26%	45%	20%
6	Mexicaltzingo	3%	0%	38%	33%	25%
7	Ocoyoacac	1%	0%	13%	71%	15%
8	Otzolotepec	2%	0%	25%	25%	48%
9	San Mateo Atenco	1%	0%	29%	32%	38%
10	Tenango del Valle	0%	0%	15%	83%	2%
11	Toluca	3%	28%	10%	34%	25%
12	Xonacatlán	0%	1%	30%	43%	26%
13	Zinacantepec	2%	0%	23%	49%	26%
14	Otros Municipios	0%	0%	0%	100%	0%

Cve.	Macrozona	Tipo de regulación				
		Semáforo	Agente de Tránsito	Tope	Auto regulada	Continua
1	Centro	6%	66%	6%	13%	9%
2	Norte	0%	0%	12%	49%	39%
3	Aeropuerto	1%	0%	16%	52%	31%
4	Oriente	4%	1%	20%	52%	23%
5	Metepec	3%	9%	22%	50%	15%
6	Sur	3%	36%	17%	41%	3%
7	Poniente	2%	9%	18%	36%	34%

TABLA 10: Tipo de Regulación en los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

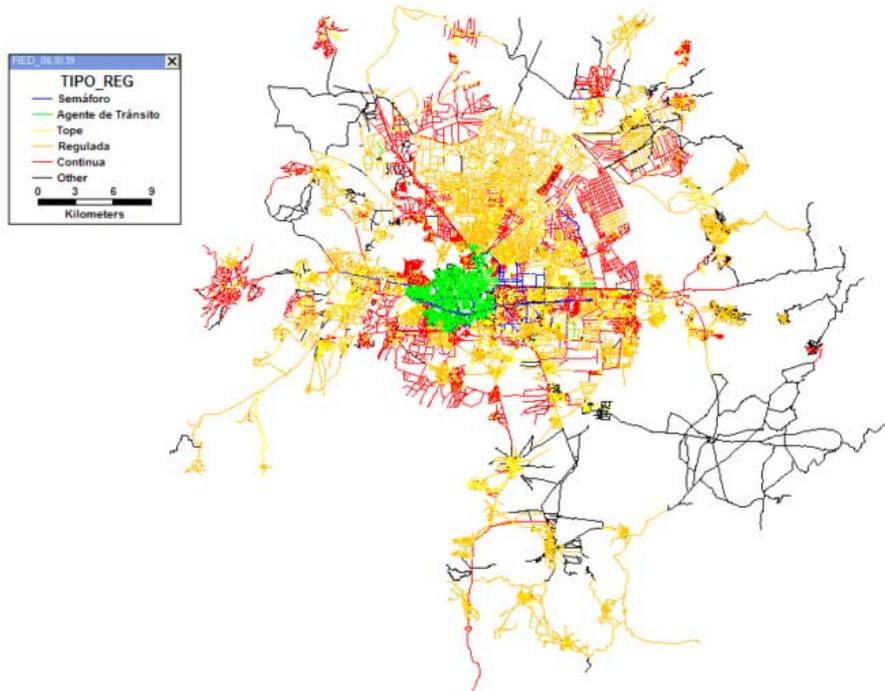


FIGURA 12: Mapa Temático del Tipo de Regulación de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Tipo de pavimento			
		Flexible	Rígido	Adoquinado	Terracería
1	Almoloya de Juárez	38%	21%	3%	38%
2	Calimaya	35%	27%	10%	28%
3	Chapultepec	56%	22%	0%	22%
4	Lerma	46%	49%	4%	0%
5	Metepec	55%	11%	25%	9%
6	Mexicaltzingo	66%	9%	0%	25%
7	Ocoyoacac	18%	44%	21%	17%
8	Otzolotepec	27%	34%	0%	39%
9	San Mateo Atenco	51%	9%	1%	39%
10	Tenango del Valle	38%	40%	2%	19%
11	Toluca	44%	19%	5%	32%
12	Xonacatlán	34%	44%	0%	22%
13	Zinacantepec	22%	21%	4%	52%
14	Otros Municipios	100%	0%	0%	0%

Cve.	Macrozona	Tipo de pavimento			
		Flexible	Rígido	Adoquinado	Terracería
1	Centro	71%	15%	5%	9%
2	Norte	26%	15%	2%	57%
3	Aeropuerto	31%	23%	3%	43%
4	Oriente	43%	25%	12%	21%
5	Metepec	43%	20%	17%	19%
6	Sur	28%	34%	6%	32%
7	Poniente	32%	19%	4%	46%

TABLA 11: Tipo de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

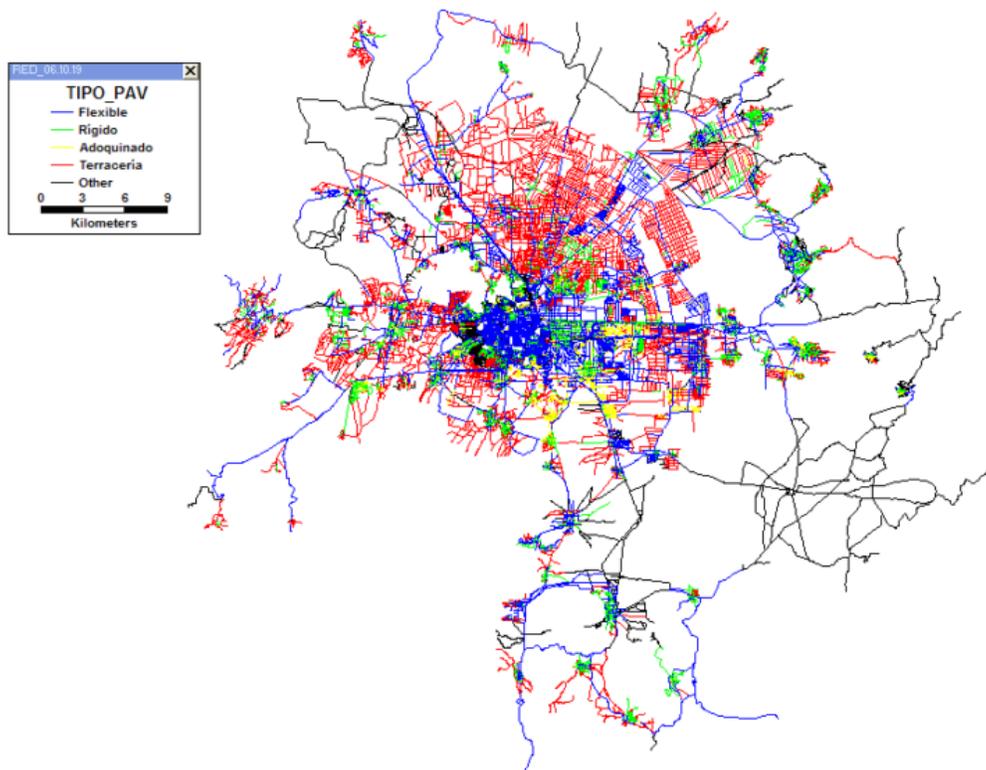


FIGURA 13: Mapa Temático del tipo de Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Estado de pavimento			
		Excelente	Bueno	Regular	Malo
1	Almoloya de Juárez	21%	38%	38%	3%
2	Calimaya	27%	35%	28%	10%
3	Chapultepec	22%	56%	22%	0%
4	Lerma	49%	46%	0%	4%
5	Metepec	11%	55%	9%	25%
6	Mexicaltzingo	9%	66%	25%	0%
7	Ocoyoacac	44%	18%	17%	21%
8	Otzolotepec	34%	27%	39%	0%
9	San Mateo Atenco	9%	51%	39%	1%
10	Tenango del Valle	40%	38%	19%	2%
11	Toluca	19%	44%	32%	5%
12	Xonacatlán	44%	34%	22%	0%
13	Zinacantepec	21%	22%	52%	4%
14	Otros Municipios	0%	100%	0%	0%

Cve.	Macrozona	Estado de pavimento			
		Excelente	Bueno	Regular	Malo
1	Centro	15%	71%	9%	5%
2	Norte	15%	26%	57%	2%
3	Aeropuerto	23%	31%	43%	3%
4	Oriente	25%	43%	21%	12%
5	Metepec	20%	43%	19%	17%
6	Sur	34%	28%	32%	6%
7	Poniente	19%	32%	46%	4%

TABLA 12: Estado del Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

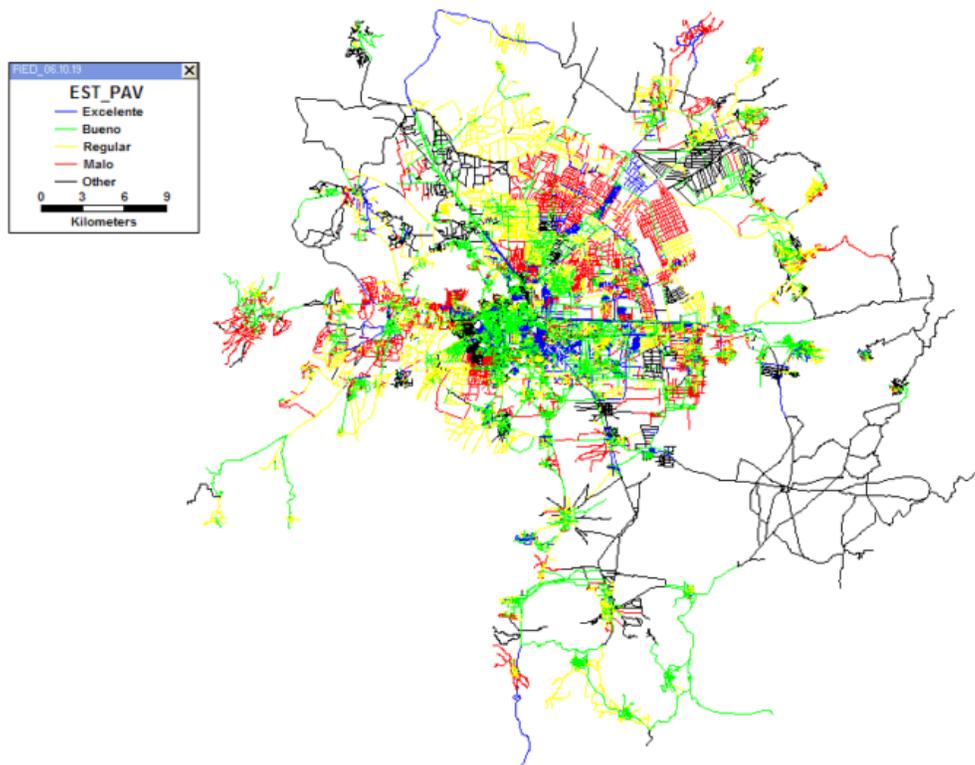


FIGURA 14: Mapa Temático del Estado del Pavimento de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

Cve.	Municipio	Número de Topes por arco					
		0	1	2	3	4	5
1	Almoloya de Juárez	81%	11%	4%	3%	1%	0%
2	Calimaya	71%	18%	7%	3%	1%	0%
3	Chapultepec	77%	0%	8%	12%	0%	3%
4	Lerma	89%	7%	2%	1%	1%	0%
5	Metepec	78%	16%	4%	2%	1%	0%
6	Mexicaltzingo	63%	13%	10%	10%	3%	0%
7	Ocoyoacac	83%	12%	2%	1%	1%	0%
8	Otzolotepec	77%	8%	6%	2%	1%	5%
9	San Mateo Atenco	77%	17%	4%	1%	0%	0%
10	Tenango del Valle	86%	10%	3%	0%	0%	0%
11	Toluca	91%	6%	2%	1%	0%	0%
12	Xonacatlán	77%	8%	6%	4%	4%	0%
13	Zinacantepec	83%	11%	4%	1%	1%	0%
14	Otros Municipios	100%	0%	0%	0%	0%	0%

Cve.	Macrozona	Número de Topes por arco					
		0	1	2	3	4	5
1	Centro	95%	4%	1%	0%	0%	0%
2	Norte	91%	6%	2%	1%	0%	0%
3	Aeropuerto	87%	7%	3%	1%	1%	1%
4	Oriente	82%	13%	3%	1%	1%	0%
5	Metepec	82%	12%	4%	2%	0%	0%
6	Sur	89%	8%	2%	0%	0%	0%
7	Poniente	85%	10%	3%	2%	1%	0%

TABLA 13: Número de Topes sobre los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

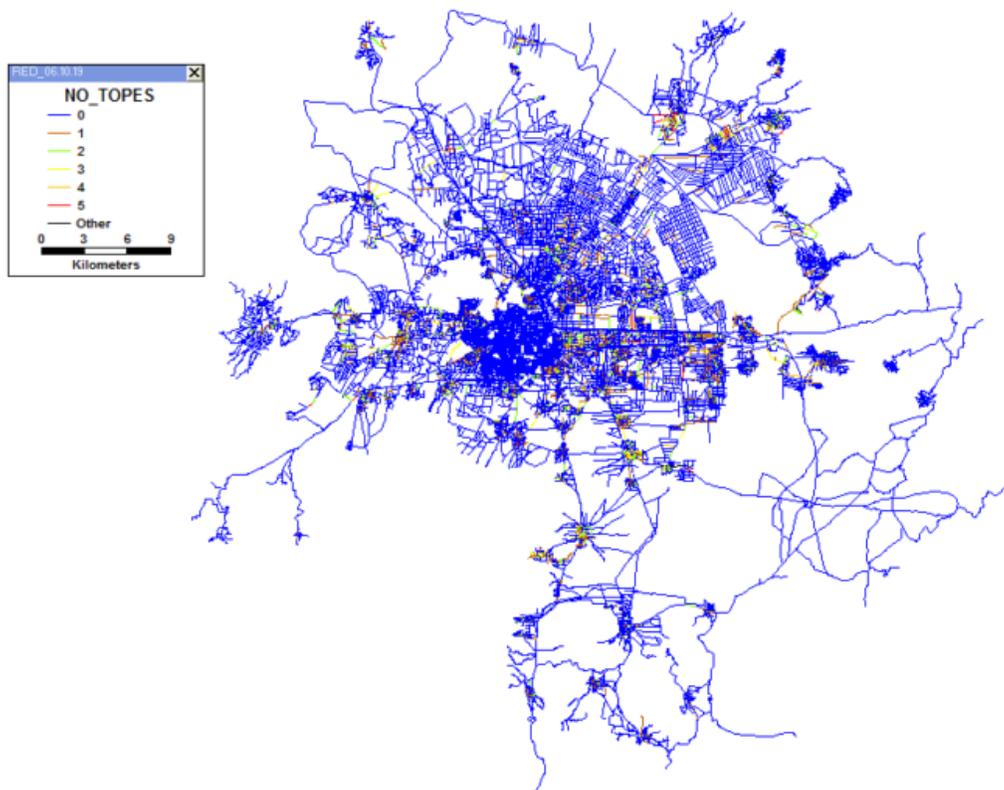


FIGURA 15: Mapa Temático del Número de Topes de los Arcos de la Red Vial en la ZMVT

2.1.2 ANALISIS DE LA OFERTA POR CUENAS

Para facilitar el proceso de análisis y clasificación de las rutas, se definió un código de identificación (ID) por derrotero, este código presenta 8 dígitos de la forma AB-CD-EFGH, misma que integra la información de la empresa concesionaria, la ruta, y el origen/destino del derrotero:

AB. Indica el ID de la empresa.

CD. Indica el ID de la ruta de una empresa determinada.

EF. Representa ID del origen, según la agregación.

GH. Representa ID del destino, según la agregación espacial.

Octante	Dirección	ID
1	Delegación Toluca Norte-Noreste	11
2	Delegación Toluca Noreste-Este	12
3	Delegación Toluca Este-Sureste	13
4	Delegación Toluca Sureste-Sur	14
5	Delegación Toluca Sur-Suroeste	15
6	Delegación Toluca Suroeste-Oeste	16
7	Delegación Toluca Oeste-Noroeste	17
8	Delegación Toluca Noroeste-Norte	18
1	Municipio Toluca Norte-Noreste	21
2	Municipio Toluca Noreste-Este	22
3	Municipio Toluca Este-Sureste	23
4	Municipio Toluca Sureste-Sur	24
5	Municipio Toluca Sur-Suroeste	25
6	Municipio Toluca Suroeste-Oeste	26
7	Municipio Toluca Oeste-Noroeste	27
8	Municipio Toluca Noroeste-Norte	28
1	Zona Metropolitana Norte-Noreste	31
2	Zona Metropolitana Noreste-Este	32
3	Zona Metropolitana Este-Sureste	33
4	Zona Metropolitana Sureste-Sur	34
5	Zona Metropolitana Sur-Suroeste	35
6	Zona Metropolitana Suroeste-Oeste	36
7	Zona Metropolitana Oeste-Noroeste	37
8	Zona Metropolitana Noroeste-Norte	38

TABLA 14: Sectores Octales para Identificación de Orígenes y Destinos

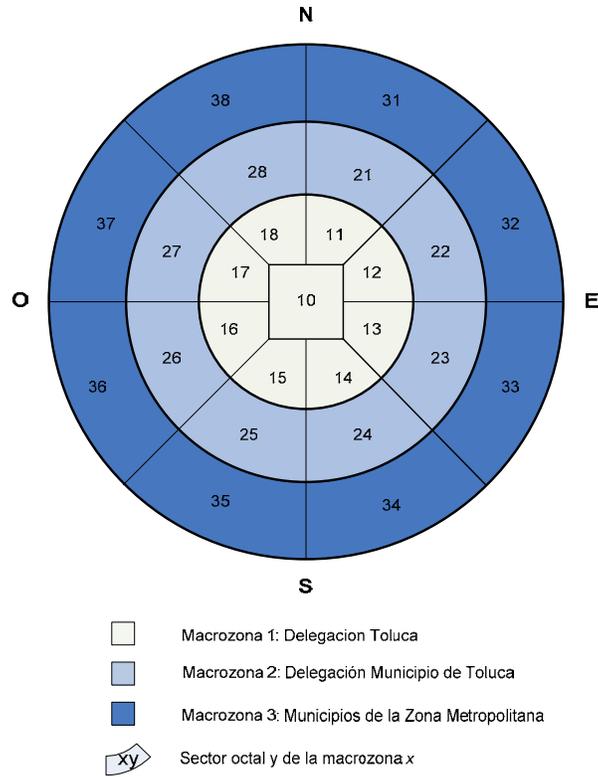


FIGURA 16: Macrozonas y Sectores Octales para la Identificación de Orígenes y Destinos

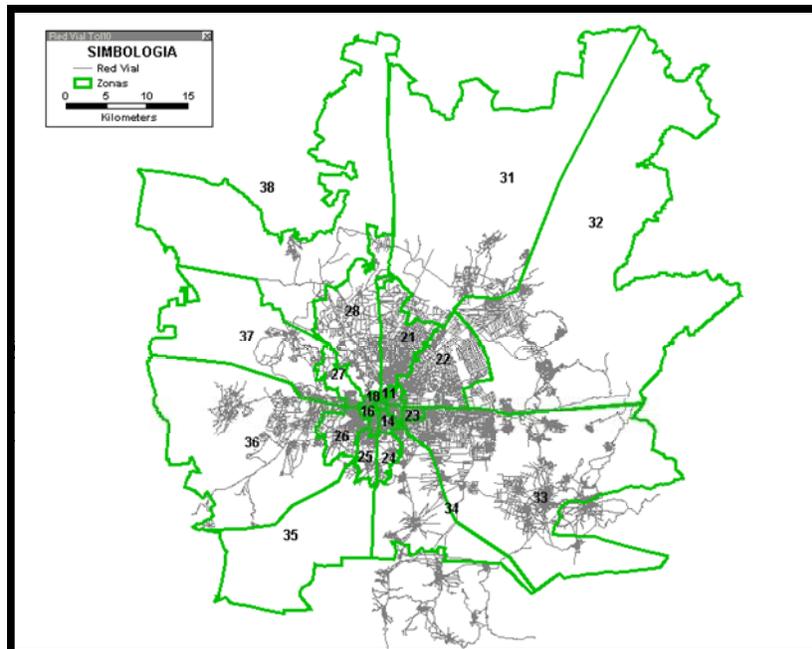


FIGURA 17: Sectores Octales sobre la Red Vial de la ZMVT

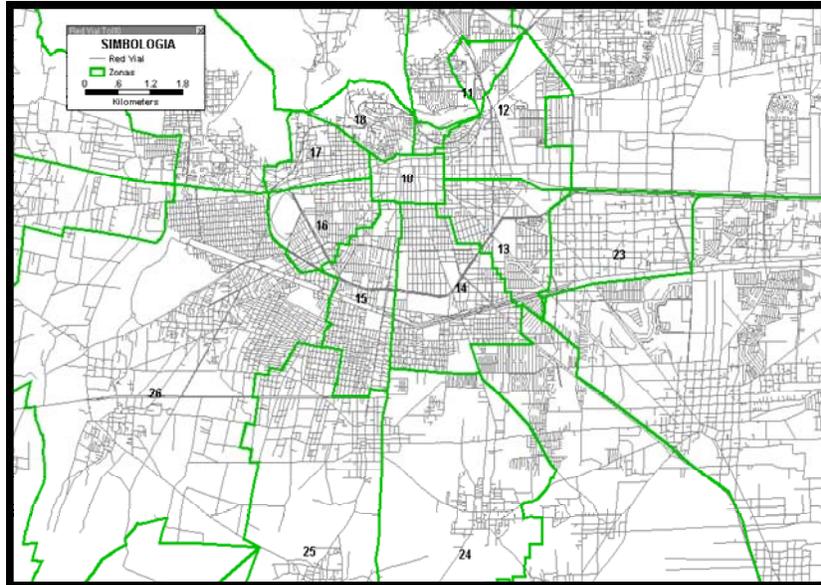


FIGURA 18: Sectores Octales sobre la Red Vial de la ZMVT

Siguiendo el procedimiento de clasificación antes mencionado, el derrotero representado por la clave: 02_01_1437, permite afirmar que el derrotero pertenece a la empresa cuya clave es 02 (Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C. V.), así mismo que el derrotero conforma la ruta uno (en el inventario de las rutas para esta empresa) y además que su recorrido tiene origen en el octante 14 con destino en el octante 37.

Una vez que se les ha asignado clave a todas las rutas del sistema de transporte público de la ZMVT, se realiza el análisis de oferta para cada una de las 7 cuencas (Macrozonas), en un primer paso solo se realiza el inventario de rutas por macrozona, el cual no considera el grado de incidencia que las rutas tienen sobre las cuencas (este análisis se atiende en el capítulo V de esta tesis), únicamente se clasifican las rutas bajo un criterio que solo permite afirmar si la ruta tiene o no tiene incidencia sobre determinada cuenca. De esta manera se obtienen 7 tablas que representan los inventarios de rutas y empresas para cada una de las 7 Macrozonas. Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21.

TABLA 15: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 1 “Centro”, con un Total de 191 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
02_01	AUTOBUSES FLECHA BLANCA DE TOLUCA S.A. D.E.C.V.	AFBT	MINA MEXICO - SANTA JUANA - TOLUCA	
02_02		AFBT	LA PALMA - EL SALITRE - TERMINAL TOLUCA	
02_04		AFBT	SAN CARLOS - TERMINAL TOLUCA	
02_05		AFBT	TOLUCA - CBYS POR LA MAQUINITA - PALMILLAS	
02_06		AFBT	TOLUCA - SAN DIEGO LINARES POR VILLA SECA, MUNICIPIO DE OTZOLTEPEC	
02_07		AFBT	TOLUCA - SAN PABLO AUTOPAN POR SAN CRISTO BAL TERMINAL TOLUCA	
02_08		AFBT	TERMINAL TOLUCA - SAN CRISTOBAL	
02_09		AFBT	TOLUCA - SAN PABLO POR SAN CRISTOBAL	
02_11		AFBT	SAN ANDRES CUEXCONTITLAN - TERMINAL TOLUCA POR LA MAQUINITA	
02_12		AFBT	CBYS - TECNOLÓGICO DE SAN PABLO - TERMINAL TOLUCA POR EL TEJOCOTE	
02_13		AFBT	CENTRAL DE ABASTO - SAN ANDRES CUEXCONTITLAN TOLUCA CENTRO POR EL RASTRO	
03_02		AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA- ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.	ATMTZR	AEROPUERTO - CENTRO - SAN FRANCISCO
03_03			ATMTZR	TECAK - CENTRO - ZAPATA
03_05	ATMTZR		LERMA - CENTRO - SANTA MARIA	
03_06	ATMTZR		ZAPATA - CENTRO - SAN JUAN - OJO DE AGUA	
03_07	ATMTZR		ZAPATA - CENTRO SAN FRANCISCO - LA CAÑADA	
03_08	ATMTZR		ZINACANTEPEC-SAN CRISTOBAL-TOLUCA TERMINAL	
03_09	ATMTZR		ZINACANTEPEC-ACA HUALCO-TOLUCA TERMINAL	
03_10	ATMTZR		ALMOLOYA-SAN MIGUEL-TOLUCA TERMINAL	
03_12	ATMTZR		EL ESTANCO-SAN TAMARIA DEL MONTE-TERMINAL TOLUCA	
03_13	ATMTZR		ALMOLOYA-EL SALITRE-TERMINAL TOLUCA	
03_14	ATMTZR		TERMINAL SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
04_05	SERVICIOS INTERMETROPOLITANO DE TRANSPORTES S.A. DE C.V.		SIT	LAS PALOMAS-CENTRO CULTURAL MEXIQUENSE
04_06			SIT	SAN PABLO AUTOPAN-C.U.
04_08			SIT	RANCHO LA MORRA-TIENDA ISSEMYM TOLUCA-C.U.
04_09		SIT	CIRCUITO TOLL CAN NORTE VIA MERCADO-ZAMARREFO	
04_11		SIT	TERMINAL-CENTRO TOLUCA-MERCADO HIDALGO	
04_13		SIT	SAN MATEJ ATENCO-SAN GASPAR-METEPEC-TOLUCA CENTRO-PARQUESIERRA	
04_14		SIT	LA PILUTA-CASA BLANCA-SANTA CLARA-TERMINAL	
04_16		SIT	JUNIDAD HABITACIONAL HANK GONZALEZ-TERMINAL-C.U.	
04_18		SIT	BARRIO DE GUADALUPE-SAN MATEO ATENCO-CENTRO-CENTRO CULTURAL-SAN ANTONIO BUENA VISTA-EMEF	
04_21		SIT	SAN CRISTOBAL HUICHO CHITLAN-TERMINAL TOLUCA	
05_01		AUTOTRANSPORTES COLON NACIONALES S.A. D.E.C.V.	ATCN	CALIXTLAHUACA-COLONIA SAN CHEZ-PLAZA LAS AMERICAS
05_02	ATCN		COLONIA SANTA BARBARA-TOLUCA-CENTRO-METEPEC	
05_03	ATCN		LA PILUTA-TERMINAL-TOLUCA CENTRO-POR TORRES	
05_04	ATCN		SAN SALVADOR TIZATLALI-TOLUCA CENTRO	
05_05	ATCN		CAPUTITLAN-SAN MATEO OTZACATIPAN	
05_06	ATCN		CALIXTLAHUACA-SEMINARIO-CENTRO-TERESONA	
05_07	ATCN		TECACIC-TERMINAL-SEMINARIO	
05_08	ATCN		COL. JIMENEZ GALLARDO-CALIXTLAHUACA-POR AGA	
05_09	ATCN		SAN MARTIN-CALIXTLAHUACA-LA PILA	
05_10	ATCN		TOLUCA-ALMOLOYA-SAN MIGUEL	
06_02	AUTOTRANSPORTES SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	ATSTZI	MAQUINITA - METEPEC POR BLYD. AEROPUERTO	
06_03		ATSTZI	CERRILLO - SAN PEDRO - TERMINAL TOLUCA	
06_07		ATSTZI	CONSTITUCION TOTEPEC - SAN PEDRO - TERMINAL TOLUCA	
06_08		ATSTZI	CERRILLO SAN PEDRO RAFAEL M. HIDALGO	
06_09		ATSTZI	LA CRESPA - TERMINAL	
06_10		ATSTZI	SAN ANGELIN - TERMINAL TOLUCA	
06_11		ATSTZI	TOLUCA - FRAC. RINCON DE SAN LORENZO	
06_15		ATSTZI	LA FLORESTA - RAFAEL M. HIDALGO	
07_01		AUTOTRANSPORTES TOLUCA-CAPUTITLAN TRIANGULO ROJO S.A. DE C.V.	ATTCTR	SAN MIGUEL TOTO-TERMINAL-TOLUCA CENTRO
07_02			ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-TLACOTEPEC
07_03	ATTCTR		TERMINAL TOLUCA-OCOTITLAN	
07_04	ATTCTR		TOLUCA CENTRO-TLACOTEPEC	
07_08	ATTCTR		CALIMAYA-CENTRO TOLUCA	
07_10	ATTCTR		TERMINAL TOLUCA-SANTA MARIA-EL REFUGIO	
07_11	ATTCTR		TOLUCA CENTRO-SAN BARTOLOMIE TLA TELULCO	
07_12	ATTCTR		SAN JUAN TIAPA-TOLUCA CENTRO	
07_13	ATTCTR		CENTRO TOLUCA-METEPEC-OCOTITLAN	
07_15	ATTCTR		CAPUTITLAN-SAN ANDREZ OCOTLAN	
07_16	ATTCTR		TOLUCA CENTRO-TLACOTEPEC-LA JOYA	
07_17	ATTCTR		GENERAL MOTORS-TLACOTEPEC	
07_18	ATTCTR		TOLUCA CENTRO-SANTA MARIA NATIVITAS	
08_01	AUTOTRANSPORTES URBANOS DE TOLUCA Y ZONA CONURBADA S.A. D.E.C.V.		ATUTZC	LA CRESPA-TOLUCA CENTRO-CAPUTITLAN
08_02		ATUTZC	LA CRESPA-TERMINAL-PREPARATORIA 5-LAS MARGARITAS	
08_03		ATUTZC	SAN FELIPE-CAPUTITLAN - METEPEC	
08_04		ATUTZC	LAS MARGARITAS-PREPA 5-TOLUCA CENTRO LA CRESPA	
08_05		ATUTZC	LAS MARGARITAS-PREPA 5-TOLUCA CENTRO LA CRESPA	

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
09_01	AUTOTRANSPORTER URBANOS Y SUBURBANOS TOLLITZIN, S.A. DE C.V.	ATUST	LA PILITA-CENTRO TOLUCA-C.U. POR LAS TORRES	
09_02		ATUST	TECREGIONAL TOLUCA (LA PILITA) TORRES-C.U.-Lerdo-5 DE MAYO	
09_03		ATUST	OLIMPO-TOLUCA CENTRO-SAN MATEO OXTOTILAN	
09_04		ATUST	AEROPUERTO - TERMINAL - SAN BUENAVENTURA	
09_05		ATUST	LA PILITA- INFONAVIT SAN FRANCISCO -TOLLOCAN -CARRANZA - SAN BUENAVENTURA.	
09_06		ATUST	SANTA MARIA TOTEPEC-POR PASEO TOLLOCAN-CIUDAD UNIVERSITARIA-SAN MATEO OXTOTILAN	
09_07		ATUST	TECREGIONAL TOLUCA (LA PILITA-TORRES-CU.-SAN BUENA AVENTURA-LERDO-5 DE MAYO	
09_08		ATUST	TECNOLOGICO DE TOLUCA-TOLUCA CENTRO-SAN SALVADOR TZATLALLI	
10_01		AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLEDO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALM	SEMINARIO-CENTRO
10_02	ATUZCVT ALM		LA PILITA-CASA BLANCA-CENTRO-C.U.	
10_03	ATUZCVT ALM		COL SAN ISIDRO-EL CAPULIN-LAS PALMAS-ALMOLOYA DE JUAREZ-CAUXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO-POR ISIDRO FABELA	
10_04	ATUZCVT ALM		SAN MATEO OTZACATIPAN - LA CRUZ COMALCO-TERMINAL LAS MARGARITAS	
10_05	ATUZCVT ALM		LA CRUZ COMALCO-TOLUCA CENTRO-CAPUTITLAN-POR SAN LORENZO-POR COLONIA INDEPENDENCIA	
10_06	ATUZCVT ALM		SAN LORENZO CUAHUTENCO-TOLUCA CENTRO	
10_07	ATUZCVT ALM		CALIXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO	
10_08	ATUZCVT ALM		ALMOLOYA DE JUAREZ-COL COLINAS DEL SOL-SAN ISIDRO-CAUXTLAHUACA-LA PILITA	
10_09	ATUZCVT ALM		SAN ANGELES-INN-COL INDEPENDENCIA-C.U.-SEMINARIO	
11_05	LINEA DE TURISMOS TOLUCA- TENANGO ESTRELLA DE ORO S.A. DE C.V.	LTTEO	TOLUCA - METEPEC-CRISA	
12_02	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	SUSX	ACAUALCO - TESTERAZO - CENTRO - PILARES	
12_03		SUSX	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC - CENTRO CULTURAL	
12_04		SUSX	CACALOMACAN - PUNETE PILARES	
12_05		SUSX	SANTA CRUZ CUAHUTENCO - CAUXTLAHUACA -TOLUCA CENTRO	
12_06		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS -TOLUCA CENTRO -PUERTA TOLLITZIN	
12_07		SUSX	SAN FRANCISCO TLALCICALPALAN-TOLUCA CENTRO-PUENTE PILARES	
12_08		SUSX	SAN CRISTOBAL TECOLIT-TERMINAL-PUENTE PILARES POR TORRES	
12_09		SUSX	SANTA CRUZ CUAHUTENCO - COLON - 5 DE MAYO - SAN JERONIMO - X TORRES - PILARES	
12_10		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS - PUENTE PILARES POR TERMINAL TOLUCA.	
12_11		SUSX	CACALOMACAN - CENTRO- SAN MARCOS	
12_12		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO POR BLVD. MIGUEL ALEMAN	
12_13		SUSX	SAN CRISTO BALTECOUT - TERMINAL- X LA VERBA CRUZ - X TORRES - PILARES	
12_14		SUSX	SAN FELIPE TLALMIMILIPAN-TOLUCA CENTRO-SAN MARCOS	
12_15		SUSX	CAUXTLAHUACA-SAN MARCOS YA CHIHUACALTEPEC-INDEPENDENCIA-SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
12_16		SUSX	CONTADERO-SAN JUAN-CENTRO-PILA	
12_17		SUSX	SAN PEDRO TEALPA-ZINACANTEPEC-TOLUCA CENTRO-PUERTA TOLLITZIN	
12_18		SUSX	SAN CRISTOBAL TECOLIT-TOLUCA CENTRO - PILARES	
12_20		SUSX	CALIXTLAHUACA-TERMINAL-TOLUCA POR GAOLINERIA AGA	
12_22		SUSX	SAN FELIPE TLALMIMILIPAN-PRAPARATORIA 5-TOLUCA CENTRO	
12_23		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-TOLUCA CENTRO	
12_24		SUSX	SAN PEDRO TEALPA-PURETA TOLLITZIN-X SAN JUAN DE LAS HUERTAS-ZINACANTEPEC TOLUCA	
12_25		SUSX	CAUXTLAHUACA-PARQUE INDUSTRIAL 2000	
12_26		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO -POR BOULEVARD MIGUEL ALEMAN	
12_27		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
13_01		SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STUSCT	TERMINAL-TOLUCA-HIPICO-C.U.
13_02			STUSCT	LA PILA-TOLUCA CENTRO-POR 5 DE MAYO
13_04	STUSCT		MEXICALZINGO-CODAGEM-CIUDAD UNIVERSITARIA	
13_05	STUSCT		SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-TOLUCA CENTRO-HOSPITAL SANTA CRUZ (COL SAN JUANA)	
13_06	STUSCT		LA PILITA-PILARES-TOLUCA CENTRO-C.U.	
13_07	STUSCT		LAS MARGARITAS-TOLUCA CENTRO-SANTIAGO MILTEPEC	
13_08	STUSCT		SAN FELIPE TLALMIMILIPAN-TOLUCA CENTRO-COMALEP	
13_10	STUSCT		ISSSE-CENTRO-POR PINO SUAREZ	
13_11	STUSCT		SEMINARIO-SANTIAGO MILTEPEC-POR COL OCHO SEDROS-TOLUCA CENTRO	
13_12	STUSCT		COLONIA NUEVA PROGRESO-METEPEC POR TOLUCA CENTRO	
13_13	STUSCT		SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-TOLUCA CENTRO-CIUDAD UNIVERSITARIA	
13_14	STUSCT		FRACCIONAMIENTO PASEOS DEL VALLE-TOLUCA CENTRO-HOSPITAL	
13_16	STUSCT		SAN MATEO-CENTRO-COMONFORT	
14_01	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.		TUST	SAN MARCOS-COMALEP-ISIDRO FABELA-LAS TORRES-METEPEC
14_02			TUST	SAN MARCOS YA CHIHUACALTEPEC-HORTALIZA-METEPEC
14_03			TUST	SANTIAGO TLAXOMULCO-POR ISIDRO FABELA-MERCADO JUAREZ-LAS MARGARITAS
14_04		TUST	SEMINARIO-CENTRAL DE ABASTOS-HOSPITAL NICOLAS-POR CENTRAL CAMIONERA	
14_10		TUST	COLONIA HIDALGO-CENTRAL DE ABASTO	
14_12		TUST	SAN MARCOS YA CHIHUACALTEPEC-CENTRAL DE ABASTOS FRACC. LOS SAUCES-PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
14_15		TUST	SEMINARIO-CENTRO-SAUCES	
14_16		TUST	LAS CRUZ COMALCO-TOLUCA CENTRO	
14_17		TUST	SAN MARCOS-LA PILA-POR PLAZA LAS AMERICAS	
14_18		TUST	METEPEC-C.U.-POR VIA LAS TORRES	
14_19		TUST	PALMILLAS-TERMINAL-SEMINARIO	

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero
15_02	RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	RTP	INFO NAVIT SAN FRANCISCO-C.U.
15_03		RTP	INFONAVIT SAN FRANCISCO-CENTRO POR TORREB-C.L.
15_07		RTP	CIRCUITO TOLLOCAN POR MONUMENTO A COLON
15_10		RTP	SAN PABLO AUTOPAN-TERMINAL TOLUCA
15_12		RTP	METEPEC-INFO NAVIT SAN FRANCISCO-C.U.
15_15		RTP	LA PILITA-TOLLOCAN-CENTRO CULTURAL
15_19		RTP	SAN JUAN TILAPA-TERMINAL TOLUCA-SAN MATEO ATENCO
15_20	RTP	SAN CEBTAL HUICHOCHITLAN-C.U.-POR MORELOS	
20_33	AUTOBUSES ESTRELLA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.	AEN	SAN NICOLAS PERALTA-XONACATLAN-TOLUCA
20_34		AEN	SAN LORENZO-SAN PEDRO HUITZILAPAN-TOLUCA
20_35		AEN	TOLUCA-XONACATLAN-CL CHARCO-SAN FCO.XOCHICUAUHTLA
20_36		AEN	TOLUCA-METRO TOLUCA
21_01	AUTOBUSES TOLUCA TLACHALOYA Y RAMALES S.A. DE C.V.	ATTR	TERMINAL - PRI - FACULTADES - TLACHALOYA
21_02		ATTR	TABORDA - TERMINAL TOLUCA
21_03		ATTR	SAN JOSE DE LA COSTA - TERMINAL TOLUCA
21_04		ATTR	RANCHERIA SAN CARLOS TLACHALOYA - TERMINAL TOLUCA
21_05		ATTR	SAN LORENZO EJIDO - TERMINAL TOLUCA
21_06		ATTR	BARRIO DE BALBUENA - TERMINAL TOLUCA
21_07		ATTR	TLACHALOYA 2a. SECCION - TERMINAL TOLUCA
22_01	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS CORSARIOS DEL NORTE S.A. DE C.V.	ATUSCN	TLACHALOYA-TERMINAL TOLUCA
22_02		ATUSCN	TABORDA-TERMINAL TOLUCA
22_03		ATUSCN	SAN JOSE DE LA COSTA-CENTRO
22_04		ATUSCN	RANCHERIA SAN CARLOS-TLACHALOYA-TERMINAL TOLUCA
22_05		ATUSCN	TOLUCA TERMINAL-ALMOLOYA DE JUAREZ-POR MINA MEXICO
22_06		ATUSCN	BARRIO DE BALBUENA-TERMINAL TOLUCA
22_07		ATUSCN	TERMINAL TOLUCA-SAN LORENZO TOXICO
22_08		ATUSCN	TOLUCA TERMINAL-FRACCI. COLINAS DELS OL-ALMOLOYA DE JUAREZ-SAUTRE DE MAÑONES
23_01	AUTOTRANSPORTES ALA DE ORO, S.A. DE C.V.	ATAO	CERRILLO-VISTA HERMOSA-TERMINAL TOLUCA-X EL ARBO.LTO
23_02		ATAO	SAN NICOLAS TOLENTINO-TERMINAL TOLUCA-X SAN MATEO OXTZACATIPAN
23_03		ATAO	SAN PEDRO TOTLTEPEC-TERMINAL TOLUCA-X LA CRUZ COMALCO
23_04		ATAO	SAN DIEGO DE LOS PADRES-TERMINAL TOLUCA
24_01	AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE TOLUCA S.A. DE C.V.	AVT	SAN LORENZO CUAHUTEMOC-SAN PEDRO TULTEPEC
24_02		AVT	ALMOLOYA - EX-CAMA DE PIEDRA X LAS CRUCES
24_03		AVT	SAN MIGUEL ALMOLOYA-TOLUCA-POR ZAMARRERO
24_04		AVT	SAN FRANCISCO TLALCILA CALPAN-LERMA
26_01	AUTOTRANSPORTES TEMOAYENSES S.A. DE C.V.	ATT	TERMINAL TOLUCA-SAN CRISTOBAL
26_02		ATT	TEMOAYA - TOLUCA POR SAN DIEGO ALCALA
26_03		ATT	TERMINAL - TOLUCA - CENTRO CEREMONIAL
26_04		ATT	JIQUIPILCO EL VIEJO - TERMINAL TOLUCA PUENTE NUEVO.
26_06		ATT	SAN JOSE LAS LOMAS - TOLUCA
26_07		ATT	REVOLUCION - TOLUCA X SAN ANDRES
26_08		ATT	TERMINAL TOLUCA - TEMOAYA
26_09		ATT	SAN ANDRES DEL BORDO - TERMINAL TOLUCA
26_10		ATT	ENTHAVI - TERMINAL TOLUCA
26_11		ATT	COMALCO - TOLUCA
26_12		ATT	LAUREL - TERMINAL TOLUCA
26_13		ATT	LA PROVIDENCIA - TERMINAL TOLUCA
30_01		TRANSPORTES DE PASAJEROS DE SEGUNDA CLASE FLECHA DE ORO, S.A. DE C.V.	TPSCFO
30_02	TPSCFO		SAN MATEO CAPULHUAC POR LA CONCEPCION DE HIDALGO-TOLUCA
30_03	TPSCFO		TOLUCA-FABRICA MARIA-TERMINAL TOLUCA X PARQUE INDUSTRIAL 2000
30_05	TPSCFO		VILLA CUAHUTEMOC-TERMINAL TOLUCA
30_06	TPSCFO		SAN PEDRO ARRIBA-CENTRO DESAN LORENZO OYAMEL-TOLUCA
30_07	TPSCFO		REVOLUCION-SAN DIEGO DE LOS PADRES-TERMINAL TOLUCA
30_08	TPSCFO		SANTA ANA JILOTZINGO-VILLA CUAHUTEMOC-TERMINAL TOLUCA
30_09	TPSCFO		FABRICA MARIA-VILLA CUAHUTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR ISIDRO FABELA-POR PARQUE INDUSTRIAL 2000
30_10	TPSCFO		VILLA CUAHUTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR EL ANTIGUO CAMINO
30_11	TPSCFO		TOLUCA-FABRICA MARIA-TERMINAL TOLUCA POR VILLASANTIN
30_12	TPSCFO		FABRICA MARIA-VILLA CUAHUTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR ISIDRO FABELA-VILLASANTIN

TABLA 16: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 2 "Palmillas", con un Total de 56 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Demotero	
02_01	AUTOBUSES FLECHA BLANCA DE TOLUCA S.A. DE C.V.	AFBT	MINA MEXICO - SANTA JUANA - TOLUCA	
02_02		AFBT	LA PALMA - EL SALITRE - TERMINAL TOLUCA	
02_04		AFBT	SAN CARLOS - TERMINAL TOLUCA	
02_05		AFBT	TOLUCA - CBYS POR LA MAQUINITA - PALMILLAS	
02_06		AFBT	TOLUCA - SAN DIEGO UNARES POR VILLA SECA, MUNICIPIO DE OTZOLOTEPEC	
02_07		AFBT	TOLUCA - SAN PABLO AUTOPAN POR SAN CRISTOBAL TERMINAL TOLUCA	
02_08		AFBT	TERMINAL TOLUCA - SAN CRISTOBAL	
02_09		AFBT	TOLUCA - SAN PABLO POR SAN CRISTOBAL	
02_11		AFBT	SAN ANDRES CUEXCONTILAN - TERMINAL TOLUCA POR LA MAQUINITA	
02_12		AFBT	CBYS - TECNOLÓGICO DE SAN PABLO - TERMINAL TOLUCA POR EL TELCOCOTE	
04_06		SERVICIOS INTERMETRO POLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	SIT	SAN PABLO AUTOPAN-C.U.
05_01		AUTOTRANSPORTES COLOM NACIONALS.A. DE C.V.	ATCN	CAIXTLAHUACA-COLONIA SAN CHEZ-PLAZA LAS AMERICAS
05_06	ATCN		CAIXTLAHUACA-SEMINARIO-CENTRO-TERESONA	
05_07	ATCN		TECACIC-TERMINAL-SEMINARIO	
05_08	ATCN		COL JIMENEZ GALLARDO - CAIXTLAHUACA - POR AGA	
05_09	ATCN		SAN MARTIN-CALIXTLAHUACA-LA PILA	
10_03	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUZCYT ALIM	COL SAN ISIDRO-EL CAPUUN-LAS FALMAS-ALMOLOYA DE JUAREZ-CAIXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO-POR ISIDRO FABELA	
10_07		ATUZCYT ALIM	CAIXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO	
10_08		ATUZCYT ALIM	ALMOLOYA DE JUAREZ-COL COLINAS DEL SOL-SAN ISIDRO-CALIXTLAHUACA-LA PILA	
12_03	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS MINANTECATLS.A. DE C.V.	SUSX	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC - CENTRO CULTURAL	
12_05		SUSX	SANTA CRUZ CUAUHTENCO - CALIXTLAHUACA - TOLUCA CENTRO	
12_11		SUSX	CACALDMACAN - CENTRO- SAN MARCOS	
12_14		SUSX	SAN FELIPE TALMIMILIPAN-TOLUCA CENTRO-SAN MARCOS	
12_15		SUSX	CAIXTLAHUACA-SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-INDEPENDENCIA-SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
12_20		SUSX	CAIXTLAHUACA-TERMINAL-TOLUCA POR GAD LINERIA, AGA	
12_25		SUSX	CAIXTLAHUACA-PARQUE INDUSTRIAL 2000	
12_26		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO - POR BOULEVAR MIEGUELA LEMAN	
13_05	SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STUSCT	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-TOLUCA CENTRO-HOSPITAL SANTA CRUZ (COL SAN JUAN)	
13_08		STUSCT	SAN FELIPE TALMIMILIPAN-TOLUCA CENTRO-CO NALEP	
13_13		STUSCT	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-TOLUCA CENTRO-CIUDAD UNIVERITARIA	
14_01	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	TUST	SAN MARCOS-CO NALEP-ISIDRO FABELA-LAS TORRES-METEPEC	
14_02		TUST	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-HORTALIZA-METEPEC	
14_03		TUST	SANTIAGO TAJAO MULCO-POR ISIDRO FABELA-MERCADO JUAREZ-LAS MARGARITAS	
14_12		TUST	SAN MARCOS YACHIHUACA-TEPEC-CENTRAL DE ABASTOS FRACC. LOS SAUCES-PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
14_17		TUST	SAN MARCOS-LA PILA-POR PLAZA LAS AMERICAS	
14_19		TUST	PALMILLAS-TERMINAL-SEMINARIO	
15_10	RED DE TRANSPORTE PUBLICOS S.A. DE C.V.	RTP	SAN PABLO AUTOPAN-TERMINAL TOLUCA	
21_01	AUTOBUSES TOLUCA TLACHALOYA Y RAMALES S.A. DE C.V.	ATTR	TERMINAL - PRI - FACULTADES - TLACHALOYA	
21_02		ATTR	TABORDA - TERMINAL TOLUCA	
21_03		ATTR	SAN JOSE DE LA COSTA - TERMINAL TOLUCA	
21_04		ATTR	RANCHERIA SAN CARLOS-TLACHALOYA - TERMINAL TOLUCA	
21_05		ATTR	SAN LORENZO EJIDO - TERMINAL TOLUCA	
21_06		ATTR	BARRIO DE BALBUENA - TERMINAL TOLUCA	
21_07		ATTR	TLACHALOYA 2a. SECCION - TERMINAL TOLUCA	
22_01	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS CORSARIOS DEL NORTE S.A. DE C.V.	ATUSCN	TLACHALOYA-TERMINAL TOLUCA	
22_02		ATUSCN	TABORDA-TERMINAL TOLUCA	
22_03		ATUSCN	SAN JOSE DE LA COSTA-CENTRO	
22_04		ATUSCN	RANCHERIA SAN CARLOS-TLACHALOYA-TERMINAL TOLUCA	
22_05		ATUSCN	TOLUCA TERMINAL-ALMOLOYA DE JUAREZ-POR MINA MEXICO	
22_06		ATUSCN	BARRIO DE BALBUENA-TERMINAL TOLUCA	
22_07		ATUSCN	TERMINAL TOLUCA-SAN LORENZO TOXICO	
22_09		ATUSCN	TOLUCA TERMINAL-FRACC COLINAS DEL SOL-ALMOLOYA DE JUAREZ-SAUTRE DE MAÑONES	
26_02		AUTOTRANSPORTES TEMOAYENSIS S.A. DE C.V.	ATT	TEMOAYA - TOLUCA POR SAN DIEGO ALCALA
26_06	ATT		SAN JOSE LAS LOMAS - TOLUCA	
26_09	ATT		SAN ANDRES DEL BORDO - TERMINAL TOLUCA	
26_11	ATT		COMALCO - TOLUCA	

TABLA 17: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 3 “Aeropuerto”, con un Total de 56 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
03_02	AUTOTRANSPORTES MEXICO TOLUCA ZINACANTEPEC Y RAMALBES S.A. DE C.V.	ATMTZR	AEROPUERTO - CENTRO - SAN FRANCISCO	
05_05	AUTOTRANSPORTES COLON NACIONALS.A. DE C.V.	ATCN	CAPUTITLAN-SAN MATEO OTZACATIPAN	
06_01	AUTOTRANSPORTES SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA INDUSTRIALS.A. DE C.V.	ATSTZI	LA CONSTITUCION - METEPEC	
06_02		ATSTZI	MAQUINITA - METEPEC POR BLVD. AEROPUERTO	
06_03		ATSTZI	CERRILLO - SAN PEDRO - TERMINAL TOLUCA	
06_07		ATSTZI	CONSTITUCION TOTOLTEPEC - SAN PEDRO - TERMINAL TOLUCA	
06_08		ATSTZI	CERRILLO SAN PEDRO RAFAEL M. HIDALGO	
06_11		ATSTZI	TOLUCA - FRACC. RINCON DE SAN LORENZO	
06_13		ATSTZI	EL ARBOLITO - VILLA CUAUHTEMOC	
06_15	ATSTZI	LA FLORESTA - RAFAEL M. HIDALGO		
09_02	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLITZIN, S.A. DE C.V.	ATUST	OLIMPO TOLUCA CENTRO SAN MATEO OXTOTITLAN	
09_04	ATUST	AEROPUERTO - TERMINAL - SAN BUENAVENTURA		
09_06	ATUST	SANTA MARIA TOTOLTEPEC-POR PASEO TOLLITZIN-CIUDAD UNIVERSITARIA-SAN MATEO OXTOTITLAN		
10_04	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONNIRPADANA VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUZYTAUM	SAN MATEO OTZACATIPAN - LA CRUZ COMALCO-TERMINAL LAS MARGARITAS	
10_05	ATUZYTAUM	LA CRUZ COMALCO-TOLUCA CENTRO-CAPUTITLAN-POR SAN LORENZO-POR COLONIA INDEPENDENCIA		
10_09	ATUZYTAUM	SAN ANSELMO-INDEPENDENCIA-C.U.-SEMINARIO		
12_12	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO POR BLVD. MIGUEL ALEMAN	
12_25		SUSX	CAUXTLAHUACA-PARQUE INDUSTRIAL 2000	
12_26		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO-POR BOULEVARD MIGUEL ALEMAN	
12_27		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
13_14	SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STUSCT	FRACCIONAMIENTO PASEOS DEL VALLE-TOLUCA CENTRO-HOSPITAL	
14_04	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLITZIN S.A. DE C.V.	TUST	SEMINARIO-CENTRAL DE ABASTOS-HOSPITAL NICO LAS-POR CENTRAL CAMIONERA	
14_10		TUST	COLONIA HIDALGO-CENTRAL DE ABASTO	
14_12		TUST	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-CENTRAL DE ABASTOS FRACC. LOS SAUCES-PARQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
14_15		TUST	SEMINARIO-CENTRO-SAUCES	
14_16		TUST	LAS CRUZ COMALCO-TOLUCA CENTRO	
20_05	AUTOBUSES ESTRELLA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.	AEN	TOLUCA-SANTA MARIA ZOLOTEPEC	
20_13		AEN	EL CHARCO-TOLUCA	
20_31		AEN	TOLUCA-SAN NICOLAS PERALTA	
20_33		AFN	SAN NICOLAS PERALTA-XONACATLAN-TOLUCA	
20_34		AEN	SAN LORENZO-SAN PEDRO HUITZILAPAN-TOLUCA	
20_35		AEN	TOLUCA-XONACATLAN-EL CHARCO-SAN FCO.XO CHICUAHUTLA	
20_36		ACN	TOLUCA-METRO TONCO	
23_01		ATAO	CERRILLO-VISTA HERMOSA-TERMINAL TOLUCA-X EL ARBOLITO	
23_02	ATAO	SAN NICOLAS TOLENTINO-TERMINAL TOLUCA-X SAN MATEO OXTZACATIPAN		
23_03	ATAO	SAN PEDRO TOTOLTEPEC-TERMINAL TOLUCA-X LA CRUZ COMALCO		
23_04	ATAO	SAN DIEGO DE LOS PADRES-TERMINAL TOLUCA		
26_01	AUTOTRANSPORTES TEMOAYENSES S.A. DE C.V.	ATT	TERMINAL TOLUCA-SAN CRISTOBAL	
26_03		ATT	TERMINAL-TOLUCA-CENTRO CEREMONIAL	
26_04		ATT	JIQUIPILCO EL VIEJO - TERMINAL TOLUCA PUENTENUEVO.	
26_07		ATT	REVOLUCION - TOLUCA X SAN ANDRES	
26_08		ATT	TERMINAL TOLUCA - TEMOAYA	
26_10		ATT	ENTHAVI - TERMINAL TOLUCA	
26_12		ATT	LAUREL- TERMINAL TOLUCA	
26_13		ATT	LA PROVIDENCIA - TERMINAL TOLUCA	
30_01		TRANSPORTES DE PASAJEROS DE SEGUNDA CLASE FLECHA DE ORO, S.A. DE C.V.	TPSCFO	SAN MATEO CAPULHUAC-TERMINAL TOLUCA-POR FABRICA MARIA
30_02			TPSCFO	SAN MATEO CAPULHUAC POR LA CONCEPCION DE HIDALGO-TOLUCA
30_03	TPSCFO		TOLUCA-FABRICA MARIA-TERMINAL TOLUCA X PARQUE INDUSTRIAL 2000	
30_05	TPSCFO		VILLA CUAUHTEMOC-TERMINAL TOLUCA	
30_06	TPSCFO		SAN PEDRO ARRIBA-CENTRO DE SAN LORENZO OYAMEL-TOLUCA	
30_07	TPSCFO		REVOLUCION-SAN DIEGO DE LOS PADRES-TERMINAL TOLUCA	
30_09	TPSCFO		SANTA ANA JILOTZINGO-VILLA CUAUHTEMOC-TERMINAL TOLUCA	
30_09	TPSCFO		FABRICA MARIA-VILLA CUAUHTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR ISIDRO FABELA-POR PARQUE INDUSTRIAL 2000	
30_10	TPSCFO		VILLA CUAUHTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR EL ANTIGUO CAMINO	
30_11	TPSCFO		TOLUCA-FABRICA MARIA-TERMINAL TOLUCA POR VILLASANTIN	
30_12	TPSCFO		FABRICA MARIA-VILLA CUAUHTEMOC-TERMINAL TOLUCA POR ISIDRO FABELA-VILLA SANTIN	

TABLA 18: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 4 "Lerma", con un Total de 78 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero
08_02		ATMTZR	AEROPUERTO - CENTRO - SAN FRANCISCO
08_08	AUTOTRANSPORTES	ATMTZR	TECAX - CENTRO - ZAPATA
08_05	MEXICO-TOLUCA-	ATMTZR	LERMA - CENTRO - SANTA MARIA
08_06	ZINACANTEPEC Y	ATMTZR	ZAPATA - CENTRO - SAN JUAN - OJO DE AGUA
08_07	RAMALES S.A. DE C.V.	ATMTZR	ZAPATA - CENTRO SAN FRANCISCO - LA CAÑADA
08_11		ATMTZR	TERMINAL-SAN MATEO ATENCO
04_13	SERVICIOS	SIT	SAN MATEO ATENCO-SAN GASPAR-METEPEC-TOLUCA CENTRO-PARQUE SIERRA
04_14	INTERMETROPOLITANO	SIT	LA PILITA-CASA BLANCA-SANTA CLARA-TERMINAL
04_16	DETRANSPORTE S.A. DE	SIT	UNIDAD HABITACIONAL HANK GONZALEZ-TERMINAL-C.U.
04_18	C.V.	SIT	BARRIO DE GUADALUPE-SAN MATEO ATENCO-CENTRO-CENTRO CULTURAL-SAN ANTONIO BUENA VISTA-ENEF
04_24		SIT	METEPEC- SAN MATEO ATENCO
05_01		ATCN	CALIXTLAHUACA-COLONIA SANCHEZ-PLAZA LAS AMERICAS
05_02	AUTOTRANSPORTES	ATCN	COLONIA SANTA BARBARA-TOLUCA-CENTRO-METEPEC
05_08	COLON NACIONAL S.A.	ATCN	LA PILITA-TERMINAL-TOLUCA CENTRO-POR TORRES
05_04	DE C.V.	ATCN	SAN SALVADOR TIPATIPI-TOLUCA CENTRO
05_09		ATCN	SAN MARTIN-CALIXTLAHUACA-LA PILA
06_01	AUTOTRANSPORTES	ATSTZI	LA CONSTITUCION - METEPEC
06_02	SUBURBANOS DE	ATSTZI	MAQUINITA - METEPEC POR BLVD. AEROPUERTO
06_06	TOLUCA Y ZONA	ATSTZI	CERRILLO - PARQUE INDUSTRIAL - TOLUCA
06_07	INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	ATSTZI	CONSTITUCION TOTOLTEPEC - SAN PEDRO - TERMINAL TOLUCA
08_09		ATUTZC	SAN FELIPE-CAPULTILAN - METEPEC
09_01		ATUST	LA PILITA-CENTRO TOLUCA-C.U.POR LAS TORRES
09_02		ATUST	TEC REGIONAL TOLUCA(LA PILITA)TORRES-C.U.-LERDO-5 DE MAYO
09_08	AUTOTRANSPORTES	ATUST	OLIMPO-TOLUCA CENTRO-SAN MATEO OXTOTITLAN
09_04	URBANOS Y	ATUST	AEROPUERTO - TERMINAL - SAN BUENAVENTURA
09_05	SUBURBANOS	ATUST	LA PILITA-INFONAVIT SAN FRANCISCO-TOLLOCAN-CARRANZA - SAN BUENAVENTURA.
09_06	TOLLOTZIN, S.A. DE C.V.	ATUST	SANTA MARIA TOTOLTEPEC-POR PASEO TOLLOCAN-CIUDAD UNIVERSITARIA-SAN MATEO OXTOTITLAN
09_07		ATUST	TEC REGIONAL TOLUCA(LA PILITA-TORRES-C.U.-SAN BUENA AVENTURA-LERDO-5 DE MAYO
09_08		ATUST	TECNOLOGICO DE TOLUCA-TOLUCA CENTRO-SAN SALVADOR TIZATLALI
10_02	AUTOTRANSPORTES	ATUZCVT ALM	LA PILITA-CASA BLANCA-CENTRO-C.U.
	URBANOS Y ZONA		
	CONURBADA DEL VALLE		
10_08	DE TOLUCA ADOLFO	ATUZCVT ALM	ALMOLOYA DE JUAREZ-COL. COLINAS DEL SOL-SAN ISIDRO-CALIXTLAHUACA-LA PILITA
	LOPEZ MATEOS, S.A. DE		
	C.V.		
11_05	LINEA DE TURISMOS	LTTED	TOLUCA - METEPEC - CRISA
	TOLUCA - TENANGO		
	ESTRELLA DE ORO S.A. DE		
	C.V.		
12_02		SUSX	ACAHUALCO - TESTERAZO - CENTRO - PILARES
12_04		SUSX	CACALOMACAN - PUNETE PILARES
12_06		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-TOLUCA CENTRO - PUERTA TOLLOTZIN
12_07		SUSX	SAN FRANCISCO TLACILALCALPAN-TOLUCA CENTRO-PUENTE PILARES
12_08		SUSX	SAN CRISTOBAL TECOUI-TERMINAL-PUENTE PILARES POR TORRES
12_09		SUSX	SANTA CRUZ CUAUHTECO - COLON - 5 DE MAYO - SAN JERONIMO - X TORRES - PILARES
12_10		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS - PUENTE PILARES PORTERMINAL TOLUCA.
12_12	SERVICIOS URBANOS Y	SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO POR BLVD. MIGUEL ALEMAN
12_13	SUBURBANOS	SUSX	SAN CRISTOBAL TECOUI - TERMINAL - X LA YERACRUZ - X TORRES - PILARES
12_16	XINANTECATL S.A. DE	SUSX	CONTADERO - SAN JUAN - CENTRO - PILA
12_16	C.V.	SUSX	SAN PEDRO TEJALPA-ZINACANTEPEC-TOLUCA CENTRO-PUERTA TOLLOTZIN
12_17		SUSX	SAN CRISTOBAL TECOUI - TOLUCA CENTRO - PILARES
12_18		SUSX	SAN FELIPE-TIADMIMILOLPAN-PRAPARATORIA 5-TOLUCA CENTRO
12_22		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-TOLUCA CENTRO
12_28		SUSX	CALIXTLAHUACA-PARQUE INDUSTRIAL 2000
12_25		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO-POR BOULEVARD MIGUEL ALEMAN
12_26		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-PRACUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000
12_27		SUSX	LA PILA-TOLUCA CENTRO-POR 5 DE MAYO
13_02	SISTEMA DE	STUSCT	MEXICALZINGO-CODAGEM-CIUDAD UNIVERTARIA
13_04	TRANSPORTE URBANO Y	STUSCT	LA PILITA-PILARES-TOLUCA CENTRO-C.U.
13_06	SUBURBANO DE LA	STUSCT	COLONIA NUEVA PROGRESO-METEPEC POR TOLUCA CENTRO
13_12	CIUDAD DE TOLUCA, S.A.	STUSCT	SAN MATEO-CENTRO-COMONFORT
13_12	DE C.V.	STUSCT	
13_16		STUSCT	

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
14_01	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	TUST	SAN MARCOS-CO NALEP-ISIDRO FABELA-LAS TORRES-METEPEC	
14_02		TUST	SAN MARCOS YACHI HUACALTEPEC-HORTALIZA-METEPEC	
14_17		TUST	SAN MARCOS-LA PILA-POR PLAZA LAS AMERICAS	
14_18		TUST	METEPEC-C.U.-POR VIA LAS TORRES	
15_02	RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	RTP	INFONAVIT SAN FRANCISCO-C.U.	
15_09		RTP	INFONAVIT SAN FRANCISCO-CENTRO POR TORRES-C.U.	
15_12		RTP	METEPEC-INFONAVIT SAN FRANCISCO-C.U.	
15_15		RTP	LA PILTA-TOLLOCAN-CENTRO CULTURAL	
15_19		RTP	SAN JUAN TILAPA-TERMINAL TOLUCA-SAN MATEO ATENCO	
20_01	AUTOBUSES ESTRES LA DEL NO RESTE, S.A. DE C.V.	AEN	TOLUCA-SANTIAGO TIANGUISTENCO	
20_02		AEN	TOLUCA-SANTIAGO TIANGUISTENCO	
20_08		AEN	TOLUCA-CHALMA	
20_05		AEN	TOLUCA-SANTA MARIA ZOLOTEPEC	
20_07		AEN	ATASQUILLO-TOLUCA	
20_08		AEN	TOLUCA-SAN MIGUEL AMEYALCO	
20_11		AEN	ACAZULCO-TOLUCA	
20_12		AEN	TOLUCA-TULTEPEC-CHOLULA	
20_13		AEN	EL CHARCO-TOLUCA	
20_14		AEN	SAN MATEO ATENCO-SAN GASPAR-TIAPAHUEUPAN	
20_15		AEN	TOLUCA-CERRILLO	
20_31		AEN	TOLUCA-SAN NICOLAS PERALTA	
20_32		AEN	ALMALAYA-TOLUCA	
24_01		AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE TOLUCA S.A. DE C.V.	AVT	SAN LORENZO CUAHUTENCO-SAN PEDRO TULTEPEC
24_04		DE C.V.	AVT	SAN FRANCISCO TLALCILA L CALPAN-IERMA

TABLA 19: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 5 "Metepéc", con un Total de 46 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero
04_05	SERVICIOS INTERMETROPOLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	SIT	LAS PALMAS-CENTRO CULTURAL MEXIQUENSE
04_24		SIT	METEPEC - SAN MATEO ATENCO
05_02	AUTOTRANSPORTES COLON NACIONAL S.A. DE C.V.	ATCN	COLONIA SANTA BARBARA-TOLUCA-CENTRO-METEPEC
05_04		ATCN	SAN SALVADOR TZATZALI-TOLUCA CENTRO
05_08		ATCN	COL. JIMENEZ GALLARDO-CALIXTLAHUACA-POR AGA
06_02	AUTOTRANSPORTES SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	ATSTZI	MIQUINTA - METEPEC POR BLVD. AEROPUERTO
07_01	AUTOTRANSPORTES TOLUCA-CAPUTITLAN TRIANGULO ROJO S.A. DE C.V.	ATTCTR	SAN MIGUEL TOTO-TERMINAL-TOLUCA CENTRO
07_03		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-OCOTITLAN
07_05		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-ZARAGOZA
07_06		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-SAN ANDRES OCOTLAN
07_07		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-LA HUERTA
07_08		ATTCTR	CAJIMAYA-CENTRO TOLUCA
07_09		ATTCTR	BALDERAS-TERMINAL TOLUCA
07_11		ATTCTR	TOLUCA CENTRO-SAN BARTOLOME TLATELULCO
07_13		ATTCTR	CENTRO TOLUCA-METEPEC-OCOTITLAN
07_15		ATTCTR	CAPUTITLAN-SAN ANDRES OCOTLAN
07_16		ATTCTR	TOLUCA CENTRO TLACOTEPEC LA JOYA
07_18		ATTCTR	TOLUCA CENTRO-SANTA MARIA NATIVITAS

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero
08_02	AUTOTRANSPORTES URBANOS DE TOLUCA Y ZONA CONURBADA S.A. DE C.V.	ATUTZC	LA CRESPA-TERMINAL-PREPARATORIA 5-LAS MARGARITAS
08_09		ATUTZC	SAN FELIPE CAPULTEPEC - METEPEC
08_05		ATUTZC	LAS MARGARITAS- PREPA 5- TOLUCA CENTRO LA CRESPA
10_04	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUJCVT.ALM	SAN IVATED OTZACATIPAN - LA CRUZ COMALCO-TERMINAL LAS MARGARITAS
10_06		ATUJCVT.ALM	SAN LORENZO CUAHUTENCO-TOLUCA CENTRO
11_02	LINEA DE TURISIMOS TOLUCA - TENANGO ESTRELLA DE ORO S.A. DE C.V.	LTTTEO	TOLUCA - TENANGO
11_09		LTTTEO	TOLUCA - SANTIAGO TIANGUISTENCO
11_04		LTTTEO	ALMOLOYA DEL RIO - TERMINAL TOLUCA POR CHAPULTEPEC
11_05		LTTTEO	TOLUCA - METEPEC - CRISA
12_14	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	SJSX	SAN FELIPE TLALMIMILOLPAN-TOLUCA CENTRO-SAN MARCOS
13_01	SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STJSCT	TERMINAL-TOLUCA-HIPICO-C.U.
13_04		STJSCT	MEXICALZINGO-CODAGEM-CIUDAD UNIVERITARIA
13_07		STJSCT	LAS MARGARITAS-TOLUCA CENTRO-SANTIAGO MILTEPEC
13_08		STJSCT	SAN FELIPE TLALMIMILOLPAN-TOLUCA CENTRO-CONALEP
13_10		STJSCT	ISSSE-CENTRO-POR PINO SUAREZ
13_12		STJSCT	COLONIA NUEVA PROGRESO-METEPEC POR TOLUCA CENTRO
13_14		STJSCT	FRACCIONAMIENTO PASOS DEL VALLE-TOLUCA CENTRO-HOSPITAL
13_16	STJSCT	SAN MATEO CENTRO COMONFORT	
14_03	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	TUST	SANTIAGO TLAXQUILCO-POR ISIDRO FABELA- MERCADO JUAREZ-LAS MARGARITAS
20_01	AUTOBUSES ESTRELLA DEL NORESTE, S.A. DE C.V.	AEN	TOLUCA-SANTIAGO TIANGUISTENCO
20_02		AEN	TOLUCA-SANTIAGO TIANGUISTENCO
20_03		AEN	TOLUCA-CHALMA
20_12		AEN	TOLUCA-TULTEPEC-CHOLLULA
20_32		AEN	ALMALAYA-TOLUCA
25_01	AUTOTRANSPORTES PRIMERO DE MAYOS, S.A. DE C.V.	ATPV	LA CONCEPCION - SAN BARTOLOME - CHAPULTEPEC - TOLUCA
25_02		ATPV	XALATLACO- TOLUCA - VIA SANTIAGO TLAPA
25_03		ATPV	ALMOLOYA DEL RIO - TOLUCA
25_04		ATPV	TOLUCA-SAN PEDRO ZITLALTEPEC - ZEPATLALTEPEC FOR SAN JUAN XOCHILACA

TABLA 20: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 6 “Capultitlan”, con un Total de 44 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
03_06	AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-	ATMIZR	ZAPATA - CENTRO - SAN JUAN - OJO DE AGUA	
03_14	ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.	ATMIZR	TERMINAL SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
04_05	SERVICIOS INTERNETROPOLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	SIT	LAS PALMAS-CENTRO CULTURAL MEXIQUENSE	
05_05	AUTOTRANSPORTES	ATCN	CAPULTITLAN-SAN MATEO OTZACATIPAN	
05_06	COLON NACIONAL	ATCN	CALIXTLAHUACA-SEMINARIO-CENTRO-TERBONA	
05_07	S.A. DE C.V.	ATCN	TECAMIC-TERMINAL-SEMINARIO	
07_02	AUTOTRANSPORTES TOLUCA-CAPULTITLAN TRIANGULO ROJO S.A. DE C.V.	ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-TLACOTEPEC	
07_04		ATTCTR	TOLUCA CENTRO-TLACOTEPEC	
07_10		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-SANTA MARIA-EL REFUGIO	
07_12		ATTCTR	SAN JUAN TILAPA-TOLUCA CENTRO	
07_14		ATTCTR	TERMINAL TOLUCA-SAN JUAN TILAPA-SAN MARCO	
07_15		ATTCTR	CAPULTITLAN-SAN ANDREZ O COTLAN	
07_16		ATTCTR	TOLUCA CENTRO-TLACOTEPEC-LA JOYA	
07_17		ATTCTR	GENERAL MOTORS-TLACOTEPEC	
08_01	AUTOTRANSPORTES URBANOS DE TOLUCA Y ZONA CONURBADA S.A. DE C.V.	ATUTZC	LA CRISPA-TOLUCA CENTRO-CAPULTITLAN	
08_03	S.A. DE C.V.	ATUTZC	SAN FELIPE-CAPULTITLAN - MITEPEC	
09_04	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLITZIN, S.A. DE C.V.	ATLST	AEROPUERTO - TERMINAL - SAN BUENAVENTURA	
09_05	S.A. DE C.V.	ATLST	LA PILITA - INFONAVIT SAN FRANCISCO - TOLLITZIN - CARRANZA - SAN BUENAVENTURA	
09_07	S.A. DE C.V.	ATLST	TEC REGIONAL TOLUCA (LA PILITA - TORRES - C.U. - SAN BUENAVENTURA - LERDO - 5 DE MAYO)	
10_01	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALJM	SEMINARIO - CENTRO	
10_03	S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALJM	COLSAN ISIDRO-EL CAPULIN-LAS PALMAS-ALMOLOYA DE JUAREZ-CALIXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO-POR ISIDRO FABELA	
10_05	S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALJM	LA CRUZ COMALCO-TOLUCA CENTRO-CAPULTITLAN-POR SAN LORENZO-POR COLONIA INDEPENDENCIA	
10_07	S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALJM	CALIXTLAHUACA-TERMINAL-SEMINARIO	
10_09	S.A. DE C.V.	ATUZCVT ALJM	SAN ANGEL-INN-CO LINDEPENDENCIA-C.U.-SEMINARIO	
12_04	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	SUSX	CACALMACAN - PUNETE PILARES	
12_05		SUSX	SANTA CRUZ CUAUHTENCO - CALIXTLAHUACA - TOLUCA CENTRO	
12_06		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS - TOLUCA CENTRO - PUERTA TOLLITZIN	
12_09		SUSX	SANTA CRUZ CUAUHTENCO - COLON - 5 DE MAYO - SAN JERONIMO - X TORRES - PILARES	
12_10		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS - PUENTE PILARES POR TERMINAL TOLUCA.	
12_11		SUSX	CACALMACAN - CENTRO - SAN MARCOS	
12_12		SUSX	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO POR BLVD. MIGUEL ALEMAN	
12_13		SUSX	SAN CRISTO BALTECOLIT - TERMINAL - X LA VERACRUZ - X TORRES - PILARES	
12_15		SUSX	CALIXTLAHUACA-SAN MARCOS YACHIHUA CALTEPEC-INDEPENDENCIA-SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
12_17		SUSX	SAN PEDRO TEJALPA-ZINACANTEPEC-TOLUCA CENTRO-PUERTA TOLLITZIN	
12_23		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-TOLUCA CENTRO	
12_27		SUSX	SAN JUAN DE LAS HUERTAS-PRAQUE INDUSTRIAL TOLUCA 2000	
12_28		SUSX	CACALMACAN-ZINACANTEPEC-SANTA MARIA DEL MONTE	
13_08		SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STUSCT	SAN FEUPETLALMIMILPAN-TOLUCA CENTRO-CONALEP
13_11		S.A. DE C.V.	STUSCT	SEMINARIO-SANTIAGO MILTEPEC-POR COLONCHO SEDROS-TOLUCA CENTRO
14_04	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLITZIN S.A. DE C.V.	TUST	SEMINARIO-CENTRAL DE ABASTOS-HOSPITAL NICOLAS-POR CENTRAL CAMIONERA	
14_15	S.A. DE C.V.	TUST	SEMINARIO-CENTRO-SAUCES	
14_18	S.A. DE C.V.	TUST	PALMILLAS-TERMINAL-SEMINARIO	
15_18	RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	RTP	SAN JUAN TILAPA-TERMINAL TOLUCA-SAN MATEO ATENCO	

TABLA 21: Inventario de Rutas que Tienen Incidencia sobre la Cuenca 7 “Zinacantepec”, con un Total de 40 Rutas.

Ruta	Empresa	Clave	Derrotero	
08_02	AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.	ATMTZR	AEROPUERTO - CENTRO - SAN FRANCISCO	
08_03		ATMTZR	TECAX - CENTRO - ZAPATA	
08_05		ATMTZR	LERMA - CENTRO - SANTA MARIA	
08_06		ATMTZR	ZAPATA - CENTRO - SAN JUAN - OJO DE AGUA	
08_07		ATMTZR	ZAPATA - CENTRO SAN FRANCISCO - LA CAÑADA	
08_08		ATMTZR	ZINACANTEPEC-SAN CRISTOBAL-TOLUCA TERMINAL	
08_09		ATMTZR	ZINACANTEPEC-ACAHUALCO-TOLUCA TERMINAL	
08_10		ATMTZR	ALMOLOYA-SAN MIGUEL-TOLUCA TERMINAL	
08_12		ATMTZR	EL ESTANCO-SANTAMARIA DEL MONTE-TERMINAL TOLUCA	
08_13		ATMTZR	ALMOLOYA-EL SALITRE-TERMINAL TOLUCA	
04_09		SERVICIOS INTERMETROPOLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	SIT	CIRCUITO TOLLOCAN NORTE-VIA MERCADO-ZAMARRERO
04_13		SIT	SAN MATEO ATENCO-SAN GASPAR-METEPEC-TOLUCA CENTRO-PARQUE SIERRA	
04_18			BARRIO DE GUADALUPE-SAN MATEO ATENCO-CENTRO-CENTRO CULTURAL-SAN ANTONIO BUENA VISTA-ENEF	
05_10	AUTOTRANSPORTES COLON NACIONAL S.A. DE C.V.	ATCN	TOLUCA-ALMOLOYA-SAN MIGUEL	
09_08	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOTZIN, S.A. DE C.V.	ATUST	OLIMPO-TOLUCA CENTRO-SAN MATEO OXTOTITLAN	
09_06	ATUST	SANTA MARIA TOTOLTEPEC-POR PASEO TOLLOCAN-CIUDAD UNIVERSITARIA-SAN MATEO OXTOTITLAN		
10_08	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLF LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	ATUZCYT ALM	ALMOLOYA DE JUAREZ-COL. COLINAS DEL SOL-SAN ISIDRO-CALIXTLAHUACA-LA PILITA	
12_02	SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	SUSK	ACAHUALCO - TESTERAZO - CENTRO - PILARES	
12_06		SUSK	SAN JUAN DE LAS HUERTAS -TOLUCA CENTRO -PUERTA TOLLOTZIN	
12_07		SUSK	SAN FRANCISCO TLALCILA LCALPAN-TOLUCA CENTRO-PUENTE PILARES	
12_08		SUSK	SAN CRISTOBAL TECOLIT-TERMINAL-PUENTE PILARES POR TORRES	
12_12		SUSK	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO POR BLVD. MIGUEL ALEMAN	
12_13		SUSK	SAN CRISTOBAL TECOLIT - TERMINAL - X LA VERACRUZ - X TORRES - PILARES	
12_15		SUSK	CALIXTLAHUACA-SAN MARCOS YACHIHLIJA CALTEPEC-INDEPENDENCIA-SAN JUAN DE LAS HUERTAS	
12_16		SUSK	CONTADERO-SAN JUAN-CENTRO-PILA	
12_17		SUSK	SAN PEDRO TEJALPA-ZINACANTEPEC-TOLUCA CENTRO-PUERTA TOLLOTZIN	
12_18		SUSK	SAN CRISTOBAL TECOLIT -TOLUCA CENTRO - PILARES	
12_22		SUSK	SAN FELIPE-TLALMIMILOLPAN-PRA PARAT ORIA 5-TOLUCA CENTRO	
12_24		SUSK	SAN PEDRO TEJALPA-PURETA TOLLOTZIN-X SAN JUAN DE LAS HUERTAS-ZINACANTEPEC TOLUCA	
12_26		SUSK	ZINACANTEPEC-CENTRAL DE ABASTO-POR BOULEVAR MIGUEL ALEMAN	
12_28		SUSK	CACALOMACAN-ZINACANTEPEC-SANTA MARIA DEL MONTE	
13_12		SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	STUSCT	COLONIA NUEVA PROGRESO-METEPEC POR TOLUCA CENTRO
13_13	STUSCT	SAN MARCOS YACHIHUACALTEPEC-TOLUCA CENTRO-CIUDAD UNIVERITARIA		
14_10	TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	TUST	COLONIA HIDALGO- CENTRAL DE ABASTO	
15_07	RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	RTP	CIRCUITO TOLLOCAN POR MONUMENTO A COLON	
22_08	AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS CORSARIOS DEL NORTE S.A. DE C.V.	ATUSCN	TOLUCA TERMINAL-FRACCI. COLINAS DEL SOL-ALMOLOYA DE JUAREZ-SALITRE DE MANONES	
24_01	AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE TOLUCA S.A. DE C.V.	AVT	SAN LORENZO CUAHUTENCO-SAN PEDRO TULTEPEC	
24_02		AVT	ALMOLOYA - EX-CAMA DE PIEDRA X LAS CRUCES	
24_03		AVT	SAN MIGUEL ALMOLOYA-TOLUCA-POR ZAMARRERO	
24_04		AVT	SAN FRANCISCO TLALCILA LCALPAN- LERMA	

2.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

En la siguiente sección se describen los trabajos de campo realizados para determinar la demanda de transporte público en la ZMVT. Cabe mencionar que durante su ejecución no se identificaron algunas de las rutas que tienen concesión para su operación diaria. Esta ausencia se debe, según los propios conductores o despachadores, a que las rutas no son rentables o que la empresa no cuenta con unidades suficientes para el servicio.

Estudio de Frecuencia de Paso y Ocupación Visual.

Este estudio permite obtener el número de unidades que proporcionan el servicio. La desagregación se realiza por ruta o en casos más generales por empresa. El análisis de esta información permite obtener el número total de ascenso-descenso o usuarios transportados. El levantamiento se incluye para cada unidad: hora de paso por el punto de estudio, empres, ruta, número económico de la unidad y ocupación de la unidad. Este último elemento es registrado mediante una escala cualitativa (e.g. todos los asientos ocupados o lleno total). Se describe a continuación los elementos relevantes de este estudio.

Ubicación de Puntos de Registro.

El aforo fue realizado en 19 puntos repartidos en las avenidas López Mateos y Las Torres y otros en algunos sitios considerados importantes para el esquema de alimentación del corredor. En la primera avenida se ubicaron 7 puntos, mientras que en las Torres fueron 9 uno más en el centro de Zinacantepec y dos sobre la avenida Tollocan. La relación de la intersección y la distribución espacial se visualizan en la Tabla 22 y la Figura 19.

ID	NOMBRE DE LA ESTACIÓN
1	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - AVENIDA TECNOLOGICO
2	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - COMONFORT
3	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - AVENIDA 5 DE MAYO
4	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - JOSE MARIA PINO SUAREZ
5	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - HERIBERTO ENRIQUEZ
6	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - PASEO COLON
7	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - LAGUNA DEL VOLCAN
8	AVENIDA SOLIDARIDAD LAS TORRES - VENUSTIANO CARRANZA
9	ADOLFO LOPEZ MATEOS - PASEO MATLATZINCAS
10	ADOLFO LOPEZ MATEOS - FILIBERTO NAVAS
11	ADOLFO LOPEZ MATEOS - AZTECAS
12	ADOLFO LOPEZ MATEOS - 16 DE SEPTIEMBRE
13	ADOLFO LOPEZ MATEOS - CARRETERA ALMOLOYA DE JUAREZ
14	ADOLFO LOPEZ MATEOS - JUAN ALDAMA
15	ADOLFO LOPEZ MATEOS - CALZADA DEL PANTEON
16	ADOLFO LOPEZ MATEOS - DIAZ MIRON
17	PASEO UNIVERSIDAD - TOLLOCAN
18	TOLLOCAN (GLORIETA FRANCIA)
19	ZINACANTEPEC CENTRO

TABLA 22: Ubicación de Puntos de Aforo F.P.

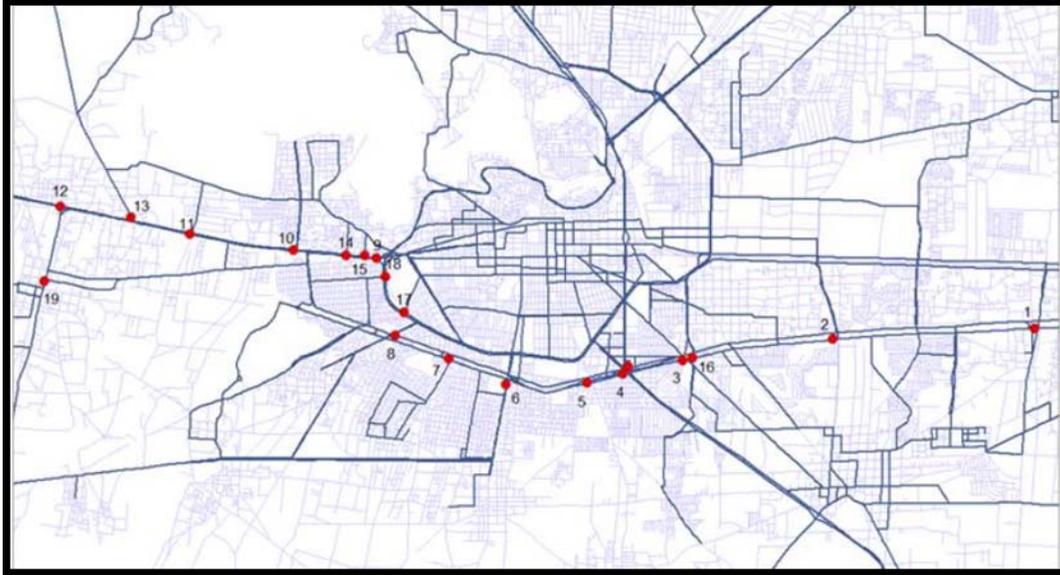


FIGURA 19: Distribución Espacial de Aforo de Frecuencia de Paso

El registro de la información de campo fue realizado en formatos previamente diseñados para tal fin, entre la información a solicitar destaca: la hora de paso de la unidad, empresa, número económico, la bandera (rótulos) de la ruta y el nivel de ocupación. Éste último fue calificado mediante una escala cualitativa:

- ✓ Menos de la mitad de asientos ocupados
- ✓ Mitad de asientos ocupados
- ✓ Todos los asientos ocupados
- ✓ Todos los asientos ocupados más personas de pie en el pasillo
- ✓ Todos los asientos ocupados más el total del pasillo ocupado
- ✓ Ocupación mayor a la normal (muy lleno)

El formato utilizado se visualiza en la Figura 20.

Estudio de Ascenso Descenso

El estudio consiste en obtener el número de pasajeros que suben y bajan, por lo que los aforadores a bordo de la unidad registran estos valores en un formato predefinido. Generalmente, es personalizado para cada ruta o derrotero según el caso de estudio.

La información recolectada es utilizada para obtener la cantidad de usuarios que utilizan la ruta de transporte público en estudio, de esta manera, se consiguen insumos para determinar los periodos valle y punta, así como el valor de la sección de máxima demanda o los tiempos de recorrido. A continuación se describe este análisis.

Para la realización de AD se identificaron 21 puntos de control, siendo estos las intersecciones donde los aforadores debían subir o bajar del autobús (ver Figura 21). El período de aplicación de este estudio fue variado en las rutas transversales y para las rutas principales el aforo fue realizado durante 6 horas en cada ruta.



FIGURA 21: Ubicación de Puntos para Abordar el Autobús Durante la Realización de AD

La información fue registrada en formatos personalizados según cada derrotero (ver figuras, Figura 22 y Figura 23), de acuerdo a las paradas identificadas previamente.

Expansión de la Muestra de Ascenso/Descenso

Considerando los insumos de AD y el número de unidades horarias se realizó la expansión de la muestra de usuarios que abordaron las unidades, la expresión utilizada para esto fue la siguiente:

$$D = (\text{Ascensos}_i)(\text{NúmVeh}_i)$$

Donde D es el número de ascensos durante la hora i, Ascensos_i es la cantidad de usuarios registrados durante el aforo y NúmVeh_i el número de unidades para el mismo período i.

Variación horaria de la Demanda

En la Figura 24 se muestra la distribución horaria de la demanda (AD) considerando el total de rutas, se visualiza que el período pico es entre las 7 y 9 horas; sin embargo, tomando en cuenta tanto la movilidad de la demanda (e.g. horario de entrada a centros escolares o trabajo) como el número de usuarios (30% que acepto tener tiempo de recorrido mayores a una hora, es aceptable considerar el período de máxima demanda (PMD) entre las 7 y 8 horas.

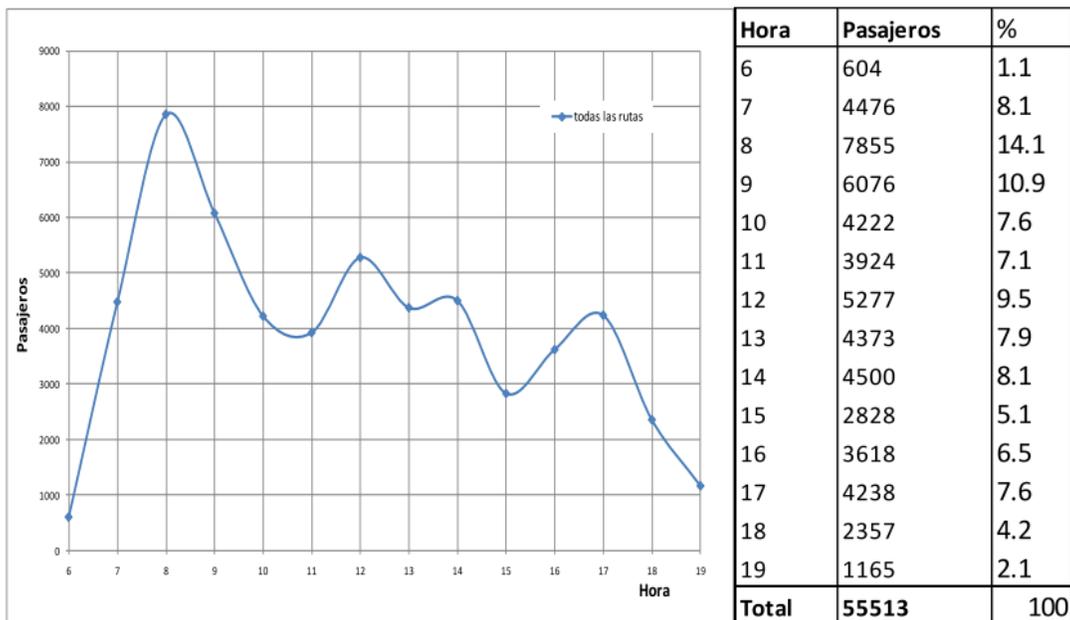


FIGURA 24: Distribución Horaria de la Demanda de Transporte Público en la ZMVT.

Encuesta Origen Destino

En primera instancia se aplico una encuesta piloto para afirmar el formato a utilizar durante el estudio así como la definición de las estrategias a emplear para su aplicación. De esta manera se identificaron los puntos donde los encuestadores subieron/bajaron del autobús; la ubicación de estos se visualiza en la Figura 25.

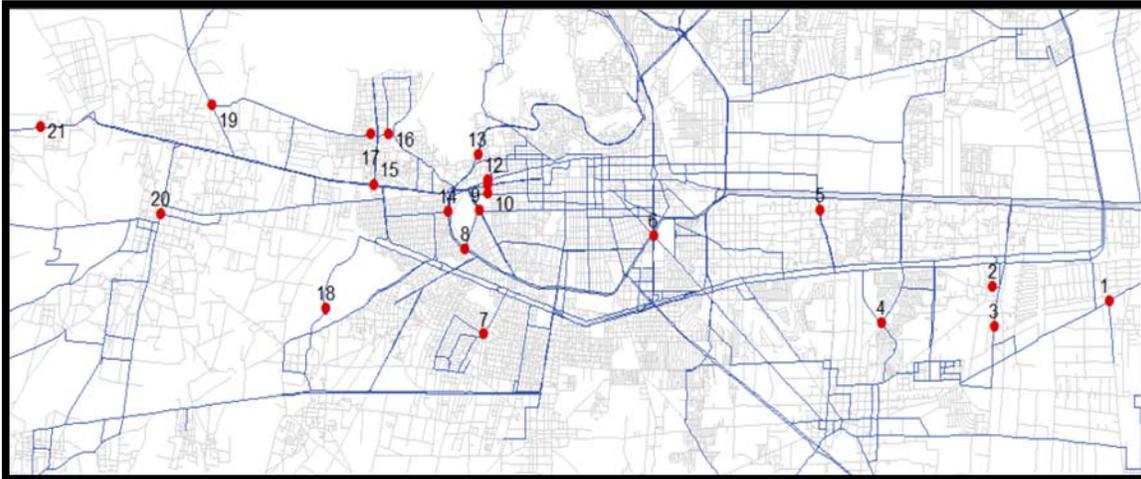


FIGURA 25: Ubicación de los Puntos para Abordar el Autobús durante la Aplicación de la Encuesta OD

Se realizaron 4 061 encuestas repartidas entre las diferentes empresas que prestan el servicio de transporte público en la ZMVT. La aplicación fue mediante la entrevista a bordo de las unidades y cada encuestador se enfocó a realizar su labor en los derroteros de la ruta que le fue asignada.

La discrepancia en cuanto al número de encuestas realizadas en cada una de las empresas obedece a la diferencia de la longitud de los derroteros así como del número de usuarios en la Tabla 23 se muestra el resumen de encuestas aplicadas por empresa.

Empresa	Núm.	%
AUTOBUSES FLECHA BLANCA DE TOLUCA S.A. DE C.V.	104	2.6
AUTOTRANSPORTES MEXICO-TOLUCA-ZINACANTEPEC Y RAMALES S.A. DE C.V.	468	11.5
SERVICIOS INTERMETROPOLITANO DE TRANSPORTE S.A. DE C.V.	399	9.8
AUTOTRANSPORTES COLON NACIONAL S.A. DE C.V.	449	11.1
AUTOTRANSPORTES SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	65	1.6
AUTOTRANSPORTES TOLUCA-CAPUTITLAN TRIANGULO ROJO S.A. DE C.V.	50	1.2
AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS DE TOLUCA Y ZONA CONURBADA S.A. DE C.V.	44	1.1
AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOTZIN, S.A. DE C.V.	213	5.2
AUTOTRANSPORTES URBANOS Y ZONA CONURBADA DEL VALLE DE TOLUCA ADOLFO LOPEZ MATEOS, S.A. DE C.V.	281	5.7
LINEA DE TURISMOS TOLUCA - TENANGO ESTRELLA DE ORO S.A. DE C.V.	32	0.8
SERVICIOS URBANOS Y SUBURBANOS XINANTECATL S.A. DE C.V.	524	12.9
SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	75	1.8
TRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS TOLLOCAN S.A. DE C.V.	452	10.8
RED DE TRANSPORTE PUBLICO S.A. DE C.V.	196	4.8
AUTOBUSES ESTRELLA DEL NORESTE, S.A. DE C.V.	99	2.4
AUTOBUSES TOLUCA TLACHALOYA Y RAMALES S.A. DE C.V.	75	1.8
AUTOTRANSPORTES URBANOS Y SUBURBANOS CORSARIOS DEL NORTE S.A. DE C.V.	62	1.5
AUTOTRANSPORTES ALA DE ORO, S.A. DE C.V.	53	1.3
AUTOTRANSPORTES DEL VALLE DE TOLUCA S.A. DE C.V.	81	2.0
AUTOTRANSPORTES PRIMERO DE MAYO S.A. DE C.V.	78	1.9
AUTOTRANSPORTES TEMOAYENSES S.A. DE C.V.	241	5.9
TRANSPORTES DE PASAJEROS DE SEGUNDA CLASE FLECHA DE ORO, S.A. DE C.V.	91	2.2
Total	4061	100

TABLA 23: Número de Encuestas Realizadas por Empresa

Las encuestas se hicieron solo durante un día de entresemana (viernes 04/junio). La jornada de aplicación en cada ruta fue de 12 horas, permitiendo con eso captar a los diferentes usuarios durante el transcurso del día. La Figura 26 representa la distribución horaria de aplicación de la encuesta; en ella se observa que entre las 10 y 15 horas se realizó el mayor porcentaje de encuestas.

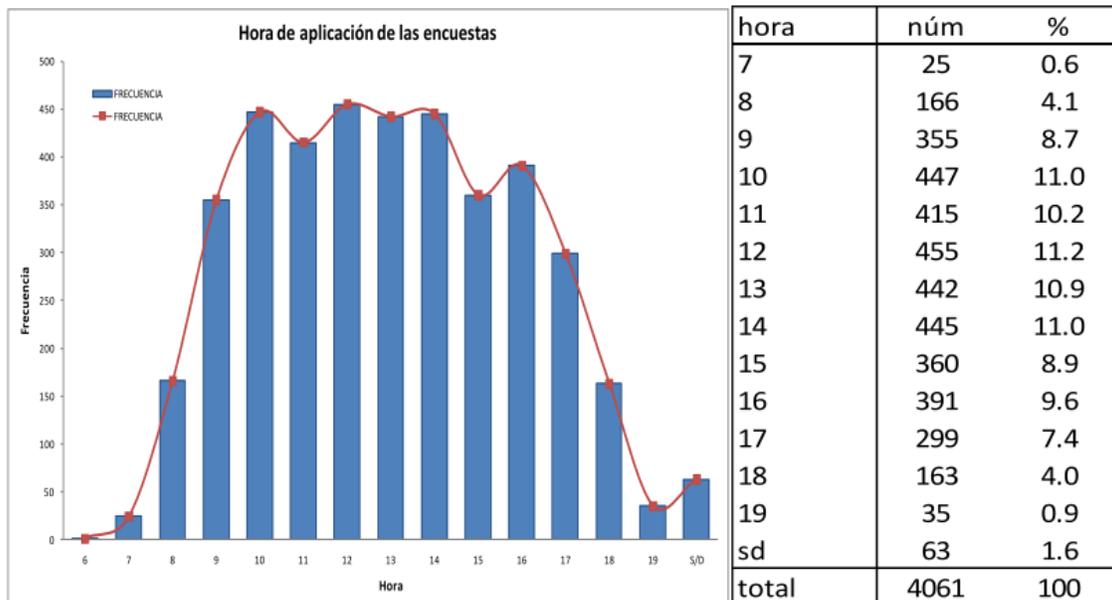


FIGURA 26: Distribución Horaria de Aplicación de Encuestas OD

Formato OD

El espécimen constó de cuatro secciones:

- ✓ Datos Generales. Sirve de control de la información recabada, contiene: nombre de la empresa y derrotero, hora de aplicación y fecha.
- ✓ Origen-Destino. Se obtiene, específicamente, el lugar donde el encuestado inició y finalizó el viaje: calle, colonia, municipio. Además de los modos de transporte utilizados antes y después de abordar el autobús.
- ✓ Etapas del Viaje. Permite conocer los costos y tiempos de cada uno de los modos empleados durante el viaje.
- ✓ Datos socioeconómicos. Este elemento proporciona las características de los entrevistados como la edad, nivel de ingreso mensual o el género.

En la Tabla 24 y Figura 27 se visualizan las preguntas planteadas en la entrevista de origen-destino y el formato de encuesta utilizado, respectivamente.

Pregunta	Descripción	Categoría Disponible
¿De dónde viene?	Lugar de procedencia	Casa, Trabajo, Escuela, Compras, Otro
¿Cuál es la dirección del lugar de donde viene?	Origen del viaje	Estado, Municipio, Localidad/Colonia
¿Qué medio de transporte empleó antes de subirse a este autobús?	Modo de transporte utilizado antes de subirse al autobús	A pie, Camion (autobús), Taxi, Otro
¿A dónde va?	Lugar donde llegará	Casa, Trabajo, Escuela, Compras, Otro
¿Cuál es la dirección del lugar a donde va?	Destino del viaje	Estado, Municipio, Localidad/Colonia
¿En qué piensa irse cuando se baje de esta unidad?	Modo de transporte para continuar el viaje	A pie, Camion (autobús), Taxi, Otro
¿Cuánto tarda habitualmente para realizar este viaje?	Tiempo de duración de viaje (origen-destino)	Abierta
¿Cuánto paga en total por este viaje?	Costo de tarifas en la realización del viaje	Abierta
¿Cuántas veces hace este viaje al día?	Frecuencia del viaje	De ida, De vuelta
Describa las etapas de su viaje	Modos y sus características utilizados durante el viaje	A pie, Camion, Taxi, Auto, Otro Costo y tiempo
¿Cuál es su ingreso mensual aproximado?	Intervalo de percepción monetaria del entrevistado (\$)	Sin ingreso, 100 - 1500, 1501 - 3000, 3001 - 4500, 4501 - 6000, 6001 - 7500, 7501 - 9000, más de 9000
Indique el rango de edad	Intervalo de la edad del entrevistado	Menos de 18, 18 - 23, 24 - 29, 30 - 34, 35 - 39, 40 - 44, 45 - 49, 50 - 54, 55 - 59, 60 - 65, más de 65
¿Qué propone para mejorar el servicio de transporte público?	VARIABLES que los usuarios identifican relevantes para el servicio	Abierta

TABLA 24: Inventario de Preguntas Realizadas en la Encuesta OD

Descriptiva de Encuesta OD

Motivo del viaje

De origen

Los lugares de donde los encuestados provienen son mayormente la “Casa” con el 48% y el “Trabajo” con el 23.6%, sumando 71.6% de los registros; le sigue la “Escuela” como razón terciaria de desplazamiento con 15.3% del total.

MOTIV_ORI	NUM	%
Casa	1948	48
Trabajo	960	23.6
Escuela	623	15.3
Compras	175	4.3
Otro	355	8.7
Total	4061	100

TABLA 25: Motivo de Origen

De destino

Las “Compras” son el motivo destino con menos afluencia (6.6%). La “Casa” y el “Trabajo” son los motivos de destino principales de desplazamiento que se reportaron con 46 y 24.4%, respectivamente.

MOTIV_DES	NUM	%
Casa	1867	46
Trabajo	992	24.4
Escuela	438	10.8
Compras	270	6.6
Otro	494	12.1
Total	4061	100

TABLA 26: Motivo de Destino

Origen del Viaje

La zona conurbada (Toluca, Metepec, Zinacantepec) es la principal generadora de viajes con casi 85%. Destacando el municipio de Toluca con el 60.5%

MUN_ORI	NUM	%
TOLUCA	2455	60.5
METEPEC	521	12.8
ZINACANTEPEC	461	11.4
ALMOLOYA DE JUAREZ	217	5.3
SAN MATEO ATENCO	101	2.5
LERMA	68	1.7
OTROS	238	5.9
TOTAL	4061	100

TABLA 27: Origen del Viaje

Destino del viaje

Los municipios de Atenco (San Mateo), Lerma y Almoloya de Juárez son atractores secundarios agrupando cerca del 9% de los viajes. Zinacantepec y Metepec suman el 26% y Toluca tiene el 59.4%

MUN_DES	NUM	%
TOLUCA	2413	59.4
METEPEC	564	13.9
ZINACANTEPEC	478	11.8
ALMOLOYA DE JUAREZ	215	5.3
SAN MATEO ATENCO	74	1.8
LERMA	73	1.8
OTROS	244	6.0
TOTAL	4061	100

TABLA 28: Destino del Viaje

Modo de Transporte Utilizado

Antes de Utilizar el Transporte Público

El caminar es el modo más común (74.2%) utilizado para acceder al autobús. En tanto el 17.5% de los entrevistados acepto haber tomado otro autobús antes de que se encontrara abordo (durante la encuesta), lo que indica un bajo porcentaje de trasbordos.

MT antes TP	NUM	%
A pie	3013	74.19
Autobús	711	17.51
Taxi	173	4.26
Otro	107	2.63
Total	4061	100

TABLA 29: Modos Utilizados antes del Transporte Público

Después de Utilizar el Transporte Público

El 3.3% admitió que utilizaría un taxi al bajar del autobús para continuar su viaje. En tanto el 79.7 y el 15.3% continuarían su recorrido caminando y en autobús, respectivamente.

MT después TP	NUM	%
A pie	3237	79.71
Autobús	623	15.34
Taxi	134	3.30
Otro	52	1.28
Total	4061	100

TABLA 30: Modos Utilizados después del Transporte Público

Tiempo de recorrido

El tiempo de viaje (origen-destino) promedio de la muestra fue de 43 minutos con una desviación estándar de 16 minutos. Éste valor refleja, de alguna manera, una baja dispersión de los tiempos empleados por los viajeros en sus traslados. El máximo valor reportado fue de 4 horas, no obstante correspondió a un desplazamiento interurbano. El 58% de los viajeros no excede de 40 minutos en sus traslados; en tanto, el 30 % de la muestra emplea 60 minutos o más en su viaje. Sólo el 12% aceptó invertir in tiempo mayor o igual a 80 minutos en su traslado; para más detalle ver la Tabla 31.

TR	NUM	%
20	868	21.37
40	1476	36.35
50	546	13.44
60	505	12.44
70	139	3.42
80	164	4.04
y mayor	363	8.94
Total	4061	100

TABLA 31: Tiempo de Viaje (minutos)

Costo del Viaje

El valor (tarifa) integra el total de viaje del encuestado (origen-destino), es decir, considera los trasbordos efectuados así como los diferentes modos utilizados. En promedio, se pagan 10 pesos por viaje con una desviación estándar de 8.7 pesos. El 59% paga no más de \$8, mientras el 32% gasta entre 10 y 20 pesos. Sólo el 8% desembolsa más de 20 pesos.

Pago	NUM	%
6	371	9.14
8	2019	49.72
10	299	7.36
15	761	18.74
20	250	6.16
30	174	4.28
40	41	1.01
y mayor..	146	3.6
Total	4061	100

TABLA 32: Costo de Viaje, \$

Frecuencia del Viaje

En promedio, el 58% de los entrevistados hacen un viaje – ya sea de ida o de regreso – al día. En tanto, 7.3 y 2.1% de las personas aceptaron hacer dos y tres viajes durante el mismo período. El mismo tenor, resalta el 8.4% de los desplazamientos como esporádicos para los viajes de regreso.

VIAJES IDA	NUM	%
1	2433	59.9
2	296	7.3
3	85	2.1
Más de 3	383	9.4
Esporádico	85	2.1
S/D	779	19.2
Total	4061	100

TABLA 33: Viajes (ida) al Día

VIAJES REGRESO	NUM	%
1	2274	56
2	296	7.3
3	85	2.1
Más de 3	533	13.1
Esporádico	342	8.4
S/D	531	13.1
Total	4061	100

TABLA 34: Viajes (regreso) al Día

Ingresos

El 10.4% de los encuestados aceptó tener más de seis mil pesos de ingresos mensuales, el 24.7% reportaron entre tres mil y seis mil pesos, el 64.6% de la muestra percibe menos de tres mil pesos, resultando el 30.5% que no cuenta con un ingreso.

NIVEL DE INGRESO	NUM	%
Sin ingreso	1239	30.5
100 a 1500	648	16
1501 a 3000	734	18.1
3001 a 4500	437	10.8
4501 a 6000	565	13.9
6001 a 7500	104	2.6
7501 a 9000	260	6.4
Más de 9000	55	1.4
Total	4061	100

TABLA 35: Ingreso Mensual de los Entrevistados

Edad

El 56% de la muestra tiene 29 años de edad o menos, mientras el 33% de los entrevistados aceptó tener entre los 30 y 44 años. Finalmente el 11% de los viajeros tiene más de 44 años de edad.

RANGO DE EDAD (años)	NUM	%
Menor a 18	427	10.5
18 a 23	1086	26.7
24 a 29	762	18.8
30 a 34	564	13.8
35 a 39	449	11.1
40 a 44	326	8.0
45 a 49	175	4.3
50 a 54	122	3.0
55 a 59	76	1.9
60 a 64	53	1.2
Más de 65	21	0.5
Total	4061	100

TABLA 36: Intervalo de Edad

Generó

La distribución de la aplicación de encuestas en cuanto al género fue similar, siendo de los encuestados 50% hombres y 49% mujeres el 1% restante de las encuestas no contaba con este registro.

GENERO	NUM	%
Hombre	2039	50.2
Mujer	1984	48.9
S/D	38	0.9
Total	4061	100

TABLA 37: Género

Horario de Utilización

A partir de la muestra se identifican dos horarios pico de utilización de transporte público por parte de los usuarios, el más importante se presenta entre las 7 y 9 de la mañana, le sigue el intervalo de las 12 a las 14 horas. En tanto, el horario valle se presenta a las 10 y 11 horas. Así mismo, la muestra señala que a partir de las 15 horas el uso del autobús va disminuyendo durante la tarde (ver Figura 28).

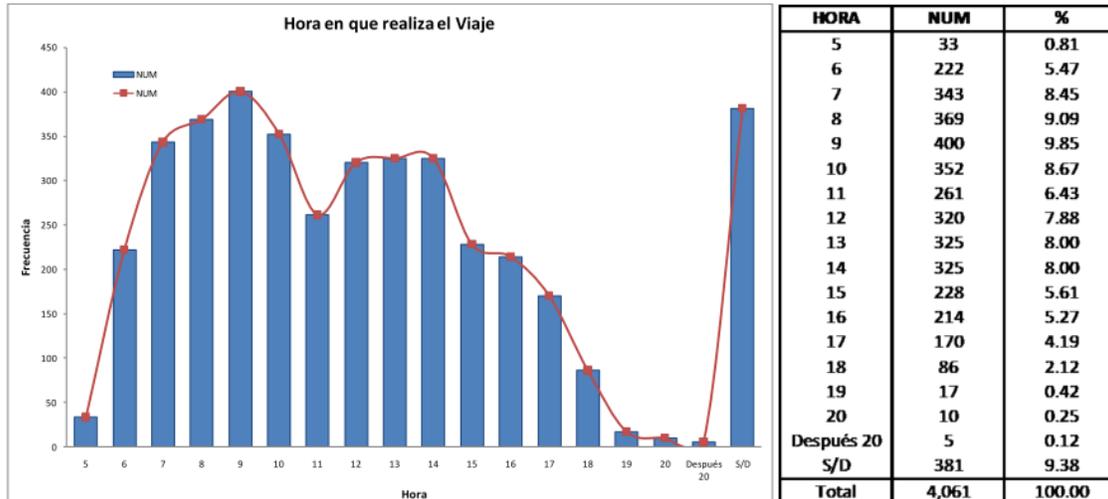


FIGURA 28: Distribución Horaria de Utilización de Transporte Público

Etapas del Viaje

En esta parte se consideró la etapa de viaje como modo de transporte que el encuestado utilizó durante la totalidad de su viaje (origen-destino). Los modos más usados son: caminar, autobús, taxi y auto particular. En la Tabla 38 se muestran los modos empleados en cada etapa, sobresale el caminar con 83.6, 64.6 y el 59.4% para las etapas 1, 2 y 4,

respectivamente. Con base en lo anterior, se intuye que la mayoría de los usuarios hace más de dos etapas en su viaje, ya que estas representan la parte final del mismo (caminar); mientras el porcentaje de la primera etapa se refiere al inicio (e.g. caminar a la parada del autobús). Los porcentajes tan altos referentes al uso de autobús se sustentan en que la muestra fue aplicada a bordo de unidades de transporte público. En el mismo sentido, un porcentaje muy bajo utilizan el taxi (del 2 al 3.7%) o el auto (menos de 0.5%) durante las etapas de su viaje.

Modo	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4
A pie	83.6	10.2	64.6	59.4
Auto	0.2	0.3	0.1	0.4
Autobus	14.1	86.3	31.5	37.5
Taxi	1.9	3.2	3.7	2.7
Otro	0.2	0.0	0.1	0.0
Total	100	100	100	100

TABLA 38: Modos de Transporte Utilizados durante el Viaje

Propuestas de Mejora

En la Tabla 39 se muestra la relación de las mejoras sugeridas por los encuestados al transporte público. La forma de manejo es uno de los factores más señalados a mejorar (19.7%); siguiéndole el estado físico de las unidades (15.7%) y una mejora general en el servicio (13.7%).

MEJORAS AL TRANSPORTE	NUM	%
Forma de Manejar del Conductor	801	19.7
Estado Físico de los Autobuses	637	15.7
Tiempo de Espera	385	9.5
Tarifa	362	8.9
Mejorar Servicio	556	13.7
Trato del Usuario y Apariencia Personal del Conductor	213	5.2
Horarios de Servicio Constantes	137	3.4
Paraderos bien Establecidos	91	2.2
Ampliación de Horarios de Servicio	81	2.0
Tiempo de Recorrido	61	1.5
Asientos Disponibles en el Autobus	15	0.4
Otro	46	1.1
S/D	676	16.6
TOTAL	4061	100

TABLA 39: Variables de Mejora en el Transporte Público

2.2.1 LINEAS DE DESEO

En la Figura 29 y Figura 30 se exhiben las zonas relevantes captadoras o expulsoras de viajes. A nivel municipio destacan Toluca, Metepec, Zinacantepec, Lerma, entre otros. Con respecto a los municipios conurbados de Toluca, sobresalen San Mateo Atenco y Metepec por el número de viajes generados. A nivel colonia se distinguen las de Niños Héroes, Sector Popular, Cacalomacán, San Ana Tlapaltitlán, Caputitlán, entre otras.

En tanto, en la Figura 31 y Figura 32 se visualizan las líneas de deseo, en PMD, con expansión a nivel macrozona y municipio. En la primera se observa que las zonas con más viajes son Zinacantepec, Centro y Lerma. Mientras a nivel municipio más viajeros se trasladan a Zinacantepec, Lerma, San Mateo Atenco, Metepec y Toluca.

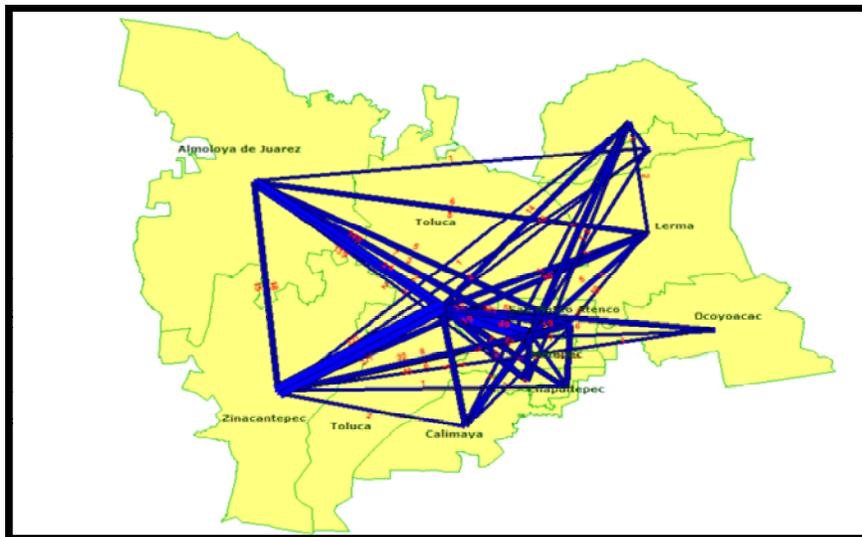


FIGURA 29: Líneas de Deseo (encuestas aplicadas). Nivel Municipio

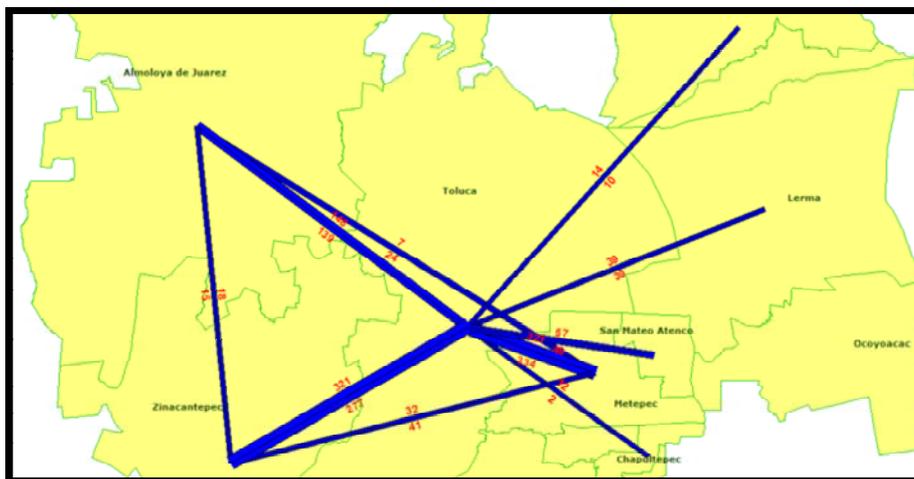


FIGURA 30: Líneas de Deseo (encuestas aplicadas). Nivel Zona Metropolitana

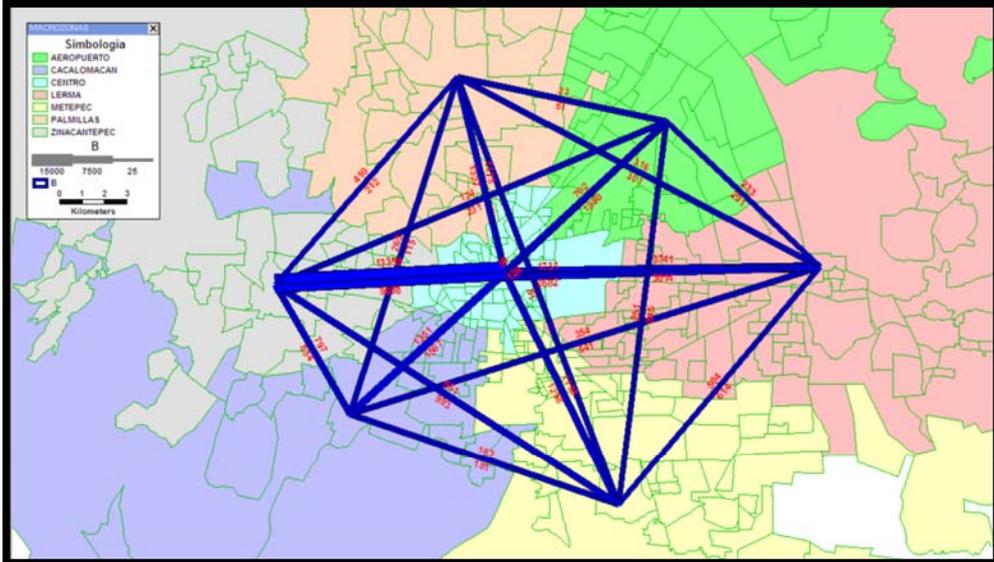


FIGURA 31: Líneas de Deseo (con expansión, PMD). Nivel Macrozona

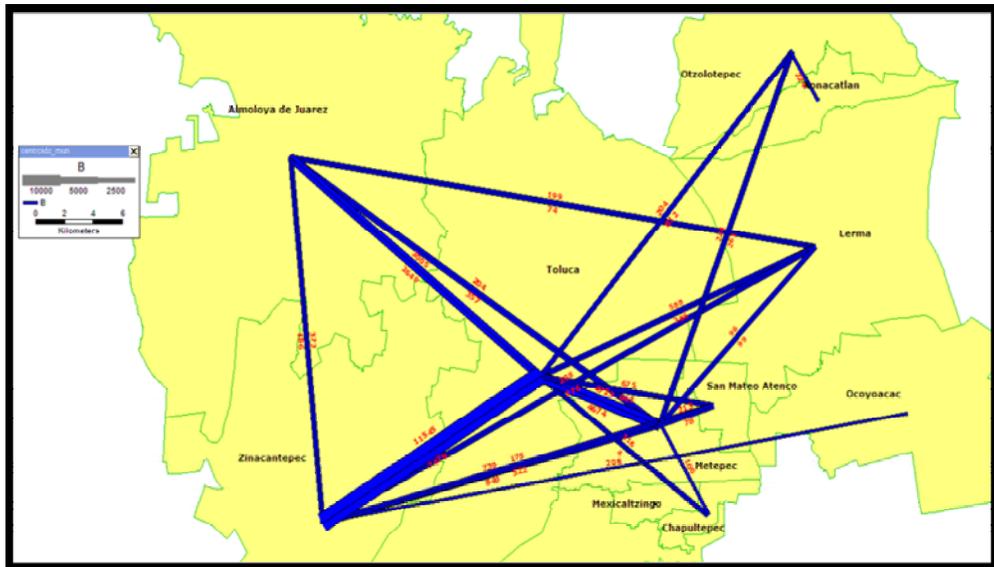


FIGURA 32: Líneas de Deseo (con expansión, PMD). Nivel Municipio

CAPÍTULO 3. PROPUESTA CONCEPTUAL DE ALIMENTACIÓN

Por su parte en el capítulo 3, se expone la metodología utilizada para el análisis, procesamiento y modelación de la información obtenida en campo, además, se propondrán los esquemas de alimentación óptimos en cuanto a captación de pasajeros, tiempos de recorrido, tiempos de traslado y tiempos de espera, presentando dos alternativas o escenarios de modelación, en primer lugar; captación de usuarios del corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres)” con ramal al aeropuerto internacional de Toluca sin alimentación y compitiendo con el total de empresas y sus rutas que actualmente operan en la ZMVT. En segundo lugar; se realiza la modelación para estimar la demanda del corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres)” con ramal al aeropuerto internacional de Toluca con el propuesto esquema de alimentación y sin competencia de las empresas prestadoras del servicio sobre los trazos del corredor y las rutas alimentadoras.

3.1 CRITERIOS PARA LA PROPUESTA DE ALIMENTACIÓN

Para lograr una optimización en cuanto a captación de pasajeros, el corredor Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) requiere complementarse con un esquema de alimentación cuya función principal es permitir que los usuarios de las zonas aledañas al corredor tengan un fácil acceso al servicio troncal, tal esquema debe ser diseñado atendiendo una serie de criterios cuya importancia es fundamental para la óptima operación de las líneas alimentadoras.

Zonas de Captación

En primer lugar, es de gran importancia identificar claramente las principales zonas que mayor captación de pasajeros presentan, para cada una de las 7 cuencas de estudio, ya que el objetivo principal de la propuesta de rutas alimentadoras será atender dichas zonas.

Vialidades Principales

Otro de los criterios a seguir para lograr un eficiente esquema alimentador radica en identificar y utilizar como trayecto de circulación de las unidades, las vialidades principales de las cuencas y por ende de las zonas por atender. Esto debido a la tendencia de los

usuarios a idealizar las avenidas con mayor afluencia vehicular como un fácil acceso a los sistemas de transporte público.

Reestructuración del Sistema de Transporte Público Actual

Por otra parte, es prioritario utilizar como punto de partida los trazos de las rutas que actualmente operan en el sistema de transporte público en la ZMVT, criterio que será primordial en la propuesta del esquema de remuneración para las actuales empresas prestadoras del servicio.

Horarios de Servicio

Los horarios de inicio y fin de servicios, así como el adecuado ajuste de las frecuencias del servicio tendrán un papel importante en el sentido de que el sistema sea atractivo para los usuarios.

Zonificación

La red de transporte público de la ciudad de Toluca presenta además de los servicios urbanos un conjunto que permite unir la ciudad con las zonas conurbadas o localidades. Para tomar en cuenta ambos tipos de servicios fue necesario un nivel de agregación espacial, bajo esta circunstancia se establecieron dos niveles: a nivel de colonias y municipio; y a nivel de macrozonas. El primer nivel posibilita enfocar el análisis del comportamiento de los sistemas de transporte de forma más detallada, en la que incide por ejemplo la ubicación de las paradas; es el nivel mínimo empleado en la modelación y al cual fueron asociados la mayoría de los estudios de campo. El segundo por su parte, deja realizar análisis más agregados que aporta una idea del orden de magnitud de desempeño actual o futuro del sistema; este nivel de análisis resulta de la agregación de los resultados por colonia.

La fuente empleada para definir el área de estudio a nivel colonias es el SCINCE por colonias de Toluca 2000, con el que se delimitaron las colonias que conforman a la ciudad de Toluca, siendo este el nivel mas desagregado en la construcción del modelo, teniendo un total de 422 colonias, todos los municipios del Estado de México y las delegaciones del Distrito Federal como se ilustra en la Figura 33.

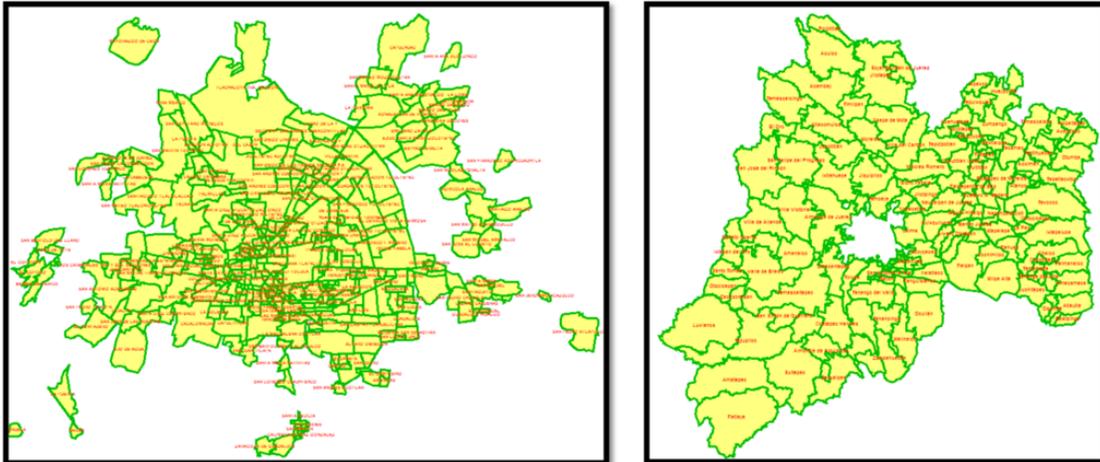


FIGURA 33: Delimitación de Área de Estudio a partir del Concepto de Colonias

Respecto a las macrozonas, se establecieron 11 unidades de agregación las cuales se demarcaron siguiendo la traza urbana de la ciudad a manera de establecer zonas más grandes que las de las colonias con el motivo de representar la información de forma general. Las macrozonas quedan definidas como se muestra en la Figura 34.

- Macrozona 1: Centro
- Macrozona 2: Palmillas
- Macrozona 3: Aeropuerto
- Macrozona 4: Lerma
- Macrozona 5: Metepec
- Macrozona 6: Cacalomacán
- Macrozona 7: Zinacantepec
- Macrozona 8: Nororiente
- Macrozona 9: Suroriente
- Macrozona 10: Surponiente
- Macrozana 11: Norponiente

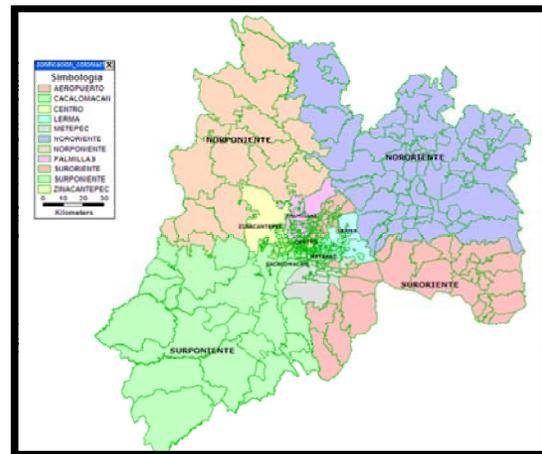


FIGURA 34: Delimitación del Área de Estudio a partir del Concepto de Macrozonas

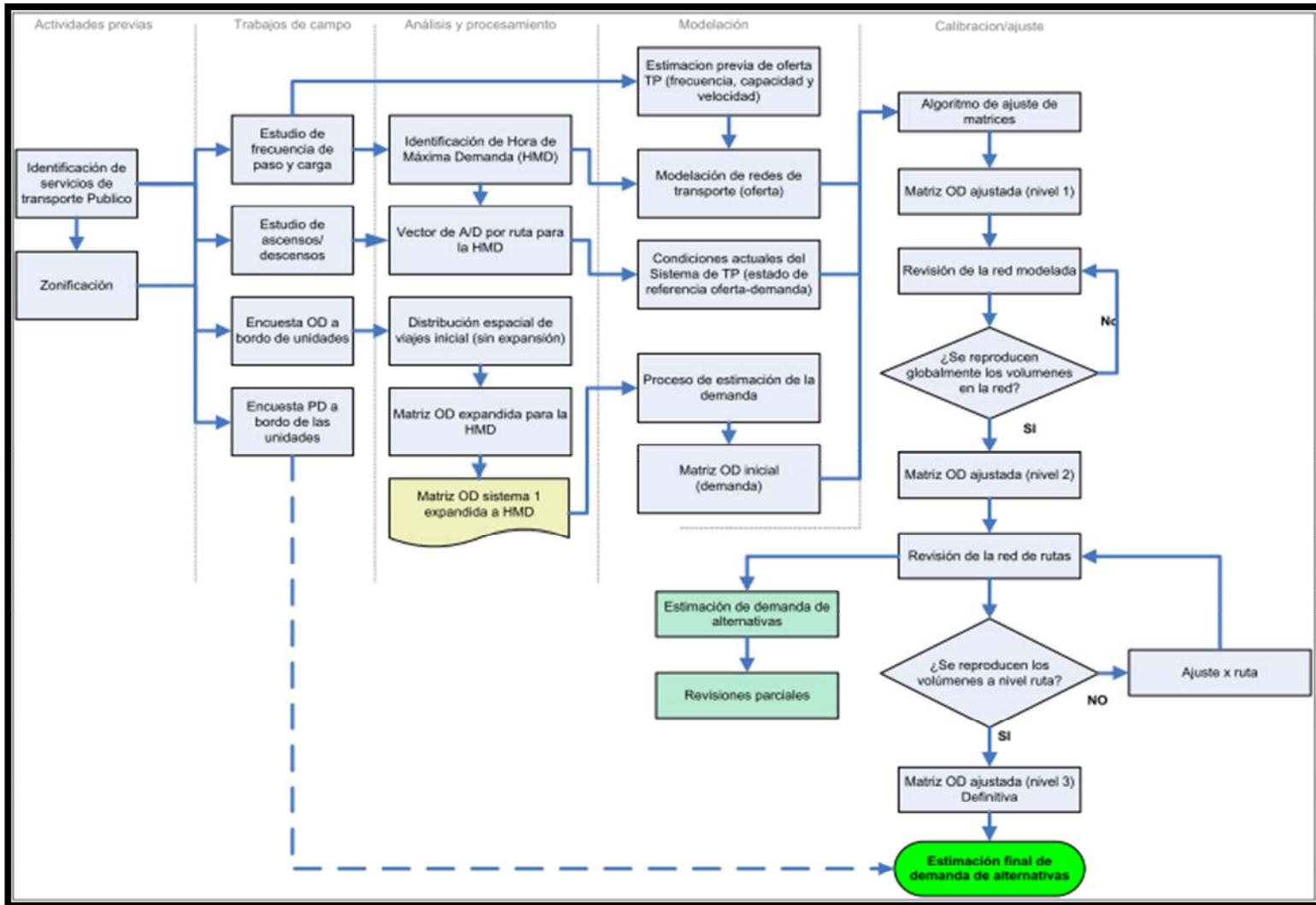


FIGURA 35: Diagrama de Flujo de la Metodología empleada para Estimar la Demanda de Pasajeros en los Escenarios Evaluados

3.1.1. ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

En esta sección se da cuenta del empleo que se hizo de los datos obtenidos en campo para transformarlos en la información necesaria para el proceso de modelación. Se incluyen tres aspectos fundamentales: la identificación de la hora de máxima demanda (HMD) con su correspondiente mapa de volúmenes, el proceso de obtención para la expansión y generación de la matriz origen-destino inicial para la HMD y finalmente las estimaciones de los parámetros que definen la calidad de servicio e incluye la valoración del tiempo.

Identificación de la HMD y mapas de volúmenes

A partir de información de estaciones de conteo ubicadas en puntos estratégicos de la red de análisis y de los resultados del estudio frecuencias de paso y carga de pasajeros en las unidades, se obtuvo el perfil de distribución horaria de usuarios. De dicho perfil se identificó el periodo de 07:00 a 09:00 de la mañana como el de mayor concentración, por ello este horario representa la HMD.

Conocida la HMD, se procedió a reconstruir los volúmenes vehiculares de pasajeros para este periodo. Para ello se recurrió a los resultados del estudio de frecuencias de paso y aforos visuales de ocupación. Al final del proceso, se generó el mapa de volúmenes ilustrado en la Figura 36. Este mapa, que da una primera idea de la distribución espacial de la demanda, fue usado para todo el proceso de rediseño de la red de transporte que se hizo de manera paralela al de modelación y gracias a la cual se pudieron establecer los escenarios de alimentación. Es importante aclarar que la ilustración permite apreciar las avenidas Adolfo López Mateos y Solidaridad las Torres debido a que se presentan como avenidas con mayor importancia para la articulación del movimiento oriente-poniente de las personas en la ZMVT.

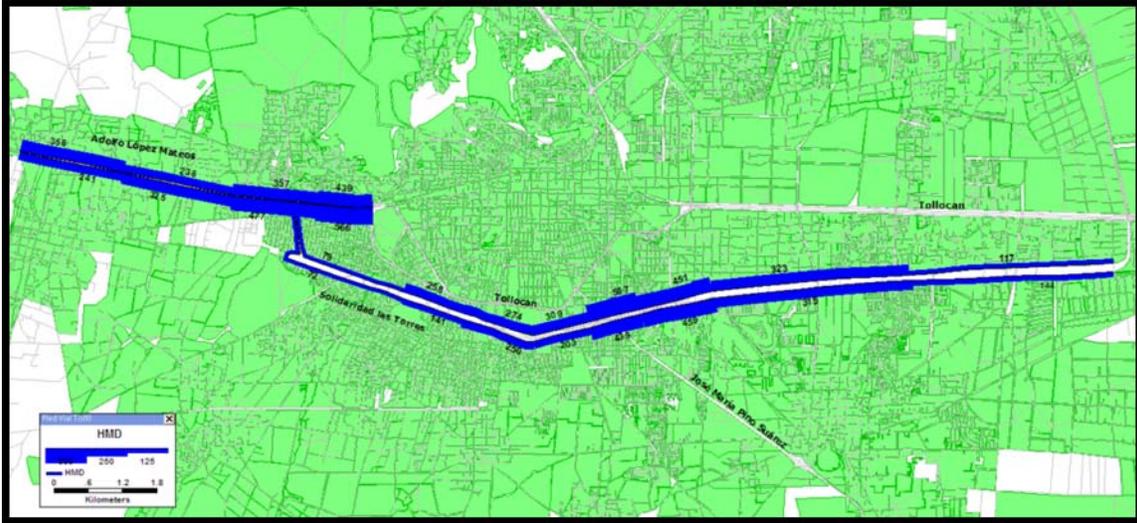


FIGURA 36: Mapa de Volúmenes de Pasajeros en HMD

Obtención de Matriz OD en HMD

Considerando que para objetivos de diseño o rediseño de una red de transporte público es necesario utilizar el período de máxima demanda, se seleccionaron las encuestas que cuyo patrón de viajes correspondiera al mismo (07:00 a 09:00 de la mañana), para integrar el patrón de viajes correspondientes a aquellos desplazamientos en que los tiempos de recorrido superen la hora que se inicia antes o después de este período y que tienen incidencia en la HMD, se seleccionaron también las encuestas cuya hora de aplicación se encontraban entre las 07:00 y 08:00 am (para los viajes iniciados antes de la HMD). Para fines de modelación se considera que esta muestra representa los patrones de movilidad en HMD de un día típico de semana.

ORI/DES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
1	23632.2	4916.7	4184.9	4044.5	4870.4	4776.4	1940.7	364.0	312.0	14.0	80.1	49135.9
2	6315.6	6622.2	798.2	879.7	617.4	1457.1	416.6	66.0	38.0	8.0	236.6	17455.3
3	6448.4	2088.5	6672.8	2790.0	1934.4	428.9	203.9	46.2	58.0	0	30.2	20701.1
4	7155.9	562.8	1646.6	9633.5	2897.8	707.9	848.5	177.5	620.0	0	51.7	24302.4
5	9125.2	1002.1	429.7	3493.9	4854.6	815.6	352.9	164.0	572.0	4.0	7.3	20821.3
6	6627.4	739.9	3558.8	1102.2	632.8	1958.0	947.5	32.0	46.0	56.0	32.9	15733.5
7	3338.3	726.7	331.4	829.2	541.5	1011.5	3083.8	52.0	30.0		10.3	9954.7
8	46.0	6.0	3.6	37.3	6.9	15.0	16.6				0.1	131.6
9	716.0	48.0	2.0	614.0	244.0	72.0	82.0		692.0	2.0	0.0	2472.0
10	56.0	4.0		142.0	2.0	88.0					0.0	292.0
11	282.0	295.6	32.0	114.4	42.0	132.4	61.0		44.0		0.1	1003.4
TOTAL	63743.0	17012.5	17660.0	23680.7	16643.8	11462.8	7953.5	901.7	2412.0	84.0	449.3	162003

TABLA 40: Valores Absolutos de la Matriz OD inicial en HMD

ORI/DES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
1	14.59%	3.03%	2.58%	2.50%	3.01%	2.95%	1.20%	0.22%	0.19%	0.01%	0.05%	30.33%
2	3.90%	4.09%	0.49%	0.54%	0.38%	0.90%	0.26%	0.04%	0.02%	0.00%	0.15%	10.77%
3	3.98%	1.29%	4.12%	1.72%	1.19%	0.26%	0.13%	0.03%	0.04%	0.00%	0.02%	12.78%
4	4.42%	0.35%	1.02%	5.95%	1.79%	0.44%	0.52%	0.11%	0.38%	0.00%	0.03%	15.00%
5	5.63%	0.62%	0.27%	2.16%	3.00%	0.50%	0.22%	0.10%	0.35%	0.00%	0.00%	12.85%
6	4.09%	0.46%	2.20%	0.68%	0.39%	1.21%	0.58%	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%	9.71%
7	2.06%	0.45%	0.20%	0.51%	0.33%	0.62%	1.90%	0.03%	0.02%	0.00%	0.01%	6.14%
8	0.03%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
9	0.44%	0.03%	0.00%	0.38%	0.15%	0.04%	0.05%	0.00%	0.43%	0.00%	0.00%	1.53%
10	0.03%	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.18%
11	0.17%	0.18%	0.02%	0.07%	0.03%	0.08%	0.04%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.62%
TOTAL	39.35%	10.50%	10.90%	14.62%	10.27%	7.08%	4.91%	0.56%	1.49%	0.05%	0.28%	100.00%

TABLA 41: Valores Relativos de la Matriz OD inicial en HMD

Derivado de estas tablas se puede citar las siguientes observaciones:

- ✓ Los viajes relacionados con la macrozona 1 son los más elevados representando alrededor del 35% del total.
- ✓ Los viajes que tienen relación con la macrozona 4 ocupan el segundo lugar en importancia ya que significan aproximadamente el 15% del total de los viajes. Para estos, resalta la simetría existente entre los viajes generados y atraídos pues los primeros alcanzan el 14.6% mientras que los segundos son el 15%.
- ✓ La macrozona 5 cuenta con casi el 11% de los viajes, y de igual forma presenta una simetría en cuanto la generación (10.2%) y atracción de viajes (12.8%)

3.1.1. MODELACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA

Modelación de la Oferta

Caracterizar la oferta tiene la finalidad de incorporarla a un modelo de asignación que comprende dos actividades principalmente:

- ✓ Caracterización de la Red de Vialidades.
- ✓ Caracterización de la Red de Transporte Público.

Caracterización de la Red de Vialidades para Modelación

La red de vialidades para ciudad de Toluca fue generada en el paquete computacional TransCad. El insumo básico utilizado para la producción de la red vial fue la traza urbana de la ciudad de Toluca hecha por el Instituto nacional de Geografía y Estadística (INEGI), que fue empleada como referencia en el trazo de los arcos y nodos.

El siguiente paso fue la colocación de los sentidos viales. Los sentidos de circulación se encuentran a detalle en toda la red correspondiente al Área urbana de la ciudad. La parte que más se puede apreciar son en las calles que cuenta con camellón, las vialidades que presentan esta característica son: Av. Adolfo López Mateos, Av. Solidaridad Las Torres, Av. Paseo Tollocan, Av. Isidro Fabela y Av. Vicente Guerrero.

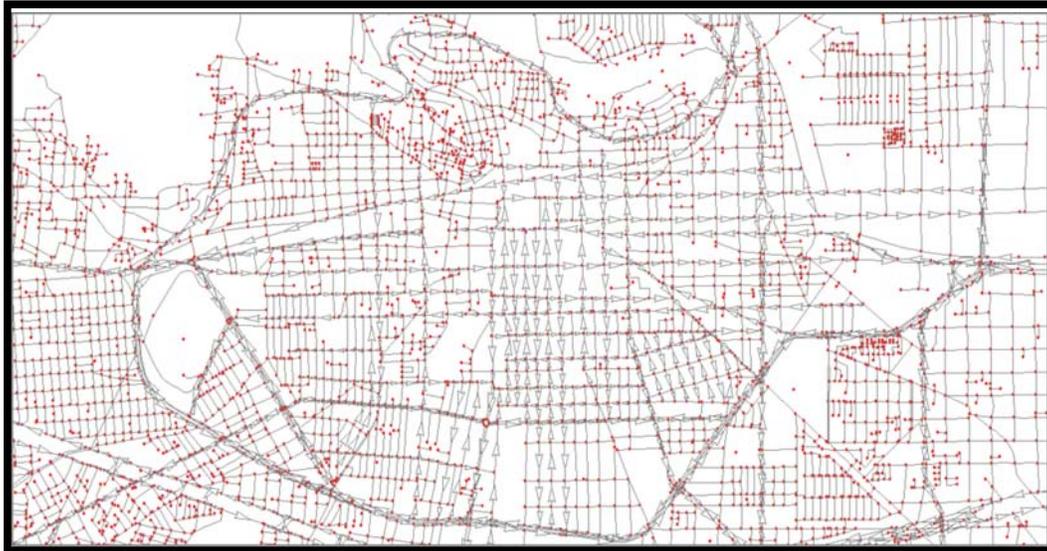


FIGURA 37: Colocación de Sentidos Viales

A partir de la red, se ubicaron los nodos y arcos, esto con la ayuda de las herramientas del editor de redes de TransCad; se verificó la topología de las redes (sentidos de circulación), la conectividad entre los nodos y arcos, así como la representatividad de la red respecto a la estructura actual. En la Tabla 42 se visualizan los parámetros de la red modelada, en ella se incluye la longitud de los conectores, número de nodos y número de centroides, que son necesarios para la modelación.

	Nodos	Arcos	Centroides	Longitud (km)
Red Vial	36 876	50 682	563	12 839

TABLA 42: Parámetros de la Red de Vialidades Modelada

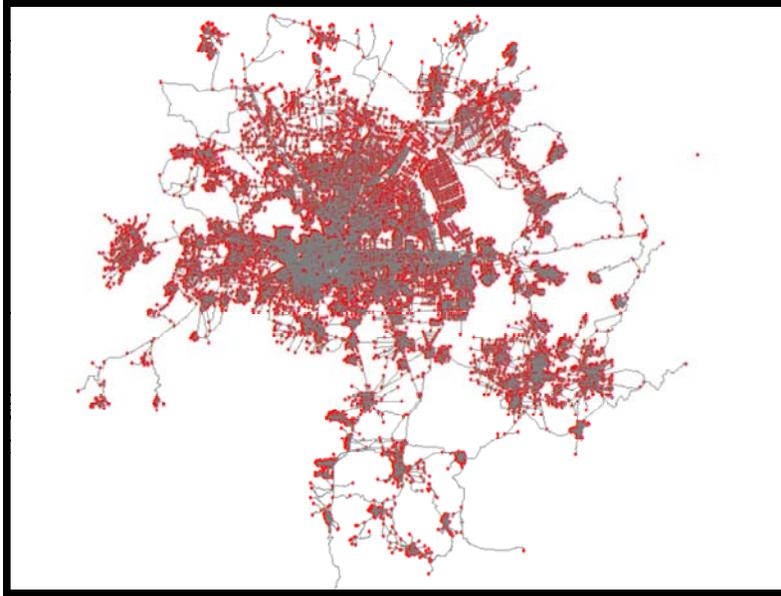
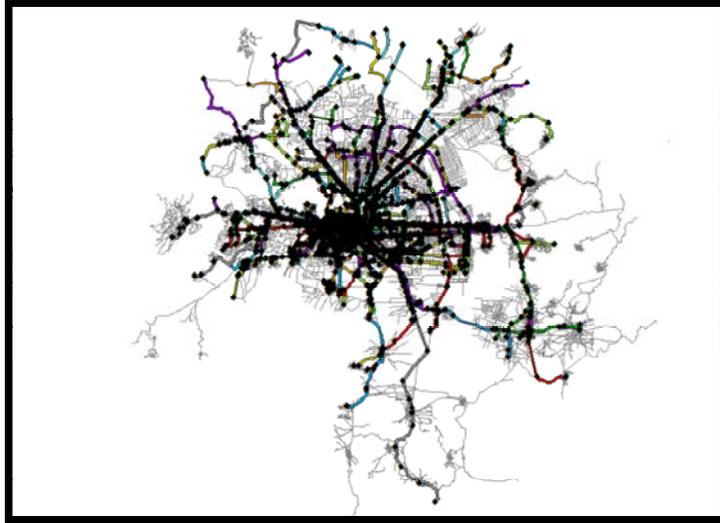


FIGURA 38: Caracterización de la Red de Vialidades

Caracterización de la Red de Transporte Público

La red de transporte público se modela a partir del inventario de rutas y paradas que se obtuvo de los trabajos de campo. Adicionalmente, para iniciar el proceso de caracterización fue necesario culminar la caracterización de la red de vialidades. Estos tres insumos son descritos con más detalle a continuación.

1. La red de Vialidades, se integro con todos los tramos de vialidades (arcos) y sus respectivas intersecciones (nodos) así como los centroides (que en este caso son presentados mediante colonias) y conectores. Estos dos últimos elementos son artificios de modelación requeridos para vincular los viajes de cada zona con la red de transporte.
2. La Ubicación de las Paradas de los diferentes Derroteros. Para ello, se usó la información colectada en campo relativa a los ascensos y descensos, con su respectiva identificación de paradas. La codificación de las paradas se realizó para las rutas a partir de la información mencionada. De esta forma se localizaron un total de 9 590 paradas en la red de rutas modeladas. En la Figura 39, se muestra la distribución de las mismas.



FIGRUA 39: Colocación de Paradas dentro del Sistema de Rutas

3. El trazo de las Rutas. Cada ruta se presentó por dos derroteros (ida y vuelta) a partir de arcos que unieron consecutivamente las paradas previamente ubicadas hasta completar el trazo. Se codificó un derrotero para cada sentido de la ruta que fue caracterizado a través del tamaño del parque vehicular, la capacidad de las unidades, intervalo de paso y la velocidad comercial. Los criterios empleados para estimar estos parámetros se detallan en secciones posteriores, en el apartado correspondiente a las asignaciones. Con esto, se codificó un total de 444 derroteros para los diferentes escenarios contemplados en la modelación.

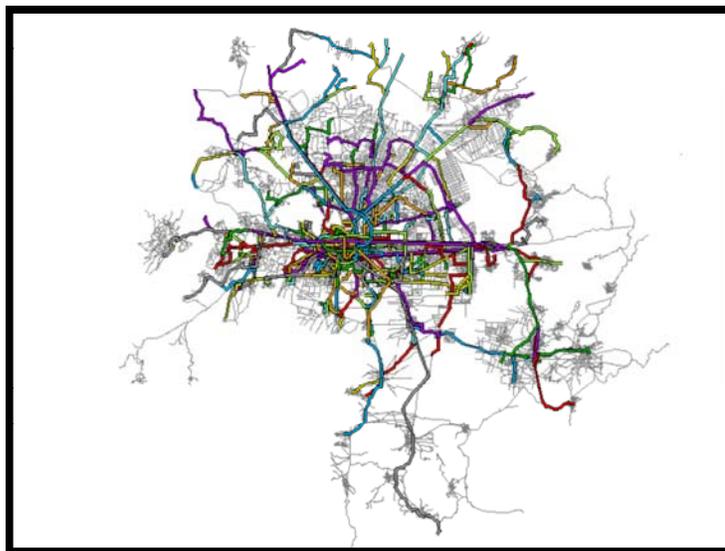


FIGURA 40: Sistema de Rutas de Transporte Público

En cuanto al número de paradas que presentan el servicio actualmente, se tiene que la mayor parte de ellas (50%) lo realizan en alrededor de 20 cuando recorren un derrotero, mientras que menos del 18% se detienen hasta 25 veces, 14% 30 veces y el 12% alrededor de 35 veces (ver Figura 41).

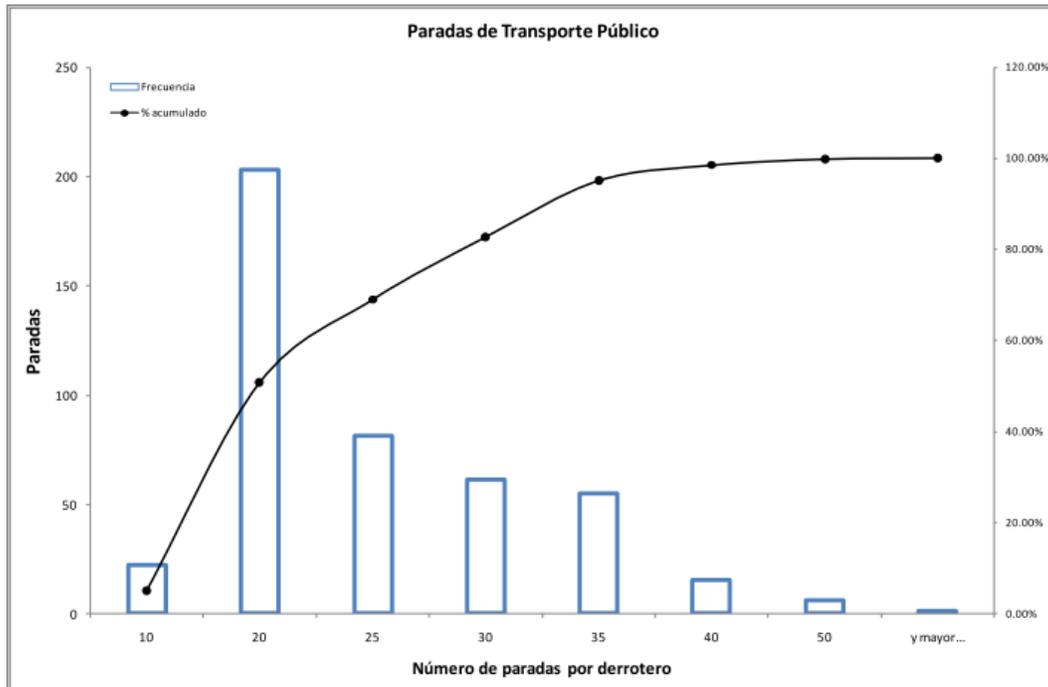


FIGURA 41: Distribución de Paradas por Derrotero en la Red Modelada

Datos Operativos

En el proceso de modelación, se requiere de información básica, la cual es procesada y analizada por el software TransCad, ésta se consiguió mediante los estudios de campo antes mencionados.

Para la capa de rutas de transporte público, la información requerida fue: intervalo de paso (headway), Capacidad de las unidades que actualmente presentan el servicio (capacity) y velocidad comercial de cada ruta (speed). Para la obtención del intervalo de paso se empleó el número de camiones que pasa en el período de modelación conforme al estudio de frecuencia de paso y carga. La capacidad por derrotero se calcula al multiplicar el número de camiones que transitan en la hora punta por la capacidad de los autobuses (en número de pasajeros por unidad). El campo speed – velocidad comercial – fue capturado por rutas y se deduce sumando las longitudes de los derroteros de la

misma ruta y, posteriormente, dividiéndola entre la suma de los tiempos de recorrido que resultan del estudio de ascensos y descensos, ver Figura 42.

Route_ID	Route_Name	Side	LONGITUD	SPEED	HEADWAY	CAPACITY	MODE
1	10_01_1026	R	8.26	13	6	900	1
2	10_01_2610	R	7.42	13	5	1080	1
3	10_02_1633	R	15.85	14	5	1080	1
4	10_02_3316	R	16.04	18	5	1080	1
5	10_03_2628	R	29.46	20	15	450	1
6	10_03_2826	R	29.29	20	15	540	1
7	10_04_2234	R	17.91	12	6	900	1
8	10_04_3422	R	15.76	12	5	1080	1
9	10_05_2225	R	15.08	20	9	1080	1
10	10_05_2522	R	14.14	20	9	1080	1
11	10_06_1034	R	15.89	17	9	630	1
12	10_06_3410	R	15.09	17	9	630	1
13	10_07_2628	R	19.99	18	5	1080	1
14	10_07_2826	R	20.18	18	5	1080	1
15	10_08_2833	R	29.97	15	25	1000	1
16	10_08_3328	R	29.44	15	25	1000	1
17	10_09_1622	R	19.47	10	9	1080	1
18	10_09_2216	R	18.43	14	9	1800	1
19	24_02_1637	R	22.97	20	12	450	1
20	24_02_3716	R	23.63	20	12	450	1
21	24_03_1637	R	15.88	13	20	270	1
22	24_03_3716	R	18.67	13	20	270	1
23	24_04_3236	R	32.45	17	12	630	1
24	24_04_3632	R	32.16	17	12	630	1
25	24_01_3337	R	41.32	17	30	400	1
26	24_01_3733	R	42.05	17	30	400	1
27	03_02_3722	R	39.53	20	10	540	1
28	03_02_2237	R	41.33	20	10	540	1
29	03_03_2732	R	26.70	20	16	450	1
30	03_03_3227	R	26.95	20	16	450	1
31	03_05_3633	R	36.89	20	10	540	1
32	03_05_3336	R	36.11	20	10	540	1
33	03_07_3633	R	33.31	20	9	300	1
34	03_07_3336	R	33.60	20	9	300	1
35	03_06_3632	R	32.48	19	12	450	1

FIGURA 42: Atributos de las Rutas de Transporte

En la red de vialidades, los atributos usados son: la velocidad comercial del transporte público (speed transit), el tiempo de recorrido a bordo de las unidades (ivtt, por sus siglas en ingles), la velocidad de caminata (speed walk), el tiempo de caminata para acceder al autobús (time walk), el modo de transporte (mode) se encuentran representados por arcos. La velocidad de transporte público es el promedio de las velocidades comerciales de todo el sistema de rutas de transporte. El tiempo a bordo de los vehículos de transporte público se calcula en minutos, dividiendo la longitud de cada arco, en kilómetros, entre la velocidad de tránsito en km/h y multiplicado por 60 (ver ecuación 1). La velocidad de caminata se estableció en 4 km/h que es un valor empírico. El tiempo de caminata – se produce al dividir la longitud entre la velocidad de caminata, por 60 segundos (ver ecuación 2). Los últimos dos campos se llenan con base en un cuadro de modos previamente establecidos, donde se registran los modos de transporte: 1 es para transporte público (micros, combis y vagonetas) y 2 para caminata (ya sea para abordar el camión o simplemente para desplazarse).

$$ivtt = (\text{length} / \text{speed transit}) * 60 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{speed walk} = (\text{length} / \text{speed walk}) * 60 \dots \dots \dots (2)$$

IDTT	OBS	VELO	CENTROID	[TYPE LINK]	IVTT	[SPEED TRANSIT]	[SPEED WALK]	[TIME WALK]	MODE	[MODE WALK]	TIPO
1881.000000	1	0	--	--	0.53	17.00	4.00	2.25	1.00	2.00	--
0.000000	0	0	--	--	5.65	17.00	4.00	24.01	1.00	2.00	--
1446.000000	1	0	--	--	5.73	17.00	4.00	24.35	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	4.86	17.00	4.00	20.66	1.00	2.00	--
1459.000000	1	0	--	--	10.57	17.00	4.00	44.92	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.82	17.00	4.00	3.48	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.48	17.00	4.00	2.05	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.53	17.00	4.00	2.25	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.46	17.00	4.00	1.94	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.44	17.00	4.00	1.86	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	0.26	17.00	4.00	1.10	1.00	2.00	--
2247.000000	1	0	--	--	1.31	17.00	4.00	5.58	1.00	2.00	--
2249.000000	1	0	--	--	2.48	17.00	4.00	10.56	1.00	2.00	--
2252.000000	1	0	--	--	2.41	17.00	4.00	10.26	1.00	2.00	--
29971.000000	1	0	--	--	0.50	17.00	4.00	2.14	1.00	2.00	--
29975.000000	1	0	--	--	1.32	17.00	4.00	5.61	1.00	2.00	--
29977.000000	1	0	--	--	1.20	17.00	4.00	5.12	1.00	2.00	--
29980.000000	1	0	--	--	1.35	17.00	4.00	5.73	1.00	2.00	--
1309.000000	0	0	--	--	11.98	17.00	4.00	50.91	1.00	2.00	--
0.000000	0	0	--	--	15.87	17.00	4.00	67.45	1.00	2.00	--
4011.000000	1	0	--	--	2.05	17.00	4.00	8.71	1.00	2.00	--
4099.000000	1	0	--	--	0.26	17.00	4.00	1.09	1.00	2.00	--
9634.000000	1	0	--	--	0.64	17.00	4.00	2.70	1.00	2.00	--
0.000000	1	0	--	--	1.68	17.00	4.00	7.14	1.00	2.00	--
4593.000000	1	0	--	--	0.72	17.00	4.00	3.06	1.00	2.00	--
4920.000000	1	0	--	--	1.24	17.00	4.00	5.26	1.00	2.00	--
2267.000000	1	0	--	--	1.00	17.00	4.00	4.24	1.00	2.00	--
2260.000000	1	0	--	--	1.77	17.00	4.00	7.53	1.00	2.00	--
2270.000000	1	0	--	--	1.19	17.00	4.00	5.06	1.00	2.00	--
2271.000000	1	0	--	--	1.87	17.00	4.00	7.94	1.00	2.00	--
29946.000000	1	0	--	--	2.09	17.00	4.00	8.87	1.00	2.00	--
29954.000000	1	0	--	--	0.88	17.00	4.00	3.74	1.00	2.00	--
29955.000000	1	0	--	--	2.03	17.00	4.00	8.61	1.00	2.00	--
29961.000000	1	0	--	--	0.52	17.00	4.00	2.20	1.00	2.00	--

FIGURA 43: Atributos de la Red de Vialidades

Para la capa de paradas, los atributos usados son: ascensos (on), descensos (off) y abordo (ridership). Estos valores se obtienen a partir de los estudios de ascensos y descensos, documentos claramente definidos en el capítulo 2 de esta tesis.

ID	Longitude	Latitude	Route_ID	Pass_Count	Milepost	STOP_ID	TAG	ON	OFF	RIDERSHIP
444	-99694959	19290173	34	1	13.814177	444	8723	0	10	62
443	-99692673	19289954	34	1	13.663701	443	9726	10	10	72
442	-99677208	19289951	34	1	12.646852	442	12359	4	60	72
441	-99662883	19293127	34	1	11.672576	441	11613	4	0	128
440	-99654349	19294410	34	1	11.106750	440	13033	14	4	124
439	-99652968	19294440	34	1	11.016481	439	13378	8	26	114
438	-99647317	19294720	34	1	10.646815	438	11450	0	8	132
437	-99641610	19294850	34	1	10.273924	437	15162	26	18	140
436	-99633936	19293628	34	1	9.704189	436	15301	0	8	132
435	-99627964	19293690	34	1	9.314103	435	15728	14	2	140
434	-99627821	19292292	34	1	9.204790	434	15725	0	4	128
433	-99610311	19289393	34	1	7.895463	433	24651	0	8	132
432	-99594208	19288947	34	1	6.843268	432	25272	36	6	140
431	-99573418	19288426	34	1	5.484838	431	27088	26	8	110
430	-99555910	19287976	34	1	4.340835	430	27264	66	4	92
429	-99525373	19286773	34	1	2.341950	429	29379	30	0	30
428	-99510298	19287533	34	1	1.336826	428	30354	--	--	--
427	-99490189	19285977	34	1	0.000000	427	20701	--	--	--
426	-99528798	19287266	35	1	20.179119	426	29945	0	0	0
425	-99541553	19286582	35	1	19.259001	425	29408	0	44	0
424	-99556380	19286952	35	1	18.289911	424	27268	0	54	44
423	-99573722	19287379	35	1	17.156836	423	26889	0	18	98
422	-99585747	19287773	35	1	16.370831	422	25433	44	0	116
421	-99594588	19288048	35	1	15.793023	421	25278	0	10	72
420	-99610193	19288417	35	1	14.773499	420	24677	0	0	82
419	-99620715	19288691	35	1	14.009515	419	15673	46	0	82
418	-99634470	19286282	35	1	13.078364	418	15198	8	0	36
417	-99637340	19288620	35	1	12.831377	417	15221	0	0	36
416	-99638618	19289619	35	1	12.723229	416	14987	0	0	44
415	-99641700	19289399	35	1	12.520667	415	15097	44	0	44
414	-99647182	19289431	35	1	12.162574	414	11405	18	18	0
413	-99652826	19289271	35	1	11.793711	413	13309	18	18	0
412	-99658458	19289172	35	1	11.426285	412	13062	28	36	0
411	-99662644	19289001	35	1	11.151952	411	13078	16	8	8
410	-99667632	19288933	35	1	10.826061	410	12480	0	0	0

FIGURA 44: Atributos de las Paradas

Modelación de la Demanda

En las secciones anteriores de este apartado, se describió el procedimiento utilizado para estimar la matriz inicial o de referencia en el período de máxima demanda. La matriz así obtenida se usa como insumo para el proceso de modelación, con una ligera variación que corresponde al hecho de introducir valores mínimos (semillas) en las relaciones origen-destino que no hayan resultado de la encuesta OD abordo con la finalidad de que durante el proceso de ajuste estas relaciones no estén condicionadas a ser nulas.

Calibración y Ajuste

Esta sección aporta más elementos técnicos de detalle respecto al proceso de ajuste y calibración de la herramienta de simulación empleada para la asignación. En efecto, la estimación de usuarios en la red de transporte público, en general, se realizó a partir de la asignación de la matriz de viajes (origen/destino) descrita con anterioridad.

Previo a la asignación, es necesario definir una serie de elementos:

- ✓ Los Datos Operativos de las Rutas.
- ✓ El Criterio de Equilibrio.

Datos Operativos de las Rutas

Cada ruta modelada en el sistema de transporte público de la zona de estudio es caracterizada por 3 parámetros: velocidad comercial, intervalo de paso y capacidad equivalente horaria.

La velocidad comercial, para el conjunto de derroteros que se han modelado se encuentra en el rango de 8 a 21 km/h siendo la moda 17 km/h (27% de las unidades) mientras que los derroteros que circulan entre 18 hasta 20 km/h representan el 34%. En general, estas velocidades de circulación pueden considerarse como altas con respecto a la media nacional que ubica en alrededor de 15 km/h en promedio.

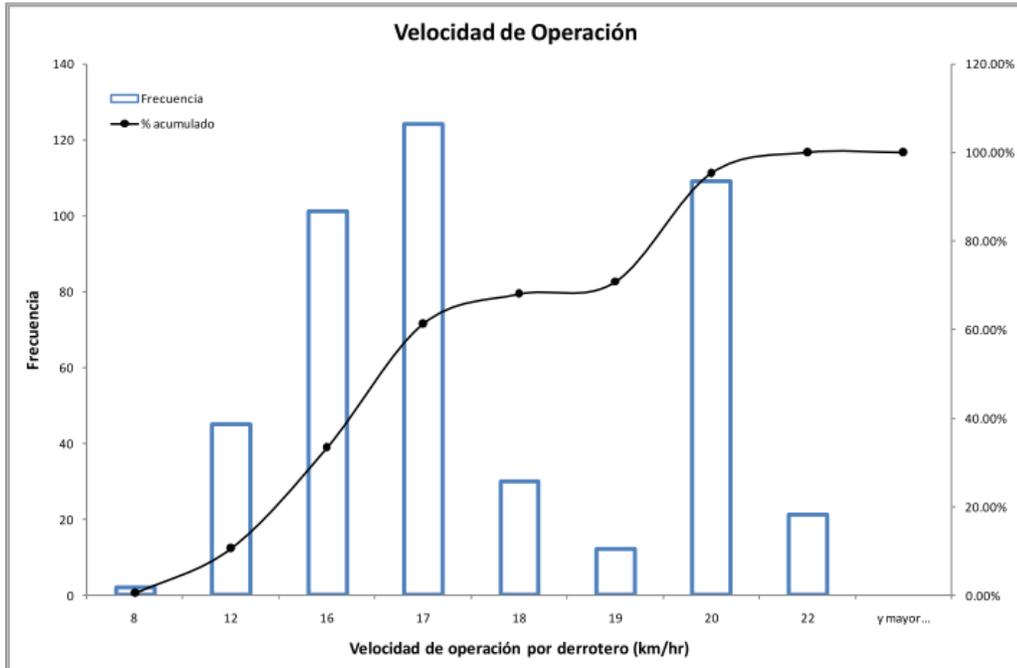


FIGURA 45: Distribución de las Velocidades Comerciales en las Rutas Modeladas

El intervalo de paso, para el conjunto de rutas analizadas es alrededor de 12 minutos en promedio y su distribución se observa en la Figura 46. De esta, se tiene que los que presentan intervalo de paso bajo, menor a 5 minutos es el 11%, el 42% de los derroteros muestran servicios cada 5-10 minutos, mientras que el 24% de ellos lo hace entre 11-20 minutos, el 6% entre 21-30 minutos, y un 3% en intervalos superiores a 30 minutos y de hasta 1 hora.

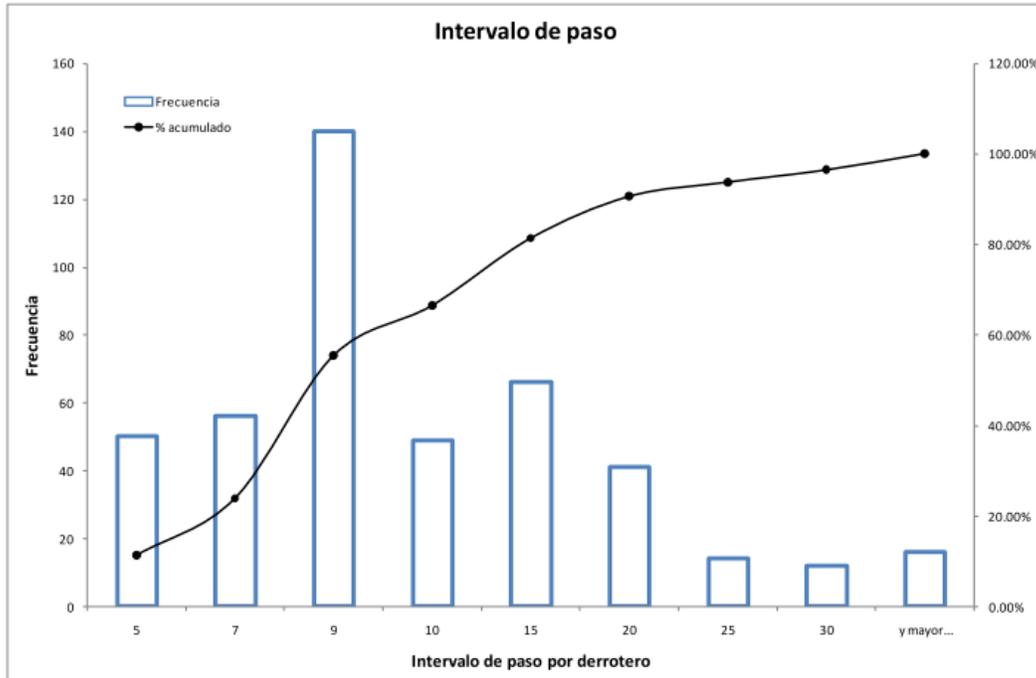


FIGURA 46: Intervalo de Paso en las Rutas Modeladas

Capacidad. Se obtuvo a partir del número máximo de ocupación de pasajeros por unidad, que en este caso fue de 45 lugares, esta cantidad se multiplicó por la frecuencia para una hora, lo cual arrojó como resultado el número de pasajeros que puede trasladar cada ruta en la Hora de Máxima Demanda, ver Figura 47. De esta forma la capacidad ofertada por cada derrotero se encuentra en promedio entre 100-300 asientos/hora (18% del total de los derroteros). Por su parte, 14% de los derroteros ofrecen entre 301-500 asientos/hora, 39% entre 501 y 700 asientos/hora y 15% menos de 701-900 asientos por hora. El 13% restante más de 1000 asientos/hora. Estas capacidades ofertadas muestran una oferta poco concentrada o mejor dicho dispersa en la ciudad ya que muchos de los derroteros ofrecen intervalos de paso alto por lo que es de esperarse que la capacidad de demanda sea baja.

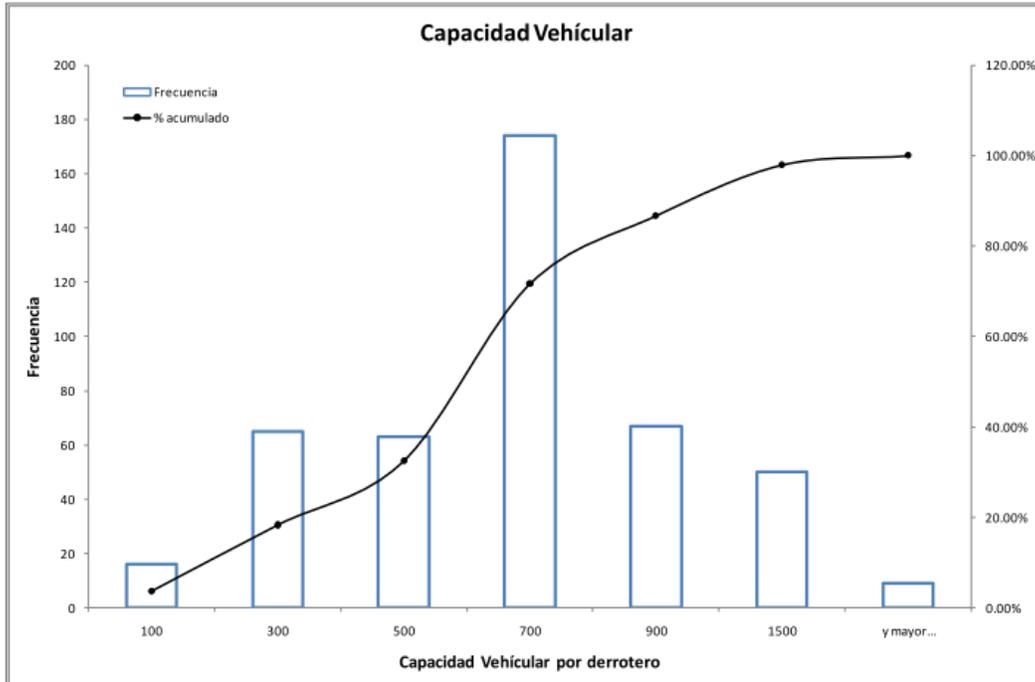


FIGURA 47: Distribución de Capacidades en las Rutas Modeladas

Longitud de derrotero. Aunque este campo no es indispensable en el momento de realizar el proceso de simulación, sí es necesario para la obtención de un elemento importante: el “Intervalo de Paso”. Asimismo, puede ser utilizado para diferentes tipos de análisis que se encuentran fuera del proceso de simulación.

En la Figura 48, se muestra la distribución de las longitudes de las rutas, con su correspondiente porcentaje acumulado. Se puede observar que predominan las rutas cuya longitud se encuentre en el rango de 16-15 kms (25%) seguida, en orden de importancia, por los derroteros con longitudes entre 21-30 kms (36%), los derroteros de entre 16-20 kms (18%), aquellos menores a 10 kms (6%) y el resto (13%) son derroteros con longitudes superiores a los 31 kms.

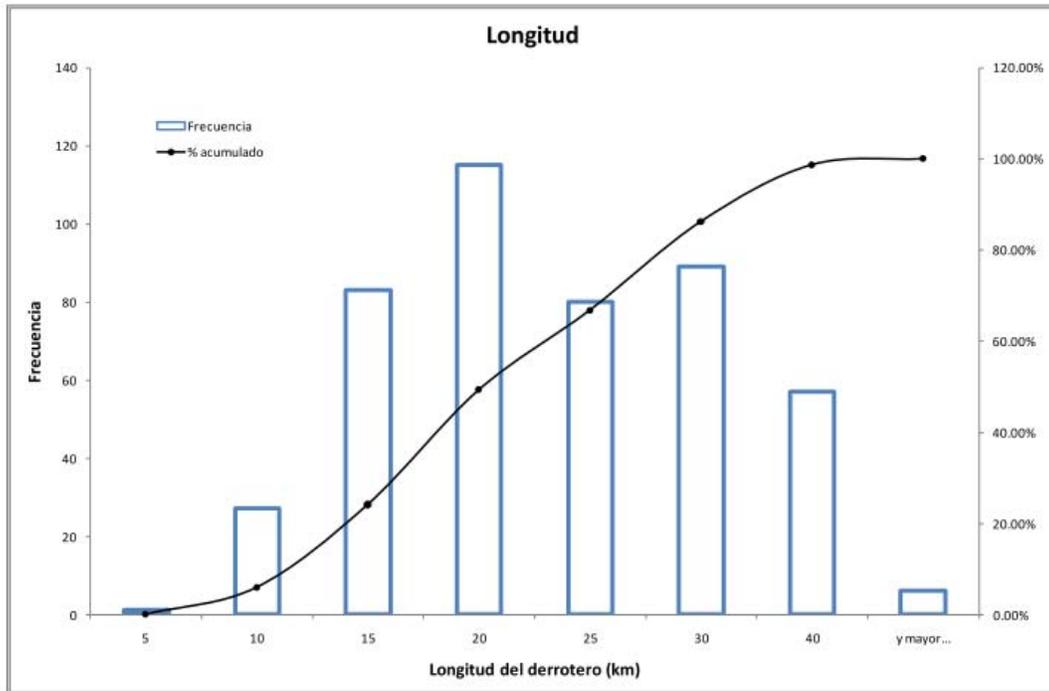


FIGURA 48: Distribución de la Longitud de las Rutas Modeladas

Criterio de Equilibrio

Se empleó un criterio de equilibrio durante la asignación y el proceso de modelación. El criterio utilizado corresponde al denominado equilibrio de usuario, donde se considera que al llegar a este estado de referencia, ningún usuario puede reducir su tiempo de viaje (costo generalizado) al cambiar de itinerario: dicho criterio se utilizó para ajustar la matriz O-D y para cada uno de las asignaciones. Todo este proceso se realizó con el módulo de asignación de transporte público TransCad. Una vez obtenido los datos operativos y definido el criterio de equilibrio se procede a estimar, con la ayuda del algoritmo correspondiente en TransCad, la matriz Origen-Destino que mejor refleja las condiciones actuales de tránsito. El procedimiento empleado se indica a continuación:

Caracterización de la Oferta

La oferta, como ya se mencionó, fue representada mediante la red de vialidades de la ZMVT. Las vialidades se encuentran estructuradas por intersecciones que forman tramos o segmentos de vialidades (arcos), éstos poseen ciertas características físicas (longitud y sentidos viales). En este aspecto, las intersecciones fueron representadas por nodos; los centroides, que son las zonas básicas de atracción y generación de viajes, a través de

puntos; las rutas de transporte público por líneas (cada derrotero de las rutas se encuentra relacionado con los arcos y nodos de la red vial por donde transitan las rutas). Finalmente para ligar la red de vialidades y la de rutas de transporte público construidas, se usó un procedimiento llamado conexión de centroides, que son denominados conectores la Figura 49, ilustra este proceso.

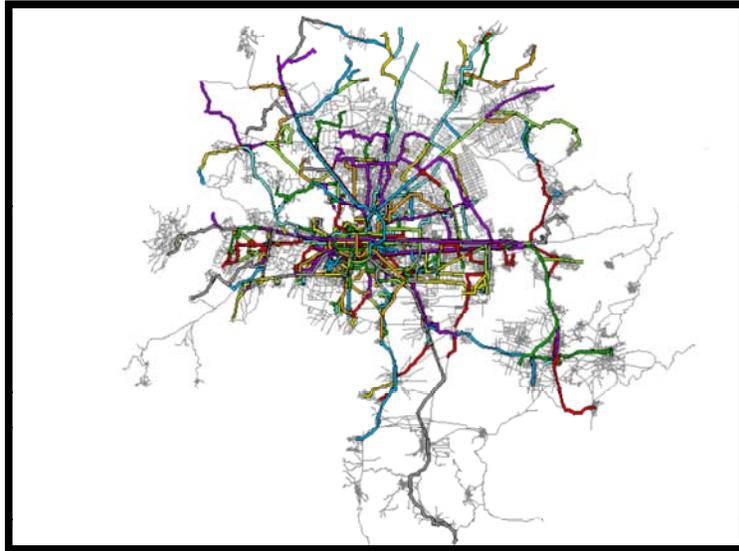


FIGURA 49: Caracterización de la Oferta

Los centroides utilizados fueron determinados mediante el número de colonias en la ciudad (422); el resto de centroides (141) fueron ubicados a partir del centro de cada uno de los municipios del Estado de México y Delegaciones del Distrito Federal que se ubican en la periferia de la ciudad. De manera que se tienen un total de 563 centroides.

La conexión de centroides se realizó de la siguiente forma: los centroides de las colonias se enlazaron con la red de vialidades en los nodos con 4 conectores cada uno; los centroides de los municipios se unieron con 1 conector.



FIGURA 50: Conexión de Centroides

Caracterización de la Demanda

La demanda se representó por medio de la distribución espacial de viajes en la ciudad de Toluca (Colonias). Esta indica de dónde vienen y hacia dónde van los pasajeros; asimismo, representa el movimiento de las personas entre las zonas determinadas (centroides). La demanda se representa como una matriz Origen-Destino, que incluye los 563 centroides (ver Figura 51).

	36402	36403	36404	36405	36407	36408	36409	36410	36411	36412	36414	36415	36417	36419	36420	36421	Sum
36380	0.00	--	0.04	0.00	0.36	0.44	--	--	0.01	0.00	--	--	0.00	0.00	--	--	201.38
36381	0.07	0.34	0.00	0.72	23.62	39.26	--	--	1.13	1.17	--	--	--	0.35	--	--	4499.44
36382	--	--	--	0.33	6.56	0.14	--	--	--	--	--	--	--	0.14	--	--	429.80
36383	--	--	--	--	--	0.06	--	--	0.23	--	--	--	0.66	--	0.04	--	273.40
36386	--	--	--	--	0.48	0.06	--	--	33.78	--	--	--	0.24	--	0.02	--	266.07
36389	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.05
36392	0.00	0.62	0.58	0.40	0.12	0.09	--	36.18	--	--	--	--	1.24	0.62	--	--	716.13
36393	0.00	--	--	0.18	6.26	0.20	--	10.16	0.49	--	--	--	0.02	--	0.07	--	429.48
36394	0.06	--	--	0.50	23.80	1.93	--	--	0.22	--	--	--	0.71	0.24	0.16	--	556.75
36395	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16.49
36396	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4.65
36397	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	90.98
36398	--	0.03	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.76
36399	--	--	0.14	--	3.74	--	--	2.15	0.58	--	24.93	--	--	--	--	--	889.95
36400	0.00	--	0.16	--	17.24	0.24	--	0.00	--	--	--	--	--	57.56	--	--	1408.00
36402	62.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	433.96
36403	--	--	--	--	18.27	--	--	13.69	--	--	--	--	--	0.02	--	--	643.63
36404	--	--	--	--	3.58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	28.26
36405	0.02	--	0.16	22.00	0.19	0.29	--	1.58	--	--	--	--	--	0.03	--	--	565.53
36407	--	--	--	--	--	19.46	--	0.79	--	--	--	--	--	--	0.01	--	497.45
36408	--	--	--	0.07	--	40.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	259.79
36409	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.23
36410	--	--	--	--	--	--	--	2.00	--	--	--	--	--	--	--	--	12.89
36411	--	2.82	--	--	3.77	--	--	--	60.00	--	--	--	--	0.00	--	--	393.73
36412	0.00	--	0.04	0.22	0.81	0.08	--	--	--	136.00	--	--	0.26	--	0.04	--	335.41
36413	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8.55
36415	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	19.00
36417	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14.31
36419	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10.48
36420	0.01	0.00	--	--	2.39	0.06	--	--	--	--	--	--	0.64	--	26.00	--	256.92
36422	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	188.05
36423	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	154.39
36424	0.03	--	0.22	0.10	1.09	1.08	0.97	0.07	4.71	4.71	0.34	24.93	105.13	0.07	0.76	--	794.27
Sum	81.84	861.28	85.77	194.20	955.72	297.92	0.97	4.23	442.64	223.73	0.34	24.93	105.13	13.40	214.87	13.97	167013.60

FIGURA 51: Caracterización de la Demanda (Matriz O-D)

Para terminar, el proceso de calibración en TransCad se necesita de los insumos antes mencionados: matriz O-D, red vial, red de rutas, paradas con ascensos-descensos y un cuadro de ajuste para el modelo, cuyo contenido representa el ascenso-descenso la hora de máxima demanda en el sistema. El proceso se visualiza en la figura 52.

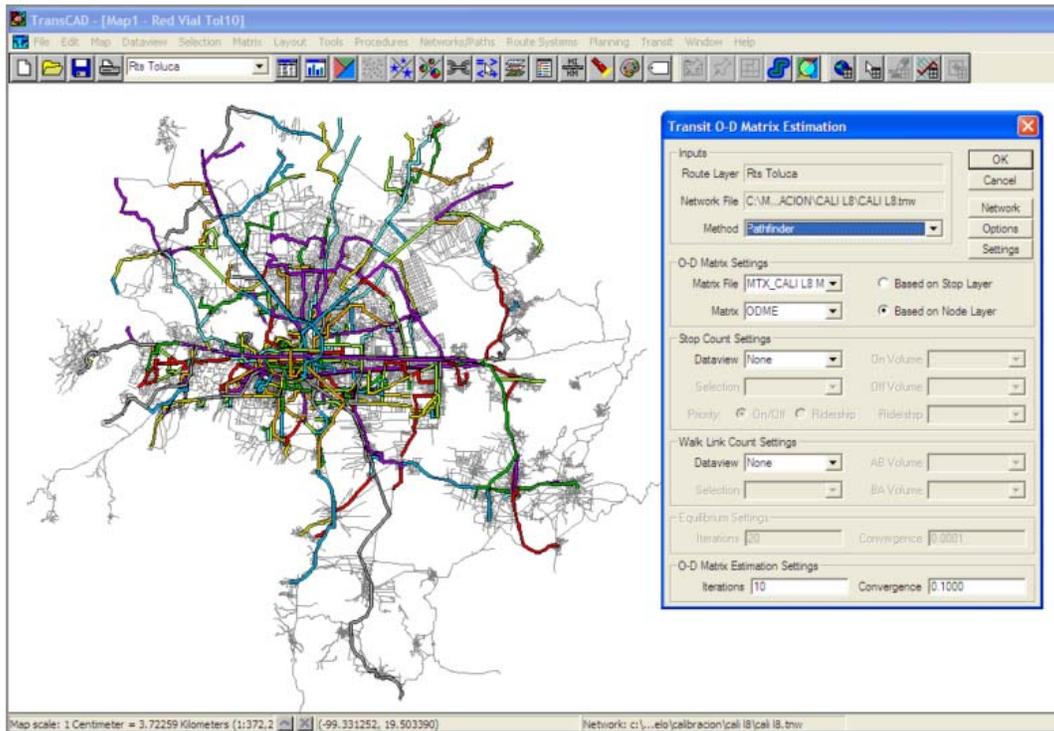


FIGURA 52: Calibración Equilibrio de Usuarios

Calidad del Ajuste

Para el caso de este modelo, el ajuste se realizó a partir de los volúmenes obtenidos en el trabajo de campo de ascensos y descensos. Para contar con un índice de la calidad del ajuste, se empleó el siguiente criterio:

Se obtuvo el coeficiente de correlación entre los datos observados y los datos arrojados por el modelo. Este valor se calcula por regresión lineal simple del tipo:

$$A \gamma D \text{ observado} = A \gamma D \text{ simulado}$$

Así, para valorar la calidad del ajuste, se tomaron los valores del cuadro de ajuste y los volúmenes que arroja el modelo, con lo cual se hizo la correlación y, con ello, se identificó el margen de error.

Calidad del ajuste por volúmenes. La Figura 53 ilustra como los datos obtenidos por simulación explican en un 70% (r^2) aquellos colectados en campo (nivel de agregación ascensos y descensos). Este factor se encuentra dentro de los rangos aceptables de un modelo de asignación calibrado para un número importante de rutas y con el nivel de detalle considerado en esta tesis.

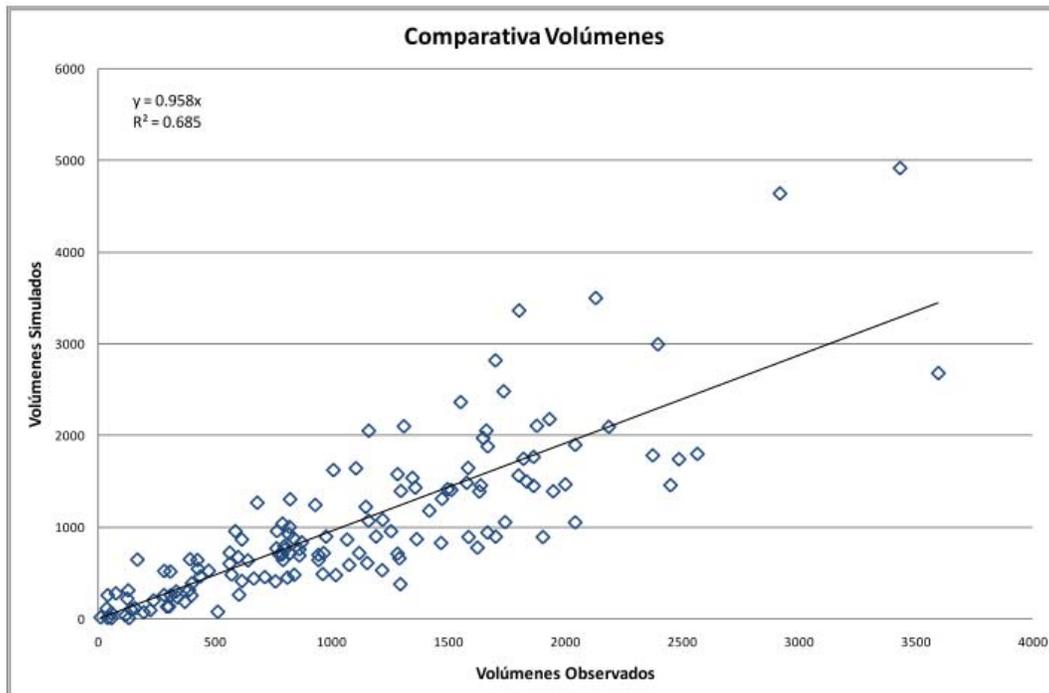


FIGURA 53: Regresión Lineal entre los Datos Simulados (y) y los Datos Observados en Campo (x).

Matriz O-D Resultante

Luego de verificar la calidad del proceso de ajuste se obtuvo una matriz OD final de 167 013 viajes en la Hora de Máxima Demanda. Es decir, respecto a la OD inicial (162 003) se generó un incremento del 3%. Se incluye solamente la distribución de viajes agregados por colonias y municipios (macrozonas). La distribución espacial de los viajes por macrozonas de la matriz resultante se indica en la Tabla 43.

ORI/DES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
1	20819.79	5351.99	4492.97	2921.69	3843.79	3183.49	2868.87	332.00	72.75	12.57	71.19	43971.10
2	6739.01	9355.47	1141.09	774.51	881.58	611.39	1678.85	66.00	23.13	1.37	60.66	21333.06
3	10014.33	2560.51	8281.07	2338.8	2493.14	206.69	175.21	48.49	4.70		28.75	26151.69
4	10681.73	728.93	1534.19	10467.96	3368.96	603.21	681.43	181.40	87.81		27.02	28362.64
5	7233.50	1211.07	746.85	2640.24	5170.80	1116.37	418.85	159.34	148.06	6.53	12.66	18864.27
6	6463.48	738.57	370.12	1176.50	444.78	1725.76	1303.45	32.00	6.29	224.99	9.58	12495.46
7	3948.87	988.76	408.29	1295.14	660.90	697.92	5084.51	48.00	12.33		9.30	13154.02
8	102.66	1.5	4.52	20.87	130.12	17.96	5.75				0.02	283.35
9	365.17	22.52	0.95	352.34	42.37	8.37	19.45		349.67	2.0		1162.8
10	19.44	0.51		10.05	0.22	0.52						30.7
11	557.24	424.02	41.37	38.34	57.59	32.88	30.90		22.03		0.06	1204.43
TOTAL	66945.22	21383.74	17021.42	22036.44	17094.25	8204.56	12267.27	867.23	726.77	247.46	219.24	167013.60

TABLA 43: Matriz Calibrada por Macrozona Hora de Máxima Demanda

La macrozona que presenta mayor número de viajes es la 1 con una variación en la generación (66 945 pasajeros) y atracción de viajes (43 971). La segunda en importancia es la 4, teniendo una diferencia entre la generación (22 036 pasajeros) y atracción de viajes (28 362). La zona 2 de la ciudad, se encuentra en tercer lugar y cuenta con una simetría, como origen ocasiona 21 383 viajes y como destino atrae a 21 333 personas.

Líneas de Deseo

Las líneas de deseo que resultan de mayor importancia y que resultan de la matriz OD ajustada se ilustran en la Figura 54. De esta forma se tiene una mejor aproximación a los patrones de movilidad de las personas residentes de las zonas atendidas por el corredor y las zonas aledañas al mismo. Esta información es de gran utilidad al momento de definir las alternativas de alimentación del corredor troncal con el objeto de diseñar la que mejor corresponda a las necesidades de movilidad de los usuarios.

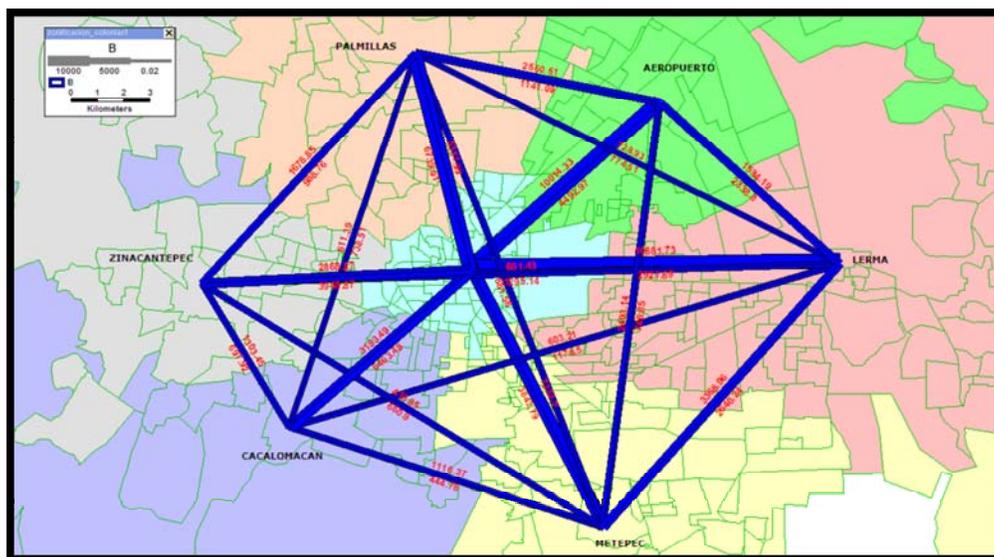


FIGURA 54: Líneas de Deseo de la Matriz Calibrada

Como se puede apreciar en la Figura 54, los principales movimientos que se presentan entre macrozonas son los de tipo subcentro-centro, es decir, de las zonas aledañas al centro de la ciudad. La principal línea de deseo presente es aquella que va de la macrozona 4 (Lerma) a la 1 (Centro), siendo la zona centro donde se concentran los principales bienes y servicios además de ser el centro de la ciudad. Las otras dos más importantes son las de sentido Aeropuerto-Centro y Metepec-Centro.

3.1.3 DEFINICIÓN DE TRAZO

Aquí se desarrollan las etapas metodológicas que se llevaron a cabo para identificar, analizar y realizar la propuesta del trazo de las rutas alimentadoras para el corredor de transporte masivo “Zincantepec-Toluca-Lerma (por torres)”. En el capítulo posterior de esta tesis se desarrollan para una de las rutas alimentadoras esquemas geométricos y operativos que la definen.

3.1.4 TRAZO DE RUTAS ALIMENTADORAS

Para definir la propuesta de las rutas que conformaran el esquema de alimentación del corredor, se utiliza un criterio de reestructuración el cual se basa en las trayectorias de las rutas que actualmente ofrecen el servicio en las macrozonas definidas en esta tesis.

En primer lugar, se generaron los mapas de oferta para cada macrozona con el motivo de apreciar de manera clara los trazos que actualmente operan y las vialidades con mayor saturación del servicio por las rutas de las diferentes empresas transportistas.

En la Figura 55 se puede apreciar el mapa de oferta para la macrozona 2 “Palmillas” conformada por las siguientes colonias: Mayorazgo de León, Mina México, La Puerta, San Martín Toltepec, Aviación Autopan, Lázaro Cárdenas, Palmillas, Tecaxic, Calixtlahuaca, San Marcos Yachihuacaltepec, Santiago Tlaxomulco, Santa Cruz Atzacapotzaltongo, La Vega, De los Uribe, San Marcos, Santiago Miltepec, San Andrés Cuexcontitlan Sección 3, San Andrés Cuexcontitlan Sección 2, San Pablo Autopan, Jicaltepec Cuexcontitlan Sección 6, San Diego Linares, Del Cajon, San Carlos Autopan, Tlachaloya 1ra. Sección.

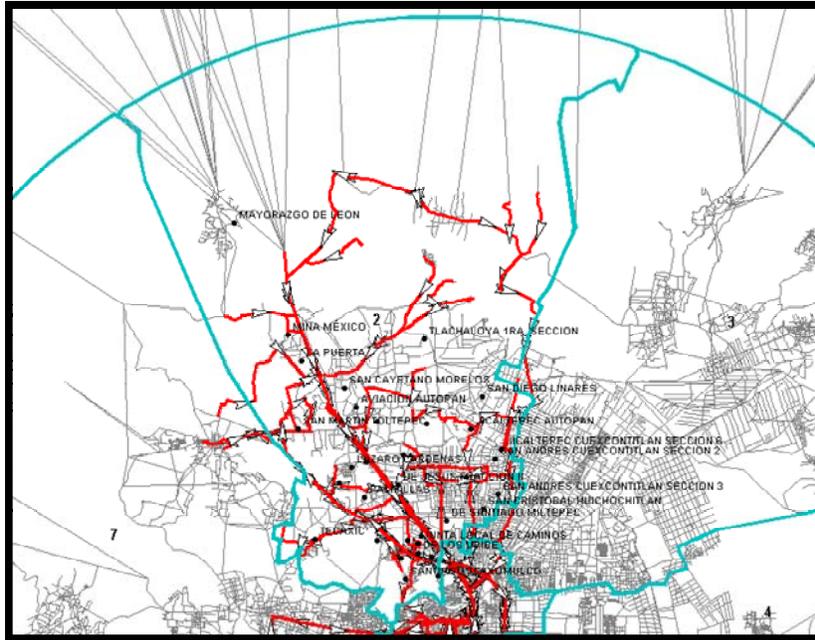


FIGURA 55: Mapa de Oferta para la Macrozona 2 "Palmillas"

En la Figura 56, se puede observar las vialidades con mayor afluencia de rutas de transporte público para la cuenca 2 "Palmillas", donde, las vialidades con mayor saturación presentan un tono intenso de color rojo, el cual representa las rutas de TP. Destacando: Av. Isidro Fabela, Av. Independencia, Av. José María Morelos y Pavón, Av. Manuel Buendía Téllez Girón.

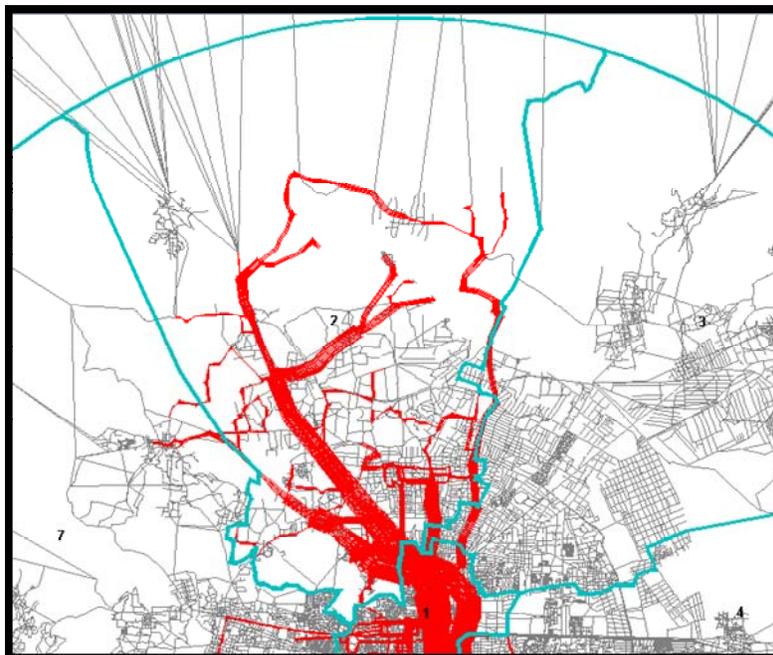


FIGURA 56: Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 2

Para finalmente culminar en la propuesta del esquema de alimentación para la cuenca 2.

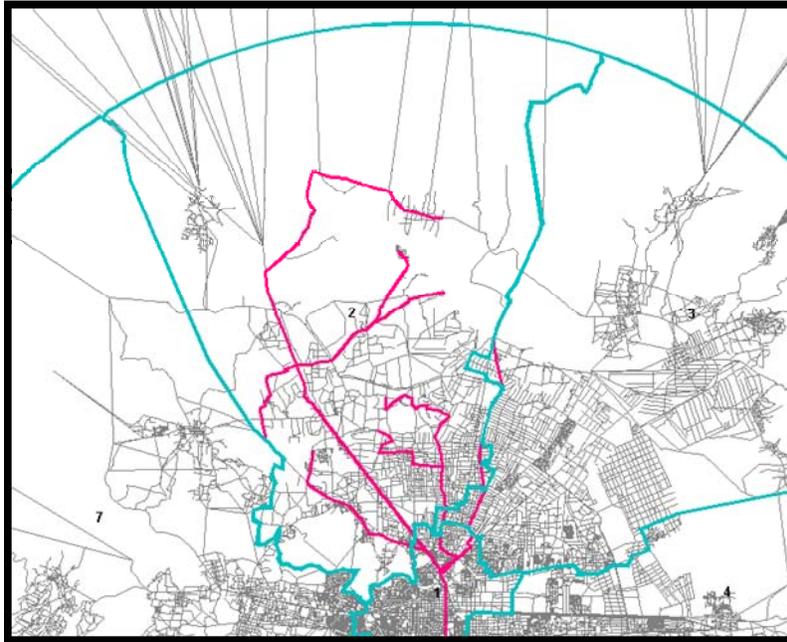


FIGURA 57: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 2 "Palmillas"

En la Figura 58, se puede observar la propuesta de alimentación en conjunto con el corredor de transporte masivo "Zinacantepec – Toluca - Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca", presentando como punto de intersección la terminal de Transferencia Pino Suárez.

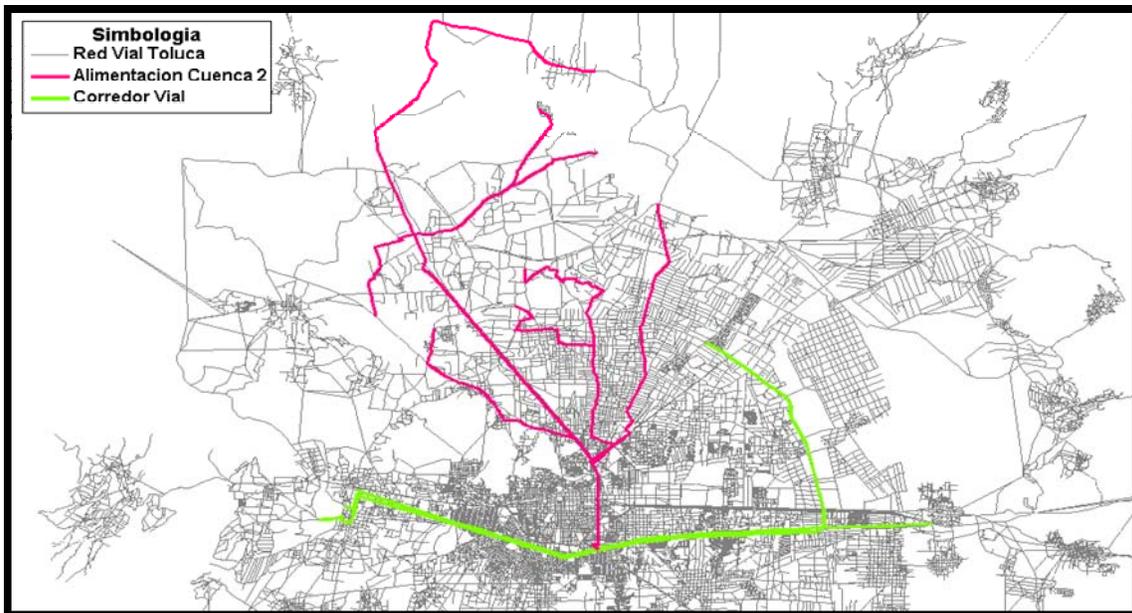


FIGURA 58: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 2 y el Corredor Vial

Por su parte la Cuenca 3 “Aeropuerto” está integrada por las siguientes colonias: Rincón de San Lorenzo, La Cruz Comalco, San Lorenzo Tepaltitlan, De La Trinidad, La Concepción, La Magdalena Oztacatipan, San Mateo Oztacatipan, Las Fuentes, Jardines de la Crespa, Geovillas de la Independencia, Misiones de Santa Esperanza, La Floresta, La Arboleda, Villas Santa María, Armando Neyra Chávez, San Pedro Totoltepec, San Francisco Totoltepec, Geovillas Centenario, Bordo De Las Canastas, De Canaleja, Arroyo Vista Hermosa, La Constitución Totoltepec, Guadalupe Totoltepec, San Nicolás Tolentino Oztacatipan, San José Guadalupe Oztacatipan, Santa Cruz Oztacatipan, San José Guadalupe Huichochitlan, Los Sauces, San Andrés Cuexcontitlan Sección 4, San Andrés Cuexcontitlan Sección 1, San Diego De Los Padres Cuexcontitlan, San Cristóbal Huichochitlan, San Diego De Los Padres Oztacatipan, Santin, Villas Santin, Espino, Guadalupe Victoria, Ejido De La Y, Llano De La Y, La Purísima, Ejido Santa María Zolotepec, Emiliano Zapata, Xonacatlan de Vicencio, Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla, San Mateo Mozoquilpan, Santa Ana Mayorazgo, San Antonio La Fe, Barrio Del Pilar, Ranchería Dolores, Barrio Santiago, La Soledad, La Primavera, La Loma, San Juan, Santa Ana Jilotzingo, Capulhuac, Espino Peralta, San Nicolás Peralta, Agrícola Analco.

En la Figura 59, se observa el mapa de oferta en la macrozona 3 “Aeropuerto” incluyendo las colonias que conforman dicha macrozona.

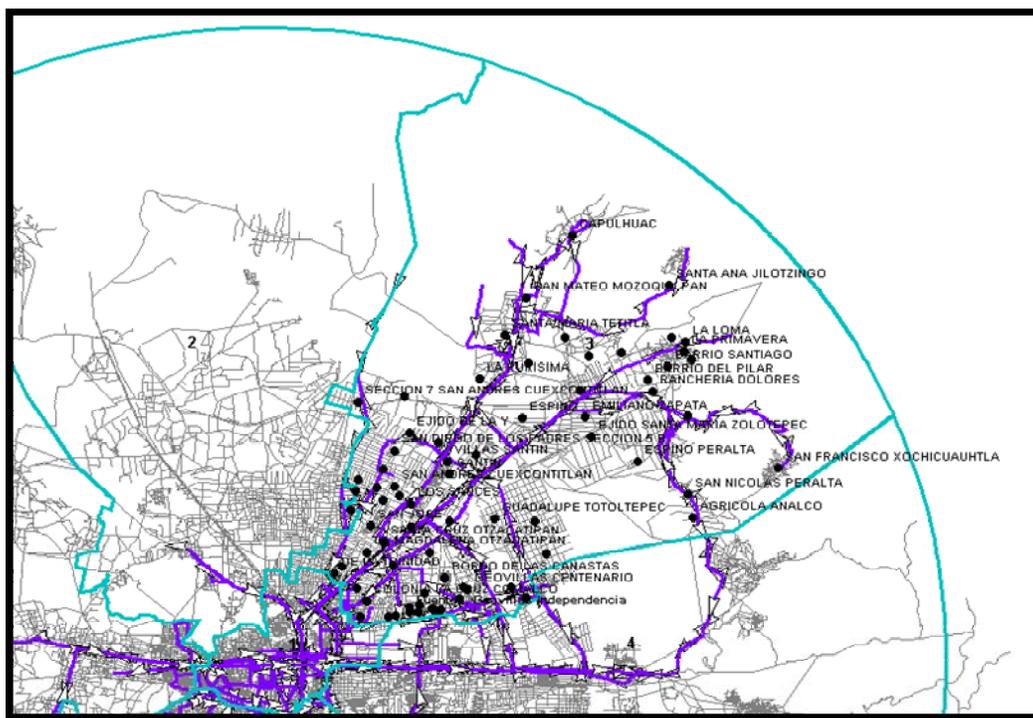


FIGURA 59: Mapa de Oferta para la Macrozona 3 “Aeropuerto”

En la Figura 60 se ilustra las vialidades con mayor afluencia de rutas de transporte público para la Cuenca 3 “Aeropuerto”, donde, se pueden destacar: Av. José López Portillo, Calle a Villa Cuauhtémoc y Fca. María, Av. Toluca, Av. Revolución.

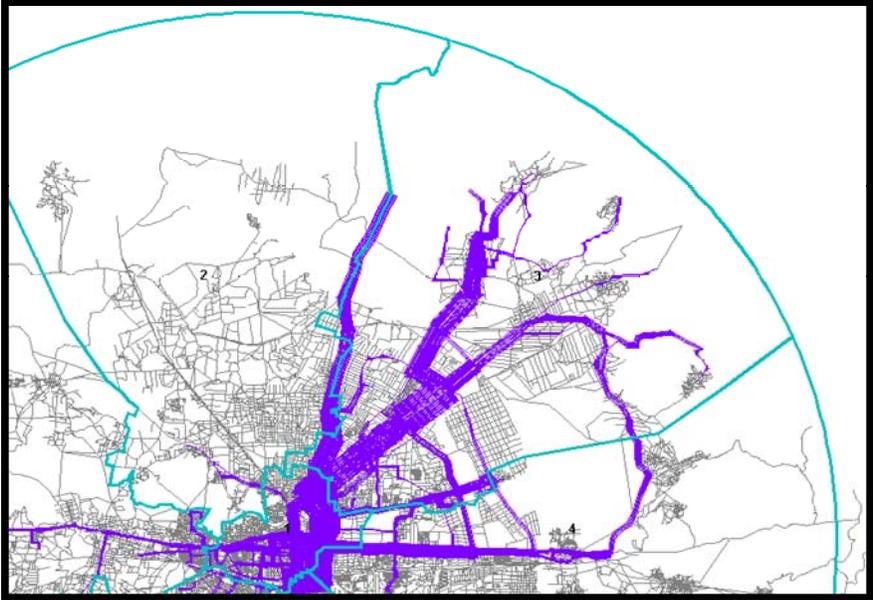


FIGURA 60: Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 3

Propuesta de Alimentación para la Cuenca 3 “Aeropuerto” (Figura 61).

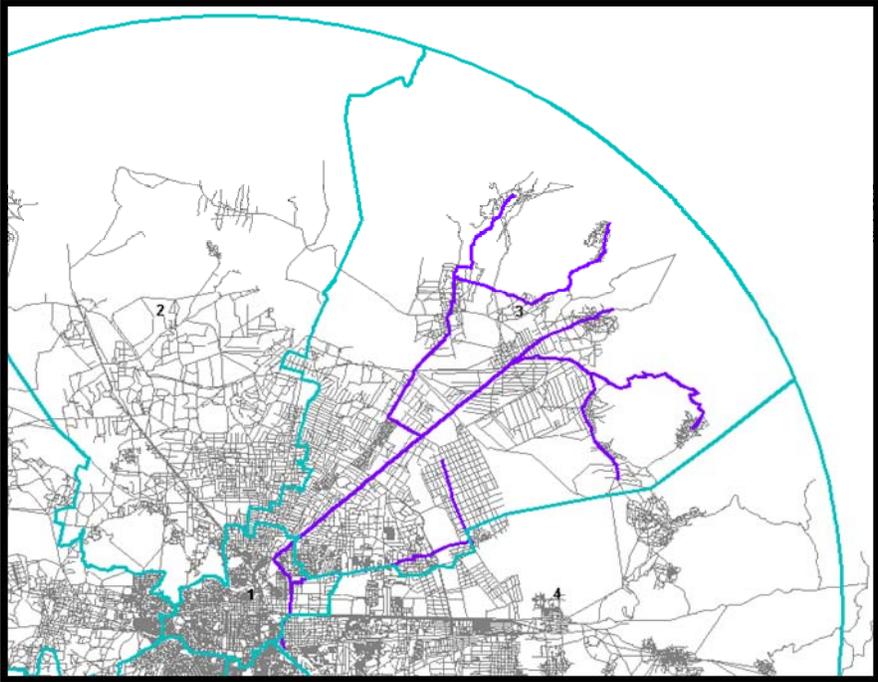


FIGURA 61: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 3 “Aeropuerto”

La ilustración del esquema alimentador para la cuenca 3 “Aeropuerto” en conjunto con el Corredor Vial “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” se puede apreciar de forma clara en la Figura 62, así como el punto de intersección (Av. Solidaridad las Torres – Av. José María Pino Suárez).

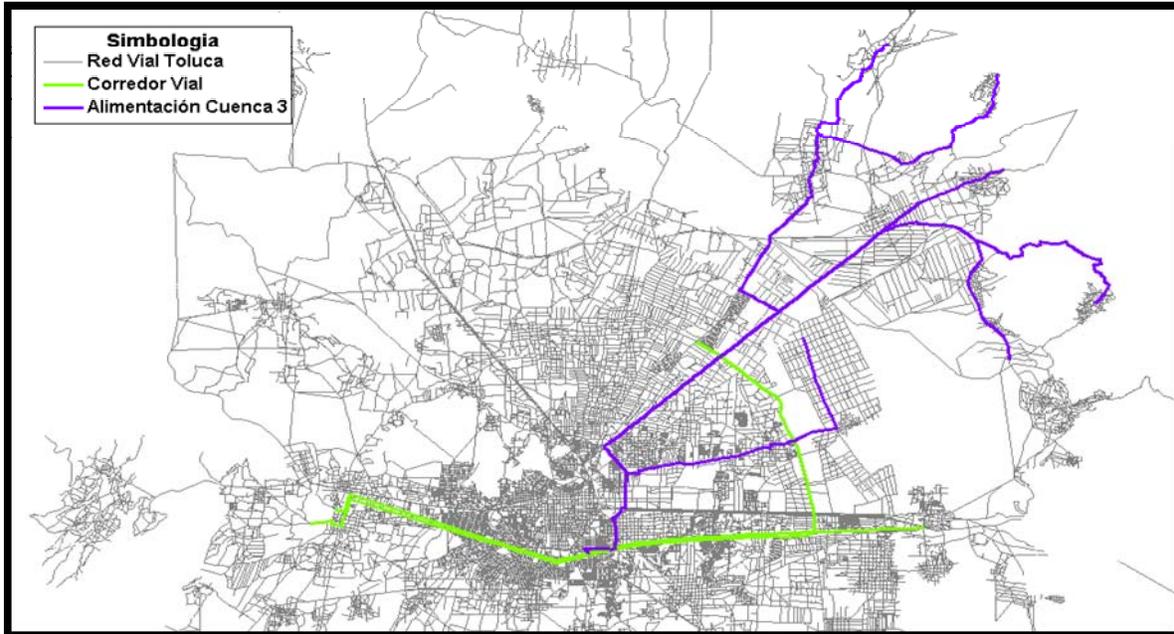


FIGURA 62: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 3 y el Corredor Vial

En lo que respecta a la macrozona 4 “Lerma” se encuentra definida por las siguientes colonias: San Francisco Coaxusco, Fraccionamiento Club Campestre San Carlos, Comisión Federal de Electricidad, Infonavit San Gabriel, La Hortaliza, Campestre del Valle, Lázaro Cárdenas ISSEMYM, De Coaxustenco, De San Mateo Abajo, Horizontal Guerrero, De San Mateo Arriba, San Martín 2da. Sección, San José La Pila, Andrés M Enríquez, Infonavit San Francisco, La Providencia ISSEMYM, Izcalli Cuauhtémoc IV, Izcalli Cuauhtémoc V, Izcalli Cuauhtémoc II, Izcalli Cuauhtémoc III, Campesina, Infonavit Las Marinas, Puerta de Hierro, Izcalli Cuauhtémoc I, San Jerónimo Chichahualco, Rancho San Lucas, San Salvador Tizatlalli, Agrícola Bellavista, Villas Kent, El Carmen Totoltepec, Pilares, Casa Blanca, Santa María Totoltepec, Agrícola Francisco I. Madero, Venustiano Carranza, La Virgen, San Luis, Santa María Atenco, San Francisco, San Lucas, San Nicolás, San Miguel, San Juan, San Pedro Tultepec, San Pedro, La Estación, La Concepción, Magdalena, Santa Elena, Buenavista, San Isidro, Álvaro Obregón, La Asunción, Agrícola Miguel Alemán, Isidro Fabela, Valle de Lerma, Infonavit Lerma, Prados de Tollocan, EL Olimpo, Santa María Totoltepec, El Coecillo, Reforma, El Cerrillo Vista

Hermosa, El Embarcadero, Llano del Compromiso, Guadalupe Hidalgo, El Pedregal, Loma De Los Esquíveles, Loma Bonita, Tepexoyuca, San Jerónimo Acazulco, San Pedro Atlapulco, San Pedro Cholula, Santiaguito, San Miguel, Santa María, El Llanito De San Antonio, El Calvario, El Panteón, Guadalupe, San José El Llanito, San Mateo Atarasquillo, San Miguel Ameyalco, Santiago Analco, Santa María Atarasquillo, De Santa Cruz.

El mapa de demanda y las colonias para la macrozona 4 “Lerma” se pueden apreciar en la siguiente Figura. (Figura 63).

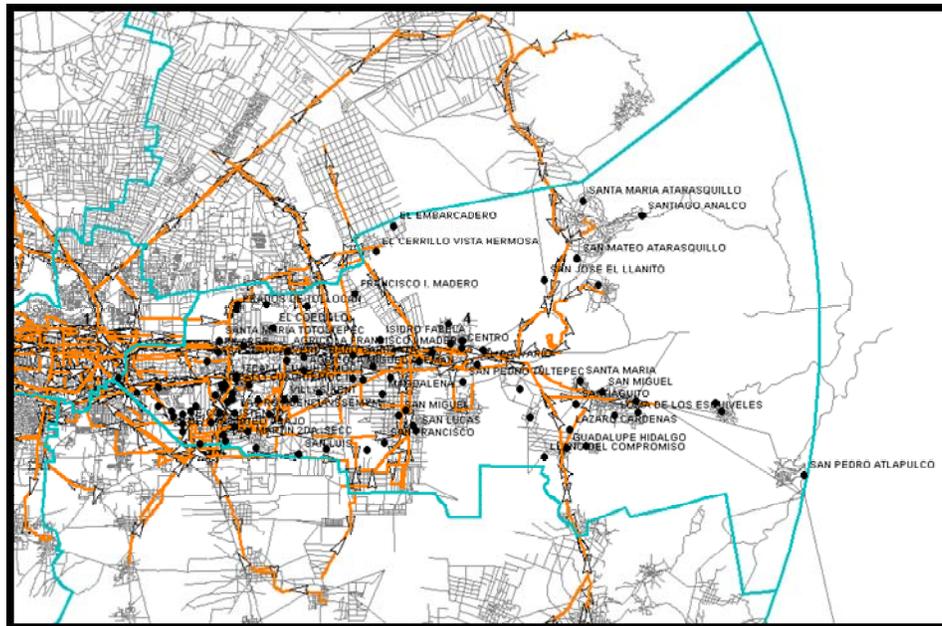


Figura 63: Mapa de Oferta para la Macrozona 4 “Lerma”.

Las vialidades con mayor saturación del servicio de transporte público en la cuenca 4, se ilustran en la Figura 64, destacando las presentan una mayor tonalidad de color naranja, entre las más importantes se pueden mencionar; Av. Tollocan, Av. Gobernadores, Av. Manuel J. Clouthier, De Las Partidas, Carretera a Atarasquillo, Carretera a Ocoyoacac.

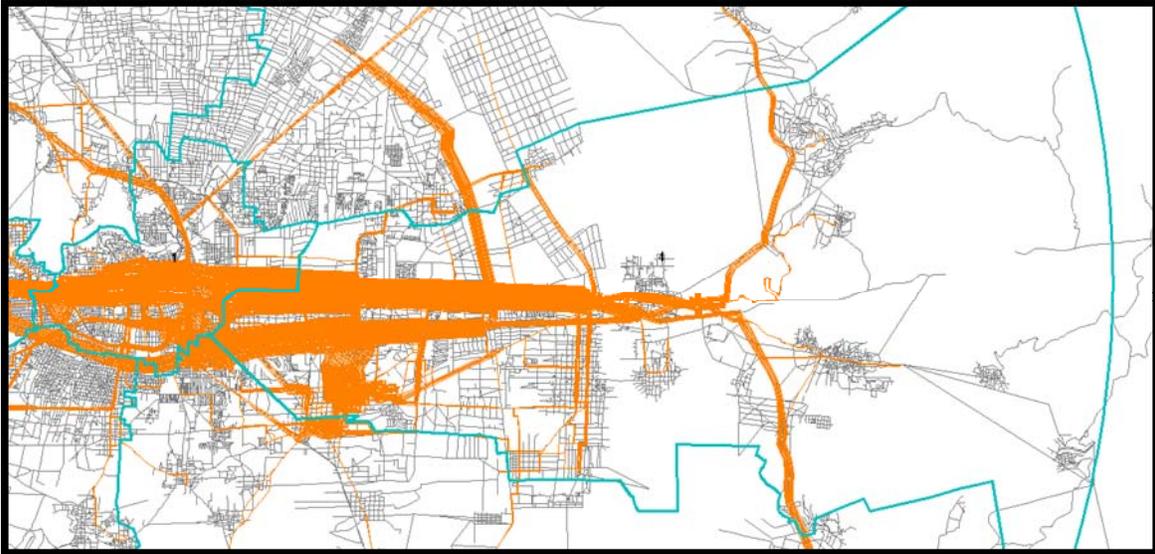


FIGURA 64: Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 4

El esquema de alimentación para la cuenca 4 “Lerma” es presentando en la Figura 65.

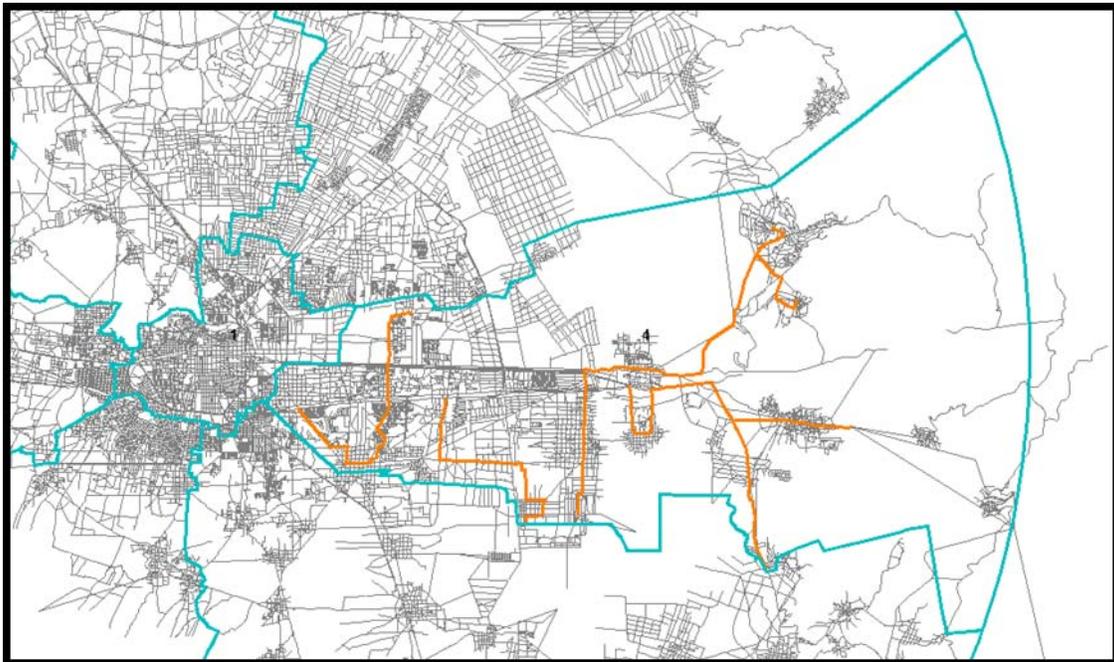


FIGURA 65: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 4 “Lerma”

El esquema alimentador para la cuenca 4 “Lerma” presenta 5 puntos de intersección con el Corredor “Zinacantepec-Toluca-Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” 1 – Av. Solidaridad las Torres Esquina Av. Federación, 2 – Av. Solidaridad las Torres Esquina Av. Manuel J. Clouthier, 3 – Av. Solidaridad las Torres

Esquina Av. Tecnológico, 4 – Prolongación Solidaridad las Torres Esquina Av. Benito Juárez García, 5 – Prolongación las Torres Intersección con Carretera México Toluca (Patio de Encierro San Mateo Atenco).

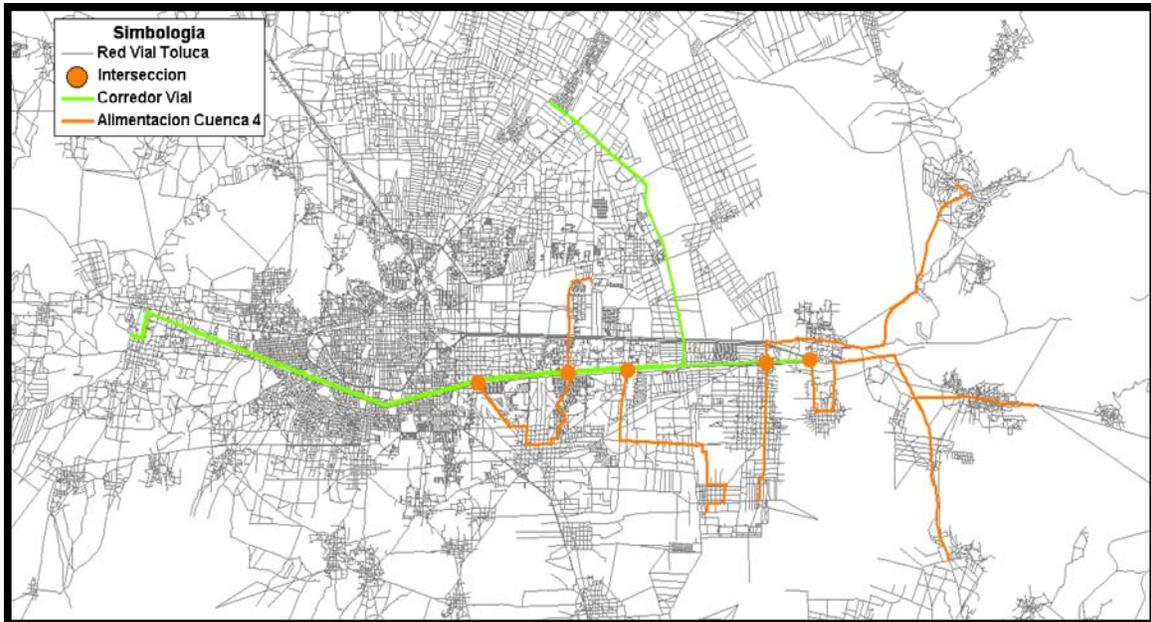


FIGURA 66: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 4 y el Corredor Vial

En lo que respecta a la cuenca 5 “Metepec” le corresponden las siguientes colonias: Valle De Don Camilo, Nueva Santa María De Las Rosas, Colonia La Magdalena, Unidad Victoria, Las Haciendas, Nueva Santa María, Eva Samano De López Mateos, Los Nogales, Benito Juárez, Juan Fernández Albarran, Real San Javier, Ampliación Lázaro Cárdenas, Alteza, Xinantecatl, Hípico, Fraccionamiento Los Cedros, Real De Arcos, La Purísima, Del Parque, Villas Fontana, Azteca, Isidro Fabela, Jesús Jiménez Gallardo, Municipal, Las Américas, Las Jaras, Del Espíritu Santo, San Jorge Pueblo Nuevo, San Agustín, De San Miguel, La Michoacana, Las Margaritas, Jorge Jiménez Cantú, Luisa Isabel Campos, Las Margaritas, Rancho de Maya, Las Palomas, San Felipe Tlalmimilolpan, La Magdalena Ocotlan, San Bartolome Tlaltelulco, Santa María Nativitas, San Andrés Ocotlán, La Estación, Azcapotzalco, Tecuanapa, El Calvario Tepanuaya, Chapultepec, El Campesino, Américas, San Isidro, Álvaro Obregón, San Gaspar, Tlahuelilpan, Llano Grande, San Lorenzo Coacalco, San Miguel Totocuitlapilco, Santiaguito, San José, San Lucas Tunco, San Sebastián, Moderna San Sebastián, Tenango de Arista, Santa María Jajalpa, San Francisco Tepoxoyuca, Atlatahuca, San Pedro Tlanixco, San Miguel Balderas, San Francisco Putla, Zaragoza de Guadalupe, San

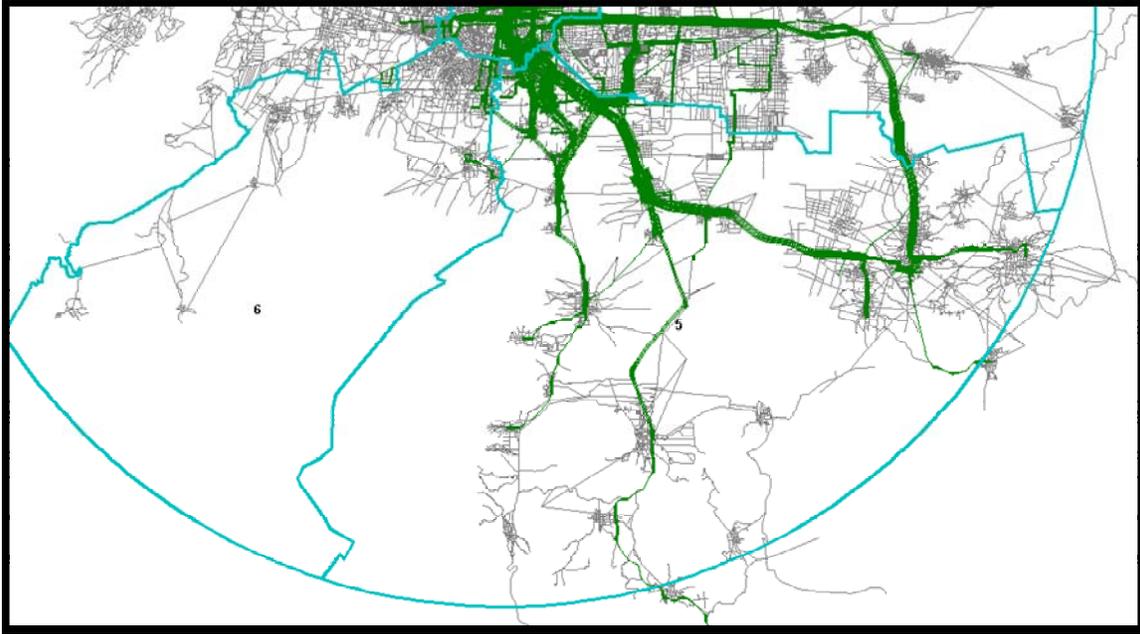


FIGURA 68: Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 5.

La propuesta conceptual de las rutas alimentadoras que atienden la zona delimitada por la cuenca 5 "Metepec" se observa en la Figura 69.

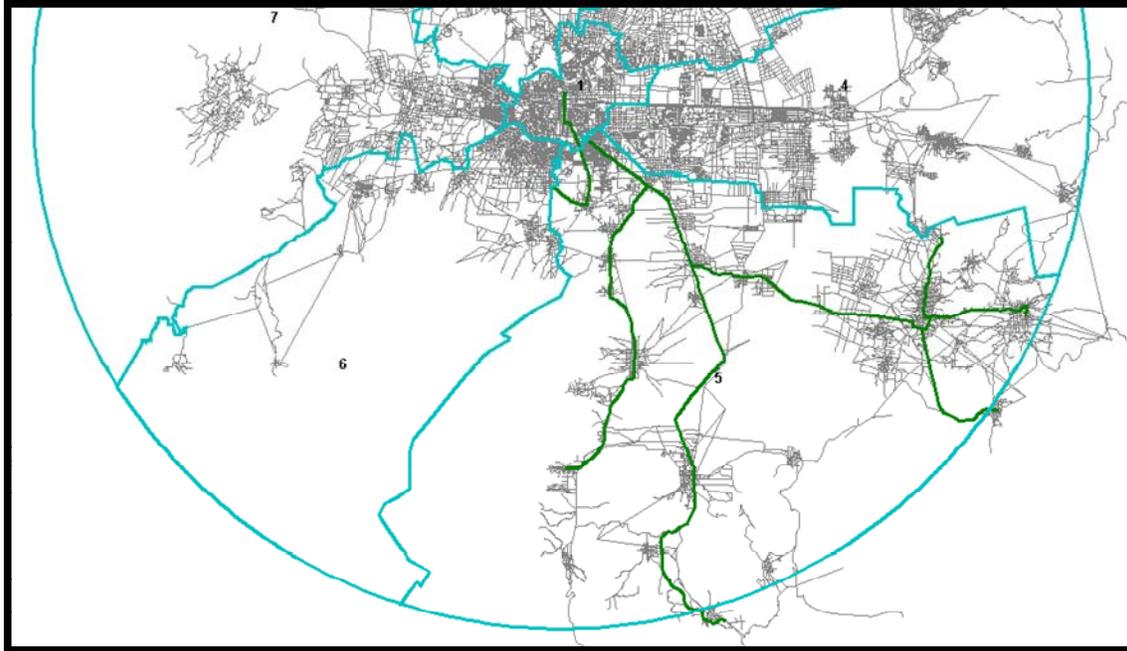


FIGURA 69: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 5 "Metepec"

La propuesta de alimentación presentada para la cuenca 5 únicamente cuenta con dos puntos que interceptan con el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” (Figura 70) 1 – Av. Solidaridad Las Torres Esquina Av. Heriberto Enríquez, 2 – Av. Solidaridad Las Torres Esquina Av. José María Pino Suárez (Terminal de Transferencia).

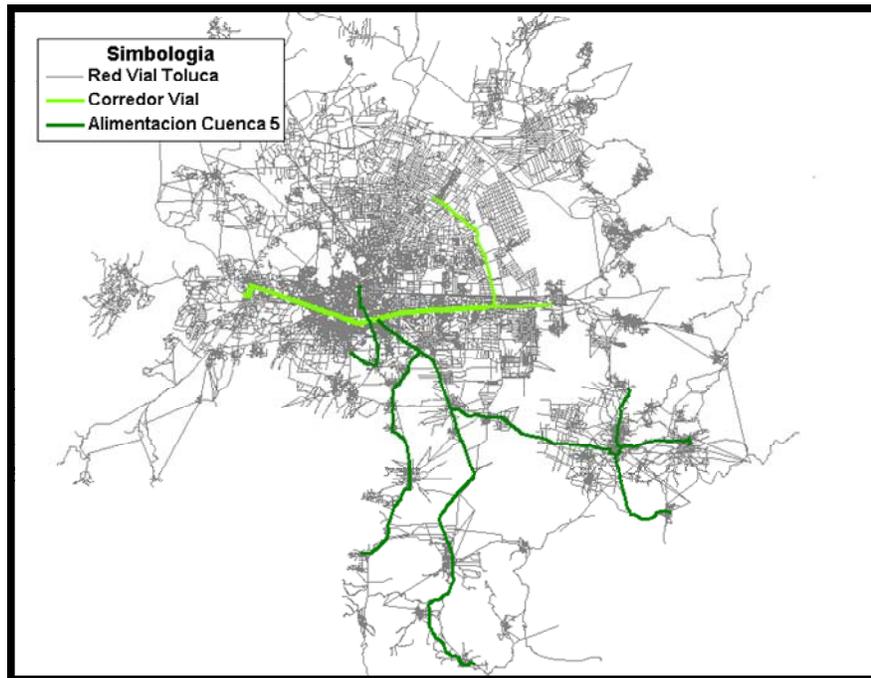


FIGURA 70: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 5 y el Corredor Vial

En lo referente a la zona definida por la macrozona 6 “Capultitlan” las colonias de interés son las siguientes: Guadalupe, El Seminario Primera Sección, El Seminario Tercera Sección, El Seminario Cuarta Sección, Villa Hogar, Ocho Cedros, Moderna De La Cruz, Fraccionamiento Bosques De Colon, Ocho Cedros Segunda Sección, Héroes Del 5 De Mayo, Villas Santa Isabel, San Buenaventura, El Seminario Quinta Sección, La Soledad, Del Pacifico, Capultitlan, Santiago Tlacotepec, San Juan Tilapa, Cacalomacan, Santa Cruz Cuauhtenco, Colonia Morelos, Ojo de Agua, San Juan De Las Huertas, Tejalpa.

El mapa de demanda y las colonias que se involucran en la macrozona 6 “Capultitlan”, se ilustran en la Figura 71.

Propuesta conceptual de alimentación para el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca en la macrozona 6 “Capultitlan” (Figura 73).



FIGURA 73: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 6 “Capultitlan”

El esquema de alimentación en la cuenca 6 cuenta con tres puntos de intersección con el corredor: 1 – Av. Solidaridad las Torres Esquina Av. Cristobal Colon, 2 – Av. Solidaridad las Torres Esquina Av. Laguna del Volcán, 3 – Av. Solidaridad las Torres Esquina Av. Venustiano Carranza.

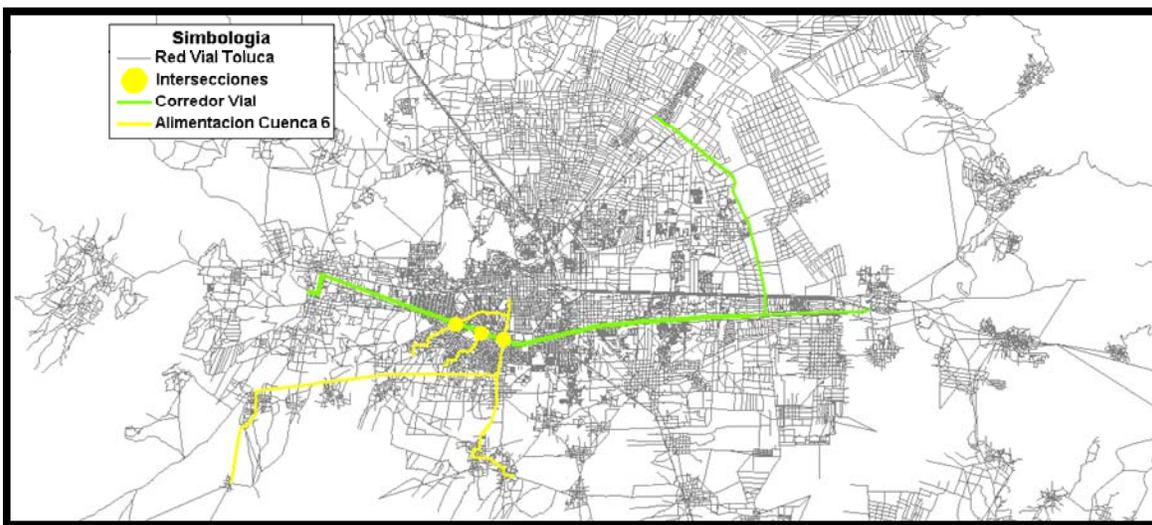


FIGURA 74: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 6 y el Corredor Vial

La macrozona 7 “Zinacantepec” envuelve como colonias de interés: El Contadero, San Pedro Tejalpa, San Antonio Acahualco, San Cristóbal Tecolot, San Matías Transfiguración, Residencial la Esperanza, Zinacantepec, San Francisco Tlalcilcalpan, San Isidro el Reservado, Fraccionamiento Carbajal 1ra. Sección, Fraccionamiento Carbajal 2da. Sección, Barrio de México, El Curtidor, Santa María del Monte, Loma de Pote, San Bartolo del Llano, San Antonio Buenavista, Cultural, Parques Nacionales, Miguel Hidalgo, 14 de Diciembre, El Trigo, Protinbos, San Mateo Oxtotitlan, Ex-Hacienda San Jorge, Niños Héroes, Sierra Morelos, Ejido Altamirano, Emiliano Zapata, Ojuelos, Deportiva, San José Barbabosa, Linda Vista, San Miguel, Las Culturas, Las Joyas, Zamarrero, Zimbrones, San Luis Mextepec, San Mateo Tlanchichilpan, Santiaguito, Tlalcilcalpan, La Cabecera, San Pedro la Concepción, Almoloya de Juárez, Barrio la Cabecera 3ra. Sección, San Lorenzo Cuautenco, SUTEYM, Santa María Nativitas.

El mapa de oferta y las colonias mencionadas para la macrozona 7 “Zinacantepec” se pueden apreciar en la Figura 75.

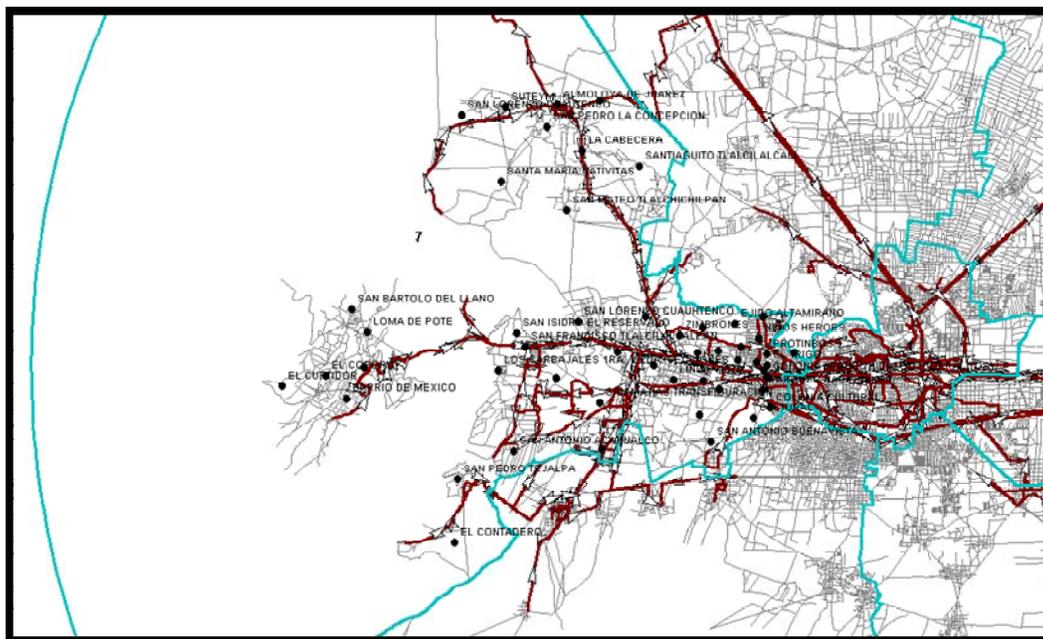


FIGURA 75: Mapa de Oferta para la Macrozona 7 “Zinacantepec”

Dentro de las vialidades que más destacan debido a su gran afluencia de rutas de transporte público, se pueden mencionar tres principales: Av. Adolfo López Mateos, Av. 16 de Septiembre, Carretera a Almoloya.

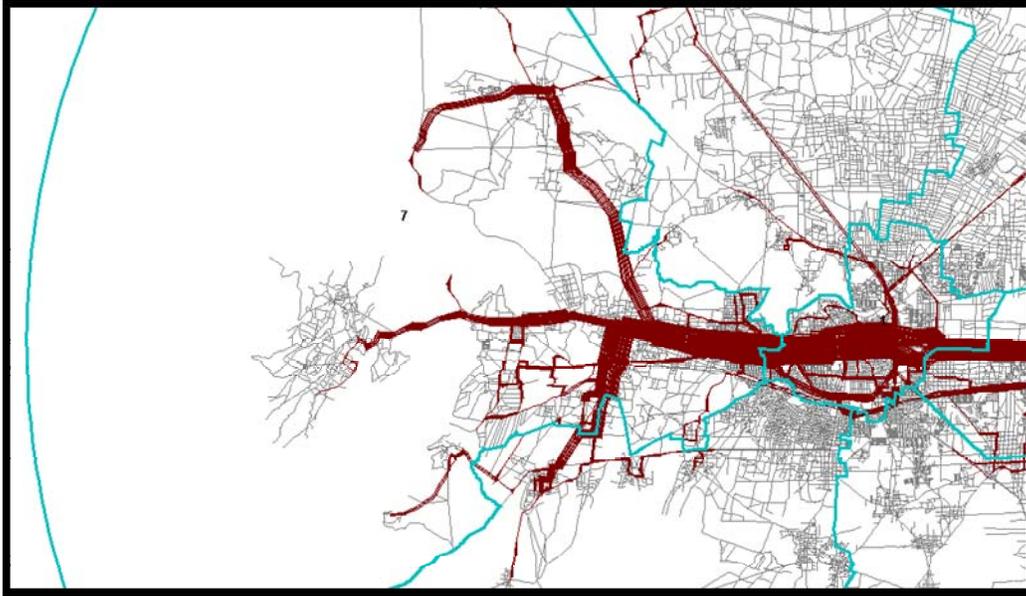


FIGURA 76: Vialidades con Mayor Afluencia de Rutas en la Macrozona 7

En la Figura 77 es posible observar la propuesta conceptual de esquema de alimentación para la cuenca 7 “Zinacantepec”.

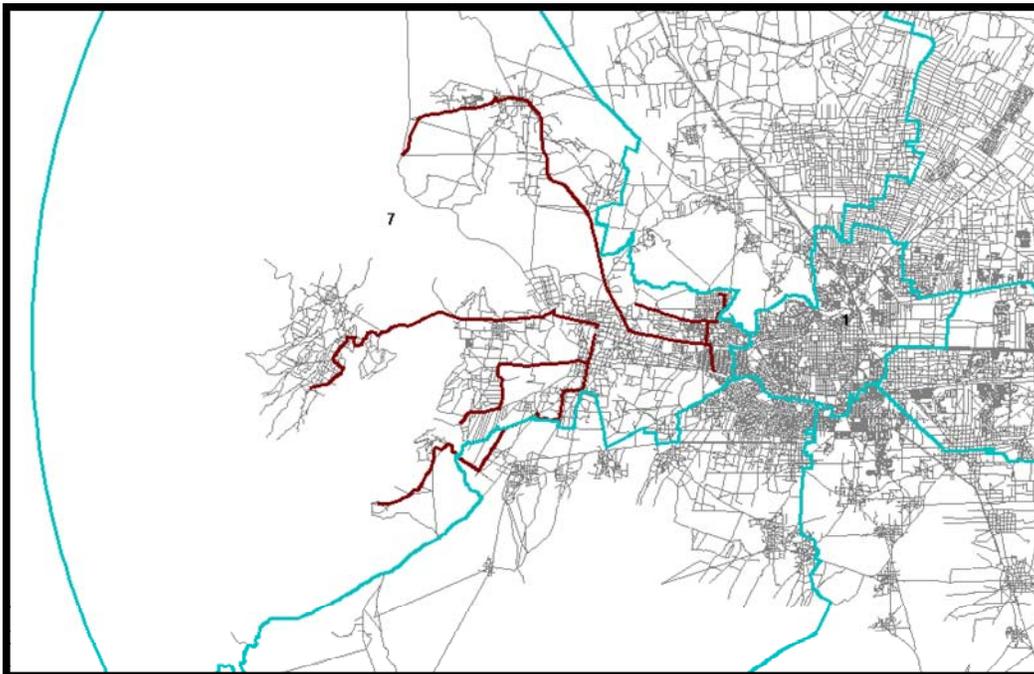


FIGURA 77: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 7 “Zinacantepec”

La presente propuesta de alimentación para la cuenca 7 “Zinacantepec” implica dos puntos de transbordo con el corredor vial, en primer lugar la Terminal Zinacantepec y en segundo lugar Av. Solidaridad Las Torres Esquina Av. Torres Chicas. (Figura 78).

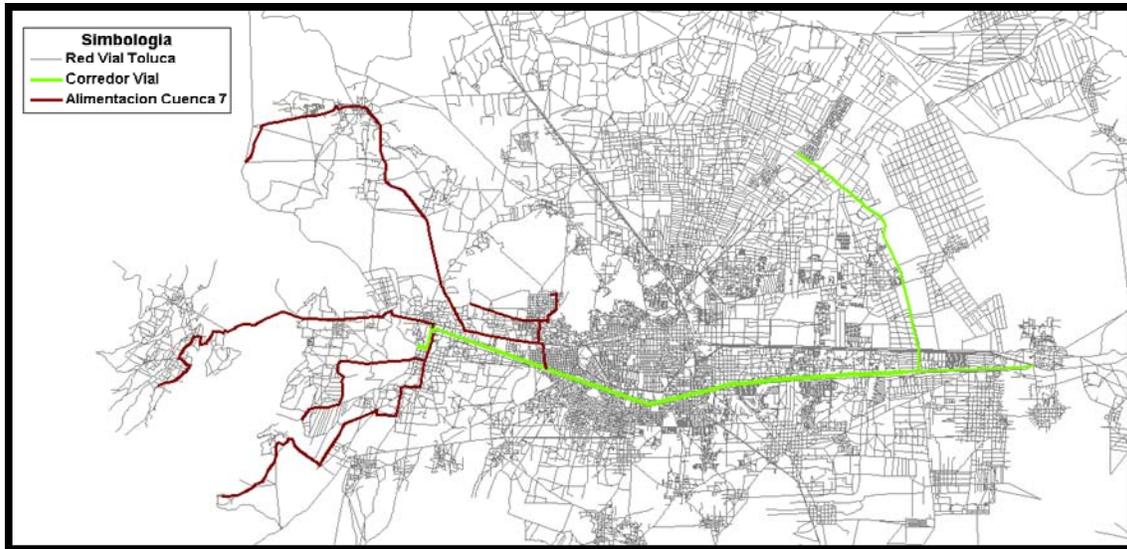


FIGURA 78: Intersección entre el Esquema de Alimentación para la Cuenca 7 y el Corredor Vial

La macrozona 1 “Centro” se diseña en última instancia ya que el diseño del esquema de alimentación para las cuencas anteriores atiende en cierto nivel la cuenca “Centro”, logrando simplificar el diseño para tal macrozona.

Las colonias que forman parte de la cuenca 1 son; Ciudad Universitaria, Nueva Oxtotitlan, El Seminario Segunda Sección, Plazas de Sanbuenaventura, Vicente Guerrero, Fraccionamiento las Haciendas, Isidro Fabela Primera Sección, Isidro Fabela Segunda Sección, Morelos Segunda Sección, Residencial Colon, Universidad, Barrio de la Merced, Barrio de la Retama, Barrio del Coporo, Sector Popular, San Juan Inés de la Cruz, Barrio de San Bernardino, Electricistas Locales, Federal Adolfo Lopez Mateos, Morelos Primera Sección, La Teresona, Meteoro, Barrio de Santa Clara, 5 de Mayo, Centro, Barrio de Huitzila, Doctores, Reforma, Barrio de San Juan Bautista, Barrio de Zopilocalco Sur, Barrio de San Sebastián, Fraccionamiento Vértice, Altamirano, Izcalli, Toluca, Américas, Progreso, Cuauhtémoc, Club Jardín, Los Ángeles, Tlacopa, Guadalupe, Santiago Miltepec, Independencia, Lomas Altas, Rancho la Mora, Científicos, Villas Fontana, Santa Barbara, Unión, Barrio de San Miguel Apinahuizco, Barrio de San Luis Obispo, Lazaro Cárdenas, Emiliano Zapata, Santa María de Las Rosas, Valle Verde y Terminal, Salvador Sánchez Colín, Santa Ana Tlapaltitlan, Celenece, Jardines de Tlacopa, Residencial las

Flores, San Rafael, El PRI, La Magdalena, El Balcón, San Juan de la Cruz, Tres Caminos.
(Figura 79).

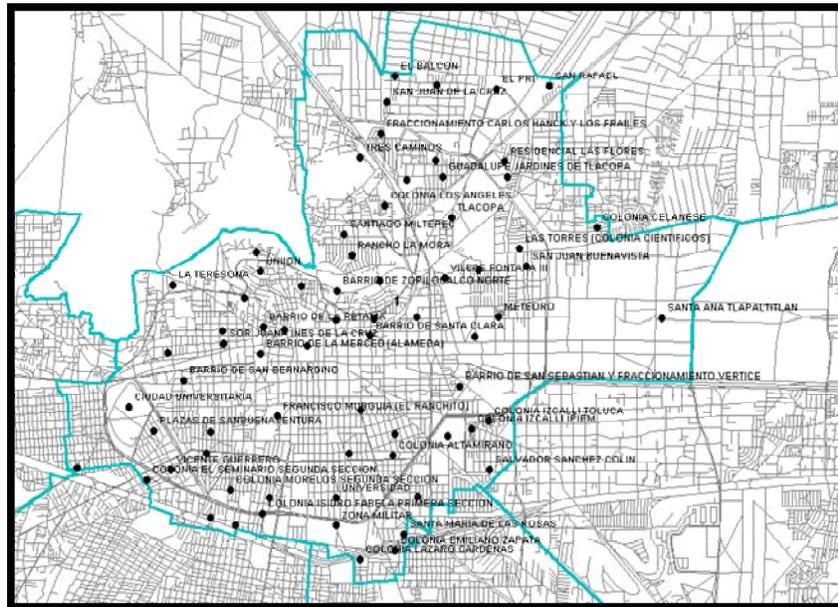


FIGURA 79: Colonias Integrantes de la Macrozona 1 “Centro”

El esquema de alimentación propuesto para la cuenca 1 “Centro” es presentado en la
Figura 80.

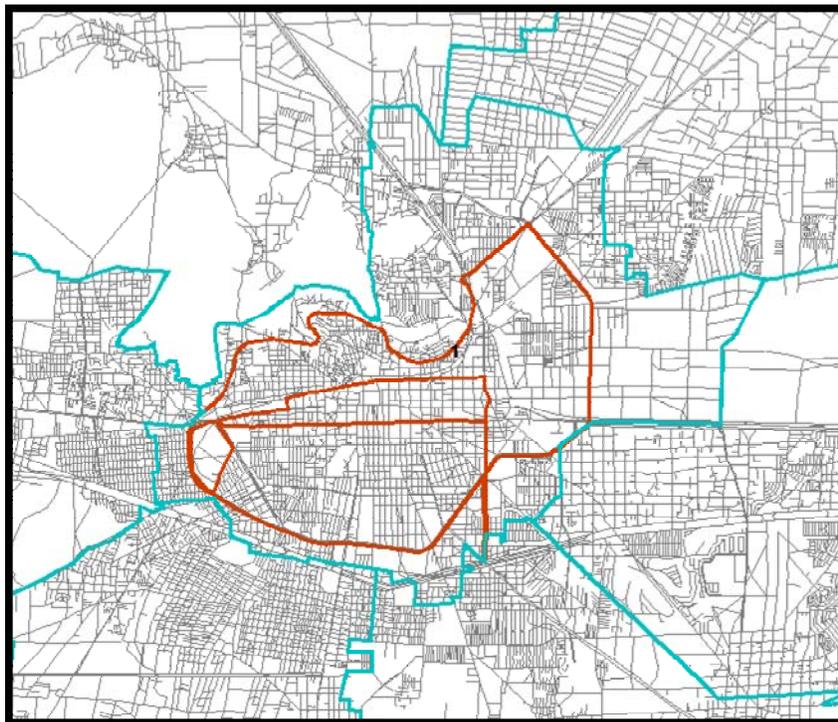


FIGURA 80: Propuesta Conceptual de Alimentación Cuenca 1 “Centro”

Llegando así a una nueva alternativa para la reestructuración del sistema de transporte público de la ZMVT, atendiendo por una parte las necesidades de movilidad del usuario (Líneas de Deseo) y en un segundo plano las trayectorias que describen las rutas que actualmente operan en la ciudad. El nuevo sistema BRT (Buss Transit Rapid) permite disminuir el congestionamiento de unidades de TP en vialidades principales, reduciendo la probabilidad de los accidentes viales (generalmente provocados por la “guerra del centavo” entre unidades) y aumentando el confort de los conductores de autos particulares.

En la Figura 81 se ilustra la alternativa propuesta para del nuevo sistema de transporte público para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, basado en un corredor troncal “Zinacantepec – Toluca –Lerma (por Torres) con Ramal a Aeropuerto Internacional de Toluca” y 7 esquemas de alimentación.

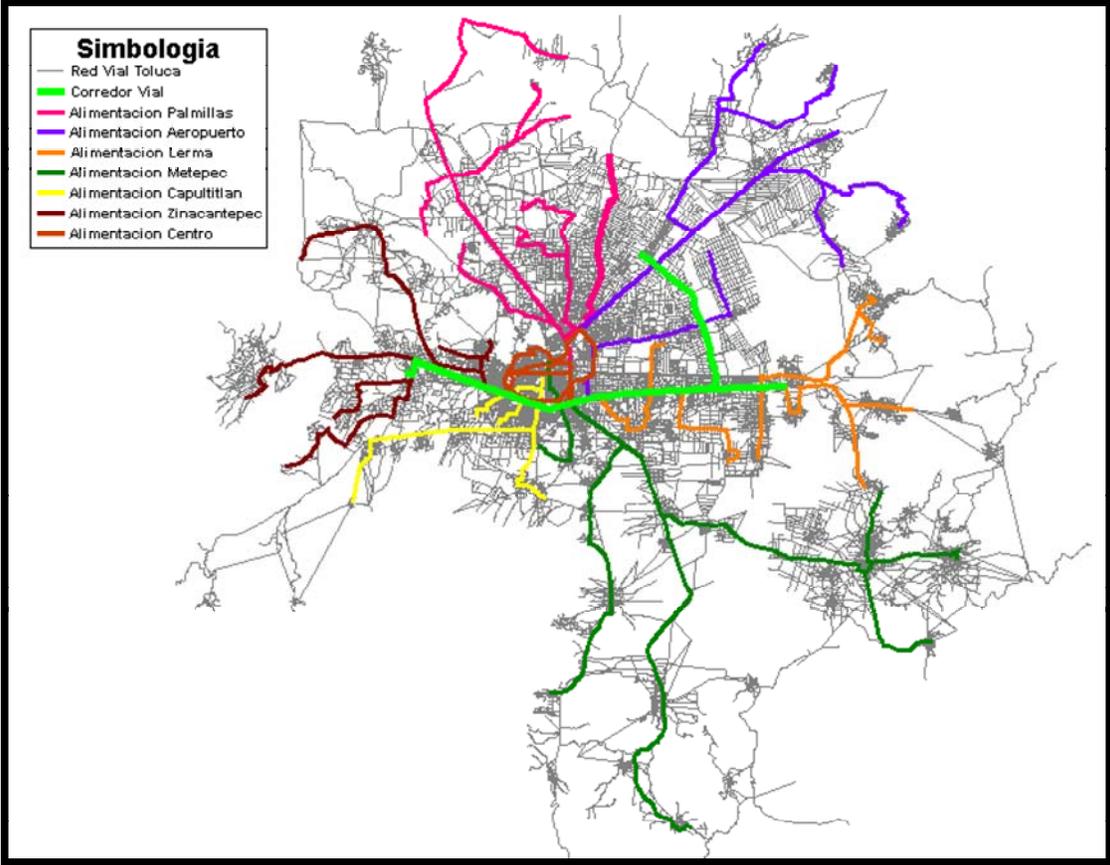


FIGURA 81: Propuesta Conceptual del Esquema Alimentador para el Corredor Vial “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”.

3.2 ESCENARIOS Y RESULTADOS

Construcción de Escenarios y Alternativas de Reestructuración

Gracias al proceso de ajuste se obtiene, por un lado, una nueva matriz “ajustada” que replica las necesidades de movilidad de los usuarios y por otro, las características operativas y de desempeño del sistema de transporte que atiende a esa necesidad, ambos elementos constituyen el estado o situación base de la modelación a partir de la cual se podrán analizar una serie de escenarios en el que se modifique ya sea el trazo o las condiciones de operación de los servicios de transporte. Para ello, es necesario contar con las propuestas de reestructuración de las rutas (tanto a nivel de trazo como de operación) y la matriz OD de referencia con la finalidad de asignarla a esta nueva red con el objetivo de determinar cómo se distribuyen espacialmente estos pasajeros en cada una de las rutas propuestas. A partir de dicha captación por ruta, se procede a evaluar o eficiencia de cada readecuación propuesta o escenario.

En el caso de esta Tesis, se propusieron 2 escenarios con sus respectivas alternativas, las cuales se detalla a continuación.

Escenario 1A; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido

Para este escenario se identificaron un total de 113 rutas que tienen poca incidencia sobre las vialidades que integran el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, para este conjunto de rutas el recorrido fue modificado, de tal manera que el corredor quede libre sin otra ruta que pueda ser competencia para los servicios propuestos. Las 45 rutas que se identifican con incidencia directa son eliminadas.

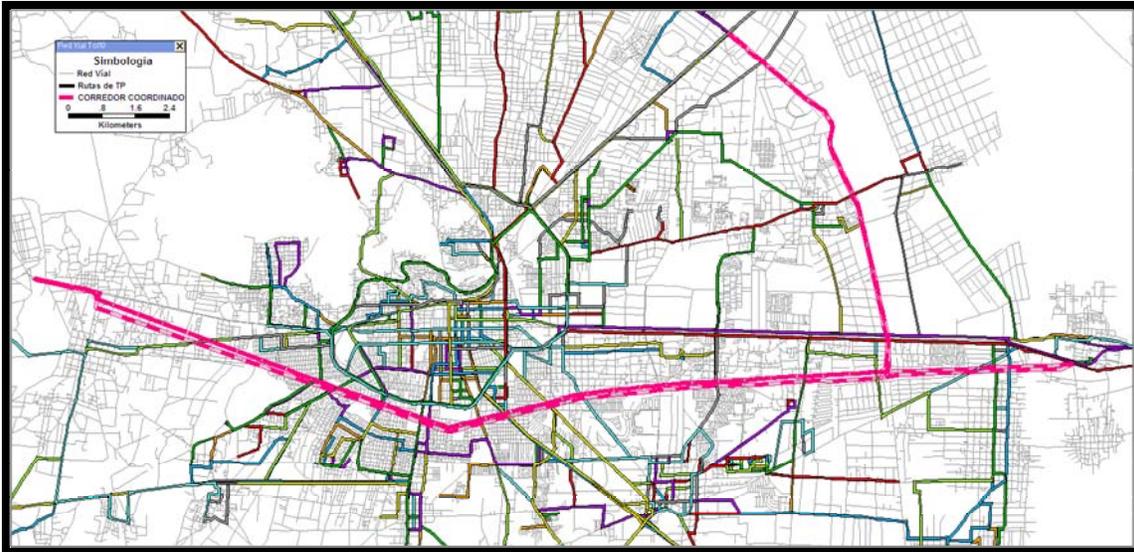


FIGURA 82: Eliminación de las Rutas con Incidencia Directa.

En la asignación se usó un intervalo de paso de 5 minutos, una capacidad de 90 pax/unidad y una velocidad de operación de 18 km/h. La asignación se muestra en la Figura 83.



FIGURA 83: Asignación Escenario 1A; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido

Los datos de volúmenes captados por ruta se presentan en la Tabla 44.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	4096	1063	22.61%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	6341	1339	35.00%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	3389	1368	18.71%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	4291	1332	23.68%
TOTAL		18117		100.00%

TABLA 44: Resultados Escenario 1A; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido

Escenario 1B: *Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)*

Se identificaron un total de 113 rutas que tienen poca incidencia sobre las vialidades que integran el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, para este conjunto de rutas fue modificado, de tal manera que el corredor quede libre, sin otra ruta que pueda ser competencia para los servicios propuestos. Las 45 rutas que se identifican con incidencia son eliminadas. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda, del escenario anterior, así como la capacidad, que está en función del ajuste de la unidades requeridas y usando una capacidad de 90 pax/unidad y una velocidad de 18 km/h. La asignación se observa en la Figura 84.



FIGURA 84: Asignación Escenario 1B; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)

Los datos de volúmenes captados por ruta se presentan en la Tabla 45.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	3999	1126	21.82%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	6214	1251	33.91%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	3592	1142	19.60%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	4519	1378	24.66%
TOTAL		18324		100.00%

TABLA 45: Resultados Escenario 1B; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)

Escenario 1C: *Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)*

Para este escenario se identificaron un total de 113 rutas que tienen poca incidencia sobre las vialidades que integran el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, para este conjunto de rutas el recorrido fue modificado de tal manera que el corredor quede libre, sin otra ruta que pueda ser competencia para los servicios propuestos. Las 45 rutas que se identificaron como incidencia directa son eliminadas. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda de escenario anterior, la capacidad está en función del ajuste de las unidades requeridas (se considera una capacidad de 90 pax/unidad) y una velocidad de 20 km/h. La asignación se muestra en la Figura 85.

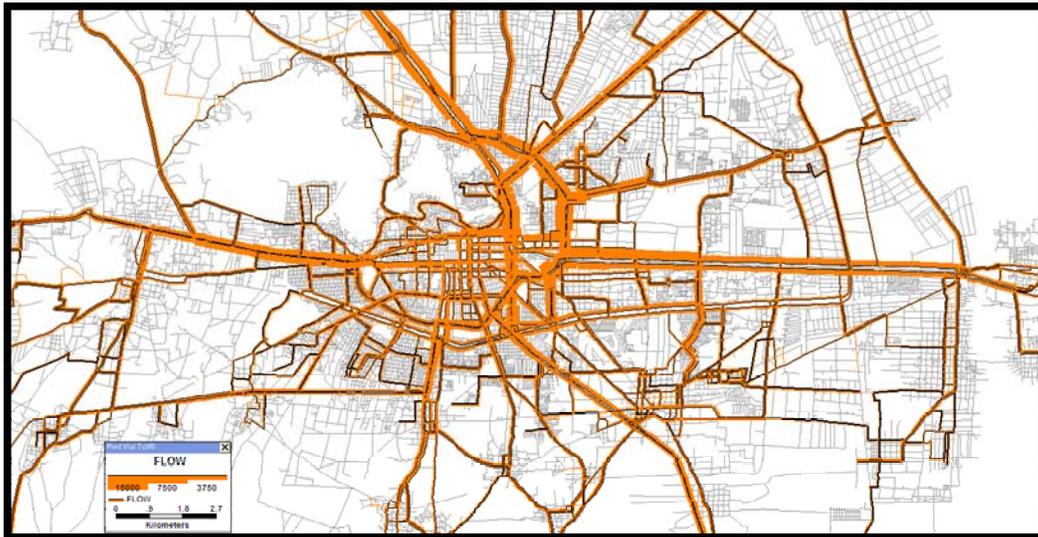


FIGURA 85: Asignación Escenario 1C; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)

Los datos de volúmenes captados por ruta se presentan en la Tabla 46.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	4203	1088	22.61%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	6326	1391	34.03%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	3502	1385	18.84%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	4558	1337	24.52%
TOTAL		18589		100.00%

TABLA 46: Resultados Escenario 1C; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)

Escenario 1D; *Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)*

Para este escenario se identificaron un total de 113 rutas que tienen poca incidencia sobre las vialidades que integran el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, para este conjunto de rutas el recorrido fue modificado de tal manera que el corredor quede libre, sin otra ruta que pueda ser competencia para los servicios propuestos. Las 45 rutas que se identificaron con incidencia directa son eliminadas. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda del escenario anterior, la capacidad está en función del acoplamiento de las unidades requeridas (tiene un valor de 90 pax/unidad) y una velocidad de 22 km/h. La asignación se muestra en la Figura 86.

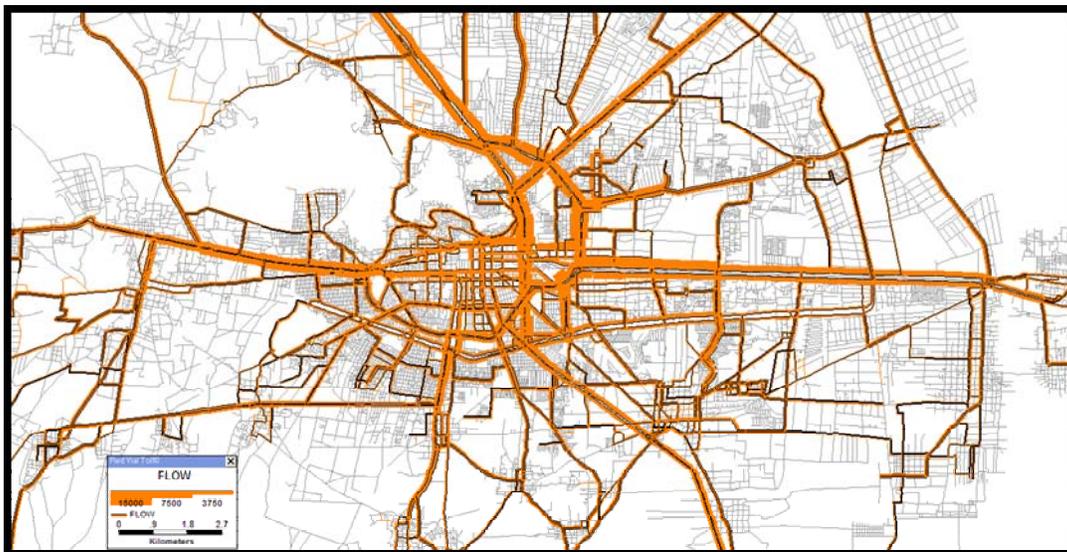


FIGURA 86: Asignación Escenario 1D; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)

Los datos de volúmenes captados por ruta se presentan en la Tabla 47.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	4368	1159	22.61%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	5958	1215	30.84%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	3652	1452	18.90%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	5342	2060	27.65%
TOTAL		19320		100.00%

TABLA 47: Resultados Escenario 1D; Corredor Vial sin Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)

Escenario 2A; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido

En este escenario se considera una reestructuración total del sistema actual de rutas de transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, sustituyendo las rutas que actualmente operan por la propuesta planteada en esta tesis, 7 cuencas de alimentación en conjunto con el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, la asignación para este escenario se observa en la Figura 87.

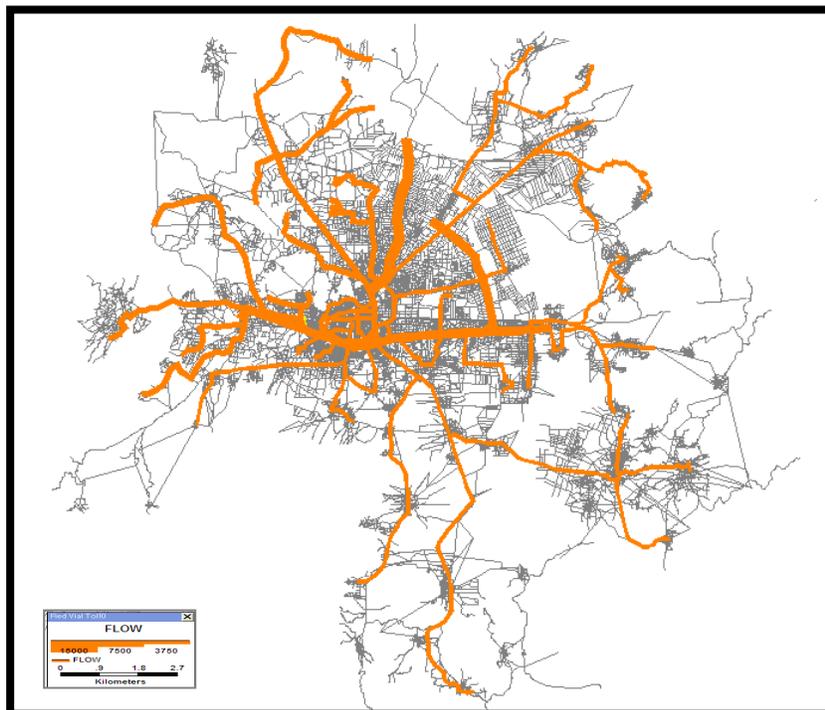


FIGURA 87: Asignación Escenario 2A; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido

Los datos de volúmenes por ruta se pueden apreciar en la Tabla 48.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	17326	4485	7.27%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	26077	5733	10.95%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	14436	5709	6.06%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	18789	5512	7.89%
ALIMENTADORA 1_1	Terminal - C.U.	14553	3706	6.11%
ALIMENTADORA 1_2	C.U. - Terminal	13765	3286	5.78%
ALIMENTADORA 2_1	Toluca - San José las Lomas	10855	3463	4.56%
ALIMENTADORA 2_2	San José las Lomas - Toluca	9997	2734	4.20%
ALIMENTADORA 3_1	Toluca - Metro Toreo	11833	3181	4.97%
ALIMENTADORA 3_2	Metro Toreo - Toluca	10816	2366	4.54%
ALIMENTADORA 4_1	Toluca - Acapulco	9258	3331	3.89%
ALIMENTADORA 4_2	Acapulco - Toluca	9397	2968	3.95%
ALIMENTADORA 5_1	Toluca - Tenango del Valle	11097	2868	4.66%
ALIMENTADORA 5_2	Tenango del Valle - Toluca	11170	2787	4.69%
ALIMENTADORA 6_1	Toluca - San Juan Tilapa	6761	1674	2.84%
ALIMENTADORA 6_2	San Juan Tilapa - Toluca	7265	1720	3.05%
ALIMENTADORA 7_1	Toluca - Santa María del Monte	17274	5923	7.25%
ALIMENTADORA 7_2	Santa María del Monte - Toluca	17519	5767	7.35%
TOTAL		238188		100%

TABLA 48: Resultados Escenario 2A; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido Escenario 2B; *Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)*

En este escenario se considera una reestructuración total del sistema actual de rutas de transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, sustituyendo las rutas que actualmente operan por la propuesta planteada en esta tesis, 7 cuencas de alimentación en conjunto con el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda, del escenario anterior, así como la capacidad, que está en función del ajuste de la unidades requeridas y usando una capacidad de 90 pax/unidad y una velocidad de 18 km/h. La asignación se observa en la Figura 88.

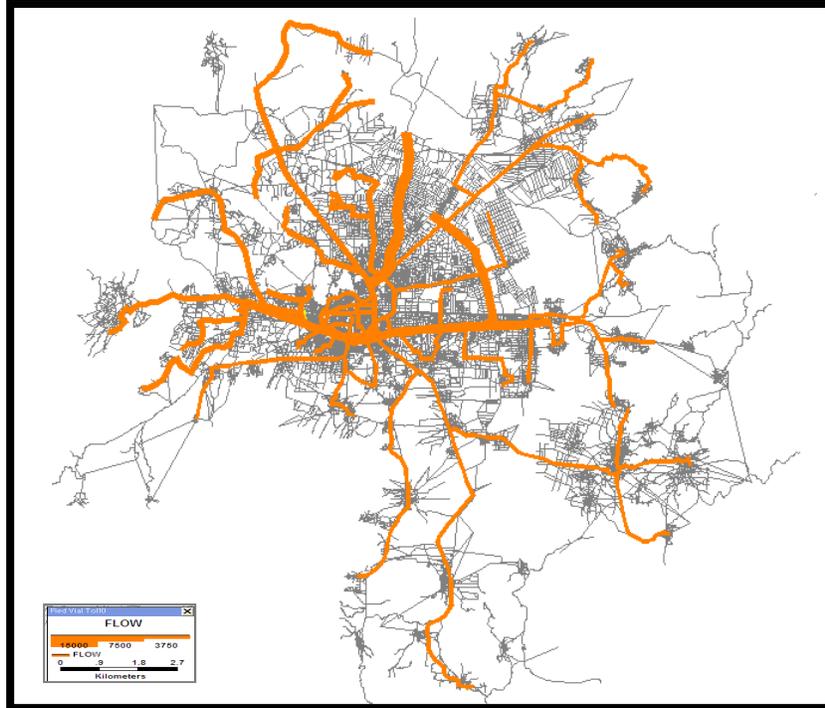


FIGURA 88: Asignación Escenario 2B; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)

Los datos de Volúmenes por ruta se pueden observar en la Tabla 49.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	18609	4817	7.27%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	28009	6158	10.95%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	15505	6132	6.06%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	20181	5920	7.89%
ALIMENTADORA 1_1	Terminal - C.U.	15631	3981	6.11%
ALIMENTADORA 1_2	C.U. - Terminal	14785	3529	5.78%
ALIMENTADORA 2_1	Toluca - San José las Lomas	11659	3719	4.56%
ALIMENTADORA 2_2	San José las Lomas - Toluca	10737	2937	4.20%
ALIMENTADORA 3_1	Toluca - Metro Toreo	12710	3417	4.97%
ALIMENTADORA 3_2	Metro Toreo - Toluca	11617	2542	4.54%
ALIMENTADORA 4_1	Toluca - Acazulco	9944	3578	3.89%
ALIMENTADORA 4_2	Acazulco - Toluca	10093	3188	3.95%
ALIMENTADORA 5_1	Toluca - Tenango del Valle	11920	3080	4.66%
ALIMENTADORA 5_2	Tenango del Valle - Toluca	11998	2993	4.69%
ALIMENTADORA 6_1	Toluca - San Juan Tilapa	7262	1798	2.84%
ALIMENTADORA 6_2	San Juan Tilapa - Toluca	7803	1847	3.05%
ALIMENTADORA 7_1	Toluca - Santa María del Monte	18554	6362	7.25%
ALIMENTADORA 7_2	Santa María del Monte - Toluca	18817	6194	7.35%
TOTAL		255835		100%

TABLA 49: Resultados Escenario 2B; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 18 km/h Optimizado)

Escenario 2C; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)

En este escenario se considera una reestructuración total del sistema actual de rutas de transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, sustituyendo las rutas que actualmente operan por la propuesta planteada en esta tesis, 7 cuencas de alimentación en conjunto con el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda de escenario anterior, la capacidad está en función del ajuste de las unidades requeridas (se considera una capacidad de 90 pax/unidad) y una velocidad de 20 km/h. La asignación se muestra en la Figura 89.

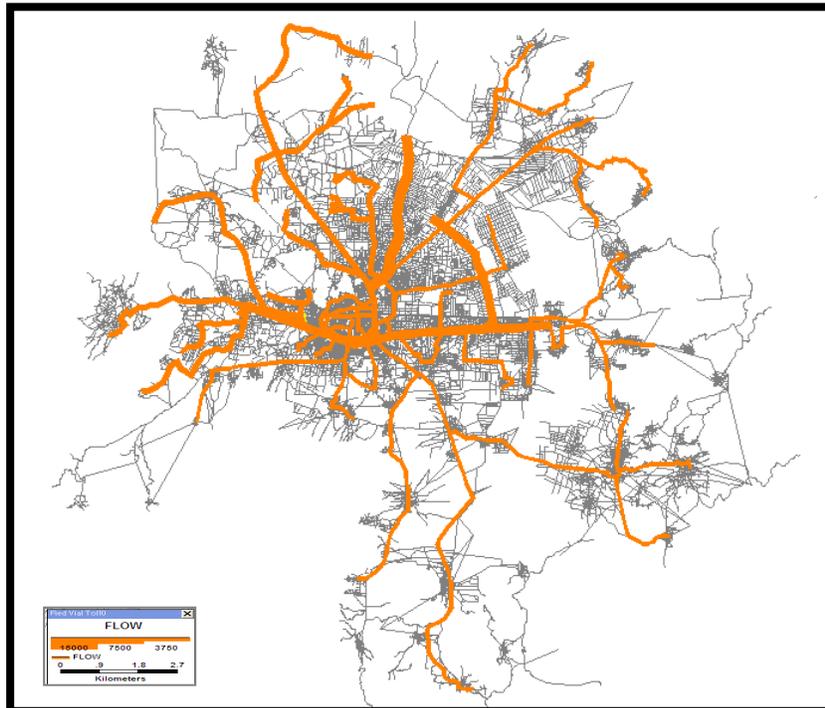


FIGURA 89: Asignación Escenario 2C; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)

Los datos de volúmenes por ruta se presentan en la Tabla 50.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	18998	4918	7.27%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	28594	6287	10.95%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	15829	6260	6.06%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	20603	6044	7.89%
ALIMENTADORA 1_1	Terminal - C.U.	15958	4064	6.11%
ALIMENTADORA 1_2	C.U. - Terminal	15094	3603	5.78%
ALIMENTADORA 2_1	Toluca - San José las Lomas	11903	3797	4.56%
ALIMENTADORA 2_2	San José las Lomas - Toluca	10962	2998	4.20%
ALIMENTADORA 3_1	Toluca - Metro Toreo	12975	3488	4.97%
ALIMENTADORA 3_2	Metro Toreo - Toluca	11860	2595	4.54%
ALIMENTADORA 4_1	Toluca - Acapulco	10152	3653	3.89%
ALIMENTADORA 4_2	Acapulco - Toluca	10304	3254	3.95%
ALIMENTADORA 5_1	Toluca - Tenango del Valle	12169	3144	4.66%
ALIMENTADORA 5_2	Tenango del Valle - Toluca	12249	3056	4.69%
ALIMENTADORA 6_1	Toluca - San Juan Tilapa	7414	1836	2.84%
ALIMENTADORA 6_2	San Juan Tilapa - Toluca	7966	1886	3.05%
ALIMENTADORA 7_1	Toluca - Santa María del Monte	18942	6495	7.25%
ALIMENTADORA 7_2	Santa María del Monte - Toluca	19210	6324	7.35%
TOTAL		261181		100%

TABLA 50: Resultados Escenario 2C; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 20 km/h Optimizado)

Escenario 2D; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)

En este escenario se considera una reestructuración total del sistema actual de rutas de transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, sustituyendo las rutas que actualmente operan por la propuesta planteada en esta tesis, 7 cuencas de alimentación en conjunto con el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”. En la asignación de la propuesta se ajustó el intervalo de paso de acuerdo a la demanda del escenario anterior, la capacidad está en función del acoplamiento de las unidades requeridas (tiene un valor de 90 pax/unidad) y una velocidad de 22 km/h. La asignación se muestra en la Figura 90.

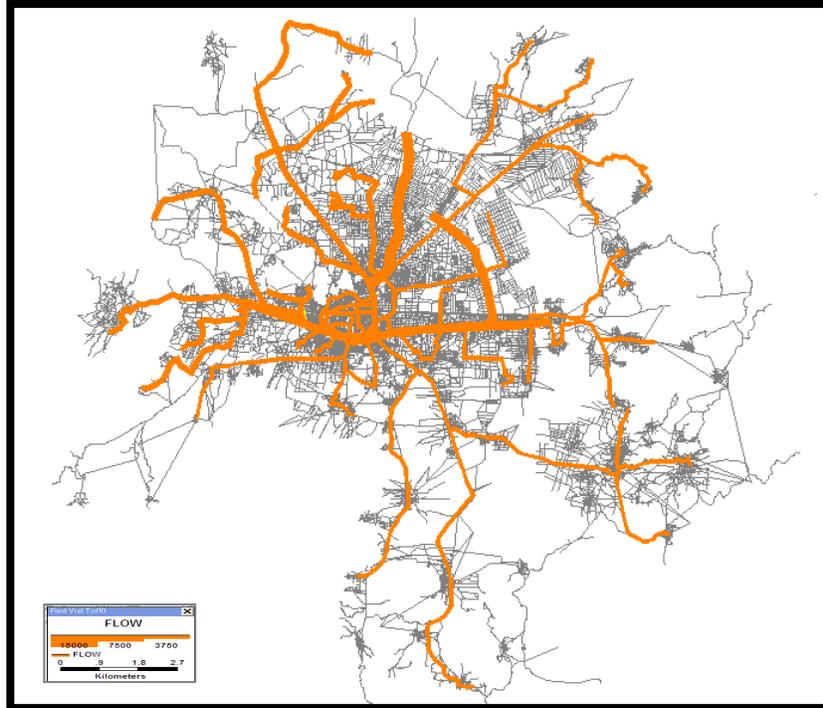


FIGURA 90: Asignación Escenario 2D; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)

Los datos de volúmenes por ruta son presentados en la Tabla 51.

RUTA	SENTIDO	VOLUMEN	SMD	%
COORDINADO 1_1	Zinacantepec - Aeropuerto	19219	4975	7.27%
COORDINADO 1_2	Aeropuerto - Zinacantepec	28926	6360	10.95%
COORDINADO 2_1	Zinacantepec - Lerma	16013	6333	6.06%
COORDINADO 2_2	Lerma - Zinacantepec	20842	6114	7.89%
ALIMENTADORA 1_1	Terminal - C.U.	16143	4111	6.11%
ALIMENTADORA 1_2	C.U. - Terminal	15269	3645	5.78%
ALIMENTADORA 2_1	Toluca - San José las Lomas	12041	3841	4.56%
ALIMENTADORA 2_2	San José las Lomas - Toluca	11089	3033	4.20%
ALIMENTADORA 3_1	Toluca - Metro Toreo	13126	3529	4.97%
ALIMENTADORA 3_2	Metro Toreo - Toluca	11998	2625	4.54%
ALIMENTADORA 4_1	Toluca - Acazulco	10270	3695	3.89%
ALIMENTADORA 4_2	Acazulco - Toluca	10424	3292	3.95%
ALIMENTADORA 5_1	Toluca - Tenango del Valle	12310	3181	4.66%
ALIMENTADORA 5_2	Tenango del Valle - Toluca	12391	3091	4.69%
ALIMENTADORA 6_1	Toluca - San Juan Tilapa	7500	1857	2.84%
ALIMENTADORA 6_2	San Juan Tilapa - Toluca	8059	1908	3.05%
ALIMENTADORA 7_1	Toluca - Santa María del Monte	19162	6570	7.25%
ALIMENTADORA 7_2	Santa María del Monte - Toluca	19433	6397	7.35%
TOTAL		264215		100%

TABLA 51: Resultados Escenario 2D; Corredor Vial con Alimentación y sin Competencia en su Recorrido (Velocidad 22 km/h Optimizado)

Comparación de Escenarios

Después de modelar los 8 escenarios considerados (1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 2D), es posible apreciar de forma clara la importante variación en cuanto a captación de pasajeros que presenta el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”. En primer lugar el corredor logra una captación de 19 320 pasajeros/día si los servicios Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec – Lerma operan sin rutas que les generen competencia sobre su recorrido y además destacando la ausencia de un esquema de alimentación.

Por otro parte, al utilizar una reestructuración que implique la implementación de rutas alimentadoras para el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, los resultados de la modelación presentan una captación de 85 000 pasajeros/día para el corredor vial, es decir, 4 veces la captación del primer escenario.

Es importante mencionar que existen otros indicadores que son de importancia al comparar las alternativas presentadas, para las empresas transportistas interesadas en el proyecto, entre las más sobresalientes se pueden mencionar; Costos de Operación (directamente proporcional al número de unidades con las que se presta el servicio), Costos de Mantenimiento, Niveles de Contaminación, Lineamientos para el Control de Parque Vehicular, entre otros. En esta tesis se muestra prioridad a la captación de usuarios ya que una empresa dedicada al transporte público presenta como mayor fuente de ingreso el peaje de los pasajeros, por ello se puede concluir que entre mayor sea la captación de usuarios el sistema será más atractivo para los posibles inversionistas.

CAPÍTULO 4. DISEÑO OPERACIONAL Y FINANCIERO DE LAS RUTAS

TRONCALES

El capítulo 4, está dedicado a la descripción de la metodología a seguir para el adecuado diseño de las rutas troncales Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec - Lerma, atendiendo en primer lugar la parte operativa del diseño definiendo número de unidades, capacidad de unidades y además un correcto control de parque vehicular durante la prestación del servicio, se propone la infraestructura requerida para la implementación de las rutas; paraderos, estación de transbordo y patio de encierro. En segunda instancia se atiende la parte financiera del diseño, iniciando con un esquema tarifario, posteriormente el sistema de cobro y finalizando con la propuesta de forma de remuneración para los prestadores del servicio involucrados. Cabe mencionar que la metodología descrita en este capítulo es la metodología a seguir para el eficiente diseño a nivel operativo y financiero de las rutas alimentadoras.

4.1 LEVANTAMIENTO DE TIEMPOS DE RECORRIDO

En primera instancia, es necesario realizar una serie de recorridos a bordo de una unidad de transporte público siguiendo el trayecto de las rutas Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec - Lerma, registrando los horarios de inicio y fin del recorrido, es importante realizar los recorridos en distintos horarios para obtener los tiempos de traslado en los horarios valle (intervalo de tiempo en que la afluencia de usuarios es mínima) y en los horarios pico (intervalo de tiempo en que la afluencia de usuarios es máxima), considerando que el tiempo de recorrido más desfavorable será considerado el Tiempo de Programación.

Para esta tesis, los recorridos fueron realizados a bordo de una unidad de alta capacidad con la colaboración de la empresa Master Road (empresa dedicada al diseño y ensamblado de unidades para el transporte público). La unidad puede observarse en la Figuras 93-94.



FIGURA 91-92: Vista Exterior de las Unidades de Alta Capacidad Master Road

El registro de los datos recopilados por recorrido se capturado en un formato diseñado especialmente para el levantamiento de tiempos, utilizando las siguientes nomenclaturas;

F; Representa que el trayecto continua de frente sobre la calle indicada

D; Representa que hay un cambio de dirección hacia la derecha en la calle indicada

I; Representa que hay un cambio de dirección hacia la izquierda en la calle indicada

R; Representa que hay un retorno (vuelta en u) sobre el recorrido

Color Verde; Representa la ubicación de un semáforo sobre la calle indicada

Color Rojo; Representa un tiempo de referencia para las posibles paradas del servicio

Color Magenta; Representa el tiempo total del recorrido realizado

Los datos más desfavorables obtenidos para la ruta Zinacantepec – Aeropuerto se presentan en la Tabla 52.

NOMBRE DEL DERROTERO:AEROPUERTO					
RUTA: ZINACANTEPEC-AEROPUERTO					
Nombre del Origen			Nombre del Destino		
Tiempo	Origen	Origen - Destino	Tiempo	Destino	Destino - Origen
0	Origen	TERMINAL ZINACANTEPEC	0	Origen	PARADERO LOS SAUCES
1.6	F	NIÑOS HEROES	19	F	BOULEVARD MIGUEL ALEMAN
0.15	I	16 DE SEPTIEMBRE	0.25	F	LOPEZ PORTILLO
2	F	16 DE SEPTIEMBRE	0.25	F	INDEPENDENCIA (ENTRADA A SAN NICOLAS)
0.15	D	PROLONGACIÓN LAS TORRES	0.25	F	ERNESTO MONRROY (EXPORTEC II)
12	F	PROLONGACIÓN LAS TORRES	0.25	F	ENTRADA AL AEROPUERTO
0.25	F	DEPORTIVA	0.25	F	TULIPAN (ENTRADA A SAN PEDRO)
0.25	F	FILIBERTO NAVAS	0.25	F	BENITO JUAREZ
2.16	F	PARADAS	1.8	F	PARADAS
45	F	AV. SOLIDARIDAD LAS TORRES	0.25	F	TOLLOCAN
0.25	F	REYES HEROLES	44	F	AV. SOLIDARIDAD LAS TORRES
0.25	F	VENUSTIANO CARRANZA	0.25	F	EMILIANO ZAPATA
0.25	F	LAGUNA DEL VOLCAN	0.25	F	AV. TECNOLOGICO
0.25	F	PASEO COLON	0.25	F	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS
0.25	F	JESÚS CARRANZA	0.25	F	MANUEL J. CLOUTHIER
0.25	F	HERIBERTO ENRRIQUEZ	0.25	F	IGNACIO COMONFORT
0.25	F	PINO SUÁREZ	0.25	F	FUENTE DE PENELOPE
0.25	F	5 DE MAYO	0.25	F	AV. FEDERACIÓN
0.25	F	SALVADOR DÍAZ MIRÓN	0.25	F	SALVADOR DÍAZ MIRÓN
0.25	F	AV. FEDERACIÓN	0.25	F	5 DE MAYO
0.25	F	FUENTE DE PENELOPE	0.25	F	PINO SUÁREZ
0.25	F	IGNACIO COMONFORT	0.25	F	HERIBERTO ENRRIQUEZ
0.25	F	MANUEL J. CLOUTHIER	0.25	F	JESÚS CARRANZA
0.25	F	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS	0.25	F	PASEO COLON
0.25	F	AV. TECNOLOGICO	0.25	F	LAGUNA DEL VOLCAN
0.25	F	EMILIANO ZAPATA	0.25	F	VENUSTIANO CARRANZA
4.3	F	PARADAS	0.25	F	REYES HEROLES
0.25	F	TOLLOCAN	4.5	F	PARADAS
19.5	F	BOULEVARD MIGUEL ALEMAN	0.25	F	FILIBERTO NAVAS
0.25	F	BENITO JUAREZ	0.25	F	DEPORTIVA
0.25	F	TULIPAN (ENTRADA A SAN PEDRO)	0.25	F	16 DE SEPTIEMBRE
0.25	F	ENTRADA AL AEROPUERTO	12	F	PROLONGACION LAS TORRES
0.25	F	ERNESTO MONRROY (EXPORTEC II)	2.6	F	PARADAS
0.25	F	INDEPENDENCIA (ENTRADA A SAN NICOLAS)	1	I	16 DE SEPTIEMBRE
0.25	F	LOPEZ PORTILLO	2.5	F	16 DE SEPTIEMBRE
1.8	F	PARADAS	0.15	D	NIÑOS HEROES
	Destino	PARADERO LOS SAUCES	1.5	F	NIÑOS HEROES
				Destino	TERMINAL ZINACANTEPEC
94.91	01:H 35:M	TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	95.55	01:H 36:M	TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO

TABLA 52: Resultados del Levantamiento de Tiempos para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto

La trayectoria de la ruta Zinacantepec – Aeropuerto, inicia en la terminal ubicada en el municipio de Zinacantepec y finaliza en el Fraccionamiento Sauces ubicado sobre prolongación Miguel Alemán. El trazo descrito por esta ruta se presenta en la Figura 95.



FIGURA 93: Trayecto de la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto

El levantamiento de tiempos más desfavorable para la ruta Zinacantepec – Lerma se puede observar en la Tabla 53.

NOMBRE DEL DERROTERO: LERMA					
RUTA: ZINACANTEPEC-LERMA					
Nombre del Origen			Nombre del Destino		
Tiempo	Origen	Origen - Destino	Tiempo	Destino	Destino - Origen
0	Origen	TERMINAL ZINACANTEPEC	0	Origen	PARADERO LOS SAUCES
1.6	F	NIÑOS HEROES	3	F	PROLONGACION LAS TORRES
0.15	I	16 DE SEPTIEMBRE	0.25	F	BENITO JUAREZ
2	F	16 DE SEPTIEMBRE	0.25	F	TOLLOCAN
0.15	D	PROLONGACIÓN LAS TORRES	1.8	F	PARADAS
12	F	PROLONGACIÓN LAS TORRES	50	F	AV. SOLIDARIDAD LAS TORRES
0.25	F	DEPORTIVA	0.25	F	EMILIANO ZAPATA
0.25	F	FILIBERTO NAVAS	0.25	F	AV. TECNOLOGICO
3.16	F	PARADAS	0.25	F	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS
51	F	AV. SOLIDARIDAD LAS TORRES	0.25	F	MANUEL J. CLOUTHIER
0.25	F	REYES HEROLES	0.25	F	IGNACIO COMONFORT
0.25	F	VENUSTIANO CARRANZA	0.25	F	FUENTE DE PENELOPE
0.25	F	LAGUNA DEL VOLCAN	0.25	F	AV. FEDERACIÓN
0.25	F	PASEO COLON	0.25	F	SALVADOR DÍAZ MIRÓN
0.25	F	JESÚS CARRANZA	0.25	F	5 DE MAYO
0.25	F	HERIBERTO ENRRIQUEZ	0.25	F	PINO SUÁREZ
0.25	F	PINO SUÁREZ	0.25	F	HERIBERTO ENRRIQUEZ
0.25	F	5 DE MAYO	0.25	F	JESÚS CARRANZA
0.25	F	SALVADOR DÍAZ MIRÓN	0.25	F	PASEO COLON
0.25	F	AV. FEDERACIÓN	0.25	F	LAGUNA DEL VOLCAN
0.25	F	FUENTE DE PENELOPE	0.25	F	VENUSTIANO CARRANZA
0.25	F	IGNACIO COMONFORT	0.25	F	REYES HEROLES
0.25	F	MANUEL J. CLOUTHIER	4.5	F	PARADAS
0.25	F	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS	0.25	F	FILIBERTO NAVAS
0.25	F	AV. TECNOLOGICO	0.25	F	DEPORTIVA
0.25	F	EMILIANO ZAPATA	0.25	F	16 DE SEPTIEMBRE

0.25	F	TOLLOCAN	12	F	PROLONGACION LAS TORRES
0.25	F	BENITO JUAREZ	2.6	F	PARADAS
7.3	F	PARADAS	0.15	I	16 DE SEPTIEMBRE
	Destino	PARADERO LOS SAUCES	2.5	F	16 DE SEPTIEMBRE
			0.15	D	NIÑOS HEROES
			1.5	F	NIÑOS HEROES
				Destino	TERMINAL ZINACANTEPEC
82.36	01:H 23:M	TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	83.45	01:H 24:M	TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO

TABLA 53: Resultados para el Levantamiento de Tiempos para la Ruta Zinacantepec – Lerma

El trazo descrito de la ruta Zinacantepec – Lerma, inicia en la terminal ubicada en la terminal ubicada en el municipio de Zinacantepec y finaliza en el patio de encierro San Mateo Atenco (Ubicada en Prolongación las Torres cas intersección con la Carretera México – Toluca), Figura 96.

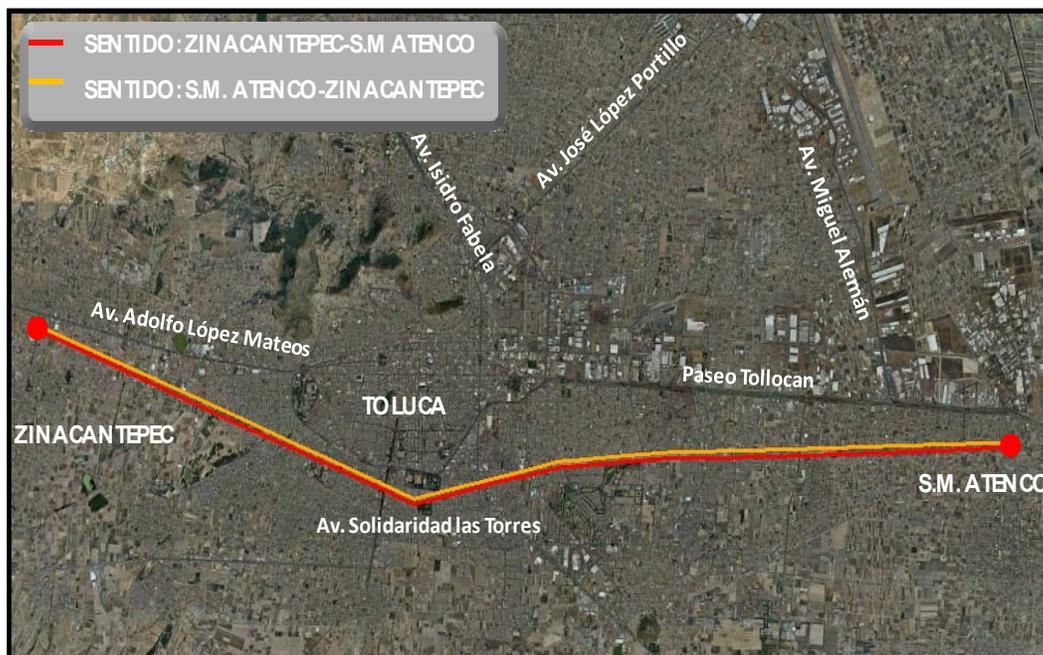


FIGURA 94: Trayecto de la Ruta Zinacantepec – Lerma

Finalmente en las Tabla 54 y Tabla 55: se presentan los tiempos de programación considerados para cada una de las rutas estudiadas.

RUTA ZINACANTEPEC - LERMA		
TRAYECTO	Zinacantepec - Lerma	Lerma - Zinacantepec
KILOMETRAJE	25.8 km	26.3 km
TIEMPO DE PROGRAMACIÓN	1 hora 24 minutos	1 hora 24 minutos

TABLA 54: Tiempo de Programación para la Ruta Zinacantepec – Lerma

RUTA ZINACANTEPEC - AEROPUERTO		
TRAYECTO	Zinacantepec - Aeropuerto	Aeropuerto - Zinacantepec
KILOMETRAJE	32.5 km	33.1 km
TIEMPO DE PROGRAMACIÓN	1 hora 36 minutos	1 hora 36 minutos

TABLA 55: Tiempo de Programación para la Ruta Zinacantepec - Aeropuerto

4.2 DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de las rutas troncales para el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” consistió en definir aspectos operativos que regirán durante la prestación del servicio.

La demanda utilizada para el dimensionamiento es de 19 320 pasajeros/día correspondiente al escenario 1D (Corredor Vial sin Alimentación y sin competencia en su Recorrido Velocidad 22 km/h Optimizado), ya que como se ha mencionado con anterioridad la implementación de este escenario se presenta como el parte aguas para una reestructuración total del sistema de transporte público en la zona metropolitana del valle de Toluca.

En primer lugar se diseñaron las tablas de distribución de demanda las cuales están en función del porcentaje de ocupación que las unidades de transporte público presentan en la actualidad durante los horarios de servicio, para ello se consideraron los resultados del estudio de Frecuencia de Paso y Ocupación Visual, y complementado con el estudio de las rutas Zinacantepec – Zapata y Zinacantepec – Aeropuerto de la empresa México, Toluca Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V. debido a la semejanza de trayecto que tienen con los nuevos servicios del corredor vial. Los resultados obtenidos se observan en las Tablas 56, 57, 58 y 59.

ZINACANTEPEC - LERMA	
HORARIO	% OCUPACION
5:00 - 6:00	40%
6:00 - 7:00	90%
7:00 - 8:00	90%
8:00 - 8:30	80%
8:30 - 9:00	50%
9:00 - 10:00	25%
10:00 - 11:00	25%
11:00 - 12:00	25%
12:00 - 12:30	25%
12:30 - 13:00	70%
13:00 - 14:00	70%
14:00 - 15:00	70%
15:00 - 16:00	30%
16:00 - 16:30	30%
16:30 - 17:00	35%
17:00 - 18:00	35%
18:00 - 19:00	50%
19:00 - 20:00	50%
20:00 - 20:30	50%
20:30 - 21:30	30%
21:30 - 22:00	5%
22:00 - 24:00	5%

LERMA - ZINACANTEPEC	
HORARIO	% OCUPACION
5:00 - 6:00	10%
6:00 - 7:00	90%
7:00 - 8:00	90%
8:00 - 9:00	90%
9:00 - 10:00	50%
10:00 - 11:00	30%
11:00 - 12:00	30%
12:00 - 12:30	30%
12:30 - 13:00	80%
13:00 - 14:00	80%
14:00 - 14:30	80%
14:30 - 15:00	50%
15:00 - 16:00	50%
16:00 - 17:00	50%
17:00 - 18:00	100%
18:00 - 19:00	100%
19:00 - 20:00	75%
20:00 - 20:30	75%
20:30 - 21:00	40%
21:00 - 22:00	5%
22:00 - 24:00	5%

TABLAS 56-57: Porcentajes de Ocupación en Unidades para la Ruta Zinacantepec – Lerma

ZINACANTEPEC - AEROPUERTO	
HORARIO	% OCUPACION
5:00 - 6:00	35%
6:00 - 7:00	100%
7:00 - 8:00	100%
8:00 - 8:30	100%
8:30 - 9:00	50%
9:00 - 10:00	35%
10:00 - 11:00	35%
11:00 - 12:00	35%
12:00 - 12:30	35%
12:30 - 13:00	75%
13:00 - 14:00	75%
14:00 - 15:00	75%
15:00 - 16:00	40%
16:00 - 16:30	40%
16:30 - 17:00	50%
17:00 - 18:00	50%
18:00 - 19:00	65%
19:00 - 20:00	65%
20:00 - 21:00	35%
21:00 - 22:00	5%
22:00 - 24:00	5%

ZINACANTEPEC - AEROPUERTO	
HORARIO	% OCUPACION
5:00 - 6:00	70%
6:00 - 7:00	100%
7:00 - 8:00	100%
8:00 - 8:30	100%
8:30 - 9:00	45%
9:00 - 10:00	40%
10:00 - 11:00	40%
11:00 - 12:00	40%
12:00 - 12:30	40%
12:30 - 13:00	80%
13:00 - 14:00	80%
14:00 - 15:00	35%
15:00 - 16:00	35%
16:00 - 16:30	35%
16:30 - 17:00	50%
17:00 - 18:00	100%
18:00 - 19:00	100%
19:00 - 20:00	100%
20:00 - 21:00	50%
21:00 - 22:00	5%
22:00 - 24:00	5%

TABLAS 58-59: Porcentaje de Ocupación en Unidades para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto

Posteriormente se distribuye la demanda obtenida en la modelación, atendiendo a los porcentajes de ocupación resultantes llegando así al número de unidades requeridas en los distintos horarios de servicio y la capacidad que dichas unidades requieren.

ZINACANTEPEC-LERMA				
HORARIO	% OCUPACION	UNIDADES	PASAJEROS	PASAJEROS POR UNIDAD
5:00 - 6:00	40%	7	283	40
6:00 - 7:00	90%	7	504	72
7:00 - 8:00	90%	7	487	70
8:00 - 8:30	80%	3	142	47
8:30 - 9:00	50%	2	68	34
9:00 - 10:00	25%	3	48	16
10:00 - 11:00	25%	4	77	19
11:00 - 12:00	25%	4	88	22
12:00 - 12:30	25%	3	72	24
12:30 - 13:00	70%	3	168	56
13:00 - 14:00	70%	5	270	54
14:00 - 15:00	70%	5	275	55
15:00 - 16:00	30%	4	80	20
16:00 - 16:30	30%	3	63	21
16:30 - 17:00	35%	4	116	29
17:00 - 18:00	35%	5	135	27
18:00 - 19:00	50%	6	278	46
19:00 - 20:00	50%	7	306	44
20:00 - 20:30	50%	3	129	43
20:30 - 21:30	30%	2	52	26
21:30 - 22:00	5%	1	6	6
22:00 - 24:00	5%	2	5	3
	TOTAL		3652	

LERMA-ZINACANTEPEC				
HORARIO	% OCUPACION	UNIDADES	PASAJEROS	PASAJEROS POR UNIDAD
5:00 - 6:00	10%	6	40	7
6:00 - 7:00	90%	6	478	80
7:00 - 8:00	90%	7	567	81
8:00 - 9:00	90%	7	532	76
9:00 - 10:00	50%	5	240	48
10:00 - 11:00	30%	4	86	22
11:00 - 12:00	30%	4	98	25
12:00 - 12:30	30%	2	36	18
12:30 - 13:00	80%	3	213	71
13:00 - 14:00	80%	6	420	70
14:00 - 14:30	80%	3	207	69
14:30 - 15:00	50%	2	100	50
15:00 - 16:00	50%	5	215	43
16:00 - 17:00	50%	5	230	46
17:00 - 18:00	100%	7	621	89
18:00 - 19:00	100%	7	632	90
19:00 - 20:00	75%	6	394	66
20:00 - 20:30	75%	3	182	61
20:30 - 21:00	40%	1	37	37
21:00 - 22:00	5%	2	8	4
22:00 - 24:00	5%	2	6	3
	TOTAL		5342	

TABLAS 60-61: Distribución de Demanda y Capacidad de Unidades para la Ruta Zinacantepec - Lerma

ZINACANTEPEC-AEROPUERTO				
HORARIO	% OCUPACION	UNIDADES	PASAJEROS	PASAJEROS POR UNIDAD
5:00 - 6:00	35%	7	221	32
6:00 - 7:00	100%	7	574	82
7:00 - 8:00	100%	7	543	78
8:00 - 8:30	100%	3	270	90
8:30 - 9:00	50%	2	74	37
9:00 - 10:00	35%	3	93	31
10:00 - 11:00	35%	4	110	28
11:00 - 12:00	35%	4	119	30
12:00 - 12:30	35%	2	62	31
12:30 - 13:00	75%	3	165	55
13:00 - 14:00	75%	6	362	60
14:00 - 15:00	75%	6	354	59
15:00 - 16:00	40%	5	190	38
16:00 - 16:30	40%	3	111	37
16:30 - 17:00	50%	4	154	39
17:00 - 18:00	50%	6	241	40
18:00 - 19:00	65%	7	367	52
19:00 - 20:00	65%	7	315	45
20:00 - 21:00	35%	3	86	29
21:00 - 22:00	5%	2	8	4
22:00 - 24:00	5%	2	5	3
TOTAL			4368	

AEROPUERTO-ZINACANTEPEC				
HORARIO	% OCUPACION	UNIDADES	PASAJEROS	PASAJEROS POR UNIDAD
5:00 - 6:00	70%	7	476	68
6:00 - 7:00	100%	7	637	91
7:00 - 8:00	100%	7	651	93
8:00 - 8:30	100%	4	376	94
8:30 - 9:00	45%	2	92	46
9:00 - 10:00	40%	4	168	42
10:00 - 11:00	40%	4	174	44
11:00 - 12:00	40%	4	167	42
12:00 - 12:30	40%	2	84	42
12:30 - 13:00	80%	3	224	75
13:00 - 14:00	80%	5	392	78
14:00 - 15:00	35%	4	156	39
15:00 - 16:00	35%	4	149	37
16:00 - 16:30	35%	2	75	38
16:30 - 17:00	50%	2	96	48
17:00 - 18:00	100%	7	636	91
18:00 - 19:00	100%	7	651	93
19:00 - 20:00	100%	7	622	89
20:00 - 21:00	50%	3	118	39
21:00 - 22:00	5%	2	8	4
22:00 - 24:00	5%	2	6	3
TOTAL			5958	

TABLAS 62-63: Distribución de Demanda y Capacidad de Unidades para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto

Una vez finalizado este diseño, se obtiene como resultado:

- Se requieren unidades con capacidad para 90 pasajeros
- En la ruta Zinacantepec – Lerma son requeridas 20 unidades
- En la ruta Zinacantepec – Aeropuerto son requeridas 22 unidades
- Las rutas troncales del corredor vial requieren un total de 42 unidades

4.2.1 PROGRAMACIÓN DE SERVICIOS

La programación de servicios corresponde al diseño adecuado para el control del parque vehicular utilizado en los servicios troncales del corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”, es decir, la coordinación de las 42 unidades obtenidas en el dimensionamiento atendido en la sección anterior.

En esta tesis el control de las unidades está basado en el diseño de 42 turnos de servicio, que permitirán regular los recorridos de cada unidad en un horario laboral de 05:00 a 24:00 horas, en días hábiles.

Cada turno está definido por un cierto número de recorridos asignados a la ruta: Zinacantepec – Aeropuerto, o bien a la ruta: Zinacantepec – Lerma, además de tener claramente indicado su lugar de almacenamiento una vez finalizada la prestación del servicio.

De esta manera cuando una unidad es asignada a un turno, se tiene conocimiento de; Lugar y hora de inicio de servicio, lugar y hora de fin de servicio, ruta en la que prestará servicio, número de recorridos que realizará durante el transcurso del día y lugar de almacenamiento (Terminal zinacantepec o Patio de encierro).

Hoja de Control

La función principal de la hoja de control es lograr un eficiente inicio de operaciones en los horarios matutinos, ya que le permite al despachador de servicios identificar el orden de los turnos a partir de las 05:00 horas, así como el lugar donde comenzará el turno; Zinacantepec (Terminal Zinacantepec), Lerma (Patio de Encierro) o Aeropuerto (Paradero los Sauces).

Una segunda función es ser utilizada como una lista de asistencia para los turnos y por los tanto para las unidades, así mismo ofrece una serie de opciones por las cuales alguna unidad fuera incapaz de cubrir el turno en ese momento. Las opciones consideradas son: Falla de Arranque, Falla Eléctrica, Falla de Tecnología, Inasistencia del Operador, Cambio de Ruta.

Por otra parte, cuenta con una serie de apartados que deben ser llenados por el despachador de servicios; Fecha (día/mes/año), Despachador (indicar el lugar donde se encuentra el despachador), Mantenimiento (número económico de la unidad que requiera entrar a taller durante la prestación el turno), Faltantes (indicar el número de unidades que faltaron para el rol 1 o el rol 2), Observaciones (anomalías durante el inicio de servicios).

TURNO	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC
1	06:00	07:36	00:03	07:39	09:15	00:48	10:03	11:39	00:18	11:57	13:33
2	06:09	07:45	00:03	07:48	09:24	00:57	10:21	11:57	00:15	12:12	13:48
3	06:18	07:54	00:03	07:57	09:33	01:06	10:39	12:15	00:12	12:27	14:03
4	06:27	08:03	00:03	08:06	09:42	01:15	10:57	12:33	00:09	12:42	14:18
16	05:00	06:36	00:00	06:36	08:12	00:03	08:15	09:51	00:21	10:12	11:48
17	05:09	06:45	00:00	06:45	08:21	00:03	08:24	10:00	00:27	10:27	12:03
18	05:18	06:54	00:00	06:54	08:30	00:03	08:33	10:09	00:33	10:42	12:18
19	05:27	07:03	00:00	07:03	08:39	00:12	08:51	10:27	00:30	10:57	12:33
20	05:36	07:12	00:00	07:12	08:48	00:21	09:09	10:45	00:27	11:12	12:48
21	05:44	07:20	00:01	07:21	08:57	00:30	09:27	11:03	00:24	11:27	13:03
22	05:52	07:28	00:02	07:30	09:06	00:39	09:45	11:21	00:21	11:42	13:18

TURNO	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES
1	01:18	14:51	16:27	00:00	16:27	18:03	00:15	18:18	19:54	00:00	19:54
2	01:15	15:03	16:39	00:00	16:39	18:15	00:12	18:27	20:03	00:00	20:03
3	01:12	15:15	16:51	0.00	16:51	18:27	00:09	18:36	20:12	00:11	20:23
4	01:09	15:27	17:03	00:00	17:03	18:39	00:06	18:45	20:21	02:02	22:23
16	01:39	13:27	15:03	00:00	15:03	16:39	00:36	17:15	18:51	00:00	18:51
17	01:36	13:39	15:15	00:00	15:15	16:51	00:33	17:24	19:00	00:00	19:00
18	01:33	13:51	15:27	00:00	15:27	17:03	00:30	17:33	19:09	00:00	19:09
19	01:30	14:03	15:39	00:00	15:39	17:15	00:27	17:42	19:18	00:00	19:18
20	01:27	14:15	15:51	00:00	15:51	17:27	00:24	17:51	19:27	00:00	19:27
21	01:24	14:27	16:03	00:00	16:03	17:39	00:21	18:00	19:36	00:00	19:36
22	01:21	14:39	16:15	00:00	16:15	17:51	00:18	18:09	19:45	00:00	19:45

TURNO	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES
1	21:30			
2	21:39			
3	21:59			
4	23:59			
16	20:27	00:19	20:46	22:22
17	20:36	00:30	21:06	22:42
18	20:45	00:41	21:26	23:02
19	20:54	00:52	21:46	23:22
20	21:03	01:03	22:06	23:42
21	21:12			
22	21:21			

TABLA 64: Programación de Servicios para los Turnos que Inician en la Terminal Zinacantepec, correspondientes a la Ruta “Zinacantepec – Aeropuerto” (S.-Salida, LL.-Llegada, T.-Tiempo).

TURNO	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES
5	05:00	06:36	00:00	06:36	08:12	00:03	08:15	09:51	01:24	11:15	12:51
6	05:09	06:45	00:00	06:45	08:21	00:03	08:24	10:00	01:27	11:27	13:03
7	05:18	06:54	00:00	06:54	08:30	00:03	08:33	10:09	01:30	11:39	13:15
8	05:27	07:03	00:00	07:03	08:39	00:03	08:42	10:18	01:33	11:51	13:27
9	05:36	07:12	00:00	07:12	08:48	00:03	08:51	10:27	01:36	12:03	13:39
10	05:44	07:20	00:01	07:21	08:57	00:03	09:00	10:36	01:39	12:15	13:51
11	05:52	07:28	00:02	07:30	09:06	00:03	09:09	10:45	01:42	12:27	14:03
12	06:00	07:36	00:03	07:39	09:15	00:03	09:18	10:54	01:45	12:39	14:15
13	06:09	07:45	00:03	07:48	09:24	00:03	09:27	11:03	01:48	12:51	14:27
14	06:18	07:54	00:03	07:57	09:33	00:09	09:42	11:18	01:45	13:03	14:39
15	06:27	08:03	00:03	08:06	09:42	00:15	09:57	11:33	01:42	13:15	14:51

TURNO	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC
5	00:06	12:57	14:33	01:03	15:36	17:12	00:00	17:12	18:48	00:06	18:54
6	00:00	13:03	14:39	01:06	15:45	17:21	00:00	17:21	18:57	00:06	19:03
7	00:00	13:15	14:51	01:03	15:54	17:30	00:00	17:30	19:06	00:06	19:12
8	00:00	13:27	15:03	01:00	16:03	17:39	00:00	17:39	19:15	00:06	19:21
9	00:00	13:39	15:15	00:57	16:12	17:48	00:00	17:48	19:24	00:06	19:30
10	00:00	13:51	15:27	00:54	16:21	17:57	00:00	17:57	19:33	00:06	19:39
11	00:00	14:03	15:39	00:51	16:30	18:06	00:00	18:06	19:42	00:06	19:48
12	00:00	14:15	15:51	00:48	16:39	18:15	00:00	18:15	19:51	00:06	19:57
13	00:00	14:27	16:03	00:45	16:48	18:24	00:00	18:24	20:00	00:06	20:06
14	00:00	14:39	16:15	00:42	16:57	18:33	00:00	18:33	20:09	00:17	20:26
15	00:00	14:51	16:27	00:39	17:06	18:42	00:00	18:42	20:18	02:08	22:26

TURNO	LL. LOS SAUCES	T. DE AJUSTE	S. LOS SAUCES	LL. ZINACANTEPEC
5	20:30	00:13	20:43	22:19
6	20:39	00:24	21:03	22:39
7	20:48	00:35	21:23	22:59
8	20:57	00:46	21:43	23:19
9	21:06	00:57	22:03	23:39
10	21:15			
11	21:24			
12	21:33			
13	21:42			
14	22:02			
15	00:02			

TABLA 65: Programación de Servicios para los Turnos que Inician en Paradero los Sauces, correspondientes a la Ruta "Zinacantepec – Aeropuerto" (S.-Salida, LL.-Llegada, T.-Tiempo).

TURNO	S. ZINACANTEPEC	LL. LERMA	T. DE AJUSTE	S.LERMA	LL.ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LERMA	T. DE AJUSTE	S.LERMA	LL.ZINACANTEPEC
23	06:05	07:29	00:08	07:37	09:01	00:35	09:36	11:00	00:20	11:20	12:44
24	06:14	07:38	00:08	07:46	09:10	00:44	09:54	11:18	00:17	11:35	12:59
25	06:23	07:47	00:08	07:55	09:19	00:53	10:12	11:36	00:14	11:50	13:14
36	05:05	06:29	00:06	06:35	07:59	00:03	08:02	09:26	00:08	09:34	10:58
37	05:14	06:38	00:06	06:44	08:08	00:03	08:11	09:35	00:08	09:43	11:07
38	05:23	06:47	00:05	06:52	08:16	00:04	08:20	09:44	00:21	10:05	11:29
39	05:32	06:56	00:05	07:01	08:25	00:04	08:29	09:53	00:27	10:20	11:44
40	05:41	07:05	00:05	07:10	08:34	00:08	08:42	10:06	00:29	10:35	11:59
41	05:50	07:14	00:05	07:19	08:43	00:17	09:00	10:24	00:26	10:50	12:14
42	05:56	07:20	00:08	07:28	08:52	00:26	09:18	10:42	00:23	11:05	12:29

TURNO	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LERMA	T. DE AJUSTE	S.LERMA	LL.ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LERMA	T. DE AJUSTE	S.LERMA
23	01:25	14:09	15:33	00:00	15:33	16:57	00:32	17:29	18:53	00:06	18:59
24	01:22	14:21	15:45	00:00	15:45	17:09	00:29	17:38	19:02	00:06	19:08
25	01:19	14:33	15:57	00:00	15:57	17:21	00:26	17:47	19:11	00:06	19:17
36	01:47	12:45	14:09	00:00	14:09	15:33	00:53	16:26	17:50	00:06	17:56
37	01:50	12:57	14:21	00:00	14:21	15:45	00:50	16:35	17:59	00:06	18:05
38	01:40	13:09	14:33	00:00	14:33	15:57	00:47	16:44	18:08	00:06	18:14
39	01:37	13:21	14:45	00:00	14:45	16:09	00:44	16:53	18:17	00:06	18:23
40	01:34	13:33	14:57	00:00	14:57	16:21	00:41	17:02	18:26	00:06	18:32
41	01:31	13:45	15:09	00:00	15:09	16:33	00:38	17:11	18:35	00:06	18:41
42	01:28	13:57	15:21	00:00	15:21	16:45	00:35	17:20	18:44	00:06	18:50

TURNO	LL.ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S. ZINACANTEPEC	LL. LERMA	T. DE AJUSTE	S.LERMA	LL.ZINACANTEPEC
23	20:23	00:33	20:56	22:20			
24	20:32	00:44	21:16	22:40			
25	20:41	01:55	22:36	00:00			
36	19:20	00:06	19:26	20:50	00:35	21:25	22:49
37	19:29	00:06	19:35	20:59	00:46	21:45	23:09
38	19:38	00:06	19:44	21:08	00:57	22:05	23:29
39	19:47	00:06	19:53	21:17			
40	19:56	00:06	20:02	21:26			
41	20:05	00:11	20:16	21:40			
42	20:14	00:22	20:36	22:00			

TABLA 66: Programación de Servicios para los Turnos que Inician en la Terminal Zinacantepec, correspondientes a la Ruta “Zinacantepec – Lerma” (S.-Salida, LL.-Llegada, T.-Tiempo).

TURNO	S. LERMA	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S.ZINACANTEPEC	LL.LERMA	T. DE AJUSTE	S. LERMA	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S.ZINACANTEPEC	LL.LERMA
26	05:00	06:24	00:08	06:32	07:56	00:08	08:04	09:28	01:02	10:30	11:54
27	05:09	06:33	00:08	06:41	08:05	00:08	08:13	09:37	01:11	10:48	12:12
28	05:18	06:42	00:08	06:50	08:14	00:08	08:22	09:46	01:20	11:06	12:30
29	05:28	06:52	00:07	06:59	08:23	00:08	08:31	09:55	01:26	11:21	12:45
30	05:37	07:01	00:07	07:08	08:32	00:08	08:40	10:04	01:29	11:33	12:57
31	05:46	07:10	00:07	07:17	08:41	00:08	08:49	10:13	01:32	11:45	13:09
32	05:55	07:19	00:07	07:26	08:50	00:08	08:58	10:22	01:35	11:57	13:21
33	06:08	07:32	00:03	07:35	08:59	00:08	09:07	10:31	01:38	12:09	13:33
34	06:17	07:41	00:03	07:44	09:08	00:08	09:16	10:40	01:41	12:21	13:45
35	06:26	07:50	00:03	07:53	09:17	00:08	09:25	10:49	01:44	12:33	13:57

TURNO	T. DE AJUSTE	S. LERMA	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S.ZINACANTEPEC	LL.LERMA	T. DE AJUSTE	S. LERMA	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S.ZINACANTEPEC
26	00:11	12:05	13:29	01:16	14:45	16:09	00:00	16:09	17:33	00:23	17:56
27	00:08	12:20	13:44	01:13	14:57	16:21	00:00	16:21	17:45	00:20	18:05
28	00:05	12:35	13:59	01:10	15:09	16:33	00:00	16:33	17:57	00:17	18:14
29	00:05	12:50	14:14	01:07	15:21	16:45	00:00	16:45	18:09	00:14	18:23
30	00:08	13:05	14:29	01:03	15:32	16:56	00:01	16:57	18:21	00:11	18:32
31	00:03	13:12	14:36	01:05	15:41	17:05	00:04	17:09	18:33	00:08	18:41
32	00:00	13:21	14:45	01:05	15:50	17:14	00:06	17:20	18:44	00:06	18:50
33	00:00	13:33	14:57	01:02	15:59	17:23	00:06	17:29	18:53	00:06	18:59
34	00:00	13:45	15:09	00:59	16:08	17:32	00:06	17:38	19:02	00:06	19:08
35	00:00	13:57	15:21	00:56	16:17	17:41	00:06	17:47	19:11	00:06	19:17

TURNO	LL.LERMA	T. DE AJUSTE	S. LERMA	LL. ZINACANTEPEC	T. DE AJUSTE	S.ZINACANTEPEC	LL.LERMA
26	19:20	00:06	19:26	20:50			
27	19:29	00:06	19:35	20:59			
28	19:38	00:06	19:44	21:08	00:28	21:36	23:00
29	19:47	00:06	19:53	21:17	00:39	21:56	23:20
30	19:56	00:06	20:02	21:26	00:50	22:16	23:40
31	20:05	00:06	20:11	21:35			
32	20:14	00:11	20:25	21:49			
33	20:23	00:22	20:45	22:09			
34	20:32	00:33	21:05	22:29			
35	20:41	01:44	22:25	23:49			

TABLA 67: Programación de Servicios para los Turnos que Inician en el Patio de Encierro (Lerma), correspondientes a la Ruta “Zinacantepec – Lerma” (S.-Salida, LL.-Llegada, T.-Tiempo).

Roles de Operación de Servicios

Finalmente que los servicios iniciaron hasta las 07:30 hrs. (como se indica en la hoja de inicio de operaciones), el despachador de servicios continuará la regulación de las unidades mediante un rol de operaciones.

El rol indica los horarios de salida para cada uno de los turnos y el lugar donde comienza su servicio el turno; Zinacantepec (Terminal Zinacantepec), Lerma (Patio de Encierro) o Aeropuerto (Paradero los Sauces), además de hacer referencia de manera certera los turnos cuyas unidades se almacenan en el Patio de Encierro y los turnos cuyas unidades les corresponde almacenarse en la Terminal Zinacantepec.

En lo correspondiente al rol 1 (Zinacantepec-Aeropuerto), los servicios están programados para que cada turno realice su recorrido en una hora treinta y seis minutos (1:H 36:M) para llegar a su destino después de su hora de salida, intervalo que es independiente de la siguiente hora de salida, esto debido, esto debido a que en horas valle el “Tiempo en Terminal” (tiempo que una unidad espera en la Terminal o cualquier punto de inicio de ruta, para iniciar su servicio) aumenta considerablemente.

En lo referente al rol 2 (Zinacantepec-Lerma), cada turno tiene una hora veinticuatro minutos (1:H 24:M) para llegar a su destino después de su hora de salida, independientemente del siguiente horario de salida, esto debido a que en horas valle el “Tiempo en Terminal”, aumenta de manera considerable en comparación con el tiempo requerido en las horas pico.

Los roles programados atienden la demanda obtenida de la modelación para el escenario 1D (consultar capítulo 3 sección 3.2 Escenarios y Resultados) 19 320 pasajeros/día para el corredor en conjunto, distribuida por ruta como se indica a continuación:

Zinacantepec – Aeropuerto: 10 326 pasajeros/día

Zinacantepec – Lerma: 8 311 pasajeros/día

CORREDOR: ZINACANTEPEC-TOLUCA-LERMA (por Torres)														
ROL 2 (RUTA: ZINACANTEPEC-LERMA) TIEMPO DE RECORRIDO: 1 HORA 24 MINUTOS.														
TURNO	SALIDA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA FIN DE TURNO	SALIDA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA FIN DE TURNO
23	ZINACANTEPEC	06:05	09:36	14:09	17:29	20:56		LERMA	07:37	11:20	15:33	18:59		22:20
24	ZINACANTEPEC	06:14	09:54	14:21	17:38	21:16		LERMA	07:46	11:35	15:45	19:08		22:40
25	ZINACANTEPEC	06:23	10:12	14:33	17:47	22:36		LERMA	07:55	11:50	15:57	19:17		00:00
26	ZINACANTEPEC	06:32	10:30	14:45	17:56		20:50	LERMA	05:00	08:04	12:05	16:09	19:26	
27	ZINACANTEPEC	06:41	10:48	14:57	18:05		20:59	LERMA	05:09	08:13	12:20	16:21	19:35	
28	ZINACANTEPEC	06:50	11:06	15:09	18:14	21:36		LERMA	05:18	08:22	12:35	16:33	19:44	23:00
29	ZINACANTEPEC	06:59	11:21	15:21	18:23	21:56		LERMA	05:28	08:31	12:50	16:45	19:53	23:20
30	ZINACANTEPEC	07:08	11:33	15:32	18:32	22:16		LERMA	05:37	08:40	13:05	16:57	20:02	23:40
31	ZINACANTEPEC	07:17	11:45	15:41	18:41		21:35	LERMA	05:46	08:49	13:12	17:09	20:11	
32	ZINACANTEPEC	07:26	11:57	15:50	18:50		21:49	LERMA	05:55	08:58	13:21	17:20	20:25	
33	ZINACANTEPEC	07:35	12:09	15:59	18:59		22:09	LERMA	06:08	09:07	13:33	17:29	20:45	
34	ZINACANTEPEC	07:44	12:21	16:08	19:08		22:29	LERMA	06:17	09:16	13:45	17:38	21:05	
35	ZINACANTEPEC	07:53	12:33	16:17	19:17		23:49	LERMA	06:26	09:25	13:57	17:47	22:25	
36	ZINACANTEPEC	05:05	08:02	12:45	16:26	19:26	22:49	LERMA	06:35	09:34	14:09	17:56	21:25	
37	ZINACANTEPEC	05:14	08:11	12:57	16:35	19:35	23:09	LERMA	06:44	09:43	14:21	18:05	21:45	
38	ZINACANTEPEC	05:23	08:20	13:09	16:44	19:44	23:29	LERMA	06:52	10:05	14:33	18:14	22:05	
39	ZINACANTEPEC	05:32	08:29	13:21	16:53	19:53		LERMA	07:01	10:20	14:45	18:23		21:17
40	ZINACANTEPEC	05:41	08:42	13:33	17:02	20:02		LERMA	07:10	10:35	14:57	18:32		21:26
41	ZINACANTEPEC	05:50	09:00	13:45	17:11	20:16		LERMA	07:19	10:50	15:09	18:41		21:40
42	ZINACANTEPEC	05:56	09:18	13:57	17:20	20:36		LERMA	07:28	11:05	15:21	18:50		22:00
DESPACHADOR:								FECHA:						

TABLA 69: Rol de Operaciones para la Ruta: "Zinacantepec-Lerma"

Nota: Para el caso del turno 23, tendrá 5 horarios de salida en Zinacantepec (Terminal Zinacantepec) con destino a Lerma (Patio de Encierro), y cuatro horarios de salida en Lerma (Patio de Encierro) con destino a Zinacantepec (Terminal Zinacantepec), su horario de fin de turno se ubica en Lerma, lo que indica que la unidad que presta servicio en el turno 23 le corresponde almacenarse en el Patio de Encierro.

Nota: Para el caso del turno 26, tendrá cuatro horarios de salida en Zinacantepec (Terminal Zinacantepec) con destino a Lerma (Patio de Encierro), y cinco horarios de salida en Lerma (Patio de Encierro) con destino a Zinacantepec (Terminal Zinacantepec), su horario para finalizar servicios se ubica en Zinacantepec por lo tanto la unidad que se encuentre prestando servicio en el turno 26 será almacenada en la Terminal Zinacantepec.

CORREDOR: ZINACANTEPEC-TOLUCA-LERMA (por Torres)														
ROL 1 (RUTA: ZINACANTEPEC - AEROPUERTO) TIEMPO DE RECORRIDO 1 HORA 36 MINUTOS														
TURNO	SALIDA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA FIN DE TURNO	SALIDA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA FIN DE TURNO
1	ZINACANTEPEC	06:00	10:03	14:51	18:18		21:30	AEROPUERTO	07:39	11:57	16:27	19:54		
2	ZINACANTEPEC	06:09	10:21	15:03	18:27		21:39	AEROPUERTO	07:48	12:12	16:39	20:03		
3	ZINACANTEPEC	06:18	10:39	15:15	18:36		21:59	AEROPUERTO	07:57	12:27	16:51	20:23		
4	ZINACANTEPEC	06:27	10:57	15:27	18:45		23:59	AEROPUERTO	08:06	12:42	17:03	22:23		
5	ZINACANTEPEC	06:36	11:15	15:36	18:54		22:19	AEROPUERTO	05:00	08:15	12:57	17:12	20:43	
6	ZINACANTEPEC	06:45	11:27	15:45	19:03		22:39	AEROPUERTO	05:09	08:24	13:03	17:21	21:03	
7	ZINACANTEPEC	06:54	11:39	15:54	19:12		22:59	AEROPUERTO	05:18	08:33	13:15	17:30	21:23	
8	ZINACANTEPEC	07:03	11:51	16:03	19:21		23:19	AEROPUERTO	05:27	08:42	13:27	17:39	21:43	
9	ZINACANTEPEC	07:12	12:03	16:12	19:30			AEROPUERTO	05:44	09:00	13:51	17:57		21:06
10	ZINACANTEPEC	07:21	12:15	16:21	19:39			AEROPUERTO	05:44	09:00	13:51	17:57		21:15
11	ZINACANTEPEC	07:30	12:27	16:30	19:48			AEROPUERTO	05:52	09:09	14:03	18:06		21:24
12	ZINACANTEPEC	07:39	12:39	16:39	19:57		19:51	AEROPUERTO	06:00	09:18	14:15	18:15		
13	ZINACANTEPEC	07:48	12:51	16:48	20:06			AEROPUERTO	06:09	09:27	14:27	18:24		21:42
14	ZINACANTEPEC	07:57	13:03	16:57	20:26			AEROPUERTO	06:18	09:42	14:39	18:33		22:02
15	ZINACANTEPEC	08:06	13:15	17:06	22:26			AEROPUERTO	06:27	09:57	14:51	18:42		00:02
16	ZINACANTEPEC	05:00	08:15	13:27	17:15	20:46		AEROPUERTO	06:36	10:12	15:03	18:51		22:22
17	ZINACANTEPEC	05:09	08:24	13:39	17:24	21:06		AEROPUERTO	06:45	10:27	15:15	19:00		22:42
18	ZINACANTEPEC	05:18	08:33	13:51	17:33	21:26		AEROPUERTO	06:54	10:42	15:27	19:09		23:02
19	ZINACANTEPEC	05:27	08:51	14:03	17:42	21:46		AEROPUERTO	07:03	10:57	15:39	19:18		23:22
20	ZINACANTEPEC	05:36	09:09	14:15	17:51	22:06		AEROPUERTO	07:12	11:12	15:51	19:27		23:42
21	ZINACANTEPEC	05:44	09:27	14:27	18:00		21:12	AEROPUERTO	07:21	11:27	16:03	19:36		
22	ZINACANTEPEC	05:52	09:45	14:39	18:09		21:21	AEROPUERTO	07:30	11:42	16:15	19:45		
DESPACHADOR:								FECHA:						

TABLA 70: Rol de Operaciones para la Ruta “Zinacantepec - Aeropuerto”

Nota: Para el caso del turno 9, tendrá cuatro horarios de salida en Zinacantepec (Terminal Zinacantepec) con destino al Aeropuerto (Paradero los Sauces) y cuatro horarios de salida en Aeropuerto (Paradero los Sauces) con destino a Zinacantepec (Terminal Zinacantepec), su horario de fin de servicio se ubica en Aeropuerto, lo que indica que la unidad correspondiente al turno 9 deberá ser almacenada en el patio de encierro, lo que implica que la unidad deberá realizar un recorrido de Paradero los Sauces a Patio de Encierro una vez finalizados sus recorridos.

Finalmente la programación de servicios permite diseñar las correctas frecuencias de operación que se utilizarán durante los días laborales de las unidades, frecuencias que presentan una variación en cuanto a horarios pico donde se opera con frecuencias cortas y para los horarios valle donde se consideran frecuencias con mayor amplitud. Tablas 71-72-73-74.

ZINACANTEPEC-AEROPUERTO	
HORARIO	FRECUENCIA
05:00 - 08:30	9 minutos
08:30 - 11:15	18 minutos
11:15 - 15:30	12 minutos
15:30 - 20:00	9 minutos
20:00 - 24:00	20 minutos

AEROPUERTO-ZINACANTEPEC	
HORARIO	FRECUENCIA
05:00 - 09:30	9 minutos
09:30 - 13:00	15 minutos
13:00 - 17:00	12 minutos
17:00 - 20:00	9 minutos
20:00 - 24:00	20 minutos

TABLAS 71-72: Frecuencias de Servicio para la Ruta Zinacantepec – Aeropuerto

ZINACANTEPEC-LERMA	
HORARIO	FRECUENCIA
05:00 - 08:30	9 minutos
08:30 - 11:21	18 minutos
11:21 - 15:30	12 minutos
15:30 - 20:00	9 minutos
20:00 - 24:00	20 minutos

LERMA-ZINACANTEPEC	
HORARIO	FRECUENCIA
05:00 - 09:30	9 minutos
09:30 - 13:00	15 minutos
13:00 - 17:00	12 minutos
17:00 - 20:00	9 minutos
20:00 - 24:00	20 minutos

TABLAS 73-74: Frecuencias de Servicio para la Ruta Zinacantepec – Lerma

4.3 UBICACIÓN DE PARADEROS

Para la ubicación de las paradas que deberán respetar los servicios troncales del corredor vial en la ZMVT. Se realizaron recorridos en repetidas ocasiones siguiendo el trayecto de los servicios propuestos, logrando definir la propuesta de ubicación de las paradas utilizando un criterio regido en primera instancia por las paradas que en el actual sistema de transporte público tienen una importante captación de pasajeros (resultados de la modelación para el escenario 1D) y en segundo lugar verificando que no se excediera una distancia mayor a 500 metros entre parada y parada.

Es importante mencionar que durante el análisis de las ubicaciones exactas de las paradas, se verifico que contará con un espacio libre de aproximadamente 5 metros el requerido para llevarse a cabo la instalación de los parabuses a utilizar. En las Tablas 75-76, se puede observar la ubicación de las paradas consideradas para las rutas troncales Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec – Lerma. La clasificación del paradero tipo (A – B) se basa en el número de pasajeros que la parada capta por día segundo los resultados de la modelación el paradero tipo A representa las paradas que tiene una captación de 201 a 400 pasajeros/día y la clasificación B es para las paradas cuya captación es de hasta 200 pasajeros/día.

No. Paradero	Nombre paradero	Ubicación	Paradero Tipo
Terminal Zinacantepec		Calle Molino	
Paradero 01	C.Colon	Miguel Hidalgo	B
Paradero 02	Católica	Vicente Guerrero	B
Paradero 03	Hidalgo	Av. 16 de Septiembre	A
Paradero 04	N. Heroes	Av. 16 de Septiembre	B
Paradero 05	Ruíz Cortinez	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 06	E. Zapata	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 07	Desviación Almoloya	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 08	Linda Vista	Prolongación Solidaridad las Torres	A
Paradero 09	Teotihuacan	Prolongación Solidaridad las Torres	A
Paradero 10	Barbabosa	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 11	U.D. Zinacantepec	Prolongación Solidaridad las Torres	A
Paradero 12	R. Ramírez	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 13	Wal Mart	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 14	F. Navas	Prolongación Solidaridad las Torres	B
Paradero 15	Literatura	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Literatura	B
Paradero 16	J.R. Heroles	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Reyes Heroles	B
Paradero 17	V. Carranza	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Venustiano Carranza	A
Paradero 18	L. de Sayula	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Laguna de Sayula	B
Paradero 19	L. del Volcan	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Laguna del Volcan	B
Paradero 20	G. y Pichardo	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Gonzalez y Pichardo	B
Paradero 21	Colon	Av. Solidaridad Las Torres esquina Paseo Colon	A
Paradero 22	Jesús Carranza	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Jesús Carranza	A
Paradero 23	P. 18 de Marzo	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Calle Gral. Manuel Pueblita	B
Paradero 24	H. Enriquez	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Heriberto Enriquez	A
Paradero 25	Pino Suárez	Av. Solidaridad Las Torres esquina Av. Pino Suárez	A
Paradero 26	Esthela	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Esthela	B
Paradero 27	Benito Juárez	Av. Solidaridad Las Torres esquina Benito Juárez	A
Paradero 28	San Francisco	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Plazuelas de San Francisco	B
Paradero 29	F. de Athenea	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Fuentes de Athenea	B
Paradero 30	F. de Penelope	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Fuente de Penelope	B

No. Paradero	Nombre paradero	Ubicación	Paradero Tipo
Paradero 31	I. Comonfort	Av. Solidaridad Las Torres esquina Av. Ignacio Comonfort	A
Paradero 32	Gobernadores	Av. Solidaridad Las Torres esquina Av. Gobernadores	B
Paradero 33	M.J. Clouthier	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Manuel J. Clouthier	A
Paradero 34	A.L. Mateos	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Adolfo López Mateos	A
Paradero 35	Morelos	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Morelos	A
Paradero 36	Tecnologico	Av. Solidaridad Las Torres esquina Av. Tecnologico	A
Paradero 37	Asunción	Av. Solidaridad Las Torres esquina Paseo la Asunción	B
Paradero 38	E. Zapata	Av. Solidaridad Las Torres esquina Calle Emiliano Zapata	A
Paradero 39	P. Tollocan	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina Paseo Tollocan	A
Paradero 40	P. Sendero	Bldv. Miguel Aleman Valdez	A
Paradero 41	Banorte	Bldv. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Cerrada Emiliano Zapata	B
Paradero 42	J.O. Dominguez	Bldv. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 43	CIECEM	Bldv. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Benito Juárez	B
Paradero 44	P.I. Cerrillo	Bldv. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 45	C. C. Cruz Roja	Bldv. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 46	Aeropuerto	Bldv. Miguel Aleman Valdez	A
Paradero 47	Exportec I	Bldv. Miguel Aleman Valdez	A
Paradero 48	M. Hidalgo	Bldv. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Miguel Hidalgo	B
Paradero 49	S.N. Tolentino	Bldv. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Independencia	B
Paradero 50	U.D. Sn. Mateo	Bldv. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 51	J.L. Portillo	Bldv. Miguel Aleman Valdez	A
Paradero 52	P. Eucaliptos	Prol. Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Paseo de los Eucaliptos	B
Paradero 53	P. Encinos	Prol. Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Paseo de los encinos	B
Retorno		Prol. Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Revolución y Ricardo Flores Magon	

TABLA 75: Ubicación y Clasificación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Poniente – Oriente.

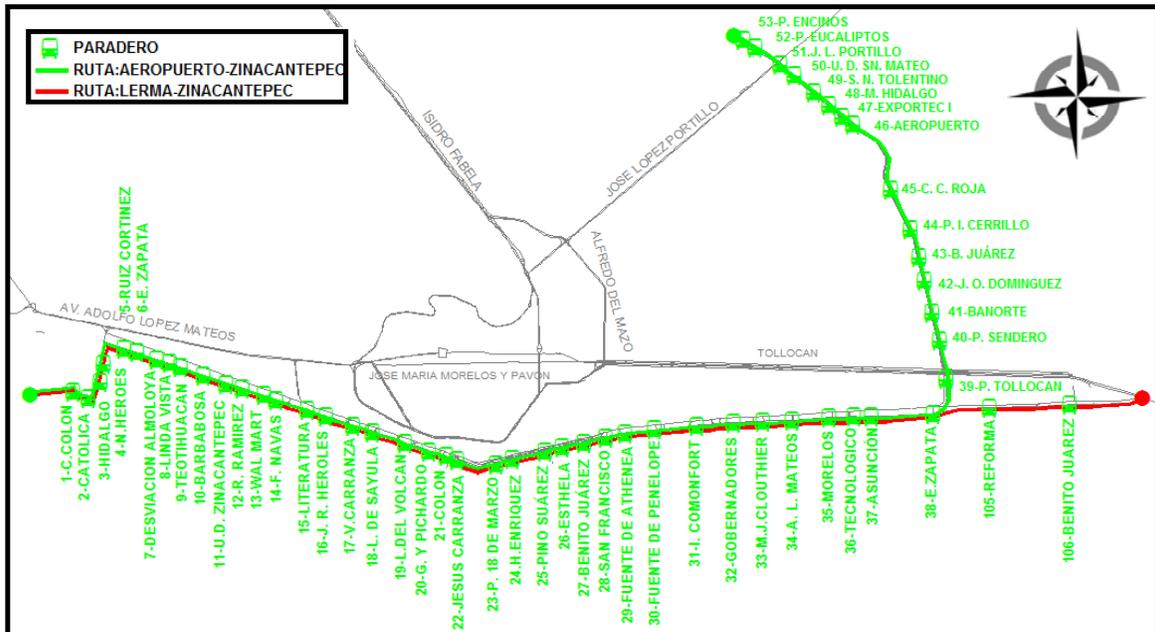


FIGURA 95: Ubicación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Poniente – Oriente.

No. Paradero	Nombre paradero	Ubicación	Paradero Tipo
Retorno		Prol. Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Revolución y Ricardo Flores Magon	
Paradero 54	P. Sauces	Prol. Blvd. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 55	J.L. Portillo	Blvd. Miguel Aleman Valdez	A
Paradero 56	L.D Colosio	Blvd. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Luis Donald Colosio	B
Paradero 57	S.N. Tolentino	Blvd. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Juan Fernandez Albarran	B
Paradero 58	Exportec I	Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Ernesto Monroy	A
Paradero 59	A. G. Orozco	Blvd. Miguel Aleman Valdez esquina Calle Alfonso Gómez y Orozco	B
Paradero 60	J. de la Barrera	Blvd. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Juan de la Barrera	B
Paradero 61	S.P. Totoltepec	Blvd. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Agustin Millan	B
Paradero 62	Las Galias	Blvd. Miguel Aleman Valdez casi esquina con Calle Benito Juarez	B
Paradero 63	Banorte	Blvd. Miguel Aleman Valdez	B
Paradero 64	P. Toluca	Blvd. Miguel Aleman Valdez antes de llegar a paseo Toluca	A
Paradero 65	E. Zapata	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Emiliano Zapata	B
Paradero 66	Frontera	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Frontera	B
Paradero 67	Asunción	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Paseo La Asunción	B
Paradero 68	Tecnologico	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Av. Tecnologico	A
Paradero 69	Morelos	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Morelos	B
Paradero 70	Puerto Escondido	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Puerto Escondido	B
Paradero 71	S. S. Tizatlalli	Av. Solidaridad Las Torres antes de Adolfo López Mateos	A
Paradero 72	C. Metepec	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calzada Metepec	B
Paradero 73	Guaymas	Av. Solidaridad Las Torres	B
Paradero 74	Sauces	Av. Solidaridad Las Torres	B
Paradero 75	I. Comonfort	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Ignacio Comonfort	A
Paradero 76	J.M. Morelos y Pavon	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Calle José María Morelos y Pavon	B
Paradero 77	Josefa Ortiz	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Josefa Ortiz de Dominguez	B
Paradero 78	Federación	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina Con Av. Federación	B
Paradero 79	S. D. Miron	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Salvador Díaz Miron	A
Paradero 80	W. Labra	Av. Solidaridad Las Torres esquina esquina con Calle Wenceslao Labra	B
Paradero 81	I. Fabela	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Av. Isidro Fabela	A
Paradero 82	E. Enriquez	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Heriberto Enriquez	A
Paradero 83	A. Albarran	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Antonio Albarran	B
Paradero 84	C. Oncologico	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Calle Benito Juárez	B
Paradero 85	J. Carranza	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Calle Jesús Carranza	A
Paradero 86	Colon	Av. Solidaridad Las Torres esquina Paseo Colon	A
Paradero 87	E. G. y Pichardo	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Calle Eduardo González y Pichardo	B
Paradero 88	L. del Volcan	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Laguna del Volcan	B
Paradero 89	L. de Yunuen	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Lago de Yunuen	B
Paradero 90	V. Carranza	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Venustiano Carranza	A
Paradero 91	J.R. Heroles	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Jesús Reyes Heroles	B
Paradero 92	L. del Barril	Av. Solidaridad Las Torres casi esquina con Laguna del Barril	B
Paradero 93	Torres Chicas	Av. Solidaridad Las Torres esquina con Av. Torres Chicas	B
Paradero 94	F. Navas	Prolongación Las Torres	B
Paradero 95	A. Rivera	Prolongación Las Torres	B
Paradero 96	Ojuelos	Prolongación Las Torres	B
Paradero 97	U.D. Zinacantepec	Prolongación Las Torres	B
Paradero 98	Aztecas	Prolongación Las Torres	B
Paradero 99	Icati	Prolongación Las Torres	A
Paradero 100	Linda Vista	Prolongación Las Torres	A
Paradero 101	Desviación Almoloya	Prolongación Las Torres	A
Paradero 102	Best Western	Prolongación Las Torres	B
Paradero 103	S.L. Mextepec	Prolongación Las Torres	B
Paradero 104	Niños Heroes	Av. 16 de Septiembre	B
Terminal Zinacantepec		Calle Molino	

TABLA 76: Ubicación y Clasificación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Oriente – Poniente.

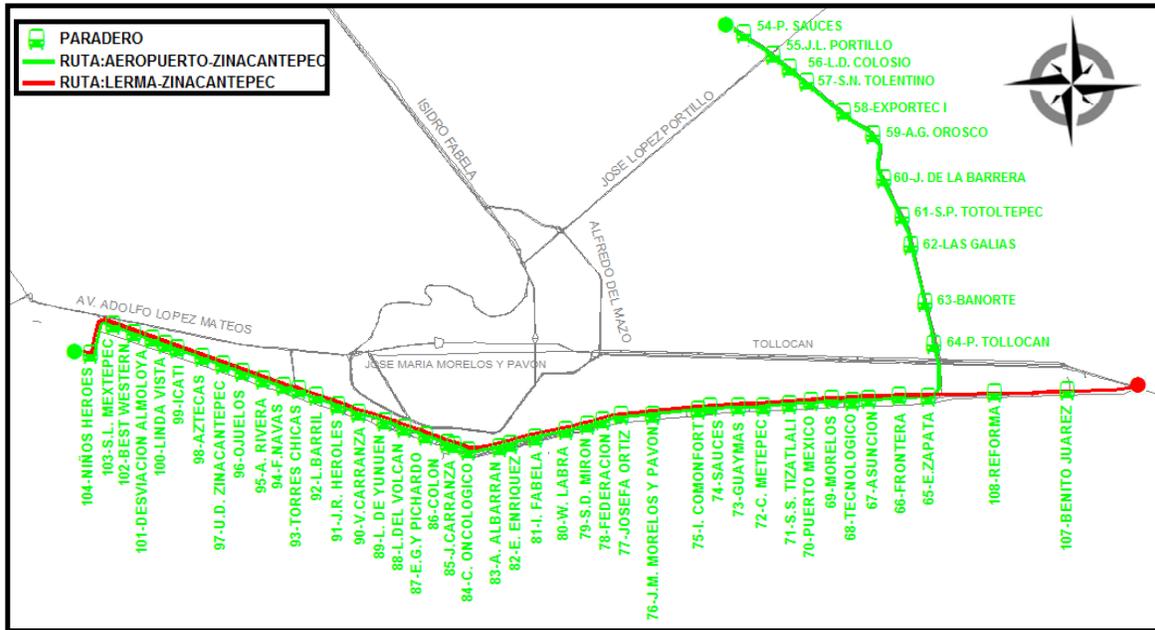


FIGURA 96: Ubicación de Paraderos para el Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” Sentido; Oriente – Poniente.

4.3.1 PROTOTIPO DE PARADERO

El diseño del parabús es “ligero” que se integra fácilmente con el entorno urbano de las vialidades del trazo del corredor, sin que dificulte la circulación al peatón sobre la banqueta. El material de elaboración es acero inoxidable siendo atractivo visualmente y de fácil mantenimiento. Sus dimensiones holgadas (3.0 m. de largo x 1.47 m. de ancho x 2.41 m de alto) brinda protección al usuario y refuerzan la imagen del nuevo sistema de autobús sobre el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”.

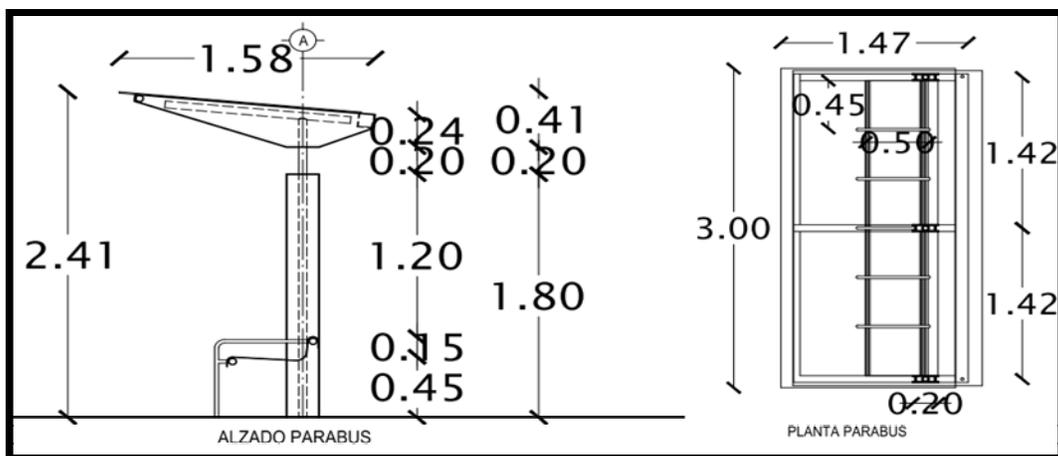


FIGURA 97: Dimensiones de Parabús.

La parada está dotada de un descanso (banca) de 2.5 m de longitud en la parte posterior que no estorba el funcionamiento del área de espera para personas de pie. La estructura de la banca está construida en acero inoxidable. Está provista de luminarias ahorradoras de energías. El techo del parabús tiene pendiente hacia el centro y se drena a través del poste central. El piso es antiderrapante en color distintivo y bajo mantenimiento.

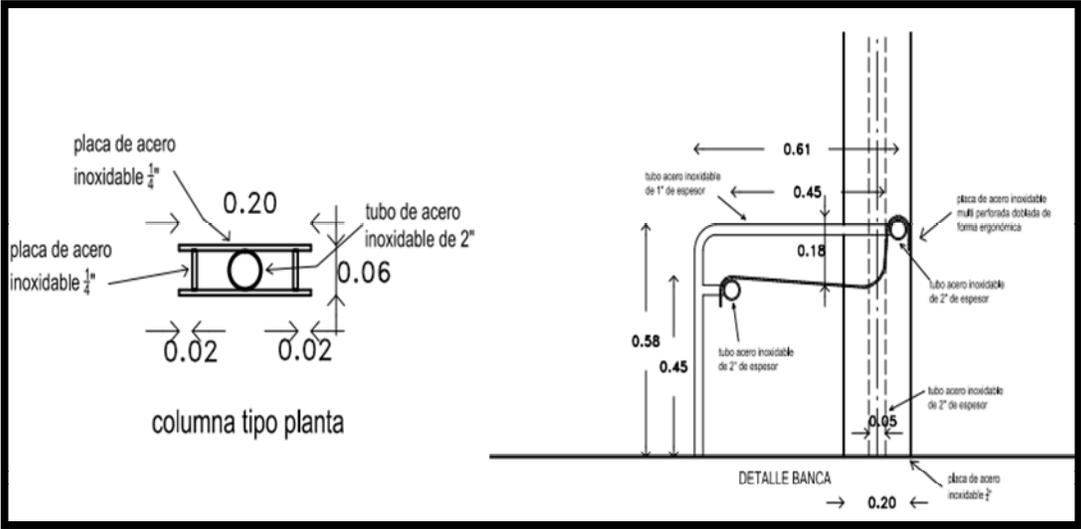


FIGURA 98: Dimensiones de Parabús (Detalle de la Banca)

El parabús tiene un espacio de señalización e información completa para el usuario referente al sistema de transporte del corredor, el cual está ubicado a un costado, con un elemento independiente de la parada.



FIGURA 99: Prototipo de Parabús Perspectiva Frontal.



FIGURA 100: Prototipo de Parabús Perspectiva Lateral.

4.3.2 ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

Las estaciones de transferencia surgen como respuesta a los problemas de aglomeración de personas y unidades de transporte público que se presentan en las intersecciones del corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” y el esquema de rutas alimentadoras. En esta tesis se considera la intersección del corredor con la propuesta alimentadora de la cuenca 5 “Metepec” debido a su cercanía con la terminal de autobuses para la ciudad de Toluca.

La ubicación de la terminal se propone en la intersección entre avenida José María Pino Suárez y Avenida Solidaridad las Torres. Esta terminal se habilitará para permitir el trasbordo de los usuarios desde/hacia el servicio de las rutas troncales y el esquema de alimentación para la cuenca 5 “Metepec”. Dicha terminal contará con andenes para que las unidades puedan acceder para realizar las maniobras de ascenso/descenso o en su caso para realizar ajuste al programa de servicio. El terreno propuesto para dicha estación se encuentra sobre las torres a 150 metros de la avenida Pino Suárez en dirección oriente. Actualmente tiene un uso público ya que alberga canchas deportivas. Por otra parte, tiene comunicación vial directa hacia dos frentes. Hacia el norte con Avenida las Torres y hacia el sur con la calle Plan de Guadalupe tal y como se muestra en la Figura 101.

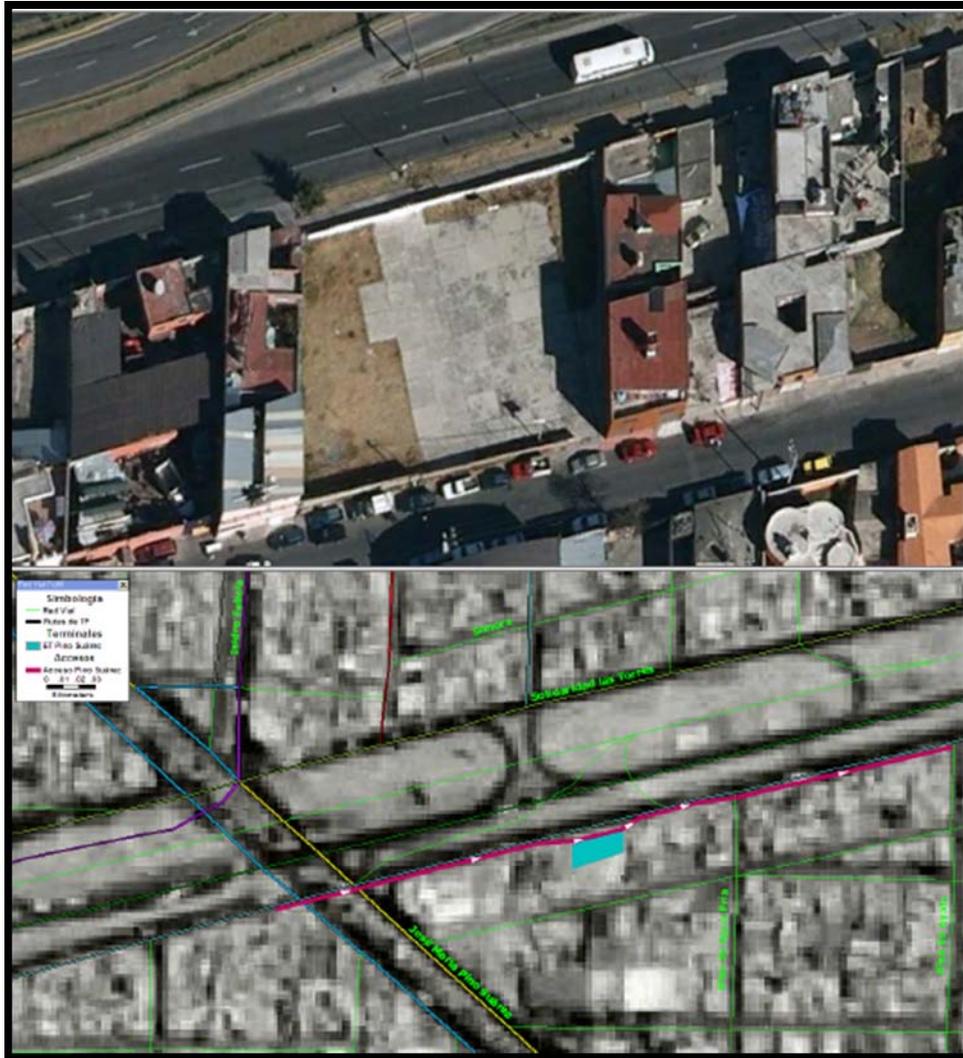


FIGURA 101: Ubicación de la Estación de Transferencia Pino Suárez

Esta particularidad permitirá que las unidades accedan por el frente Norte, realicen las maniobras mencionadas y egresen por la calle Plan de Guadalupe para luego tomar Plan de Agua Prieta y reincorporarse a Avenida Solidaridad las Torres. Dicha estación contará además de tres andenes para las maniobras del servicios propuesto y capacidad para recibir hasta 6 unidades otros tres andenes (con capacidad para 9 unidades de 40 pasajeros) para permitir un eventual acceso de rutas que accedan desde la cuenca “Metepéc” favoreciendo con ello la integración física de los servicios de transporte público. Para las rutas de alimentación el acceso sería por la calle Plan de Guadalupe puede ser objeto de un reordenamiento para que solo exista un sentido de circulación (de poniente a oriente) y a la vez se permita el estacionamiento temporal de vehículos particulares para facilitar la integración Transporte Público/Transporte Privado. Finalmente, el conjunto de

adecuaciones requeridas se complementan con un tramo de carril reservado la fachada norte del terreno y un tramo de carril semiexclusivo desde la finalización del terreno hasta el cruce de la calle Plan de Agua Prieta en donde será necesario implementar un semáforo de paso preferencial para los autobuses que se reincorporan a avenida Solidaridad las Torres.

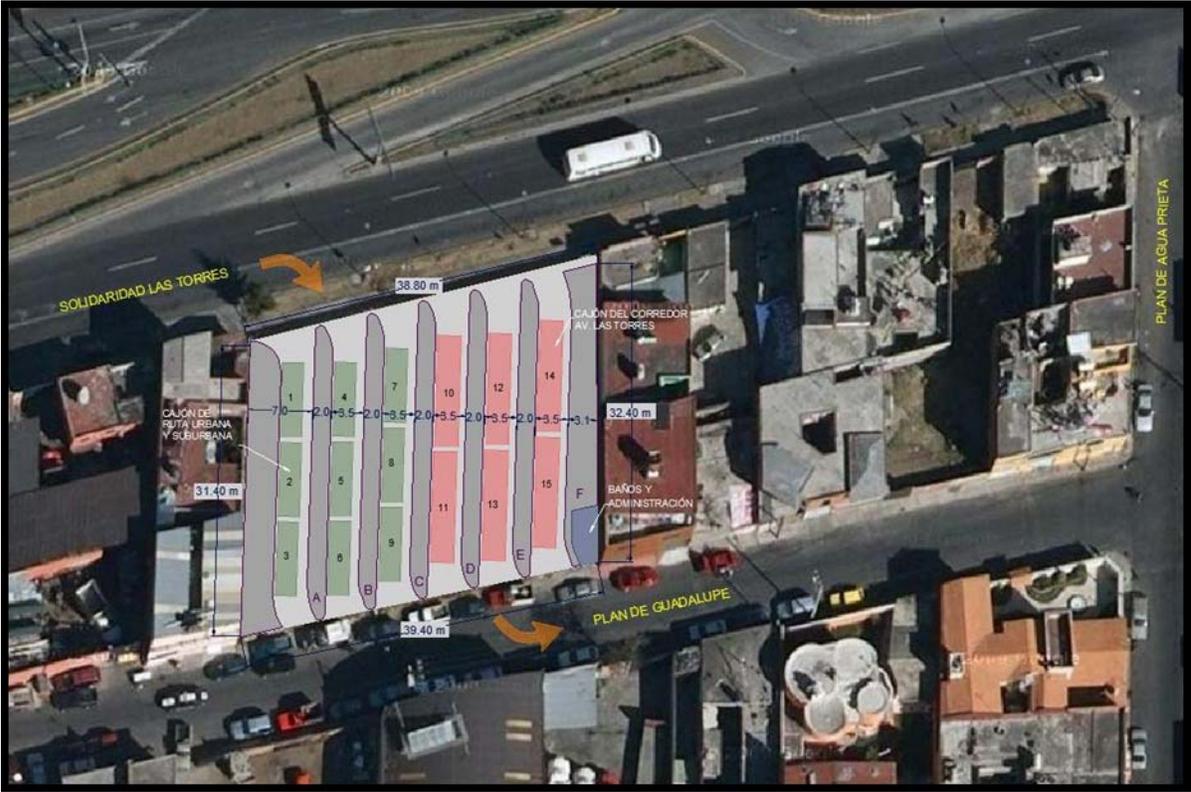


FIGURA 102: Adecuaciones de Entrada y Salida a la Estación de Transferencia Pino Suárez

4.3.3 PATIO DE ENCIERRO

El terreno propuesto se encuentra localizado atrás del mercado de zapatos Procasma en San Mateo Atenco, en la calle Adolfo López Mateos a 400 metros de la entrada principal (Benito Juárez). En relación a la prolongación de la avenida Solidaridad las Torres, se ubica a 50 metros del cuerpo sur y a 100 metros del cuerpo norte (ver Figura 103).

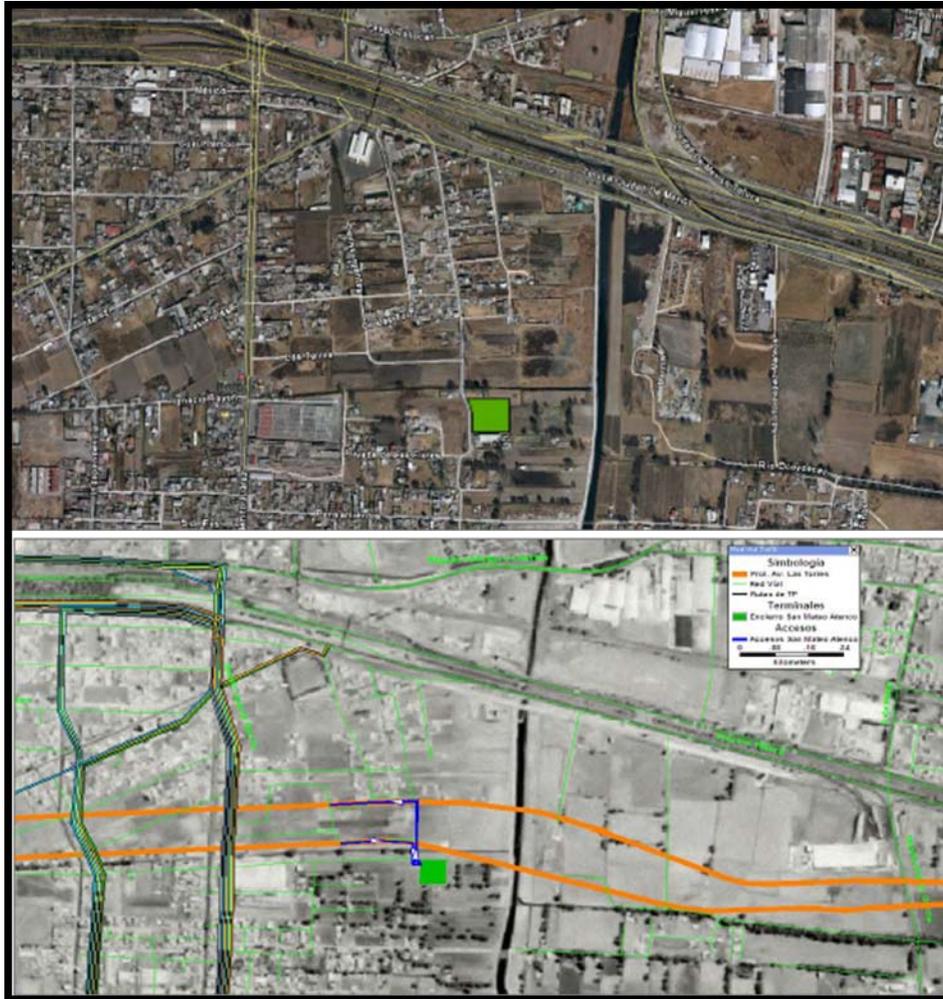


FIGURA 103: Ubicación del Predio para el Patio de Encierro San Mateo Atenco.

El terreno cuenta con un área de 927 metros cuadrados, superficie adecuada para el almacenamiento de las unidades de alta capacidad requeridas para los servicios troncales, lo que favorece a iniciar el servicio (por las mañanas) a la par en ambos sentidos, sin necesidad de trasladar unidades desde el extremo poniente (Terminal Metropolitana Poniente en el Municipio de Zinacantepec).

El terreno se ubica en uso de suelo del tipo agrícola, dentro del régimen de ejido. Sin embargo, se encuentra en una zona de riesgo debido a inundaciones. Por lo cual, durante la adecuación del patio de encierro es necesario considerar las medidas pertinentes para anticipar o minimizar la catástrofe natural.

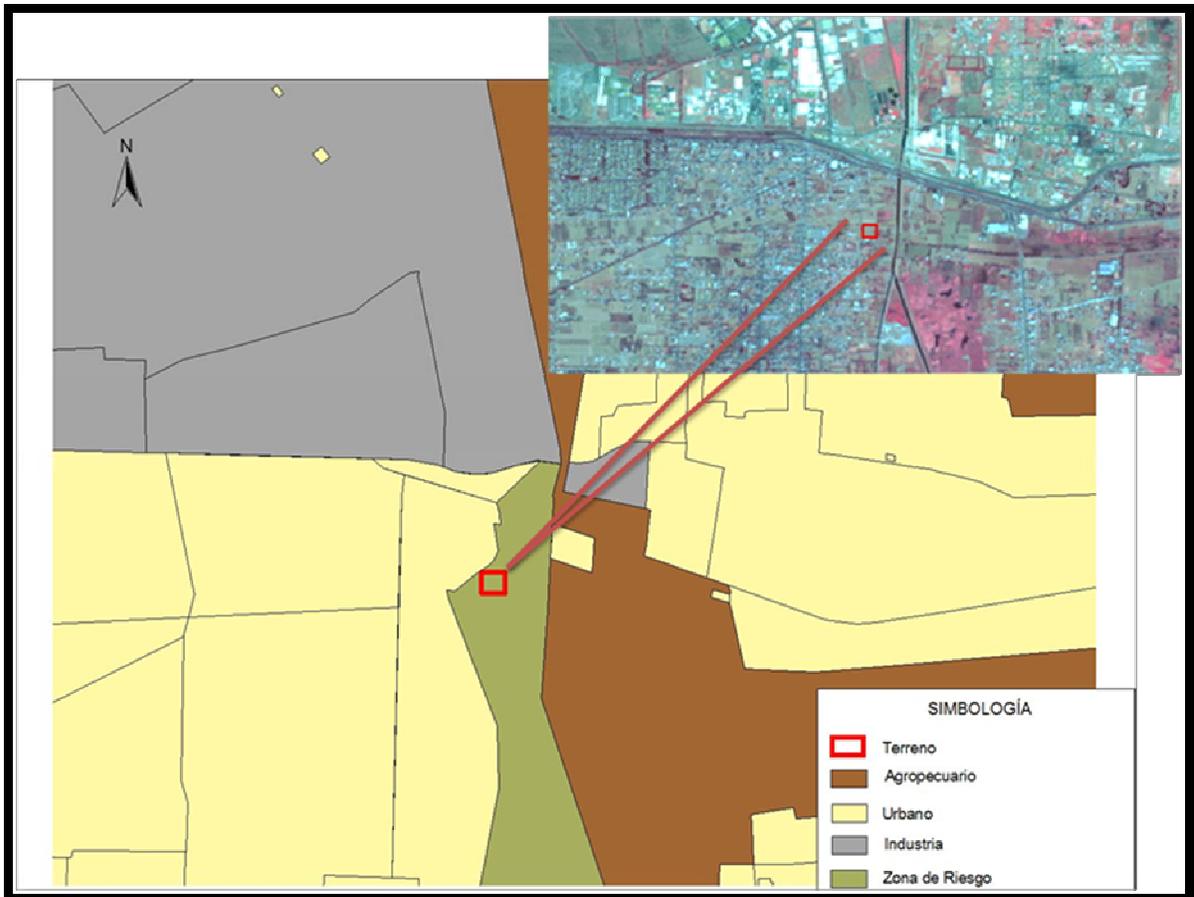


FIGURA 104: Uso de Suelo para el Terreno Propuesto para el Patio de Encierro San Mateo Atenco.

Por otro lado, entre las adecuaciones necesarias se encuentra la construcción de un retorno sobre avenida Solidaridad las Torres, antes de arribar a la calle Adolfo López Mateos, la cual faculta a las unidades de servicio incorporarse en el otro sentido de la avenida.

4.4 ESQUEMA TARIFARIO

El monto de la tarifa que pagará el usuario por el servicio público de transporte en los servicios troncales del corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” será un costo inicial de \$7.00 (SIETE PESOS 00/100 M.N.) y se actualizará anualmente conforme al índice Nacional de Precios al Consumidor que publica el banco de México en el Diario Oficial de la Federación de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{Tarifa}_n = \text{Tarifa}_{n-1} * (\text{INPC}_n / \text{INPC}_0)$$

n = Mes de enero de cada año

Tarifa n-1 = Tarifa inicial

INPC₀ = Índice Nacional de Precios al Consumidor correspondiente a valores del mes que corresponde al último INPC conocido en la fecha de inicio de operaciones, publicado por el Banco de México.

INPC_n = Índice Nacional de Precios al Consumidor conocido al mes de enero de cada año, publicado por el Banco de México.

4.4.1 SISTEMA DE COBRO

El cobro para el uso de este sistema de transporte se realiza mediante una tarjeta de prepago, la cual se adquiere en los puntos de venta o taquillas. Para su utilización un validador a bordo de la unidad realiza el descuento del costo del peaje en la tarjeta. El esquema anterior permite una fluidez mayor en el proceso de ascenso ya que evita el pago directo (al conductor); admite un control en el sistema de pago y, en general, arroja información para la administración y control de la operación por parte del organismo de gestión.

El empleo de tarjetas de prepago presenta una innovación en el servicio de transporte en la ZMVT. Con este sistema se da fin a la discrecionalidad en el cobro de pasaje, permitiendo conocer de manera precisa el ingreso por peaje, el monto total de lo que se recauda y la seguridad de que se recibirá sin desvíos, beneficiando de manera directa a las empresas asociadas en el nuevo sistema de Transporte Público.

El sistema consiste en realizar la compra de una tarjeta con determinado saldo, y que es recargable, presentarla frente a un validador dentro de la unidad de transporte que

identifica su saldo para descontar lo correspondiente al peaje y permitir el acceso al usuario.

Para efectos de compra y/o recarga de las tarjetas, se dispondrá de maquinas expendedoras y taquillas, tanto en la terminal de zinacantepec, como en la estación de transferencia en Pino Suárez y las Torres, además de una red de puntos de venta en tiendas de conveniencia a lo largo del trazo de las rutas troncales.



FIGURA 105: Tarjeta de Prepago para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”



FIGURA 106: Validador de Tarjetas para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”



FIGURA 107: Máquina Recargadora de Tarjetas para los Servicios Troncales del Corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca”

4.5 CAMARA DE COMPENSACIÓN

La cámara de compensación representa un proceso que se debe realizar para poder remunerar a las distintas empresas que se encuentran asociadas en este caso con los servicios troncales, tanto a los proveedores de refacciones para el mantenimiento de las unidades como a las empresas que eliminaron o modificaron sus servicios en beneficio del corredor vial. Este proceso se debe realizar aproximadamente cada 15 días para simplificar el cálculo del monto a pagar a cada empresa por el concepto del peaje integrado, repartiendo el monto acumulado.

Esta se puede interpretar como la última etapa de distribución del recurso monetario, ya que una vez que el usuario realiza una recarga, no se tiene conocimiento del intervalo de tiempo necesario para que el usuario realice sus viajes correspondientes, por lo cual, se tiene disposición del dinero una vez que los usuarios abordan las unidades.

Clases de Remuneración:

- a) Por Kilometro Recorrido

Ventaja: Ideal para la remuneración de la operación troncal. Elimina las causas de la “Guerra del Centavo”. Es el insumo para el cálculo del IPK – Índice de Pasajeros Transportados por Kilometro Recorrido. Es una muy buena herramienta de remuneración para los casos donde no se tienen zonas de alimentación definidas (o aun sin

implementarse), sino que las concesiones de operación se reparten en proporción a los kilómetros programados.

Desventaja: Puede ser negativo para la remuneración de esquemas alimentadores en casos de rutas muy largas con baja demanda (IPK bajo).

b) Por Pasajero Transportado

Ventaja: Es usado para remunerar rutas alimentadoras. Motiva al operador a buscar más pasajeros y a prestar un mejor servicio.

Desventaja: Es el causante del fenómeno de la “Guerra del Centavo” en el transporte público colectivo tradicional. Para el caso de rutas alimentadoras que tienen que ser operadas y que cuentan con baja demanda, es desfavorable para el operador.

c) Mezcla de Kilómetros Recorridos y Pasajeros Transportados

Ventaja: El punto intermedio para la remuneración de rutas alimentadoras. Es ideal para aquellas rutas que tienen que ser operadas, pero que no cuenta con mucha demanda (riesgo compartido).

Desventaja: No aplica para operación troncal.

CONCLUSIONES

Verificación de la Hipótesis de Trabajo

En la tabla de la parte inferior se presenta una comparación cualitativa de los escenarios analizados con la finalidad de verificar la hipótesis de trabajo en el sentido de que existe un esquema de alimentación para el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” que mejoraría la eficiencia financiera, los índices de desempeño y la calidad de servicio para el corredor mencionado y para las condiciones actuales del sistema de transporte público en la ZMVT. Dicha Tabla se ha construido a partir de una escala ordinal que va del 1 al 5 en la que 5 representa el nivel más alto respecto al criterio de comparación evaluado. Los valores intermedios entre estas escalas se dan en función de la diferencia con respecto al valor más alto obtenido de los resultados comparativos de calidad de servicio, desempeño, rentabilidad inmediata y captación de pasajeros. Si bien esta comparativa esta comparativa es agregada y de cierta manera subjetiva permite al menos sintetizar las evaluaciones realizadas y presenta un panorama global sustentado técnicamente a quien realice la comparación o en su caso al tomador de decisiones. Bajo estas consideraciones, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ A partir de los criterios de eficiencia, rentabilidad económica y captación de pasajeros se tiene que el corredor vial en conjunto con un adecuado esquema alimentador es superior a las condiciones que presenta el corredor por sí solo y en competencia con el sistema actual con lo que la hipótesis de trabajo resulta valida. Bajo estos criterios resulta más conveniente implementar el corredor de transporte “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” bajo un esquema troncoalimentador.
- ✓ Considerando que el servicio de transporte público es un bien/servicio semipúblico, se requiere la intervención de la autoridad pública para garantizar que la sociedad en conjunto cuente con un sistema que aporte mayor bienestar social. En este sentido resulta que, respecto a los dos escenarios de comparación utilizados, la alternativa de un corredor troncal complementado con una serie de rutas alimentadoras es superior a una alternativa en la que el corredor opere en competencia con el sistema actual de transporte, con lo que se muestra que bajo el criterio de bienestar social la hipótesis propuesta es válida.

ESEENARIO	CALIDAD DE SERVICIO	DESEMPEÑO Y EFICIENCIA	RENTABILIDAD	CAPTACIÓN DE PASAJEROS
Condiciones Actuales	5	1	2	4
Corredor Vial sin Alimentación	4	4	3	4
Corredor vial con Alimentación	3	5	5	5

TABLA 77: Comparación Cualitativa de los Escenarios Evaluados

Según la evaluación de los indicadores de calidad de servicio la opción más conveniente es el sistema en condiciones actuales ya que hay pocos trasbordos y los tiempos de recorrido son menores que en las que en las otras alternativas; en principio es muy adecuado para los usuarios del sistema pero a pesar de estas ventajas parciales presenta serias deficiencias en cuanto a los indicadores de rentabilidad y desempeño-eficiencia, que lo hacen quedar al final de los tres escenarios evaluados, situación que al final de cuentas repercute en los usuarios del sistema y a la ciudadanía en general en forma de contaminación, ruido e inseguridad.

Por su parte, el corredor vial sin alimentación obtuvo el segundo lugar en cuanto a índices de calidad y desempeño. En base a lo anterior, se puede concluir que es un sistema de implementación intermedio entre los escenarios de condiciones actuales y el corredor vial con alimentación (sistema troncoalimentador). Por la configuración de las rutas Zinacantepec – Aeropuerto y Zinacantepec – Lerma con servicios coordinados se tienen los tiempos de transferencia más bajos, los segundos tiempos de espera más bajos pero los tiempos a bordo de vehículo más altos. No obstante los usuarios penalizan mas los primeros que los segundos, por tanto es un sistema que sería bien percibido por las personas que lo usarían. El sistema de corredor vial sin alimentación a diferencia del escenario de condiciones actuales está integrado tanto física como operativamente, lo que presenta ventajas para los usuarios ya que, en caso de trasbordo, las paradas para todas las rutas que interceptan al corredor tendrán paradas comunes donde los usuarios no requerirán caminar para buscar la parada de un autobús que pase por la misma calle. Este sistema tiene además la ventaja de no requerir nueva infraestructura ya que circularía por las mismas calles que utiliza el sistema actual aunque si sería necesario invertir en nuevas unidades, sistema de cobro y registro de pasajeros.

Desde el punto de vista desempeño y eficiencia, rentabilidad y captación de pasajeros la mejor opción es el sistema Troncoalimentador, debido a que se mejora de manera sustancial la eficiencia del sistema, con costos operativos menores en comparación con las demás alternativas evaluadas y con un mejor aprovechamiento de la infraestructura, sacando de circulación un importante número de unidades que ya no serían necesarias, despejando las vialidades y permitiendo que el tránsito de vehículos se a más fluido. Según los resultados de la evaluación de los parámetros de desempeño se concluye que es la mejor opción para optimizar la demanda en el corredor “Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca” presentando un incremento de 4 veces la demanda captada por el corredor sin alimentación, lo que a su vez incrementa al máximo la rentabilidad generando un mayor ingreso. Sin embargo desde el punto de vista del usuario no es tan ventajoso por que habría incrementos en los tiempos de transferencia y el tiempo total de viaje así como un incremento significativo en los transbordos y probablemente un incremento en los costos de viaje si no existe una integración tarifaria entre el corredor troncal y las rutas alimentadoras. Por otra parte, es una opción de mediano y largo plazo si lo que se busca es transformar la imagen del servicio en la ciudad revirtiendo la tendencia de crecimiento desordenado en un crecimiento guiado a partir de sistemas de transporte bien planeados, los cuales tienen como función principal estructurar el crecimiento y expansión de la marcha urbana. Por su parte la organización a nivel táctico seguiría representando un serio reto por todos los intereses que se tienen que armonizar para conseguir la integración del sistema. En efecto, la propuesta planteada en esta tesis requiere de una reducción de 22 empresas que actualmente prestan el servicio de transporte público a 8 empresas concesionarias que administren en primer lugar los servicios del corredor y en una segunda etapa los 7 servicios alimentadores.

Consideraciones para la implementación de un Nuevo Sistema de Transporte

La implementación de un nuevo sistema de transporte de integración física y operativa, representa varios retos en los tres niveles de organización de la producción del servicio, algunos de ellos se enuncian a continuación:

A nivel estratégico. La Zona Metropolitana del Valle de Toluca, y en general casi la totalidad de zonas urbanas en México, requiere una política de transporte clara, sostenible e incluyente con visión de largo plazo en el que, por un lado, los servicios se caractericen

por una elevada calidad del servicio que corresponde a las necesidades de movilidad de los usuarios. Finalmente que ambos requerimientos permitan que el transporte público sea tanto una verdadera alternativa de transporte ante el auto particular como un complemento del mismo. En este sentido hace falta que los tomadores de decisiones de las instancias correspondientes le den la importancia que corresponde estableciendo en sus planes de trabajo, como un primer elemento, los lineamientos de una política de transporte con las características mencionadas.

A nivel táctico se debe establecer un nuevo marco y esquema de regulación coherente con la política de transporte, en el cual los incentivos lleven a mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda, la calidad de servicio se mejore sustancialmente y se mejore la rentabilidad para los concesionarios. Un esquema bastante exitoso es el de consorcio metropolitano de transporte (ver Lecler, 2002) o el consorcio de empresas (ver Sánchez y Conde, 2009) en el que los concesionarios actuales, presenten el servicio de manera exclusiva bajo un esquema de contrato en el que la calidad del servicio sea controlada a partir de incentivos y penalizaciones. Este esquema de regulación debería garantizar la integración no solo a nivel físico y operativo sino también tarifario con la finalidad de que los usuarios no sean penalizados por realizar transbordos (en particular en el caso de los sistemas troncoalimentador).

El ultimo reto es a nivel operativo en el que el regulador, en coordinación con el prestador del servicio (consorcio), define las características de operación del servicio tomado en cuanto a las necesidades de movilidad y los costos de producción que en el caso de los escenarios de integración evaluados incluye adicionalmente: adquisición y modernización de unidades, inversiones en infraestructura (paraderos, cobertizos, terminales de integración, patios de encierro, oficinas, área de servicio, talleres, etc.) En el caso de las inversiones, es necesario que la autoridad pública, participe en su financiamiento con la finalidad de incentivar a los concesionarios particulares a integrarse en la empresa o consorcio. Por otra parte, también es conveniente que se elaboren programas para la profesionalización de las actividades de transporte y la capacitación del personal que podría perder su fuente de trabajo para que desarrolle actividades complementarias o auxiliares durante la producción con el objeto de aminorar los impactos sociales que pudiera inducir la reducción de las unidades y con ello de los puestos laborales.

Independientemente del sistema de reestructuración, se tendrían los siguientes beneficios adicionales a la variación de los indicadores de calidad del servicio, eficiencia y rentabilidad económica:

- ✓ Las autoridades públicas; mejorarían la percepción ciudadana respecto a su labor de gobierno al atender de fondo un problema añejo. Otro beneficio es la recuperación de las labores de planeación que se diluyeron con el esquema de regulación basado en el concesionamiento de los servicios de transporte público a personas físicas.
- ✓ Las empresas prestadoras del servicio; se beneficiarían porque reducirían sus costos de producción mejorando con ello la rentabilidad de sus inversiones al desaparecer la competencia por los usuarios (Guerra del Centavo) y enfocarse a mejorar la eficiencia y la calidad del servicio.
- ✓ Los usuarios; se beneficiarían de un sistema mucho más ordenado y cómodo, que si bien los viajes serán un poco más tarados y con más trasbordos, ahora tendrá la certeza que el autobús pasará a cierta frecuencia, a ciertas horas y siguiendo la ruta establecida, mejorará en comodidad ya que cuando se aborde un autobús será posible encontrar un asiento disponible, de igual forma cesarían las aglomeraciones en las paradas y los autobuses no sobrepasarían la capacidad para la que fueron diseñados; también se reducirán los lesionados a causa de los accidentes causados por la competencia entre los autobuses por el pasaje.
- ✓ Los no usuarios o usuarios de otros modos de transporte; se beneficiarían porque se reducirían los tiempos de recorrido al haber menos autobuses del transporte público en las calles, reduciendo la congestión en las vialidades al no haber competencia entre las unidades por el pasaje; se tendrán calles más seguras para circular en automóvil o a pie. Finalmente se tendrán beneficios para la comunidad en general, como la reducción de emisiones contaminantes por la disminución de unidades en circulación.

Recomendaciones y Labores Futuras

Se recomienda realizar un estudio complementario al presente trabajo para saber la relación costo/beneficio de la implementación del sistema Troncoalimentador en la ZMVT.

Otro estudio recomendado tienen que ver con la preferencia de los usuarios de transporte privado para utilizar el transporte público en caso de implementar el sistema

Troncoalimentador, asimismo analizar si el sistema propuesto puede competir en tiempo y costo con el sistema de transporte privado (Taxis Colectivos).

Los estudios tomados del Proyecto UAEM 110299 son actualizados hasta diciembre del 2010 y de probada calidad, sin embargo la red vial de la ciudad ha estado cambiando desde entonces como ejemplo se puede mencionar los recientes paso a desnivel en avenida Solidaridad las Torres, afectando los tiempos de recorrido y las preferencias de los viajeros en cuanto a la elección modal por lo que se recomienda en un futuro actualizar esta información.

BIBLIOGRAFÍA

Banks, J., y Carson, J. S. (2002). *Discrete-event system simulation*. New Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.

Beckman, R. J., Mc Guire, C. B., y Winsten, C. B. (1956). *Studies in the economics of transportation*. New Haven, Estados Unidos: Yale University Press.

Caliper Corporation. (2002). *Travel demand modelling with Transcad 4.5*. Newton, Estados Unidos: Caliper Corporation.

Carrese, S., y Gori, S. (2002). *An urban bus network design procedure*. Roma, Italia: Kluwer Academic Publishers.

Ceder, A. (2003). *Designing Public Transport Network and Routes*. Oxford, Inglaterra: Pergamon.

Corredor de Transporte Masivo de Pasajeros con Autobuses de Alta Capacidad "Zinacantepec – Toluca – Lerma (por Torres) con Ramal al Aeropuerto Internacional de Toluca, en el Estado de México, (Secretaria de Comunicaciones, Concurso No. 44937003-002-11), Titulo de Concesión (2011), Gobierno del Estado de México.

Cox, W. (1996) The imperative for competition in government, the public purpose, Number 2, *Presentation to the 2nd Annual International Summit on Service to the Citizen*. Denver, Estados Unidos

Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Secretaría de Desarrollo Social (2005). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2007). *Bus Rapid Transport Planning Guide* (3 ed.). Nueva York, Estados Unidos: Insititute for Transportation and Development Policy.

Lecler, S. (2002, abril). Organización del transporte público en las áreas metropolitanas europeas. *European Metropolitan Transport Authorities*. Extraído el 5 de diciembre de 2009 desde <http://www.madrid.org/cs/Satellite>

Mercedes-Benz España. (2009). Consultado el 23 de noviembre de 2009, de http://www.mercedes-benz.es/content/spain/mpc/mpc_spain_website/es/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/citaro/technical_data.0004.html

Molinero, A., y Sánchez, I. (2002). *Transporte Público*. Distrito Federal, México: Fundación ICA A. C.

Nájera, M. L. (2008). *Modelo de regulación de un sistema de transporte público: el caso de la Ciudad de Toluca*. Tesis de maestría UAEM. Toluca, México.

Ortúzar, J. D., y Sánchez, O. (2004). *Métodos y modelos en la planeación del transporte*. Toluca, México: UAEM.

Prasaram, V. (2003, abril 28). Efficient transportation for successful urban planning in Curitiba. *Horizon Solutions Site*. Extraído el 5 de octubre de 2008 desde http://www.solutions-site.org/artman/publish/printer_62.shtml

Proyecto de Dos Rutas de Transporte Masivo para la Ciudad de Toluca, (FI-UAEM 110299, 2011), UAEM – Gobierno del Estado de México.

Romero, J. (2005). Determinación de los Factores que Definen la Noción de Calidad de Servicio en Transporte Público de Autobuses Urbanos: caso del Corredor Lerdo de Tejada. Tesis de maestría UAEM. Toluca, México.

Sánchez, O. (2004). Evaluación del impacto vial producido por la reubicación de una terminal de autobuses: el caso de la "Terminal Norte" de la Ciudad de Toluca. *Cuadernos de Investigación*. Toluca, México: UAEM.

Sánchez, O. (2003). *Estudios preliminares para la planeación integral del transporte. Reporte técnico del proyecto 1492/2002*. Toluca, México: UAEM.

Sánchez, O., y Romero, J. (2005). *Organización, competencia y tarificación del transporte público; el caso del corredor Lerma-Toluca*. Toluca, México: UAEM.

Sánchez et al. (2006). *Estudio de prefactibilidad de un sistema de corredores de transporte masivo para la Ciudad de Toluca*. Informe Técnico: Secretaría de Comunicaciones del Estado de México.

Sánchez, O. y Romero, J. (2009). Factores que integran la noción de calidad de servicio en el transporte público de pasajeros: el caso de un corredor urbano en la ciudad de Toluca. *Revista Economía, Territorio y Sociedad*. ISSN 1405-8421. En prensa. Número 32 Enero-Abril 2010.

Sánchez, O. y Conde, O. (2009). Diseño conceptual, funcional, operacional de un corredor con servicios coordinados. *Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*. Buenos Aires, abril 2009.

Sánchez, O. y Nájera, M. L. (2009). ¿Cómo aumentar la eficiencia de un sistema de transporte a través de incentivos y contratos: el caso de la ciudad de Toluca. *Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*. Buenos Aires, abril 2009.

Sánchez, O. y Castro, A. (2008). Análisis y modelación de la hora de inicio de viaje: el caso de la zona metropolitana de Toluca. *Memorias del XV Congreso Panamericano de Ingeniería de Transporte*. Septiembre, Barranquilla, Colombia.

Shannon, R. (1975). *Systems simulation: the art and science*. Englewood Cliffs, Estados Unidos: Prentice-Hall.

St. Jacques, K. A. y Levinson H. S. (1997). Operational Analysis of Bus Lanes on Arterials. *TCRP Report 26*. Washington DC, Estados Unidos: National Academy Press.

Torres, A. (2007). *Reestructuración de la Red de Transporte Público en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca*. Tesis de maestría UAEM. Toluca, México.

Transit Research Board (2002). *A guidebook for developing a transit performance – measurement system*. Washington DC: Transit Cooperative Research Program.

Sistema Integral para la Planeación y Administración del Transporte de Toluca (SIPAT) (2005), *Reporte técnico final*. UAEM - H. Ayuntamiento de Toluca.

ANEXO

PRINCIPIOS DEL MODELO DE ASIGNACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Dado que los resultados obtenidos, para comparar la conveniencia de las alternativas de integración del sistema de transporte estudiado, se sustentan en la aplicación de un modelo de asignación para transporte público, es conveniente describir el principio de equilibrio y la especificación del costo generalizado utilizado por el programa de asignación para redes.

El concepto de equilibrio oferta-demanda es fundamental al calcular estados estacionarios, los cuales permiten comparar los efectos inducidos en una serie de acciones aplicadas a una red de transporte. En el equilibrio-oferta demanda, la oferta se presenta mediante un criterio de desempeño, que generalmente corresponde al costo generalizado de viaje o más simplemente al tiempo de recorrido. La demanda, por su parte, se constituye del número y la distribución espacial de los usuarios (Sánchez, 2004).

Para ilustrar el concepto de equilibrio, se considera la red elemental, ilustrada en la parte superior de la Figura 108, la cual se compone del par xy – con origen x , destino y – y dos rutas o caminos RA y RB . A dicha red se encuentran asociados un número de usuarios (N) (demanda). Las rutas mencionadas varían su desempeño en función del número de usuarios que trasladan. Por otra parte, poseen características físicas propias (capacidad vehicular, carriles, trazo, elevación, etc.), lo que implica que con un número de unidades idénticas, el desempeño diferirá entre una y otra. Considerando lo anterior y admitiendo el tiempo de recorrido como criterio de desempeño (tt), cada ruta se puede representar por una función que depende del número de usuarios y su capacidad vehicular (S):

$$tt_A = f(n_A, S_A); \quad tt_B = f(n_B, S_B) \quad 1.1$$

Conocido este desempeño, se requiere definir un criterio de equilibrio, en este caso el del usuario, cuya obtención se realiza a través del primer principio de Wardrop, que establece: “Al equilibrio, ningún usuario puede mejorar (disminuir) su tiempo de recorrido (o costo generalizado)”. Lo anterior indica que para cada par origen-destino, el tiempo de recorrido es el mismo, de modo que quedan establecidas las condiciones siguientes:

$$tt_A = tt_B, \quad 1.2$$

$$N = n_A + n_B \quad 1.2'$$

Beckman, 1956 citado en Sánchez, 2004 planteó por primera vez este problema de manera formal. Propuso la transformación que lleva su nombre para resolverlo. Desde entonces, algoritmos y métodos de resolución se han desarrollado para este problema en el caso de redes densas (gran cantidad de rutas, arcos, usuarios).

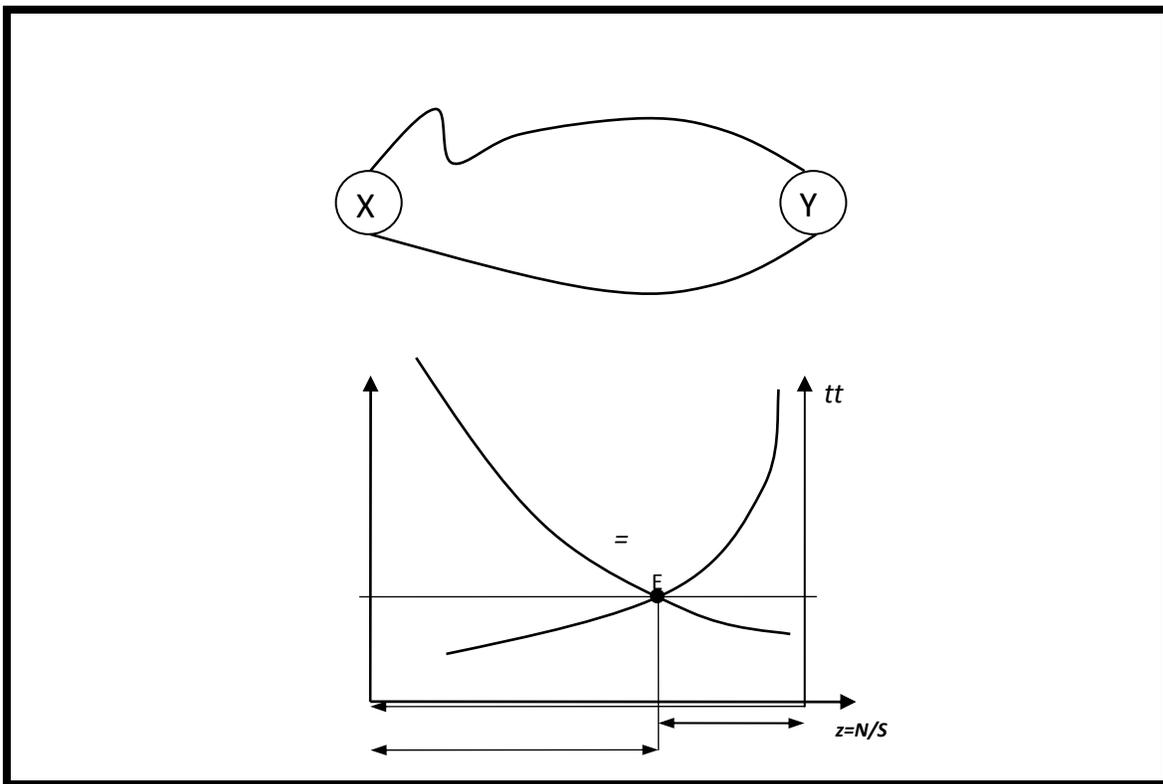


FIGURA 108: Equilibrio de Usuarios Considerando un par Origen-Destino y dos Rutas

La solución al problema definido por las ecuaciones 1.2 y 1.2' se representa gráficamente en la parte inferior de la Figura 108. En esta figura, el eje de las abscisas indica la tasa de ocupación (z), definida por la relación número de usuarios (n) contra capacidad de la ruta (S) en un sentido de lectura doble: de izquierda a derecha indica la ocupación de la ruta A; en sentido inverso, la ocupación de la ruta B; el eje de las ordenadas presenta una doble acotación: del lado derecho indica el tiempo de recorrido sobre la ruta A, mientras que del lado izquierdo, el de la ruta B.

De la Figura 108, puede deducirse que cuando hay pocos usuarios – tasa de ocupación (z) reducida -, el tiempo de recorrido es inferior en la ruta A. Sin embargo a medida que la ocupación aumenta, los tiempos de recorrido se incrementarán de forma más importante en la ruta A que en la ruta B. Conociendo lo anterior, los usuarios buscarán las rutas de transporte público que les permitan llegar a su destino de la forma más rápida posible; se debe considerar el número de usuarios que habitualmente hacen uso de cada ruta. De

manera más general, todos los usuarios buscarán la manera de minimizar sus costos, por lo que en la ecuación 2 – llamada ecuación de costo generalizado – se encuentran todos los parámetros que el usuario toma en cuenta al momento de elegir la ruta que tomara para completar su viaje. Todo lo anterior se logra mediante un proceso repetitivo que culmina en un estado estacionario o de equilibrio. Cuando este es alcanzado, se llega al punto E de la Figura 108, donde ambas funciones de tiempo de recorrido se intersecan; ello indica que el tiempo de recorrido en ambas alternativas es idéntico. Adicionalmente, se cumple la condición de que la suma de número de usuarios en cada función corresponda al total de usuarios que se desplazan entre el par origen-destino x-y.

El estado de equilibrio no solo permite definir una situación de comparación, sino también conocer el número de usuarios y el tiempo de recorrido en cada ruta. Con esta información, se puede cuantificar el efecto que alguna medida (por ejemplo, el aumento de capacidad en la ruta A) induce sobre el funcionamiento del sistema, en términos de variación del tiempo de recorrido y la distribución espacial de los usuarios.

En el caso de las redes urbanas, el problema se torna complejo. En primer lugar, esto se debe a que existen cientos de combinaciones (rutas) que permitan alcanzar un mismo destino. En segundo lugar, en esas combinaciones hay segmentos donde no todos los usuarios comparten el origen-destino; es decir, el número de usuarios en cada tramo varía.

En el programa de asignación utilizado en esta tesis se emplea el criterio de equilibrio del usuario referido anteriormente con la salvedad que se modifica la especificación del costo generalizado ya que para el transporte público es necesario tomar en cuenta otros elementos de tiempo y costo que permiten representar de mejor manera todas las etapas que consumen tiempo en el desplazamiento de una persona. De esta manera, la especificación utilizada para estimar el costo generalizado se describe a continuación (Caliper Corporation, 2002):

$$c_k = \sum_{i \in J} [r_j + VOT * (\gamma_x x_i + \gamma_w w_i)] + \sum_{i \in I} \left[VOT * (\gamma_d d_i + \gamma_v t_i \left(1 + \alpha \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^{\beta} \right)) \right] \quad (2)$$

Donde:

c_k = Costo total para el proyecto k, en términos monetarios

c_i = Capacidad horaria de los vehículos que transitan por el enlace i

- d_i = Tiempo de abordaje en las paradas asociado con el enlace i
- i = Índice del enlace sobre el cual pasa el trayecto k
- I = Conjunto de enlaces usados para realizar el trayecto k
- j = Índice de una línea de transporte público en el trayecto k
- J = Conjunto de líneas de transporte público usadas en el trayecto k
- r_j = Tarifa de la línea j
- t_i = Tiempo a bordo del vehículo en el enlace i
- v_i = Volumen vehicular en el enlace i
- VOT = Valor monetario por unidad de tiempo (Valor del Tiempo)
- w_i = Tiempo de espera para la línea de transporte público j
- x_i = Penalización de tiempo por utilizar la línea de transporte público j
- α, β = Parámetros que representan los efectos de aglomeración
- γ_d = Factor de peso o ponderación para tiempos de abordaje
- γ_v = Factor de peso o ponderación para tiempos sobre el vehículo
- γ_w = Factor de peso o ponderación para tiempos de espera
- γ_x = Factor de peso o ponderación para personalizaciones por transferencia

Si j es la primera línea de tránsito abordada, entonces x_j es igual a cero.

En la ecuación 1, los efectos de incomodidad debidos a aglomeración sobre las unidades o al abordar y descender ya están tomados en cuenta.

La tardanza ocasionada por los ascensos/descensos está incluida en el tiempo de abordaje. A lo largo de un camino, el tiempo de espera es calculado para cada parada y está dado por:

$$d = c_0 + c_1 * v_{on} + c_2 * v_{off} \quad (3)$$

Donde;

d = índice de una línea de transporte público usada en el camino k

c_0 = Constante

c_1 = Pesos para volúmenes de abordaje

c_2 = Pesos para volúmenes de descenso

v_{on} = Volúmenes de abordaje

v_{off} = Volúmenes de descenso