



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACUTAD DE INGENIERÍA

ALTERNATIVA DE TRÁNSITO PARA MEJORAR EL  
FLUJO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE TAXCO DE  
ALARCÓN, GUERRERO.

# T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

## INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

JOSÉ LUIS JUÁREZ GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.C. ENRIQUE SAMUEL DAHLHAUS PARKMAN



---

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	II
<b>I. ANTECEDENTES.</b>	1
<b>II. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.</b>	16
<b>III. DIAGNÓSTICO DE LAS VIALIDADES.</b>	22
III.1 Red vial actual.	23
III.2 Principales vías vehiculares.	25
III.2.1 Encuestas origen-destino.	36
III.2.1.1 Formulación y diseño.	36
III.2.1.2 Resultados	39
III.2.1.3 Principales rutas vehiculares.	45
III.3 Localización y ubicación de principales zonas congestionadas.	45
<b>IV. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES.</b>	50
IV.1 Localización de estaciones de aforo y movimientos direccionales.	50
IV.2 Análisis de resultados de las estaciones de aforo y movimientos direccionales.	52
IV.2.1 Volúmenes de tránsito.	52
IV.2.2 Variación horaria del flujo vehicular.	55
IV.2.3 Variación diaria del flujo vehicular.	56
IV.2.4 Movimientos direccionales en cada zona congestionada.	57
<b>V. POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.</b>	70
V.1 Alternativa A. Construcción de terminales integrales de transporte terrestre.	70
V.2 Alternativa B. Políticas públicas para mejorar el sistema vial de la ciudad.	74
V.3 Alternativa C. Reordenamiento vial del sistema.	75
<b>VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.</b>	80
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	87
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	91

## INTRODUCCIÓN

Con el acelerado crecimiento de los centros urbanos, se incrementa la necesidad de transportar masivamente a mayores distancias y en un menor tiempo tanto personas como mercancías a lugares donde generen mayor utilidad. La ciudad de Taxco de Alarcón no está exenta de esta problemática, que se ve aumentada por la accidentada topografía de la zona y la falta de planeación en el aspecto vial, convirtiéndola en un proyecto desafiante para la ingeniería de tránsito.

El capítulo I, otorga un contexto general de la ciudad proporcionando una visión de las actividades socioeconómicas, usos de suelo y desarrollo de la población. De igual manera nos acerca a los problemas principales: el aspecto topográfico y por su origen colonial, la falta de visión en cuanto al eficiente diseño y distribución de sus calles. Así mismo, se aborda la evolución de la infraestructura vial construida para mejorar la movilidad vehicular.

En el capítulo II, se delimita geográficamente la zona de estudio y se da una breve descripción de la red vial, así como de sus principales características.

El capítulo III, otorga un diagnóstico de la red vial, aportando la jerarquización y clasificación de las calles que la comprenden, dependiendo de la funcionalidad que se tenga en cada una de ellas, además se hace necesario el diseño y aplicación de una encuesta origen-destino para obtener la localización de las principales rutas utilizadas, el número de viajes promedio realizados diariamente entre zonas y las principales vías congestionadas.

En el capítulo IV, una vez conocidos los principales puntos de conflicto en la ciudad, se procede al análisis de las vialidades operacionalmente, mediante el aforo vehicular y direccional de manera manual, pudiendo dar además un nivel de servicio, necesario para poder planear soluciones en donde se dé una situación indeseable y que afecte la movilidad en la ciudad.

En el capítulo V, se proponen alternativas económica y técnicamente viables, para solucionar el problema de tránsito, tomando en cuenta los estudios realizados en los capítulos previos, y de esta forma optimizar el flujo vehicular.

En el capítulo VI, se evalúan y analizan las alternativas propuestas en el capítulo V, para definir la que brinde resultados más eficientes, formulando así una propuesta concreta y detallada que solucione integralmente la problemática planteada.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones para la solución del problema quedando como antecedente para la realización de futuros proyectos.

## **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

La ciudad de Taxco de Alarcón, tiene un conjunto de problemas, que por falta de planeación se han agravado conforme se da el crecimiento de la mancha urbana, uno de los problemas más relevantes y con dificultades especiales es el movimiento de los vehículos por la red vial del municipio, ya que, aparte de adaptarse al entorno social, debemos adaptar la red a la topografía local, que originan calles reducidas, con pendientes muy pronunciadas, invasión de las vías por peatones, alta sinuosidad, elevados costos de transporte, etc.

El desarrollo del presente trabajo surge entonces por la necesidad de dar solución a éste problema mediante la ingeniería de tránsito y sistemas de transporte, teniendo el siguiente objetivo.

### **OBJETIVO:**

Proporcionar a la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero, una mejor movilidad vehicular, optimizando en lo posible el sistema vial y generando así un mejor desarrollo en la ciudad.

Para lo que es necesario desarrollar un estudio de tránsito, que nos permita cumplir el objetivo planteado.

### **RESEÑA HISTÓRICA**

En 1521, el imperio mexica contaba con 38 provincias tributarias, una de ellas era Tlachco, que corresponde al pueblo conocido en el presente como Taxco el Viejo, el cual perdió importancia y se abandonó hacia fines del siglo XVI, cuando la población de españoles se trasladó a Tetelcingo, lugar que ocupa actualmente el barrio de la Veracruz en la ciudad de Taxco de Alarcón.

En el siglo XVIII surgieron dos hechos que provocaron un incremento demográfico e incidieron en el desarrollo urbano. El primero fue la bonanza de las minas de Taxco, y el segundo la construcción de la parroquia de Santa Prisca, labor que atrajo al pueblo gran cantidad de obreros y artesanos especializados. Ambos sucesos incrementaron considerablemente la población, como lo demuestra el padrón levantado en 1772 el cual indica once barrios, seis cuadrillas y veinticinco haciendas o rancherías, para un total de 1383 casas y 4358 personas de comunión.

La construcción de la antigua ciudad se realizó en torno al eje sinuoso que fue la antigua Calle Real (hoy Benito Juárez). Así fue como la actividad minera propició el surgimiento de un tejido urbano que creció progresivamente y en desorden y no a partir de un diseño previo, como ocurría en la mayoría de los asentamientos de origen hispano en América, en donde predominaron los trazados en cuadrícula, en terrenos planos o con pocas pendientes. Sin embargo en Taxco, adaptándose a la difícil topografía del terreno, se cumplió la norma hispana en relación con la distribución de plazas y templos; encontrando en Taxco templos con plaza, atrio y fuente como núcleos de los diferentes barrios, comunicados por caminos que se desprenden hacia los lados del eje serpenteante del antiguo camino Real, surgiendo lotes irregulares, calles zigzagueantes y en pendiente que permitían la colocación de plazas en aquellos espacios donde la calle se hacía más ancha o en el cruce de dos o más calles.

El asentamiento primitivo de Taxco permaneció prácticamente intacto hasta ya avanzado el siglo XX, cuando a partir de la inauguración de la carretera que unía a la ciudad de México con Acapulco en 1928, que atravesaba por esta localidad; se dio inicio al flujo de turistas nacionales y extranjeros deseosos de conocer el lugar, desarrollándose paralelamente, con gran auge, la actividad de la artesanía en plata. Al mismo tiempo comenzó el crecimiento urbano, con cambios profundos en la concepción del espacio y la tecnología, y con el uso de nuevos materiales de construcción.

Parte importante del crecimiento poblacional de Taxco ha sido absorbido por el núcleo central, constituido por los barrios más antiguos de la ciudad a partir de la densificación, la subdivisión de predios, y de algunos crecimientos en altura de las edificaciones existentes. Posteriormente, el crecimiento urbano absorbió asentamientos contiguos suburbanos integrándose poblados a la problemática de la ciudad hasta el día de hoy, formando un área de influencia de aproximadamente 12 kilómetros alrededor de la ciudad.

El 19 de marzo de 1990, Taxco es decretado zona de monumentos históricos, la declaratoria se fundamentó en las notables cualidades arquitectónicas, urbanísticas y de paisaje, así como en su relación con los diversos sucesos y personajes de la historia nacional. Se contempla una superficie de 0.374 kilómetros cuadrados (374 ha.) integrada por 72 manzanas que comprenden 96 monumentos históricos construidos entre los siglos XVII y XIX. Paralelamente el mismo día fue expedida la Ley número 174 de Conservación y Vigilancia de la ciudad de Taxco, Guerrero; derogando la Ley número 80.

## OROGRAFÍA

La configuración del suelo del municipio de Taxco presenta tres tipos de relieve: zonas accidentadas, zonas semiplanas y zonas planas; las primeras representan el 75 por ciento de la superficie con pendientes predominantes de 45 a 75 por ciento, las segundas el 20 por ciento cuyas pendientes fluctúan entre 15 a 45 por ciento, y el 5 por ciento las terceras con pendientes menores a 15 por ciento. Las elevaciones de las zonas accidentadas varían entre 1,500 y 2,300 metros sobre el nivel del mar; en tanto que el de las zonas planas y semiplanas se ubican entre 1,000 a 1,500 metros sobre el nivel del mar.

La orografía tan accidentada que se tiene en la localidad es un punto crítico para el desarrollo urbano, ya que dificulta cualquier tipo de obra que se realice en el Municipio, debiendo construir muros de contención, requeridos en la mayoría de las obras, cortes y rellenos, estructuras para nivelar desplantes, etc. Siendo la construcción y formación de calles una de las obras más difíciles de concretar.

## POBLACIÓN TOTAL

De acuerdo al Censo Poblacional realizado por el INEGI, al año 2010, el municipio de Taxco cuenta con un total de 26,904 viviendas habitadas por 104,053 personas, del total de viviendas se sabe que el 79.90% son propias y el 20.10% no.

Igualmente se tiene la siguiente distribución poblacional conforme a edad y sexo:

DISTRIBUCIÓN POR EDAD		DISTRIBUCIÓN POR SEXO	
DE 0 A 14 AÑOS	30,295 (29.11%)	HOMBRES	50,432 (48.47%)
DE 15 A 64 AÑOS	64,999 (62.47%)	MUJERES	53,621 (51.53%)
DE 65 A MÁS AÑOS	8,758 (8.42%)		

Tabla I.1 Distribución poblacional por edad y sexo.

## Densidad de la población

La población municipal total en el 2010 fue de 104,053 habitantes. Representa el 3.1% del total de la población estatal y una densidad calculada en 159.9 habitantes por kilómetro cuadrado.

## **Crecimiento y desarrollo de la población**

Desde las década de los setentas, el alto crecimiento demográfico se desaceleró y, a partir de los primeros años del nuevo siglo, se tiene una de las tasas de crecimiento municipal más bajas de su historia, debido en parte a la creciente emigración durante el período de 1990-2010 (la tasa de crecimiento media anual fue de solo 0.92%).

La población migrante en el municipio ha producido una disminución a la tasa de crecimiento social, es decir, el número de inmigrantes ha sido menor que los emigrantes del municipio; de tal forma que de cada 100 inmigrantes emigran 250, resultando una tasa de crecimiento social del -0.28% entre los años 2000-2005, finalmente mediante el análisis de los censos poblacionales y tomando en cuenta los factores sociales que afectan el crecimiento de la misma, la tasa de crecimiento anual de la población para el año 2010 es del 1.03% a nivel local, y a nivel estatal es de 1.05% anual.

Por lo que atendiendo al crecimiento anual de la población y mediante el método geométrico al año 2012 tendríamos una población aproximada de **106,208 habitantes**.

El promedio de edad del total de la población es de 35 a 40 años lo que representa una edad adulta.

Un punto a tomar en consideración es la cantidad de visitantes que llegan a la ciudad, siendo uno de los puntos turísticos más relevantes del estado, se tiene un registro al año 2012 de aproximadamente 800,000 visitantes lo cual incrementa considerablemente la población durante las temporadas de vacaciones, puentes laborales, fines de semana, etc. Sabemos que en promedio los visitantes se quedan 1.7 días e ingresan 2,192 visitantes diariamente, lo que añade a la población local un 8% más de lo estimado, por esta razón es difícil calibrar un sistema correctamente ya que se tiene mucha población flotante que ingresa por distintas modalidades, se estima que el 90% de los visitantes son nacionales y arriban en su gran mayoría en automóviles propios lo que nos da un incremento en la flota vehicular local, acrecentando la problemática del flujo vehicular.

## **POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

El total de la PEA es de 34,520 personas de las cuales 16,190 se dedican al sector secundario, que es la actividad más importante para el municipio. En el sector terciario se encuentran ocupadas 14,947 personas; las personas ocupadas

---



en el sector primario solamente trabajan 2,623 personas y de estas, casi la mitad se dedica a la actividad agrícola, básicamente para el consumo propio, sólo para subsistencia, lo que implica una baja productividad y nula rentabilidad, además, no generan productos de consumo suficientes para el municipio, ocasionando la importación de productos de otras localidades, en su mayoría de la misma región. Debemos de tomar en cuenta que los datos proporcionados para este rubro son tomados del INEGI en el censo del año 2000 por falta de información más reciente.

### **Población económicamente activa por sector (porcentual)**

a/S. Primario.- Agricultura y Ganadería. 7.6%

b/S. Secundario.- Minería, Industria Manufacturera, Electricidad, Agua y Construcción. 46.9%

c/S. Terciario.- Comercio, Transportes, Correos y Actividades del Gobierno. 43.9%

No especificado. 1.6%

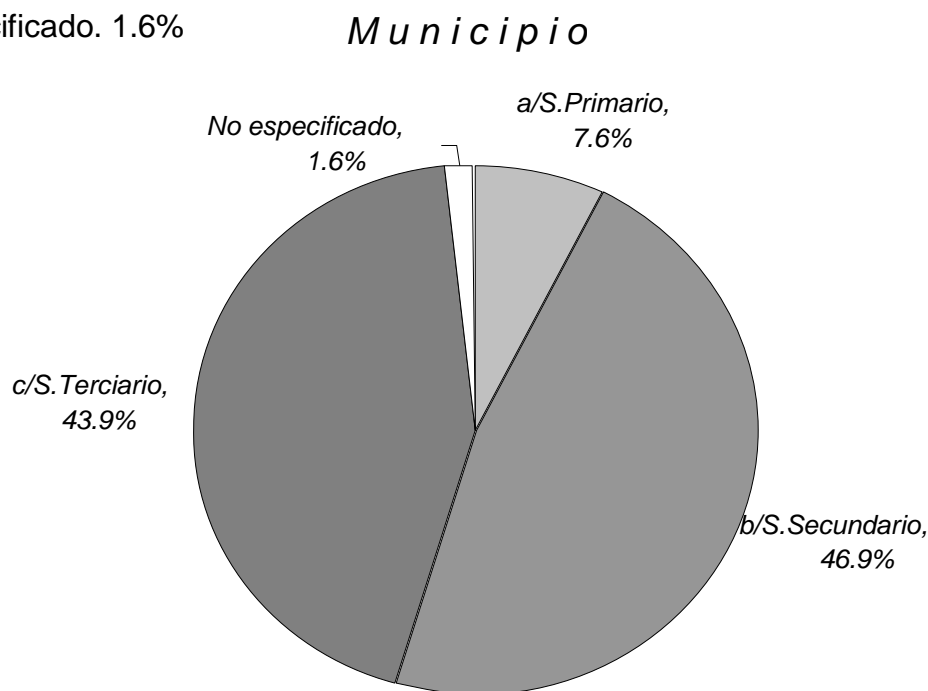


Figura I.1 Estructura por sectores económicos.

## **ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

En lo económico se constata un desarrollo desigual y combinado, que a partir del bajo crecimiento en el campo, pocas oportunidades de empleo, creciente emigración, escasa inversión en infraestructura, débil y diferenciado crecimiento

empresarial, la inestabilidad en los años recientes de los precios internacionales de la plata (materia prima que afecta directamente a la principal actividad económica en la ciudad) y el aumento del comercio informal, propician rezagos e inequidad social.

Aproximadamente 3000 personas con capacidad productiva se encuentran sin empleo formal o subempleadas y más del doble, laboran en el sector informal.

SECTOR	TOTAL	EMPLEADOS Y OBREROS	JORNALEROS Y PEONES	PATRONES	TRABAJADORES POR SU CUENTA	TRABAJADORES FAMILIARES	NO ESPECIFICADO
AGRICULTURA, GANADERIA, APROVECHAMIENTO FORESTAL	2,629	158	462	15	1,182	502	310
MINERIA	618	482	37	7	61	5	26
ELECTRICIDAD Y AGUA	106	101	1	2	1	1	0
CONSTRUCCIÓN	2,559	900	1,120	40	388	30	81
INDUSTRIA MANUFACTURERA (artesanias)	12,895	5,421	217	301	5,728	689	539
COMERCIO	5,845	2,220	43	329	2,500	502	251
TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	1,250	956	25	34	210	1	24
INFORMACIÓN EN MEDIOS MASIVOS	145	123	0	1	14	3	4
SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	77	70	0	1	2	1	3
SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES	60	37	0	6	12	4	1
SERVICIOS PROFESIONALES	359	171	1	18	159	3	7
SERVICIO DE APOYO A LOS NEGOCIOS	140	120	2	2	10	2	4
SERVICIOS EDUCATIVOS	1,426	1,331	2	11	45	2	35
SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	697	606	1	9	60	3	18
SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO Y CULTURALES	227	94	2	8	114	7	2
SERVICIOS DE HOTELES Y RESTAURANTES	1,720	1,046	15	64	463	79	53
OTROS SERVICIOS, EXCEPTO GOBIERNO	2,486	1,759	49	46	479	44	109
ACTIVIDADES DEL GOBIERNO	727	685	4	6	9	0	23
NO ESPECIFICADO	554	257	12	5	54	21	205
<b>TOTAL</b>	<b>34,520</b>	<b>16,537</b>	<b>1,993</b>	<b>905</b>	<b>11,491</b>	<b>1,899</b>	<b>1,695</b>

Tabla I.2 Población económicamente activa por actividades.

Los ingresos que percibe la población por desempeñar alguna actividad económica se conforma de la siguiente manera: el 82% de la población ocupada recibe ingresos que se encuentran en el rango de menos 1 salario hasta 5 salarios mínimos; de esta población el 38% recibe de 2 a 5 salarios mínimos; el 33% entre

1 hasta 2 salarios y el 11% recibe menos de un salario mínimo; en cuanto a la población que recibe de 6 a 10 salarios representa el 6% y 2% la que percibe más de 10 salarios, observándose que la población que no percibe ingresos es menor a la que percibe entre 6 y 10 salarios mínimos pero mayor a la que percibe más de 10 salarios mínimos.

## **USO DEL SUELO ACTUAL Y POTENCIAL**

Los usos del suelo en la ciudad de Taxco se distribuyen de manera heterogénea, es decir, algunas áreas de la ciudad concentran mayores usos relativos a servicios, equipamiento o comercio, en tanto que otras tienen escasez de ellos. Esto lleva a una inestabilidad en la oferta y demanda de dichos servicios entre las distancias y tiempos de recorridos.

Los usos del suelo en la ciudad son el habitacional, comerciales, de equipamiento y mixtos, estos tres últimos se localizan principalmente en las zonas centrales del área urbana, o sobre corredores en las vialidades primarias.

### **Habitacional**

En la superficie urbana de Taxco se identifican, la vivienda precaria localizada principalmente en barrios y/o colonias de reciente creación como son: El Espejo, El Potrero y la colonia la Mulata; la vivienda popular que es la predominante en Taxco; al Suroeste esta la vivienda de interés social que aunque sólo existen dos conjuntos como lo son el de FOVISSSTE y el de INFONAVIT son muy representativos; la habitacional media localizada principalmente en el centro de la ciudad y residencial al Noreste en el Monte Taxco.

### **Comercial**

Este uso se localiza en su mayor parte sobre la Av. de los plateros, seguida por las calles Benito Juárez, Luis Montes de Oca, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc principalmente, de igual manera en la Plaza Borda, en la Plaza de San Juan, en la Plaza del Ex convento y en la Plazuela de Chavarrieta.

**Industrial**

El uso industrial es ocupado en su totalidad por las instalaciones de la mina que se localizan en la loma del solar.

**Equipamiento**

Dentro de este uso de suelo, se encuentran los usos y destinos que prestan servicios públicos y pueden ser de carácter público o privado. El equipamiento se encuentra distribuido en la zona de estudio con concentraciones en la Avenida de los Plateros.

**Áreas verdes**

Este uso de suelo no ocupa una gran superficie en la zona de estudio, entre los más importantes se encuentra la Unidad deportiva los Jales como el de mayor extensión en el área urbana y las canchas localizadas en el barrio Mora y en el barrio del Panteón al lado del rastro y a espaldas del DIF respectivamente; por su parte las áreas verdes dentro de la mancha urbana están representadas principalmente por la plaza Borda, el parque Vicente Guerrero y por el área verde en el barrio de San Miguel y la Veracruz.

Del total de la superficie urbana de la ciudad de Taxco, el 27.44 % es suelo habitacional, el 1.07 % es corredor urbano, el 11.30 % es baldío o suelo subutilizado, el 20.45 % es vialidad, 4.26 % es equipamiento, 0.56 % servicios, 1.29 % industria, y 33.63% es uso de conservación.

<b>USO DEL SUELO</b>	<b>Has</b>	<b>%</b>
<b>VIVIENDA</b>	<b>220.08</b>	<b>27.44</b>
Hacienda	4.66	0.58
Media	2.34	0.29
Interés Social	5.39	0.67
Popular	203.00	25.31
Precaria	4.19	0.52
En construcción	0.14	0.02
En proyecto*	0.36	0.04
<b>Corredor Urbano</b>	<b>8.62</b>	<b>1.07</b>
<b>Baldío/suelo subutilizado</b>	<b>90.62</b>	<b>11.30</b>
<b>VIALIDAD</b>	<b>164.00</b>	<b>20.45</b>
Vialidad	164.00	20.45
<b>EQUIPAMIENTO</b>	<b>34.15</b>	<b>4.26</b>
Equipamiento	31.03	3.87
Comercio y Abasto	0.20	0.02
Recreación Deporte Áreas Verdes, Espacios abiertos	2.92	0.36
<b>SERVICIOS</b>	<b>4.48</b>	<b>0.56</b>
<b>INDUSTRIA</b>	<b>10.31</b>	<b>1.29</b>
Ligera	0.32	0.04
Extractiva	8.98	1.12
Bodegas	1.01	0.13
<b>CONSERVACIÓN</b>	<b>269.74</b>	<b>33.63</b>
Agrícola	95.13	11.86
Ríos y escurrimientos	21.22	2.65
Preservación ecológica	153.39	19.63
<b>TOTAL DE SUPERFICIE</b>	<b>802</b>	<b>100</b>

Tabla I.3 Uso de suelo por hectáreas y porcentaje

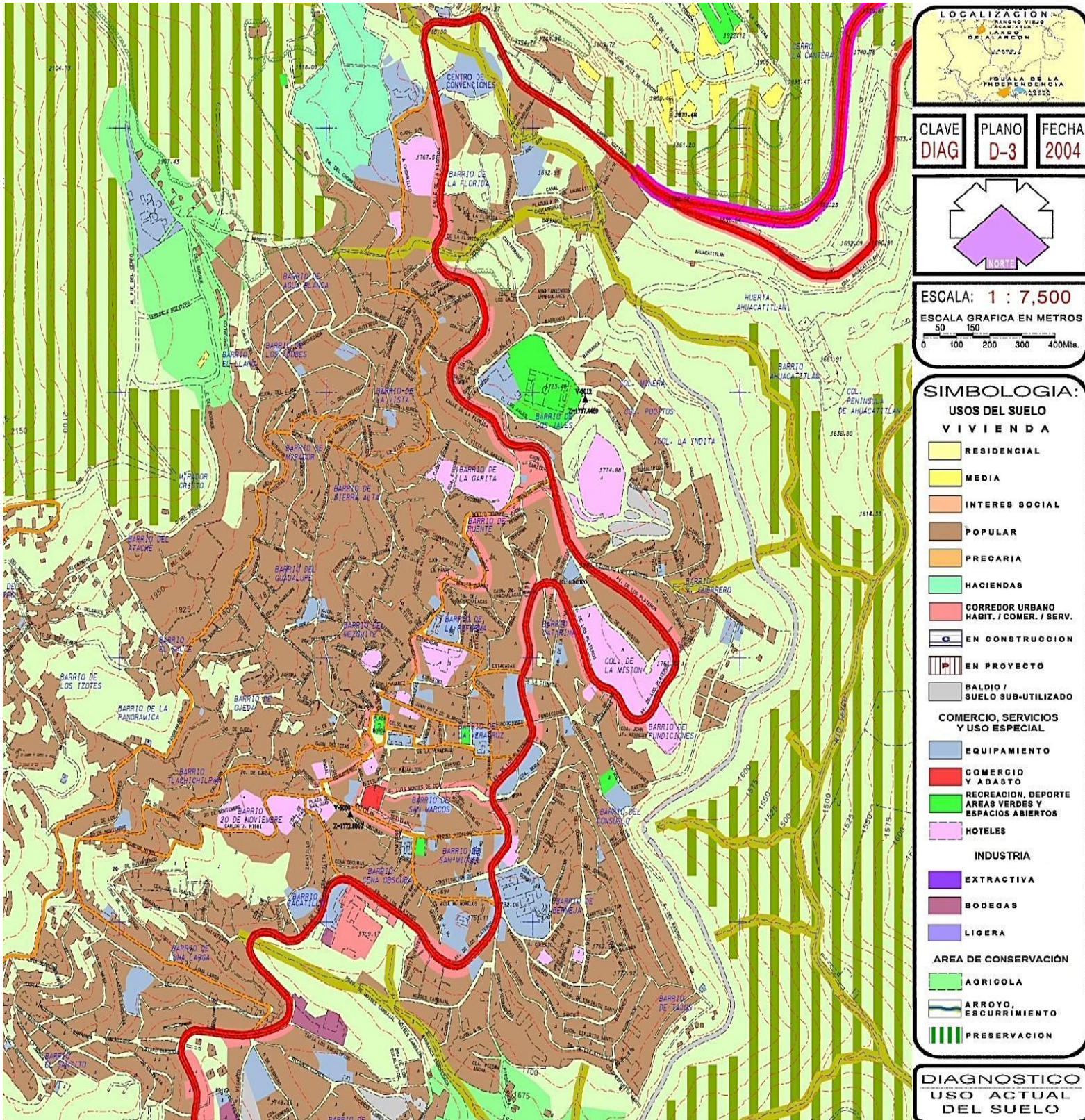


Figura 1.2 Usos de suelo de Taxco de Alarcón

### VIVIENDA

En Taxco los 104,053 habitantes cuantificados en el año 2010, ocupan 26,904 viviendas particulares. De las cuales 25,188 corresponde a casa independiente, 539 a departamento en edificio, 918 a vivienda o cuarto en vecindad, 57 a vivienda o cuarto en azotea, 103 es local no construido para habitación, 14 en vivienda móvil, 2 en refugio y 83 no fueron especificadas.

### FLOTA VEHICULAR

El INEGI tiene un registro de la cantidad de vehículos que circulan en el municipio y la clasificación de ellos, por lo que la flota vehicular al año 2010 en el municipio era de 43,422 vehículos de motor de los cuales se sabe que 29,168 son automóviles particulares, 2,084 con camiones para pasajeros, 10,065 son camiones y camionetas de carga y 2,105 son motocicletas, a continuación utilizaremos el método geométrico para conocer la cantidad de vehículos que se tienen en el año 2012 y utilizaremos el peso ponderado de los vehículos del año 2010 para conocer la cantidad de vehículos de cada clase para el año de proyecto.

Algoritmo del método geométrico

$$r = \left[ \left( \frac{P_x}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$$

Dónde:

r = Tasa de crecimiento

P<sub>x</sub> = Población en el año x (final)

P<sub>0</sub> = Población en el año 0 (inicial)

t = Tiempo transcurrido entre el momento de referencia de la población inicial y la población final.

AÑO DE REGISTRO	POBLACIÓN [VEH]	TASA DE CRECIMIENTO r [%]
1,980	2,659	
1,981	2,871	8
1,982	3,570	24
1,983	3,849	8
1,984	3,967	3
1,985	4,155	5

1,986	4,794	15
1,987	4,934	3
1,988	5,230	6
1,989	5,476	5
1,990	8,754	60
1,991	9,624	10
1,992	9,947	3
1,993	10,320	4
1,994	10,581	3
1,995	10,192	-4
1,996	9,460	-7
1,997	10,230	8
1,998	11,884	16
1,999	14,384	21
2,000	14,931	4
2,001	16,361	10
2,002	18,167	11
2,003	20,601	13
2,004	23,576	14
2,005	28,333	20
2,006	29,383	4
2,007	29,851	2
2,008	31,964	7
2,009	38,078	19
2,010	43,422	14
2,012	<b>56,465</b>	----

**Tabla I.4 Vehículos en circulación al 2012 en Taxco de Alarcón.**

AÑO DE REGISTRO	POBLACIÓN [VEH]	AUTOMÓVILES	CAMIONES PARA PASAJEROS	CAMIONES Y CAMIONETAS PARA CARGA	MOTOCICLETAS
2010	43,422	29,168	2,084	10,065	2,105
Porcentaje	100%	67.17%	4.80%	23.18%	4.85%
2012	<b>56,465</b>	<b>37,928</b>	<b>2,710</b>	<b>13,089</b>	<b>2,738</b>

**Tabla I.5 Tipos de vehículos en circulación al 2012 en Taxco de Alarcón.**

Finalmente obtenemos la flota vehicular en circulación al año 2012, que consta de 56,465 vehículos de motor de los cuales 37,928 (67.17%) son automóviles, 2,710 (4.80%) son camiones para pasajeros, 13,089 (23.18%) son camiones y camionetas para carga y 2,738 (4.85%) son motocicletas.



Por lo que podemos decir que en Taxco se tiene 1 vehículo por cada 1.88 personas, sin embargo, observamos en la PEA y los niveles de ingresos que no todas las personas tienen acceso a un automóvil, ocasionando una concentración en la población de mayores ingresos.

## **VIALIDAD**

La microrregión se encuentra dentro de la red básica nacional y de la red nacional de carreteras, destacando el paso de la Carretera Federal 95 identificada como la carretera que comunica con Iguala y Cuernavaca en el Estado de Morelos; y la Carretera 55 que permite la comunicación con otras localidades del Estado de México entre las que destacan Tonatico, Ixtapan de la Sal y Tenancingo.

La infraestructura local no se adapta adecuadamente a la demanda tan grande que se tiene ya que el uso de suelo comercial en el cual se llevan a cabo las principales actividades socioeconómicas se encuentra en el centro de la ciudad, lo que provoca que la mayoría de los viajes se realicen a ésta zona, generando muchos problemas viales, aumentados por la reducida geometría y la mala distribución de las calles.

Se considera que los problemas viales son ocasionados principalmente por los siguientes aspectos:

- 1.- Alta concentración de actividades comerciales.
- 2.- El ancho reducido de las calles.
- 3.- La invasión de vías (estacionamiento de autos de la población residente que utilizan sus garajes como negocios durante el día).
- 4.- La concentración del equipamiento y comercio en el Centro Histórico.
- 5.- Carencia e inadecuada señalización,

La ciudad cuenta con 10 estacionamientos públicos en operación, dentro de los cuales destacan por sus dimensiones los denominados Plaza Taxco y A. G.

Sin lugar a dudas esto no ha sido suficiente para la afluencia de turistas que llegan a la ciudad principalmente los días sábados de tianguis, lo que ocasiona conflictos en el centro de la ciudad aun cuando se cuenta con estacionamientos privados en los hoteles.

Como ya se ha mencionado la señalización es deficiente, requiriendo señalamientos tales como: reducción de velocidad, paso de peatones,

movimientos no permitidos, sentido de circulación etc. que optimicen el flujo vehicular.

En suma la estructura vial de Taxco, se encuentra en regulares condiciones, ya que carece de elementos importantes para la buena imagen de la ciudad y necesarias en el desarrollo de la misma, lo que limita la atracción turística y el adecuado flujo vehicular. Por lo tanto, la importancia de la reorganización de las vialidades es vital para conformar el esquema de desarrollo de la estructura urbana futura, que sentará las bases para una organización vial adecuada provocando progreso a la ciudad.

## **EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

Conforme al desarrollo de la ciudad, la infraestructura vial se ha ido adaptando a los constantes cambios en relación a la demanda del transporte, esto a través de diferentes obras realizadas para el mejoramiento del flujo vehicular, a continuación enumeraremos las principales obras realizadas y el efecto que generaron al sistema:

- Reubicación de monumento al minero tramo: terminal de autobuses estrella blanca - plazuela de la garita. Dando como resultado una ampliación de la arteria principal de la ciudad en una zona pequeña, sin embargo en su lugar se construyeron un paso peatonal que al día de hoy muy pocas personas utilizan, optando por cruzar por la calzada de la carretera y un tianguis de plata para poder ubicar a comerciantes ambulantes lo cual provoca mayor congestión al sistema debido a invasiones a la vía.
- Construcción de vía alterna, tramo: El Gigante - Casallas. el proyecto fue ambicioso ya que se libra toda la ciudad y se conecta en varios puntos con el sistema principal, dándole un respiro y mayor fluidez de vehículos, brindando además la posibilidad de dar paso a vehículos de grandes dimensiones por esta vía, desafortunadamente el proyecto no fue bien estudiado por lo tanto fue mal ejecutado, al día de hoy la vía se encuentra en malas condiciones, ya que se tienen hundimientos, inundaciones, un poco o nulo mantenimiento, falta de señalizaciones, así como también una falta de planeación, ya que solo tiene conexión con la carretera libre.

Solo se tienen dos obras principales para el mejoramiento del flujo vehicular en la ciudad a lo largo de 15 años, lo cual habla de la gran dificultad en la planeación de proyectos de ésta índole.

A lo largo de los años se ha hecho imposible crear nuevas vías teniendo solo la opción de cambiar los sentidos a las calles, lo cual se ha ido realizando paulatinamente pero solo se ha logrado mitigar momentáneamente los problemas viales.

Por lo que este trabajo pretende dar alternativas para solucionar la problemática que presenta la ciudad en cuanto a su movilidad.

## CAPÍTULO II. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de Taxco de Alarcón, cuenta con una superficie de 650.79 km<sup>2</sup> aproximadamente, equivalentes al 0.54% de la superficie total del Estado de Guerrero, la ciudad se encuentra ubicada en la Región Norte del Estado de Guerrero. Sus coordenadas geográficas son: al norte 18° 33'; al sur 18° 21' de latitud; al este 99° 25'; al oeste 99° 36' de longitud; respecto al meridiano de Greenwich; su altura promedio es de 1,778 metros sobre el nivel del mar, y una elevación en el cerro del Huizteco de 2,300 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte, con los municipios de Tetipac, Pilcaya y el Estado de Morelos; al este con el Estado de Morelos y el municipio de Buena Vista de Cuellar; al sur con los municipios de Buena Vista de Cuellar, Iguala, Teloloapan e Ixcateopan de Cuauhtémoc; al oeste con los municipios de Ixcateopan de Cuauhtémoc, Pedro Ascencio de Alquisiras y Tetipac.

❖ (55) Taxco de Alarcón, Gro.



Figura II. 1 Ubicación del Municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero (55); con respecto al resto de los Municipios del Estado.



Figura II.2 Localización de la ciudad de Taxco de Alarcón en la microrregión.



Figura II. 3 Taxco de Alarcón

La zona de estudio se ubica en el centro de la ciudad de Taxco de Alarcón, la conforman las siguientes calles:

Avenida de los Plateros (Carretera nacional México-Acapulco)  
Benito Juárez  
Garita  
Reforma  
2ª de Reforma  
Estacadas  
Juan Ruiz de Alarcón  
Celso Muñoz  
De la Veracruz  
Guillermo Saratini  
Rafúl Crayem  
Cuauhtémoc  
Carlos J. Nibbi  
Pilita  
Miguel Hidalgo  
2ª de Miguel Hidalgo  
Morelos  
Constitución de 1857  
Francisco Figueroa  
Piedra Ancha  
Luis Montes de Oca  
Callejón de Mora  
Becerra y Tanco  
Fundiciones  
De la Ciénega  
Callejón del hundido  
Autopista Taxco – Cuernavaca  
Carretera Taxco - Ixcateopan  
Libramiento

Las cuales se interconectan entre sí, generando la red central de la ciudad, junto con la zona de mayores conflictos vehiculares. También se cuenta con un sin número de calles peatonales y callejones.

Abarca aproximadamente 4 km<sup>2</sup> y es el destino principal de la mayoría de los viajes que se generan diariamente, dentro de ésta se localizan los principales

corredores comerciales donde se efectúan la mayoría de las actividades socioeconómicas y se tienen las principales instalaciones de equipamiento municipal, como la central de abasto, las 2 terminales de autobuses, las 4 terminales de transporte de pasajeros foráneos, etc. Contiene además los principales lugares turísticos del municipio.

La ciudad cuenta con 3 vialidades de entrada y salida de la misma, los cuales son la carretera nacional México-Acapulco que atraviesa la ciudad, la autopista Taxco-Cuernavaca y la carretera nacional Taxco-Ixcateopan, las que no solo comunican el municipio con otros municipios si no que deben comunicar además con las 88 comunidades que lo conforman.

En cuanto a las vialidades, nos encontramos que se tiene una geometría muy peculiar, ya que desde su origen el trazo de las calles como ya se ha mencionado tuvo que adaptarse a la topografía del lugar dando como resultado características muy especiales en la red vial, como son:

- Pendientes muy pronunciadas y reducidas, afectando la movilidad de los vehículos, además por las características de los materiales empleados para empedrar, provocando que las vialidades sean resbalosas,
- Calles muy irregulares, con mucha sinuosidad como se puede observar en la Figura II.4,
- Anchos muy variables en tramos muy pequeños, de tal forma que nos limita a tener la mayoría de las calles de 1 solo sentido teniendo un movimiento vehicular circular en torno a la ciudad, el ancho promedio que se tiene en las calles fluctúa entre 4 – 7 metros, debemos destacar que éste promedio no representará realmente la situación de las calles, ya que hay variaciones tan desproporcionadas como la de la calle Benito Juárez en la que tenemos anchos que van desde los 3.5 – 12 metros por lo que es imposible abrir la calle a 2 sentidos, de la misma manera podemos mencionar más casos como éste.

Dentro de las calles que forman la red solo tenemos dos vialidades que cuentan con pavimento asfáltico y banquetas que son la Avenida de los Plateros y el Libramiento, todas las demás calles no cuentan con banquetas y son empedradas, utilizando piedras volcánicas vitrificadas de la región con fragmentación en teyolote y una franja central de mármol, lo que provoca una baja fricción entre la vialidad y las llantas de los vehículos, dificultando la maniobrabilidad de los conductores.





### III. DIAGNÓSTICO DE LAS VIALIDADES

El municipio de Taxco de Alarcón, como se menciona anteriormente cuenta con 88 comunidades, y los principales servicios y actividades socioeconómicas se concentran en el centro de la ciudad, provocando que se tengan que generar viajes desde todos los puntos del municipio a la zona central, acarreado con todo esto, problemas en las vialidades, y conforme la ciudad crece estos problemas se agudizan.

Uno de los principales patrimonios con que los centros urbanos cuentan, es su infraestructura, en especial su sistema vial, formado por un conjunto de redes interconectadas y localizadas en los asentamientos poblacionales, por lo que el tamaño y calidad de éste es un indicador del grado de desarrollo.

Para poder entender lo que es una red vial, primeramente debemos definir a los caminos; como una franja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. En el ámbito urbano son conocidos como calles, mientras que en el interurbano son carreteras.

Con lo anterior podemos decir que la red vial es la conectividad que existe entre caminos para así atender las necesidades de movilidad de personas y mercancías, de una manera rápida, segura, eficiente y confortable y las necesidades de accesibilidad a las distintas propiedades o usos del área de influencia.

Para definir la problemática real del estado actual de la red vial, es necesario saber las causas que la originan, para lo cual necesitamos realizar una serie de estudios de vialidad y tránsito a elementos en los que se ha detectado una situación indeseable y por lo tanto es necesario modificar.

A lo largo del presente capítulo y en el siguiente expondremos algunos de los estudios realizados a la red, así como la descripción de los resultados obtenidos de dichos trabajos, obteniendo con ellos el diagnóstico de la problemática actual.

### III.1 RED VIAL ACTUAL.

La zona de estudio cuenta con una trama vehicular muy irregular, se localizan seis corredores principales, dos de los cuales son: Av. De los plateros y Libramiento Taxco que tienen sentido norte-sur y viceversa siendo además las únicas vialidades que atraviesan la ciudad y conectan con las vialidades interurbanas, los corredores restantes son de tipo comercial siendo las calles de Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Morelos, cuentan los dos primeros con sentido norte-sur, el tercero este-oeste y viceversa, el último tiene sentido oeste-este, conectándose todos estos entre sí y mediante vialidades colectoras que tienen en su mayoría sentidos oeste-este y viceversa generando el circuito central, teniendo solo unas cuantas calles de desfogue de vehículos para liberar congestión. En cada intersección entre calles colectoras y corredores principales se generan problemas de movilidad, presentando una variación horaria en la red y un aforo irregular en cada una de las calles.

Se observa también que las principales instalaciones de equipamiento municipal se encuentran dentro de lo que llamaremos circuito central, las cuales son la central de abasto, las dos centrales de autobuses y las cuatro estaciones de transporte foráneo, afectando gravemente el flujo vehicular debido al alto número de actividades que se realizan en ellas, el problema se agudiza debido a la inexistente infraestructura peatonal en toda la red, sólo la Av. De los plateros cuenta con banquetas, provocando que los peatones invadan las vialidades, entorpeciendo el flujo y poniendo un riesgo extra en la red; se tienen calles muy inadecuadas para una correcta movilidad ya que son muy estrechas, además de no contar con señalización horizontal ni vertical alguna, provocando con ello una pérdida de tiempo inmensa para transitar de un lugar a otro; se detecta una buena planeación de los estacionamientos sobre las vialidades, sin embargo la demanda de éstos es mayor a su oferta, provocando una saturación de las vías por automóviles estacionados, finalmente existe muy poca cultura vial tanto de los peatones como de los conductores y una pobre preparación de los agentes de tránsito para enfrentar los problemas relacionados con el flujo de vehículos y peatones, la ciudad no cuenta con un reglamento de tránsito adecuado ya que el vigente es de nivel estatal, el cual no contempla los problemas tan específicos que enfrenta la ciudad, así mismo, no cuenta con una difusión correcta ya que mucha gente no lo conoce.

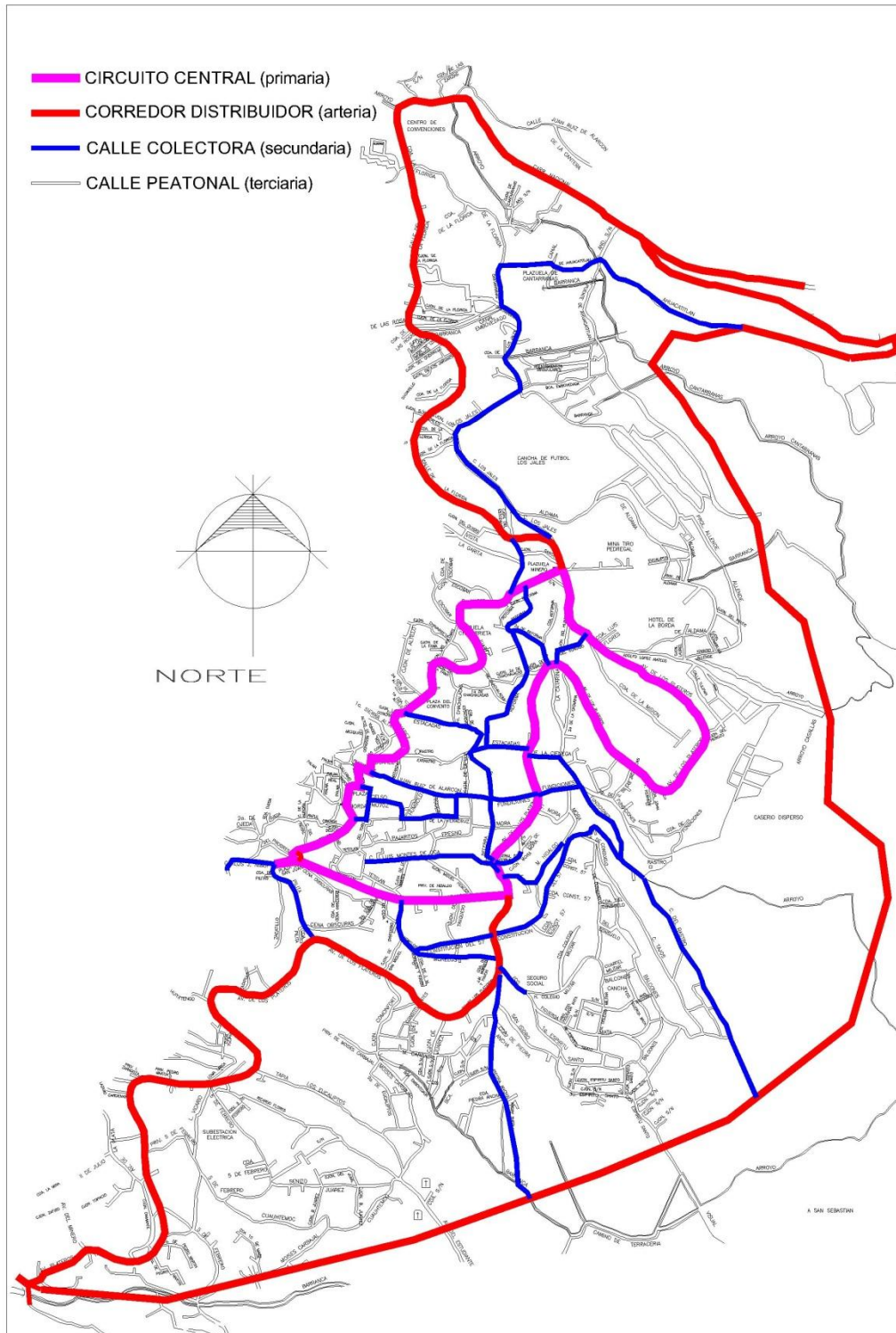


Figura III. 1 Clasificación primaria de la red vial

En la Figura III.1 podemos observar una primera clasificación realizada mediante simple observación de las calles, además nos da una mirada a la forma que tiene la red así como algunas de sus principales características ya mencionadas anteriormente.

Para poder dar un diagnóstico más a fondo de la red, clasificaremos física, operacional y funcionalmente cada una de las calles que la comprenden y con ello detectar y estudiar cada una de las rutas vehiculares que más se utilizan.

### **III.2 PRINCIPALES VÍAS VEHICULARES**

Como se mencionado, las vialidades son todos aquellos terrenos acondicionados para el tránsito y movilidad de personas y mercancías mediante vehículos.

Estas vialidades tienden a ser de distintos tamaños, materiales, con elementos geométricos diferentes, etc. Lo que nos lleva entonces a diferenciarlas y agruparlas dependiendo sus características, dando origen a su clasificación, ya sea de una manera física, funcional y/u operacional llamando a éste proceso jerarquización.

#### **Clasificación y jerarquización de vialidades**

Los caminos de una red vial, pueden tener varias clasificaciones, dependiendo de la movilidad y accesibilidad con que cuente cada una de ellas. Como se trata de un centro urbano, la jerarquización de las carreteras y calles se realizará de la siguiente manera:

**Calles principales o primarias:** son las que permiten el movimiento del tránsito entre áreas y/o partes de la ciudad. Dan servicio directo a los generadores principales de tránsito y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas. Con frecuencia son divididas y pueden tener control parcial de sus accesos. Las calles principales se combinan entre sí para formar un sistema que mueve el tránsito en toda la ciudad, en todas las direcciones.

**Calles colectoras o secundarias:** son las que ligan las calles principales con las calles locales, proporcionando a la vez acceso a las propiedades colindantes.

**Calles locales:** proporcionan acceso directo a las propiedades, sean éstas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; además de facilitar el tránsito local hacia las residencias. Se conectan directamente con las calles colectoras y/o con las calles principales.

Para poder dar una correcta clasificación de las calles, se vuelve necesario realizar estudios a cada una de las calles que comprenden la red, en base a los resultados podemos obtener distintas jerarquizaciones dependiendo de criterios de clasificación que involucran las principales características del sistema vial, siendo éstas:

I) La caracterización física, que considera:

- Sentidos de circulación,
- Intersecciones: en desnivel; a nivel, semaforizadas o no,
- Número de carriles de circulación.

II) La caracterización funcional, basada en el análisis de:

- Tipología de viaje,
- Tipología de tránsito, y
- Tipología de accesibilidad.

III) operacional, que considera:

- Volumen vehicular,
- Velocidad.

Aparte de conocer la clasificación de las vialidades de una ciudad, para poder dar un buen diagnóstico del estado actual, debemos conocer cuáles son los factores más comunes que afectan el tránsito de vehículos por las calles y que tienden a saturar y operar al sistema por arriba de su capacidad; originando obviamente problemas de tránsito, cuya severidad se puede medir en términos de accidentes y congestamiento. Estos factores son:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.
2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas.
3. Falta de planificación en el tránsito.
4. El automóvil no considerado como una necesidad pública.
5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

Una parte fundamental de las aplicaciones de la ingeniería a los problemas de la circulación, es el beneficio en vidas y bienes ahorrados, además de las importantes ganancias económicas. En esto último no solamente cuentan las horas-hombre ahorradas al suprimir el nudo vial o al construir una vía alterna de alivio, sino los ingresos que produce la organización mecanizada y racional del control de vehículos y de conductores.

A pesar de que en los últimos tiempos con los avances tecnológicos se han logrado proyectar y construir sistemas viales más acordes con los vehículos que los utilizan, los problemas de tránsito en muchos lugares aún persisten.

### Jerarquización de la Red de Estudio

En el capítulo anterior se enlistaron las vialidades que conforman la red en estudio, para poder jerarquizar las vialidades de la red se tomaron en cuenta las características de las vialidades y los factores descritos de afectación al flujo vehicular, arrojando un análisis de cada uno de los corredores principales y de la red en general.

No.	CALLE	COLONIA	SENTIDOS DE CIRCULACION	SEMAFOROS	INTERSECCIONES	No: DE CARRILES	CLASIFICACION
1	Avenida de los Plateros	centro	N-S S-N	No	11	2	Primaria
2	Benito Juárez	centro	N-S	No	4	1	Primaria
3	Garita	centro	N-S S-N	No	2	2	Secundaria
4	Reforma	centro	N-S S-N	No	2	2	Secundaria
5	2ª de Reforma	centro	N-S S-N	No	3	2	Secundaria
6	Estacadas	centro	E-O O-E	No	4	2	Secundaria
7	Juan Ruiz de Alarcón	centro	E-O O-E	No	3	2	Secundaria
8	Celso Muñoz	centro	E-O	No	2	1	Secundaria
9	De la Veracruz	centro	E-O	No	2	1	Secundaria
10	Guillermo Saratini	centro	E-O O-E	No	1	2	Secundaria
11	Rafúl Crayem	centro	E-O	No	1	1	Secundaria
12	Cuauhtémoc	centro	N-S	No	3	1	Primaria
13	Carlos J. Nibbi	centro	O-E	No	1	1	Secundaria
14	Pilita	centro	N-S	No	2	2	Secundaria
15	Miguel Hidalgo	centro	E-O O-E	No	3	2	Primaria
16	2ª de Miguel Hidalgo	centro	E-O O-E	No	2	2	Secundaria
17	Morelos	centro	E-O	No	3	1	Primaria
18	Constitución de 1857	centro	E-O O-E	No	4	2	Secundaria
19	Francisco Figueroa	centro	E-O O-E	No	1	2	Secundaria
20	Piedra Ancha	centro	N-S S-N	No	2	2	Secundaria
21	Luis Montes de Oca	centro	E-O O-E	No	1	2	Secundaria
22	Callejón de Mora	centro	E-O O-E	No	1	2	Secundaria
23	Becerra y Tanco	centro	N-S S-N	No	2	2	Secundaria
24	Fundiciones	centro	E-O O-E	No	4	2	Secundaria
25	De la Ciénega	centro	E-O O-E	No	2	2	Secundaria
26	Callejón del hundido	centro	N-S	No	2	1	Secundaria
27	Autopista Taxco – Cuernavaca	Rufo Figueroa	E-O O-E	No	1	2	Primaria
28	Carretera Taxco - Ixcateopan	Pedro Martín	E-O O-E	No	1	2	Primaria
29	Libramiento	Pedro Martín	N-S S-N	No	5	2	Primaria

Tabla III. 1 características físicas de las calles dentro de la red vial

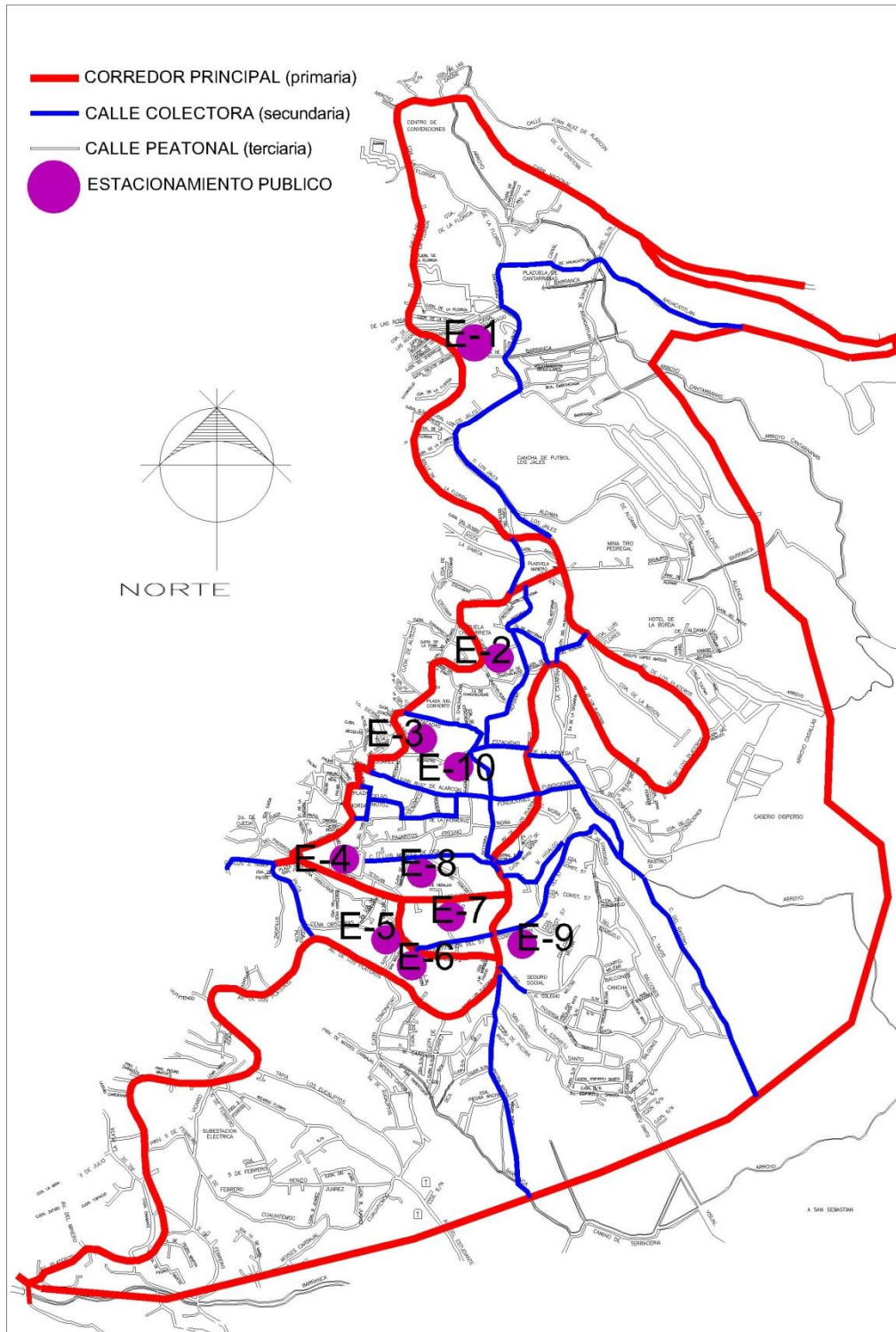


Figura III. 2 Jerarquización de la Red Vial.



La clasificación mostrada en la Figura III.2, nos muestra las calles principales las cuales son 8, de las cuales dos de ellas, Autopista Taxco – Cuernavaca y la Carretera Libre Taxco – Ixcateopan no son de mayor interés en la red, se mencionan ya que son los únicos accesos a nivel interurbano o regional, además de ser las únicas vialidades con pavimento asfáltico aparte de la Av. De los Plateros y el Libramiento.

- Avenida de los Plateros

Este es el principal corredor de la ciudad, es una de las dos vialidades que atraviesa la ciudad de norte a sur y viceversa, en él podemos encontrar una gran cantidad de negocios a lo largo de toda su longitud de 6.2 km, volviéndolo aparte de la arteria principal de la ciudad, uno de los corredores comerciales más importantes, provocando que sea la única vialidad capaz de tener vehículos estacionados en sus costados, también sobre ella se encuentran las dos terminales de autobuses, los principales edificios del sector salud, las oficinas del ayuntamiento municipal, las terminales de transporte público foráneo, la central de abasto de la ciudad, así como por los sábados el tianguis de plata.

Opera con doble sentido de tránsito, con una sección constante de 2 carriles, es una de las dos vialidades que cuentan con concreto asfáltico y banquetas, es la vialidad que contiene el único paso a desnivel para el cruce de peatones, ubicado a la altura de la central de autobuses “Estrella Blanca”, es la vialidad por la que se entra y sale de la ciudad, además de ser el paso obligado por casi todos los viajes generados en la ciudad provocando que se tenga sobre ésta el mayor volumen de tránsito de la ciudad. Forma parte del anillo vial principal de la ciudad.

Cuenta con 11 intersecciones dentro de la red central, de las cuales tres son con otros corredores principales, las restantes conexiones son con vialidades secundarias cuya principal función es la de mover el tránsito de un corredor principal a otro.

Todas las intersecciones son de prioridad, generando problemas en cada cruce existente, la mayoría de las intersecciones son a desnivel, recayendo entonces, toda la responsabilidad y control del flujo vehicular en los agentes de tránsito municipal.

Cabe mencionar que en la ciudad de Taxco no existen semáforos, ya que como es una ciudad colonial la Junta de Conservación y Vigilancia del Municipio no permite colocar además de los semáforos, señalamiento horizontal ni vertical adecuado

sobre las vialidades, debido a que su principal objetivo, es la preservación de la imagen colonial de la ciudad.

- Libramiento

Al igual que la Av. De los Plateros cuenta con pavimento asfáltico, banquetas y es una de las vías que atraviesa la ciudad, cuenta con aproximadamente 5.1 km. de longitud, tiene una sección constante de dos carriles, funciona con doble sentido de circulación, su función principal dentro de la red, es la de mover el flujo vehicular que no necesita viajar por el centro de la ciudad y que sus principales destinos se encuentran en los extremos de ésta, aliviando el flujo en el centro de la ciudad, cuenta con 5 intersecciones de prioridad y a desnivel, dos de las cuales son directamente con la Av. De los Plateros, el resto de la misma manera se conecta con la avenida pero mediante vialidades secundarias.

- Benito Juárez

Este otro corredor principal, es el único acceso al centro de la ciudad cuando se viene de la zona noreste del municipio, por lo que lo vuelve un paso obligado por casi todos los viajes generados en esta zona, no tiene una sección constante, funciona en un solo sentido, salvo en el tramo inicial de 100 metros que es doble sentido, su principal función es la de mover todos los viajes al centro de la ciudad donde son distribuidos a los demás corredores principales y recolectados nuevamente a la Av. De los Plateros para poder ser servidos posteriormente a su retorno.

El corredor cuenta con una longitud de 1 km. Es la vía que tiene el mayor número de variaciones en torno a su sección y la de mayor sinuosidad, el corredor presenta 4 intersecciones de prioridad y a desnivel, presenta problemas al final del corredor, en la plaza cívica, ya que en ese punto convergen la mayoría de viajes generados en las zonas habitacionales populares, siendo la plaza el punto de descarga de la mayoría de ellos.

Además este es el único corredor que cuenta con calles secundarias que conectan con la arteria principal, por lo que el intercambio de flujo vehicular se realiza principalmente entre estos dos corredores. Siendo uno de los corredores que forman el circuito central y de mayor interés comercial.

- Cuauhtémoc

El corredor Cuauhtémoc, es de igual forma un paso obligado en el circuito central de la ciudad, en él se localizan los principales establecimientos de platería, funciona en un solo sentido, con sección relativamente constante, cuenta con dos intersecciones que son al inicio con el corredor Benito Juárez y al final con el

corredor Miguel Hidalgo, mide aproximadamente 200 metros, es un corredor muy pequeño pero muy importante ya que es la conexión de las grandes zonas de la ciudad (noreste y noroeste) además se encarga de mover el flujo vehicular de la zona centro de la ciudad hacia el desfogue de la calle Carlos J. Nibbi, y conecta además el circuito central moviendo el flujo vehicular del corredor Benito Juárez al corredor Miguel Hidalgo. Presenta problemas de movilidad debido a su longitud tan corta y a la problemática de tener que servir un gran número de viajes por ella conectando los dos corredores mencionados.

- Miguel Hidalgo

Esta es la vialidad de mayores problemas de movilidad de todo tipo, ya que es muy estrecha y funciona en doble sentido de circulación, tiene una zona comercial muy importante donde se localizan negocios indispensables para el ejercicio diario de las actividades socioeconómicas, además, sobre ella están los principales accesos peatonales al mercado municipal, la vialidad cuenta con 520 metros de longitud aproximadamente, es de sección constante, cuenta con tres intersecciones de prioridad, las tres son con corredores principales, presenta problemas en cada una de las intersecciones, por la cantidad de viajes que necesita ingresar y desfogar y por el elevado número de movimientos direcciones que se realizan en cada una de éstas.

La función principal que tiene es la de ingresar viajes provenientes de la zona suroeste al circuito central, acercando en lo posible al destino de las personas, de igual manera permite introducir vehículos a la Av. De los Plateros para iniciar nuevamente el recorrido del circuito central.

Este corredor es muy importante, debido a que solo éste y la calle Morelos cuentan con doble sentido y conectan el corredor Cuauhtémoc y Av. De los Plateros, formando también uno de los únicos circuitos reversibles de la red, lamentablemente tiene un ancho promedio de 4.5 metros lo que provoca un tránsito vehicular muy difícil, además de riesgoso debido a que no cuenta con banquetas, y es uno de los corredores de mayor ubicación de negocios en la ciudad, por lo que los conductores y peatones cuentan con muy poco espacio para maniobrar.

- Morelos

Este corredor es una pieza fundamental del circuito central de la ciudad, es el único punto de acceso que se tiene al centro de la ciudad cuando provienes de las zonas sureste y suroeste, pasando obligadamente por la calle de Constitución de 1857, mediante éste corredor se ingresa flujo al corredor Hidalgo y de la misma

manera es el único corredor que por sí mismo puede desfogar flujo vehicular del circuito central.

Tiene una longitud de 310 metros, cuenta con una sección irregular, solamente la mitad del corredor funciona en doble sentido, conecta los corredores Hidalgo y Av. De los Plateros, tiene tres intersecciones de prioridad a desnivel, las intersecciones con los dos corredores anteriores presentan problemas debido al alto número de viajes que necesitan ser servido por esta vialidad.

Todas las calles restantes se consideran vialidades secundarias o colectoras ya que su principal función como bien se puede observar en la Figura III.2, es la de mover flujo vehicular de un corredor principal a otro dentro del circuito central, además contamos con seis calles de ingreso y egreso de vehículos a la red, como se puede ver en la Tabla III.1, cuentan con una sola intersección, estas son: Guillermo Saratini, Rafúel Crayem, Carlos J. Nibbi, Francisco Figueroa, Luis Montes de Oca y Callejón de Mora.

Las vialidades más importantes por sus características físicas y su función dentro de red vial, y por lo tanto las que alojan el mayor volumen de tránsito en la ciudad son las siguientes:

No.	CALLE	CLASIFICACION
1	Avenida de los Plateros	Primaria
2	Benito Juárez	Primaria
3	Reforma	Secundaria
4	2ª de Reforma	Secundaria
5	Estacadas	Secundaria
6	De la Veracruz	Secundaria
7	Cuauhtémoc	Primaria
8	Miguel Hidalgo	Primaria
9	Morelos	Primaria
10	Constitución de 1857	Secundaria
11	Luis Montes de Oca	Secundaria
12	Becerra y Tanco	Secundaria
13	Fundiciones	Secundaria
14	Libramiento	Primaria

**Tabla III. 2 Principales vialidades en estudio.**

Por lo expresado anteriormente las principales vialidades son las plasmadas en la tabla anterior ya que la mayoría de los viajes pasan por el circuito central formado por los corredores principales y por las principales vialidades secundarias.

Parte del diagnóstico realizado a la red vial y que incorpora una información relevante de la presente problemática es el estudio de estacionamientos, con el cual se pretende profundizar en uno de tantos factores que afectan la movilidad vehicular.

### **Estacionamientos**

Todo sistema de transporte cuenta con tres principales elementos físicos: el vehículo, la vía y la terminal, por lo que en este apartado nos enfocaremos al tercero de ellos, ya que todo plan vial tiene que considerar la planeación y construcción o habilitación de espacios para estacionarse, ya que la mayor parte del tiempo, aproximadamente 85% del día, el vehículo se encuentra estacionado, por lo que una deficiencia en este sentido nos daría problemas de demoras, congestión y elevaría los costos asociados a cada viaje.

Por lo regular, a la par que se da el crecimiento de las ciudades como lo hace la ciudad de Taxco de Alarcón, se incrementa la necesidad de utilizar vehículos privados para realizar los viajes necesarios, lo que conlleva a rebasar la capacidad vial de las calles, haciendo la circulación más difícil, por lo que la demanda de estacionamientos se convierte en parte esencial de la planeación vial.

A continuación detallaremos la información recopilada sobre los espacios de estacionamiento disponibles en la red de estudio:

### **Estacionamientos públicos**

Dentro de la zona en estudio se localizan diez estacionamientos públicos, de los cuales seis de ellos se ubican en el centro histórico, dos se localizan sobre el corredor Miguel Hidalgo (E-4 y E-7); dos sobre el corredor Morelos (E-5 y E-6); dos estacionamientos sobre calles secundarias Constitución de 1857 (E-9) y Luis Montes de Oca (E-8) respectivamente, otros dos son distribuidos en el corredor Benito Juárez (E-2 y E-3) los que salen del centro histórico, el de mayor capacidad está ubicado en el cruce de dos calles secundarias: Estacadas y Becerra y Tanco (E-10), el último de ellos es el de la cadena comercial Chedraui, ubicado muy al

norte de la zona sobre la Av. De los Plateros (E-1), esto se puede observar en la Figura III.2.

La mayoría de los espacios destinados a estacionamientos públicos están debidamente diseñados, a excepción de los estacionamientos E-5 y E-6 que son terrazas en las que caben 24 y 18 automóviles, son todos estacionamientos en paralelo con línea abierta sencilla a un ángulo de 90°, solo tenemos dos edificios de estacionamiento (E-4 y E-10), el primero es de dos pisos mientras que el segundo es de cuatro pisos.

En la Tabla III.3 daremos las principales características de cada uno de los estacionamientos públicos dentro de la zona de estudio, como son los horarios de servicio, capacidad, tarifas, tipo de estacionamiento y número de carros pensionados.

ESTACIONAMIENTO	TIPO DE ESTACIONAMIENTO	HORARIO DE SERVICIO	TARIFA POR HORA	CAPACIDAD (CAJONES)	PENSIONADOS (CAJONES)	UBICACIÓN
E-1	Paralelo 90°	24 hrs.	sin costo	68	0	Av. De los Plateros
E-2	Paralelo 90°	8:00 - 20:00	15	16	2	Benito Juárez
E-3	Paralelo 90°	9:00 - 20:00	15	22	6	Benito Juárez
E-4	Paralelo 90°	8:00 - 19:00	18	64	22	Miguel Hidalgo
E-5	Paralelo 90°	8:00 - 20:00	10	24	8	Morelos
E-6	Paralelo 90°	8:00 - 20:00	14	18	7	Morelos
E-7	Paralelo 90°	8:00 - 21:00	20	42	15	Miguel Hidalgo
E-8	Paralelo 90°	7:00 - 21:00	16	36	0	Luis Montes de Oca
E-9	Paralelo 90°	8:00 - 20:00	16	21	5	Constitución de 1857
E-10	Paralelo 90°	24 hrs.	18	184	79	Estacadas esq. Becerra y Tanco

**Tabla III. 3 Estacionamientos Públicos**

Observamos en la Tabla III.3 que se tiene un total de 495 espacios de estacionamiento en la zona de estudio, de los cuales 144 son pensionados que representan el 30% de la oferta máxima, esto no quiere decir que solo se opera con el 70% de la capacidad pero sí que en el tiempo que todos los pensionados están estacionados esa sería la máxima oferta disponible.

Se cuenta con una adecuada distribución espacial de los estacionamientos como observamos en la Figura III.2, lo que da como resultado cortas distancias para llegar el lugar de destino.

### Estacionamientos sobre las vialidades

Debido a la demanda de espacios de estacionamiento, se hace necesaria la apertura de estacionamientos sobre las vialidades, esto provoca un descontrol en el flujo vehicular ya que se tiene que maniobrar para poder estacionarse, disminuyendo la capacidad de la vía, la zona de estudio como ya se ha mencionado antes cuenta con calles muy angostas y con un alto nivel de demanda, lo que agrega un riesgo de accidentalidad sobre las vialidades que cuenten con este tipo de estacionamiento.

Todos los espacios de estacionamiento sobre la vialidad que existen en la ciudad son no controlados, lo que nos lleva a una capacidad relativa sobre cada espacio destinado a esto, ya que dependen de la forma en que se pueda estacionar cada vehículo, el espacio que deje para que otro usuario pueda usar el servicio y el tiempo que demore cada usuario en mover el vehículo.

La ciudad cuenta en la mayoría de las vialidades espacios destinados para estacionarse sobre ellas, sin embargo la capacidad de cada espacio es estimada, en la Tabla III.4 recopilamos los espacios de estacionamiento que tiene cada vialidad.

No.	CALLE	COLONIA	ESTACIONAMIENTO SOBRE LA VIA	CAPACIDAD (ESPACIOS)
1	Avenida de los Plateros	Centro	Si	toda la vialidad
2	Benito Juárez	Centro	Si	9
3	Garita	Centro	Si	13
4	Estacadas	Centro	Si	6
5	Miguel Hidalgo	Centro	Si	9
6	Morelos	Centro	Si	5
7	Fundiciones	Centro	Si	17
8	Cuauhtémoc	Centro	Si	23

Tabla III. 4 Estacionamientos sobre las Vialidades

Finalmente sabemos cuál es la capacidad de estacionamientos en la zona de estudio que es de aproximadamente 577 espacios disponibles, sabemos además que todos los hoteles de la ciudad cuentan con su propio estacionamiento lo que nos da pauta para poder decir que el turismo no afectará en demasía los estudios a realizarse.

Continuando con el diagnóstico de la red vial, para conocer el estado actual de la demanda en las vialidades y de las características de los viajes efectuados es necesaria la elaboración de una encuesta origen-destino, que nos permita tener un

mejor análisis de éstos y que nos permita una mejor toma de decisiones a la solución de la problemática planteada.

### **III.2.1 ENCUESTA ORIGEN-DESTINO.**

El objetivo principal de la encuesta origen-destino en viviendas es el de obtener información de las características de los viajes y de la demanda en las distintas zonas de la red, para poder detallar el proceso de planeación de vialidades y transportes.

Además nos permite estimar la cantidad de viajes de la población de 5 años y más que se generan en días típicos laborables (lunes a viernes, excluyendo periodos vacacionales), así como los motivos por los que se realizan, los modos de transporte empleados y los transbordos que requieren para llegar al destino final de cada viaje.

Mediante ésta podemos estimar el tiempo y el costo de transportación de los viajes entre zonas, detectar las horas de mayor afluencia de estos, así como también las características sociodemográficas de los miembros del hogar con los viajes que realizan.

Para poder realizar la encuesta es necesario realizar el diseño de la muestra, a quien será aplicada y el diseño del cuestionario.

#### **III.2.1.1 FORMULACIÓN Y DISEÑO.**

##### **Diseño de la muestra**

La población estará constituida por las viviendas ubicadas dentro del territorio urbano de la zona en estudio, por lo que la encuesta contemplará una cobertura total de la ciudad.

Para el caso del diseño muestral de una encuesta origen-destino utilizaremos un muestreo probabilístico, mediante una distribución de probabilidad, ya que tenemos una variable aleatoria que para el caso definimos como el promedio de viajes realizados por hogar durante un día ( $v$ ).

En la ciudad de Taxco no se han realizado estudios de éste tipo, por lo que no contamos con un antecedente en el que nos podamos apoyar, por lo cual no existe información que nos permita obtener una desviación estándar poblacional



( $\sigma$ ) de nuestra variable, por lo que tendremos que determinar el tamaño de muestra ( $n$ ), de la siguiente manera:

Sea:

$N$ : número de hogares.

$V$ : total de viajes diarios generados.

$v$ : promedio de viajes diarios realizados por hogar.

Sea  $V' = N \cdot v$  (Siendo  $V'$  la estimación de  $V$ )

Se quiere calcular el tamaño de muestra  $n$  tal que el error relativo en la estimación de  $V$  sea menor a un determinado porcentaje  $e$  (por ejemplo 10%), con una probabilidad de  $(1 - \alpha)$ , llamada nivel de confianza (por ejemplo 95%), es decir que:

$$\text{prob}\left(\frac{V'-V}{V} < e\right) = 1 - \alpha$$

Siendo:

$e$  = error porcentual adoptado.

$1 - \alpha$  = nivel de confianza.

Como anteriormente expresamos no contamos con una distribución estándar en que basarnos. En este caso se debe contar con una estimación previa de la desviación estándar muestral ( $s$ ), la que puede obtenerse por conocimiento de estudios anteriores o por medio de una encuesta piloto.

Para obtener el tamaño de la muestra, necesitamos conocer el coeficiente de variación (C.V.), para lo cual se realizó una encuesta piloto a 15 hogares dentro de la zona en estudio y obtener la desviación estándar muestral ( $s$ ) y el número real de viajes realizados por todos los hogares.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de la encuesta piloto realizada:

N	V (total de viajes generados)	integrantes	$(V - v)^2$
1	12	3	5.444444444
2	9	3	0.444444444
3	9	3	0.444444444
4	9	2	0.444444444
5	12	4	5.444444444
6	10	4	0.111111111
7	7	2	7.111111111
8	10	4	0.111111111
9	11	4	1.777777778
10	9	3	0.444444444
11	10	3	0.111111111
12	8	2	2.777777778
13	13	5	11.11111111
14	7	3	7.111111111
15	9	3	0.444444444
$\Sigma$	145	$\Sigma$	43.33333333

$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	media
$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$	
$CV = \frac{S_x}{\bar{x}}$	

	<b>Varianza</b>
	<b>desviación estándar</b>
	<b>coeficiente de variación</b>

n	V	v (media)	s <sup>2</sup> (varianza)	s (desviación estándar)
15	145	9.666666667	3.095238095	1.759328876
		<b>C.V.</b>	<b>0.181999539</b>	

Tabla III. 5 Coeficiente de Variación encuesta piloto.

Finalmente podremos obtener el tamaño de la muestra que debemos utilizar para la aplicación de la encuesta; para la planificación de sistemas de transporte se utiliza generalmente un nivel de confianza del 90 o 95%, para este caso utilizaremos un nivel del 95%, con un error relativo de 5%, con lo que nos damos un margen de precisión, obteniendo el siguiente tamaño:

$$n = \left( \frac{t_{\alpha/2} * CV}{e} \right)^2$$

Con:

$t_{\alpha/2} = 1.645$  de la tabla t de Student con un grado de libertad  $\infty$  y con  $\alpha = 0.05$

**CV = 0.182**

**e = 0.05**

**n= 35.86 ≈ 36 encuestas.**

Este resultado se obtiene por una variación muy pequeña en la encuesta piloto realizada en varios barrios de la ciudad, tratando de hacerla lo más representativa posible, el coeficiente de variación obtenido es muy pequeño ocasionando el resultado anterior, si bien teóricamente es un resultado correcto, realizaremos **72** encuestas por ser el primer trabajo de ésta índole que se realiza en la ciudad.

### **Diseño del cuestionario**

El diseño del cuestionario, es de suma importancia ya que, el éxito del estudio depende de la calidad de información que se obtenga, y ésta a su vez de como se realicen las preguntas y como se registren las respuestas.

Tiene por objeto captar las variables necesarias para poder calibrar y desarrollar los modelos de simulación de transporte de las ciudades, las principales variables y de mayor interés para éste estudio son:

- Datos de la Vivienda
- Datos Sobre los Residentes de la Vivienda
- Datos Sobre los Viajes Realizados

#### Definición de Viaje

Es importante clarificar lo que se entiende por un viaje. Para propósitos de la encuesta un viaje significa un movimiento desde un punto de origen hasta un punto de destino con un propósito específico. Movimientos con propósitos distintos se consideran como viajes distintos. No obstante una persona que utilice diferentes modos de transporte entre un origen y un destino, si el propósito del viaje es uno solo, entonces se considera como sólo un viaje.

El cuestionario se aplicó en diversos barrios de la ciudad, tratando de que la muestra sea representativa en todo momento, con lo anterior confiamos que los resultados de la encuesta son confiables y a continuación los describiremos.

### **III.2.1.2 RESULTADOS**

Para determinar los patrones de movilidad en la ciudad de Taxco de Alarcón, se diseñó y aplicó una encuesta origen-destino de viajes en viviendas.

El tamaño de la muestra de diseño fue de 72 viviendas, mismo que proporciona suficientes viajes por hogar con una exactitud  $\pm 5\%$ , a un nivel de confianza del 95%.

La encuesta consideró a todos los residentes del hogar y en ella se recabaron los datos de todos los viajes origen-destino que se generan durante un día normal.

Dentro de los datos de la encuesta se tiene el número de residentes, cuántos de ellos trabajan, sus edades, su actividad, el número de automóviles que poseen y el tipo de vivienda.

Los datos de los viajes contienen el número de residente, el número de viaje, el lugar donde se origina el viaje, la hora de inicio de viaje, la modalidad del transporte, el lugar donde termina el viaje, la hora de término, el tiempo de recorrido y el propósito del viaje.

Algunos resultados:

- En los hogares entrevistados residen 298 personas.
- De esas personas 124 trabajan (41%).
- El 78.5% viajan (234).
- En los 72 hogares se generaron 683 viajes origen-destino durante todo el día, sin incluir los viajes en distancias menores de 500 metros.
- Las 72 familias entrevistadas poseen 141 automóviles, con un promedio de 1.958 automóviles por familia; de las cuales el 40.27% no poseen automóviles y el 59.73% poseen uno o más automóviles.

Haciendo un análisis se pudo apreciar que la mayor proporción de vehículos se localiza en zonas de viviendas de tipo residencial, como Monte Taxco, y en zonas habitacionales de gran tamaño como el barrio de la Panorámica, el INFONAVIT y FOVISSSTE. Por otra parte, se tiene la menor proporción de vehículos en áreas con viviendas de tipo precaria y popular consolidada como el barrio de Cantarranas, De Guadalupe, y Casallas.

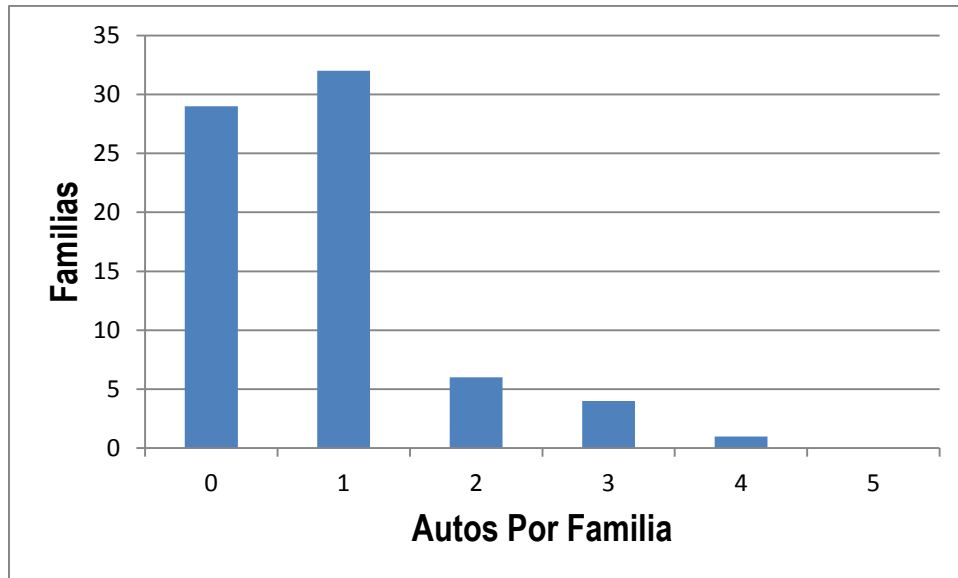


Figura III.3 Automóviles disponibles por familia.

### Modo de Transporte

Se realizó la clasificación en vehículo particular (automóvil o camioneta), transporte público (combi o taxi), motocicleta, a pie y otros. Partiendo de los 683 viajes generados, se obtuvo lo siguiente:

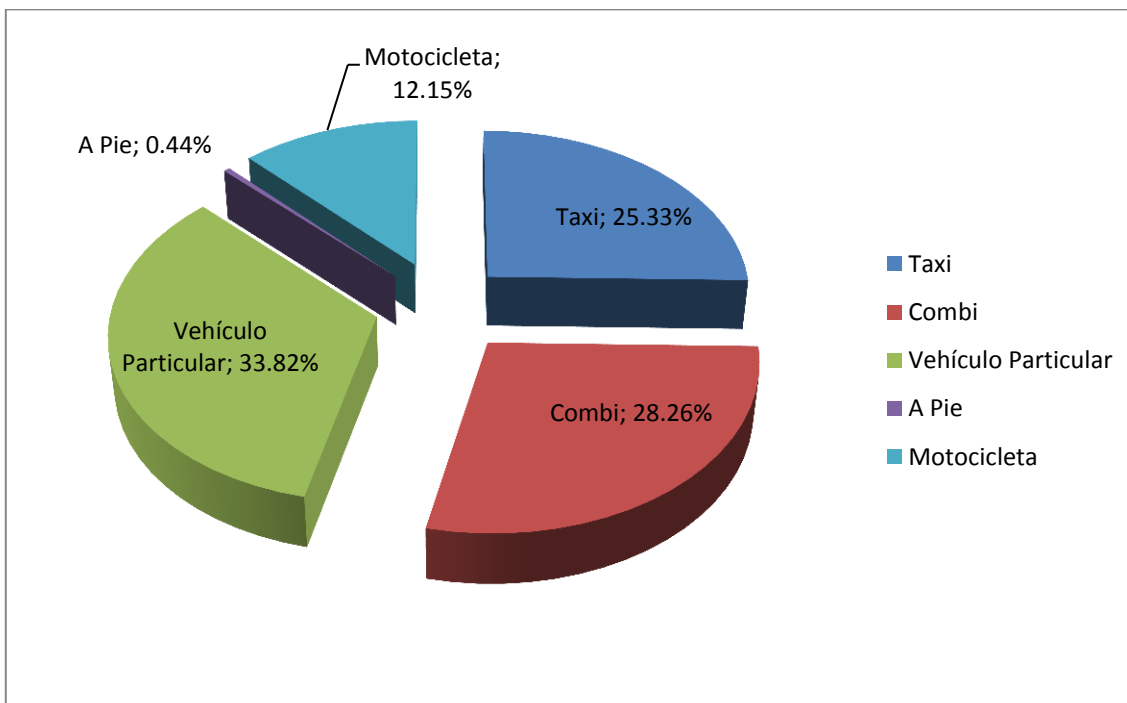


Figura III.4 Modos de transporte utilizados en la realización de viajes.

### Propósito del Viaje

Éste se clasificó en los generados desde el hogar y que tienen como destino el trabajo, la escuela y otros lugares, y en los viajes de regreso al hogar ya sea del trabajo, de la escuela y de otros orígenes. Asimismo, se consideraron los viajes intermedios entre otros orígenes y otros destinos.

La mayor cantidad de viajes se hacen del hogar al trabajo y del trabajo al hogar, tal y como se refleja en la Tabla III.6.

PROPÓSITO DEL VIAJE	VIAJES	%
Hogar-Trabajo	142	20.79%
Hogar-Escuela	108	15.81%
Hogar-Otro	68	9.96%
Trabajo-Hogar	127	18.59%
Escuela-Hogar	96	14.06%
Otro-Hogar	79	11.57%
Otro-Otro	63	9.22%
<b>TOTAL</b>	<b>683</b>	<b>100%</b>

Tabla III. 6 Principales propósitos de viaje.

### Análisis de los Viajes

Con los datos obtenidos de la encuesta origen-destino se realizaron análisis de generación de viajes, teniendo que la hora pico matutina es de 7:00 a 8:00 con 56 viajes, los cuales representan el 8.20% del total de viajes efectuados. La hora pico vespertina se presenta de 19:00 a 20:00 hrs., en la que se realizan el 9.22% de los viajes. La distribución de la generación de viajes por hora y modo de transporte muestra un comportamiento similar en todos los modos de transporte.

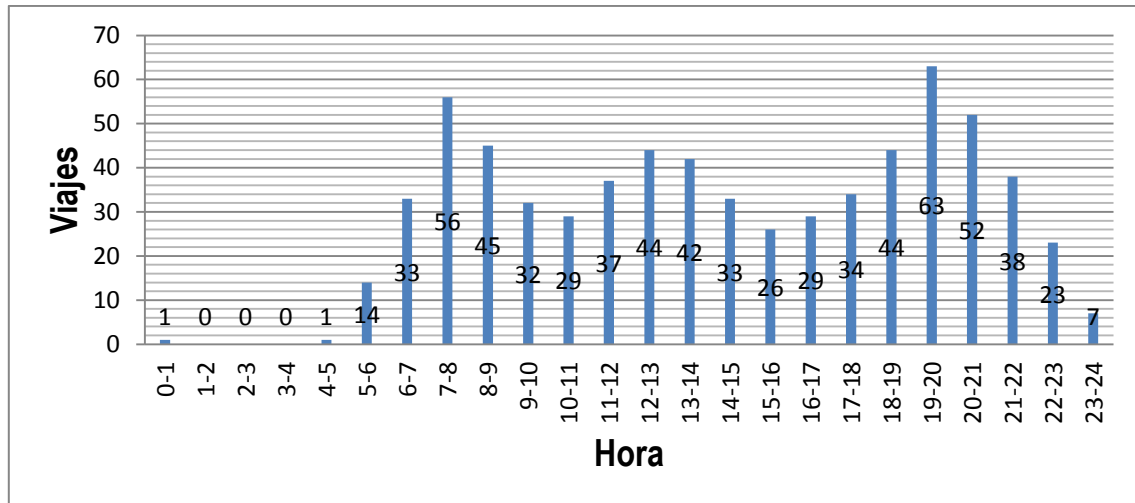


Figura III.5 Distribución de viajes por hora durante el día.

### Matriz de Demanda de Viajes

Tomando como insumo dicha encuesta, se construyeron matrices de demanda de viajes. Para ello se utilizó la información de población y vivienda mencionada en el Capítulo I.

De esta manera se tiene una población para la ciudad de Taxco de 106,208 habitantes y se cuenta con 26,904 viviendas, por lo que el número de habitantes promedio por vivienda es de 3.95.

En la Figura III.6 se presenta en forma de líneas de deseo la matriz origen-destino de viajes al año 2012. En ésta se incluyen los viajes que se generan fuera de la Ciudad, o sea los viajes externos.

Finalmente y en resumen, se puede concluir que en la ciudad de Taxco de Alarcón, se generan 243,423 viajes diariamente con respecto a la encuesta origen-destino:

Viviendas de la muestra	72	Viviendas
Población de la muestra	298	Personas
Viajes generados por la muestra	683	Viajes
Personas viajantes de la muestra	234	Personas
Promedio de viajes por persona	2.91880342	viajes/persona
Porcentaje de personas viajantes	78.52%	
Población total	106208	Personas
Población total que viaja	83398	Personas
Viajes generados diariamente	<b>243423</b>	Viajes

Tabla III. 7 Estimación de viajes realizados diariamente en la red principal según encuesta O-D





### III.2.1.3 PRINCIPALES RUTAS VEHICULARES.

No podemos decir realmente cuales son las principales rutas utilizadas ya que casi todos los viajes pasan por el circuito central formado por los corredores principales y por las principales vialidades secundarias mencionadas en la Tabla III.2.

Por lo que determinamos que todas las vialidades del centro de la ciudad son las principales rutas que se utilizan diariamente para la realización de las actividades socioeconómicas en la ciudad.

### III.3 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE PRINCIPALES ZONAS CONGESTIONADAS.

Finalmente, sabemos cuáles son las principales vialidades de la ciudad, tanto por sus características físicas como por su función, con lo que sabemos cuáles son las intersecciones que pueden presentar problemas de movilidad y por lo tanto son de interés en éste estudio.

Durante el recorrido realizado por la red, se pudo notar que vialidades presentan problemas de movilidad, como podemos ver en las fotografías tomadas en la zona.



Fotografía III. 1 Intersección de corredor Benito Juárez con Cuahtémoc



Fotografía III. 2 Intersección de Morelos con Av. de los Plateros



Fotografía III. 3 Av. de los Plateros a la altura del Seguro Social



Fotografía III. 4 Intersección de Miguel Hidalgo con Av. De los Plateros



Fotografía III. 5 Intersección de Av. de los Plateros con Becerra y Tanco a la altura de la terminal de autobuses

Entonces con todo lo recabado, la Tabla III.8 y la Figura III.7 contienen las intersecciones que se estudiarán en lo posterior para poder otorgarles el nivel de servicio que les corresponde dependiendo su operacionalidad y con esto poder modificar si se hace necesaria, la situación en que se encuentran. Igualmente se dan a conocer las vialidades que serán analizadas y poder determinar su correspondiente nivel de servicio.

No.	CALLE O INTERSECCIÓN
1	Av. De los Plateros - Morelos - Francisco Figueroa - Piedra Ancha
2	Av. De los Plateros - Constitución de 1857
3	Av. De los Plateros - Miguel Hidalgo - Becerra y Tanco - Luis Montes de Oca - Callejón de Mora - 2a. De Miguel Hidalgo
4	Av. De los Plateros - Fundiciones
5	Fundiciones - Juan Ruiz de Alarcón - Becerra y Tanco - Estacadas
6	Av. De los Plateros - Estacadas - De la Ciénega
7	Av. De los Plateros - 2a de Reforma - Callejón del Hundido
8	Av. De los Plateros - Benito Juárez
9	Benito Juárez - Reforma - Garita
10	Benito Juárez - Estacadas
11	Benito Juárez - Juan Ruiz de Alarcón
12	Benito Juárez - Guillermo Saratini - Raúl Crayem - Cuauhtémoc - Celso Muñoz
13	Cuauhtémoc - Pilita - Carlos J. Nibbi - Miguel Hidalgo
14	Miguel Hidalgo - Morelos
15	Av. De los Plateros - Libramiento - Carretera Taxco - Ixcateopan
16	Av. De los Plateros - Autopista Taxco - Cuernavaca
17	Carretera nacional México - Acapulco (Av. De los Plateros) - Libramiento
18	Av. De los Plateros
19	Benito Juárez
20	Cuauhtémoc
21	Miguel Hidalgo
22	Morelos

**Tabla III. 2 Principales intersecciones y calles a estudiar**

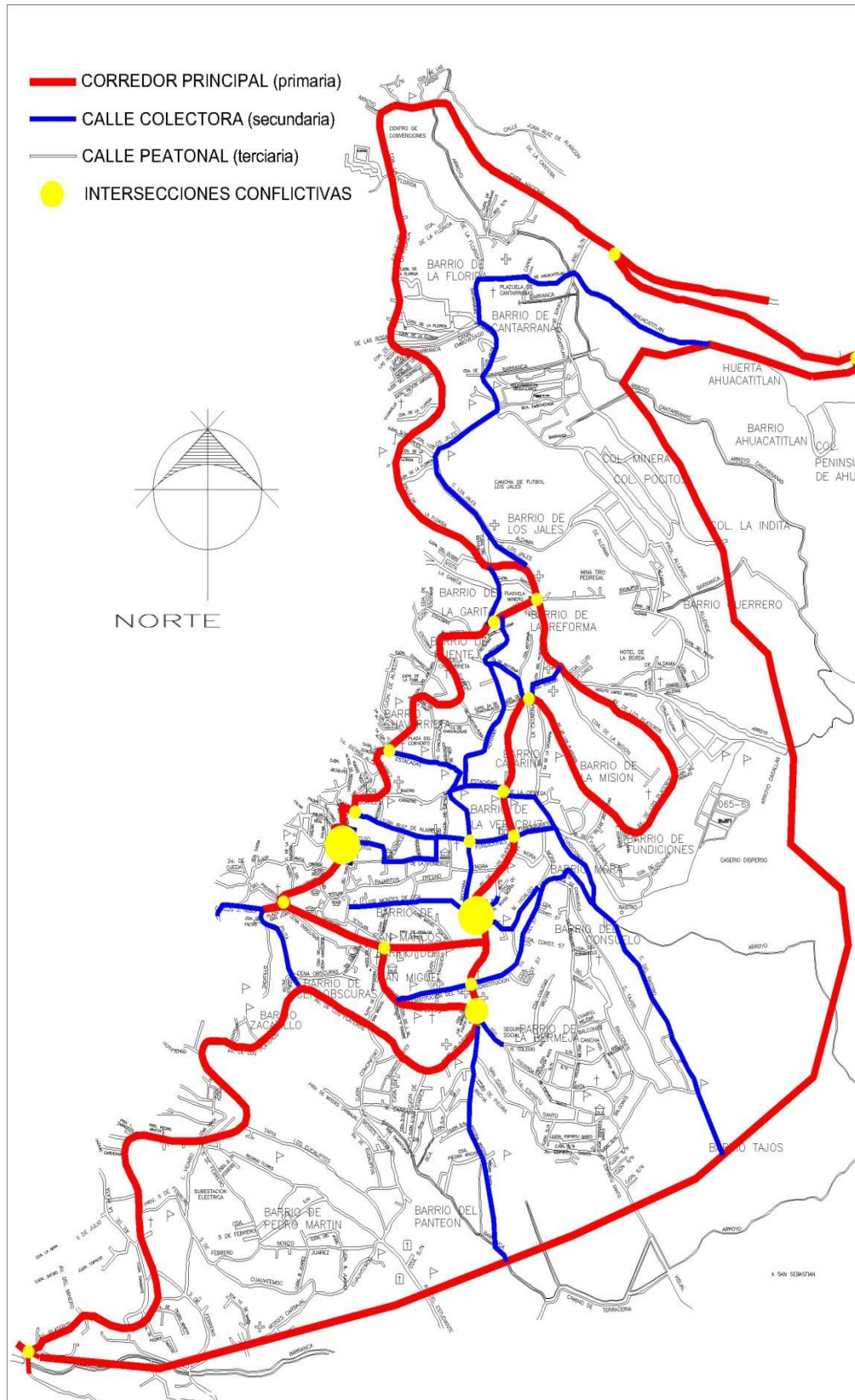


Figura III.7 Intersecciones con conflictos de movilidad.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES

Dentro del presente capítulo abordaremos el análisis operativo de las vialidades y las intersecciones que presentan problemas de movilidad mencionadas en el capítulo anterior, este análisis nos permitirá medir la operatividad de las vialidades dependiendo principalmente del volumen de vehículos que pasan por la vía y de la velocidad con que lo hacen, dando paso al oportuno desarrollo de estrategias, que otorguen soluciones a los problemas que presenten.

### IV.1 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE AFORO Y MOVIMIENTOS DIRECCIONALES.

Como ya se expuso al final del Capítulo III, se tienen varias calles e intersecciones que presentan problemas de movilidad, en base a ésta información se presenta en la Tabla IV.1 el nombre de la estación, las calles donde se localiza y el tipo de aforo que se realizará, simultáneamente se presenta en la Figura IV.1 la ubicación de cada una de las estaciones.

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	UBICACIÓN	TIPO DE AFORO	
A-1	Av. De los Plateros - Morelos - Francisco Figueroa - Piedra Ancha	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-2	Av. De los Plateros - Constitución de 1857	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-3	Av. De los Plateros - Miguel Hidalgo - 2a. De Miguel Hidalgo	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-4	Av. De los Plateros - Luis Montes de Oca - Callejón de Mora	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-5	Av. De los Plateros - Becerra y Tanco	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-6	Av. De los Plateros - Fundiciones	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-7	Av. De los Plateros - Estacadas - De la Ciénega	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-8	Av. De los Plateros - 2a de Reforma	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-9	Av. De los Plateros - Callejón del Hundido	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-10	Av. De los Plateros - Benito Juárez	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-11	Benito Juárez - Reforma - Garita	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-12	Benito Juárez - Estacadas	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-13	Benito Juárez - Juan Ruiz de Alarcón	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-14	Benito Juárez - Guillermo Saratini - Raúl Crayem - Cuauhtémoc - Celso Muñoz	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-15	Cuauhtémoc - Pilita - Carlos J. Nibbi - Miguel Hidalgo	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-16	Miguel Hidalgo - Morelos	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-17	Fundiciones - Juan Ruiz de Alarcón - Becerra y Tanco - Estacadas	VEHICULAR	DIRECCIONAL
A-18	Av. De los Plateros - Libramiento - Carretera Taxco - Ixcateopan	VEHICULAR	
A-19	Av. De los Plateros - Autopista Taxco - Cuernavaca	VEHICULAR	
A-20	Carretera nacional México - Acapulco (Av. De los Plateros) - Libramiento	VEHICULAR	

Tabla IV. 1 Estaciones de aforo

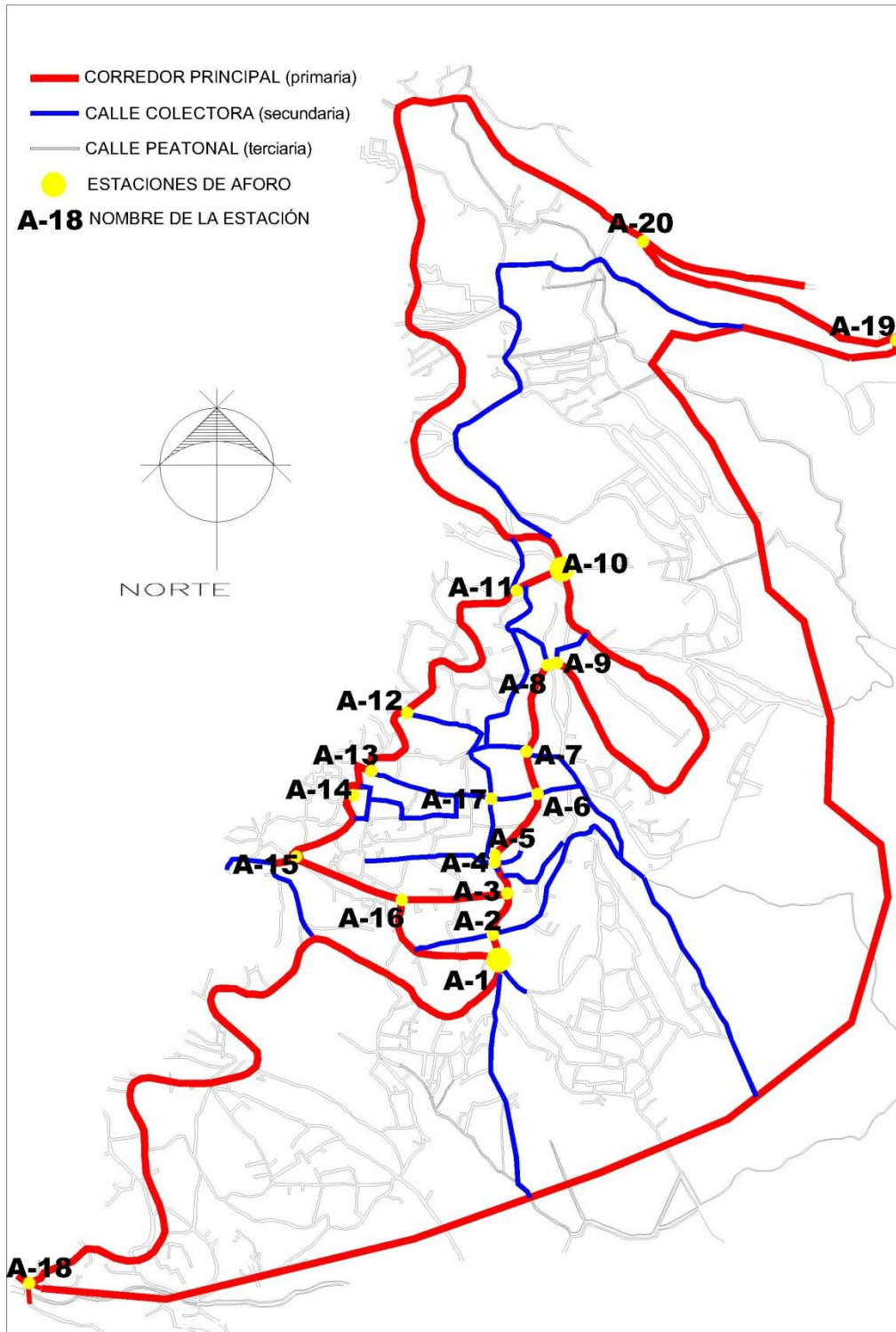


Figura IV. 1 Estaciones de aforo.

## **IV.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ESTACIONES DE AFORO Y MOVIMIENTOS DIRECCIONALES.**

La información que es necesaria recabar en cada uno de los aforos vehiculares son esencialmente los volúmenes de tránsito que contemplan los volúmenes totales, promedio diarios, horarios y los volúmenes de movimientos direccionales los cuales nos servirán en futuros análisis para la obtención de los niveles de servicio de las vialidades e intersecciones, de la misma forma las variaciones horarias y diarias que se presentan en las vialidades serán útiles en el estudio ya que nos otorgan información sobre el comportamiento del flujo vehicular en el tiempo.

A base de demostración del manejo de los datos se presentará la información de la estación A-13, que nos permita desarrollar el análisis necesario y correcta exposición de los siguientes puntos del presente Capítulo, trabajando de manera análoga las demás estaciones, presentando solamente el cuadro resumen dentro de cada punto a desarrollar.

### **IV.2.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO.**

Una vez definidas las estaciones de aforo se procedió a la realización de éstos de manera manual mediante el llenado de formatos de campo; que nos permitirán cuantificar el número de vehículos, clasificarlos y obtener el flujo sobre la vía que se trate, se realizaron en periodos de 15 minutos durante 1 semana en cada estación, garantizando una correcta recolección de la información.

Con base en el procedimiento mencionado, se pudo disponer de los volúmenes de tránsito horario durante siete días consecutivos, para todas las estaciones de aforo, así como de los volúmenes de tránsito semanal, de tal forma que se pudieron elaborar los histogramas horarios y semanales mostrados en los apartados IV.2.2 y IV.2.3.

Quedando los formatos de las estaciones tal y como se muestra en la Tabla Tipo por día de la estación A-13 en la Figura III.2 y en su cuadro resumen en la Figura IV.3.



VOLÚMENES DE TRÁNSITO DURANTE UN DÍA									
FECHA: 25 - 05 - 12					TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO: EMPEDRADO, BUENO				
ESTACION: A - 13					SENTIDO: E - O				
UBICACIÓN: BENITO JUÁREZ (CENTRO JOYERO TAXCO)					OBSERVACIONES: NO ESTA PERMITIDO EL ACCESO A AUTOBUSES NI CAMIONES DE CARGA				
HORA		VEHICULOS							TOTAL
		A) TAXIS	B) COMBIS	C) AUTOMOVILES	D) CAMIONETAS	E) CAMIONES DE CARGA	F) AUTOBUSES	G) MOTOCICLETAS	
6:30	6:45	16	6	21	5	0	0	7	55
6:45	7:00	22	9	27	4	0	0	15	77
7:00	7:15	17	7	22	6	0	0	18	70
7:15	7:30	19	9	23	8	0	0	12	71
7:30	7:45	20	12	37	11	0	0	11	91
7:45	8:00	24	14	46	14	0	0	17	115
8:00	8:15	21	10	36	12	0	0	11	90
8:15	8:30	17	16	31	7	0	0	9	80
8:30	8:45	22	9	29	16	0	0	16	92
8:45	9:00	14	12	21	8	0	0	7	62
9:00	9:15	12	7	22	6	0	0	9	56
9:15	9:30	16	12	32	9	0	0	12	81
9:30	9:45	22	14	38	12	0	0	8	94
9:45	10:00	26	12	41	18	0	0	12	109
10:00	10:15	23	16	32	8	0	0	6	85
10:15	10:30	26	14	34	11	0	0	9	94
10:30	10:45	30	15	15	5	0	0	8	73
10:45	11:00	26	12	16	6	0	0	7	67
11:00	11:15	28	15	18	5	0	0	4	70
11:15	11:30	21	12	15	2	0	0	8	58
11:30	11:45	23	8	25	6	0	0	5	67
11:45	12:00	24	9	31	9	0	0	9	82
12:00	12:15	27	11	38	11	0	0	6	93
12:15	12:30	21	8	33	6	0	0	9	77
12:30	12:45	24	11	29	8	0	0	4	76
12:45	13:00	22	12	32	6	0	0	9	81
13:00	13:15	28	9	28	9	0	0	12	86
13:15	13:30	18	13	31	4	0	0	17	83
13:30	13:45	20	10	28	7	0	0	14	79
13:45	14:00	23	8	36	9	0	0	16	92
14:00	14:15	22	9	31	3	0	0	14	79
14:15	14:30	27	14	39	8	0	0	19	107
14:30	14:45	29	12	41	9	0	0	15	106
14:45	15:00	20	9	36	5	0	0	9	79
15:00	15:15	16	12	24	10	0	0	5	67
15:15	15:30	24	10	31	9	0	0	6	80
15:30	15:45	32	14	33	12	0	0	8	99
15:45	16:00	28	11	27	8	0	0	9	83
16:00	16:15	21	8	22	5	0	0	6	62
16:15	16:30	22	12	36	2	0	0	8	80
16:30	16:45	19	9	31	3	0	0	4	66
16:45	17:00	21	11	38	9	0	0	9	88
17:00	17:15	17	11	28	8	0	0	7	71
17:15	17:30	22	8	24	6	0	0	4	64
17:30	17:45	18	7	22	3	0	0	5	55
17:45	18:00	19	8	24	5	0	0	5	61
18:00	18:15	22	9	28	6	0	0	8	73
18:15	18:30	21	7	31	9	0	0	5	73
18:30	18:45	22	10	33	8	0	0	9	82
18:45	19:00	26	11	37	12	0	0	11	97
19:00	19:15	32	15	44	11	0	0	12	114
19:15	19:30	31	9	38	8	0	0	8	94
19:30	19:45	36	12	42	6	0	0	8	104
19:45	20:00	37	14	49	10	0	0	12	122
20:00	20:15	32	9	37	11	0	0	9	98
20:15	20:30	33	10	41	8	0	0	11	103
20:30	20:45	26	8	47	11	0	0	8	100
20:45	21:00	25	11	38	8	0	0	9	91
21:00	21:15	21	9	33	9	0	0	12	84
21:15	21:30	18	8	29	8	0	0	7	70
21:30	21:45	21	8	31	5	0	0	10	75
21:45	22:00	16	2	16	4	0	0	8	46
22:00	22:15	13	0	17	2	0	0	5	37
22:15	22:30	12	0	13	3	0	0	2	30
22:30	22:45	14	0	9	0	0	0	5	28
22:45	23:00	8	0	4	2	0	0	2	16
TOTAL		1475	649	1971	494	0	0	601	5190

Figura IV. 2 Formato de aforo estación A-13

VOLÚMENES DE TRÁNSITO DURANTE UNA SEMANA								
FECHA: SEMANA 21-05-12 — 27-05-12				TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO: EMPEDRADO, BUENO				
ESTACION: A -13				SENTIDO: E - O				
UBICACIÓN: BENITO JUÁREZ (CENTRO JOYERO TAXCO)				OBSERVACIONES: NO ESTA PERMITIDO EL ACCESO A AUTOBUSES NI CAMIONES DE CARGA				
DIA	VEHICULOS							VOLUMEN DIARIO
	A) TAXIS	B) COMBIS	C) AUTOMOVILES	D) CAMIONETAS	E) CAMIONES DE CARGA	F) AUTOBUSES	G) MOTOCICLETAS	
LUNES	1462	623	1963	465	0	0	572	5085
MARTES	1493	651	1912	474	0	0	578	5108
MIÉRCOLES	1421	634	2038	455	0	0	584	5132
JUEVES	1475	649	1971	494	0	0	601	5190
VIERNES	1459	632	1956	485	0	0	534	5066
SABADO	1742	649	1732	369	0	0	565	5057
DOMINGO	1714	653	1721	379	0	0	579	5046
							VOLUMEN SEMANAL	35684
							VOLUMEN PROMEDIO SEMANAL	5098

Figura IV. 3 Cuadro resumen de la estación A-13

De donde obtenemos la siguiente información de los volúmenes de tránsito:

Tránsito Semanal (TS) de **35,684** vehículos, el día de mayor demanda en ésta estación fue el jueves con un Tránsito Diario (TD) de **5,190** vehículos, el volumen de Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) es de **5,098** vehículos por día, la hora pico u Hora de Máxima Demanda (HMD) se observa durante la noche de **19:00 – 20:00** hrs., con un Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) de **434** vehículos.

Finalmente presentamos el cuadro resumen de las estaciones en la Tabla IV.2.

ESTACION	TRANSITO SEMANAL (TS)	TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)	HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)	VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)
A-1	87927	12561	7:00 - 8:00	1105
A-2	68575	9796	8:00 - 9:00	724
A-3	11902	1700	7:00 - 8:00	143
A-4	75342	10763	7:00 - 8:00	1002
A-5	19645	2806	19:00 - 20:00	229
A-6	52177	7454	19:00 - 20:00	597
A-7	2962	423	14:00 - 15:00	49
A-8	7834	1119	7:00 - 8:00	126
A-9	62185	8884	19:00 - 20:00	902
A-10	34873	4982	19:00 - 20:00	550
A-11	33269	4753	19:00 - 20:00	367
A-12	38023	5432	19:00 - 20:00	428
A-13	35684	5098	19:00 - 20:00	434
A-14	47790	6827	19:00 - 20:00	543
A-15	45593	6513	19:00 - 20:00	508
A-16	41875	5982	12:00 - 13:00	448
A-17	14577	2082	9:00 - 10:00	186
A-18	51126	7304	15:00 - 16:00	554
A-19	46671	6667	19:00 - 20:00	527
A-20	43826	6261	16:00 - 17:00	524

Tabla IV. 2 Resumen de los datos obtenidos por los aforos vehiculares.

**IV.2.2 VARIACIÓN HORARIA DEL FLUJO VEHICULAR.**

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta y según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

En las ciudades se tiene una variación típica de la siguiente manera: la madrugada empieza con bajo volumen de vehículos, el cual se va incrementando hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:30 y las 9:30 horas.

De las 9:30 a las 13:00 horas vuelve a bajar y empieza a ascender para llegar a otro máximo entre las 14:00 y las 15:00 horas; vuelve a disminuir entre las 15:00 y las 18:00 horas, cuando asciende otra vez para alcanzar un valor máximo entre las 18:00 y las 20:00 horas. De esta hora en adelante tiende a bajar al mínimo en la madrugada.

A continuación presentamos el histograma horario de la estación A – 13 obtenido de los aforos realizados, observamos el histograma del día donde se observa la Hora de Máxima Demanda y los histogramas de la variación horaria semanal.

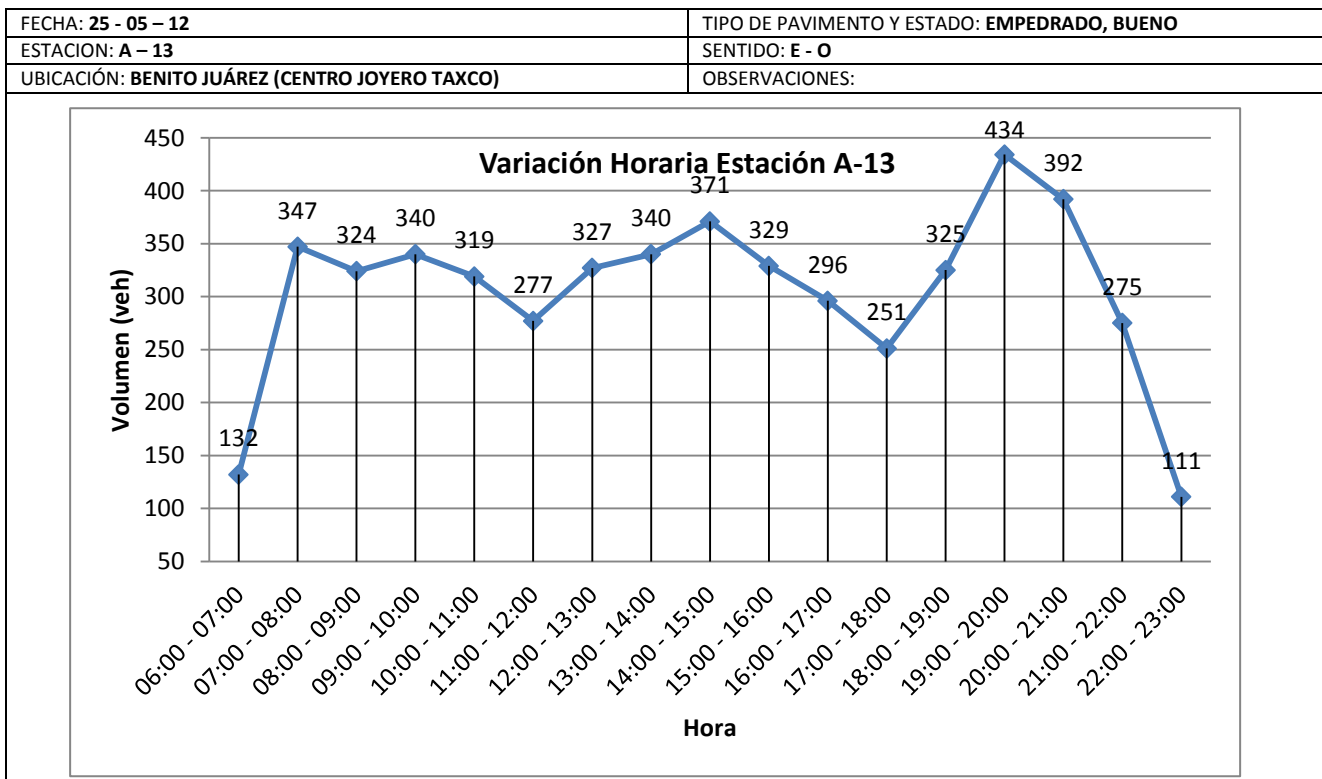


Figura IV. 4 Histograma día de máxima demanda estación A – 13

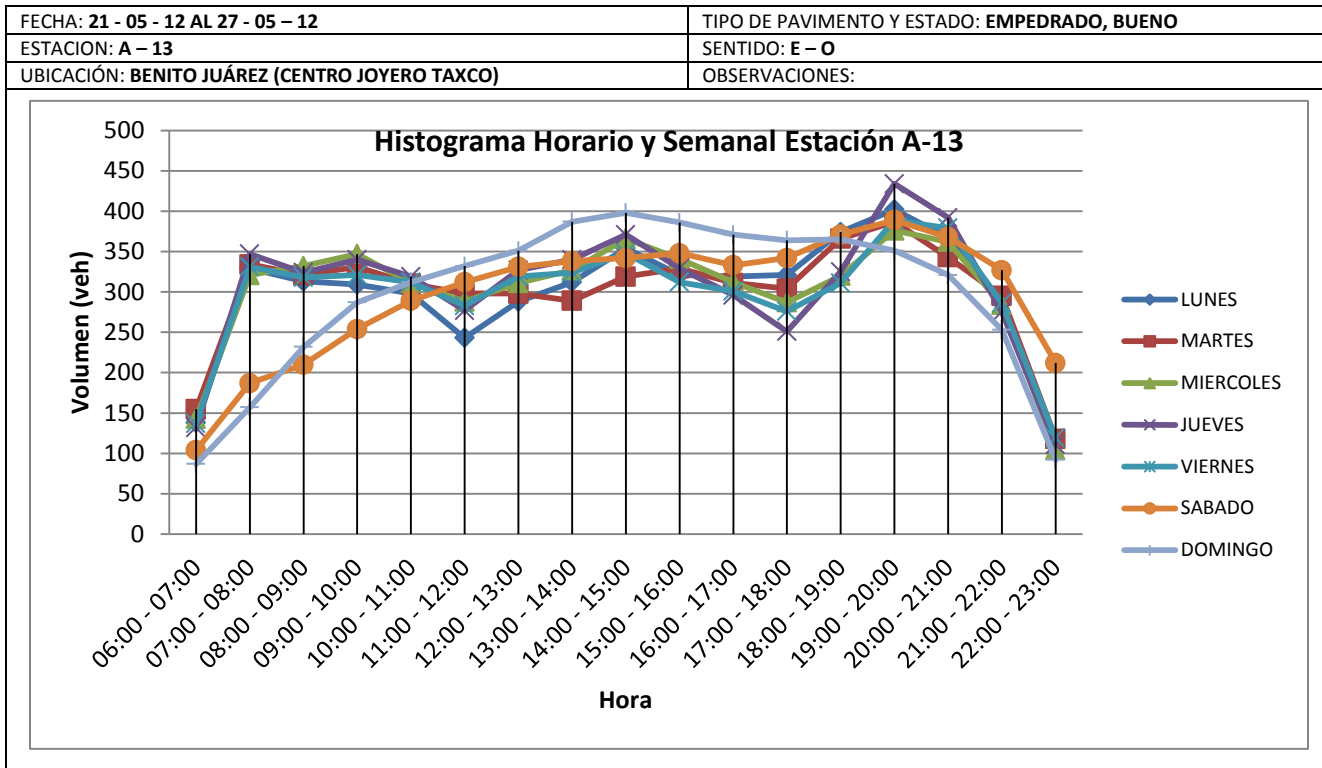


Figura IV. 5 Histograma semanal estación A - 13

En estos histogramas podemos observar el comportamiento horario del flujo vehicular durante cada día de la semana y del día donde se localiza la hora de máxima demanda, que es lo que principalmente buscamos en éste análisis que servirá para realizar los aforos direccionales y con ellos obtener el nivel de servicio en cada intersección y calle en estudio.

Así pues, como se mencionó anteriormente la Hora de Máxima Demanda para la estación A-13 es de **19:00 a 20:00 hrs.**

### IV.2.3 VARIACIÓN DIARIA DEL FLUJO VEHICULAR.

La variación diaria del flujo se observa para el caso, durante una semana, igual a la horaria presenta tendencias, en vialidades principales de lunes a viernes los volúmenes son muy estables; presentándose variaciones desproporcionadas durante el fin de semana, ya sea el sábado o el domingo, debido a que durante estos días circula una alta demanda de usuarios de tipo turístico.

En las calles de la ciudad, la variación de los volúmenes de tránsito no es muy pronunciada entre semana, están más o menos distribuidos en los días laborales, sin embargo, los más altos volúmenes suelen ocurrir el viernes. Vale la pena

mencionar que tanto a nivel urbano como rural se presentan máximos en aquellos días de eventos especiales como semana santa, navidad, fin de año, competencias deportivas, etc.

Se presenta la gráfica de la variación semanal de la estación A – 13 donde observamos la distribución de los viajes realizados durante la semana de medición, así como el día que tiene mayor número de viajes.

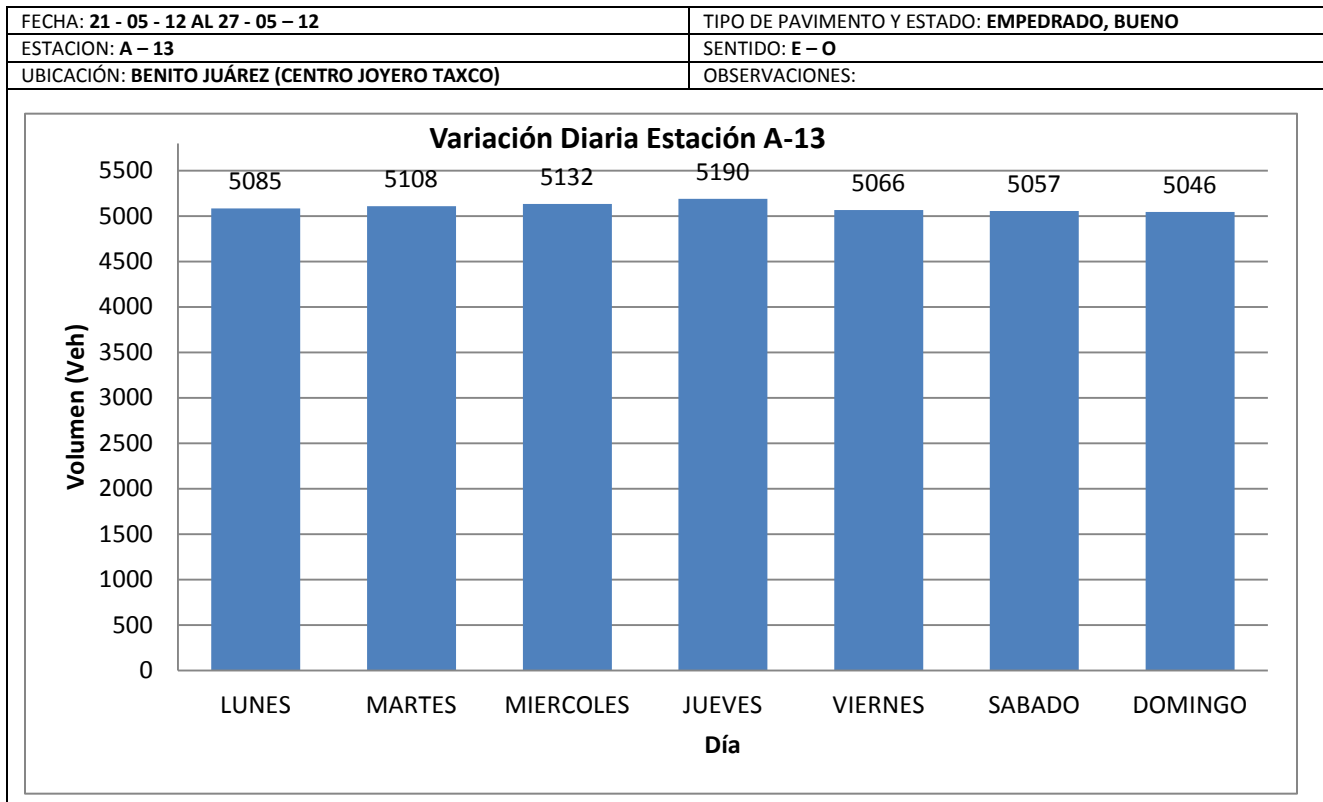


Figura IV. 6 Variación diaria estación A – 13

#### IV.2.4 MOVIMIENTOS DIRECCIONALES EN CADA ZONA CONGESTIONADA.

Anteriormente se obtuvieron los aforos durante una semana en cada estación de la red de estudio, que sirven para conocer la distribución de los viajes durante un día, la distribución de los viajes durante una semana, la demanda que presenta cada vialidad y las horas de mayor demanda.

Los aforos direccionales consisten en observar durante los periodos de máxima demanda, todos los movimientos que realizan los vehículos en la intersección, proporcionando información esencial para determinar el nivel de servicio que se presenta en cada intersección y por consecuencia en la red vial.

A éste punto, son conocidas las Horas de Máxima Demanda en las estaciones estudiadas, por lo que los conteos direccionales se realizarán en éstas horas, teniendo como base al razonamiento de que no hay hora en la que se presente mayor flujo vehicular que en ésta. Se debe señalar que los flujos direccionales no coinciden con los flujos continuos debido a que se hicieron con una semana de diferencia. Para la recopilación de los datos de campo se utilizó el formato mostrado en la Figura IV.7.

Se realizaron aforos de movimientos direccionales en 17 de las 20 estaciones estudiadas, no se consideran tres de ellas (A-18, A-19 y A-20) por la distancia tan grande que existe a la red central, ocasionando que no tengan influencia significativa sobre ella.

Se presenta como se ha venido exponiendo la estación de aforo A – 13.

Finalmente conocida la distribución de los flujos en el tiempo y los movimientos que se realizan en las intersecciones, podemos determinar el nivel de servicio que presenta la red, que es de suma importancia en el presente trabajo ya que de éste estudio podremos desarrollar estrategias de solución a la problemática.

Se debe señalar que los aforos direccionales regularmente arrojan mayor número de vehículos que en las horas de máxima demanda dentro de los aforos continuos, debido a que los aforos continuos se hacen sobre un punto sobre una vialidad y los aforos direccionales se realizan sobre intersecciones que contemplan más de una vialidad.

VOLUMÉNES DE TRÁNSITO POR MOVIMIENTOS DIRECCIONALES  
**ESTACION: A - 13 UBICADA EN BENITO JUÁREZ Y JUAN RUIZ DE ALARCÓN.**  
**HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN LA INTERSECCIÓN DE: 19:00 A 20:00 HRS.**

TOTAL = 468 Veh/h

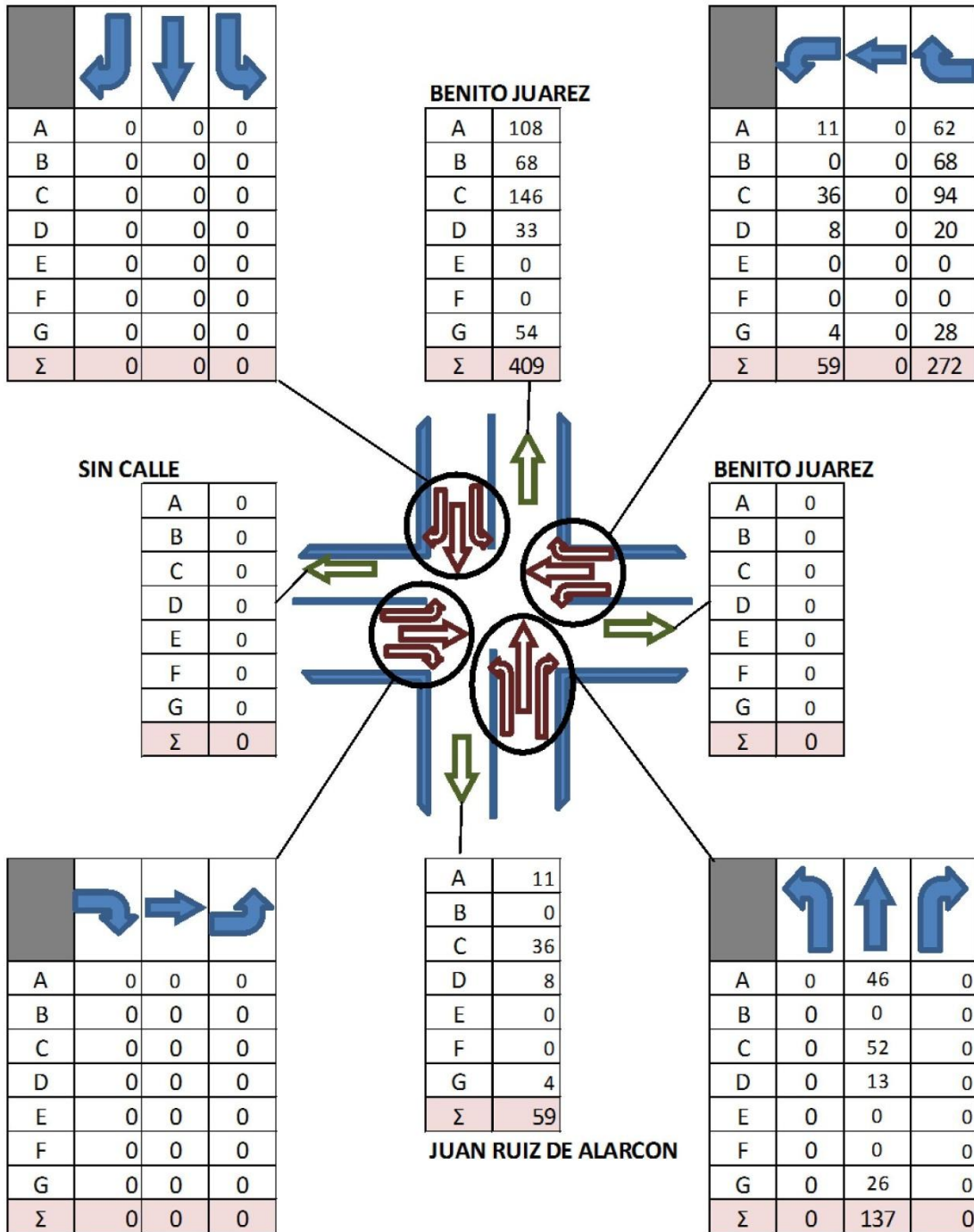


Figura IV. 7 Aforo direccional de la estación A-13.

## NIVEL DE SERVICIO

Éste se define como una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del tránsito. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito y en los movimientos de entrecruzamientos o direccionales. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, etc.

Se han establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F que van del mejor al peor, los cuales se definen según las condiciones de operación que pueden ser de circulación continua o discontinua, para el estudio se presentan dos condiciones de operación una continua que son las calles urbanas y una discontinua que son las intersecciones no semaforizadas, para las cuales a continuación se presenta la metodología utilizada para la obtención del nivel de servicio

## NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS

El nivel de servicio en una intersección se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración. Se define para cada movimiento realizado en la vialidad menor, a continuación se presenta el criterio para los seis niveles de servicio:

CRITERIO DE NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS TWSC	
NIVEL DE SERVICIO	CONTROL DE RETRASO PROMEDIO (s/Veh)
A	0 -10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25 - 35
E	> 35 - 50
F	> 50

Tabla IV. 3 Criterio de nivel de servicio en intersecciones no semaforizadas



Así mismo la metodología utilizada para la determinación del nivel de servicio es la siguiente:

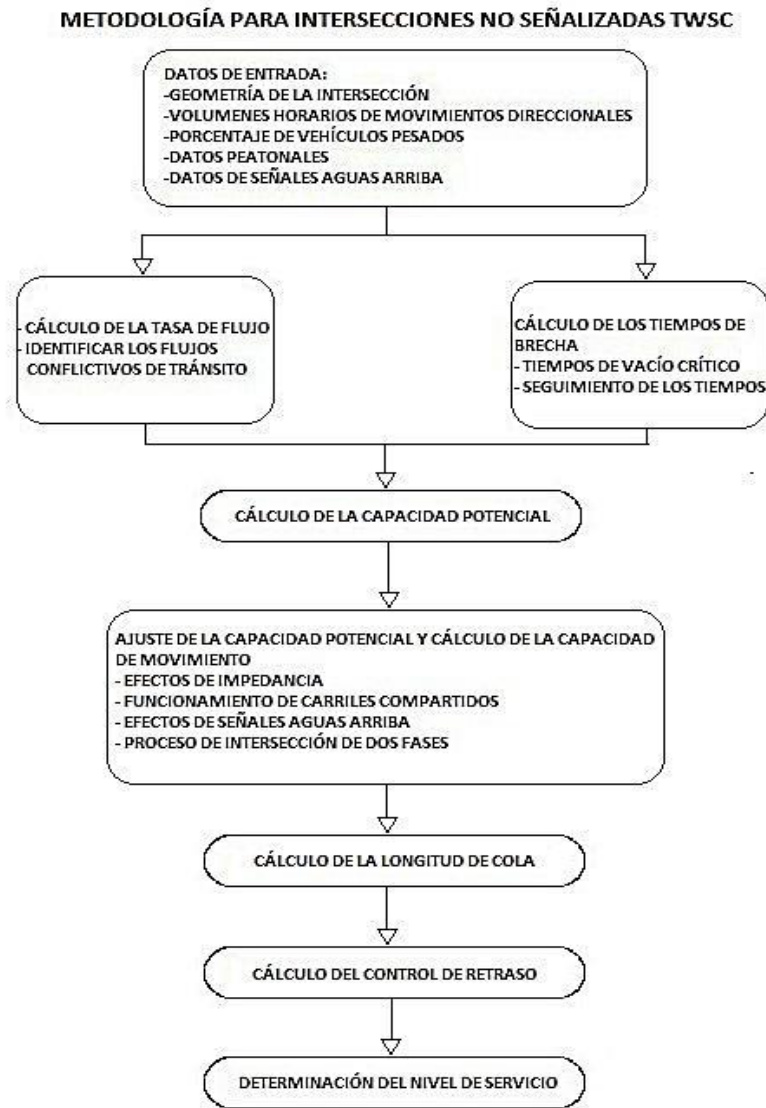


Figura IV. 8 Metodología para intersecciones no semaforizadas

Para realizar el análisis de nivel de servicio en las intersecciones en que se llevaron a cabo aforos direccionales; se utilizaron los programas HCS (Highway Capacity Software) y SIDRA (Signalized and Unsignalized Intersection Design and Research Aid). Los cuales siguen con la metodología descrita anteriormente, la cual consiste en:

1.- Los datos de entrada: que son las características geométricas de la intersección, los volúmenes de movimientos direccionales, el porcentaje de

vehículos pesados que circulan por la intersección, los datos disponibles de peatones y las señalizaciones aguas arriba de la intersección.

2.- Identificación de los movimientos que causan conflicto y cálculo de la tasa de flujo de cada movimiento conflictivo, así mismo se calcula el intervalo de tiempo entre los vehículos de la calle principal que necesita un vehículo de la vialidad menor para poder entrar en el flujo de la calle principal conocido como tiempo de brecha, con lo que se puede calcular el tiempo de seguimiento del movimiento que es el tiempo que tarda en volver a ser servido un vehículo con el mismo movimiento en condiciones de cola continua en la calle menor.

3.- Se calcula la capacidad potencial del movimiento (veh/h), definida como la capacidad de la intersección para servir un movimiento específico sin afectar el flujo, suponiendo las siguientes condiciones de base:

- El tráfico en las intersecciones cercanas no influyen en la intersección.
- Una vía separada para el uso exclusivo de cada pequeño movimiento de la calle.
- Una señal aguas arriba no afecta al patrón de la llegada principal de tráfico de la calle.
- No hay otros movimientos que impidan el movimiento del sujeto.

4.- Como la capacidad potencial de movimiento es en condiciones ideales, tiene que ser ajustadas a la situación actual de la intersección mediante factores de impedancia de movimientos, la existencia de carriles exclusivos para movimientos, los efectos de señales aguas arriba de la intersección, la tasa de llegada de los vehículos a la cola y los efectos de intersecciones de dos fases. A este ajuste se lo conoce como capacidad de movimiento (veh/h) y se realiza para cada movimiento presente en la intersección.

5.- Se procede a estimar la longitud de cola (veh), para lo cual estudios teóricos y observaciones empíricas han demostrado que la distribución de probabilidad de longitudes de cola para cualquier movimiento en una intersección no semaforizada es una función de la capacidad de movimiento y el volumen de tráfico que se sirve durante el período de análisis (tasa de movimiento). Se puede utilizar para estimar la longitud de la cola el 95o percentil para cualquier pequeño movimiento, durante el periodo de análisis sobre la base de estos dos parámetros.

6.- Finalmente se obtiene el control de retraso (s/veh), definido como el tiempo total transcurrido desde el momento en que un vehículo se detiene al final de la cola hasta que sale de la línea de parada. Este tiempo transcurrido total incluye el tiempo requerido para que el vehículo viaje desde la última posición de la cola a la

primera, incluyendo la desaceleración de velocidad a flujo libre a la velocidad de los vehículos en la cola.

7.- Por último y ya obtenido el control de retraso se procede a determinar el nivel de servicio correspondiente.

El software HCS (Highway Capacity Software) y SIDRA (Signalized and Unsignalized Intersection Design and Research Aid) usados para el análisis de intersecciones, se ha tomado en éste trabajo, como una herramienta esencial la cual nos permite introducir los datos obtenidos en campo como la geometría de la intersección, los volúmenes tomados en los aforos direccionales, las características de la llegada y salida de los vehículos, la longitud de la cola que puede almacenar la calle, los movimientos prioritarios y los tiempos de brecha, dándonos resultados del funcionamiento de la intersección mediante el nivel de servicio.

En la Tabla IV.4 se observan los resultados obtenidos en cada intersección, los accesos son los carriles por donde ingresa el flujo de vehículos a cada intersección, los tomaremos empezando del este y en sentido contrario a las manecillas del reloj:

ESTACIÓN	UBICACIÓN	HORA DE MÁXIMA DEMANDA (HMD)	VOLUMEN HORARIO (Veh/h)	NIVEL DE SERVICIO POR ACCESO					N.S. INTERSECCION
				1	2	3	4	5	
A-1	Av. De Los Plateros - Morelos	7:00 - 8:00	1106	B	B	C	F	B	D
A-2	Av. De Los Plateros - Constitución	8:00 - 9:00	959		A	C	C	C	C
A-3	Av. De Los Plateros - Miguel Hidalgo	7:00 - 8:00	1034	C	C	F	C		D
A-4	Av. De Los Plateros - Luis Montes de Oca	7:00 - 8:00	998	B	C	F	C		D
A-5	Av. De Los Plateros - Becerra y Tanco	19:00 - 20:00	955	F	F	C			F
A-6	Av. De los Plateros - Fundiciones	19:00 - 20:00	727	B	C	F	C		D
A-7	Av. De los Plateros - Estacadas	14:00 - 15:00	716	C	B	F	B		F
A-8	Av. De los Plateros - 2a de Reforma	7:00 - 8:00	585	B	B	C			B
A-9	Av. De los Plateros - Callejón del Hundido	19:00 - 20:00	880	B	B	C			B
A-10	Av. De los Plateros - Benito Juárez	19:00 - 20:00	1094	F	B	C	F	E	F
A-11	Benito Juárez – Reforma	19:00 - 20:00	519	B	B	B			B
A-12	Benito Juárez – Estacadas	19:00 - 20:00	428	B	A				A
A-13	Benito Juárez - Juan Ruiz de Alarcón	19:00 - 20:00	468	B	B				B
A-14	Benito Juárez - Cuauhtémoc	19:00 - 20:00	648	B	C	B			C
A-15	Cuauhtémoc - Miguel Hidalgo	19:00 - 20:00	535	C	D	C			D
A-16	Miguel Hidalgo – Morelos	12:00 - 13:00	698	A	F	B			F
A-17	Juan Ruiz de Alarcón - Becerra y Tanco	9:00 - 10:00	372	A	B	B			B

Tabla IV. 4 Nivel de servicio en intersecciones.

Se observa en promedio un nivel de servicio D, se debe señalar que, el nivel de servicio correspondiente toma en cuenta la existencia de señalamiento horizontal y vertical de alto, pero en realidad no se cuenta con señales, el flujo es administrado por personal de tránsito municipal, no se toma en cuenta la ubicación de paradas de transporte público ni vehículos estacionados cerca de las intersecciones, así también, el programa considera una alta cultura vial de todos los involucrados en el flujo vehicular, punto del cual se carece.

### **NIVEL DE SERVICIO EN VIALIDADES URBANAS**

La velocidad promedio de viaje a lo largo de una calle urbana es el factor determinante del nivel de funcionamiento del servicio. La velocidad de desplazamiento a lo largo de un segmento, una sección o toda la longitud de una vía urbana es dependiente de la velocidad de circulación entre las intersecciones señalizadas y la cantidad de retardo de control efectuados en las intersecciones con semáforos.

Los niveles de servicio están basados en la velocidad de desplazamiento del segmento, sección, o en toda la calle urbana bajo consideración, a continuación se describe cada uno de ellos:

Nivel de servicio A.- describe principalmente las operaciones a velocidades de flujo libre. Los vehículos están completamente sin obstáculos en su capacidad de maniobrar dentro de la corriente de tráfico. El control de retraso en las intersecciones señalizadas es mínimo.

Nivel de servicio B.- describe las operaciones razonablemente sin trabas a las velocidades de viaje promedio. La capacidad de maniobrar dentro de la corriente de tráfico está sólo ligeramente restringida, y el control de retraso en las intersecciones no son significativos.

Nivel de servicio C.- describe las operaciones estables, sin embargo, la capacidad de maniobrar y cambiar de carril puede ser más restringida que en el nivel de servicio B, y las colas más largas, la coordinación de señales es adversa, ambos pueden contribuir a reducir las velocidades de viaje promedio.

Nivel de servicio D.- es el límite de un intervalo en el que pequeños aumentos en el flujo pueden causar incrementos sustanciales de retardo y la disminución de la velocidad de desplazamiento. El nivel de servicio D se debe a la progresión de

señales adversas, la temporización de señal inapropiada, altos volúmenes, o una combinación de estos factores.

Nivel de servicio E.- se caracteriza por importantes retrasos y velocidades de viaje promedio bajas. Tales operaciones son causadas por una combinación de alta densidad, altos volúmenes, grandes retrasos en las intersecciones y sincronización de la señal inapropiada.

Nivel de servicio F.- se caracteriza por una calle urbana con flujo a velocidades muy bajas. Congestión crítica de intersecciones, con alto retrasos, altos volúmenes y colas extensas.

Este estudio tiene la finalidad de conocer la velocidad y demora en periodos de máxima demanda en distintos tipos de corredores de la ciudad, usando el método de vehículo flotante, este análisis permite tener una idea del grado de saturación de los corredores; así como, de algunos tramos viales y consecuentemente de zonas de la ciudad.

En el siguiente diagrama se presenta el proceso metodológico empleado para determinar el nivel de servicio de vialidades urbanas.

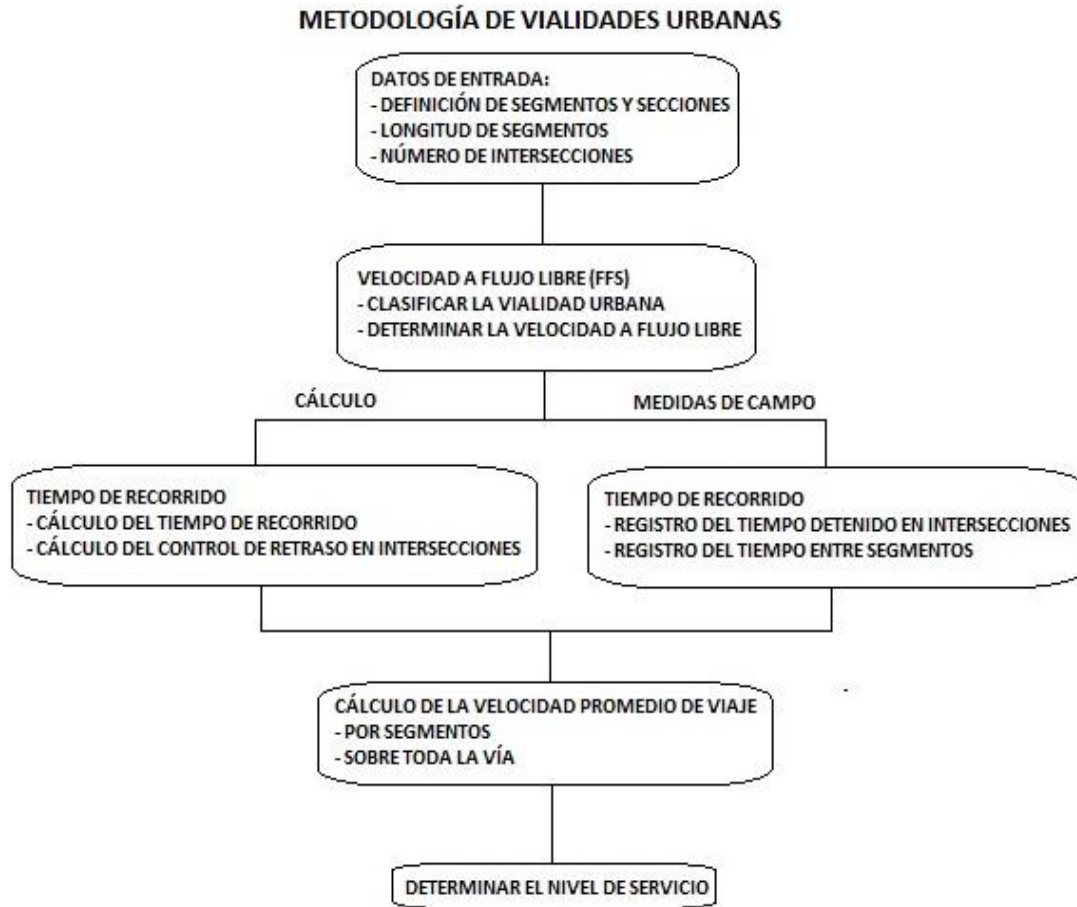


Figura IV. 9 Metodología para vialidades urbanas

Con base en el análisis establecido en el HCM y con la clasificación de las vialidades con respecto al mismo, que asocia un nivel de servicio a un corredor o tramo de éste en función de la velocidad, se presenta la siguiente Tabla IV.5, tomando en cuenta una clasificación IV de las vialidades y una velocidad a flujo libre de 50 km/h:

CRITERIO DE NIVEL DE SERVICIO PARA VIALIDADES URBANAS		
NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)
A	FLUJO LIBRE	> 40
B	FLUJO ESTABLE	30 - 39.9
C	FLUJO ESTABLE	20 - 29.9
D	APROMÁNDOSE AL FLUJO INESTABLE	14.5 - 19.9
E	FLUJO INESTABLE	10 - 14.49
F	FLUJO FORZADO	< 10

Tabla IV. 5 Criterio de nivel de servicio para vialidades urbanas

Esta escala representa el grado de aceptación del conductor, a varios niveles de operación que presenta el corredor a lo largo de su recorrido, la tabla está basada en velocidades promedio de recorrido.

En base al estudio de tiempos de recorrido y demoras realizado en las vialidades del circuito central se obtiene el nivel de servicio de éstas presentándose los resultados en la Tabla IV.6:

VIALIDAD	SENTIDO	No. DE INTERSECCIONES	LONGITUD (m)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)	VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
Av. De Los Plateros	N - S	10	1730	6.13	16.93	D
	S - N	10	1730	8.35	12.43	E
Benito Juárez	N - S	5	860	4.66	11.07	E
Cuauhtémoc	N - S	2	248	3.05	4.88	F
Miguel Hidalgo	E - O	3	445	1.66	16.08	D
	O - E	2	225	1.33	10.15	E
Morelos	N - S	2	120	0.66	10.91	E
	S - N	2	120	0.70	10.29	E
	E - O	2	178	0.81	13.19	E
Constitución	O - E	2	165	0.93	10.65	E
Becerra y Tanco	N - S	2	138	0.40	20.70	C
	S - N	2	138	0.54	15.33	D
Juan Ruiz de Alarcón – Fundiciones	E - O	4	356	1.33	16.06	D
	O - E	3	258	1.05	14.74	D
Estacadas - Juan Ruiz de Alarcón	N - S	3	320	1.18	16.23	D
	S - N	3	320	1.46	13.15	E
Estacadas - Av. De Los Plateros	E - O	2	118	0.35	20.23	C
	O - E	2	118	0.46	15.39	D
Reforma	N - S	3	410	1.13	21.77	C
	S - N	3	410	1.38	17.83	D
2a. De Reforma	E - O	2	113	0.37	18.32	D
	O - E	2	113	0.30	22.60	C
<b>Promedio General</b>					<b>14.95</b>	<b>D</b>

Tabla IV. 6 Nivel de Servicio en las Vialidades

En la tabla anterior se observa una velocidad promedio de 14.95 km/h, lo que resulta en un nivel de servicio D, que se aproxima al flujo inestable. De los corredores principales se observa un nivel de servicio E, que representa un flujo inestable, provocado principalmente por el alto volumen de vehículos que se deben servir, un retraso considerable en cada una de las intersecciones, factores

físicos, principalmente la alta sinuosidad y las pronunciadas pendientes en las vialidades, ocasionando bajas velocidades promedio de viaje.

Con los niveles de servicio obtenidos se presenta la Figura IV.10, donde podemos observar los niveles de servicio asociados a las intersecciones y los corredores de la red en estudio.

Como se ha dicho, el nivel de servicio nos otorga una medida cualitativa de la función operativa que tiene nuestra red en estudio, en base a estas características obtenidas, determinamos que la red presenta una movilidad lenta, provocando largas filas de vehículos, retardo en los tiempos de recorrido, congestionamiento en zonas críticas como en la terminal de autobuses que a su vez genera una reacción en cadena sobre las demás vialidades, ya que la zona de influencia de las estaciones A-3, A-4 y A-5 que forman el grupo de intersecciones de la terminal de autobuses, afecta directa e indirectamente el funcionamiento de los cinco corredores principales, ya que en ellas convergen una gran parte de los viajes realizados en el día y éstos superan la capacidad vial de la zona, como ya se habló anteriormente, en ésta zona se encuentran cuatro instalaciones de equipamiento municipal que son: la terminal de autobuses, 2 terminales de transporte público foráneo y la central de abasto, por lo que se considera la zona medular del sistema y que presenta un nivel de servicio F.

Se considera que el problema vial en la ciudad esencialmente se debe a la inadecuada planeación del sistema vial, desde el diseño de las vialidades y ubicación de las instalaciones de equipamiento hasta la logística que se debe de seguir para operarlo correctamente, así mismo, la inexistencia de infraestructura peatonal afecta directamente la movilidad de la red.

Lo anterior queda como antecedente para el capítulo consecuente, en donde plantearemos alternativas viales para mejorar el nivel de servicio de la ciudad.



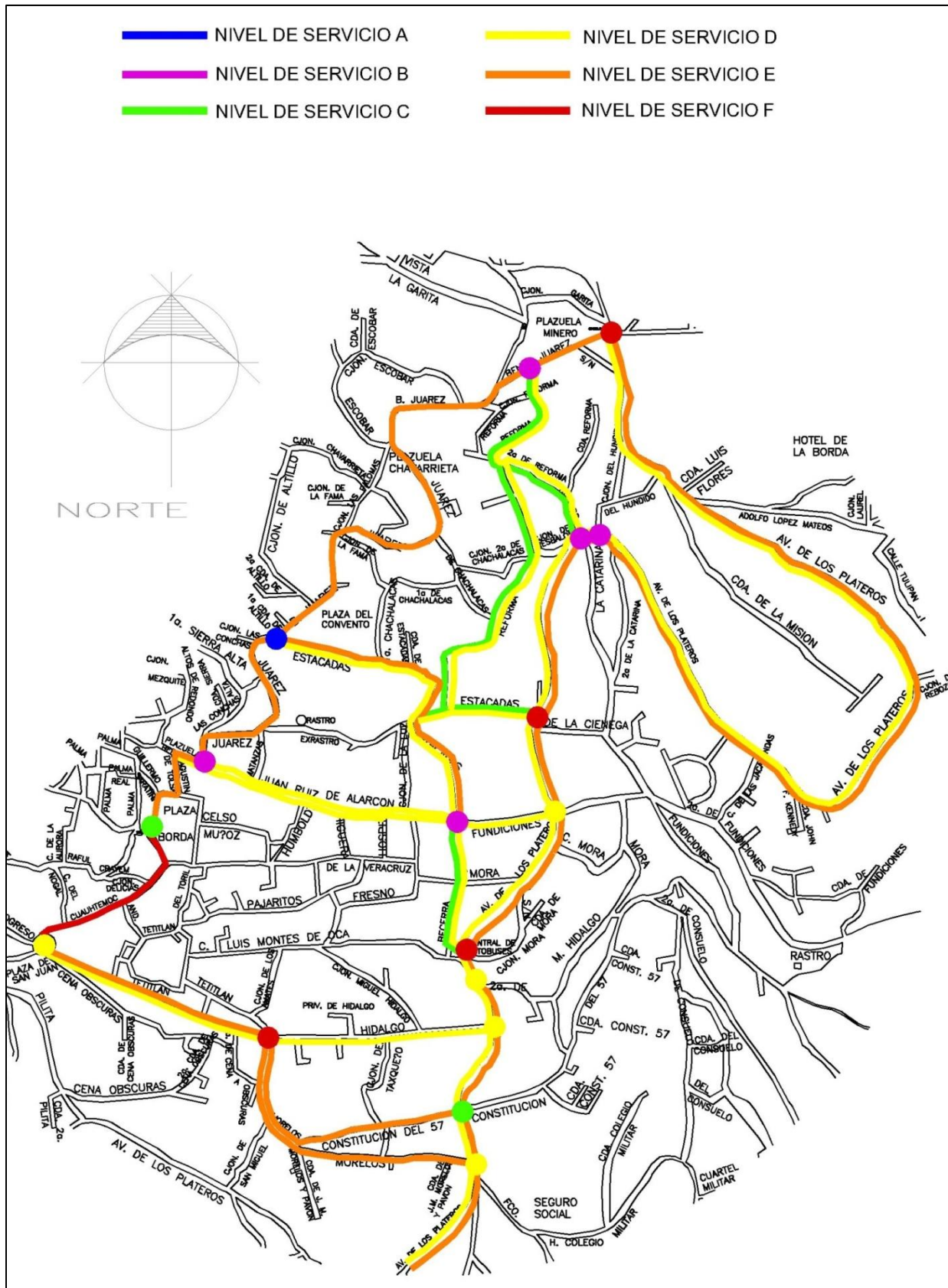


Figura IV. 10 Nivel de servicio en intersecciones y vialidades

## **CAPÍTULO V. POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.**

A lo largo del presente capítulo y en base al análisis de los estudios realizados, daremos alternativas de solución a la problemática de la movilidad en la ciudad de Taxco de Alarcón.

Como se ha dicho, los problemas que presenta la ciudad se deben a múltiples factores, observándose que los factores físicos del sistema como la geometría de las calles y la infraestructura existente, son de los principales que generan conflictos viales y no permiten tener la capacidad vial que demanda la ciudad. Otros aspectos que se analizaron previamente y que repercuten en distintas medidas sobre las zonas críticas de la ciudad son: el ordenamiento vial de las calles, la ubicación de las instalaciones de equipamiento, las paradas de transporte público, los lugares de estacionamiento, la coordinación vehículo-peatón y la planeación, operación, seguimiento y evaluación del sistema vial.

Siendo entonces, estos factores los puntos clave a tratar, para formular alternativas de solución al problema de movilidad en la ciudad; existen diferentes tipos de solución que se pueden emplear para la problemática de tránsito, estos son: solución integral, solución parcial de alto costo y solución parcial de bajo costo; a continuación se presentan las alternativas formuladas para la situación actual de la ciudad.

### **V.1 ALTERNATIVA A: CONSTRUCCIÓN DE TERMINALES INTEGRALES DE TRANSPORTE TERRESTRE.**

Uno de los principales factores que afectan la capacidad vial de la zona crítica de la terminal de autobuses, es precisamente ésta instalación de equipamiento municipal, ya que tiene un área muy irregular que apenas abarca 880 m<sup>2</sup> y donde solo se pueden estacionar de manera operativa 7 autobuses, lo que ocasiona que la maniobrabilidad sea difícil y en la mayoría de los casos se tenga que interrumpir el flujo vehicular en la Av. De Los Plateros, generando colas, congestionamiento, retardo en los tiempos de recorrido y un bajo nivel de servicio. Sabemos mediante los aforos realizados que en promedio salen de la terminal 92 autobuses a diferentes destinos, situación que genera una baja operatividad tanto de la terminal como del sistema vial.

Esta situación es acompañada de su mala ubicación, ya que solo existe un acceso a cualquier otro tipo de modo de transporte y es el corredor principal de la ciudad en sentido sur-norte, provocando que los usuarios que vienen en sentido norte-

sur, tengan que cruzar el corredor, debido a que el único paso peatonal, se encuentra dentro de un mercado a 50 metros del corredor, siendo más operativo cruzar la vialidad. Por si la situación no fuese especialmente adversa, existen paradas de transporte público local en ambos lados de la avenida, en espacios que apenas se pueden utilizar con este fin.

Igualmente el único acceso vehicular que se tiene a la central de abasto es por la Calle Luis Montes de Oca que se localiza a 50 metros de la terminal de autobuses, siendo parte de la misma zona crítica. Así mismo, esta vialidad alberga una terminal improvisada de transporte público foráneo a lo largo de toda su longitud, estacionando las unidades en las márgenes de la calle, este transporte mueve a los pasajeros de las comunidades del lado norte del Municipio, igualmente se tienen estacionados en la intersección de la Av. De Los Plateros y ésta vialidad (Estación A-4), a uno de los dos grupos de taxis colectivos a la ciudad de Iguala.

Por todo lo anterior y con el análisis previo que se realizó, se propone; la construcción de dos terminales integrales de transporte terrestre; como se expuso en el Capítulo III, solo existen dos accesos a los sistemas interurbanos y regionales, los cuales se ubican en los extremos norte y sur de la ciudad, y son mediante la Av. De Los Plateros; siendo entonces en estas zonas donde se coloque estratégicamente cada terminal, que albergará autobuses comerciales y de turismo, transporte público foráneo hacia las comunidades y taxis colectivos Taxco – Iguala, con la finalidad de desahogar la zona crítica de la terminal de autobuses mediante una baja en el número de viajes que tienen que pasar por ella, desahogando un 12% de viajes aproximadamente, esto en base a los aforos realizados previamente; así mismo, se obtendrá un beneficio adicional, ya que, al no estar la terminal de autobuses en el lugar actual, bajarán las interferencias de los peatones en el flujo vehicular; de igual forma, el espacio que ocupa actualmente, podrá ser utilizado como tianguis sabatino de venta de plata, sustituyendo el que actualmente se coloca en las laterales de la Av. De Los Plateros, lo que provoca una mezcla perfecta para conflictos viales.

Sin embargo, no todo es favorable, la topografía es un gran reto que enfrentamos en la ciudad, ya que debemos adecuar todo tipo de construcción a ésta, lo que provoca que los proyectos incrementen sus costos, debido a los movimientos de tierras que se realizan, o por la elevación de las construcciones con motivo de nivelarlas a los accesos, así también, por los grandes cortes y muros de contención que se deben construir para optimizar los espacios; en las Figuras V.1 se muestra la localización en referencia con la ciudad de las terminales norte y sur, mientras que en las Figuras V.2 y V.3, nos muestra más a detalle la ubicación

de cada una de ellas en un entorno más cercano, finalmente, las Fotografías V.1 y V.2 muestran el terreno físico que ocupará cada terminal.

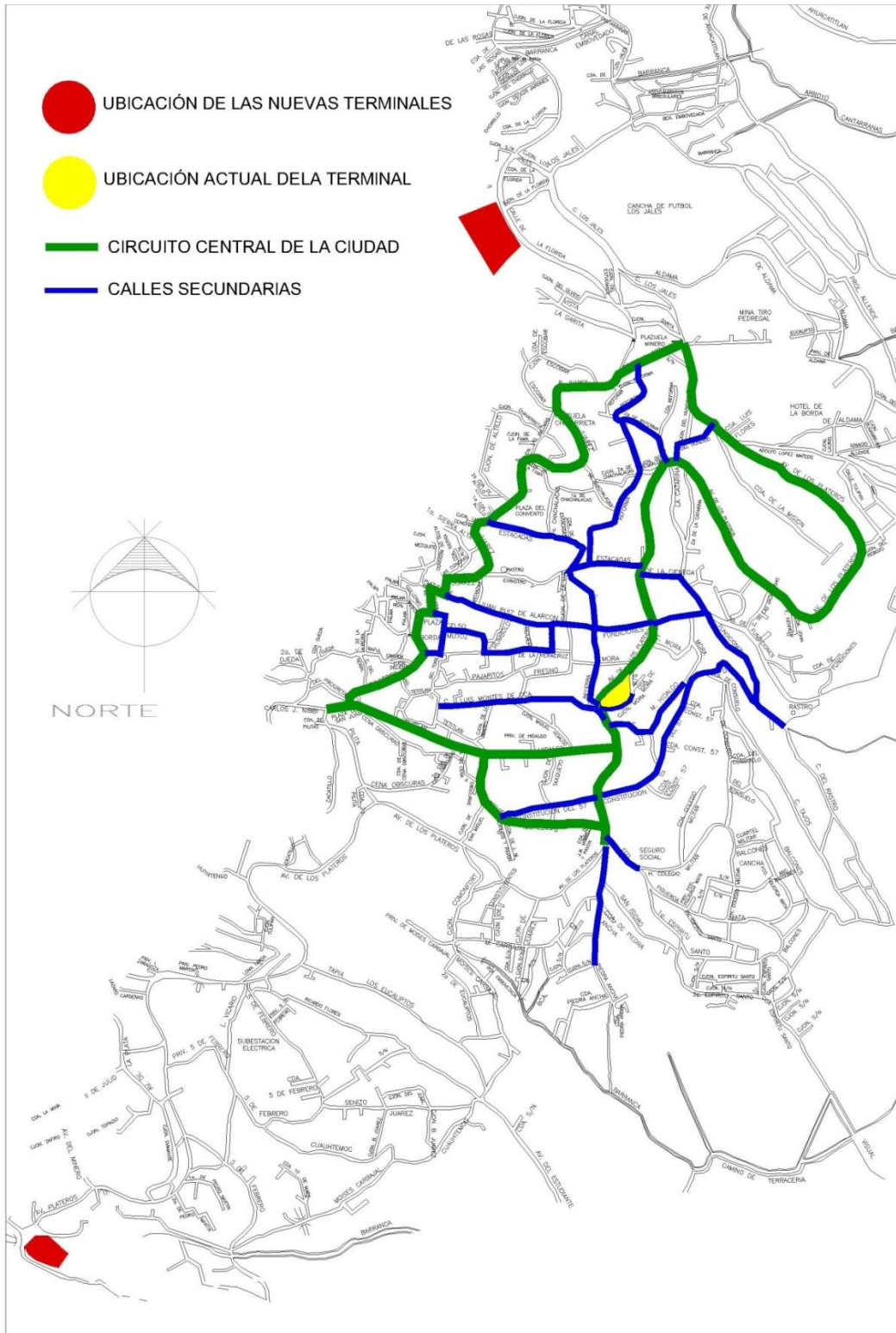


Figura V. 1 Ubicación de las dos terminales integrales.



Figura V. 2 Microlocalización de la terminal norte.

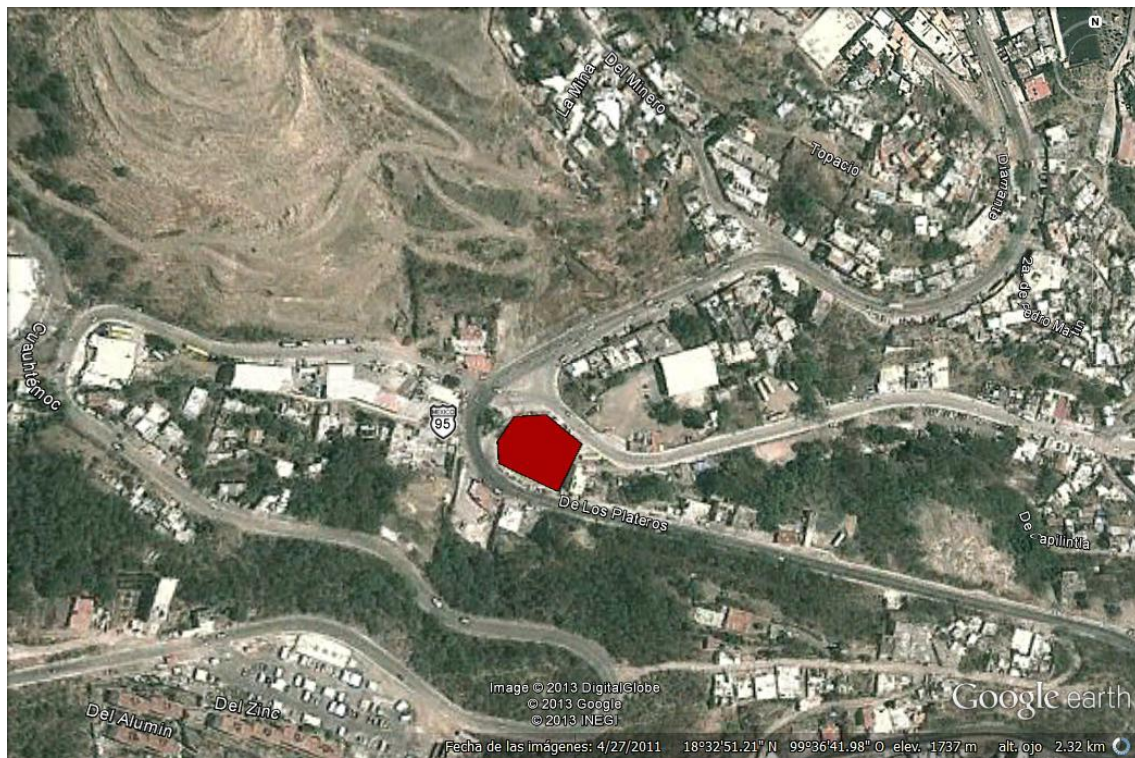


Figura V. 3 Microlocalización de la terminal sur.



Fotografía V. 1 Estado Físico del terreno de la terminal norte.



Fotografía V. 2 Estado Físico del terreno de la terminal sur.

## **V.2 ALTERNATIVA B: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA MEJORAR EL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD.**

Dentro del proceso de planeación del sistema vial, tenemos varias etapas, donde podemos dar solución a los problemas de movilidad vial.

Es entonces que en la presente alternativa abordaremos la solución desde las etapas de operación y monitoreo del sistema vial, ésta responsabilidad recae principalmente en los agentes de tránsito municipal, así como, en la normativa que regule el correcto funcionamiento de éste.

Desafortunadamente, los agentes de tránsito no cuentan con la capacitación adecuada para realizar esta importantísima labor, la capacitación que toman es en base a las señalizaciones utilizadas para operar el flujo vehicular y peatonal, el cual es impartido por autoridades de Tránsito Estatal. Sin embargo, ese tipo de capacitación es obsoleta, el presente en la ciudad nos pone un gran reto, el cual es capacitar a los agentes de tránsito de manera más profunda, técnica y especializada, siempre con un enfoque hacia la optimización de estrategias y acciones que permitan solucionar los problemas viales que presente el sistema, pero, esta capacitación no servirá, si no es acompañada de un reglamento de tránsito de la ciudad, que contenga las reglas generales para el tránsito de vehículos, peatones y otros usuarios motorizados y no motorizados, de las vialidades donde se permita y no estacionarse, donde se sustenten las funciones de los agentes, las obligaciones de las autoridades y usuarios de las vialidades; así también, debe contener reglamentaciones del transporte público, de las licencias y permisos de circulación, al igual que infracciones y sanciones, sin olvidar el rubro de la cultura y la información vial que es dirigido a toda la ciudadanía.

Bajo ésta premisa se propone, capacitar a los agentes de tránsito en diversos temas principalmente en educación y seguridad vial, tránsito público, marco jurídico normativo, control, logística y administración del sistema vial, como los más importantes; esto se complementa con cursos en escuelas, plazas cívicas, barrios y mediante difusión de spots en radio y televisión, dirigidos a la ciudadanía en general sobre educación vial, con la finalidad de ir cambiando los malos hábitos adquiridos a lo largo del tiempo; así mismo, se deberá elaborar el Reglamento de Tránsito de la Ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero, con la reglamentación mencionada en el párrafo anterior y promoviendo su estricto cumplimiento; procurando con todo lo anterior, operar de manera eficiente el sistema y generar las condiciones óptimas para el tránsito vial, siendo entonces, que se mejoraría la movilidad mediante la disminución de los tiempos de recorrido, bajando las incidencias de los peatones sobre las vialidades y optimizando la operatividad del sistema, sin una gran inversión de dinero, sino más bien, mejorando la política vial.

### **V.3 ALTERNATIVA C: REORDENAMIENTO VIAL DEL SISTEMA.**

Como se ha planteado previamente, el sistema vial no cuenta con una planeación que optimice los espacios públicos para estacionamiento, las vialidades y las características físicas del entorno, así mismo, se tiene una falta total de infraestructura peatonal en toda la red; observamos que no existen paradas de

transporte público bien delimitadas y planeadas, así como una total carencia de infraestructura secundaria para transporte público, lo que provoca un caos en el sistema, ya que se generan situaciones desfavorables para la movilidad en cada una de ellas.

Todo lo anterior afecta en diferentes medidas y principalmente a los tiempos de recorrido, incrementándolos considerablemente, esto se debe a la interrupción del flujo vehicular por el cruce de peatones en cualquier punto de las vialidades y por las unidades de transporte público estacionadas en doble fila y por un periodo prolongado de tiempo en paradas donde obstruyen el flujo vehicular.

De igual forma, existen vialidades primarias y secundarias que convergen en zonas donde existe una gran demanda, sobrepasando la capacidad que se tiene y generando problemas de congestión, esta planeación se genera por las características de la ciudad como su topografía, ocasionando una especial geometría en las calles, principalmente con pendientes muy elevadas y una alta sinuosidad, así también, como es un lugar turístico, la ciudad trata de no tener problemas de movilidad en el centro histórico, provocando con ello, que los viajes se desvíen y se desfoguen hacia la Avenida de los Plateros, principalmente a la zona de la terminal de autobuses, que es el lugar crítico del sistema.

Se debe considerar que los estacionamientos de cuota no alcanzan a cubrir las necesidades de la ciudad, debido a sus desproporcionados costos por hora, lo que motiva a los usuarios buscar un espacio sobre las vialidades donde traten de obstruir lo menos posible el tránsito, provocando que el flujo vehicular se torne lento en zonas con un elevado número de vehículos estacionados, lo que a su vez nos lleva a un incremento en las demoras y un bajo nivel de servicio.

Tomando en consideración las premisas anteriores se propone, la planeación de espacios de estacionamiento público con la finalidad de liberar las vialidades y ordenar éstos lo mejor posible, procurando controlarlos mediante los agentes de tránsito; los lugares que se pueden utilizar en las vialidades son principalmente en las plazuelas, siendo éstas la Plazuela del Exconvento, la Plazoleta de la Presidencia Municipal, la Plazoleta de Los Castillo, la Plazuela de la Garita, el Zócalo, la Plazuela de la Veracruz y la Plazoleta del Parque "Vicente Guerrero", que conjuntamente generan espacios para cerca de 130 vehículos, distribuidos espacialmente en toda la red, así mismo, los estacionamientos de cuota en la red tienen una capacidad de 495 espacios, sin embargo, se debe de implementar un costo homogéneo en todos ellos para que puedan ser más operativos, esto mediante la reglamentación de estacionamientos de cuota, con esto se contará con 625 espacios de estacionamiento, tomando en cuenta que los



estacionamientos de cuota tienen un horario de 8 de la mañana a 8 de la noche y cerca del 60% de los usuarios estacionan sus vehículos menos de una hora estaríamos sirviendo a cerca de 4500 usuarios con éstas características, también se debe de gestionar la ampliación de los estacionamientos existentes, así como la construcción de nuevos, lo que se reflejaría en la mejora de la movilidad sobre las vialidades despejadas, bajando los tiempos de recorrido y las demoras.

Para el adecuado funcionamiento del sistema de transporte público urbano (combis y taxis), se deben planear las paradas correctamente y vigilar que los conductores de las unidades no excedan los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros, no generen ésta acción sobre cualquier punto de la vialidad, no obstruyan la movilidad uno a otro y traten de que se afecte lo menos posible al sistema vial. Para lo cual primeramente se deben ubicar, señalar y construir las paradas del transporte público, posteriormente mediante la propuesta B, se debe capacitar a los agentes de tránsito sobre la operación del sistema de transporte con la finalidad de operarlo correctamente.

De manera similar a lo anterior se debe diseñar y construir infraestructura peatonal en la ciudad, principalmente puentes peatonales sobre la Av. De Los Plateros con el motivo de no interferir en el flujo vehicular al pasar de un extremo a otro de la calzada, igualmente en las vialidades donde no sea posible lo anterior, se deben confinar los carriles de circulación vehicular, procurando delimitar los espacios peatonal y vehicular, obteniendo así, una baja en la invasión vial por los peatones y la liberación de vialidades, así también, no se debe permitir estacionarse en lugares no indicados.

Finalmente se debe reorientar los sentidos de las vialidades de manera que se liberen zonas con alta demanda y se aproveche en lo posible la infraestructura vial existente.

Todo lo anterior implica un proyecto de planeación del sistema vial muy completo y complejo, para lo cual en la Figura V.4, se muestran los puntos mencionados, como el reordenamiento de los sentidos de las vialidades, la ubicación espacial de los estacionamientos, las vialidades que deben ser confinadas, la ubicación de los pasos peatonales y paradas de transporte público que deben utilizarse. Todo lo anterior generará una operatividad óptima del sistema, proporcionando una mejor movilidad, reflejada en la disminución de tiempos de recorrido, una experiencia más confortable para los conductores, una baja en los riesgos de accidentabilidad y en un mejor nivel de servicio.

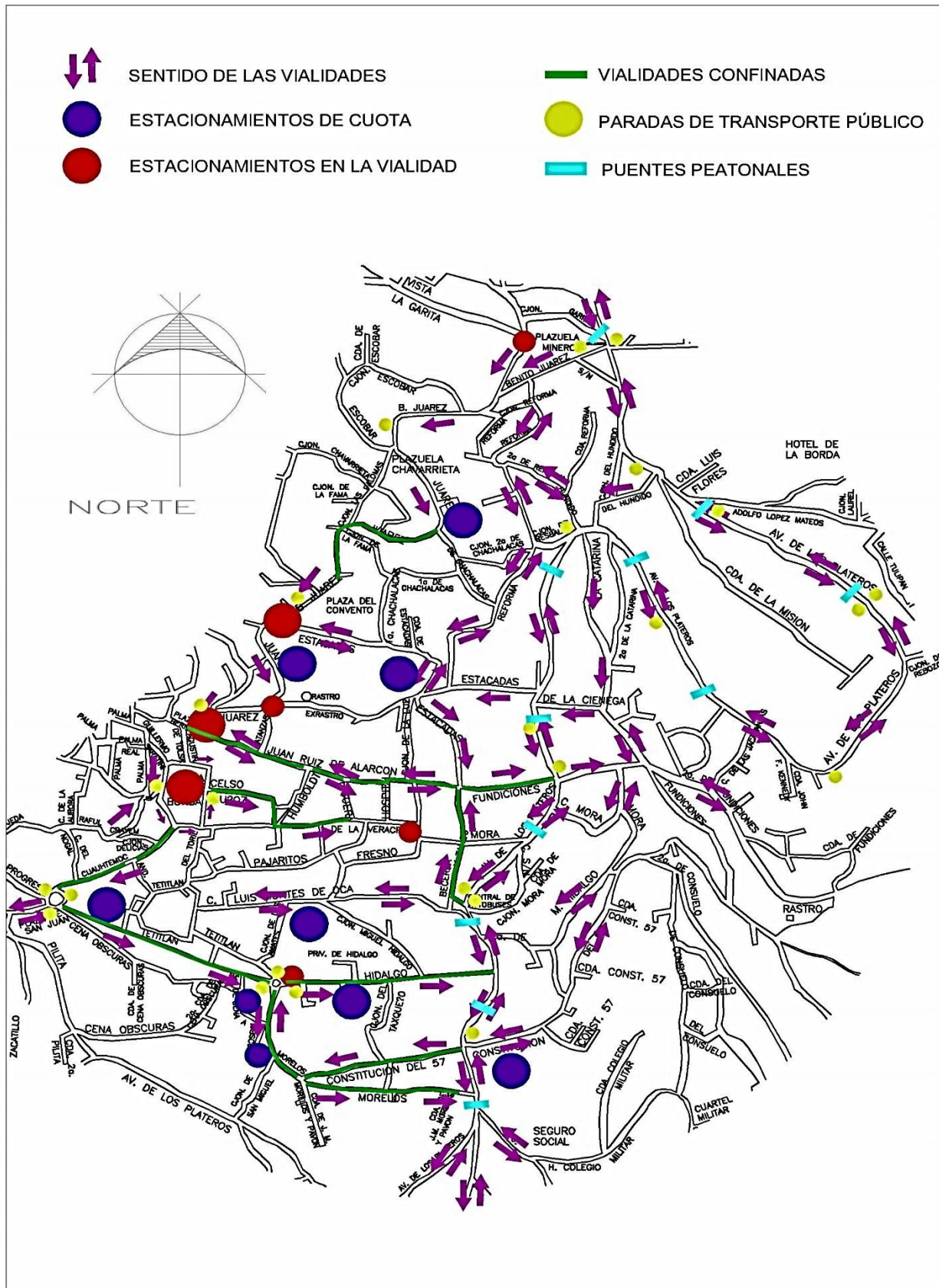


Figura V. 4 Modificación del sistema vial por medio de la alternativa C.

Las alternativas de solución presentadas deben llevarse a cabo de manera conjunta, sin embargo cada una plantea solución a situaciones específicas del sistema, por lo que cada una soluciona parte del problema general, sin embargo, no debemos olvidar que es un problema de carácter sistémico, por lo que la realización de cada una, modifica el comportamiento del sistema, presentándose nuevos tipos de conflictos.

Por esto, la combinación de las alternativas nos permite obtener una estimación sobre el mejoramiento en la movilidad de la ciudad, aun cuando la demanda aumente, sin embargo, debemos considerar los recursos disponibles para la realización de cada una de ellas, lo que en algunos casos crea una problemática temporal, y la necesidad de mayores recursos, por lo que debemos centrarnos en la que proporcione el mayor beneficio y menor costo, siendo entonces la óptima, que será determinada por una evaluación, motivo del capítulo siguiente.

## **CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

Las alternativas planteadas previamente, como se mencionó, dan solución al problema de movilidad desde su respectiva concepción, es decir, solucionan los problemas para los cuales fueron planteadas, por lo cual, debemos considerar que todas son igualmente válidas y pueden ser implementadas simultáneamente o por etapas, lo que motiva su evaluación técnica y socioeconómica, con el propósito de implementar la alternativa que nos proporcione mejores resultados.

La evaluación de un proyecto, cualquiera que este sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal forma que asegure resolver la necesidad humana para la cual fue concebido en forma eficiente, segura y rentable.

Para los proyectos de inversión gubernamental, como las acciones de las propuestas del capítulo anterior, el objetivo no es un beneficio económico como en una empresa privada, sino que se persigue tener un beneficio social, como es:

- Dar alternativas de circulación menos congestionadas que ahorren tiempo a los usuarios de la red.
- Dotar de nueva infraestructura vial que genere desarrollo.
- Mejorar la movilidad en las vialidades principales y secundarias existentes de manera que se optimice el sistema vial.
- Mejorar las políticas públicas en cuestión de movilidad.

Finalmente para poder evaluar las propuestas planteadas, se debe realizar un análisis cualitativo de las ventajas y desventajas de cada una de ellas, para que, en base a éstas y de manera objetiva se pueda seleccionar el orden de implementación.

Por esto, se vuelve necesario definir criterios que puedan medir las ventajas y desventajas, estando en función de las mejoras que genere cada una de ellas y vinculados con los usuarios del sistema, que son los automovilistas y los peatones, así mismo, se deberá contemplar que para todos los usuarios se satisfagan las necesidades de movilidad y accesibilidad, tanto en tiempo como en costo.

Finalmente los criterios dependerán de las etapas que se consideren dentro del proceso de implementación de las alternativas, las cuales son: planeación, ejecución y operación, quedando entonces los criterios como se muestran en la siguiente tabla:

ETAPA	CRITERIO
PLANEACIÓN	Viabilidad Técnica
	Costo de la alternativa
EJECUCIÓN	Tiempo
	Afectaciones temporales
OPERACIÓN	Afectaciones sociales
	Beneficios

**Tabla VI. 1 Criterios de evaluación.**

Al tener definidos los criterios de evaluación se genera una matriz de decisión cualitativa mostrada en la Tabla VI.3, sin embargo, esta matriz no es suficiente para poder determinar la solución más adecuada al problema de vialidad en la ciudad, por lo que entonces es necesario generar un sistema que de manera cuantitativa pueda medir las características de la matriz.

El sistema de medición que se utilizará se muestra en la Tabla VI.2:

ETAPA	CRITERIO	MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN
PLANEACIÓN	Viabilidad Técnica	$1 \leq x \leq 5$	Mientras la implementación de la alternativa sea más sencilla, la calificación que se le proporciona será mayor.
	Costo de la alternativa	$0 \leq x \leq -5$	Mientras el costo de la alternativa sea mayor, la calificación que se le dará será menor.
EJECUCIÓN	Tiempo	$1 \leq x \leq 5$	Entre menor sea el tiempo de ejecución, mayor calificación tendrá.
	Afectaciones temporales	$0 \leq x \leq -5$	Entre mayores afectaciones temporales genere la alternativa, menor será la calificación
OPERACIÓN	Afectaciones sociales	$0 \leq x \leq -5$	Entre mayores afectaciones a la sociedad genere la alternativa, menor será la calificación.
	Beneficios	$1 \leq x \leq 5$	Entre mayores beneficios genere la alternativa, mayor será la calificación.

**Tabla VI. 2 Sistema de Medición Cuantitativa.**

Finalmente se genera la matriz cuantitativa que se muestra en la Tabla VI.4 que nos permite decidir que alternativa debe de implementarse con mayor prioridad, ya que ésta arrojará los mejores resultados a la problemática, siendo para el caso la que mayor calificación obtenga.

ALTERNATIVA	PLANEACIÓN			EJECUCIÓN		OPERACIÓN	
	VIAVIIDAD TÉCNICA	COSTO	TIEMPO	AFECCIONES TEMPORALES	AFECCIONES SOCIALES	BENEFICIOS	
A. Construcción de terminales integrales de transporte terrestre.	La realización de esta actividad requiere de un proyecto de ingeniería especializado ya que no solo se trata de las instalaciones operativas de las terminales, también debemos observar la complejidad de su construcción, por las características topográficas y geológicas de la ciudad. Lo que abre la opción para realizar una licitación pública nacional.	Para la realización de esta alternativa se necesita una elevada inversión económica ya que es un gran proyecto de infraestructura. Esta inversión se debe de realizar en convenio con el sector privado de autobuses comerciales y los tres órdenes de gobierno.	La ejecución de ésta alternativa es de mediano plazo, es decir de 2 a 3 años.	Durante la ejecución se generarán afectaciones al sistema vial, principalmente en la terminal norte ya que se ubica cerca de la red central, esto debido a los trabajos que se tienen que realizar como movimiento de tierras y el abasto de insumos para la construcción, repercutiendo en el aumento de los tiempos de recorrido de los viajes que pasen por éstas.	Al realizar la alternativa planteada, nos enfrentaremos a un problema muy delicado, ya que al colocar las terminales en los extremos de la ciudad, los usuarios deberán emplear el sistema de transporte público local, pagando un pasaje extra para poder moverse a su destino final, situación que no va a ser muy bien vista por los usuarios, sin embargo, estos son costos que se tienen que afrontar.	Dentro de todo el sistema de implementación de la alternativa se pueden observar distintos beneficios, dentro de la ejecución, se generarán empleos, así mismo, generará mayor confort a los usuarios del sistema, debido a que se liberará la zona crítica de la red vial, generando un descongestionamiento de las vialidades que a su vez nos proporciona menores tiempos de recorrido y mayor eficiencia del sistema, así mismo, incrementamos el nivel de servicio en la zona crítica mediante el decremento de la demanda, como un beneficio indirecto se ubicará el tanguis sabatino, que afecta importantemente a la movilidad en las instalaciones que alojan la terminal actual.	
B. Políticas públicas para mejorar el sistema vial de la ciudad.	En primer lugar se necesita contactar a personal que pueda impartir los cursos planteados, primordialmente profesionales en sistemas de transporte. Así también, para realizar el Reglamento de Tránsito, se debe de contar con un equipo de expertos multidisciplinario, principalmente en las ramas del derecho, sistemas de transporte, ingeniería de tránsito, etc. Quienes serán los encargados directos de su elaboración. Finalmente los agentes ya capacitados deberán impartir pláticas de cultura vial en las escuelas, barrios y plazas cívicas, igualmente el personal de comunicación del H. Ayuntamiento tendrá que realizar los spots de divulgación del Reglamento así como de cultura vial correspondientes en coordinación con la Dirección de Tránsito Municipal.	La presente alternativa es la que menores costos económicos genera, ya que no es necesaria una inversión muy elevada, el mismo ayuntamiento puede cubrir los gastos, esto mediante el Programa de Desarrollo Institucional Municipal, que forma parte del Fondo del RAMO XXXIII para los municipios, donde menciona que se puede tomar el 2% del total del fondo, para varios aspectos dentro de los cuales está la capacitación del personal municipal, la difusión de las acciones empleadas en beneficio del municipio, así como para fortalecer al municipio como institución. Este 2% representa aproximadamente 1.8 millones de pesos.	Para la ejecución de ésta alternativa solo se necesita tiempo para la realización del Reglamento y la capacitación de los agentes, las otras actividades surgen posterior a éstas acciones. Se estima un tiempo de 4 a 6 meses.	Durante la ejecución de la alternativa no se generan afectaciones temporales.	Principalmente se afectará a la ciudadanía mediante las sanciones aplicables debido al incumplimiento del Reglamento de Tránsito.	Al llevar a cabo esta solución, se llegará a modificar uno de los principales puntos de fondo de la problemática, la cultura vial, lo que traerá consigo una mayor fluidez en el sistema, ya que al capacitar adecuadamente a los agentes de tránsito e intervenir en la cultura vial de los usuarios, generamos la mezcla correcta que optimiza la operación del sistema vial, igualmente al contar con el Reglamento de Tránsito, en cierta forma se obliga a los usuarios a cumplir con los parámetros que se enmarcan en éste, principalmente con el objetivo de mejorar la movilidad en la ciudad. Todo lo anterior se reflejará en una disminución en las demoras de los viajes por interferencia de los peatones sobre las vialidades, lo que nos da un mejor nivel de servicio.	

ALTERNATIVA	PLANEACIÓN		EJECUCIÓN		OPERACIÓN	
	VIAVIDAD TÉCNICA	COSTO	TIEMPO	AFECTACIONES TEMPORALES	AFECTACIONES SOCIALES	BENEFICIOS
C. Reordenamiento vial del sistema.	<p>Para la presente alternativa se tendrá que considerar la alternativa anterior y a que en varios aspectos nos apoyaremos en ella; la reordenación de la red empieza por el cambio de sentidos en las vialidades que sean necesarias, principalmente en las calles Miguel Hidalgo, Becerra y Tanco y Estacadas, posteriormente se deben liberar, esto mediante la ubicación de estacionamientos en lugares como las plazuelas, que pueden albergar vehículos estacionados sin interferir el flujo vehicular, de igual forma se deben reglamentar los estacionamientos de cuota así como gestionar la apertura de nuevos. Finalmente se debe de construir infraestructura menor del sistema vial principalmente peatonal, secundaria del transporte público y confinamiento de vialidades, estos trabajos se deben realizar en horarios que no interfieran las actividades diarias de la población. Todo lo anterior es factible y fácilmente ejecutable ya que el presente trabajo da un sustento técnico a cada uno de los puntos tratados, siendo entonces el diseño de las paradas de transporte público y los puentes peatonales el elemento de mayor complejidad.</p>	<p>Los costos económicos de la alternativa son principalmente en la infraestructura que se plantea construir que son 11 puentes peatonales, 24 paradas de transporte público incluidas 4 terminales temporales y 1700 metros aproximadamente de confinamiento. Estos conceptos son las partes de la propuesta que impactan los costos económicos, sin embargo no son comparables con los costos presentados en la propuesta A.</p>	<p>Para poder implementar la presente propuesta se estima un tiempo aproximado de un año, principalmente para poder construir la infraestructura necesaria y poder difundir los cambios de sentidos en las calles y las nuevas paradas autorizadas de transporte público.</p>	<p>Las afectaciones que se detectan son principalmente durante los trabajos de construcción de la infraestructura, sin embargo, éstos serán realizados durante la madrugada procurando afectar lo menos posible las actividades diarias de la población.</p>	<p>Las principales afectaciones que detectamos en la presente propuesta se dan en varios puntos. El primero es el cambio de sentidos que la población tiene que habituarse a ellos por lo que tendrán que ubicar nuevas rutas para sus destinos, dentro la liberación de las vialidades los usuarios automovilistas no podrán estacionarse en lugares no indicados y a que les generarán infracciones, siendo entonces que tendrán que buscar un espacio de estacionamiento público indicado o un espacio en los estacionamientos de cuota más cercanos a su destino, siempre y cuando exista oferta de espacios, generando con ello incomodidades; por otro lado, la adecuada planeación de las paradas de transporte público generarán inconformidades en los transportistas y a que serán regulados de forma más estricta y serán sancionados en medida del incumplimiento al Reglamento, las paradas cuentan con un espaciamiento no muy largo, sin embargo los usuarios tendrán que caminar para llegar a su destino final. Finalmente a los peatones se les deberá obligar a utilizar los puentes peatonales, esto mediante la no interrupción del flujo vehicular para ceder su paso.</p>	<p>Los beneficios que origina esta propuesta son muy importantes y a que se optimiza la operación del sistema sin tener que modificarlo considerablemente, esto se refleja en el transporte público al otorgar espacios destinados exclusivamente al uso de este subsistema, generando con ello una mayor fluidez al sistema general y a que no obstruye el tránsito en las vialidades como pasa ahora. Por otra parte al cambiar los sentidos de algunas vialidades damos mayor movilidad a la zona crítica de la terminal, y a que en las intersecciones con las que cuenta se restringen movimientos direccionales brindando menores movimientos de impedancia y mejorando el control retrasos; además se generan pequeños circuitos conectados entre sí que propician una alternativa de movilidad constante sin interferir considerablemente en el sistema general lo nos brinda una solución a la oferta de lugares de estacionamiento; por último al liberar las calles de automóviles estacionados, construir puentes peatonales y confinar los carriles de circulación proporcionamos menor rugosidad en las vialidades bajando con ello los niveles de maniobrabilidad de los usuarios, así como las interferencias de los peatones en las calles, brindando menores tiempos de recorrido, mayor confort a los usuarios y menor accidentabilidad.</p>

Tabla VI.3 Matriz Cualitativa de Alternativas.

ALTERNATIVA	PLANEACIÓN		EJECUCIÓN		OPERACIÓN		SUMA
	VIABILIDAD TÉCNICA	COSTO	TIEMPO	AFECTACIONES TEMPORALES	AFECTACIONES SOCIALES	BENEFICIOS	
A. Construcción de terminales integrales de transporte terrestre.	3	-4	1	-1	-2	4	1
B. Políticas públicas para mejorar el sistema vial de la ciudad.	4	-2	3	0	-4	2	3
C. Reordenamiento vial del sistema.	4	-3	2	-1	-1	3	4

Tabla VI. 4 Matriz Cuantitativa de Alternativas.

Finalmente con la tabla anterior podemos definir el orden de implementación de cada alternativa previamente propuestas, como se observa, la alternativa que genera mejores resultados dentro del sistema previamente planteado que contempla los costos y beneficios, es la propuesta C. Reordenamiento Vial del Sistema, sin embargo, debemos hacer un análisis del cuadro anterior, en donde se observan varios detalles que se deben atender.

La alternativa seleccionada no es la que nos brinda mayores beneficios en la operación pero si es la que menos afecta a la sociedad, tiene una viabilidad técnica similar a la propuesta B, esto se debe a que el presente trabajo brinda los estudios técnicos para la realización de la alternativa mientras que en la propuesta B se tiene que conjuntar un equipo multidisciplinario para poder realizar la mayoría de las actividades. Los costos económicos así como el tiempo de ejecución de la propuesta C, son de orden medio lo que se ve reflejado en el resultado final de la calificación. Ésta alternativa en cierta forma retoma parte de las otras dos propuestas pero se encamina más a solucionar el problema desde una perspectiva urbanística de la ciudad.

La propuesta B, es la alternativa que menores gastos genera así como la de menor tiempo de implementación, sin embargo, es la propuesta que mayores efectos negativos tiene, ya que se tiene que rigidizar el Estado de Derecho, para



poder operar el sistema, provocando con esto relaciones ásperas con los usuarios que presenten resistencia a las normas que se establecerán.

Finalmente la alternativa A, es la que mayores beneficios genera, sin embargo es la más costosa de todas y la que tardará más tiempo en implementarse lo que hará que las afectaciones temporales o pasajeras que se consideran se vuelvan situaciones estacionarias dentro del plazo de ejecución.

Con lo que se plantea en los párrafos anteriores se retoma la selección de la alternativa C, la cual consiste en cambiar los sentidos de algunas vialidades, principalmente las calles Miguel Hidalgo, Becerra y Tanco y Estacadas, con las dos últimas se libera parte de la demanda en la zona de la terminal de autobuses mediante la restricción de movimientos direccionales, también con los cambios planteados se plantea una solución parcial a la demanda de estacionamientos en la ciudad, ya que se crean microcircuitos que permiten a los automovilistas seguir en constante movimiento sin tener que ubicar un lugar para estacionarse y sin afectar el flujo vehicular ya que los circuitos se crean en zonas de calles secundarias y con baja demanda, se considera como solución parcial ya que solo sirve para aquellos usuarios que sus actividades dentro de la red central de la ciudad son momentáneas y que se acompañan de otra persona que pueda realizar las actividades; al cambiar el sentido a la calle Migue Hidalgo se genera una mayor fluidez sobre la vialidad debido a que actualmente se tiene en doble sentido y no cuenta con la capacidad geométrica necesaria para dos sentidos lo que genera un cuello de botella en la red, por esto al cambiarla a un solo sentido propiciamos la disolución del cuello de botella y por ende mayor fluidez tanto a la vialidad, como a toda la red, ya que es un corredor principal que se conecta con tres más (Morelos, Cuauhtémoc y Av. De los Plateros); otra actividad que se contempla dentro de esta propuesta es la liberación de vialidades de automóviles estacionados sobre ellas, esto mediante la ubicación de lugares de estacionamiento adecuados, principalmente en las plazuelas que son zonas que pueden albergarlos sin interferir en el flujo vehicular y que cuentan con una buena distribución espacial en la red, esta actividad nos generará menor maniobrabilidad en los usuarios y menor rugosidad en las vialidades brindándonos mayor fluidez y confort, así mismo se tienen que regular los estacionamientos de cuota existentes, esto apoyados en la propuesta B; Finalmente al construir puentes peatonales, paradas de transporte público y confinar carriles de circulación, damos respuesta a las necesidades operativas del sistema principalmente a la relación automóvil-peatón y al sistema de transporte público de pasajeros, ya que en primer lugar garantizamos la seguridad de tránsito de los peatones sobre las vialidades que tienen mayores riesgos de accidentabilidad y bajamos las incidencias de los

peatones sobre ellas, aportando con ello menores demoras en los tiempos de recorrido, igualmente atendemos la necesidad de la población de un sistema de transporte público digno y oportuno al proporcionar infraestructura que permita optimizar los espacios y tiempos del transporte público dando orden al subsistema.

Si bien la presente evaluación, nos arroja la selección de una alternativa, debemos insistir en que el problema de circulación en la ciudad se solucionará integralmente con la aplicación de las tres alternativas planteadas, ya que cada una soluciona una parte del problema presente, así mismo, debemos observar que el problema es multifactorial y sistémico, por lo que la respuesta debe ser en la misma sintonía, la cual se logra al conjuntar las alternativas planteadas.

Se debe recalcar que las alternativas propuestas, solucionan el problema de la condición inicial, sin embargo, al implementarse, modifican el fenómeno de tránsito y como sucede generalmente con estos fenómenos; al tratarse de sistemas complejos no reduccionistas, generan otro tipo de problemas, por lo que, cuando se han completado las fases de solución, las condiciones han cambiado y se tienen que considerar como una nueva condición inicial, es por esto que se debe tener un proceso continuo de estudio de las problemáticas e implementación de soluciones.

## **CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El constante crecimiento que se observa en la ciudad de Taxco de Alarcón, ha ido modificando la situación de movilidad y accesibilidad del sistema vial, provocado por una serie de factores como el incremento de la demanda de viajes en zonas específicas, la mala planeación tanto del sistema vial como del sistema de transporte público, la mala distribución de las instalaciones de equipamiento, el desinterés de la población y del gobierno para mejorar la situación y el entorno geográfico de la ciudad.

Siendo entonces la problemática planteada motivo del presente trabajo de tesis y siendo su objetivo dar una solución que nos permita mejorar dicha situación mediante la optimización de los recursos existentes.

Como todo proyecto de desarrollo, el presente trabajo se realizó mediante un método de integración que contempla los pasos para lograr el objetivo planteado, los cuales se desarrollan a lo largo del trabajo y se describen de la siguiente manera:

Detección de la problemática:

En los capítulos I, II y III, se presenta y se describe la problemática encontrada en la ciudad, en donde pudimos detectar mediante la observación al sistema, una serie de factores que contrarrestan la movilidad y operatividad de la red vial, siendo estos principalmente de origen administrativo y operativo, partiendo primeramente desde la planeación de los sentidos de circulación de las calles que en algunas zonas son inoperantes y generan congestionamiento, igualmente se observa una incorrecta operación del sistema por los agentes de tránsito al no administrar correctamente los tiempos de circulación en las intersecciones, provocando una cadena de sucesos que generan congestionamiento en la zona medular del sistema y por ende se extiende a la mayoría de las vialidades de la red central de la ciudad, así también, el subsistema de transporte público se encuentra abandonado, no se cuenta con infraestructura que permita optimizar la operación de éste en todas sus fases, por esta razón existe una anarquía en el subsistema provocando asensos y descensos de pasajeros sobre cualquier punto de las vialidades, unidades estacionadas en doble fila y el clásico forcejeo para ganar el pasaje, estos problemas se detectan dentro del subsistema de transporte público, más sin embargo, al coexistir dentro del sistema vial afecta directamente la operatividad de éste, lo que nos lleva a observar que los agentes de tránsito no

pueden operar correctamente el sistema por no estar debidamente capacitados y por no tener un reglamento que de pauta para poder implementar orden al sistema, por otro lado, la topografía y geología de la ciudad generan que las vialidades sean especiales y debido a estos factores restringen la capacidad vial del sistema, finalmente otro de los puntos clave observados, es la interrupción del flujo vehicular por la interferencia de los peatones sobre las vialidades debido principalmente a la inexistente infraestructura peatonal en la ciudad y a la falta de cultura vial de los usuarios.

Todo lo anterior nos lleva entonces a plantear una problemática multifactorial de la ciudad en cuestiones de movilidad y accesibilidad de los usuarios al desarrollo cotidiano de las actividades socioeconómicas, generado por todos los factores mencionados y que se ven reflejados principalmente, en altas demoras en los tiempos de recorrido, congestión de las vialidades de todo orden, contaminación del medio ambiente, insatisfacción de los usuarios y costos económicos.

#### Análisis y medición de la problemática:

Si bien en la etapa anterior se plantea el problema principal, dentro de esta etapa del trabajo nos dedicamos a determinar y analizar la magnitud de cada factor en la operatividad del sistema, esto mediante los estudios realizados en los capítulos III y IV, dentro de los que se realizó una encuesta origen-destino para estimar los viajes realizados diariamente en la ciudad, los orígenes y destinos de los mismos, los modos de transporte utilizados, los horarios de los viajes y los propósitos principales; otro estudio efectuado fue la distribución espacial y capacidad de los estacionamientos de cuota que existen en la ciudad, así como los estacionamientos sobre las vialidades, igualmente se analizan los sentidos de circulación para determinar las zonas de mayor demanda de viajes en la ciudad, así mismo se jerarquizan las vialidades de manera física, funcional y operacional arrojándonos con todo esto un análisis profundo de la problemática; al poder determinar qué zonas son las que mayor convergencia de viajes tienen, se realizaron aforos continuos y direccionales para poder medir y describir la demanda en cada una de ellas, además de la demanda en cada zona e intersección del sistema, el estudio de aforos nos proporciona la distribución de los viajes a lo largo del día mediante una variación horaria, de manera análoga nos otorga una variación diaria durante una semana, además de determinar las horas en que se presenta la máxima demanda en cada una de las zonas de estudio y el número de viajes que se presentan durante ésta; igualmente mediante el estudio

de aforos direccionales, se mide la demanda de cada movimiento en las intersecciones del sistema en la hora de máxima demanda, es decir, el número de vehículos y el movimiento que realizan en cada intersección del sistema; todo lo anterior se desagrega por tipo de vehículo.

Al medir la demanda mediante los aforos, nos permite obtener el nivel de servicio que presenta cada una de las zonas e intersecciones, brindando con ello una calificación y una estimación del comportamiento operacional de cada intersección y vialidad.

#### Generación y evaluación de soluciones:

El proceso anterior de análisis y medición de las características y factores que contrarrestan la demanda, capacidad y operación del sistema nos dan las herramientas necesarias para poder plantear soluciones a los distintos factores que incurren en el problema central de movilidad en la ciudad, para lo cual en capítulo V, se describen tres propuestas de solución enfocadas cada una de ellas a solucionar o mitigar el problema desde sus respectivos planteamientos, la primer propuesta nos plantea la construcción de dos terminales integrales de transporte terrestre lo cual dará menor demanda en la zona medular de la red vial bajando aproximadamente un 12% los viajes en ésta y liberando en forma de cadena un descongestionamiento de todo el sistema; la segunda propuesta retoma la capacitación correcta de los agentes de tránsito, la elaboración del Reglamento de Tránsito Municipal y un cambio profundo en la mala cultura vial adquirida a lo largo de años, propiciando con estos puntos orden en el sistema y principalmente generando las condiciones de una correcta administración, adecuándola a las condiciones socioculturales y económicas de la ciudad; finalmente la tercer propuesta consiste en reordenar el sistema vial, principalmente en la cuestión del subsistema de transporte público, en la interacción vehículo-peatón y la corrección de los sentidos en las vialidades para brindar mayor fluidez en el sistema, esto se logra con la construcción de infraestructura secundaria para el subsistema de transporte público, la confinación de carriles de circulación en donde las interferencias de los peatones en las vialidades afectan la movilidad considerablemente delimitando los espacios de cada tipo de usuario, la construcción de puentes peatonales en la Av. De Los Plateros y la restricción y modificación de movimientos y sentidos en la zona medular del sistema y la vialidad principal Miguel Hidalgo.

Finalmente se realizó una evaluación técnica, económica y social de cada alternativa planteada de manera que pudimos elegir aquella que nos proporciona mejores resultados, siendo la tercera de ellas la propuesta seleccionada y que plantea el reordenamiento vial del sistema.

Con esta última fase del proceso de desarrollo, cumplimos con el objetivo planteado y que motivó el presente trabajo de tesis al poder dar una alternativa integral que optimiza los recursos con los que cuenta el sistema vial y brindando con ella desarrollo social.

Sin embargo, debemos señalar que para poder solucionar la problemática actual se deben implementar todas las alternativas planteadas ya que sólo en conjunto, modifican todos los factores que afectan la movilidad en la ciudad. Así también señalamos que al tratarse de un proceso de planeación el cual se debe retroalimentar y de un sistema que al modificar uno de sus elementos este sufre cambios, debemos de considerar que los planteamientos de solución, generarán otras situaciones que se deberán considerar como una nueva problemática del sistema y que deberán ser estudiadas en su momento.

Si bien se ha dicho que se cumplió con el objetivo planteado en el trabajo, también la elaboración de éste me permitió de forma personal y profesional observar los problemas reales y como poder dar solución a ellos mediante la aplicación de conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de mi preparación profesional y mediante un proceso estructurado de planeación.

**BIBLIOGRAFÍA****1. Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones**

Rafael Cal y Mayor R, James Cárdenas G.  
Alfa Omega, México, D.F. 8ª Edición. 2007.

**2. Manual de Capacidad Vial**

Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
México, D.F. 1985

**3. Highway Capacity Manual 2010**

Transportation Research Board  
National Research Council, Washington D.C. 2010

4. **Censo de Población y Vivienda 2010.** Inegi.

5. **Anuario Estadístico de Guerrero 2010.** Inegi.

**6. Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012.**

H. Ayuntamiento Municipal de Taxco de Alarcón, Guerrero

**7. Encuesta Origen-Destino 2007,**

Inegi, Gobierno del Distrito Federal, 2007.

**8. Información para el Planeamiento del Transporte Regional**

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.  
Luis Miguel Girardotti, 2003.

**9. Tamaño de una Muestra para una Investigación.**

Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar.  
Mariela Torres, Karim Paz.  
Guatemala, 2006.

**10. Highway Capacity Software**

McTrans, 2010

**11. Signalized and Unsignalized Intersection Design and Research Aid**

SIDRA Intersection 5.1