

01149
40



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROBLEMÁTICA DE LA VIALIDAD DEL CENTRO
HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MORELIA,
MICHOACÁN.

TESIS

Como requisito para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería

(Transporte)

Presenta

JAIME SAAVEDRA ROSALES

DIRECTORA DE TESIS

DRA. ANGÉLICA LOZANO CUEVAS



MÉXICO, D.F.

Marzo 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

| <u>INDICE</u> | <u>PAGINA</u> |
|---|---------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. ANTECEDENTES | 3 |
| 1.1 IMPORTANCIA DEL CENTRO HISTORICO DE MORELIA | |
| 1.2 BASES JURÍDICAS | |
| 1.2.1. Legislación Federal | |
| 1.2.2. Legislación Estatal | |
| 1.2.3. Legislación Municipal | |
| 2. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO | 14 |
| 2.1. UBICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA CIUDAD DE MORELIA | |
| 2.2. DELIMITACION DE LA ZONA DEL CENTRO HISTORICO | |
| 2.3. PERFIL DEMOGRAFICO | |
| 2.3.1. Población de la Ciudad | |
| 2.3.2. Población en el Centro Histórico | |
| 2.4. TURISMO EN MORELIA | |
| 2.5. ESTRUCTURA URBANA DEL CENTRO HISTORICO | |
| 2.5.1. Trazo de Sectores y Barrios | |
| 2.5.2. Zonas de Actividades Específicas | |
| 2.5.3. Uso de Suelo | |
| 2.6. EQUIPAMIENTO URBANO | |
| 2.7. RED VIAL Y ESTACIONAMIENTO | |
| 2.7.1. Red Vial | |
| 2.7.2. Estacionamiento | |
| 2.8. TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS | |
| 2.9. REFERENCIAS URBANAS | |
| 2.9.1. Los Espacios Públicos | |
| 2.9.2. Las Sendas y Ejes de Valor Formal | |
| 2.9.3. Elementos Destacados de la Imagen Urbana | |
| 3. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA | 42 |
| 3.1. IMAGEN URBANA | |
| 3.2. PROBLEMÁTICA GENERAL DEL CENTRO HISTÓRICO | |
| 3.2.1. Población | |
| 3.2.2. Suelo | |
| 3.2.3. Vivienda | |
| 3.2.4. Vialidad y transporte | |
| 3.2.5. Espacios públicos | |
| 3.2.6. Infraestructura | |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

| | |
|--|------------|
| 3.2.7. Equipamiento | |
| 3.2.8. Medio ambiente | |
| 3.2.9. Patrimonio edificado | |
| 3.3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA | |
| 3.4. RELACIÓN ENTRE EQUIPAMIENTO Y PROBLEMAS DE VIALIDAD | |
| 3.5. PROBLEMAS DE LA ESTRUCTURA VIAL | |
| 3.6. PROTECCIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO MEDIANTE EL MEJORAMIENTO DE LA VIALIDAD | |
| 4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA | 54 |
| 4.1. ORIGEN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | |
| 4.2. FUNCIONES Y PRINCIPALES COMPONENTES DE UN SIG | |
| 4.3. SIG-1 | |
| 4.4. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN SIG | |
| 4.5. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA | |
| 4.5.1. Representación y Codificación de la Red Vial | |
| 4.5.2. Integración de la Información Espacial | |
| 5. ASIGNACIÓN DE TRÁFICO | 73 |
| 5.1. ¿QUÉ ES UN MODELO MATEMÁTICO? | |
| 5.2. MATRIZ ORIGEN-DESTINO | |
| 5.3. PROCESO DE ASIGNACIÓN DE VIAJES | |
| 5.4. MODELOS DE ASIGNACIÓN DE TRÁFICO | |
| 6. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA | 83 |
| 6.1. RED VIAL | |
| 6.2. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS GENERADORAS Y ATRACORAS DE TRÁFICO | |
| 6.3. ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ ORIGEN-DESTINO | |
| 6.4. ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO | |
| 6.5. MEJORAMIENTO DE LA VIALIDAD EN EL CENTRO HISTÓRICO | |
| CONCLUSIONES | 101 |
| REFERENCIAS | 103 |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

| | |
|--|-----|
| ANEXO A. PATRIMONIO | 106 |
| A.1. Patrimonio Edificado | |
| A.2. Patrimonio Natural | |
| A.3. Patrimonio Intangible | |
| ANEXO B. ANTECEDENTES HISTÓRICOS URBANOS | 111 |
| ANEXO C. COMERCIO INFORMAL | 113 |
| ANEXO D. TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS | 116 |
| ANEXO E. VIALIDADES DEL CENTRO HISTÓRICO DE ACUERDO A SU ANCHO DE CALZADA | 119 |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional experimentado en la ciudad de Morelia Michoacán a partir de los años 80's, el cual se ve claramente reflejado en sus actuales desarrollos urbanos, conjuntamente con su posición geográfica de enlace con los principales corredores comerciales e industriales de la zona centro de nuestro país, subrayan la importancia económica, política y social de la ciudad. Este crecimiento físico y poblacional, vino aparejado a un cambio de uso del suelo urbano y de su infraestructura vial, cubriendo las exigencias del momento pero sin una planeación definida.

Desde hace más de una década, la ciudad está en la búsqueda de soluciones armónicas para rescatar su Centro Histórico, el cual sufre de una alta concentración de bienes y servicios en un área muy restringida a la que sus habitantes tienen que acudir día a día.

La red vial del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, está formada por un sistema ortogonal de calles más o menos rectas, con anchos que oscilan de los 3 a los 20 metros y con discontinuidades producto de los remates arquitectónicos, usados para realzar la importancia de determinadas edificaciones pero que dificultan el flujo vehicular.

Este estilo se reprodujo imperfectamente a la medida que la ciudad fue creciendo, sufriendo adaptaciones derivadas de los accidentes topográficos como los ríos o las pendientes de las lomas. De esta manera, los alineamientos de las calles actuales presentan frecuentes cambios de dirección; los anchos de calzada de sus calles y avenidas no son constantes y comúnmente también existen discontinuidades en las arterias, derivadas de estilos arquitectónicos como los remates arquitectónicos y topográficos. Más recientemente, sobre todo en la periferia, se manifiestan discontinuidades debido a la anarquía de los nuevos asentamientos.

Conjuntamente, un importante flujo vehicular circula diariamente en el Centro Histórico. Esta concentración vehicular está estrechamente vinculada con los motivos de viaje, generados por los usos de suelo y los equipamientos existentes en el Centro Histórico. De aquí que, se percibe que existe una gran problemática en la vialidad del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, Michoacán, problemática que requiere ser estudiada.

En este trabajo de tesis se muestran las enormes ventajas que se tienen hoy en día, con el uso de Sistemas de Información Geográfica para Transporte (SIG-I) y modelos de asignación del tráfico, para el estudio del tráfico vehicular en diferentes escenarios del tipo ¿qué sucede sí?. Este tipo de estudios permiten

analizar y elaborar diversas propuestas para el mejoramiento del flujo vehicular, estimando sus posibles efectos antes de llevar a la práctica cualquier modificación en la red vial. En este trabajo de tesis se estudia la problemática en la vialidad del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, Michoacán, y se muestra un ejemplo de aplicación de los SIG-I y los modelos de asignación del tráfico para el Centro Histórico.

Como se ha dicho anteriormente, el caso de estudio de esta tesis es el Centro Histórico de la ciudad de Morelia, en el estado de Michoacán de Ocampo. Uno de los motivos por los cuales se decidió analizar la problemática de la vialidad del Centro Histórico de Morelia, fue la existencia de un sustento jurídico para la protección de la ciudad, la cual es *Patrimonio de la Humanidad*. Este sustento se describe en el Capítulo 1.

En el Capítulo 2 se describe la zona de estudio; se delimita el Centro Histórico de Morelia, y se describen las características del territorio que influyen de alguna manera en la vialidad (población, turismo, estructura urbana, equipamiento, red vial, estacionamiento, y transporte público de pasajeros).

La concentración de servicios en el municipio de Morelia y en particular en el Centro Histórico de la ciudad, genera diversos problemas que contribuyen de forma directa al deterioro de la ciudad. En el Capítulo 3 se identifica la problemática principal del Centro Histórico, sobre todo aquella relacionada con el deterioro de la vialidad.

En el Capítulo 4 se presentan, de una manera general, los Sistemas de Información Geográfica, especialmente los SIG-T. Se describe además la forma en que se realiza la integración de la información del Centro Histórico de Morelia, al SIG-I.

El modelo utilizado para la estimación del tráfico, se presenta en el Capítulo 5. Aquí se describe la matriz origen-destino (información de entrada del modelo) y el proceso de asignación del tráfico, y se muestra el modelo matemático que representa el problema de equilibrio del usuario.

Finalmente en el Capítulo 6, se muestra una aplicación del uso de los SIG-I y los modelos de asignación de tráfico, para el estudio de la vialidad del Centro Histórico de Morelia. Se destaca la importancia del Centro Histórico en la producción y generación de viajes en Morelia; se estiman los flujos vehiculares; se analiza la relación entre la demanda (flujo estimado) y la capacidad y el ancho de la vialidad, identificando segmentos conflictivos y cuellos de botella; y por último se hacen algunas recomendaciones para el mejoramiento de la vialidad en el Centro Histórico de Morelia.

1. ANTECEDENTES

El saber integrar los aspectos legales contenidos en nuestro marco jurídico, con el conocimiento del patrimonio edificado e histórico de cualquier ciudad, estado o país que se gobierne, es fundamental para preservar su identidad nacional.

En la últimas décadas del siglo XX, algunas ciudades de nuestro país, han experimentado los impactos negativos de la modernidad y del mundo globalizado actual, lo cual se refleja en el deterioro de sus imágenes urbanas. Lo anterior ha llevado a la reflexión de algunos organismos internacionales, como la UNESCO, y nacionales, como el INAH, así como de grupos civiles organizados, para tratar de preservar el aspecto típico y colonial que actualmente algunas ciudades aún conservan.

1.1. IMPORTANCIA DEL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA

La zona central es el comienzo de la ciudad y es testimonio de la historia de la misma; así, su traza, sus espacios abiertos y su edificación conjuntamente con el tejido social, conforman estructuras ambientales y un patrimonio cultural de riqueza invaluable: el *Centro Histórico*.

Este patrimonio comunitario, constituye además un recurso material, fundamental para el desarrollo económico de la ciudad. Es en las zonas centrales de la ciudad, donde se concentran las actividades comerciales, político-administrativas, educativas, recreativas y culturales de la misma, lo que genera un constante estímulo al incremento del costo del suelo y a la especulación inmobiliaria. El interés creciente por aprovechar la rentabilidad del suelo en el Centro Histórico, estimula los cambios de uso que expulsan a la población residente y que generan el deterioro del patrimonio edificado.

Como en casi todas las ciudades antiguas de nuestro país, el símbolo representativo de su pasado lo constituye su Catedral. La arquitectura civil y religiosa de Morelia, fue influenciada por este monumento del siglo XVIII (ver figura 1.1).



Figura 1.1.- Catedral Metropolitana de Morelia

Así mismo, el centro de la ciudad fue el núcleo generador del establecimiento de la infraestructura edificada para sus principales actividades comerciales, político-administrativas, educativas, recreativas y culturales, etc.

Un ejemplo de infraestructura para actividades económicas es la Calle Santiago Tapia, que se muestra la figura 1.2.

Ejemplos de infraestructura para actividades político-administrativas son el Palacio de Gobierno y el Palacio Federal, que se muestran en las figuras 1.3 y 1.4, respectivamente. El Palacio de Gobierno es un hermoso edificio de delicadas líneas arquitectónicas y bellas arquerías que circundan sus patios. La escalera principal y los corredores del segundo nivel en el primer patio, fueron decorados por el maestro Alfredo Zalce con murales al fresco que evocan nuestra historia con sus luchas y conquistas, costumbres de nuestro pueblo y bellos pasajes michoacanos. El Palacio Federal es un edificio de estilo ecléctico afrancesado. Aquí funcionó el elegante colegio Teresiano de Guadalupe, a donde acudían las niñas y señoritas de las distinguidas familias morelianas. A partir de 1935 es recinto del gobierno federal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

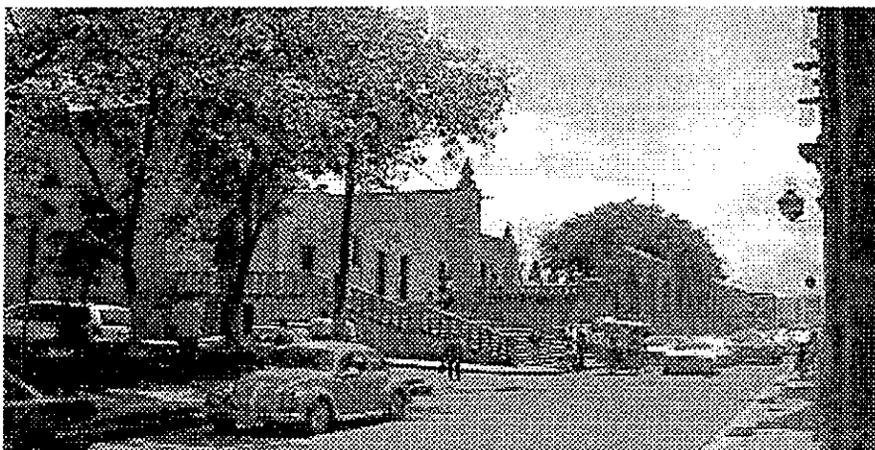


Figura 1 2 - Calle Santiago Tapia



Figura 1 3 - Palacio de Gobierno

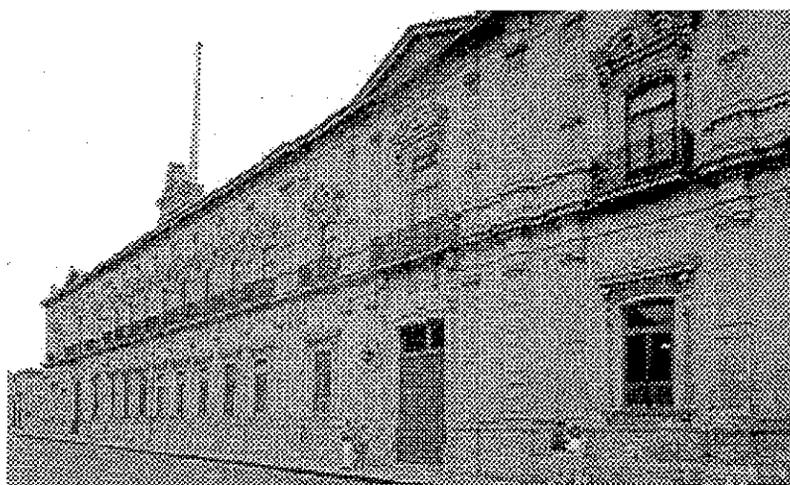


Figura 1 4 - Palacio Federal

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El Colegio de San Nicolás U.M.S.N.H., que se muestra en la figura 1.5, es un ejemplo de infraestructura para actividades educativas. Por aulas y corredores de este ilustre plantel transitaron hombres como Hidalgo, Degollado, Ocampo, entre muchos otros, quienes han modelado nuestra nacionalidad. Reconstruido en el siglo XIX en estilo Neoclásico, en su patio principal se levanta un monumento a Hidalgo, rodeado de jardines.

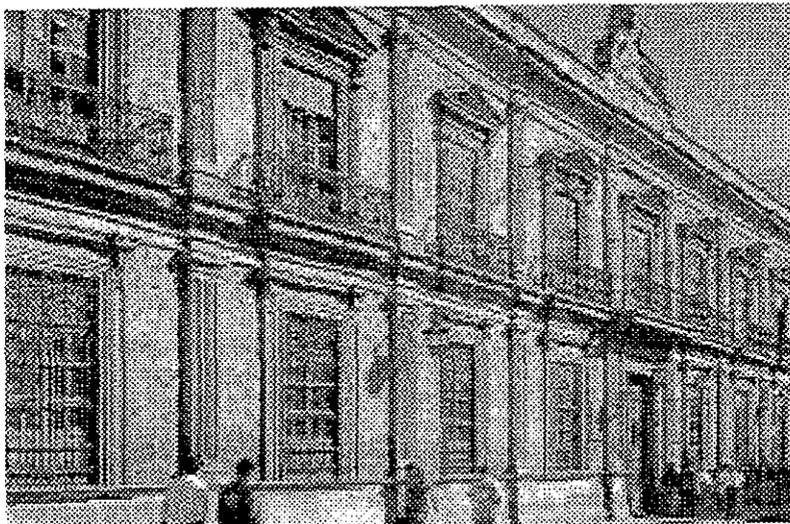


Figura 1.5.- Colegio de San Nicolás, U.M.S.N.H.

Las figuras 1.6 y 1.7 muestran ejemplos de infraestructura para actividades recreativas y culturales. La figura 1.6 muestra el Jardín de las Rosas, precioso rincón moreliano conocido también como jardín Luis González Gutiérrez. La fuente se colocó en 1868, y en 1949 se le agregaron las estatuas en bronce de Miguel Cervantes Saavedra y Don Vasco de Quiroga. La figura 1.7 muestra el Templo y Conservatorio de las Rosas, de gran belleza arquitectónica, auténticas joyas del siglo XVIII. Se entremezclan en este lugar la historia, tradición y leyendas en una acogedora rinconada que invita al descanso y meditación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figura 16 - Jardín de las Rosas

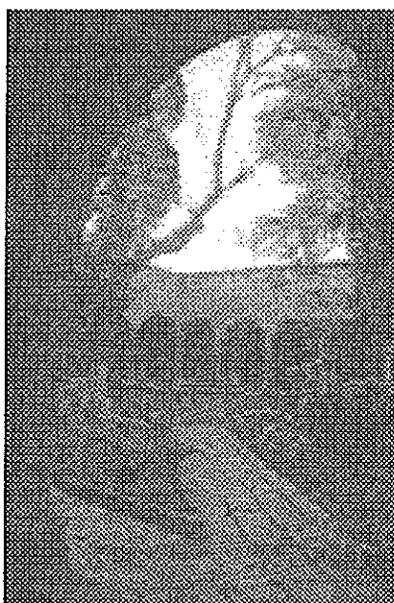


Figura 17.- Templo y Conservatorio de las Rosas

1.2. BASES JURÍDICAS

El elegir realizar un análisis de la problemática de la vialidad del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, no fue una decisión subjetiva, por el contrario, se sabía que había una razón jurídica que sustentaba la protección de la ciudad, por ser declarada *Patrimonio de la Humanidad*.

La tabla 1.1 muestra el resumen de las bases jurídicas relativas a la ciudad de Morelia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.1 Legislación Federal

Las reformas en la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, a los artículos 27, 73 y 115 fracción IV, señalan los fundamentos para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el país.

El artículo 27 establece que: "La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que indique el interés público, así como el regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población..."

El artículo 73 le da al congreso facultades para: "expedir las leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los estados y municipios en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de asentamientos humanos, con el objeto de cumplir los fines previstos en el artículo 27 de la constitución..."

El artículo 115 establece que: "Los estados tendrán como base de organización política y administrativa, al municipio libre conforme a las bases siguientes: ... Los municipios en los términos de las leyes federales y estatales están facultados para aprobar y administrar la zonificación, controlar y vigilar la utilización del suelo, otorgar licencias y permisos de construcción; para tal efecto y de conformidad con el artículo 27 constitucional, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios..."

La ley general de asentamientos humanos (publicada en el diario oficial el 21 de Julio de 1993), establece las atribuciones de los municipios con relación al desarrollo urbano, y señala en el artículo 5 fracción VII que: "Se considera de utilidad pública la protección del patrimonio cultural de los centros de población..."

El artículo 9 señala dentro de las atribuciones de los municipios, "formular, aprobar y administrar los planes de desarrollo urbano, así como, vigilar su cumplimiento de conformidad con la legislación local..."

Los artículos 15 y 16 señalan que los planes de desarrollo urbano serán aprobados de acuerdo a las formalidades y procedimientos previstos en la legislación estatal.

La ley general de equilibrio ecológico y de protección al ambiente, en el artículo 23 señala los criterios que deberán considerarse en la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, para contribuir al logro de la política ambiental.

1.2.2 Legislación Estatal

La ley de desarrollo urbano del estado de Michoacán de Ocampo (publicada el 15 de junio de 1995), dispone en el artículo 1 que ésta: "tiene por objeto, la ordenación, regulación y desarrollo de los centros de población; establece las normas conforme a las cuales el gobierno del estado y los ayuntamientos ejercerán sus atribuciones en materia de elaboración, aprobación y ejecución de programas de desarrollo urbano, así como la determinación de provisiones, usos, reservas y destinos de áreas y predios, y la autorización de su utilización...."

Dentro del artículo 2 se declara de utilidad pública la conservación y protección del patrimonio cultural y natural de los centros de población.

El artículo 4 señala: "Las acciones previstas en esta ley tenderán a mejorar las condiciones de vida de la población mediante la participación de la comunidad, a través de sus organismos legalmente constituidos, en la elaboración, revisión y ejecución de los programas de desarrollo urbano"

El artículo 5 prevé la realización de programas parciales de aplicación en un área determinada de un centro de población.

El artículo 14 establece que "Corresponde a los municipios: formular, aprobar, administrar, evaluar, vigilar y modificar dentro de su jurisdicción, los programas municipales de desarrollo urbano, y los que de ellos se deriven; de igual manera, la administración de la zonificación prevista en los mismos...."

El artículo 36, sobre el contenido de los programas de desarrollo urbano, señala los elementos que deben comprender los mismos: "Introducción, diagnóstico, objetivos, estrategias, metas, acciones de inversión, bases financiero programáticas, proyectos estratégicos, corresponsabilidad sectorial, criterios de concertación, instrumentos, estructura de evaluación y anexo gráfico".

El artículo 50, sobre los programas parciales de desarrollo urbano, señala que éstos: "ordenan y regulan un área específica, precisando la zonificación y determinando las acciones de conservación, mejoramiento o crecimiento...."

Con respecto a la conservación en el estado, el artículo 98 dispone: "La conservación de los centros de población es la acción tendiente a mantener el buen estado de los edificios, plazas y espacios públicos, parques, así como la salvaguarda, protección y restauración del patrimonio cultural..."

El artículo 99 indica que: "Se consideran zonas dedicadas a la conservación, las que por sus características ambientales cuenten con elementos que condicionen el equilibrio ecológico y la calidad ambiental; los monumentos y sitios del patrimonio cultural y natural que tengan un valor de carácter excepcional y que estén considerados y protegidos por la legislación federal, estatal o municipal correspondiente". En el anexo A se describe lo que se entiende por patrimonio cultural y natural.

El artículo 104, dentro del capítulo de mejoramiento, prevé que los programas de desarrollo urbano atenderán entre otras cuestiones "el ordenamiento, la renovación, regeneración, restauración o la densificación de áreas urbanas deterioradas..."

1.2.3 Legislación Municipal

A. Lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano de Morelia, Actualización de 1998

El Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Morelia 1998-2015, incluye la actualización y revisión del plan director de desarrollo urbano del centro de población de Morelia, Michoacán, aprobado por el cabildo el 12 de febrero de 1991. Este documento actualizado se define como: "El conjunto de disposiciones para ordenar y regular las áreas que integran y delimitan el centro de población de Morelia, sus aprovechamientos predominantes, las reservas, usos y destinos, así como las bases para la programación de las acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento".

En el capítulo de estrategias, se refiere a la preservación del patrimonio histórico en donde señala que: "Toda acción urbana en el Centro Histórico o en sitios y monumentos históricos de la ciudad, deberá sujetarse a los criterios contenidos en el reglamento urbano de los sitios culturales y zonas de transición del municipio de Morelia, teniendo como meta mejorar las condiciones de vivienda, equipamiento y servicios; y promover actividades económicas compatibles con su vocación y capacidad".

Dentro de las políticas de desarrollo urbano, específicamente en las políticas de conservación y mejoramiento, el programa propone como prioridad la

elaboración del programa parcial del Centro Histórico. Se establece la realización, en el corto plazo, del programa parcial del Centro Histórico debido a que la zona: "lleva una dinámica propia de gran importancia por ser una zona declarada *patrimonio de la humanidad*; tiene antecedentes de planeación muy importantes y es un elemento indispensable para impulsar la dinámica urbana y cumplir con la función que debe tener dentro del planteamiento que se propone en la estructura urbana del programa de desarrollo urbano".

B. Legislación particular para la ciudad de Morelia

Debido a su valor patrimonial, la zona central de la ciudad de Morelia cuenta con diversos ordenamientos encaminados a su protección y mejoramiento, entre los que se señalan los siguientes:

En el ámbito federal, el decreto publicado en el diario oficial de la federación el 19 de diciembre de 1990 declara la *Zona de Monumentos Históricos*, la cual comprende un área de 3.43 kilómetros cuadrados, formada por 219 manzanas en donde se ubican edificios con valor histórico, de uso religioso y civil, comprendiendo además 14 plazas, jardines y fuentes (construidos en los siglos XVII al XIX), sumando un total de 1704 obras que por determinación de la ley son monumentos históricos.

El 13 de diciembre de 1991, la ciudad de Morelia fue declarada por la UNESCO, *Patrimonio Mundial* en la categoría de patrimonio cultural y en la clasificación de conjunto definido como: "grupo de construcciones aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les da un valor excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia."

El 27 de noviembre de 1997, se aprobó el Reglamento Urbano de los Sitios Culturales y Zonas de Transición del Municipio de Morelia, el cual constituye un ordenamiento jurídico para el Centro Histórico, ya que su finalidad primordial es la protección de las áreas patrimoniales.

En el artículo 4 se define como sitio cultural al Centro Histórico de la ciudad de Morelia, el cual se delimita en el artículo 5 incluyendo la relación de las obras civiles relevantes. La sección segunda de los artículos 10 al 19 corresponden a la constitución del consejo consultivo de sitios culturales y definen sus características y funciones.

Los artículos 22 al 52 se refieren a los diversos conceptos que se deben contemplar dentro de los sitios patrimoniales, tales como: construcción, planeación, usos del suelo y de la vía pública, servicios, vialidad, anuncios y

publicidad, entre otros. Los artículos del 53 al 70 se refieren a las zonas de transición de los sitios patrimoniales y a su ordenamiento.

Se puede resumir entonces que el Centro Histórico de la Ciudad de Morelia tiene gran relevancia, tanto que ha sido declarado patrimonio de la humanidad, y para su protección existen varias disposiciones jurídicas, leyes y reglamentos, en los tres niveles de gobierno.

Sin embargo en la realidad, el Centro Histórico no ha sido ni está siendo protegido sino por el contrario, se está deteriorando cada vez más. Existe deterioro en las fachadas de los monumentos históricos, en los pavimentos de las vialidades y en los espacios abiertos, además de perturbación creciente de la tranquilidad de los residentes, e incremento de la contaminación.

La vialidad y el uso de la vía pública son elementos considerados en las leyes para la protección del Centro Histórico, pero a este respecto solamente mencionan que se debe evitar la obstrucción de la vía pública y conservar la vialidad en buen estado; cosas que no se llevan a cabo.

Por otro lado, los planes de desarrollo del municipio tienen los siguientes objetivos en relación al Centro Histórico:

- fomento del atractivo para el turismo;
- fomento del arraigo de los habitantes actuales;
- desconcentración de oficinas de administración pública;
- ordenamiento del transporte público de pasajeros:
 - o desconcentración de terminales, y
 - o colocación de paradas y redefinición de rutas;
- mejoramiento del flujo vehicular.

Con respecto a este último punto, mejoramiento del flujo vehicular, la realidad es que no se está haciendo nada y ni siquiera se conoce su situación, a pesar de que el problema de la congestión vial es muy grave y contribuye en buena medida al deterioro del Centro Histórico.

Los resultados del análisis de la problemática de la vialidad del Centro Histórico de Morelia, podrán contribuir a su protección, proporcionando algunas soluciones factibles de aplicarse. Este análisis contribuirá a evidenciar los principales problemas de operación de la vialidad, y permitirá elaborar algunas recomendaciones para el mejoramiento del tráfico en el Centro Histórico de Morelia.

II.- BASES JURIDICAS

| III.- LEGISLACION FEDERAL | III.2.- LEGISLACION ESTATAL | III.3.- LEGISLACION MUNICIPAL |
|--|---|--|
| CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS | LEY DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MICHOACAN DE OCAMPO | 11.3 A - Lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano de Morelia (Actualización de 1998) |
| Articulos 27 73 115 | Articulos 1 2 4 5 14 36 50 98 99 104 | PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACION DE MORELIA MICHOACAN. (Aprobado por el Cabildo el 12 de Febrero de 1991). |
| LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS | | PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE MORELIA 1998 - 2015 |
| Articulos 5 9 15 16 | | PROGRAMA PARCIAL DEL CENTRO HISTORICO |
| LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE | | 11.3 B - Legislación Particular para la ciudad de Morelia |
| Articulo 23 | | REGLAMENTO URBANO DE LOS SITIOS CULTURALES Y ZONAS DE TRANSICION DEL MUNICIPIO DE MORELIA (27 de Noviembre de 1997) |
| | | ZONA DE MONUMENTOS HISTORICOS |

Tabla 1.1.- Resumen de las Bases Jurídicas

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La vialidad del Centro Histórico de la Ciudad de Morelia presenta una gran problemática en la cual intervienen múltiples factores. Para identificar los principales factores que afectan la vialidad en el Centro Histórico es necesario, en primer término, conocer las características generales de esta zona.

En este capítulo se describe la zona de estudio. Primero se delimita la zona, es decir se delimita el Centro Histórico de la Ciudad de Morelia; y posteriormente se presentan las características del territorio que influyen de alguna manera en la vialidad (población, turismo, estructura urbana, equipamiento, red vial y estacionamiento, y transporte público de pasajeros).

2.1 UBICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA CIUDAD DE MORELIA

El municipio de Morelia se ubica, de acuerdo al INEGI, dentro de la región socioeconómica 03, región centro del país, la cual está formada por 12 municipios al noreste del estado (ver figuras 2.1 y 2.2)

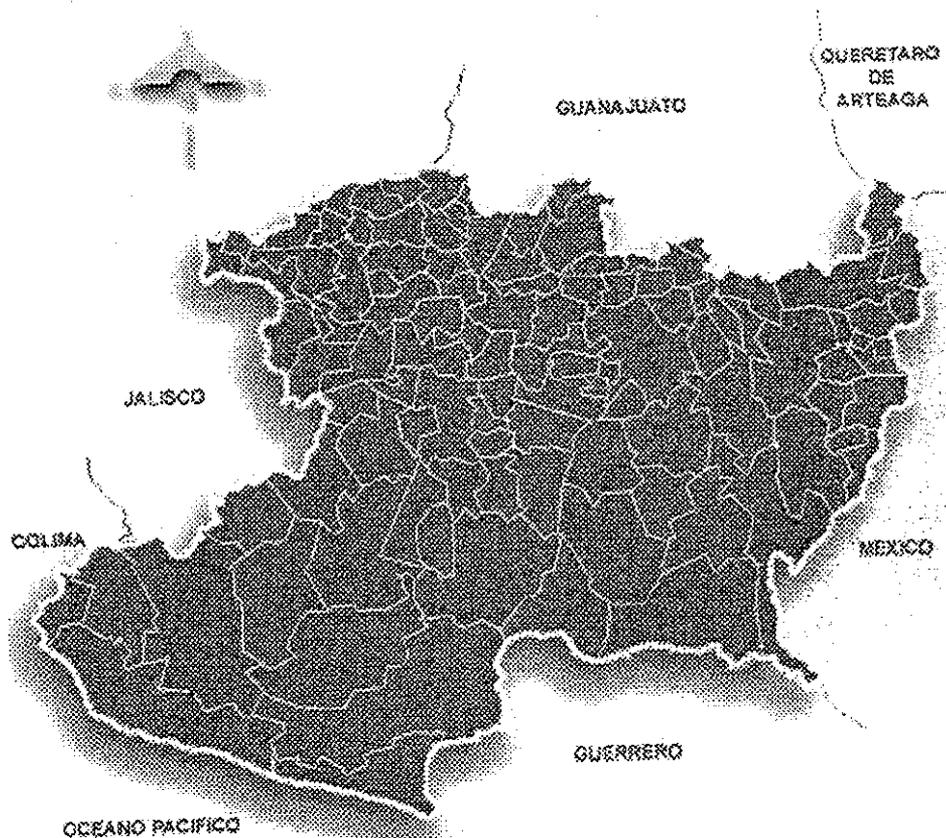


Figura 2.1 - Estado de Michoacán de Ocampo
Fuente: INEGI

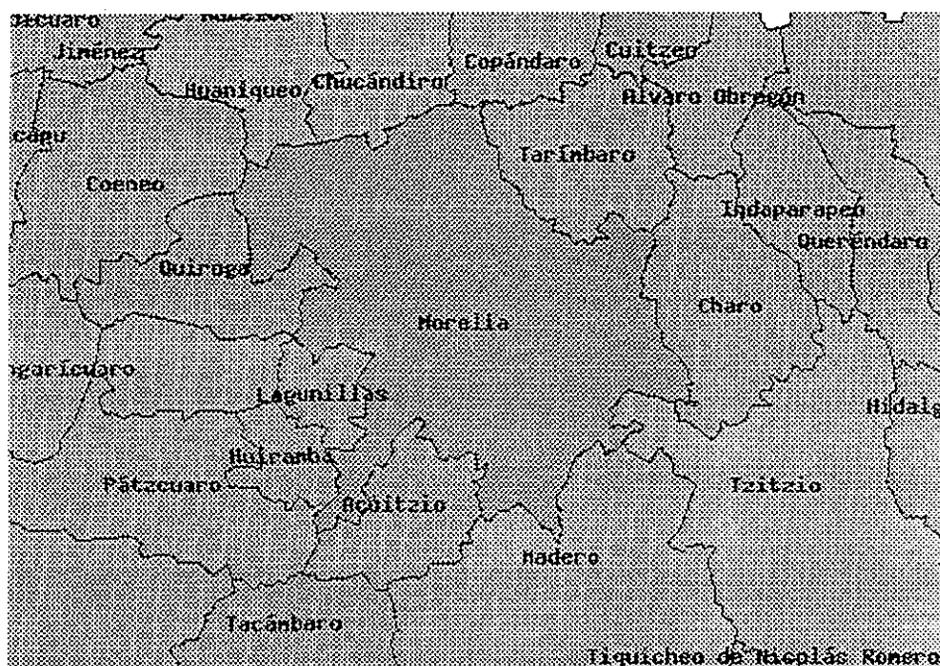


Figura 2 2 - Municipios colindantes de la Ciudad de Morelia
Fuente : INEGI

La Ciudad de Morelia, por su condición de capital del estado de Michoacán de Ocampo y del municipio de Morelia, presenta una concentración importante de actividades administrativas, económicas, culturales y comerciales de atención regional.

En el año de 1995 la ciudad de Morelia atendió las demandas propias del municipio, con una población de 578,061 habitantes, además de la demanda de los municipios colindantes en los que tenía una injerencia directa (Charo, Tarímbaro y Alvaro Obregón), con una población de 652,239 habitantes.

Los servicios que se concentran en el municipio de Morelia y en particular en la zona centro de la ciudad, atienden al 17% de la población estatal (3'870,604 habitantes en 1995, según el INEGI). Como consecuencia, la ciudad de Morelia enfrenta diversos problemas que contribuyen de forma directa al deterioro de la ciudad.

La ciudad de Morelia se caracteriza por su riqueza histórica, la cual se manifiesta en: la traza original con que fue diseñada y construida a partir de 1543; su arquitectura religiosa y civil; la proporción original de los espacios públicos que se perciben en sus plazas, parques y jardines; así como en la cultura y tradición que conlleva este testimonio físico. Los antecedentes históricos urbanos de la ciudad se describen en el anexo B.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DEL CENTRO HISTÓRICO

La zona de Monumentos Históricos está formada por 219 manzanas, en donde se ubican un total de 1704 obras que por determinación de la ley son monumentos históricos.

La zona del Centro Histórico de la Ciudad de Morelia comprende 482.30 hectáreas (ver figura 2.3). Dentro de esta zona queda incluida la zona de Monumentos Históricos, con 265.63 hectáreas, y su "entorno" con 216.67 hectáreas. El entorno comprende la Zona de Transición (delimitada en 1991), la cual se encuentra entre la zona de Monumentos Históricos y las zonas habitacionales de nuevos desarrollos; y parte de las colonias que se señalan por sector a continuación:

- Sector República: colonias Mauricio Martínez e Industrial;
- Sector Revolución: colonias Obrera, Infonavit Plan de Ayala e Independencia;
- Sector Nueva España: colonias 5 de Mayo, Vasco de Quiroga, Eréndira, Chapultepec Norte, Cuauhtémoc y Ventura Puente;
- Sector Independencia: colonias Juárez, Molino de Parras e Infonavit El Pipila.

Es conveniente hacer notar que por falta de información, la zona de estudio se ha limitado a la zona de Monumentos Históricos más la zona de transición¹.

¹ La información básica sobre estas dos zonas fue proporcionada por el Instituto Municipal de Desarrollo Urbano de la ciudad de Morelia.

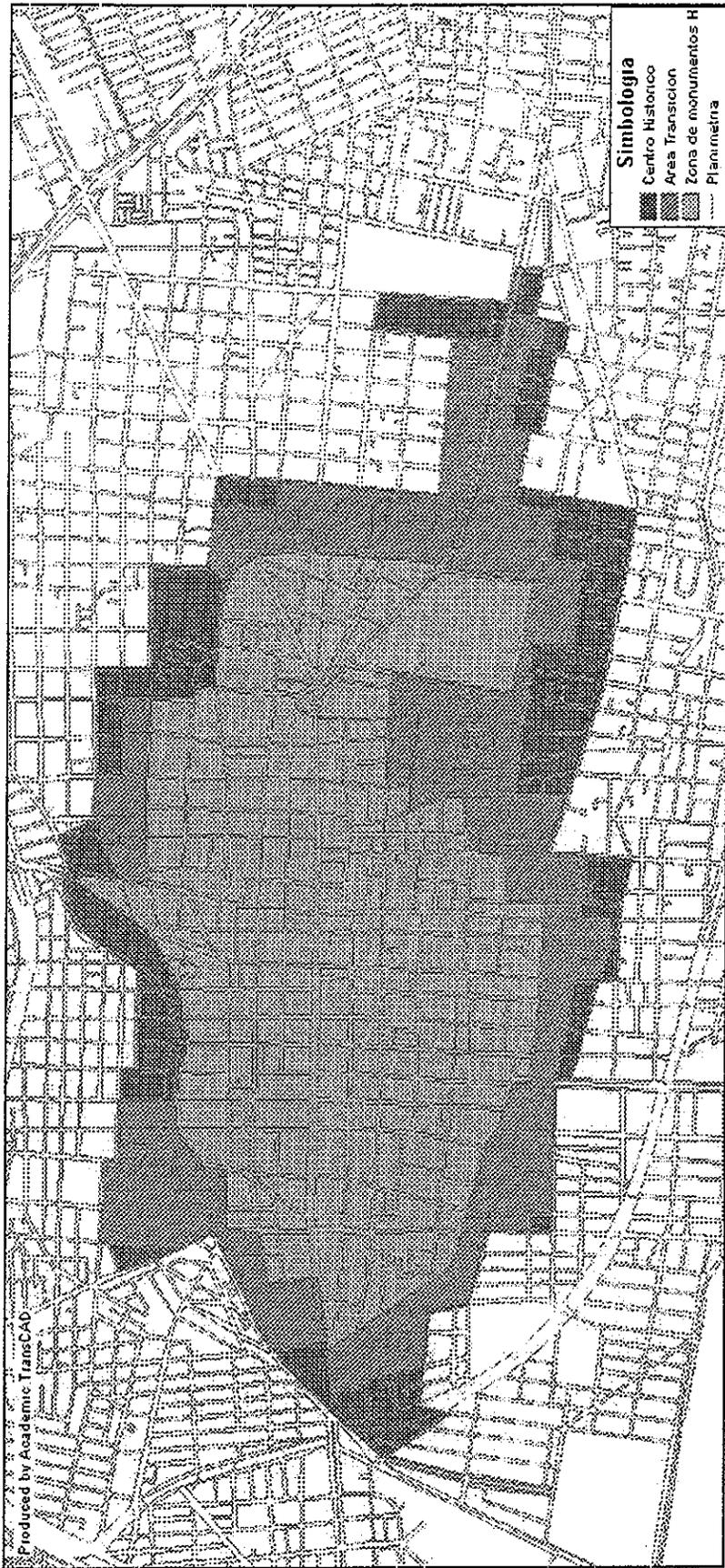


Figura 2.3.- Delimitación de la Zona del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3 PERFIL DEMOGRÁFICO

Las localidades principales dentro del municipio de Morelia, de acuerdo al número de habitantes para 1995, eran: Morelia, cabecera municipal con 512,710 habitantes; Morelos, con 10,581 habitantes; y Capula, con 3,960 habitantes. El resto de las localidades sumaban 50,810 habitantes. Por lo tanto la ciudad de Morelia comprendía el 88.7% de la población total del municipio.

2.3.1 Población en la Ciudad

La ciudad de Morelia presentó un crecimiento demográfico moderado hasta la década de 1950-1960, cuando su tasa de crecimiento se elevó para llegar, en el año de 1995, a 512,710 habitantes. Durante el período 1990-1995, la ciudad presentó una tasa de crecimiento promedio anual del 3.24%. Con esta base, para el año de 1999 se estimó una población de 582,460 habitantes en la ciudad.

El Consejo Estatal de Población del Estado realizó la proyección de la población de la ciudad de Morelia para los años de 1995, 2000, 2005 y 2010. Estas proyecciones se muestran en la tabla 2.1.

| | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ESTADO | 3,922,329 | 4,240,927 | 4,519,059 | 4,756,477 |
| MORELIA | 585,785 | 681,425 | 768,698 | 845,791 |

Tabla 2.1.- Población proyectada, 1995-2010

Fuente: Consejo Estatal de Población

La tabla 2.2 muestra el cambio poblacional de la ciudad de Morelia de 1793 a 1980. En esta tabla se observa un crecimiento importante de la población durante la segunda mitad del siglo XX.

Cabe destacar que en 1898 en un área aproximada de 225 hectáreas, más o menos el área definida actualmente como zona de Monumentos Históricos, había una población de 37,218 habitantes; mientras que en esa misma área en 1999 había 20,309 habitantes. Esto indica que el crecimiento poblacional de la ciudad de Morelia no se ha presentado en el Centro Histórico.

| Año | 1793 | 1898 | 1900 | 1910 | 1921 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Habitantes | 17,093 | 37,218 | 37,278 | 40,042 | 31,148 | 39,916 | 44,304 | 64,979 | 106,077 | 168,406 | 297,644 |
| Hectáreas | 118 | 225 | 455 | 271 | S/d | 332 | 839 | S/d | 1,287 | 1,508 | 2,230 |
| Hab./ha | 145 | 166 | 82 | 148 | S/d | 120 | 53 | S/d | 82 | 112 | 133 |

Tabla 2.2.- Población de la Ciudad de Morelia, 1793-1980.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

S/d Sin Datos

2.3.2 Población en el Centro Histórico

Con base en los datos obtenidos en el censo de 1990 y por el conteo de población y vivienda de 1995 del INEGI, la población residente estimada para 1999, dentro del Centro Histórico, es de 42,398 habitantes, la cual incluye la población estimada en la zona de Monumentos Históricos, de 20,309 habitantes, y la correspondiente a la zona de transición, de 22,089 habitantes (ver tabla 2.3)

Esta proyección se realizó manteniendo constante la tasa decreciente presentada durante el periodo de 1990-1995, de -3.45% para la zona de Monumentos Históricos, y de -2.17% para la Zona de Transición.

| | Área Ha. | Población Hab. 1990 | Población Hab. 1995 | Tasa Anual 1990-1995 | Población Hab. 1999 | Densidad 1999 Hab./Ha. |
|-------------------------------|----------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| Zona de Monumentos Históricos | 265.63 | 27,863 | 23,374 | -3.45 % | 20,309 | 76 |
| Zona de Transición | 216.67 | 26,956 | 24,153 | -2.17 % | 22,089 | 102 |
| Centro Histórico | 482.30 | 54,819 | 47,527 | -2.81 % | 42,398 | 88 |

Tabla 2.3.- Población por zona durante el período 1990-1995 y su valor estimado para el año de 1999.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

Este proceso de crecimiento negativo contrasta con la tasa de crecimiento del 3.24% que ha manifestado el municipio durante el mismo periodo. Es importante señalar que la población del Centro Histórico representaba en 1995, solamente el 8.13% de la población total del municipio (578,061 habitantes). El proceso de expulsión de población durante los últimos años ha sido equitativo en todo el Centro Histórico, mas no así en la periferia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es importante destacar que el fenómeno de abandono es frecuente en los centros históricos del país, debido principalmente al cambio de uso de suelo, de habitacional a comercial y de oficinas, y a la plusvalización del suelo en las áreas centrales.

De continuar esta tendencia negativa en el centro de la ciudad, el despoblamiento del mismo puede generar áreas deshabitadas y por lo tanto de mayor inseguridad, así como la subutilización de la infraestructura y del equipamiento existente.

La población esperada, si continúa este proceso de expulsión, se muestran en la tabla 2.4.

| Año | Población |
|------|-----------|
| 1990 | 54,819 |
| 1995 | 47,527 |
| 1998 | 42,398 |
| 1999 | 41,205 |
| 2005 | 35,724 |
| 2010 | 30,972 |
| 2015 | 26,852 |
| 2020 | 23,280 |

Tabla 2.4 - Proyección de población para el Centro Histórico, según la tendencia 1990-1995.
Fuente : Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

Esta tendencia es absolutamente indeseable ya que el Centro Histórico de la ciudad presenta una importante oferta de infraestructura, tanto en servicios como en equipamiento de todos los niveles, así como grandes zonas comerciales.

Es importante revertir esta tendencia y evitar la posibilidad de crear un Centro Histórico despoblado, sin la dinámica social que actualmente se percibe durante todo el día y parte de la noche, e inseguro tanto para sus habitantes como para los visitantes.

2.4 *TURISMO EN MORELIA*

Debido a que Morelia es una ciudad considerada Patrimonio de la Humanidad, y a la diversidad de atractivos que presenta el estado de Michoacán, el turismo es una actividad con un importante potencial de desarrollo.

La actividad turística en los últimos años, presenta los siguientes características:

- A. El turismo es predominantemente nacional, ocupando el 97% del total, y con un crecimiento anual de casi el 10 %.

B. El turismo extranjero ha tenido una reducción notable en los últimos años, pero a pesar de esto la ocupación de cuartos de hotel se ha mantenido cercana al 50% como promedio anual (ver tabla 2.5).

| | Cuartos Planta* | Cuartos Ocupados | C.O.H. mensual | Turistas Nacionales | Turistas Extranjeros | Total |
|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|
| 1990 Morelia | 977,470 | 519,036 | 53% | 629,800 | 17,300 | 647,100 |
| 1997 Morelia | | | 49% | 942,558 | 50,181 | 992,739 |
| 1998 Morelia | 1'224,575 | 588,672 | 48% | 1'036,366 | 28,897 | 1'065,263 |
| % en 1998 | | | | 97% | 3% | 100% |
| Estado 1997 | | | | 2'771,537 | 121,823 | 1'893,360 |
| Estado 1998 | | | | 2'911,521 | 114,370 | 3'025,891 |
| Incremento en la ciudad 97-98 | | | | 9.95% | - 57% | 7 31% |
| Incremento en la ciudad 90-98 | | | - 5% | 64% | 67% | 64% |

Tabla 2.5 - Resumen estadístico de ocupación hotelera de Morelia y el Estado de Michoacán.

Estimación de la oferta del número de cuartos por 365 días.

C. O. H. Coeficiente de Ocupación Hotelera.

Fuentes : 1990 Estadísticas Básicas, SECTUR, Michoacán.

La región de Morelia, que recibe al 35% de los turistas al estado, cuenta con una planta hotelera total de 3,383 cuartos, de los cuales 3,124 se ubican en la ciudad.

El análisis del comportamiento turístico de la ciudad de Morelia, entre 1990 y 1998, indica un incremento porcentual de ocupación hotelera del 64%; y un incremento en cuartos, de 2,678 en 1990 a 3,124 en 1998 (ver tabla 2.6).

| Categoría | Especial | 5 * | 4 * | 3 * | 2 * | 1 * | Otros | Total |
|-----------|----------|-----|------|-----|-----|-----|-------|-------|
| Hoteles | 2 | 2 | 18 | 13 | 12 | 12 | 14 | 173 |
| Cuartos | 79 | 376 | 1255 | 594 | 435 | 326 | 302 | 3,124 |

Tabla 2.6 - Cuartos de hotel por categoría, ciudad de Morelia 1999.

Fuente : SECTUR, Michoacán.

2.5 ESTRUCTURA DEL CENTRO HISTÓRICO

2.5.1 *Traza de Sectores y Barrios*

La estructura del Centro Histórico se conformó con base en los ejes trazados a partir del punto más alto del valle de Guayangareo, en donde se ubicó la Catedral de Morelia, con sus plazas Melchor Ocampo, al oriente, y Juárez, al poniente. Estos ejes se identifican actualmente como las avenidas Francisco I. Madero, en dirección oriente-poniente, y José María Morelos, en dirección norte-sur.

La traza, predominantemente reticular, presenta ligeras adecuaciones por la conformación de lomeríos en el centro y por la definición de importantes remates visuales que constituyen los edificios religiosos.

Las avenidas Francisco I. Madero y José María Morelos son las vialidades que antiguamente funcionaron como división de los cuarteles 1°, 2°, 3 y 4°, mismos que hoy se conocen como sectores, por lo que la estructura básica del centro de la ciudad de Morelia se define a partir de cuatro sectores: sector República, al norponiente; sector Revolución, al nororiente; sector Independencia, al surponiente; y sector Nueva España, al suroriente.

Aun cuando la estructura de la ciudad se ha definido por sectores y colonias, existen algunas zonas dentro de la zona de Monumentos Históricos, que son identificadas por su iglesia. Entre éstas destacan: Santa Rosa, El Carmen, San José y San Juan, al norte; La Merced, San Agustín, San Francisco, La Columna y Guadalupe, al centro; Santo Niño, Cristo Rey, La Soterraña y Capuchinas, al sur. La ubicación de las principales iglesias del Centro Histórico se muestra en la figura 2.4.

2.5.2 *Zonas de Actividades Específicas*

Aun cuando el área de estudio ha sufrido una serie de transformaciones, principalmente durante los últimos años (1980-2000), actualmente se identifican de manera general algunas zonas de actividades específicas.

En el centro de la ciudad, entre las calles Eduardo Ruíz y Aldama, Valentín Gómez Farías y Avenida Morelos, se concentran las actividades de la Administración Pública.

La zona comercial, de servicios y mixta, presenta su mayor concentración entre las calles 20 de Noviembre, Avenida Lázaro Cárdenas, Galeana y Vicente Santa María.

Los corredores urbanos con mayor concentración de usos comerciales y mixtos, se ubican en: Avenida Madero Oriente y Poniente, Avenida Morelos norte y sur, y las calles Virrey de Mendoza,

Vasco de Quiroga, Lázaro Cárdenas, Benedicto López, Manuel Muñiz y Mariano Michelena (ver figura 2.5).

Las instalaciones relativas a la salud se localizan en el entorno del bosque Cuauhtémoc, a partir de la ubicación del Hospital General Regional de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En esta misma área, conjuntamente con las escuelas de Medicina y de Odontología, se ubica la Benemérita Cruz Roja Mexicana y un gran número de clínicas, laboratorios y consultorios médicos particulares.

En contraste, al Poniente del Centro Histórico se ubica el Hospital General de Zona del Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual proporciona la gran mayoría de los servicios médicos de la ciudad, del municipio y del propio estado. La figura 2.6 muestra la ubicación de los hospitales del Centro Histórico.

Existen más de 100 espacios educativos en el Centro Histórico (ver figura 2.7), los cuales contribuyen a agudizar el fenómeno de concentración de viajes diarios a la zona centro de la ciudad.

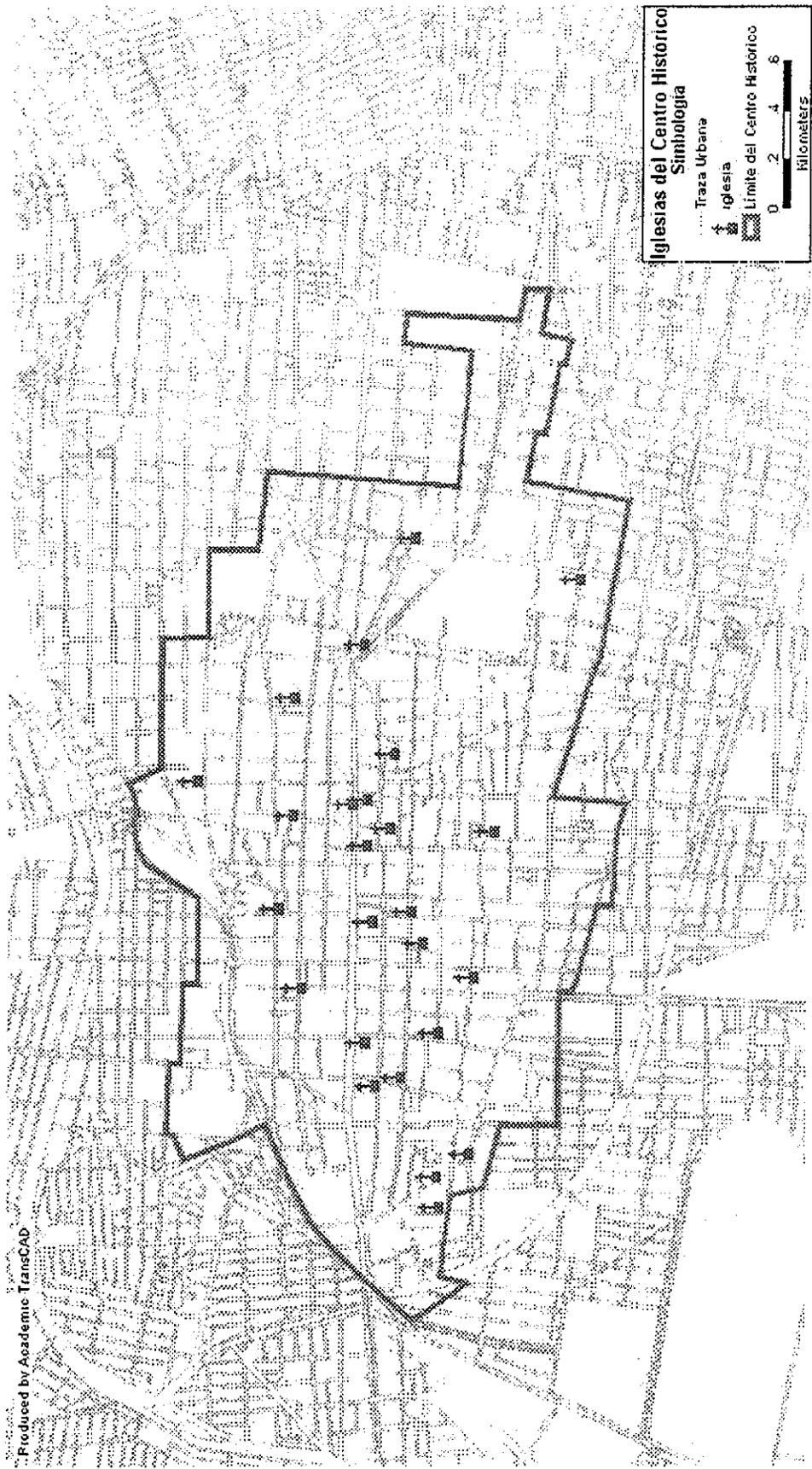


Figura 2.4. Iglesias del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

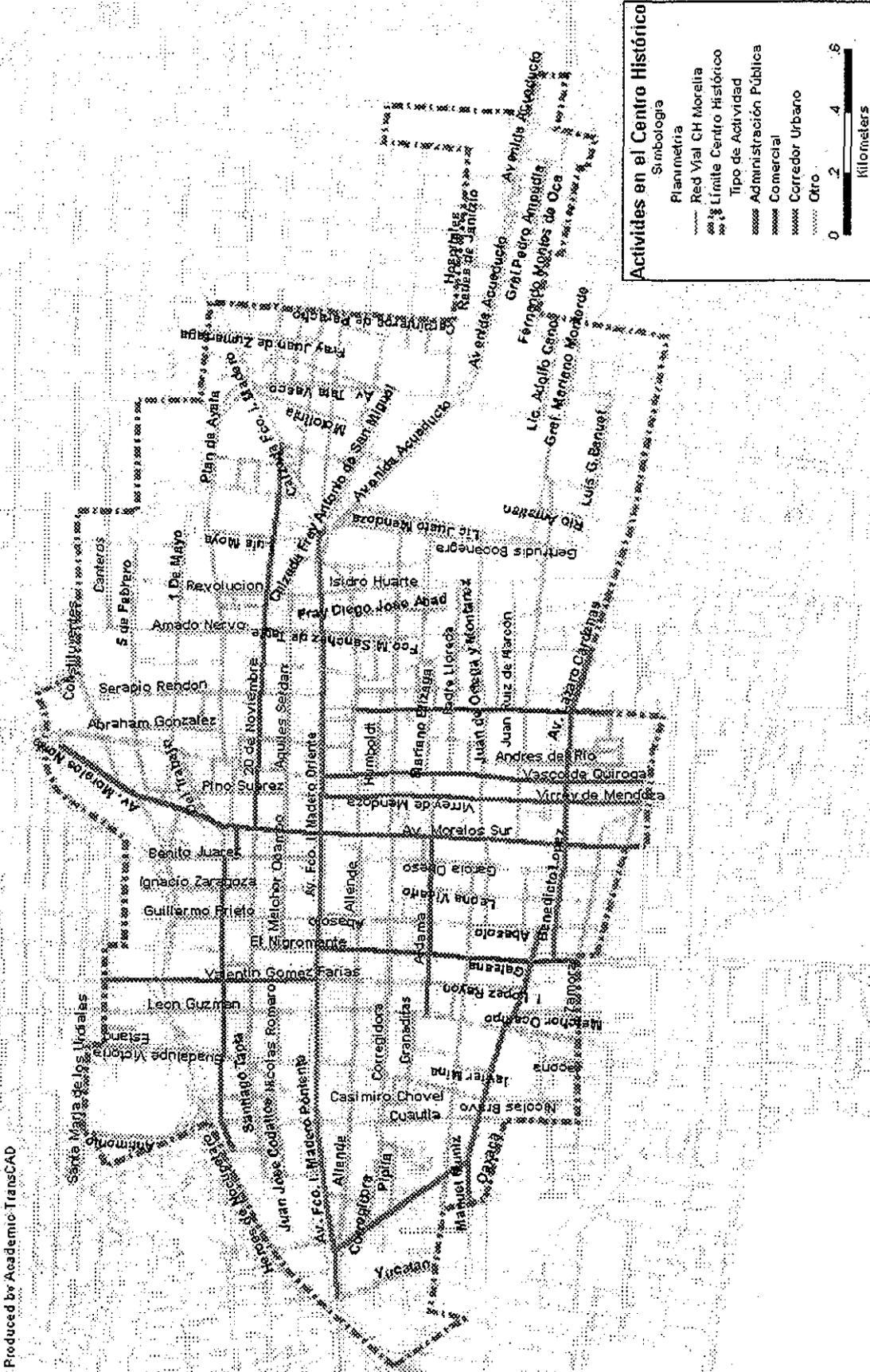


Figura 2.5.- Actividades en el Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Produced by Academic TransCAD

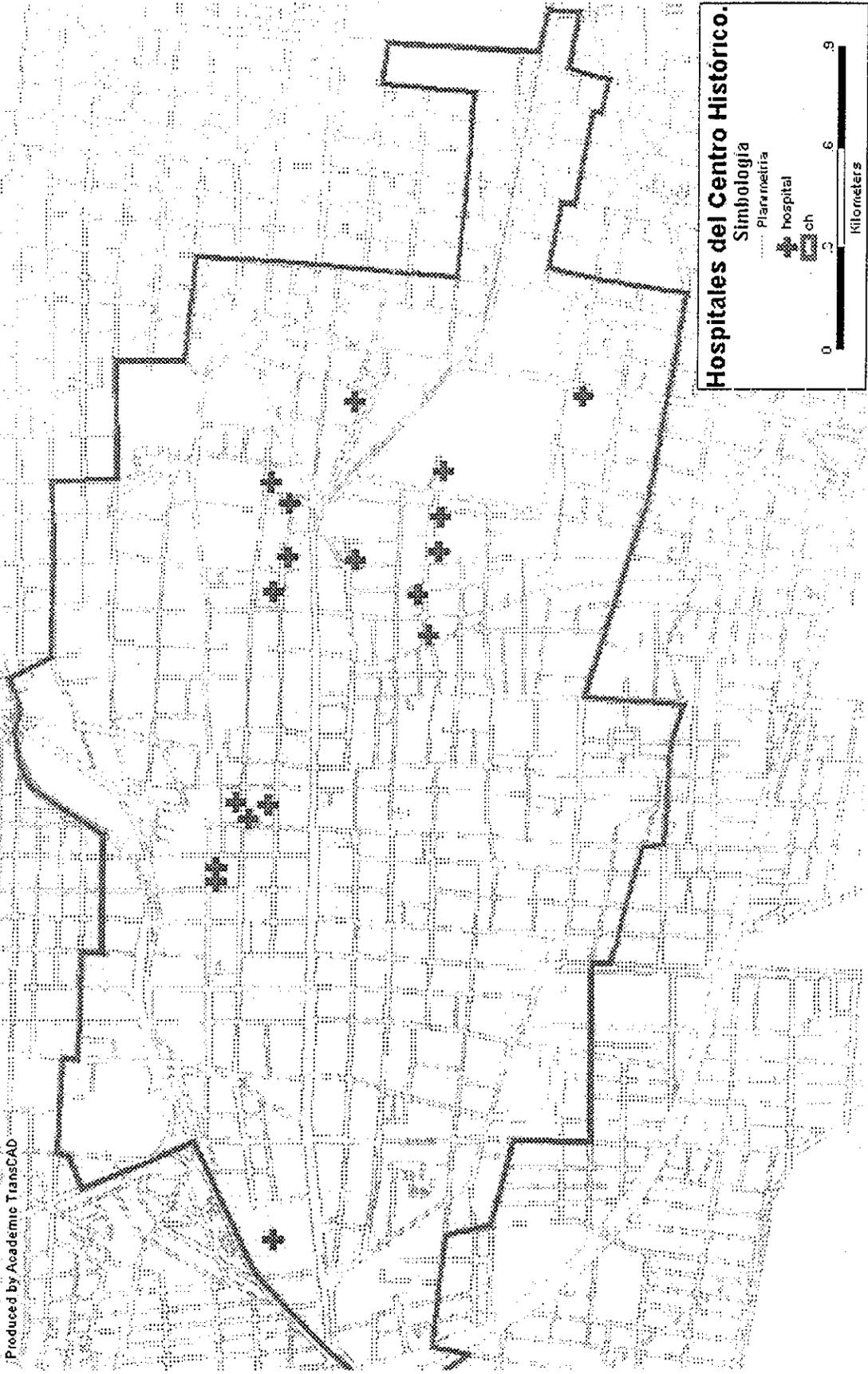


Figura 2.6.- Hospitales del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Produced by Academic TransCAD

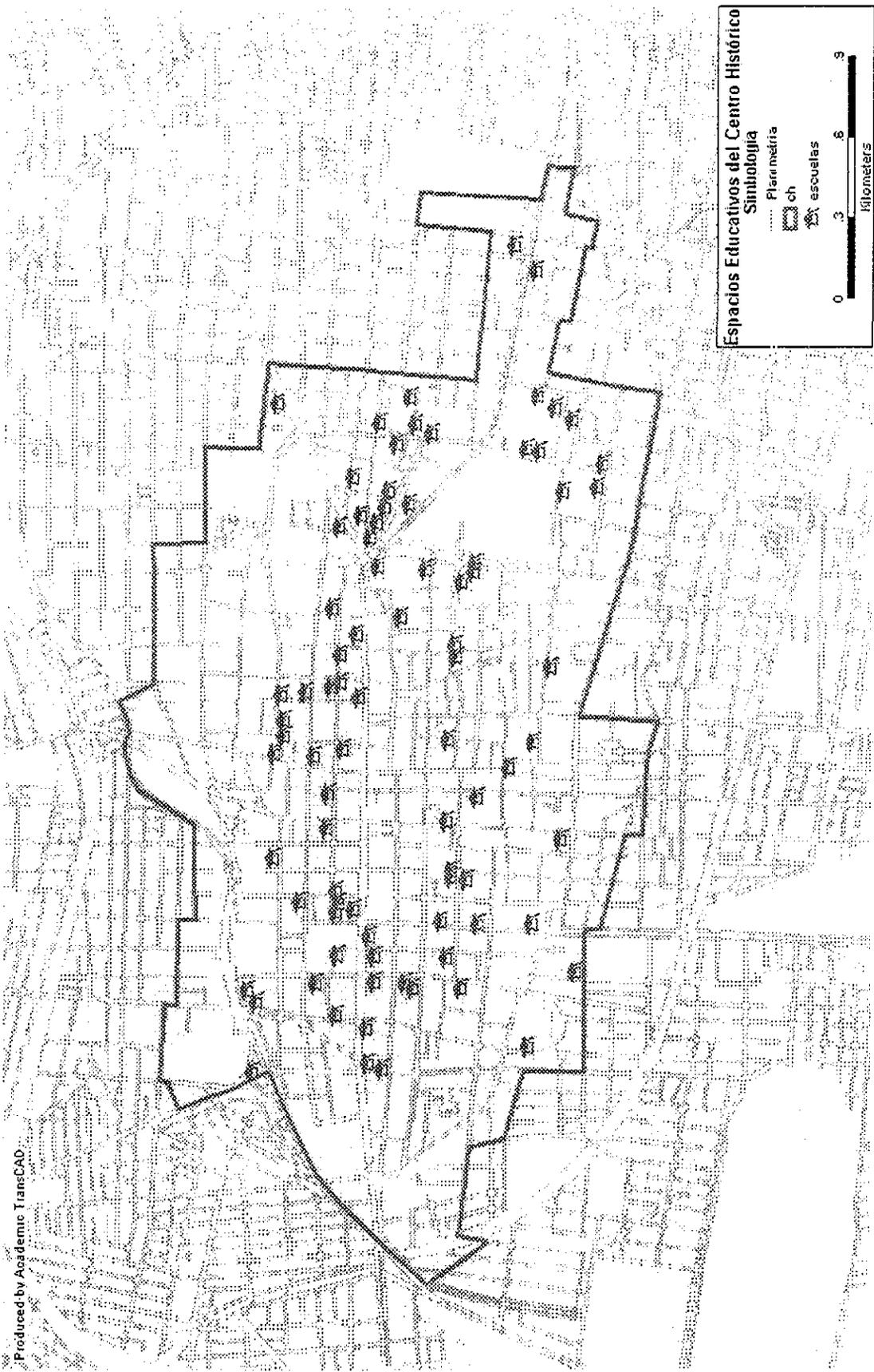


Figura 2.7.- Espacios Educativos del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.3 Uso de Suelo

Dentro del área del Centro Histórico se han identificado diversos usos del suelo, así como equipamiento en varios rubros a nivel regional y local. Estos usos, agrupados en categorías, se muestran por zona en la tabla 2.7.

| Uso de Suelo | Zona de Monumentos | | Zona de Transición | | Centro Histórico | |
|----------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|------------------|--------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Habitacional | 80.31 | 30.23 | 74.73 | 34.50 | 155.04 | 32.14 |
| Habitacional mixto | 29.33 | 11.04 | 15.29 | 7.06 | 44.62 | 9.25 |
| Comercio | 20.27 | 7.63 | 10.41 | 4.80 | 30.68 | 6.36 |
| Comercio con oficinas | 4.65 | 1.75 | 0 | 0 | 4.65 | 0.96 |
| Oficinas | 5.59 | 2.10 | 0.98 | 0.46 | 6.57 | 1.36 |
| Hoteles | 3.78 | 1.42 | 0.71 | 0.33 | 4.49 | 0.93 |
| Estacionamientos | 5.42 | 2.04 | 2.73 | 1.26 | 8.15 | 1.68 |
| Talleres y bodegas | 1.19 | 0.45 | 6.76 | 3.11 | 7.95 | 1.63 |
| Industria | 1.34 | 0.51 | 8.86 | 4.10 | 10.20 | 2.10 |
| Equipamiento | 23.92 | 9.01 | 34.00 | 15.69 | 57.92 | 12.08 |
| Iglesias | 2.78 | 1.04 | 0.68 | 0.31 | 3.46 | 0.72 |
| Plazas y espacios abiertos | 21.06 | 7.93 | 3.60 | 1.66 | 24.66 | 5.10 |
| Baldíos | 4.24 | 1.60 | 4.31 | 1.99 | 8.55 | 1.77 |
| Vialidad | 61.75 | 23.25 | 53.06 | 24.73 | 115.36 | 23.92 |
| Total | 265.63 | 100.00 | 216.67 | 100.00 | 482.30 | 100.00 |

Tabla 2.7 Uso Actual del Suelo
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

El uso habitacional predomina en el Centro Histórico, con 32% del total. Un 20% corresponde a usos mixtos o con presencia de comercio y de oficinas, incluyendo estacionamientos. El equipamiento, los espacios abiertos y edificios religiosos representan casi el 18%, mientras que la vialidad el 24%. Los usos industriales, de talleres y baldíos representan el 6% restante.

En la zona de Monumentos Históricos el uso de suelo es como sigue: 30% habitacional, 23% usos mixtos, 12% equipamiento y espacios abiertos, y 23% de vialidad.

En el Centro Histórico, los predios baldíos son escasos y están distribuidos casi por partes iguales entre la zona de Monumentos Históricos y la zona de Transición (4.24 y 4.31 hectáreas, respectivamente). La mayoría de ellos se encuentran dispersos, aunque destacan los predios de la zona sur del Jardín de la Soterraña y los colindantes a la iglesia de San Francisco, como posibles oportunidades para el ordenamiento de vendedores en la vía pública.

2.6 EQUIPAMIENTO URBANO

El equipamiento urbano es uno de los componentes fundamentales del Centro Histórico, con gran importancia por los impactos que genera en el uso del suelo y en el desarrollo social y económico de la ciudad de Morelia.

Dentro del área de estudio, el equipamiento urbano ocupa 57.92 hectáreas, de las cuales 23.92 se ubican dentro de la zona de Monumentos Históricos y las 34.00 hectáreas restantes en la Zona de Transición. El desglose por cada subsistema, se resume en la tabla 2.8.

| Subsistema | Zona de Monumentos | | Área de Transición | | Centro Histórico | |
|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|------------------|--------|
| | ha. | % | ha. | % | ha. | % |
| Educación | 9.52 | 39.8 | 14.93 | 43.9 | 24.45 | 42.2 |
| Educ. Religiosa | 0.34 | 1.4 | 0.12 | 0.4 | 0.46 | 0.8 |
| Cultura | 2.24 | 9.4 | 0 | 0 | 2.24 | 3.9 |
| Salud | 1.42 | 5.9 | 4.33 | 12.7 | 5.75 | 9.9 |
| Asistencia pública | 1.49 | 6.2 | 0.12 | 0.4 | 1.61 | 2.8 |
| Abasto | 2.04 | 8.5 | 3.71 | 10.9 | 5.75 | 9.9 |
| Comunicaciones | 0.39 | 1.7 | 0.16 | 0.5 | 0.55 | 0.9 |
| Transporte | 1.88 | 7.8 | 0.15 | 0.4 | 2.03 | 3.5 |
| Recreación | 0.99 | 4.2 | 1.61 | 4.7 | 2.60 | 4.5 |
| Deportivo | 0 | 0 | 4.81 | 14.2 | 4.81 | 8.3 |
| Gobierno | 3.33 | 13.9 | 1.98 | 5.8 | 5.31 | 9.2 |
| Seguridad pública | 0.28 | 1.2 | 0 | 0 | 0.28 | 0.5 |
| Militar | 0 | 0 | 1.61 | 4.7 | 1.61 | 2.8 |
| Gasolineras | 0 | 0 | 0.47 | 1.4 | 0.47 | 0.8 |
| Total | 23.92 | 100.00 | 34.00 | 100.00 | 57.92 | 100.00 |

Tabla 2.8 - Equipamiento Urbano Áreas por Subsistema.
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

Destaca el concepto de educación, el cual representa el 42% del área total del equipamiento. La figura 2.7 muestra la distribución de los espacios educativos en el Centro Histórico. Le siguen los conceptos relativos a abasto (10%), salud (9.9%) y gobierno (9.2%), los cuales son elementos importantes debido a que su funcionamiento genera una gran cantidad de movimientos vehiculares y peatonales.

En el subsistema de educación se agrupan tanto escuelas públicas como privadas, en sus diferentes niveles. Las instalaciones educativas del Centro Histórico se describen en el tabla 2.9.

Además, hay 32 academias de contabilidad, sistemas computacionales o lenguas extranjeras, muchas de ellas a nivel técnico o de enseñanza especializada.

| Elemento | Unidades en 1 turno | Unidades en 2 turnos | Unidades en 4 turnos | Total de alumnos | Demanda normativa 43,000Hab. | % | Demanda Real (AGBS) | Edad |
|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Jardín de niños | 17 | 3 | 0 | 1,917 | 2,290 | 5.30 | 1,434 | 4-5 |
| Primarias | 32 | 12 | 0 | 17,403 | 7,740 | 18.00 | 4,178 | 6-12 |
| Secundarias | 12 | 2 | 0 | 4,354 | 1,956 | 4.55 | 2,042 | 13-15 |
| Técnico | 4 | 1 | 2 | 743 | | | | |
| Bach.-Técnico | 2 | 0 | 0 | 216 | | | | |
| Preparatoria | 11 | 3 | 6 | 8,917 | 447 | 1.04 | 2,965 | 16-18 |
| Superior | 8 | | | 12,872 | 533 | 1.24 | | |
| Total | 86 | 21 | 8 | 46,422 | 12,966 | | 10,619 | |

Tabla 2.9. Planta Escolar

Fuente : Secretaría de Educación del Estado de Michoacán.

Por las características de la planta escolar, se percibe una amplia cobertura de las necesidades educativas locales e incluso regionales. Se estima que hay una población escolar total mayor a 46,000 alumnos, que diariamente generan alrededor de 35,000 viajes adicionales a la zona del Centro Histórico. La ubicación de algunas instalaciones escolares (ver figura 2.7) genera conflictos de funcionamiento en la zona.

En el subsistema de cultura, los elementos que conforman el equipamiento cultural dentro del Centro Histórico son diversos. Destacan las escuelas dedicadas a la enseñanza artística (Escuela Popular de Bellas Artes, Casa de la Cultura, Conservatorio de las Rosas y Centro de Desarrollo Artístico), mismas que refuerzan la vocación cultural del Centro Histórico, y un número relevante de Museos y Teatros.

Respecto a los subsistemas Salud y Asistencia Pública, la planta hospitalaria se compone de clínicas y hospitales, públicos y privados, situados en los extremos poniente y oriente de la zona de Monumentos Históricos. Estos hospitales tienen cobertura regional e incluso estatal, lo que genera impactos importantes en su entorno. En la zona del Centro Histórico, se destacan 3 concentraciones (ver figura 2.6):

1. El conjunto médico administrativo del Instituto Mexicano del Seguro Social, el Hospital de Gineco-obstetricia, la Unidad Deportiva, el Centro Social y su Teatro, ubicados al norponiente.
2. El Hospital de Nuestra Señora de la Salud y la Clínica de la Secretaria de Salubridad y Asistencia, frente a la Plaza República.

3. El conjunto médico desarrollado en las inmediaciones al Bosque Cuauhtémoc, donde se ubican: el Hospital General de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, el Hospital Infantil, la Clínica de Fátima, así como un número importante de consultorios, laboratorios y farmacias.

Los elementos relativos a la asistencia pública se conforman por: estancias infantiles, asilos, dispensarios médicos y casas de estudiantes de la Universidad Michoacana.

En el subsistema comercio y abasto, la función tradicional del Centro Histórico como zona comercial y de abasto regional se ha reforzado con el tiempo, ya que la demanda de la población a nivel local y regional ha presentado un aumento importante, mientras que la construcción de equipamiento público en este rubro se ha suspendido en la ciudad desde hace aproximadamente 25 años.

La distribución de los mercados y tiendas de autoservicio dentro del Centro Histórico, se muestran en la figura 2.8. Los principales mercados son: Independencia, Revolución, Auditorio, Nicolás Bravo, Vasco de Quiroga, Mercado de dulces y artesanías, y Mercado de comidas en la Plaza San Agustín. La descripción de tales mercados se presenta en la tabla 2.10.

| Mercado | Ubicación | Propiedad | No. de locales | Terreno (m ²) | Observaciones |
|---------------------|------------------------------|-----------|----------------|---------------------------|----------------------|
| Revolución | Plan de Ayala y Revolución | Municipal | 1,000 | 13,672.3 | Pequeños productores |
| Independencia | L. Cárdenas y V. Santa María | Municipal | 1,200 | 14,178.5 | |
| B. Juárez Auditorio | Morelos Sur y Cuitzeo | Municipal | 180 | 663.9 | |
| Nicolás Bravo | N. Bravo y Granaditas | Municipal | 300 | 2,533.9 | 3 niveles |
| Vasco de Quiroga | Obrajeros y M. de A. Torres | Municipal | 143 | 2,466.7 | 80 locales ocupados |
| De Pulgas | Ortega y Montañés | Privado | 240 | 2,970.3 | Artículos usados |
| V. Gómez Farías | V. Gómez Farías | Estatad | 130 | 2,899.2 | 48 puestos más |
| Hidalgo | Abasolo y Corregidora | Municipal | 40 | 1,174.9 | Comidas |
| 1° de Mayo | 1° de Mayo | Municipal | 34 | 1,295.3 | |
| Total | | | 3,267 | 41,855.0 | |

Tabla 2.10 - Equipamiento de Abasto
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

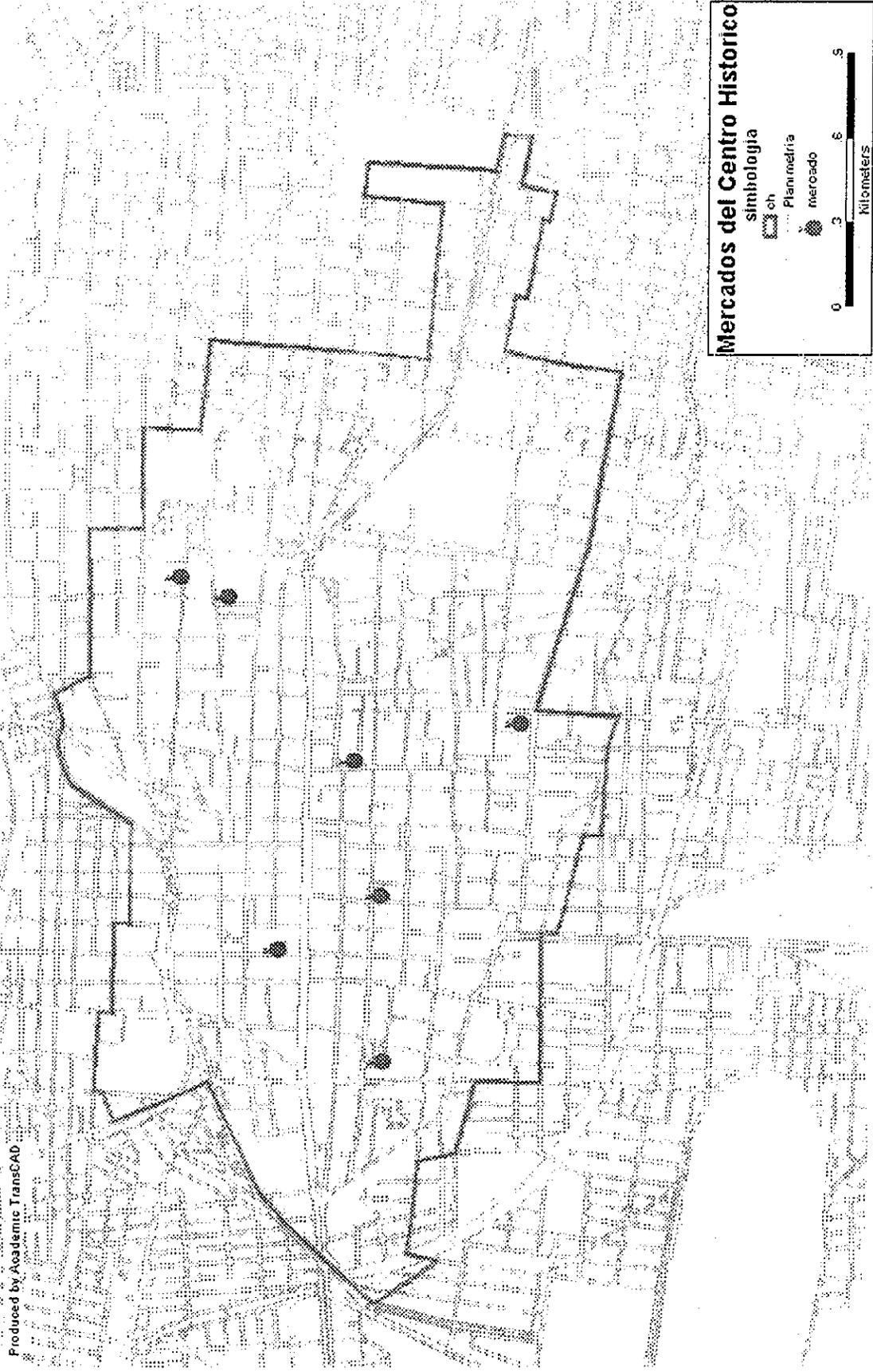


Figura 2 8.- Mercados del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el Centro Histórico se encuentran también la tienda de autoservicio Comercial Mexicana Centro, al surponiente, y la tienda del Instituto Mexicano del Seguro Social, al norponiente, las cuales atraen compradores de otras zonas que no cuentan con este servicio.

Es importante señalar la presencia de tianguis en el entorno inmediato de la zona de Monumentos Históricos, algunos permanentes y otros que funcionan uno o dos días a la semana. Los más importantes se describen en la tabla 2.11.

| Tianguis | Ubicación | Número de puestos | Terreno (m ²) | Observaciones |
|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| Auditorio | Entorno Auditorio Municipal | 1,800 | 22,000 | Los Domingos |
| Zamora | Calle Zamora | 148 | 2,188 | Los Jueves |
| Total | | 1,948 | 24,188 | |

Tabla 2.11.- Tianguis en la zona de estudio.
Fuente : Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

Los datos anteriores indican que en el Centro Histórico se localizan los principales mercados abastecedores de la región, 6 mercados públicos con un total de 1,710 locales en un área aproximada de 24,546 metros cuadrados; sin contar los mercados Independencia y Benito Juárez (Auditorio), que se ubican en el límite de la zona del Centro Histórico, donde actualmente hay una población de 42,398 habitantes.

Es decir, existe un local por cada 25 habitantes y 14.4 m² por local, en tanto que la demanda normativa de la zona es de 121 habitantes por local y 30 m² por local. Por lo tanto la demanda local se encuentra totalmente cubierta, y los mercados del Centro Histórico tienen cobertura regional.

Dentro de este subsistema aparecen los vendedores en la vía pública. El ambulante es un aspecto de suma importancia y gravedad para la ciudad de Morelia y su Centro Histórico. De acuerdo con diferentes fuentes, dentro de la ciudad se localizan actualmente entre 2,000 y 2,300 vendedores ambulantes, los cuales dependen de aproximadamente 25 organizaciones dirigidas únicamente por cinco o seis líderes.

El comercio ambulante se concentra básicamente en el centro de la ciudad, donde se identifican 1,697 puestos, los cuales se señalan por sector y calle en el anexo C. Los puestos principalmente se ubican en: los Portales Madero, Abasolo y Allende; las Plazas Presidente Juárez, Melchor Ocampo, Ignacio Altamirano, San Francisco y Capuchinas; y las calles Hidalgo, Allende, Andrés del Río y Vasco de Quiroga (ver figura 2.5).

En el subsistema de transportes, la ciudad de Morelia cuenta actualmente con varias terminales de autobuses urbanos y foráneos. En la zona del Centro Histórico se han identificado cinco:

- la Central Camionera, situada sobre la Av. Héroes de Nocupétaro, y
- cuatro predios usados como terminales de transporte regional, dos al norte sobre las calles de 5 de febrero y Av. del Trabajo, y dos al sur en las calles Lago de Chapala y Lago de Tequesquitengo.

Los aspectos funcionales de las terminales de autobuses se consideran adecuados, sin embargo el impacto que generan en su entorno requiere una adecuada evaluación, por ejemplo para considerar la propuesta de reubicación de la Central de Autobuses, la cual se encuentra dentro de la zona de Monumentos Históricos y es uno de los focos que genera mayor movimiento vehicular.

En el subsistema de recreación, cabe recalcar que una de las características de la traza original del Centro Histórico son sus espacios abiertos, entre los que destacan las plazas, atrios y jardines (Plaza de Armas, Jardín del Conservatorio de las Rosas, Plaza de San Francisco, Plaza de San Agustín, Plaza de San José y Plaza de la Soterraña, entre otras). Estos espacios abiertos inicialmente eran sitios de reunión y convivencia de pobladores y visitantes, pero ahora se han transformado en espacios propicios para alojar al comercio ambulante. La ubicación de los principales jardines del Centro Histórico se muestra en la figura 2.9.

El Bosque Cuauhtémoc es un espacio patrimonial que ha conservado por muchos años la importante función de espacio abierto arbolado, sin embargo la ocupación y las alteraciones que ha sufrido con la instalación de nuevos equipamientos, ha reducido el área verde con que contaba originalmente.

El total de los espacios abiertos en el Centro Histórico suman 24.66 hectáreas, lo que representa 5.73m² por habitante (incluyendo las 16.50 hectáreas del Bosque Cuauhtémoc, cuya atención prácticamente es a nivel urbano).

Otros elementos relativos a la oferta de recreación son los cines situados dentro de la zona de estudio: Multicinemas Morelia Centro, Cinemas Arcadia y Colonial, y el cine Eréndira.

En el subsistema gobierno y administración pública, debido a la función de cabecera Municipal y Estatal, la planta de oficinas gubernamentales en el Centro Histórico ocupa 7.20 hectáreas. Destacan las oficinas alojadas en el Palacio de Gobierno, las Municipales dispersas en varios edificios, las del Palacio Federal, y las Estatales que ocupan gran parte del Palacio Clavijero (ver figura 2.5).

Adicionalmente, dentro de la zona de estudio se encuentran las instalaciones de la Central de Bomberos y el Cuartel de Policía, en el barrio de San Juan; y el Cuartel de la 21ª Zona Militar sobre la Avenida Acueducto.

Produced by Academic TransCAD

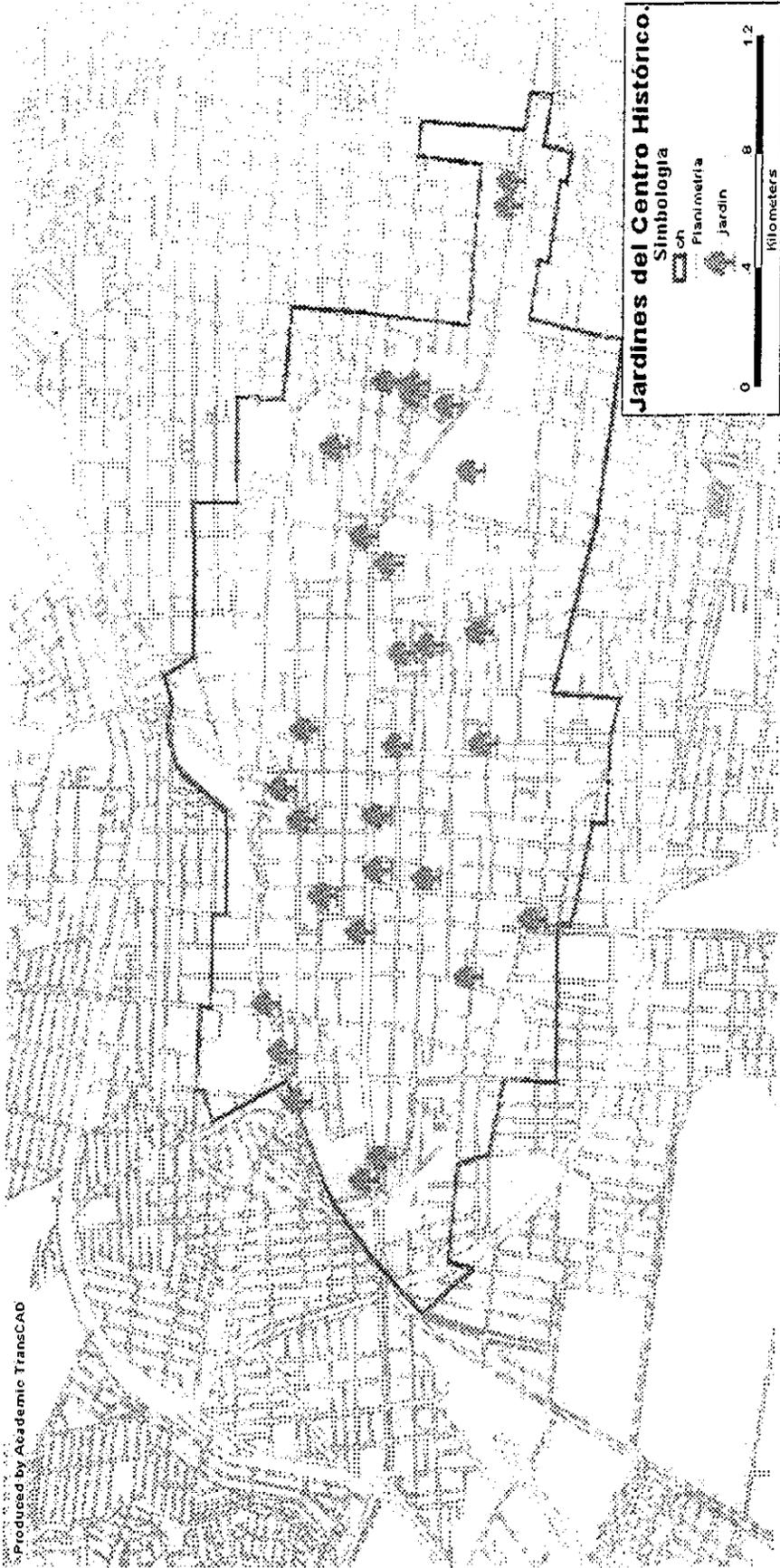


Figura 2.9.- Jardines del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7 RED VIAL Y ESTACIONAMIENTO

La estructura vial del Centro Histórico de Morelia se conforma por calles que conservan en general su trazo y sección original, lo que constituye parte de su patrimonio. Esta traza establece una retícula ortogonal que se interconecta con un circuito perimetral a la zona de Monumentos Históricos.

2.7.1 Red Vial

La estructura vial se forma por vialidades que pueden ser regionales, perimetrales, primarias, locales y peatonales. La figura 2.10 muestra la tipología de la red vial del Centro Histórico de Morelia.

La vialidad regional consiste en la liga de salida hacia las carreteras a Salamanca y Guadalajara, que en el interior de la ciudad recibe el nombre de Avenida Héroes de Nocupetaro y que se encuentra al norte de la zona de monumentos. Esta vialidad se presenta en color rojo en la figura 2.10.

El circuito perimetral consiste en la liga de las vialidades que cumplen dos características, la primera es la continuidad de circulación y la segunda es que permiten una doble circulación. Estas vialidades se muestran en color amarillo en la figura 2.10.

Las vialidades primarias son aquéllas por las cuales es posible trasladarse de un extremo a otro de la ciudad y que por lo general entroncan con alguna carretera federal. Estas vialidades se muestran en color azul en la figura 2.10.

Las vialidades locales son las que permiten la circulación interior en la zona de estudio. Éstas se muestran en color negro en la figura 2.10.

Dentro de la estructura vial del Centro Histórico se encuentran algunas vías o calles peatonales (vialidades color azul rey en la figura 2.10) que constituyen una prolongación de las plazas y los espacios abiertos para el disfrute del Centro Histórico. Dentro de éstas destacan las siguientes: Hidalgo, ocupada por puestos de vendedores en vía pública; San Cristóbal Ecatepec; Callejón del Romance; y de mayor importancia, la Calzada Fray Antonio de San Miguel.

Produced by Academic TransCAD

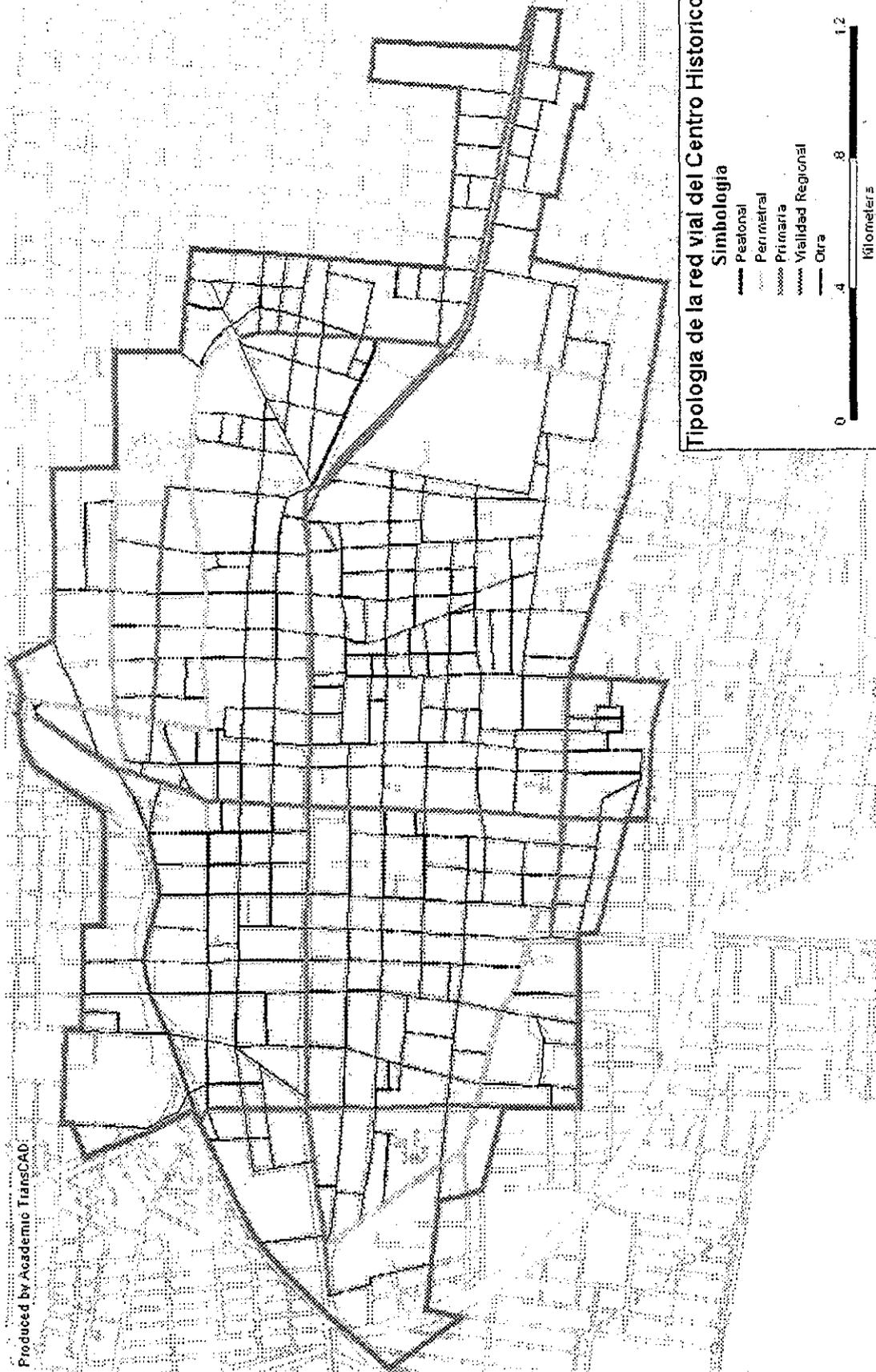


Figura 2 10.- Tipología de la Red Vial del Centro Histórico

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.7.2 Estacionamiento

La demanda de estacionamiento en el Centro Histórico es importante, agudizándose en la zona de Monumentos Históricos por la concentración de usos mixtos y la presencia de inmuebles monumentales que carecen de estacionamientos.

Las estimaciones de demanda de estacionamiento, efectuadas por el Instituto Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia, se muestran en la tabla 2.12.

| Demanda | Zona de Monumentos | Zona de Transición | Total Estimado |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------|
| por vivienda | 3,288 | 3,155 | 6,443 |
| por comercio | 4,055 | 2,083 | 6,138 |
| por oficinas | 1,118 | 197 | 1,315 |
| Total | 8,461 | 5,435 | 13,896 |

Tabla 2.12 - Demanda Normativa de Estacionamiento.

Fuente : Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

La demanda total, si sólo se consideran comercio y oficinas, es de 7,453 cajones, a los que debe sumarse la demanda de los visitantes diarios al Centro Histórico y la demanda propia de la vivienda.

La oferta instalada dentro de edificaciones exclusivas de estacionamiento o baldíos usados como estacionamientos, cubren un total de 4,970 lugares, sin embargo la ocupación promedio de los locales de estacionamiento sólo llega al 52% en promedio. La oferta de estacionamiento en el Centro Histórico se resume en la tabla 2.13.

| | Zona de Monumentos | Zona de Transición | Total Centro Histórico |
|--|--------------------|--------------------|------------------------|
| Número de Estacionamientos | 56 | 15 | 71 |
| Área (Ha.) | 5.42 | 2.72 | 8.14 |
| Número de Cajones | 3,920 | 1,050 | 4,970 |
| Porcentaje de Ocupación | 53% | 48% | 52% |
| Cajones Ocupados Promedio | 2,077 | 504 | 2,581 |
| Autos Estacionados en Aceras | 4,783 | 1,275 | 6,058 |
| Demanda Estimada | 6,886 | 1,785 | 8,671 |
| Déficit, sin Estacionamiento en Aceras | 2,966 | 735 | 3,071 |

Cuadro 2.13. Oferta de Estacionamiento

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

La demanda acumulada, considerando 2,581 vehículos estacionados en estacionamientos establecidos, más 6,058 estacionados en aceras, se encuentra ligeramente arriba de la demanda

normativa de 8,671 cajones, de los cuales 6,886 (el 80%) corresponde a la zona de Monumentos Históricos.

Considerando que la oferta actual es de 4,970 cajones, se estima un déficit de 3,071 cajones. Éste debe tomarse en cuenta si se pretende evitar el estacionamiento en aceras

2.8 TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS

El sistema de transporte colectivo se compone de: *a)* 13 rutas con 41 ramales del transporte colectivo urbano de Morelia, las cuales funcionan con unidades tipo Combi; y *b)* 53 rutas urbanas y suburbanas dependientes del transporte público de Michoacán, las cuales funcionan con unidades tipo microbuses, minibuses y camiones.

Las principales vialidades que utiliza el transporte colectivo tipo Combi se listan en el anexo D. En dirección oriente-poniente sobresalen las avenida Fco. I Madero (con de 9 a 19 rutas) y Allende (con de 2 a 18 rutas), mientras que en dirección norte-sur, Vasco de Quiroga (con de 2 a 18 rutas) y Galeana (con de 3 a 15 rutas). Las rutas de colectivo urbano tipo Combi cuentan con aproximadamente 1,038 unidades en servicio.

Las principales vialidades que cubren las rutas urbanas y suburbanas que funcionan con unidades tipo microbuses, minibús y camiones, se listan en el anexo D. En dirección oriente-poniente sobresalen las avenidas Fco. I Madero (con de 19 a 20 rutas) y Allende (con de 3 a 16 rutas), mientras que en dirección norte-sur, Abasolo (con de 2 a 19 rutas), Galeana (con de 2 a 17 rutas) y Vasco de Quiroga (con de 6 a 15 rutas). El parque vehicular suma alrededor de 450 unidades de transporte urbano, de las cuales 225 son microbuses, 198 minibuses y 27 son camiones.

Dentro del área de estudio existen puntos donde se incrementa la afluencia de rutas de combis y minibuses, los más conflictivos se listan en el anexo D. Es importante señalar que en el Centro Histórico no se han establecido paraderos específicos para el transporte público, lo cual genera en gran parte la problemática vehicular.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Secretaria de Transporte Público, existen 13 agrupaciones de taxistas registradas (ver tabla 2.14). No existe un censo de las unidades de taxis que circulan por la ciudad de Morelia, sin embargo de acuerdo con los comentarios de los propios taxistas, se estiman alrededor de 5,000 prestadores de este servicio.

| Agrupación | No. de unidades |
|-----------------------------|-----------------|
| Radio taxi Tarasco | Sin datos |
| Radio taxi 30 de Septiembre | 50 |
| Radio taxi Morelia | 100 |
| Radio taxi Independencia | 13 |
| Radio taxi del Bosque | 36 |
| Radio taxi Tarase | 115 |
| Radio taxi Máquinas Rojas | 82 |
| Radio taxi Pirindas A. C. | 25 |
| Radio taxi ejecutivo | Sin datos |
| Radio taxi Grupo Alfa A.C. | Sin datos |
| Taxi tour Morelia | Sin datos |
| Radio taxi Horizonte | Sin datos |
| Radio taxi Láser | Sin datos |

Tabla 2.14 Agrupaciones de Taxistas
Fuente : Secretaria de Transporte Público.

2.9 REFERENCIAS URBANAS

La ciudad de Morelia, trazada a partir de un montículo, con ejes norte-sur y oriente-poniente, manifiesta en el análisis de su estructura visual, un deliberado acento en el tratamiento de los remates y referencias urbanas.

En torno a la Catedral, elemento de mayor relevancia, existe un conjunto de edificaciones religiosas que de alguna manera determina la estructura de los barrios. Los edificios religiosos que destacan notablemente en el paisaje urbano son: La Merced, La Compañía de Jesús, Santa Rosa de Lima y El Carmen, al norponiente; San José, San Juan y Las Monjas, al nororiente; San Agustín y las antiguas capillas de Cristo Rey y Santo Niño, al surponiente (ver figura 2.4).

Otras referencias actuales son edificaciones de alturas relevantes como: la torre del Instituto Mexicano del Seguro Social, Teléfonos de México, el Hotel Presidente, la Fuente de las Tarascas y el Hotel del Bosque.

Para tener una visión más completa de la imagen urbana del Centro Histórico, se tienen que estudiar por separado sus espacios públicos, sus sendas y ejes de valor formal, y sus elementos destacados.

a). *Los espacios públicos*

Los espacios abiertos generadores de mayor actividad (por cierto todos ubicados dentro de la zona de Monumentos Históricos) son Plaza Juárez y Plaza Melchor Ocampo (a los costados de Catedral), Plaza Valladolid o Atrio de San Francisco (ocupado por puestos de artesanías), Plaza de

Capuchinas (ocupada por puestos de tianguis), Plaza Altamirano (con tianguis de dulces y artesanías tradicionales), Plaza de San Agustín (con el Mercado de Antojitos), Plaza de la República, Plaza de San José, Jardín Villalongin y Plaza Carrillo. Estas tres últimas, sin vendedores ambulantes.

b) *Las sendas y ejes de valor formal*

Los espacios públicos se ligan entre sí mediante importantes sendas constituidas principalmente a través de las Avenidas Fco. I. Madero y Avenida Morelos, las calles de Vasco de Quiroga, Andrés del Río y Valentín Gómez Farías, las que se consideran los principales ejes peatonales dentro del Centro Histórico.

Al interior de algunas zonas habitacionales se encuentran todavía algunos conjuntos de gran armonía y de valor ambiental, entre los que destacan: Corregidora, en su tramo de Michelena a Riva Palacio; Granaditas, entre Bravo y Quintana Roo; Bartolomé de las Casas, entre Vicente Santa María y Sor Juana Inés de la Cruz; el Callejón del Romance y la Calzada de Fray Antonio de San Miguel.

c) *Los elementos destacados de la imagen urbana*

Adicionalmente a los elementos que han definido el carácter de la ciudad (la traza reticular, los espacios públicos, plazas, jardines y rinconadas), la conformación histórica de Morelia ha ido creando elementos importantes (referencias de barrio) que deben protegerse, destacándose las fuentes de las Plazas de Catedral, Villalongin, San Francisco y San Agustín, y las pilas del Ángel, el gallo, la Mulata y Sto. Niño. Estos elementos constituyen parte de la imagen urbana que debe resaltarse, revitalizando su entorno.

Al interior del Centro Histórico se presenta una imagen bastante homogénea, la cual se va haciendo heterogénea hacia los bordes. Varias de estas zonas presentan problemáticas similares, particularmente las zonas de borde del Centro Histórico.

3. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La concentración de servicios en el municipio de Morelia y en particular en el Centro Histórico de la ciudad, genera diversos problemas que contribuyen de forma directa al deterioro de la ciudad. En este capítulo se identifican estos problemas, sobre todo los relacionados con el deterioro de la vialidad. Primero se identifican los problemas generales del Centro Histórico (imagen urbana, uso de suelo, vivienda, transporte y vialidad, espacios públicos, equipamiento, medio ambiente y patrimonio edificado); posteriormente se analiza la relación entre el equipamiento y los problemas de vialidad, así como la problemática derivada de la estructura vial. Finalmente se aborda la forma en la que el mejoramiento de la vialidad podría contribuir a la protección del Centro Histórico.

3.1 IMAGEN URBANA

En los accesos al Centro Histórico y entorno a las plazas y a los principales mercados, se presenta una imagen urbana muy deteriorada (existen corredores comerciales y calles con invasión de vendedores en la vía pública). La señalización comercial desordenada y sin normatividad sin duda contribuye al deterioro de la imagen urbana, al igual que la proliferación de anuncios panorámicos, principalmente en los inmuebles colindantes a las vialidades de acceso al Centro Histórico.

Con el objeto de conocer más de cerca la problemática de los habitantes, comerciantes y visitantes a la ciudad de Morelia, la Secretaría de Turismo realizó con la colaboración del H. Ayuntamiento, una encuesta dirigida a cada uno de los grupos antes mencionados, de donde se obtuvo valiosa información.

Con respecto a la encuesta realizada a los visitantes a la ciudad de Morelia, se resume que:

- El 80% de los visitantes son de origen nacional y solamente el 20% son de origen extranjero. El 65% de estos visitantes acuden a la ciudad por vacaciones y el 34% por asuntos de trabajo y de estudios.
- Ante la interrogante de ¿qué es lo que más le gusta del Centro Histórico de Morelia?, todas las respuestas se manifestaron en relación al patrimonio edificado y cultural que existe en la ciudad. Sumaron 208 señalamientos en donde predominan: la arquitectura, la Catedral y el acueducto, como se indica en la tabla 3.1.

- Se señalan como problemas relevantes del Centro Histórico: el tránsito intenso, la falta de áreas de estacionamiento, el ambulante y la basura. Otros problemas no menos importantes son: los vagabundos, el alcoholismo, los semáforos que no se ven, problemas con agentes de tránsito y la preferencia que se les da a los visitantes extranjeros (ver tabla 3.2).

| | Visitantes Nacionales | Visitantes Extranjeros | Total |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------|-------|
| La arquitectura | 67 | 13 | 80 |
| La catedral | 40 | 6 | 46 |
| Los parques y jardines | 7 | 1 | 8 |
| El acueducto | 12 | - | 12 |
| Los museos | 6 | 2 | 8 |
| Monumentos históricos | 7 | - | 7 |
| Su historia | 5 | 2 | 7 |
| El palacio de clavijero | 6 | - | 6 |
| Las artesanías | 5 | - | 5 |
| Conservatorio de las rosas | 3 | 2 | 5 |
| Sus plazas | 4 | - | 4 |
| El zoológico | 3 | - | 3 |
| Los hoteles | 3 | - | 3 |
| La cantera | 3 | - | 3 |
| Centro Cultural Universitario | 2 | - | 2 |
| Oficinas de gobierno | 2 | - | 2 |
| Su cultura | 0 | 2 | 2 |
| San Agustín | 1 | - | 1 |
| Mercados y calles | 3 | 1 | 4 |
| Total | 179 | 29 | 208 |

Tabla 3.1. Lo que más gusta del Centro Histórico.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano - H. Ayuntamiento de la Ciudad

De acuerdo a la encuesta realizada, las instalaciones que los visitantes consideran que hacen falta en el Centro Histórico, son principalmente: las relativas al turismo (módulos de información, señalamientos y guías de turistas), áreas de estacionamiento y servicios públicos (baños, teléfonos, mensajería, casas de cambio y bancos). Ver tabla 3.3.

| | Visitantes Nacionales | Visitantes Extranjeros | Total | % |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------|------|
| Ambulantaje | 78 | 14 | 92 | 48.4 |
| Estacionamiento | 42 | 6 | 48 | 25.3 |
| Tránsito intenso | 32 | 8 | 40 | 21.1 |
| Basura | 5 | - | 5 | 2.6 |
| Vagos - Alcoholismo | 2 | - | 2 | 1.1 |
| Semáforos que no se ven | 1 | - | 1 | 0.5 |
| Agentes de tránsito | 1 | - | 1 | 0.5 |
| Preferencia a extranjeros | 1 | - | 1 | 0.5 |
| Suma | 162 | 28 | 190 | 100 |

Tabla 3.2.-Problemas más importantes del Centro Histórico.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano, H. Ayuntamiento de la Ciudad de Morelia.

| | Visitantes Nacionales | Visitantes Extranjeros | Suma | % |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------|------|
| Turismo | 20 | 5 | 25 | 29.4 |
| Estacionamiento | 21 | 2 | 23 | 27.1 |
| Servicios | 7 | 4 | 11 | 12.9 |
| Recreación y Cultura | 9 | 0 | 9 | 10.6 |
| Limpieza | 7 | 0 | 7 | 8.2 |
| Comercio | 5 | 1 | 6 | 7.1 |
| Seguridad | 4 | 0 | 4 | 4.7 |
| Suma | 73 | 12 | 85 | 100 |

Tabla 3.3 Instalaciones que hacen falta en el Centro Histórico.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano,
H. Ayuntamiento de la Ciudad de Morelia.

3.2 PROBLEMÁTICA GENERAL DEL CENTRO HISTÓRICO

3.2.1 Población

La población está disminuyendo con una tasa de -3.45%, dentro de la zona de monumentos históricos. De continuar esta tendencia se puede esperar un Centro Histórico altamente terciarizado y despoblado en sus partes centrales.

3.2.2 *Uso de suelo*

Los cambios de uso de suelo, vivienda por comercio, y la plusvalización del suelo habitacional, ha desplazado la población. La tendencia es incrementar los costos del suelo, impulsando la rentabilidad de usos comerciales en detrimento de la vivienda particularmente de ingresos medios y bajos.

Hay gran concentración de usos comerciales en el eje de la Avenida Madero y su entorno, a lo largo del eje Lázaro Cárdenas-Manuel Muñiz y a lo largo de la calle Vasco de Quiroga en su liga con el Mercado Independencia (ver figura 2.5).

No existen baldíos de importancia, con excepción de lo situados en el borde norte. Existe suelo subutilizado en el borde norte del área del Centro Histórico, que puede reutilizarse con usos más afines a las características y al valor cultural y comercial.

3.2.3 *Vivienda*

En 1990 se estimó que había un total de 11,683 viviendas y para 1995 se estimaron 11,003, lo que representa una pérdida anual de 136 viviendas.

Existen 14 vecindades con un total de 118 viviendas que, en su mayoría, requieren de mejoras y mantenimiento; algunas de ellas están en estado crítico.

La vivienda existente en las colonias y barrios de la parte media y la periferia del Centro Histórico está resintiendo la tendencia de cambio de uso del suelo.

3.2.4 *Vialidad y Transporte*

Existe un flujo vehicular importante de cruce en el Centro Histórico, que requiere canalizarse por vías alternas laterales.

El tránsito vehicular se entorpece seriamente en las vialidades primarias, debido a estacionamiento en la vía pública (alguna veces a ambos lados) y al comercio ambulante. Además existen intersecciones conflictivas que requieren semáforos.

La concentración vehicular está estrechamente vinculada con los motivos de viaje generados por los usos y los equipamientos del Centro Histórico.

Hay 71 estacionamientos con una capacidad estimada de 4,970 automóviles y con una ocupación promedio de 52.6%. Se tiene un déficit de 3,701 cajones de estacionamiento privado.

Existe una gran concentración de rutas de transporte, en prácticamente toda la traza del Centro Histórico. La situación se hace crítica en los nodos de mayor actividad, en la cercanía de equipamientos escolares y de abasto, y en las horas pico de entradas y salidas de los equipamientos y oficinas.

La ubicación de la Terminal de Autotransporte, al norte de la zona del Centro Histórico, provoca congestionamientos particularmente por la afluencia de taxis y el ambulante de su entorno.

Uno de los principales problemas que ocasionan los taxistas es que, al hacer una parada para subir o bajar su pasaje, no se acercan a la acera sino que se estacionan en doble fila reduciendo así la capacidad de las vialidades.

3.2.5 *Espacios Públicos*

Los espacios públicos de la ciudad de Morelia tienen elementos notables, de gran calidad formal y ambiental, que estructuran a la misma y constituyen áreas fundamentales para la apreciación de la edificación patrimonial de la ciudad. Complementariamente, estos espacios son el punto de encuentro, recreación y relación social de su población.

La ocupación de los espacios públicos por vendedores ambulantes y el deterioro de los pavimentos y mobiliario, han afectado drásticamente el patrimonio de la ciudad. Se estiman en 1,627 los puestos ambulantes (sin contar con los vendedores nocturnos y puestos rodantes). Se percibe una falta de reglamentación y escasas posibilidades alternativas para el ordenamiento de los mismos.

Los espacios abiertos (Plaza de Armas, Jardín del Conservatorio de las Rosas, Plaza de San Francisco, Plaza de San Agustín, Plaza de San José y Plaza de la Soterraña, entre otras) que inicialmente eran sitios de reunión y convivencia de pobladores y visitantes, ahora se han transformado en espacios propicios para alojar al comercio ambulante.

Las calles, callejones, privadas, plazoletas y rinconadas frecuentemente son utilizadas como estacionamientos de compradores, usuarios y residentes de la zona.

El Bosque Cuauhtémoc ha perdido áreas por la ubicación de equipamientos como el DIF, la Comisión Forestal del Estado y el Hospital Infantil de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, además de que sus áreas verdes tienen un notorio deterioro.

A este respecto, es fundamental señalar la importancia que tiene la recuperación de los espacios públicos para el bienestar y esparcimiento de la población local y visitante.

3.2.6 Equipamiento

Existe concentración de equipamientos regionales en el Centro Histórico, particularmente de abasto (Mercados Independencia y Revolución), educación y salud, además de gran concentración de oficinas públicas y privadas.

Lo anterior genera una gran concentración de población flotante con la consiguiente problemática de transporte, demanda de estacionamiento y carga vehicular en las vialidades.

3.2.7 Medio Ambiente

Por la problemática general descrita, existen áreas y zonas dentro del Centro Histórico con un gran deterioro ambiental. Existe contaminación visual, basura, contaminación atmosférica y molestias auditivas generadas por congestionamientos en las vialidades.

El Bosque Cuauhtémoc ha sufrido ocupación y alteraciones debido a la instalación de nuevos equipamientos, lo cual ha reducido el área verde con que contaba originalmente. Este bosque presenta características de descuido en su flora y fauna, y parece tener pérdida de humedad en el subsuelo con el peligro consiguiente de la pérdida de este espacio de alto valor ecológico y paisajístico. Entre los trastornos que ha sufrido el bosque están: el deterioro de la cantera, la suplantación de arbolado con especies diferentes a las que albergaba originalmente y que correspondían más al clima de la ciudad, infecciones por hongos en sus árboles, carencia de agua de riego y falta de mantenimiento. Un punto importante es que la avifauna existente, aves de especie rara, se encuentran en peligro de extinción a causa de todo lo antes señalado y por la contaminación ambiental.

Hay gran escasez de arbolado en vialidades de barrios y colonias, particularmente en las vialidades primarias.

3.2.8 Patrimonio Edificado

El patrimonio edificado presenta fuerte deterioro. Demoliciones, alteraciones, grafitis, ambulante y falta de aplanados originales, contribuyen seriamente a este deterioro.

Se requiere explorar racionalmente las posibilidades de reutilización y rescate con rentabilidad adecuada e interesante para el propietario, proyectos que combinen usos habitacionales con comercios, restaurantes o servicios al turismo. Se requiere proteger la arquitectura vernácula y popular.

La plusvalización del suelo está estimulando cambios de uso que pueden alterar las características del patrimonio edificado.

Se requiere una política institucional, acciones y programas integrales para la protección y conservación del patrimonio edificado.

No existe un catálogo actualizado de este patrimonio. Se requiere una acción enérgica del Instituto Nacional de Antropología e Historia, coordinada con las autoridades municipales, para la protección del patrimonio histórico.

3.3 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

Los principales problemas que contribuyen al deterioro del Centro Histórico de Morelia se pueden resumir como sigue:

- A. Alta concentración de vehículos y operación deficiente del tránsito vehicular.
- B. Elevada concentración de servicios, tanto administrativos, de abasto, comerciales, de salud y educación en un área muy restringida.
- C. Concentración de rutas de transporte colectivo urbano y suburbano en el Centro Histórico.
- D. Tendencia al cambio de uso del suelo, principalmente de habitacional a comercial u oficinas.
- E. Expulsión de la población del centro de la ciudad.
- F. Ocupación de la vía pública (aceras, calles, plazas, jardines, etc.) por los puestos de vendedores ambulantes.

Los problemas A, C y F están relacionados, de una u otra forma, directamente con el transporte y la vialidad, y aunque los problemas B, D y E se refieren al uso de suelo, éstos indirectamente también repercuten en la vialidad.

Específicamente, los problemas más relevantes dentro de la zona del Centro Histórico con respecto a la ocupación del suelo son:

1. Tendencia de cambio de uso del suelo habitacional a comercial y mixto, dentro del área central de la zona de Monumentos Históricos y a lo largo de los corredores de las Avenidas Lázaro Cárdenas-Manuel Muñiz-Mariano Michelena y Héroes de Nocupétaro.
2. Plusvalización del suelo en la zona, lo que genera cambios de uso habitacional a comercial y la consecuente expulsión de población.
3. Concentración de usos comerciales y mixtos en la zona central, lo cual produce demanda de áreas de estacionamiento.
4. Concentración de equipamientos, principalmente en los rubros de educación, salud y abasto, a nivel urbano y regional, lo que genera un importante número de viajes, así como de paraderos del transporte colectivo.
5. Presencia importante de equipamiento regional de oficinas de gobierno, lo que genera demanda de áreas de estacionamiento.
6. Usos incompatibles por riesgo y contaminación: talleres mecánicos, industrias, baños públicos, gasolineras.
7. Localización de la Central de Autobuses y de terminales de autobuses regionales y de carga, lo que genera impactos importantes en su entorno, como concentración vehicular, saturación de la red vial y contaminación ambiental.
8. Instalación de comercios en la vía pública, en el entorno inmediato de la zona del Centro Histórico.

Estos problemas se deben en gran parte a la concentración de todo tipo de equipamiento urbano en el Centro Histórico de Morelia.

3.4 RELACIÓN ENTRE EQUIPAMIENTO Y PROBLEMAS DE VIALIDAD

La concentración de equipamientos regionales en el Centro Histórico de Morelia, particularmente de abasto, educación y salud, además de la gran concentración de oficinas públicas y privadas, genera gran cantidad de población flotante con las consiguiente problemática de transporte, demanda de estacionamiento, y carga vehicular en las vialidades.

Se estima que la población escolar, superior a 46,000 alumnos, genera diariamente alrededor de 35,000 viajes adicionales a la zona del Centro Histórico. Además, la ubicación de algunas instalaciones escolares (ver figura 2.7), genera conflictos de funcionamiento en la zona, por la presencia de rutas de transporte entorno a las escuelas.

Los principales impactos negativos de los mercados ubicados en el Centro Histórico son por un lado, el ambulante y por otro, los conflictos viales generados por las operaciones de carga y descarga. Generalmente se realizan movimientos de carga y descarga durante todo el día, produciendo una afluencia constante de camiones, que atraviesan la ciudad o que van a las poblaciones cercanas, ocasionando serios conflictos viales. De acuerdo con el Reglamento de Mercados (18 de mayo de 1973), el horario de carga y descarga es de las 18:00 a las 8:00 horas, pero éste no se cumple.

El incremento del comercio informal en la vía pública, trae como consecuencia problemas de tránsito, basura, contaminación y en general un deterioro de la imagen de la ciudad. El ambulante deteriora por completo la imagen urbana, además de que obstruye la visibilidad, puesto que es imposible admirar y apreciar la belleza de los edificios monumentales y la calidad del espacio público y semipúblico de los portales que se encuentran en el Centro Histórico, convertido junto con las calles entorno a la Catedral y a la Plaza de San Francisco, en verdaderos corredores comerciales.

La planta de oficinas gubernamentales en el Centro Histórico también provoca una gran afluencia de usuarios a la zona centro.

3.5 PROBLEMAS DE LA ESTRUCTURA VIAL

Problemas relevantes de la estructura vial del Centro Histórico son la reducción de la capacidad vial y los cruces conflictivos (ver figura 3.1). Específicamente, los principales problemas son los siguientes:

- a) Reducción de la capacidad vial por estacionamiento en uno y dos cordones de aceras. Destacan las calles:
 - o Gómez Farías, Abasolo, Morelos Sur y Pino Suárez, en dirección norte-sur, y
 - o 20 de Noviembre, Aquiles Serdán, Allende, Corregidora y Antonio Alzate, en dirección oriente-poniente.

- b) Cruceos conflictivos y peligrosos en (ver figura 3.1):
 - a. Héroe de Nocupétaro con Guadalupe Victoria y Guillermo Prieto;
 - b. Avenida Morelos Norte y Avenida del Trabajo;
 - c. Avenida Madero con Mariano Michelena, Andrés Quintana Roo, Vicente Santa María, Plaza de Las Tarascas y Avenida Tata Vasco;
 - d. Avenida Acueducto y Avenida Ventura Puente; y
 - e. Manuel Muñiz con Cuautla y Plaza Carrillo.

- c) Concentración de vehículos en zonas con presencia de ambulantes, en las Plazas de Catedral y San Francisco; entorno del Mercado Independencia y de la Central Camionera, y en las calles de Allende, Corregidora y Vasco de Quiroga.

3.6 PROTECCIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO MEDIANTE EL MEJORAMIENTO DE LA VIALIDAD

A todo habitante o visitante de cualquier ciudad afectan de una u otra forma los problemas de vialidad, ya sea como conductor que como usuario del servicio de transporte público de pasajeros; y cada día cobra mayor importancia el binomio población-vehículo automotor. No se puede negar esta realidad y no queda más que acostumbrarse a ella, pero es necesario prestarle mayor atención.

Para empezar, un estudio de la vialidad puede servir, entre otras cosas, para conocer cómo mejorar el flujo vehicular, disminuyendo en consecuencia los tiempos de recorrido y los costos de operación de los vehículos. Entonces, si se sabe que es necesario estudiar esta problemática, ¿por qué no comenzar, buscando soluciones e integrando esfuerzos que permitan agilizar el flujo en las vialidades de nuestra ciudad?

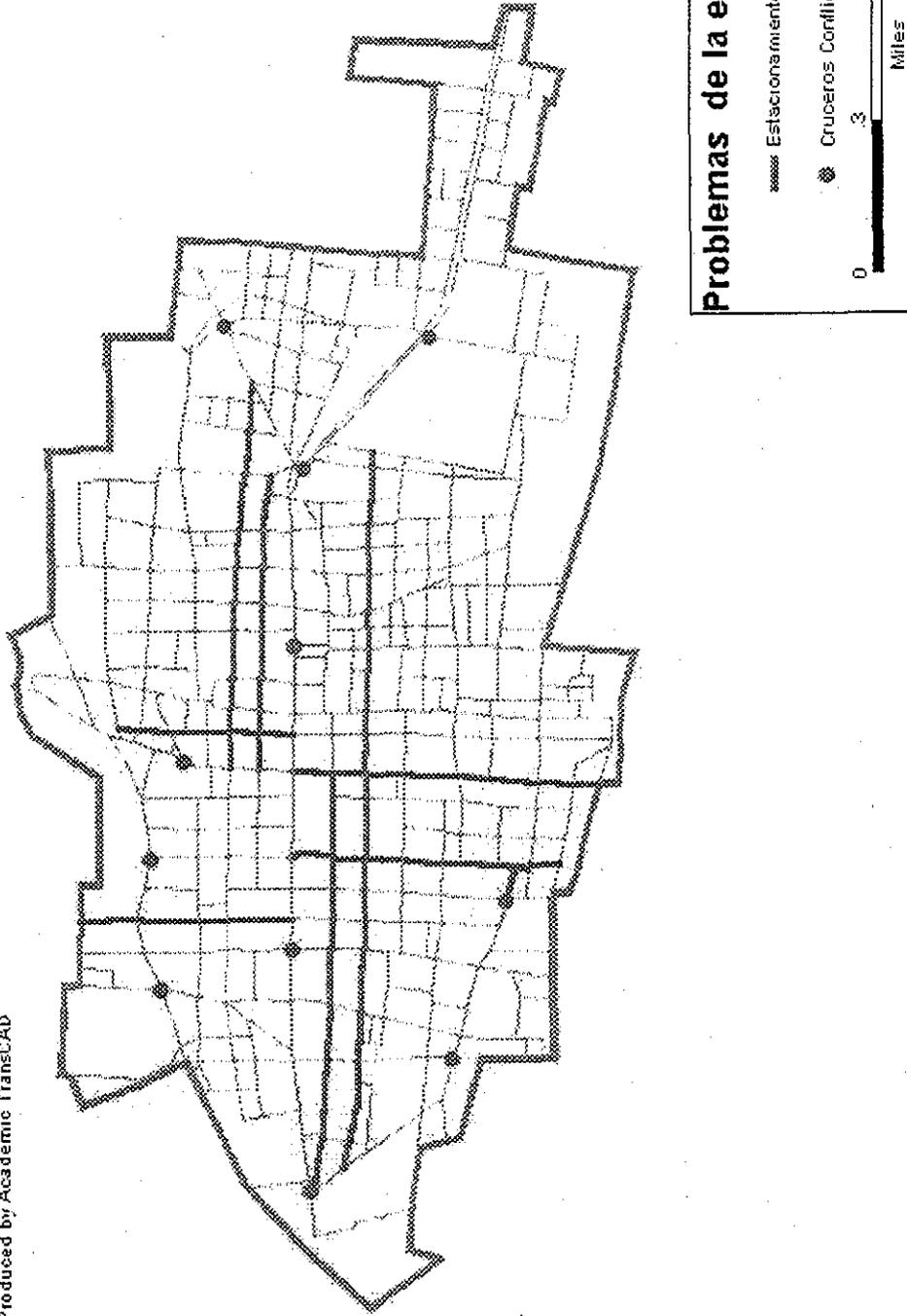


Figura 3.1 Problemas de la Estructura Vial.

Un estudio con objeto de conocer y analizar la problemática de la vialidad del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, puede servir para plantear recomendaciones viables de aplicación que contribuyan a la solución de los problemas actuales de tráfico.

Algunas recomendaciones viables de aplicación en la zona del Centro Histórico estarían orientadas al mejoramiento de la gestión del tráfico en dicha zona, con los consecuentes beneficios que esto traería, tales como:

- el mejoramiento del flujo vehicular;
- el ahorro en los tiempos de recorrido y en el costo de operación de los vehículos;
- la disminución del impacto ambiental; y
- la disminución de puntos conflictivos y de accidentes.

Otras recomendaciones estarían orientadas al mejoramiento de la planificación en materia de transporte. Aquí se incluyen modificaciones en la estructura vial, tales como sentidos de las calles y restricciones de estacionamiento y de ocupación de la vía pública; así como planificación del mantenimiento de los pavimentos de las vialidades. También aquí se incluyen restricciones a la circulación en el Centro Histórico según tipo de vehículo.

A su vez, la puesta en práctica de estas recomendaciones contribuiría a la conservación de la zona (conservación de pavimentos y monumentos históricos) y al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y visitantes (menor contaminación y stress), ayudando así a la protección del Centro Histórico de Morelia.

Muchos análisis para el mejoramiento de la vialidad podría hacerse, pero en esta tesis éstos quedan restringidos debido a la carencia de información confiable, sin embargo cuando es así, se señala cuál es la información que se requiere para llevarlos a cabo.

4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA

Para el análisis de la vialidad es necesario que la información obtenida quede ordenada de la mejor manera y sea fácilmente accesible. Un Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene la capacidad de integrar y relacionar información espacial y de atributos. Por lo tanto, un SIG puede ser utilizado para integrar y manipular la información del Centro Histórico de Morelia.

En este capítulo se describe brevemente qué es un SIG y qué es un SIG para transporte (SIG-T), y cómo se realiza la integración de la información del Centro Histórico relativa a la vialidad, a uno de estos sistemas.

4.1 ORIGEN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para la mayor parte de los usuarios de la teledetección espacial, el fruto de los ensayos de clasificación es *un mapa temático* que refleje adecuadamente el estado de la variable de interés en el área de estudio.

En muchos casos la obtención de ese mapa constituye la fase final del trabajo, su resultado último. En otros, se trata de un documento que proporciona (junto con otras variables territoriales) un conocimiento integrado del espacio en estudio. En ese planteamiento, la cartografía obtenida a partir de la teledetección constituye una variable adicional dentro de un sistema de información integrado, tan interesante para el mejor conocimiento del espacio que nos rodea

De esta forma, han nacido los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG), que pueden definirse como bases informatizadas de datos con algún tipo de componente espacial.

Esto significa que la información que almacenan está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio concreto, por lo que todas estas variables pueden relacionarse mutuamente de diversas formas. Dado que la información que contienen se almacena en formato digital, los SIG aprovechan las posibilidades analíticas de las computadoras, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales: generalización cartográfica, integración de variables espaciales, análisis de vecindad, etc. Además, los SIG permiten almacenar esa información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario. En definitiva, amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización.

Un SIG está compuesto por equipos físicos, especializados en el manejo de información espacial, y una serie de programas que, conectados con aquellos, permiten realizar múltiples transformaciones a partir de las variables espaciales introducidas al sistema.

El SIG no es un producto cerrado en sí, sino un compuesto de elementos diversos: computadora, digitalizador, trazador gráfico, impresoras, distintos paquetes de programas, orientado hacia una finalidad específica. También existen SIG comerciales, que intentan recoger todos estos productos bajo una misma estructura, si bien lo más habitual (en este momento) es la comercialización exclusiva de los programas, que pueden adaptarse a configuraciones hardware muy amplias.

4.2 FUNCIONES Y PRINCIPALES COMPONENTES DE UN SIG

En esencia, un SIG proporciona un almacenamiento coherente de la información espacial, que puede ser actualizada o manipulada con el mínimo esfuerzo. Permite obtener modelos cartográficos, a partir de la transformación o combinación de diversas variables: señalar corredores de una determinada distancia a un río o carretera; realizar tablas de coincidencia entre dos o más mapas; calcular pendientes, exposiciones o medidas de textura; superponer dos o más capas de información, etc. Asimismo facilita la presentación gráfica de los resultados, al permitir el acceso a diversos periféricos controlados por la computadora. Por último, un SIG puede emplearse como un instrumento de simulación.

Para ilustrar con más detalle las aplicaciones de un SIG, conviene describir previamente sus principales componentes. Aunque la variedad del mercado es muy amplia, tanto en el rango de funciones que soportan, como en la estructura de almacenamiento, la mayor parte de los SIG incluyen los siguientes módulos:

- 1.-Entrada de información.
- 2.-Almacenamiento y organización de la base de datos.
- 3.-Análisis y transformaciones.
- 4.-Representación gráfica.

A continuación se repasa la funcionalidad de cada uno de estos módulos:

1.- Entrada de información.

Para que pueda efectuarse un análisis integrado entre variables es preciso que todas ellas sean plenamente compatibles. Esto significa que se alojen en el mismo soporte (digital), con el mismo formato y sujetas a un sistema de referencia común. Por ello, la función más trascendental de un SIG es la entrada y transformación de datos, para que todos ellos resulten coherentes con la base de referencia seleccionada para el proyecto.

A este respecto conviene tener presente que la información que se almacena en un SIG puede proceder de fuentes muy variadas: teledetección, cartografía a diferentes escalas, datos demográficos o climáticos, modelos digitales del terreno, etc. Por esta razón, un SIG debe incorporar la posibilidad de acceder a todas estas variables, así como la de transformarlas apropiadamente para que sean mutuamente relacionables.

En primer lugar, es preciso que esa información sea convertida a formato digital, compatible con la computadora que soporte el SIG. Esta digitalización puede realizarse a partir de medios muy variados, en función del tipo de variables que quieran introducirse al sistema. Para información alfanumérica, como datos demográficos o climáticos, resulta necesario acudir al teclado, mientras que para mapas convencionales el medio más idóneo es un digitalizador, que facilita la obtención automática de coordenadas. Si lo que se pretende incorporar al sistema son imágenes analógicas, como fotografías aéreas o copias en papel de imágenes de satélite, resulta necesario acudir a un rastreador de barrido (scanner), que permite traducir niveles de gris en valores numéricos.

Una vez convertidas a formato digital, se requiere que las distintas variables tengan un sistema de referencia común, con objeto de que sean fácilmente relacionables.

2.-Almacenamiento y organización de la base de datos.

La mayor parte de los expertos distinguen, a este respecto, dos tipos de estructuras de almacenamiento: vectorial y raster. Las diferencias entre una y otra pueden ilustrarse con un sencillo ejemplo. Si se pretende almacenar digitalmente la información contenida en un mapa de suelos, puede optarse por una doble alternativa. Por un lado, el mapa puede definirse por las líneas que separan los distintos tipos de suelos (xerosol cálcico, luvisol crómico, rendzina, regosol y calcáreo). En este sentido, basta almacenar las coordenadas de esas líneas para contar con toda la información original, puesto que es posible reconstruir a partir de ellas, la categoría a que pertenece cada unidad edáfica. Para ello, es preciso

describir topológicamente el mapa digitalizado; esto es, diseñar una tabla de referencia en donde se indique a qué línea pertenece cada coordenada, a qué polígono cada línea y a qué categoría cada polígono.

Otra opción para el almacenamiento es dividir la superficie que ocupa ese mapa en una matriz de celdas, todas ellas del mismo tamaño, que se consideran como unidades elementales de información. Dicho de otro modo, el mapa se convierte en una malla regular de píxeles, en cada uno de los cuales se almacena un valor numérico, descriptor del tipo de suelo que alberga.

En el primer caso, las unidades se definen por sus fronteras, indicando implícitamente su contenido. En el segundo caso, los contenidos están explícitamente definidos y las fronteras sólo de modo implícito (Cebrián, 1988).

Ambos sistemas ofrecen ventajas e inconvenientes para el almacenamiento y posterior manipulación de variables. Sin profundizar excesivamente en su análisis, es posible resumir la polémica sobre la conveniencia de uno u otro en los siguientes párrafos:

- El formato vectorial es más conveniente para el almacenamiento, puesto que cada unidad se define por sus límites y no por todas las cuadrículas que engloba. En el formato raster, hay tantos números como variables x celdas, independientemente de si existen pocas o muchas fronteras en el área de estudio.
- También la estructura vectorial es más ventajosa en lo que se refiere a la precisión, por cuanto cada unidad se define por sus límites reales. En el caso de la estructura raster, el espacio se divide en unidades discretas (celdas), y las fronteras entre clases se deben adaptar a ese trazado regular.
- Por el contrario, el formato raster resulta más conveniente para realizar análisis espaciales: proximidad, superposición de mapas, etc., puesto que cada unidad espacial está definida explícitamente.
- Los programas que manejan información vectorial exigen mayor volumen de cálculo que los basados sobre formato raster. Asimismo, el tiempo de manipulación es, mucho mayor en el caso del formato vectorial.

Puesto que ambos sistemas poseen ventajas e inconvenientes, se están desarrollando programas que permitan convertir la información de un formato a otro, eligiendo aquél más conveniente para cada uno de los fines que se pretendan (Ehlers et al, 1989).

3.- Análisis y transformaciones.

Aquí se incluye cualquier operación que transforme las variables originales para un objetivo determinado. Las posibilidades son muy amplias: señalar corredores en torno a un polígono o línea; trazar la ruta óptima entre varios puntos; generar modelos digitales del terreno; calcular distancias, áreas y perímetros; superponer de formas diversas dos o más mapas (unión, intersección); realizar tablas de coincidencia espacial entre dos o más variables; ajustar mapas fronterizos; generalizar información; suprimir polígonos inferiores a un umbral previamente fijado, etc.

Cada una de estas funciones, además, puede dar origen a otras aplicaciones. Por ejemplo, el análisis topográfico genera un modelo digital del terreno, a partir del cual pueden realizarse otros análisis: estimación de pendientes y orientaciones, cálculo de perfiles, áreas vistas y ocultas, perspectivas tridimensionales, etc.

Este vasto abanico de posibilidades constituye una de las principales novedades de un SIG frente a las herramientas analíticas convencionales.

4.-Representación gráfica.

Un SIG permite aprovechar los numerosos periféricos de representación gráfica accesibles a una computadora, facilitando la obtención de resultados en un formato de considerable calidad (el monitor, la impresora, trazadores gráficos, filmadoras láser). En general, para ambos tipos de almacenamientos de datos, los monitores gráficos son el soporte más habitual de visualización. Buena parte de la calidad de estas reproducciones gráficas se debe al tipo de programas de representación que incorpora el SIG.

4.3 SIG-T

En los últimos años ha aumentado la popularidad de las aplicaciones de los SIG al transporte, lo que se refleja en el surgimiento de: congresos mundiales dedicados a SIG-T y a temas estrechamente relacionados (Conferencia Anual de la Asociación de Sistemas de Información Urbana y Regional, URISA, en los EUA); libros informativos y otros materiales escritos sobre SIG-T y temas afines; y compañías consultoras que se especializan en SIG-T. Puede decirse inequívocamente que los SIG-T han llegado y ahora representan una de las áreas de aplicación más importantes de la tecnología de los SIG.

Tecnológicamente, los SIG-T, como los SIG en su conjunto benefician el desarrollo de los sistemas de información y de las bases de datos en general. La introducción de la ayuda de la computadora para bosquejar programas y gráficos en los departamentos de transporte a varios niveles de gobierno (municipal, regional y nacional), ha convencido a muchos del valor de los SIG en el transporte.

Estos desarrollos incluyen los trabajos de investigadores y programadores que han incorporado a los SIG, nuevos algoritmos para resolver diversos problemas tales como el problema de la ruta mínima, el problema de asignación de tráfico, el problema del agente viajero, el problema de transporte de programación lineal, etc. Estos algoritmos han sido integrados en paquetes de software como Arc/Info® y TransCad®.

Un SIG-T requiere de módulos de edición, análisis y despliegue de datos, y funciones de búsqueda espacial y condicionales. En un SIG-T, una forma muy útil de almacenamiento de datos es la matriz, ya que ésta es la base de muchos análisis e investigaciones sobre transporte. El SIG-T debe poder crear, modificar y revisar matrices.

Dentro de los procedimientos de modelado incluidos en un SIG-T, se encuentran los siguientes:

1. Análisis de la ruta mínima.
2. Diseño de rutas de vehículos.
3. Modelos de flujo en redes.
4. Modelos de partición, agrupación y regionalización.
5. Modelos de ubicación-asignación.
6. Modelos de planeación del transporte (generación-atracción de viajes, distribución de viajes, elección modal, y asignación).

Probablemente uno de los software para SIG-T más conocidos es TransCad®, de Caliper Corporation. TransCad® es un SIG diseñado para problemas de

transporte, el cual presenta, maneja y analiza datos de transporte, en un ambiente Windows. TransCad® extiende las capacidades de los SIG, incluyendo elementos para el análisis del transporte (redes, matrices, rutas y sistemas de rutas).

TransCad® incluye algoritmos para resolver diversos problemas de transporte tales como:

- análisis de redes,
- planeación de transporte,
- asignación de tráfico,
- "routing" y logística, y
- ubicación de instalaciones.

4.4 INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN SIG

De las fases de trabajo, sin duda la más costosa y compleja es la que atañe a la entrada de datos. Todavía son muy numerosos los países que no cuentan con ningún tipo de cartografía digital: toda la información geográfica disponible está constituida por mapas en papel, de distintas escalas y proyecciones. La digitalización de esta cartografía es una labor ardua y no exenta de problemas, tanto técnicos como económicos.

Existen diversos métodos para convertir estos mapas a formato numérico, pero ninguno, hoy por hoy, es completamente satisfactorio. La codificación manual es lenta y tediosa, prácticamente nunca representa una solución operativa. El empleo de una mesa de digitalización facilita la obtención automática de coordenadas, pero también resulta un proceso lento y laborioso, que requiere una detallada depuración de errores. La digitalización automática mediante scanner, es el recurso más habitual para organismos cartográficos de gran calibre. Sin embargo, requiere de un importante trabajo de edición, para pulir posibles errores en la codificación de líneas o en la formación de la topología del mapa. Por último, las cámaras de video o los restituidores digitales, pueden cumplir misiones específicas, por ejemplo en la obtención del modelo digital del terreno, pero no resuelven otros problemas.

Además de la lentitud y elevado costo del proceso, la entrada de información en un SIG no está exenta de errores. Algunas fuentes de error habituales son:

- El desfase temporal entre la fecha de obtención del documento y su almacenamiento en el SIG.
- Inexactitudes en la digitalización (polígonos mal etiquetados, desplazamiento de líneas, generalización de elementos).
- Falta de criterios homogéneos para la compilación de la información base.

4.5 INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA

4.5.1 Representación y Codificación de la Red Vial

Previamente a la obtención de la red vial del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, y a su posterior integración en un SIG-T, se estudiaron los atributos más interesantes a incorporar a este SIG. Los atributos considerados son los siguientes:

- 1.- Nombre de la calle
- 2.- Dirección
- 3.- Sentido de circulación
- 4.- Ancho
- 5.- Capacidad
- 6.- Velocidad
- 7.- Semáforo

El nombre de la calle es el rasgo de identificación de las principales calles y avenidas de la zona en estudio. La dirección es importante para determinar la distribución de las vialidades en las distintas direcciones (norte-sur, sur-norte, oriente-poniente, poniente-oriente). Complementariamente a esta información, está el sentido de circulación, variable que indica la forma en que se mueve el flujo vehicular dentro de la zona de estudio. El ancho de la calle es un dato base para calcular la capacidad de las vialidades y este dato es un índice de la comodidad y seguridad de circulación sobre las vialidades en estudio. Así mismo, implícitamente a la capacidad está la velocidad de circulación, la cual refleja el grado de comodidad y seguridad de circulación, así como el tiempo de recorrido de un origen a un destino en la zona del Centro Histórico. Finalmente como elemento regulador del tránsito y como parte del problema en estudio, está la ubicación de los semáforos.

Para iniciar la representación de la red vial del Centro Histórico, se procedió a consultar la información disponible en el Instituto Nacional de Estadística Geografía é Informática (INEGI). Se decidió que para el objetivo que se pretendía (el estudio del Centro Histórico de Morelia), una carta urbana en escala 1:5000, en formato digital, era lo ideal. Dicha información se adquirió y se instaló en una computadora con procesador Pentium III, del Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Utilizando el Software AutocadMap 2000®, se procedió a delimitar la zona del Centro Histórico, con base a lo establecido en el decreto de la UNESCO de

1992. Una vez delimitada la zona en estudio, se procedió a ubicar los ejes de sus principales calles y avenidas, los cuales en su conjunto dieron como resultado final la red vial del Centro Histórico de la ciudad. Esta red constituye el elemento base de este estudio (ver figura 4.1).

La siguiente etapa consistió en determinar los valores de cada uno de los atributos previamente definidos. Sus características generales fueron las siguientes:

1.- NOMBRE DE LA CALLE. Este atributo, no fue difícil de obtener, ya que venía integrado a la Carta Urbana de Morelia (EI4A23 Escala 1:5000) del INEGI. Los nombres de las calles se muestran en la figura 4.2.

2.- DIRECCIÓN. Este atributo obligó a realizar una investigación de campo. Al respecto se puede decir que la ciudad de Morelia cuenta con dos vialidades principales, la Avenida Francisco I. Madero, con dirección oriente-poniente y doble sentido de circulación, y la Avenida José María Morelos, con dirección norte-sur, la cual en sus partes externas tiene doble sentido de circulación y en su parte central un solo sentido. Ambas avenidas dividen a la ciudad en cuatro sectores principales, los cuales tienen sus propios sentidos internos de circulación (ver figura 4.3)

3.- SENTIDO DE CIRCULACIÓN. Esta información fue obtenida directamente de campo y fue fundamental para poder entender el movimiento vehicular y su propia problemática (ver figura 4.4).

4.- ANCHO DE LA CALLE. Esta información fue obtenida directamente de campo (ver figura 4.5). Este atributo permitió darse cuenta de que algunas calles presentan falta de continuidad en el ancho de calzada, lo que origina un problema de operación vehicular. Este atributo está relacionado con la capacidad.

5 - CAPACIDAD. El valor de la capacidad se tomó de un estudio realizado por la oficina de Urbanística Municipal, del Municipio de Morelia, la cual realizó el cálculo apoyándose en el Manual de Capacidad Vial de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Las capacidades por carril proporcionadas por el Ayuntamiento, se muestran en la figura 4.6.

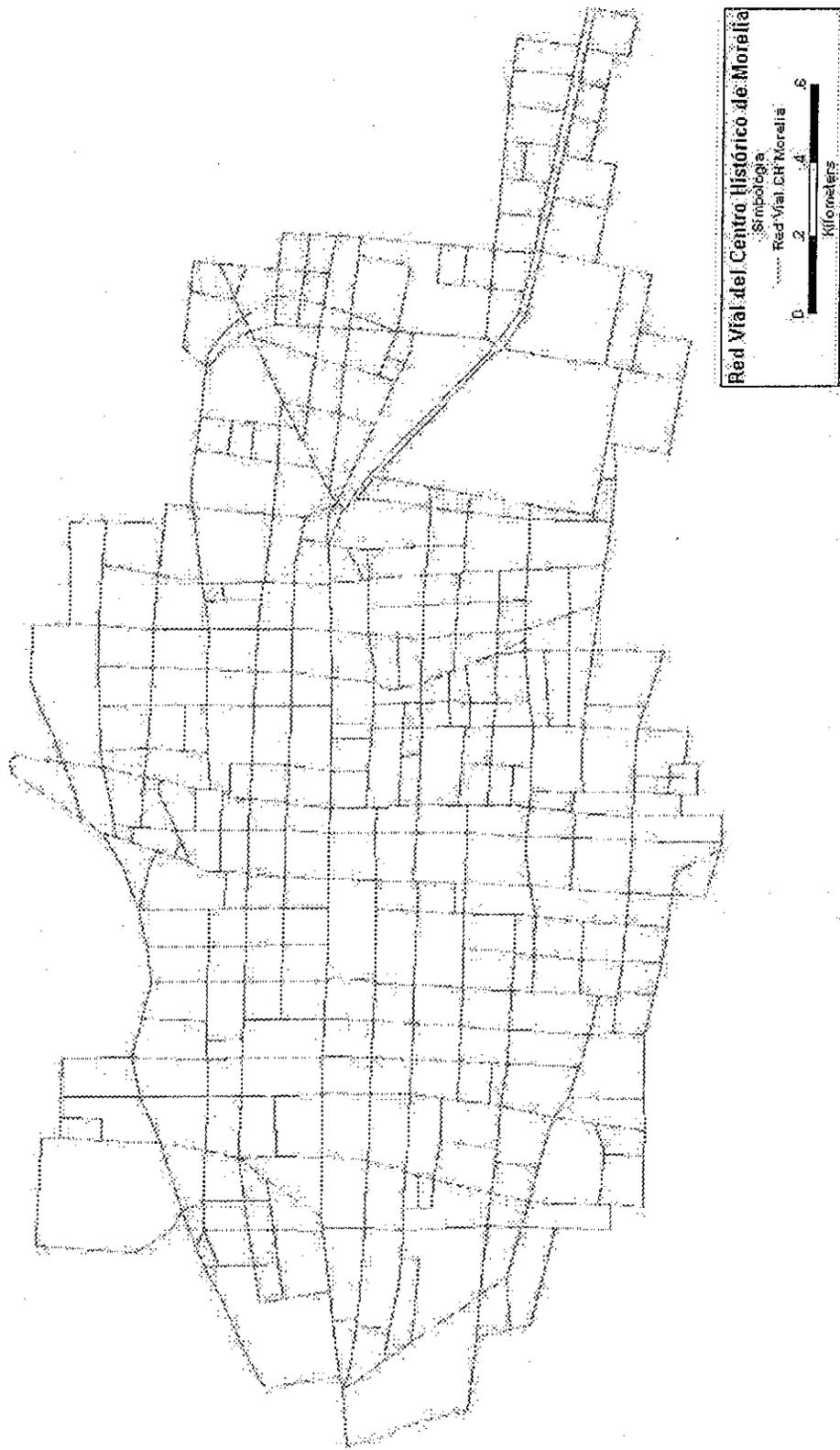


Figura 4.1.- Red Vial del Centro Histórico de Morelia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.-VELOCIDAD. La velocidad es el atributo fundamental que indica el grado de operación de una vialidad, y rige el grado de comodidad y preferencia por parte de los usuarios. La velocidad está directamente relacionada con las características físicas de las vialidades, con el volumen vehicular que opera sobre ellas, con el estado físico de las superficies de rodamiento, con los obstáculos físicos dentro de los anchos de calzada, e inclusive con la misma traza reticular heredada de la ciudad. En este caso, la velocidad de operación se obtuvo mediante trabajo de campo, en el cual se recorrieron todas y cada una de las vialidades de la zona de estudio, leyendo el velocímetro del automóvil. La velocidad en las calles del Centro Histórico se muestra en la figura 4.7.

7.-SEMÁFORO. El semáforo es un elemento regulador y controlador del tránsito urbano, con el inconveniente de que si éste no es debidamente analizado y profundamente estudiado puede convertirse en un elemento desregulador del flujo vehicular. Por lo tanto, su instalación debe ir respaldada por un estudio de ingeniería de tránsito y de ser posible, se debe verificar su operación antes de instalarlo. Para este caso, únicamente se indican los lugares donde están colocados los semáforos dentro del área del Centro Histórico (ver figura 4.8).

Una vez obtenidos todos los datos de los atributos, éstos se asignaron a cada uno de los arcos de la red vial del Centro Histórico mediante el Software Autocad Map 2000®. Posteriormente se revisó la red, específicamente se revisó que los nodos estuvieran debidamente conectados y que los arcos contaran con sus correspondientes atributos, verificando además los límites de la zona de estudio. Ya que se comprobó que todos estos datos fueran correctos, se dio por terminada la etapa de codificación de la red vial.

Toda esta información se exportó al software TransCad®, con el cual posteriormente se realizaron diversos análisis.

4.5.2 Integración de la Información Espacial

En términos generales, la información espacial es toda aquella información con referencia sobre el territorio. Como la integración de la información sobre la red vial ya ha sido tratada en la sección anterior, en esta sección cuando se habla de información espacial se refiere a toda aquella información relacionada con el territorio y que no sea sobre la red vial (por ejemplo, equipamiento urbano, uso de suelo, etc.).

La información espacial sobre el Centro Histórico se integró en una base de datos espacial utilizando TransCad®. Para cada grupo de elementos del mismo

tipo de información se creó una capa distinta. Por ejemplo, se creó una capa para cada uno de los siguientes grupos de elementos: las iglesias, los mercados, los centros educativos, los hospitales, la delimitación del Centro Histórico, y las zonas de generación y atracción de tráfico.

Los elementos se digitalizaron como puntos, líneas o polígonos, según fuera el caso, y para la mayoría de ellos solamente se guardó en la base de datos, su identificador y nombre.

La información espacial del Centro Histórico de Morelia se muestra mediante mapas a lo largo de este trabajo de tesis. Los mapas fueron generados con información ya sea obtenida de diversas fuentes externas, o producida a partir de diversos análisis. Por ejemplo, los mapas de los capítulos 2 y 3 fueron generados con información que se obtuvo mediante trabajo de campo y con ayuda del conocimiento previo de la zona en estudio; mientras que los mapas del capítulo 6 fueron generados con la información resultante de diversos análisis.

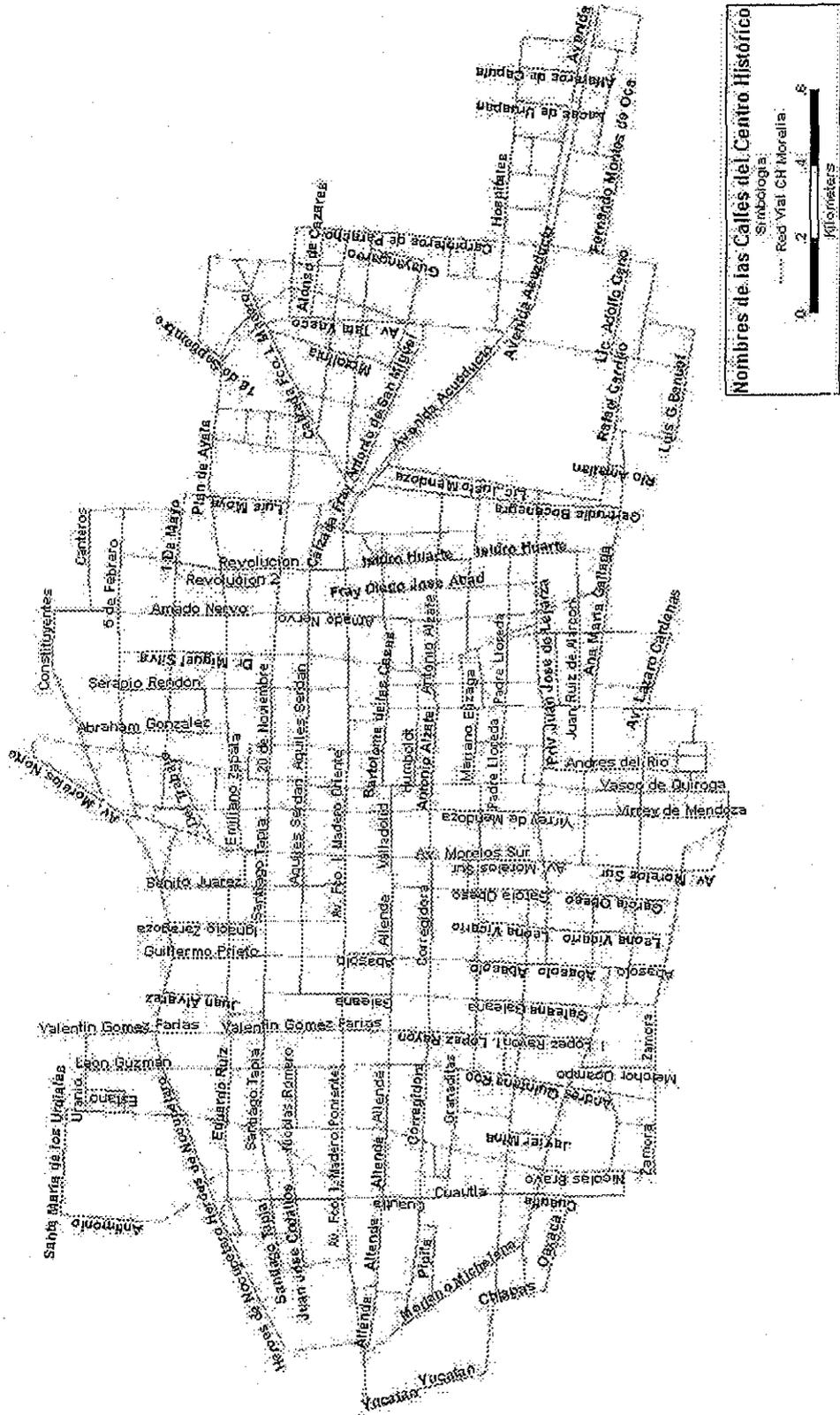


Figura 4.2. Nombres de las Calles del Centro Histórico

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

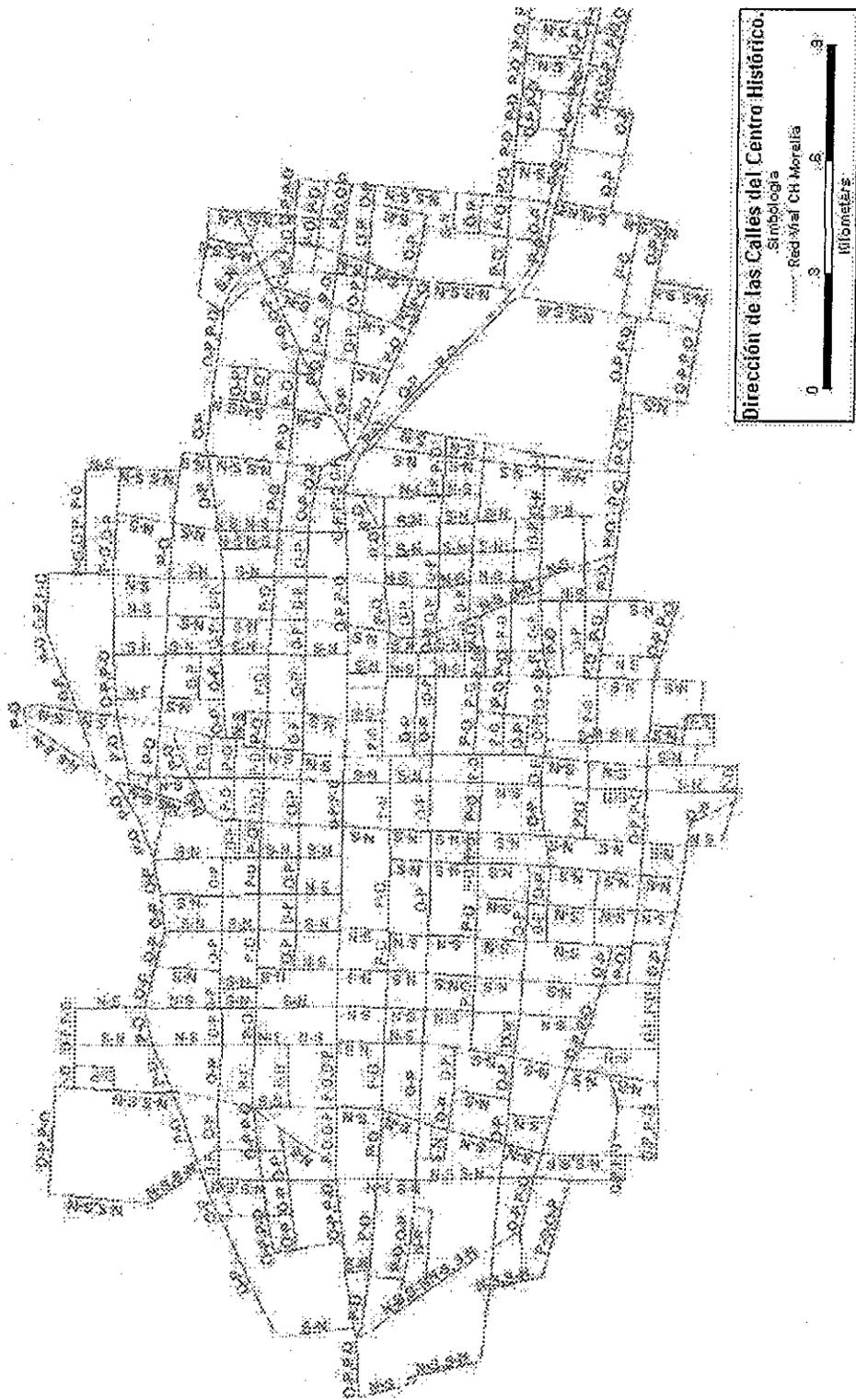


Figura 4.3.- Dirección de las Calles del Centro Histórico

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

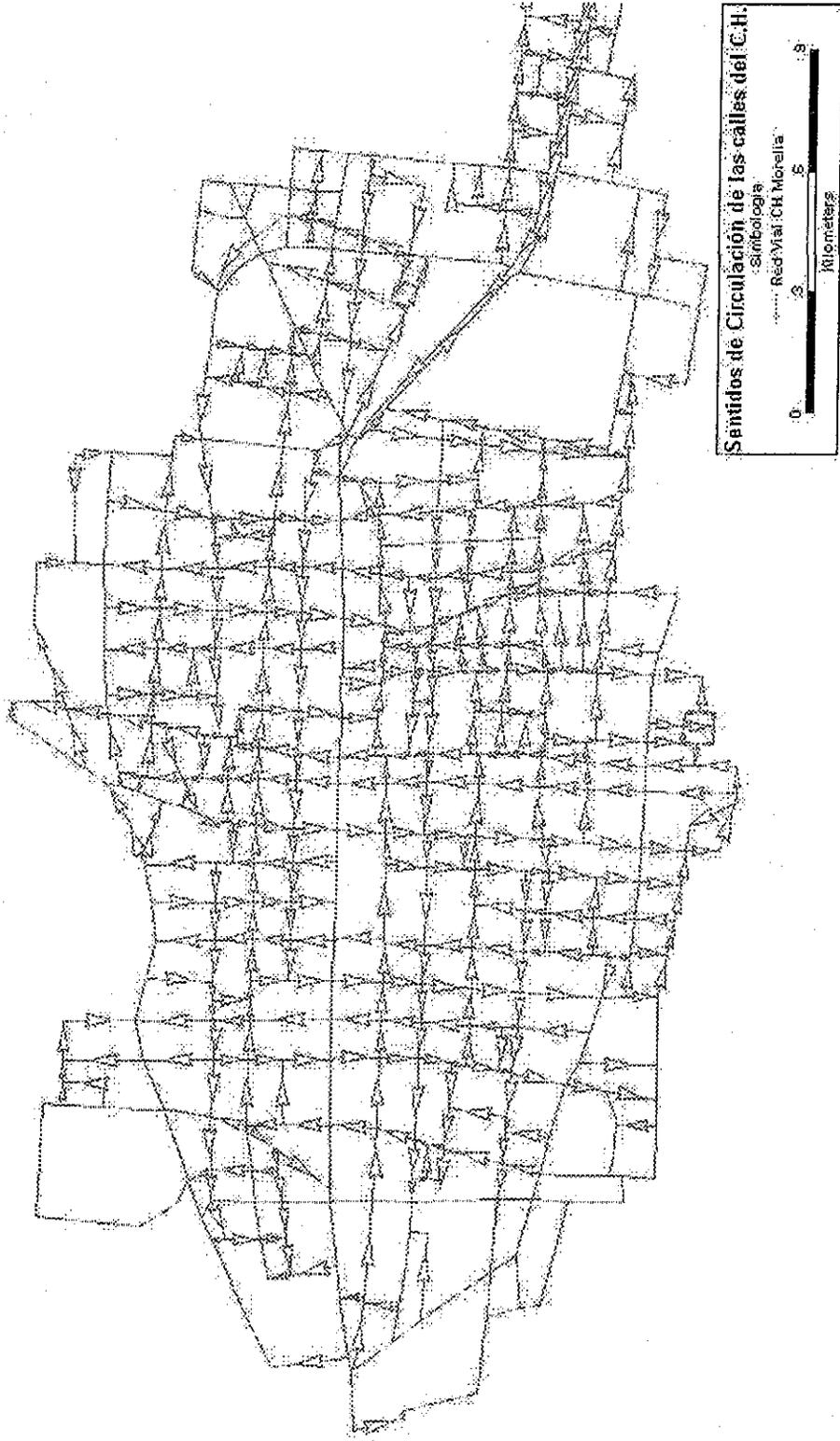


Figura 4.4.- Sentidos de Circulación de las calles del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

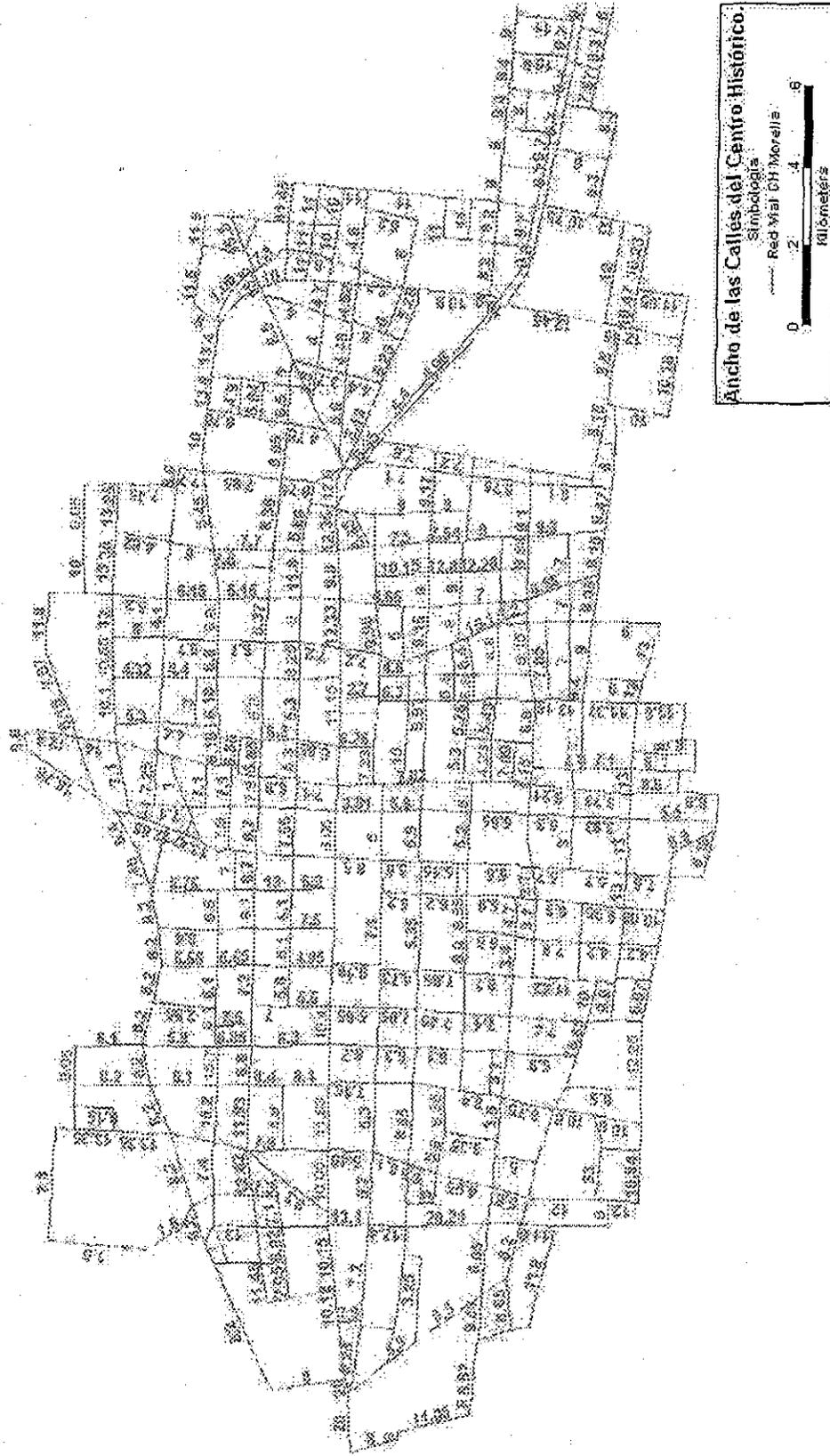


Figura 4.5.- Ancho de las calles del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

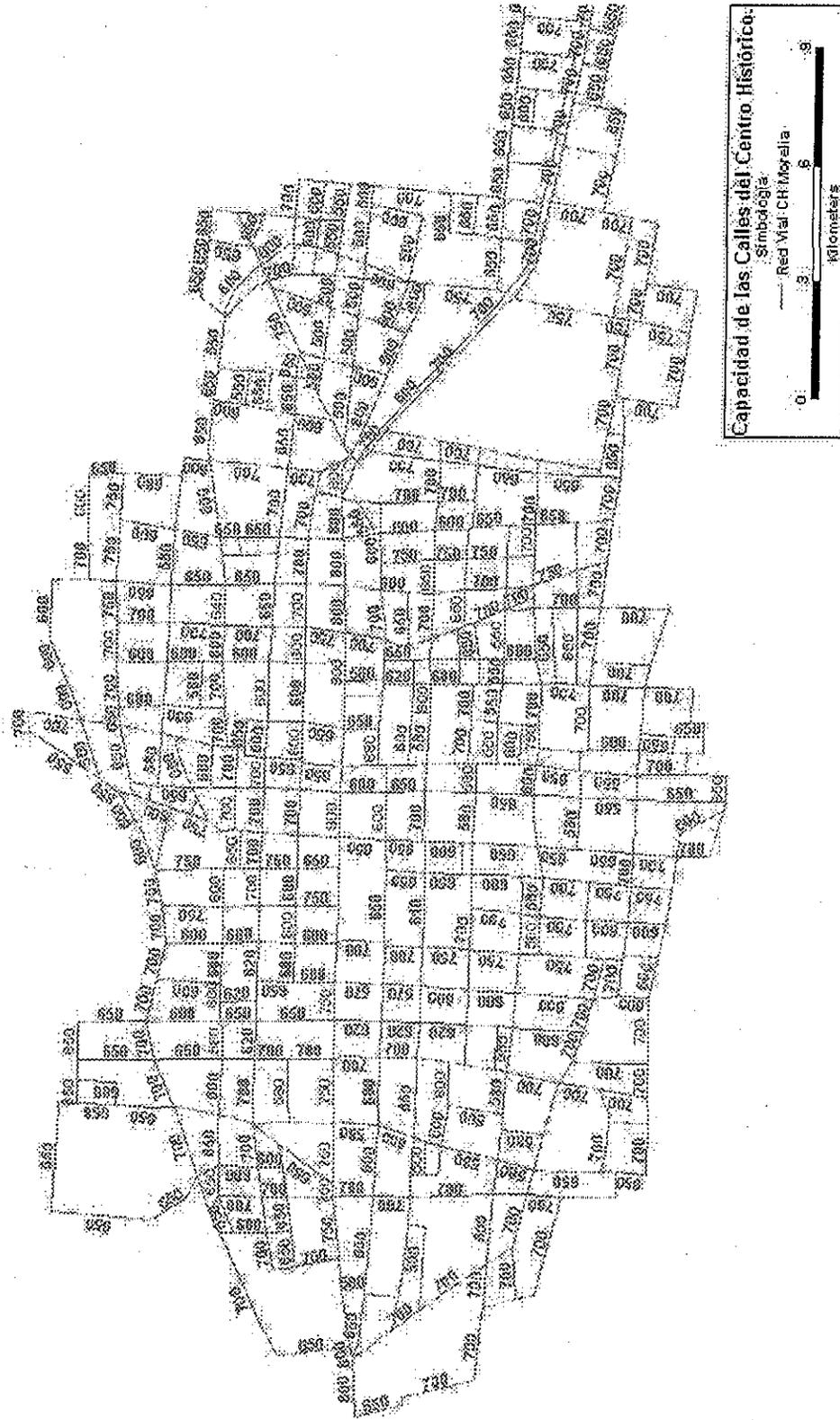


Figura 4.6.- Capacidad/carril de las calles del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Figura 4.7.- Velocidad en las calles del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

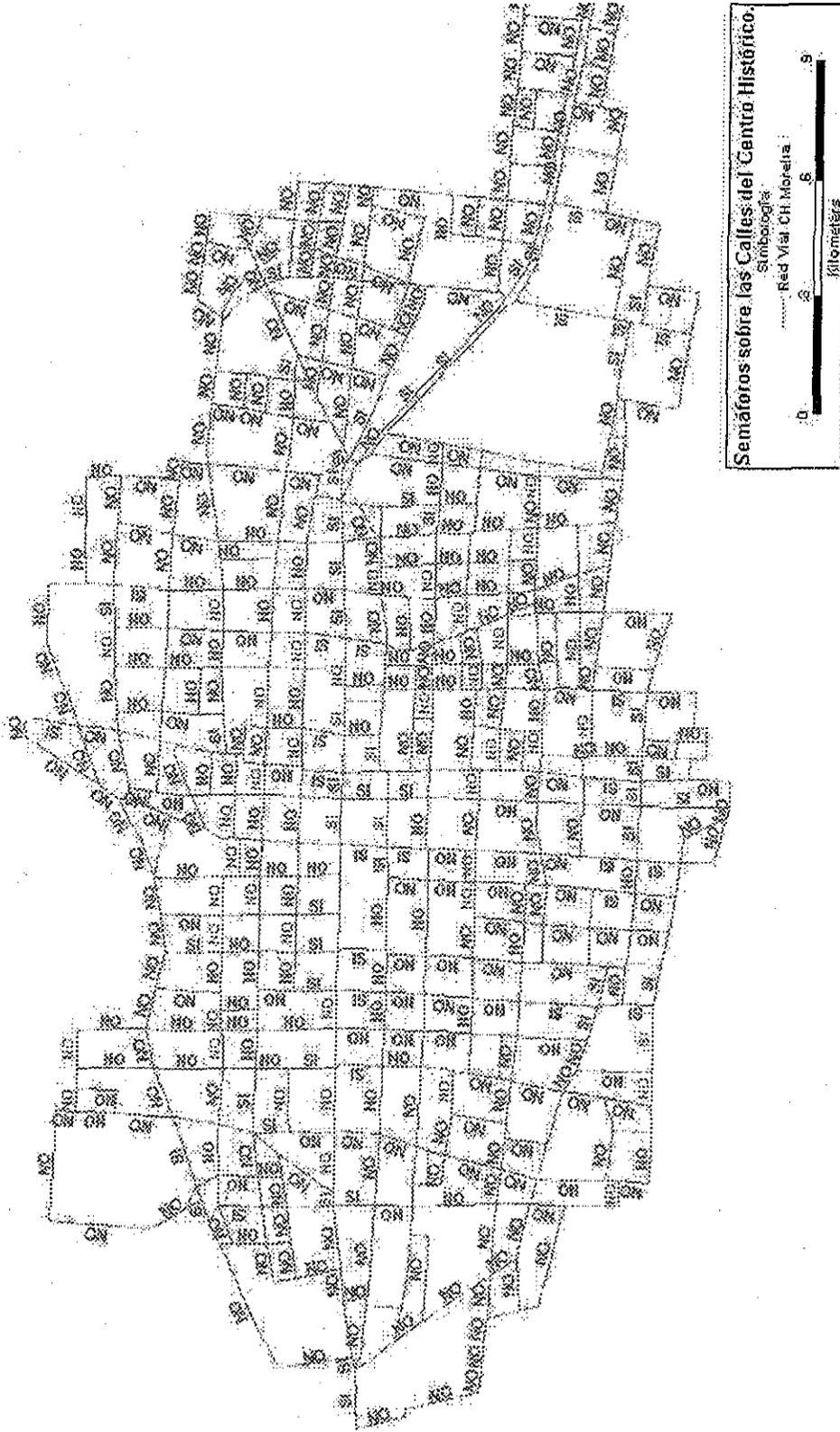


Figura 4.8.- Semáforos sobre las calles del Centro Histórico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

5. ASIGNACION DE TRÁFICO

Los modelos de *Asignación de Tráfico* se utilizan para estimar el flujo de tráfico en una red. Su propósito es describir, predecir o recomendar un patrón de flujo de tráfico en una red donde existe cierta demanda de viajes y la congestión hace que los tiempos (costos) de viaje en los arcos sean dependientes del flujo.

En este capítulo, primero se describe lo que es un modelo matemático, ya que el problema de equilibrio del usuario (utilizado aquí para la asignación del tráfico) puede ser formulado como un modelo de programación matemática no lineal. Posteriormente se describe lo que es una matriz origen-destino, base para cualquier proceso de asignación, y se describe el proceso de asignación de viajes, caso general del de asignación del tráfico. Finalmente se describe el proceso de asignación del tráfico y se muestra el modelo matemático que representa el problema de equilibrio del usuario.

5.1. ¿QUÉ ES UN MODELO MATEMÁTICO?

Los estudios de transporte se llevan a cabo por medio de Modelos Matemáticos. Se puede decir que un modelo es una representación simplificada de la realidad. Alrededor de esta idea básica las definiciones se han multiplicado, tal vez la más completa es la que lo define como una representación formal de ideas o de conocimientos relativos a un fenómeno (Ortúzar J. D. y Willumsen L., 1977).

La representación del fenómeno real mediante un modelo matemático lleva implícita una simplificación. El modelo toma de la realidad las partes sustanciales, aquéllas que por sí solas son capaces de perfilar el contenido global del sistema estudiado.

Es evidente, por ejemplo, que en la atracción de viajes por trabajo hacia una estación determinada del metro influyen necesariamente otros factores, además del número de puestos de trabajo en la zona de influencia de la estación. Pero si esta sola variable es capaz de recoger de una forma aceptable la totalidad del fenómeno, podrá elaborarse la ecuación de atracción del modelo a partir de ella como si en realidad las cosas ocurriesen de esta manera.

El problema es encontrar las variables adecuadas del modelo, ya que si no son adecuadas, se podría hacer una representación diferente a como es la realidad.

Los elementos fundamentales de los modelos son justamente las variables que en ellos intervienen. Éstas pueden ser de dos tipos, independientes y dependientes, llamadas también exógenas y endógenas.

Las variables dependientes son precisamente las incógnitas que se pretende despejar por medio del modelo, se les llama dependientes ya que es a partir de las independientes como pueden ser determinadas, y son llamadas endógenas porque el valor resultante de las mismas depende del contenido del propio modelo. Por ejemplo, son variables dependientes o endógenas, la atracción o generación de viajes en una determinada estación, el número de viajes entre dos zonas determinadas, etc.

Las variables independientes o exógenas son aquellas a partir de las cuales es posible resolver el modelo, determinando el valor de las dependientes. Se llaman independientes porque su valor depende de circunstancias ajenas al propio modelo, y exógenas, porque su determinación se hace al margen del modelo. Por ejemplo, la población activa, el número de vehículos, el nivel de renta, el número de puestos de empleo, etc., son variables independientes o exógenas.

Con respecto a estas variables hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El número de variables independientes debe ser el menor número posible.
- Si se utilizan variables nuevas en sucesivas aproximaciones, esto debe estar justificado por una notable mejora en los resultados del modelo.
- Las variables independientes deben tener una relación causal y lógica con las dependientes.
- Los valores de las variables independientes debe obtenerse lo más fácil posible, bien porque ya existen o porque requieren únicamente la realización de encuestas muy simples.
- Los valores que las variables independientes adopten en el futuro deben poder determinarse con suficiente aproximación.

En los modelos aparecen también constantes, que pueden ser de dos tipos: datos y parámetros. Los datos son magnitudes constantes con un significado concreto; y en un momento dado, son datos los valores que alcanzan determinadas variables independientes. Y por el contrario, los parámetros son magnitudes que

reflejan la influencia de factores no cuantificables, y que es preciso calcular mediante procedimientos estadísticos.

De las clasificaciones que se han hecho de los modelos, los más importantes son los siguientes.

a).- Modelos lineales o no lineales, según que las ecuaciones constitutivas del modelo sean de uno o de otro tipo.

b).- Modelos estocásticos o no estocásticos. En éstos últimos, las variables satisfacen exactamente las ecuaciones del modelo, mientras que los estocásticos se caracterizan por la existencia de variables aleatorias que se expresan mediante una función de probabilidad.

c).- Modelos estáticos o dinámicos, según que se considere o no su variación a lo largo del tiempo. La mayoría de los modelos de transporte utilizados hasta la fecha son estáticos. Y por esto alcanza un especial relieve la consideración de la permanencia en el tiempo de las relaciones que forman el modelo, pues en esa permanencia está basada la fiabilidad de los resultados obtenidos a partir de aquél. Es por esto, que es importante investigar el grado de permanencia o autonomía de tales relaciones.

5.2. MATRIZ ORIGEN-DESTINO

Una *matriz Origen-Destino* (O-D) es una matriz cuyos renglones y columnas representan las zonas de origen y destino, respectivamente, y cada una de sus celdas contiene el número de viajes realizados de una zona de origen a una zona de destino en un periodo de tiempo. Un ejemplo de una matriz origen-destino se muestra en la tabla 5.1

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 4481 | 10029 | 2175 | 5591 | 5409 | 1792 | 9301 | 3308 | 7653 |
| 2 | 4490 | 0.00 | 4207 | 6074 | 6421 | 5309 | 4483 | 4105 | 1116 | 3861 |
| 3 | 1002 | 4161 | 0.00 | 1852 | 2092 | 2542 | 1603 | 1468 | 2130 | 2826 |
| 4 | 7686 | 3180 | 1416 | 0.00 | 7761 | 5121 | 1827 | 6092 | 2483 | 1451 |
| 5 | 2877 | 1066 | 1071 | 1648 | 0.00 | 3422 | 3697 | 1253 | 9784 | 2341 |
| 6 | 4948 | 3539 | 6431 | 1651 | 4602 | 0.00 | 1307 | 1911 | 2715 | 9148 |
| 7 | 2880 | 2782 | 7806 | 8150 | 5434 | 1550 | 0.00 | 1372 | 1701 | 2875 |
| 8 | 1946 | 5230 | 6265 | 3431 | 3739 | 8155 | 4104 | 0.00 | 2552 | 5270 |
| 9 | 1349 | 2174 | 3951 | 7326 | 2283 | 6016 | 1653 | 1125 | 0.00 | 5245 |
| 10 | 1424 | 3072 | 2259 | 3777 | 2147 | 7344 | 1391 | 1454 | 1852 | 0.00 |

Tabla 5.1.- Matriz Origen-Destino

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la obtención de una matriz origen-destino, se tienen dos procedimientos. El primero de ellos es el más recomendable debido a que se obtiene la información requerida directamente de campo; por lo general se realiza de acuerdo a la siguiente metodología:

- 1.- Preparación de la encuesta.
- 2.- Aplicación de la encuesta.
- 3.- Captura y validación de la encuesta.
- 4.- Expansión de la muestra y procesamiento de resultados.

A continuación se comentan cada uno de los pasos:

- 1.- Preparación de la encuesta.

Primero se delimita el área de estudio; entre los criterios para delimitar el área se encuentran, la densidad de población, su nivel de ingresos, los centros de trabajo e industriales, los centros de servicios a la población, etc.

Posteriormente se realiza una zonificación, la cual se requiere debido a que la información a recolectar está integrada por viajes con una gran variedad de orígenes, destinos, propósitos y medios utilizados, los que deben ser relacionados con otros factores económicos, sociales y de tráfico.

A partir de esta información se realiza el diseño de la encuesta, tomando en cuenta la precisión de la información que se requiere. Aquí se realiza el diseño del cuestionario y se determinan el tamaño y las características de la muestra.

- 2.- Aplicación de la encuesta.

Se elabora un programa de trabajo detallado donde se establecen los orígenes a encuestar cada día, así como el equipo y el material requerido por los encuestadores, los cuales son previamente seleccionados y capacitados.

- 3.- Captura y validación de la encuesta.

Previo a la captura de datos, se tiene la etapa de la codificación, proceso que consiste en anotar en la cédula de la encuesta el código numérico correspondiente a la zona de origen y a la zona de destino conforme a la zonificación realizada previamente. Una vez realizado esto, se pasa a la actividad de la captura, la cual tiene por objeto introducir en el sistema, la información asociada a la encuesta, debidamente codificada. Finalmente la validación, consiste en una serie de lineamientos que rigen la captura de la cédula con el fin de minimizar sus errores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.- Expansión de la muestra y procesamiento de resultados.

La muestra obtenida debe ser expandida con el propósito de obtener el universo de viajes que se realizan en la red en cuestión. Para esto es necesario obtener los factores de expansión, mismos que se aplican a la matriz O-D base. Entre las consideraciones que deben tenerse en cuenta para la expansión de la muestra están: las frecuencias observadas, la expansión por hora del día, la expansión por motivo del viaje, la no respuesta, etc. El procesamiento de resultados se realiza en función de la naturaleza de los resultados obtenidos.

El segundo procedimiento para obtener la matriz origen-destino, consiste en su estimación. Esto se realiza cuando no se cuenta con suficientes recursos económicos para su obtención directa en el campo. Para su obtención se recomienda realizar los siguientes pasos: determinar el área de estudio, elegir un método para la estimación de la matriz O-D y aplicar el método.

Para el caso particular de este estudio, el procedimiento fue como sigue:

1.- El área de estudio considerada fue el Centro Histórico de la Ciudad de Morelia, Michoacán.

2.- El método seleccionado para la estimación de la matriz O-D, fue el método propuesto por Nielsen en 1993, actualmente incluido en TransCad® (TransCad® 3.5, 1999). Este método en cada iteración interactúa con algún método de asignación del tráfico, intercambiando información. Entre los métodos de asignación con los que es compatible, están los siguientes: equilibrio del usuario, equilibrio del usuario estocástico, sistema óptimo, restricción de capacidad y todo o nada. El método de Nielsen requiere valores de aforos vehiculares, una matriz O-D base y los requerimientos de entrada del método de asignación de tráfico elegido. Además requiere lo siguiente:

- Un archivo geográfico que contenga los nodos y arcos de la red.
- Una red donde la capa de elementos lineales (arcos) incluya todos los atributos relevantes. Esta capa debe tener los campos mostrados en la tabla 5.2.

| Campo | Tipo | Contenido |
|----------|----------|--|
| ID | Entero | Un número que identifica el arco |
| Dir | Entero | Un número que indica el sentido de circulación |
| Time | Numérico | Tiempo de viaje en el arco (libre de flujo) |
| Count | Numérico | Flujo (volumen) observado en el arco |
| Capacity | Numérico | Capacidad del arco |
| Alpha | Real | Parámetro α en la función BPR |
| Beta | Real | Parámetro β en la función BPR |

5.2. Campos de la capa de elementos lineales

Los últimos cinco renglones de la tabla 5.2, son usados para estimar el tiempo (costo) de viaje en un arco, mediante la ecuación conocida como BPR. El Departamento de Carreteras Públicas de los Estados Unidos de América (The USA Bureau of Public Roads, BPR), para estimar el tiempo (costo) de viaje en un arco, propuso la ecuación (1), la cual relaciona el tiempo de viaje y la relación volumen/capacidad del arco.

$$t = t_f \left[1 + a \left(\frac{v}{c} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

donde

- t = Tiempo estimado de viaje en el arco
- t_f = Tiempo de viaje en el arco libre de flujo
- v = Volumen (flujo) en el arco
- c = Capacidad del arco
- α, β = parámetros de calibración

Los valores generalmente utilizados para α y β son 0.15 y 4.0, respectivamente, pero otros valores pueden ser usados según las características del estudio.

5.3. PROCESO DE ASIGNACIÓN DE VIAJES

Los modelos de asignación de viajes identifican las rutas óptimas de los viajes realizados por las personas en una red vial y de transporte, para ir de sus orígenes a sus destinos. Esto trae como resultado la estimación del tráfico, para el sistema vial, y la estimación de usuarios para el sistema de transporte público

La secuencia general de pasos para la aplicación de los modelos de asignación de viajes es la siguiente (SEDESOL 1998).

a).- Se obtiene la matriz origen-destino de los viajes, la cual es estimada mediante un modelo de distribución u obtenida de una encuesta origen-destino.

b).- Se construyen las redes de transporte y vialidad por las que se simulará el recorrido de los viajes. Esta construcción implica dos actividades. La primera consiste en definir las arterias principales, secundarias, intersecciones, etc., de una red vial, y las rutas, transbordos, etc., de la red de transporte que serán consideradas. Una vez definido lo anterior se procede a definir los arcos y nodos que serán incluidos en las redes. La segunda parte de la construcción de las redes consiste en realizar un inventario de las características reales de los arcos y nodos de la fase previa. Tales características a inventariar son aquéllas que tienen influencia en el algoritmo de asignación, como las velocidades de recorrido (en horas pico principalmente), los sentidos de circulación, las prohibiciones de estacionamiento, las restricciones para la circulación, etc.

c).- Acopio de estadísticas respecto de la operación actual de las redes viales y de transporte, tales como: volúmenes de tránsito vehicular en los tramos de la vialidad, tiempos de recorrido, niveles de servicio, volúmenes de usuarios del transporte, transbordos, etc. Esta información tiene dos usos no excluyentes: primero, permite la calibración del modelo de asignación, al comparar los valores de los parámetros anteriores, contra los mismos parámetros reales observados. El segundo uso está dado por la posible detección de deficiencias o problemas observados en la operación de las redes vial y de transporte.

d).- Aplicación del modelo con fines de calibración; mediante corridas computacionales probando el modelo de asignación después de haberlo alimentado con la información anteriormente mencionada. Después de cada corrida, se comparan los datos de operación que produce el modelo en relación con los observados, para determinar si el modelo tiene o no divergencias notables; en caso de haberlas, se procede a buscar la fuente de discrepancia, lo cual puede ocurrir ya sea en los datos de insumo (matriz O-D, red vial), o en el algoritmo de asignación (por ejemplo, el criterio para seleccionar la ruta óptima).

El modelo se considera que está calibrado cuando reproduce los parámetros de interés, con un error promedio bajo, fijado en función de la importancia de las decisiones que se tomen con los datos del modelo.

e).- Explotación del modelo. Se refiere a la posibilidad de realizar corridas del modelo de asignación de viajes, con la finalidad de explorar las posibilidades de resolución de problemas mediante ciertos cambios en la red.

El resultado de los modelos de asignación de viajes, son las trayectorias de todos los viajes, por lo que se tiene el volumen vehicular en cada vialidad y/o el número de usuarios del servicio público por ruta.

5.4. MODELOS DE ASIGNACIÓN DE TRÁFICO

Los modelos de *Asignación de Tráfico* se utilizan para estimar el flujo de tráfico en una red. Su propósito es describir, predecir o recomendar un patrón de flujo de tráfico en una red donde existe cierta demanda de viajes y los efectos de la congestión hace que los tiempos (costos) de viaje en los arcos sean dependientes del flujo.

Una técnica muy conocida y simple, de asignación de tráfico es *Asignación todo-o-nada*. (*All or Nothing*, AON). La lógica de la asignación todo-o-nada se basa, como el propio nombre lo indica, en cargar todos los flujos entre una determinada pareja de puntos, a los arcos que forman la ruta mínima entre estos puntos; y nada a cualquier otra ruta posible entre ellos.

Si se considera que el patrón de flujo se determina de acuerdo a un criterio de desempeño, el cual involucra una medida de su utilidad (función de costo), el patrón puede ser generado de acuerdo ya sea al principio de *Equilibrio del Usuario*, en el cual cada usuario busca minimizar su costo (tiempo) de viaje, o bien al principio del *Sistema Óptimo*, en el cual se busca la minimización del costo (tiempo) total de viaje en el sistema.

El *Equilibrio del Usuario* (*User Equilibrium*, UE) se basa en el principio de Wardrop, el cual considera que los usuarios seleccionan su itinerario de tal forma que minimicen sus tiempos o costos. La asignación de flujos a los arcos de la red se realiza de tal manera que cada usuario (vehículo) asignado no pueda cambiar su ruta sin incrementar su costo de viaje.

Wardrop presentó el principio del equilibrio del usuario en 1952 y solamente cuatro años más tarde, Beckman propuso un programa matemático para expresar este principio; sin embargo tomó varios años antes de que algoritmos adecuados para resolver el programa fueran implementados, propuestos y probados (TransCad® 3.5, 1999).

Asumiendo que el costo c_a en un arco a es una función del flujo x_a solamente en ese arco a , y que la función de costo es creciente con el flujo x_a , Beckman mostró que los valores que minimizan la ecuación (2) son únicos y satisfacen el principio de Wardrop.

$$\min z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} c_a(u) du \quad (2)$$

Un método para resolver este problema es el algoritmo de combinaciones convexas sugerido por Frank y Wolfe en 1956, como un procedimiento para resolver problemas de programación cuadrática con restricciones lineales.

El costo de viaje c_a puede incluir numerosos componentes, como el tiempo de viaje, número de paradas, seguridad, consumo de combustible, etc. Muchos de estos pueden expresarse como una función del tiempo de viaje. Por consiguiente, en lo sucesivo el tiempo de viaje t_a se utiliza en lugar del costo c_a .

El problema del equilibrio del usuario (UE) puede ser formulado como sigue:

$$\min z(x) = \sum_{ij} \int_0^{x_{ij}} t_{ij}(u) du \quad (3)$$

Sujeto a

$$D(j,s) + \sum_i x_{ij}^s = \sum_k x_{jk}^s \quad (4)$$

$$s = 1, \dots, p$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$j \neq s$$

$$x_{ij}^s > 0 \quad s = 1, \dots, p$$

Donde

n = número de nodos en la red

p = número de orígenes y destinos

x_{ij} = Flujo total en el arco (i, j)

x_{ij}^s = Flujo en el arco (i, j) con destino s

$D(j,s)$ = Flujo con origen en el nodo j y destino s

Las ecuaciones (4) incluyen la ecuación de la conservación de flujo para el nodo j y la restricción de no-negatividad del flujo.

LeBlanc demostró que este problema de optimización es convexo con respecto a los flujos en los arcos, x_{ij} . Sin embargo, el problema es no convexo con

respecto a los flujos en las rutas, x_{ij}^s , por lo que la condición de equilibrio no es única con respecto a los flujos en las rutas.

El algoritmo para resolver el problema de programación matemática expresado por (3) y (4), puede ser resumido como sigue:

- 1.- Inicialización.
Realice una asignación todo-o-nada basada en $t_{ij} = t_{ij}(0)$.
Esto genera el vector de flujo x^1
Inicializar el contador de iteraciones, $n=1$.

- 2.- Actualización de tiempos de viaje.
Actualice el tiempo de viaje de todos los arcos de la red
 $t_{ij}'' = t_{ij}(x_{ij}'')$ $\forall ij$

- 3.- Determinación de la dirección.
Realice una asignación todo-o-nada con los tiempos t_{ij}'' .
Esto genera el vector auxiliar de flujo y_{ij}''

- 4.- Búsqueda en línea.
Encuentre el valor de α que satisface:

$$\min_{0 \leq \alpha \leq 1} \sum_{ij} \int_0^{x_{ij}'' + \alpha(y_{ij}'' - x_{ij}'')} t_{ij}(u) du$$

- 5.- Reasignación de valores.
Actualice los valores de flujo como sigue $x_{ij}^{n+1} = x_{ij}'' + \alpha(y_{ij}'' - x_{ij}'')$

- 6.- Prueba de convergencia.
Si el criterio de convergencia se ha cumplido, detenga el proceso; en caso contrario, continúe con el paso 2.

6. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE MORELIA

En este capítulo se muestra una aplicación del uso de los SIG-T y los modelos de asignación de tráfico, para el estudio de la vialidad del Centro Histórico de Morelia.

Se inicia con una descripción de la red vial. Posteriormente, determinando las principales zonas de generación y de atracción del tráfico en toda la zona urbana de Morelia, se resalta la importancia del movimiento vehicular en el Centro Histórico. Más adelante, se estiman la matriz origen-destino y los flujos vehiculares en los arcos de la red del Centro Histórico. Información con la cual, se analizan las relaciones *a*) demanda (flujo estimado)/capacidad y *b*) demanda /ancho de la vialidad, identificando segmentos conflictivos y cuellos de botella. Finalmente se hacen algunas recomendaciones para el mejoramiento de la vialidad en el Centro Histórico de Morelia.

6.1 RED VIAL

Parte fundamental de este estudio es la red vial, donde circulan diariamente diferentes tipos de vehículos que transportan personas y mercancías, los cuales le dan vida económica a la ciudad. En algunas ciudades de nuestro país, como Morelia, la red vial posee características geométricas que no son adecuadas para las características de los vehículos modernos, o que no han sido planeadas y diseñadas para su servicio. No obstante esto, el transporte diario de pasajeros y mercancías no puede detenerse y esto trae como consecuencia diversos problemas del tráfico en las vialidades, problemas que día a día cobran mayor importancia.

Un aspecto interesante de algunas ciudades en nuestro país, como Morelia, es el hecho de que son ciudades viejas, con una tradición heredada, que requieren el respeto y cuidado de sus edificios y monumentos históricos. Así mismo, son herederas de una traza vial reticular estrecha que dificulta la circulación vehicular actual.

Los límites del Centro Histórico de la ciudad de Morelia fueron establecidos por decreto presidencial el 19 de Diciembre de 1990. Estos límites se han respetado para la generación de la red vial utilizada en este estudio, la cual se muestra en la figura 4.1. El procedimiento para la obtención de la red se describe en el capítulo 3, mientras que el proceso de representación y codificación de la misma se presenta en el capítulo 4. Las vialidades del Centro Histórico de Morelia se han clasificado en regionales, perimetrales, primarias, locales y peatonales (ver figura 2.10).

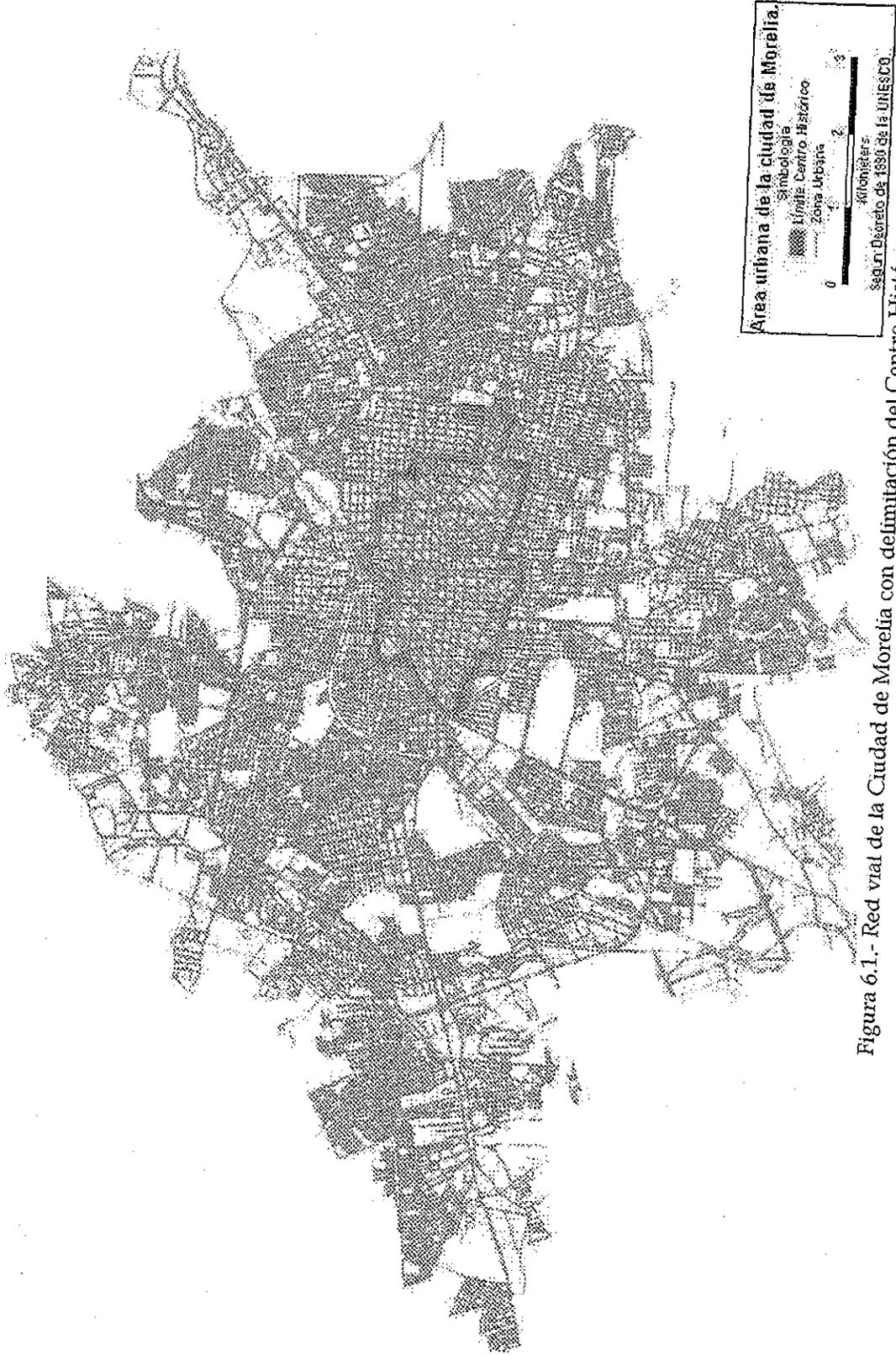


Figura 6.1.- Red vial de la Ciudad de Morelia con delimitación del Centro Histórico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es lógico pensar, que es necesaria una visión integral del problema vial del área urbana de la ciudad de Morelia, pero tomando en cuenta que este trabajo está limitado en tiempo y recursos, por el momento se han tomado en consideración todos los tipos de vialidad del Centro Histórico, pero solamente la vialidad principal del resto de la ciudad de Morelia. La figura 6.1 muestra la red vial del área urbana de Morelia y la delimitación del Centro Histórico.

En etapas sucesivas se tendría que extender gradualmente la red vial, hasta cubrir todos los tipos de vialidades de la totalidad del área urbana.

6.2 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS GENERADORAS Y ATRACTORAS DE TRÁFICO

Como no existía información sobre la distribución espacial del flujo vehicular en la ciudad de Morelia, se procedió a determinar las zonas de generación y de atracción de tráfico. Para la determinación de estas zonas se utilizó información de equipamiento urbano de Morelia (que en parte, para el Centro Histórico, se muestra en el capítulo 2), la cual se complementó y corroboró con el buen conocimiento que se tiene de la ciudad.

Primero se identificaron las principales actividades que la sociedad moreliana realiza en su vida diaria, las cuales se clasifican en orden de importancia a continuación:

1. - Educación
2. - Salud
3. - Abasto
4. - Servicios

Cada actividad a su vez fue subdividida en tipos, y para cada tipo de actividad se identificaron los centros de equipamiento urbano que le correspondían, así como la ubicación de los mismos en el área urbana. Las tablas 6.1 a 6.4 muestran la lista de los centros de equipamiento urbano por tipo, para cada actividad.

Posteriormente se asignó a cada centro, una "calificación" en escala de 2 a 10, en función de su demanda de transporte y con base en el conocimiento personal de la zona de estudio. Finalmente, se asignaron colores a las calificaciones, según la tabla 6.5. Toda esta información se integró en una base de datos.

Utilizando la división de la ciudad de Morelia en AGEBS, la ubicación de los centros listados en cada una de las tablas 6.1 a 6.4, y su correspondiente calificación asignada, se generaron varios mapas temáticos (uno por tabla).

| <i>Tipo de Centro Educativo</i> | <i>Clave</i> | <i>Centro Educativo</i> | <i>Calificación</i> | <i>Color</i> |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------|--------------|
| 1.1 Posgrados | 1.1.1 | Universidad Michoacana | (10) | Rojo |
| 1.2 Licenciaturas | 1.2.1 | Universidad Michoacana | (10) | Rojo |
| | 1.2.2 | Instituto Tecnológico de Morelia | (9) | Verde |
| | 1.2.3 | Universidad Latina de América | (8) | Azul |
| | 1.2.4 | Universidad Vasco de Quiroga | (8) | Azul |
| | 1.2.5 | Universidad Pedagógica | (8) | Azul |
| | 1.2.6 | Universidad La Salle | (7) | Púrpura |
| | 1.2.7 | Universidad de Morelia | (5) | Amarillo |
| 1.3 Bachilleratos | 1.3.1 | Universidad Michoacana | (10) | Rojo |
| | 1.3.2 | Rector Hidalgo | (9) | Verde |
| | 1.3.3 | Universidad Latina de América | (8) | Azul |
| | 1.3.4 | Universidad Vasco de Quiroga | (8) | Azul |
| | 1.3.5 | Universidad Lasalle | (7) | Púrpura |
| | 1.3.6 | Universidad de Morelia | | |
| 1.4 Secundarias | 1.4.1 | Escuelas secundarias Federales | (10) | Rojo |
| | 1.4.2 | Escuelas Técnicas Industriales | (9) | Verde |
| | 1.4.3 | CEBETIS | (8) | Azul |
| | 1.4.4 | CONALEP | (8) | Azul |
| | 1.4.5 | Colegios Particulares | (8) | Azul |
| 1.5 Primarias | 1.5.1 | Escuelas Primarias Federales | (10) | Rojo |
| | 1.5.2 | Escuelas Primarias Particulares | (9) | Verde |
| 1.6 Preprimarias | 1.6.1 | Jardines de Niños Federales | (10) | Rojo |
| | 1.6.2 | Jardines de Niños Particulares | (9) | Verde |

Tabla 6.1. Centros educativos de Morelia.

| <i>Clave</i> | <i>Centro de Salud</i> | <i>Calificación</i> | <i>Color</i> |
|--------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| 2.1 | IMSS | (10) | Rojo |
| 2.2 | ISSSTE | (6) | Verde |
| 2.3 | SSA | (2) | Amarillo |
| 2.4 | Hospital Civil | (4) | Azul |
| 2.5 | Hospital Infantil | (3) | Púrpura |
| 2.6 | Cruz Roja Mexicana | (2) | Amarillo |
| 2.7 | Hospitales Particulares | (6) | Verde |
| 2.8 | Clínicas Particulares | (4) | Azul |
| 2.9 | Consultorios Particulares | (8) | Verde |
| 2.10 | Laboratorios Particulares | (4) | Azul |

Tabla 6 2 Centros relativos a la salud de Morelia.

| <i>Clave</i> | <i>Centro Comercial</i> | <i>Calificación</i> | <i>Color</i> |
|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------|
| 3.1 | Centro Comercial Las Américas | (10) | Rojo |
| 3.2 | Centro Comercial Camelinas | (9) | Verde |
| 3.3 | Comercial Mexicana Centro | (8) | Azul |
| 3.4 | Centro Comercial La Huerta | (8) | Azul |
| 3.5 | COSTCO | (7) | Púrpura |
| 3.6 | Comercial Mexicana Poniente | (7) | Púrpura |
| 3.7 | Plaza Morelia | (7) | Púrpura |
| 3.8 | Mercado Independencia | (6) | Amarillo |
| 3.9 | Mercado San Juan | (5) | Naranja |

Tabla 6 3 Centros relativos al abasto de Morelia.

| <i>Clave</i> | <i>Servicios</i> | <i>Calificación</i> | <i>Color</i> |
|--------------|--------------------|---------------------|--------------|
| 4.1 | Gobierno Federal | (10) | Rojo |
| 4.2 | Gobierno Estatal | (10) | Rojo |
| 4.3 | Gobierno Municipal | (10) | Rojo |
| 4.4 | Templos | (9) | Verde |
| 4.5 | TELMEX | (8) | Azul |
| 4.6 | C.F.E. | (8) | Azul |
| 4.7 | PEMEX | (8) | Azul |
| 4.8 | BANCOS | (8) | Azul |
| 4.9 | HOTELES | (7) | Púrpura |
| 4.10 | RESTAURANTES | (6) | Amarillo |

Tabla 6 4. Centros relativos servicios de Morelia.

| <i>Color</i> | <i>Significado</i> |
|--------------|------------------------|
| Rojo | Zona de muy alto valor |
| Verde Fuerte | Zona de alto valor |
| Azul | Zona de valor medio |
| Amarillo | Zona de valor regular |
| Púrpura | Zona de bajo valor |
| Naranja | Zona de muy bajo valor |

Tabla 6.5. Significado del color asignado.

Posteriormente, mediante el análisis cruzado de los mapas temáticos (usando TransCad®) se generó un mapa con la clasificación de las zonas de generación y atracción de tráfico del área urbana de la ciudad de Morelia. Este mapa, que se muestra en la figura 6.2, permite apreciar que es evidente que el Centro Histórico de la ciudad de Morelia (mostrado en color rojo) es una de las principales áreas de generación y atracción de tráfico de la ciudad.

6.3 ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ ORIGEN-DESTINO

Referente a la matriz origen-destino (O-D), cabe hacer mención que en la ciudad de Morelia no se cuenta con un estudio de estas características y tratar de hacerlo en forma personal requeriría de tiempo e inversión considerable, lo cual sale del entorno de este trabajo de tesis. En estudios posteriores se podría llevar a cabo un estudio para la generación de la matriz de O-D, el cual permita complementar este trabajo.

Si la matriz O-D no existe, ésta puede ser estimada a partir de aforos vehiculares mediante técnicas de Asignación de Tráfico. El inconveniente para la aplicación de este procedimiento para la estimación de la matriz O-D de la ciudad de Morelia, es que no se cuenta con mucha información de aforos.

Solamente se pudieron obtener algunos datos de aforos vehiculares dentro de la zona del Centro Histórico. Se encontraron algunos registros de aforos de tránsito manuales (ver tabla 6.6), que el personal de Tránsito Municipal obtuvo en algunos cruces en diciembre del 2000. Cabe mencionar que dicha información se obtuvo con la promesa de proporcionarles a cambio, algunos de los resultados de este trabajo de investigación.

Los puntos de aforo no se encuentran distribuidos uniformemente en la red vial, sino que se encuentran sobre todo en algunos cruces de la avenida principal que atraviesa el Centro Histórico de oriente a poniente.

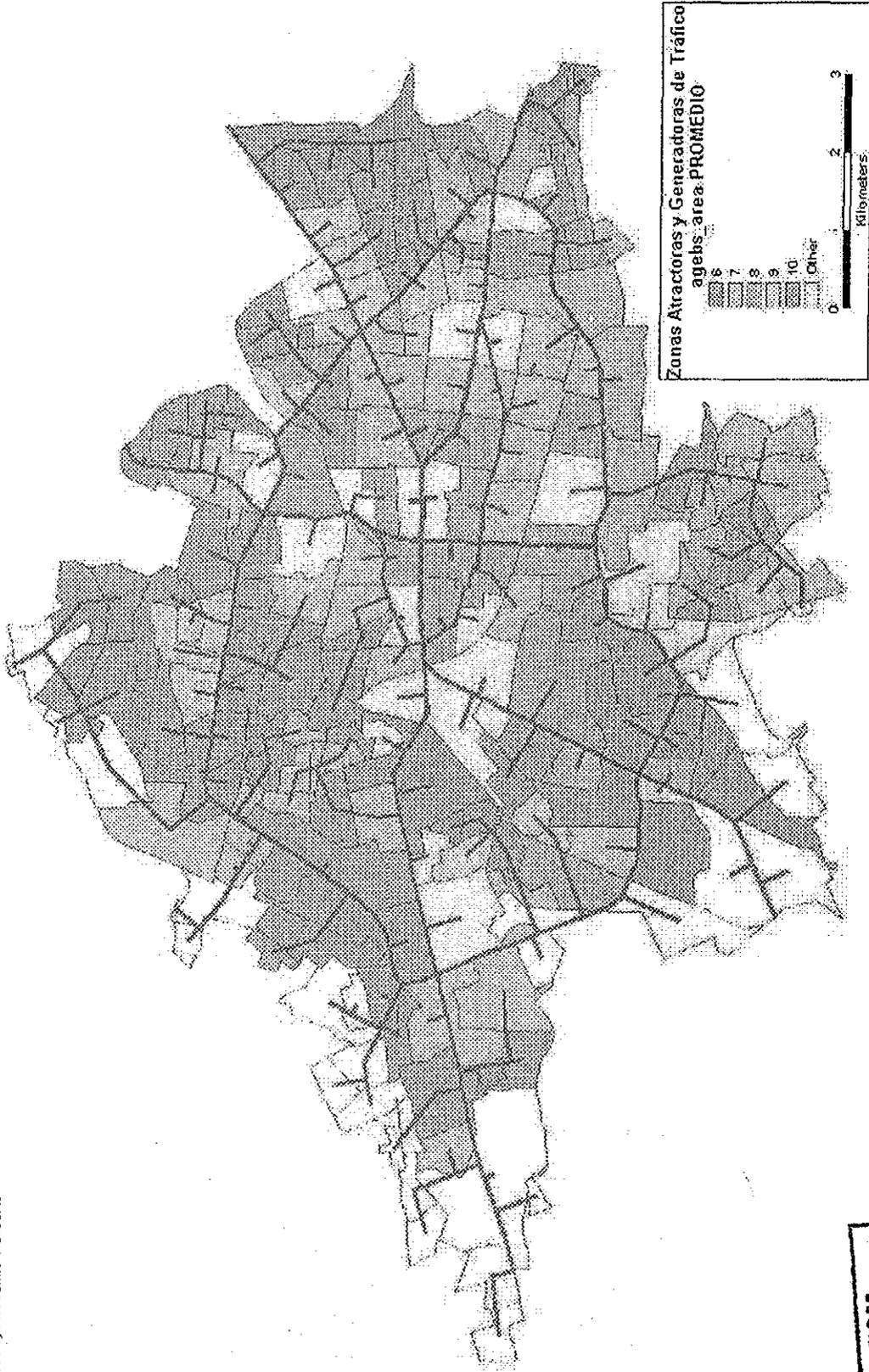


Figura 6.2. Zonas de atracción y generación de tráfico de la Ciudad de Morelia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

| <i>Calle</i> | <i>Sentido</i> | <i>Volumen de Tráfico</i> |
|--|-------------------|---------------------------|
| Allende con Morelos | Poniente- Oriente | 1112 |
| Morelos con Allende | Norte-Sur | 1582 |
| Valladolid con Virrey de Mendoza | Poniente-Oriente | 1218 |
| Virrey de Mendoza con Valladolid | Sur-Norte | 684 |
| Valladolid con Vasco de Quiroga | Poniente-Oriente | 1218 |
| Vasco de Quiroga con Valladolid | Sur-Norte | 684 |
| Av. Fco. I. Madero con Vasco de Quiroga | Poniente-Oriente | 2224 |
| Av. Fco. I. Madero con Vasco de Quiroga | Oriente-Poniente | 2224 |
| Vasco de Quiroga con Av. Madero | Sur-Norte | 791 |
| Av. Madero con Belisario Domínguez | Poniente Oriente | 2224 |
| Av. Madero con Belisario Domínguez | Oriente-Poniente | 2224 |
| Belisario Domínguez con A. Madero | Norte-Sur | 791 |
| A. Madero con Dr. Miguel Silva | Poniente-oriente | 1582 |
| Av. Madero con Dr. Miguel Silva | Oriente-Poniente | 2650 |
| Dr. Miguel Silva con Av. Madero | Norte-Sur | 578 |
| Av. Madero con Revolución | Poniente-Oriente | 1582 |
| Av. Madero con Isidro Huarte | Oriente-Poniente | 1582 |
| Revolución con Av. Madero | Norte-Sur | 471 |
| Isidro Huarte con Av. Madero | Sur-Norte | 578 |
| Av. Madero con Sor Juana Inés de la Cruz | Poniente-Oriente | 2650 |
| Av. Madero con Sor Juana Inés de la Cruz | Oriente-Poniente | 2650 |
| Sor Juana Inés de la Cruz con Av. Madero | Norte-Sur | 578 |
| Av. Madero con AV. Acueducto | Poniente-Oriente | 3078 |
| Av. Madero con Aquiles Serdán | Oriente-Poniente | 645 |
| Av. Acueducto con Av. Madero | Oriente-poniente | 1005 |
| Av. Madero con Av. Tata Vasco | Poniente-Oriente | 868 |
| Av. Madero con Av. Tata Vasco | Oriente-Poniente | 868 |
| Av. Tata Vasco con Av. Madero | Norte-Sur | 499 |
| Av. Tata Vasco con Av. Madero | Sur-Norte | 499 |
| 20 de Noviembre con Dr. Miguel Silva | Poniente-Oriente | 1112 |
| Dr. Miguel Silva con 20 de Noviembre | Norte-Sur | 791 |
| 20 de Noviembre con Álvaro Obregón | Poniente-Oriente | 810 |
| Álvaro Obregón con 20 de Noviembre | Sur-Norte | 1090 |
| Santiago Tapia con Av. Morelos Norte | Poniente-Oriente | 2224 |
| Av. Morelos Norte con Santiago Tapia | Norte-Sur | 1582 |
| Santiago Tapia con Guadalupe Victoria | Poniente-Oriente | 663 |
| Guadalupe Victoria con Santiago Tapia | Sur-Norte | 449 |
| Guadalupe Victoria con Santiago Tapia | Norte-Sur | 1326 |
| Santiago Tapia con Vicente Rivapalacio | Poniente-Oriente | 962 |

| <i>Calle</i> | <i>Sentido</i> | <i>Volumen de Tráfico</i> |
|--|------------------|---------------------------|
| Santiago Tapia con Vicente Rivapalacio | Oriente-Poniente | 962 |
| Vicente Rivapalacio con Santiago tapia | Norte-Sur | 1069 |
| Vicente Rivapalacio con Santiago tapia | Sur-Norte | 1069 |
| Av. Madero con Virrey de Mendoza | Poniente-Oriente | 2224 |
| Av. Madero con Virrey de Mendoza | Oriente-Poniente | 2224 |
| Virrey de Mendoza con Av. Madero | Sur-Norte | 1582 |
| Av. Madero con Av. Morelos | Poniente-Oriente | 2010 |
| Av. Madero con Av. Morelos | Oriente-poniente | 2010 |
| Av. Morelos Norte con Av. Madero | Norte-Sur | 684 |
| Av. Madero con Ignacio Zaragoza | Poniente-Oriente | 2010 |
| Av. Madero con Ignacio Zaragoza | Oriente-Poniente | 2010 |
| Ignacio Zaragoza con Madero | Norte-Sur | 684 |
| Av. Madero con Abasolo | Poniente-Oriente | 2224 |
| Av. Madero con Guillermo Prieto | Oriente-Poniente | 2224 |
| Abasolo con Av. Madero | Sur-Norte | 791 |
| Av. Madero con Galeana | Poniente-Oriente | 2010 |
| Av. Madero con Nigromante | Oriente-Poniente | 2010 |
| Nigromante con Av. Madero | Norte-Sur | 1368 |
| Av. Madero con Quintana roo | Poniente-Oriente | 1368 |
| Av. Madero con León Guzmán | Oriente-Poniente | 2224 |
| León Guzmán con Av. Madero | Norte-Sur | 578 |
| Av. Madero con Cuautla | Poniente-oriente | 2224 |
| Av. Madero con Vicente Rivapalacio | Oriente-Poniente | 2224 |
| Cuautla con Av. Madero | Sur-Norte | 791 |
| Vicente Rivapalacio con Av. Madero | Norte-Sur | 791 |
| Av. Madero con Mariano Michelena | Poniente-Oriente | 1582 |
| Av. Madero con Mariano Michelena | Oriente-Poniente | 1582 |

Tabla 6.6. Aforos vehiculares dentro de la zona del Centro Histórico.

6.4 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO

Para estimar el tráfico en el Centro Histórico de Morelia, se procedió a utilizar un Modelo de Asignación de Tráfico. Se optó por el modelo de *Equilibrio del Usuario* (explicado en el capítulo 5). Se eligió este modelo porque:

- es relativamente sencillo,
- requiere poca información,
- es recomendable para zonas urbanas, y
- puede resolverse mediante el algoritmo Frank-Wolf, el cual está integrado en el software TransCad®.

La estimación de flujos vehiculares en las distintas vialidades del Centro Histórico de Morelia, es decir, la solución del Problema de Asignación de Tráfico, se muestra en la figura 6.3. En esta figura, entre más anchos son los arcos, mayor es el flujo estimado que los atraviesa.

Para mostrar con mayor exactitud la situación actual del flujo vehicular, se requiere mayor y mejor información (como por ejemplo, más aforos vehiculares y mejor distribuidos). A medida que se alimente el modelo con más y mejor información, los resultados que se obtengan se apegarán más a la realidad.

6.5 MEJORAMIENTO DE LA VIALIDAD EN EL CENTRO HISTÓRICO

En un problema de tráfico vehicular intervienen dos factores fundamentales, el volumen de tráfico y las características geométricas de las vialidades. En el caso del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, los valores del primer factor han ido creciendo a través del tiempo de tal manera que actualmente son muy altos (ver figura 6.3). Con respecto al segundo factor, los anchos de las vialidades son los que se muestran en la figura 4.5, y dado que estas vialidades forman parte del patrimonio edificado del Centro Histórico, no pueden ser modificadas. En consecuencia, el Centro Histórico tiene una deficiente operación vehicular, además de la limitación en las alternativas de solución a esta problemática. Así, la congestión del Centro Histórico produce incremento de los tiempos de recorrido con las correspondientes demoras e incomodidades para los usuarios.

La figura 6.4 muestra el flujo estimado (asignado) y la capacidad de las vialidades. Entre más anchos son los arcos significa que más flujo pasa por ellos; y éstos tienen mayor capacidad conforme su color se acerca al verde. A partir de esta figura uno podría interpretar que no hay problemas de congestión en el Centro Histórico de Morelia, ya que aparentemente las vialidades por donde pasa más flujo tienen las capacidades mayores. Sin embargo ésta sería una mala interpretación, que no considera la relación entre la demanda (flujo estimado) y la capacidad, es decir la "congestión".

La figura 6.5 muestra la relación entre la demanda y la capacidad. Como en la figura anterior, entre más anchos son los arcos más flujo pasa por ellos, pero aquí los colores de las vialidades indican el grado de congestión en las mismas, éstas tienen mayor congestión conforme son más rojas.

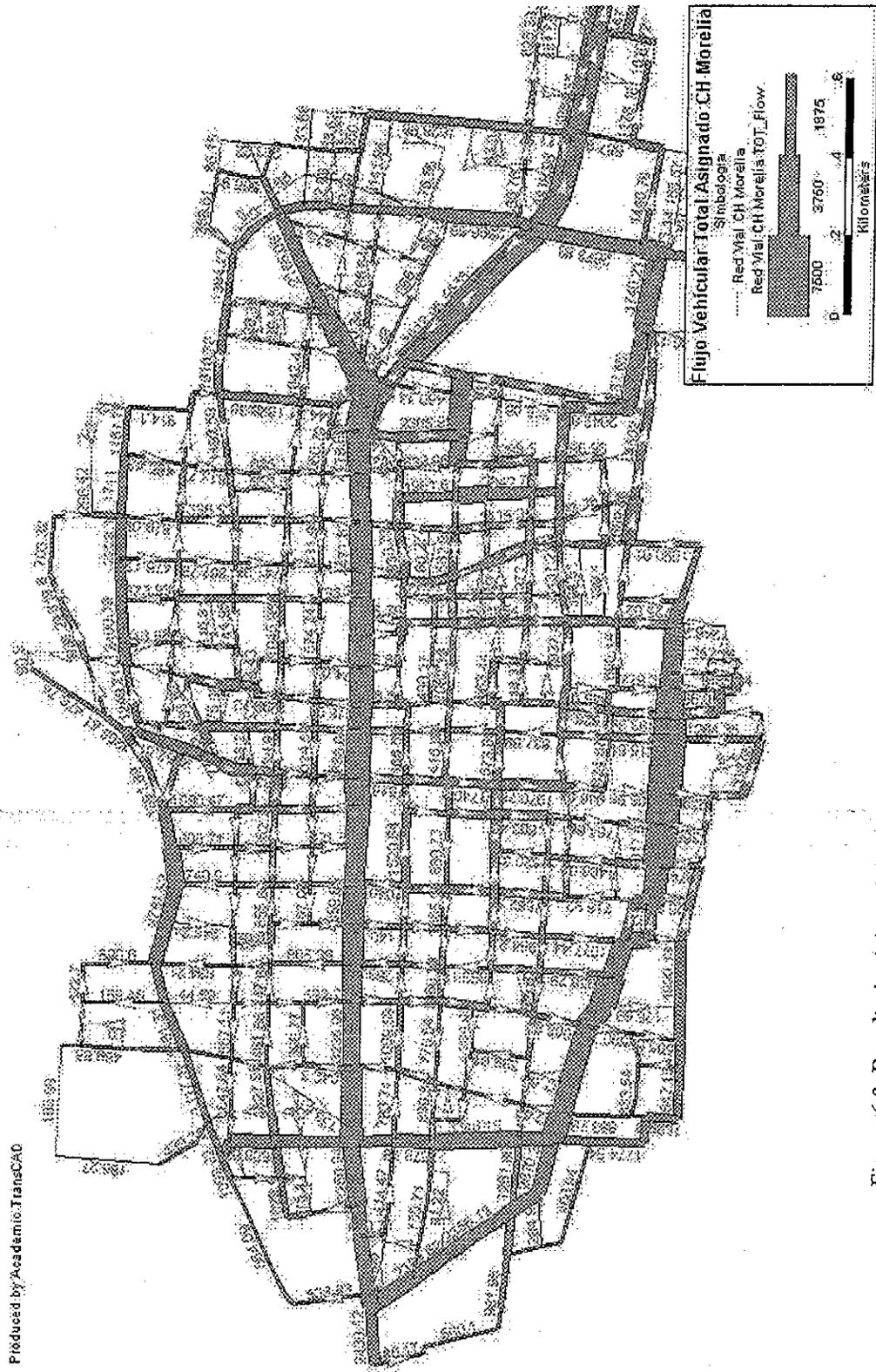


Figura 6.3. Resultado del modelo de asignación para el Centro Histórico de la ciudad de Morelia.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

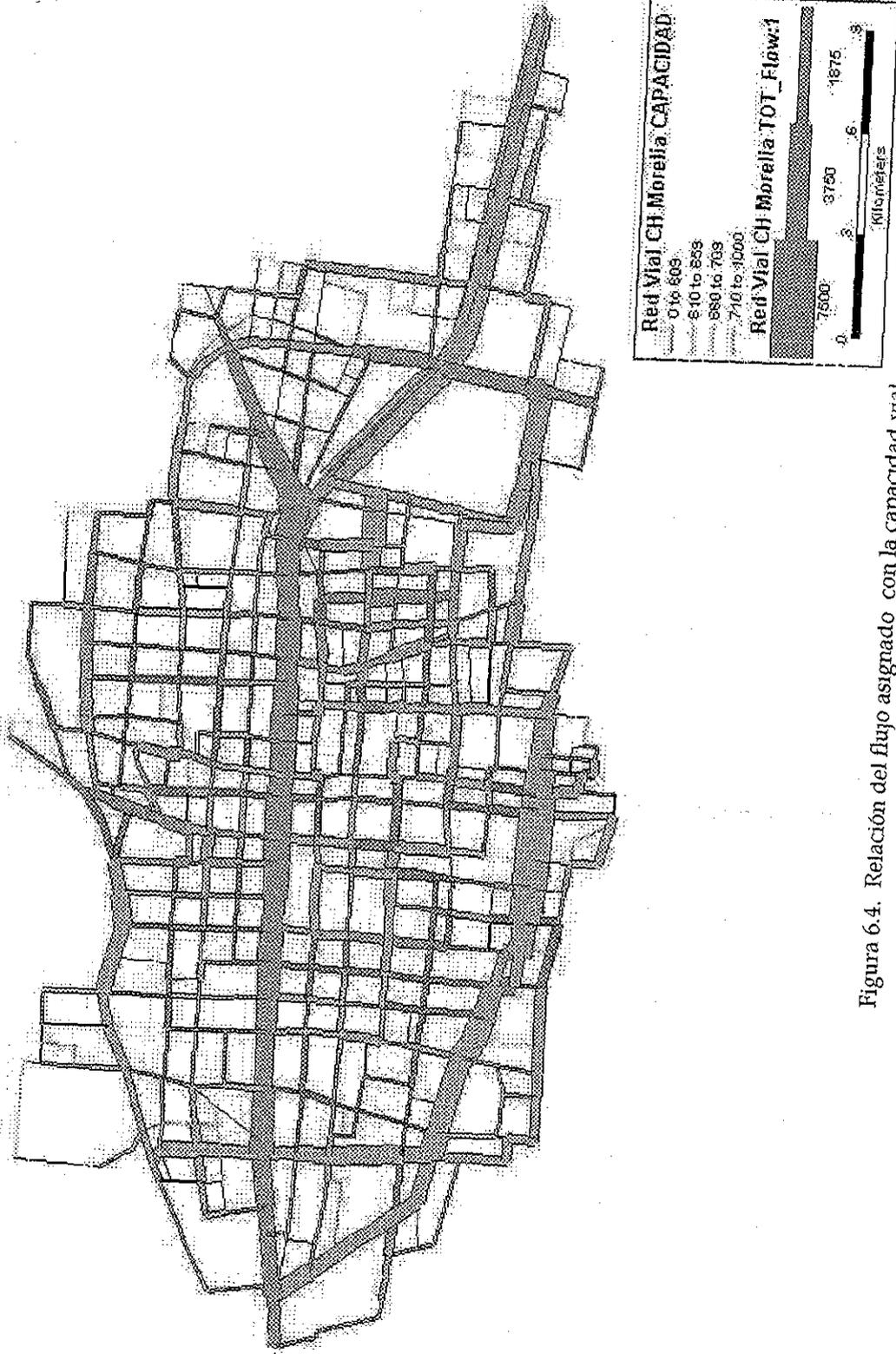


Figura 6.4. Relación del flujo asignado con la capacidad vial.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

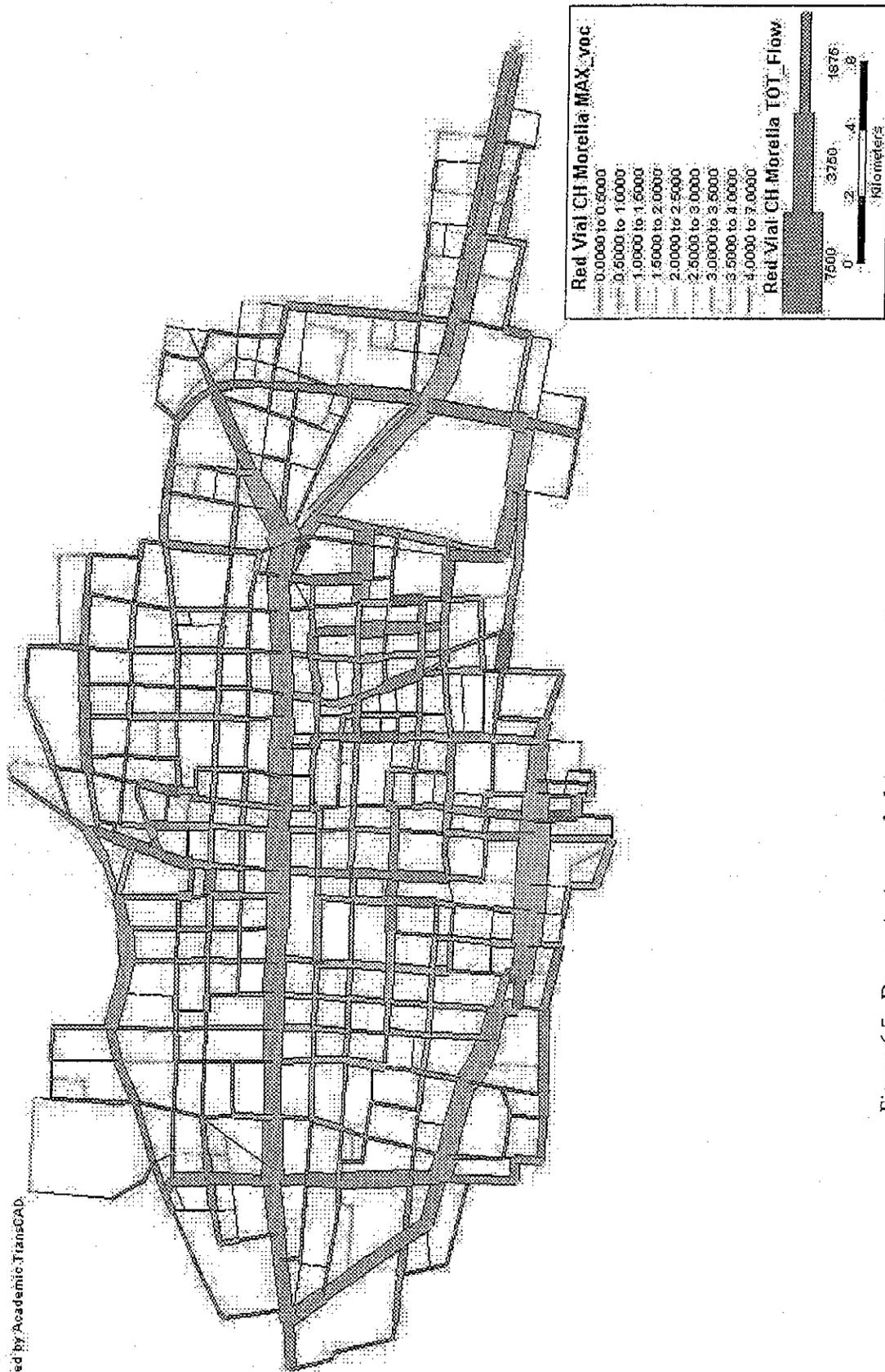


Figura 6.5. Demanda / capacidad (congestión) del Centro Histórico de Morelia.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la figura 6.5 se puede observar que las vialidades presentan características favorables de capacidad para permitir el flujo vehicular asignado, y solamente algunos puntos específicos de la red presentan congestión debido a la limitada capacidad de estas vialidades. Se puede concluir entonces que no hay congestión en el Centro Histórico de Morelia, y que la mayoría de las vialidades, sobre todo aquéllas principales, tienen la capacidad suficiente para el flujo que se estima pasa a través de ellas, es decir, no tienen congestión. Esto por supuesto no se presenta en la realidad. La pregunta entonces es ¿cuál es el error?

El error está en las capacidades de las vialidades. Los datos proporcionados por el Ayuntamiento son incorrectos. Por lo tanto, se requiere realizar otro análisis que no considere estas capacidades de las vialidades.

Las capacidades podrían ser determinadas adecuadamente (como se menciona en el capítulo 4), sin embargo esto requeriría bastante tiempo e información. Otra opción es hacer una simplificación, considerando que la capacidad de una vialidad depende sólo del ancho de la misma.

Las vialidades del Centro Histórico se pueden agrupar, de acuerdo a su ancho, como se muestra en la tabla 6.7. Los detalles de las vialidades se presentan en el anexo E.

| <i>Grupo</i> | <i>Ancho (m)</i> | <i>Dirección</i> | <i>Número de vialidades</i> |
|--------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 33 a 36 | oriente-poniente norte-sur | 2 1 |
| 2 | 18 a 33 | oriente-poniente norte-sur | 1 2 |
| 3 | 15 a 18 | oriente-poniente norte-sur | 5 3 |
| 4 | 10 a 15 | oriente-poniente norte-sur | 22 32 |
| 5 | 3.5 a 10 | oriente-poniente norte-sur | el resto |

Tabla 6.7 Vialidades del Centro Histórico agrupadas según su ancho.

Las vialidades que presentan características de ancho de calzada favorables para la circulación continua en el Centro Histórico de la ciudad de Morelia, se muestran en la figura 6.6 y se listan a continuación:

- 1.- Calle de 5 de Febrero
- 2.- Abasolo

- 3.- Andrés Quintana Roo
- 4.- Antonio Alzate (Juan José de Lejarza – Lic. Justo Mendoza)
- 5.- Aquiles Serdán (Calzada Madero-Dr. Miguel Silva)
- 6.- Av. Francisco I. Madero
- 7.- Av. Gral. Lázaro Cárdenas-Benedicto López-Manuel Muñiz-Mariano Michelena
- 8.- Av. José María Morelos
- 9.-Av. Ventura Puente-Av. Tata Vasco-Plan de Ayala –Dr. Miguel Silva
- 10.- Benito Juárez
- 11.- Calzada Fco. I. Madero
- 12.- Cuautla-Vicente Riva palacio-Héroes de Nocupétaro
- 13.- Eduardo Ruíz
- 14.- Francisco Zarco-Santiago Tapia-20 de Noviembre-Calzada Madero
- 15.-Calzada Madero-Hacienda de Corralejo-16 de Septiembre-Plan de Ayala
- 16.-Vasco de Quiroga-Álvaro Obregón-Héroes de Nacozari
- 17.-Miguel Silva-Juan José de Lejarza
- 18.- Nicolás Bravo-Guadalupe Victoria
- 19.- Vicente Santa María

La figura 6.6 muestra las vialidades con mayores anchos, donde se presume puede circular más flujo; sin embargo estas vialidades podrían estar saturadas por el flujo actual.

La figura 6.7 muestra la relación entre la demanda (flujo estimado) y el ancho de la vialidad. En esta figura, entre más anchos son los arcos más flujo pasa por ellos; mientras que los colores de los arcos representan la relación demanda/ancho en las vialidades, las cuales se colorean más rojo conforme esta relación crece.

En la figura se observan únicamente tres segmentos de color rojo, los cuales representan los lugares donde las vialidades cambian su ancho de calzada de una manera notable, ocasionando graves cuellos de botella. Los segmentos de color naranja indican lugares un poco menos conflictivos, pero donde existen problemas para la circulación continua.

Los resultados anteriores contribuyen a mejorar el conocimiento de la situación actual del flujo vehicular en el Centro Histórico de Morelia, identificando los puntos de la vialidad donde es necesario poner atención.

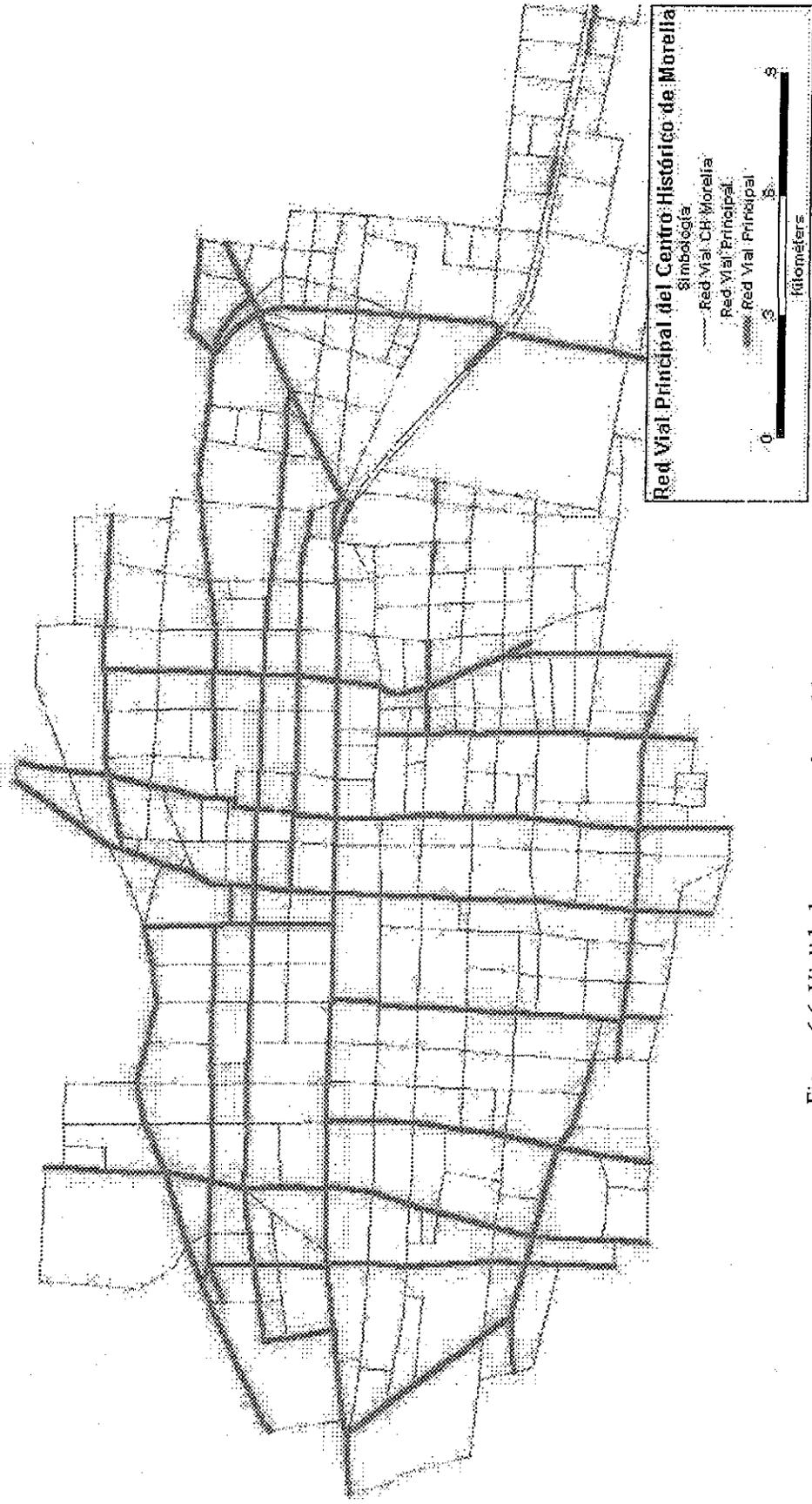


Figura 6.6. Vialidades con ancho favorable para la circulación

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

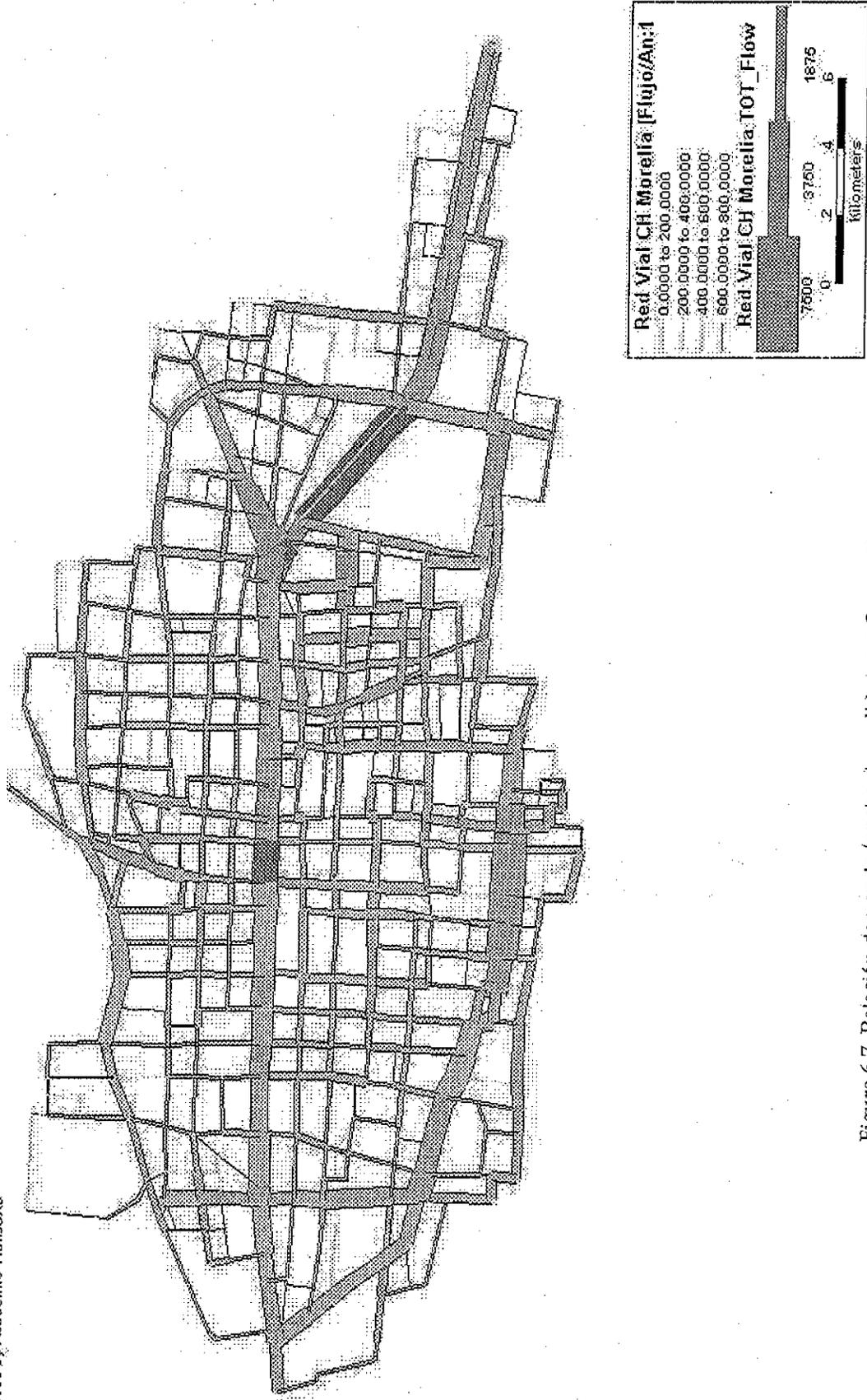


Figura 6.7. Relación demanda/ancho de vialidad del Centro Histórico de Morelia

No se podría concluir el análisis de la problemática de la vialidad del Centro Histórico de la Ciudad de Morelia, sin mencionar las propuestas de posibles alternativas para el mejoramiento de la operación vehicular en dicha zona.

Para comenzar, una vez que se han identificado las vialidades con congestión (vialidades en color naranja y rojo en la figura 6.7), se recomienda:

- Prohibir el estacionamiento público sobre estas vialidades.
- Redefinir las rutas de transporte colectivo, de tal forma que no sean canalizadas sobre estas vialidades.
- Prohibir el ambulante, al menos sobre estas vialidades.
- Dar preferencia de paso (con semáforos o señales) al flujo vehicular que circula por estas vialidades.
- Incrementar la participación de la Delegación de Tránsito Municipal, para llevar un mejor control en su operación vehicular.

Otras recomendaciones generales son:

- Ubicar zonas de ascenso y descenso para el servicio de taxis.
- Ubicar claramente los cruces peatonales.
- Prohibir el ambulante.
- Ubicar más espacios para estacionamiento público.

Cabe aclarar que el análisis ha sido efectuado considerando que las vialidades estaban libres de vehículos estacionados y de comercio ambulante. Si se quisieran incorporar estos elementos, se requeriría primero obtener dicha información mediante trabajo de campo.

Por supuesto que lo presentado aquí es sólo la muestra del potencial de las herramientas que pueden utilizarse para el análisis de la accesibilidad vial. Pueden hacerse más estudios sobre diversos escenarios alternativos de las condiciones de la vialidad, pero para esto se requiere más información (por ejemplo, aforos vehiculares y matriz origen-destino) y la corrección de información disponible (por ejemplo, las capacidades de las vialidades). El estudio de diversos escenarios del tipo ¿qué pasaría si?, Sería de gran utilidad para ver el efecto de cualquier cambio en la demanda o en las características de la red, antes de llevarlo a la realidad.

Este estudio proporciona las bases para que en el futuro, a medida que se vaya integrando más y mejor información al modelo, éste pueda ir representando mayor área de una manera más realista.

CONCLUSIONES

Un gran obstáculo para el estudio de la problemática de la vialidad en el Centro Histórico de Morelia, fue la falta de información confiable (bases de datos de aforos vehiculares, estudios de origen-destino, estudios de capacidades y velocidades, red digital e imágenes digitalizadas de la zona, etc.)

Aunque se buscó en instituciones federales, estatales y municipales, se encontró que éstas no contaban con datos o tenían datos muy básicos. Se suponía que el Instituto de Antropología e Historia y el Instituto de Estudios Municipales contaban con estudios y datos del Centro Histórico. El primero de ellos definitivamente no se interesó en aportar sus datos para la realización de este trabajo, no así el segundo, que proporcionó la información base de los primeros capítulos de este trabajo.

Otras fuentes de información fueron la Oficina de Urbanística Municipal del H. Ayuntamiento y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; la última de las cuales contaba con algunos estudios muy simples sobre la problemática vial del centro histórico y algunas fotografías aéreas mal georreferenciadas.

Lo anterior lleva a afirmar que a pesar de que el Centro Histórico es Patrimonio de la Humanidad, en realidad no hay interés por hacer estudios para mejorarlo y ni siquiera datos que permitan conocer su situación actual.

En los primeros capítulos de esta tesis se analizaron diversos factores involucrados en la problemática de la vialidad en el Centro Histórico (uso del suelo, infraestructura, equipamiento urbano, vialidad, transporte público, estacionamiento, medio ambiente), y se descubrió (capítulo 3) que la alta concentración de servicios en la zona y la mala estructura vial, son determinantes en esta problemática.

El área del Centro Histórico, además de contar con calles estrechas, es paso obligado de los vehículos que atraviesan Morelia, en las direcciones nortesur y oriente-poniente, por lo que constituye un gran cuello de botella en la ciudad. No por nada se obtuvo (en el capítulo 6) que el Centro Histórico es una de las principales (sino la principal) zonas de generación y atracción de transporte en Morelia.

Lo que se pretendió en este trabajo fue primero, conocer la operación actual de la red vial del Centro Histórico (determinación de volúmenes vehiculares, congestión y cuellos de botella), para luego determinar su situación bajo diversos escenarios del tipo ¿qué sucede si?, los cuales son de gran utilidad para apreciar el efecto de cualquier cambio en la demanda o en las

características de red, antes de llevarlos a la realidad, y son la base para la generación de recomendaciones de mejoramiento de la vialidad.

Para hacer el estudio, se propuso una metodología que utiliza herramientas tales como Sistemas de Información Geográfica para Transporte (capítulo 4) y Modelos de Asignación de Tráfico (capítulo 5). Específicamente se utilizó un método que estima conjuntamente la matriz origen-destino (no disponible) y los flujos vehiculares; estos últimos utilizando un modelo de equilibrio del usuario.

El problema con esta estimación fue la mala calidad de la información disponible (de entrada). Por ejemplo, los aforos vehiculares eran escasos y no estaban bien distribuidos dentro de la zona en estudio; y las capacidades de las vialidades (proporcionadas por el ayuntamiento) estaban muy mal calculadas.

Esto hizo que se tuvieran que simplificar los análisis para no incluir datos incorrectos o de dudosa confiabilidad (por ejemplo, para la determinación de congestión se utilizaron los anchos de las vialidades en lugar de sus capacidades); y que no se pudiera profundizar mucho en la simulación de escenarios, y en la generación de propuestas para el mejoramiento de la vialidad en el Centro Histórico de Morelia (capítulo 6).

Sin embargo el principal objetivo de esta tesis radica en la propuesta de una metodología para el estudio de la vialidad para una zona urbana. La aplicación al caso del Centro Histórico de Morelia, tiene mucho potencial para la generación de medidas para el mejoramiento de la vialidad. Conforme se integre más y mejor información, se pueden obtener resultados más precisos y representativos de la realidad.

Por lo pronto, en este trabajo se indican los datos que deben obtenerse (por ejemplo, la matriz origen-destino) y aquellos que deben corregirse (por ejemplo, las capacidades y los aforos), para cualquier estudio serio y a largo plazo de la vialidad en el Centro Histórico de Morelia.

La obtención de algunos de estos datos, como la matriz origen-destino, no es posible si no se cuenta con el apoyo económico e interés del estado. Así que mientras no haya interés del estado en el problema de la vialidad de la ciudad de Morelia, éste seguirá siendo cada día más crítico.

Finalmente, se puede decir que este estudio proporciona las bases para la obtención de mejores alternativas de solución a la problemática vial del Centro Histórico de Morelia; y a medida que se vaya integrando más y mejor información, y el interés personal e institucional sobre la problemática vial, los resultados podrán ser más realistas y ayudarán cada vez más a tomar mejores decisiones, ya no solamente para el centro histórico, sino para toda el área urbana de la ciudad de Morelia. Ojalá que así sea.

REFERENCIAS

- Bell, M.G.H. & Iida, Y. (1997) *Transportation Network Analysis*, Editorial John Wiley & Sons, 1-40, 67-111.
- Caliper Corporation. (1999) *Travel Demand Modeling with TransCAD® Version 3.5.*, 171-201.
- Conteo de Población y Vivienda del Estado de Michoacán.* (1995) INEGI, México, D. F.
- Cal y Mayor Reyes Espíndola, Rafael y Cárdenas Grisales, James. (1994) *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*, Ediciones Alfa Omega S.A., México, D.F., 246-380.
- Chuvieco, Emilio. (1990) *Fundamentos de Teledetección Espacial*, Ediciones Rialp, S.A. Madrid, España, 397-416.
- Decreto por el que se declara la zona de Monumentos Históricos de la ciudad de Morelia* (1990) Diario Oficial de la Federación.
- Desarrollo Urbano Regional y Ciudades Medias en México.* (1997) CIDEM, UMSNH, Morelia, Michoacán, 285-389.
- De Buen Richkarday, Oscar. (1996) *Ingeniería de Transporte y el Sistema de Transporte Nacional*, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Querétaro.
- Estadísticas Históricas de México.* (1985) INEGI, Tomo I, México, D.F.
- Gibson, J.E. (1981) *Diseño de Nuevas Ciudades*, Editorial Limusa, México, D.F.
- Gideon, Golany. (1985) *Planificación de Nuevas Ciudades*, Editorial Limusa, México, D.F.
- Garber, J. Nicholas & Lester, A. Hoel. (1996) *Traffic and Highway Engineering*, PWS Publishing Company, Second Edition.
- Krueckeberg & Silvers. (1985) *Análisis de Planeación Urbana*, Editorial Limusa, México, D.F.
- Longley, A. Paul. Goudchild, F. Michael. Maquiere, J. David. Rhind, W. David. (1999) *Geographical Information Systems Management Issues and Applications*, Editorial John Wiley & Sons, Inc, 797-908.

- Ley General de Asentamientos Humanos.* (1993) Diario Oficial de la Federación.
- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo.* (1995) Gobierno del Estado de Michoacán.
- Michoacán Demográfico, Breviario.* (1992) COESPO, Gobierno del Estado de Michoacán.
- Mier Suárez, José Alfonso. (1987) *Introducción a la Ingeniería de Caminos*, UMSNH, Morelia, Michoacán, 21-94.
- Moliner Molinero, Ángel y Sánchez Arellano, Ignacio. (1998) *Transporte Público, Planeación, Diseño, Operación y Administración*, Fundación ICA, México, D.F, 329-394.
- Manuales Normativos en Transporte Urbano.* (1998) SEDESOL, Dirección General de Infraestructura y Equipamiento, Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas, México, D.F.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.* (1996) SCT, Dirección General de Servicios Técnicos, México, D.F, Cuarta Reimpresión, 63-296.
- Ortúzar, Juan de Dios & Willumsen, Luis G. (1997) *Modelling Transport*, Editorial John Wiley & Sons, Second Edition, 287-386.
- Padilla Moreno, Javier. (2000) *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con una explicación sencilla de cada artículo para su mejor comprensión*, Editorial Trillas, 15ª Edición, México, D.F, 44-99-167.
- Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Morelia 1998 - 2015.* (1998) H. Ayuntamiento de la ciudad de Morelia, Michoacán.
- Programa Parcial del Centro Histórico.* (1997) Instituto de Desarrollo Municipal, Morelia, Michoacán,
- Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, Michoacán.* (1991) Instituto de Desarrollo Municipal, Morelia, Michoacán.
- Programa de Incorporación del Suelo Social (Piso).* (1997) SEDESOL, SRA, COREII, Morelia, Michoacán.

Reglamento urbano de los sitios culturales y zonas de transición del municipio de Morelia. (27 de Noviembre de 1997) H. Ayuntamiento de Morelia.

Ramírez Romero, Esperanza. (1994) *Las Zonas Históricas de Morelia y Pátzcuaro ante el ILC*, UMSNH é Instituto Michoacano de Cultura, Morelia, Michoacán, México.

Sholten, Henk J. and Stillwell, C.H. John. (1990) *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*, Editorial Kluwer Academic Publishers, 3-21.

Iaha Hamdy, A. (1995) *Investigación de Operaciones*, Editorial Alfa Omega, México, D.F, 5a. Edition, 226-264, 315-347, 837-908.

Vázquez Berber, Román. (1998) *SCI, Planeación del Transporte y Redes Viales*, Director de Asuntos de Derecho de Vía y Unidad de Autopistas de Cuota, México, D.F.

Vargas Uribe, Guillermo. (1994) *El Crecimiento Urbano Territorial de Morelia, (1921-1993)*, Ciencia Nicolaita, No. 7, 24-49.

Walter Kilareski, P. & Mannering, L. Fred. (1997) *Principles of Highway Engineering and traffic Analysis*, Editorial John Wiley & Sons, Second Edition.

REFERENCIAS INTERNET

"Panorama de Michoacán" (2001) <http://www.ccu.umich.mx/mich/morelia/morelia.html> (3 Mayo de 2001)

"MICHOACÁN " (2000) <http://www.Michoacan.gob.mx> (29 Mayo de 2001)

"H. AYUNTAMIENTO DE MORELIA " (1999) <http://www.Morelia.gob.mx> (29 de Mayo de 2001)

"Información por entidad federativa " (1999) <http://www.inegi.gob.mx> (4 de Junio de 2001)

ANEXO A. PATRIMONIO

El Centro Histórico representa el corazón de la ciudad, testimonio vivo de la historia local, sitio de grandes acontecimientos sociales y políticos, ámbito que se ve enriquecido por la relación física y visual con su patrimonio edificado, su entorno natural y la presencia de tradiciones particulares de Morelia.

A.1.- PATRIMONIO EDIFICADO

La zona de Monumentos Históricos de la ciudad de Morelia fue declarada Patrimonio de la Humanidad, el 14 de Diciembre de 1990, y esto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 del mismo mes y año. Esta zona comprende una arquitectura civil y religiosa que destaca por su monumentalidad y relevancia, construida entre los siglos XVII y XIX. En la traza de la ciudad, que se conserva de lo que fue la antigua Valladolid en el siglo XVI, resalta la preocupación que se tuvo por enriquecer al paisaje urbano con remates visuales de enorme belleza (conceptos renacentistas) al final de calles y espacios abiertos.

En Michoacán se crearon diversos e importantes estilos de construcción, entre los que se encuentra el Plateresco; el cual se puede apreciar en la Iglesia de San Agustín y en el Convento de San Francisco, hoy casa de las Artesanías.

También destacan en estilo Barroco, el Colegio de San Nicolás de 1540; el Museo regional; el Convento de San Agustín de 1566; la Iglesia de La Merced de 1604; el Santuario de Guadalupe de 1708; la Iglesia de Las Capuchinas de 1737; la de Santa Catarina de 1738; la de las Rosas de 1777, y la Catedral, cuya construcción se inició en el año de 1660.

El carácter de la ciudad se define por las construcciones en las que quedaron plasmados predominantemente los estilos Barroco, Neoclásico y Ecléctico. La clasificación del patrimonio edificado del Centro Histórico, se ha realizado con base en las siguientes categorías:

- **Monumental:** Que se refiere a edificaciones con características arquitectónicas y antecedentes históricos únicos en la totalidad del conjunto. Por su gran calidad arquitectónica y monumentalidad, estas edificaciones destacan en el conjunto urbano, constituyendo puntos de referencia o hitos visuales.
- **Relevante:** Término con el que se denominan las edificaciones de menor escala, con una gran calidad arquitectónica y en algunos casos con antecedentes históricos y características estilísticas de gran valor. En

términos generales corresponde a las edificaciones ubicadas en torno de la arquitectura monumental.

- Tradicional: Esta arquitectura conserva algunos elementos decorativos y estilísticos de la arquitectura relevante pero con características más modestas; complementa el contexto edificado, constituyendo además una edificación de transición, entre la arquitectura relevante y la vernácula o popular.
- Popular: Este grupo está formado por inmuebles de características modestas; su importancia radica en constituir testimonios de la arquitectura popular de la ciudad y en servir de acompañamiento en el conjunto urbano.
- Siglo XX: Se ha determinado con esta clasificación a los inmuebles que han sido construidos durante este siglo y que destacan por sus rasgos o características relevantes.

El inventario del patrimonio edificado, realizado predio por predio, se presenta en resumen en las tabla A.1 y A.2.

| Patrimonio Edificado | Zona de Monumentos | Zona de Transición | Total en el Centro Histórico |
|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Monumental | 30 | 4 | 34 |
| Relevante | 68 | 2 | 70 |
| Tradicional | 790 | 9 | 799 |
| Popular | 490 | 30 | 520 |
| Siglo XX | 46 | 3 | 49 |
| Total de Inmuebles | 1,424 | 48 | 1,472 |

Tabla A.1. Patrimonio Edificado del Centro Histórico.
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

| Elementos Patrimoniales | Zona de Monumentos | Zona de Transición | Total en el Centro Histórico |
|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Espacios Abiertos | 25 | 11 | 36 |
| Pilas | 4 | 0 | 4 |
| Fuentes | 20 | 0 | 20 |

Tabla A.2. Elementos Patrimoniales.
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

A.2. PATRIMONIO NATURAL

El patrimonio natural del Centro Histórico de Morelia está formado por el contexto físico natural y el natural inducido, con valor ambiental e histórico, en donde destacan por sus características únicas las calzadas arboladas y los espacios abiertos ajardinados y forestados como la calzada Madero (antigua salida a la ciudad de México) y la calzada Fray Antonio de San Miguel.

Las plazas, rinconadas, jardines y callejones son elementos importantes que constituyen puntos de encuentro, esparcimiento y reunión de vecinos y visitantes. Destacan las plazas y espacios abiertos que se presentan en la tabla A.3.

Igualmente es importante destacar el valor ambiental que guarda el entorno natural, como es el caso de la Loma de Santa María y los cerros del Punhuato y del Quinceo, que además de constituir zonas naturales de gran valor en el entorno de la ciudad, constituyen remates visuales desde diferentes puntos del Centro Histórico y son el marco de la ciudad.

A.3. PATRIMONIO INTANGIBLE

El valor patrimonial de una localidad, no radica exclusivamente en sus edificaciones, espacios públicos y entorno natural. Las manifestaciones culturales como son las tradiciones, la gastronomía, la música y las actividades populares, dan un sello particular al lugar, fomentando la identidad y el compromiso por parte de sus habitantes. Esta vinculación estrecha entre pobladores, actividades y entorno físico crea un carácter y una imagen que interesa y atrae al viajero.

Morelia cuenta con un gran número de manifestaciones de índole religiosa, cívica y popular, mismas que se desarrollan en su gran mayoría en el centro histórico, y que hacen de la ciudad un gran atractivo.

Dentro de las principales actividades populares de la ciudad se encuentran las siguientes:

- Día de Reyes, con la venta de juguetes en las calles del centro de la ciudad (Enero 5 y 6).
- Muestra Internacional de Cine, en el Cinopolis (Mes de Febrero).
- Festival Internacional de Guitarra, en el Teatro Ocampo (del 22 al 26 de Marzo),
- Procesión del Silencio de la Mater Dolorosa, por la Av. Madero (Viernes Santo).
- Visitas a los Templos del Centro de la Ciudad (Semana Santa).
- Expo-Feria del Estado, durante el mes de Mayo.
- Festival Internacional de Órgano en la Catedral, durante el mes de Mayo.

| No. | Nombre | Ubicación |
|-----|---|--|
| 1 | Bosque Cuauhtémoc | Entre Av. Acueducto, Rafael Castillo, Av. Ventura Puente y Justo Mendoza. |
| 2 | Plaza Morelos | Entre Av. Acueducto, Av. Tata Vasco, Fray Antonio y Morelos. |
| 3 | Plaza Ocampo | Av. Morelos Sur entre Av. Madero y Allende (costado Oriente de Catedral). |
| 4 | Plaza Presidente Juárez | Abasolo entre Av. Madero y Allende (costado Poniente de Catedral). |
| 5 | Plaza República | Entre las calles de Eduardo Ruiz-Benito Juárez y Av. Morelos Norte (frente a la Iglesia del Carmen). |
| 6 | Plaza de San José | Entre Plan de Ayala y Héroes de Nacozari. |
| 7 | Plaza I. Altamirano | Entre Av. Madero-Valentín Gómez Farías y Nigromante (costado Sur del Palacio de Clavijero). |
| 8 | Plaza de Villalongin | Entre Vasco de Quiroga-Bartolomé de las casas y Humboldt. |
| 9 | Jardín de la Soterraña | Entre V. Guerrero, L. Rayón y Andrés Quintana Roo. |
| 10 | Plaza Carrillo | Entre Manuel Muñiz-Abasolo-Galeana y Benedicto López. |
| 11 | Jardín de Capuchinas | Entre Martínez de la Torre, V. de León, Vasco de Quiroga, y Ortega y Montañez. |
| 12 | Jardín Villalongin | Entre Aquiles Serdán y Manuel Villalongin. |
| 13 | Jardín Héroes del 47 | Entre Sor Juana Inés de la Cruz-Bartolomé de las Casas e Isidro Huarte. |
| 14 | Jardín del Atrio de Nuestra Señora de Guadalupe | Entre Fray Antonio de Lisboa y Av. Tata Vasco. |
| 15 | Atrio de la Capilla de la Columna | Entre B. de las Casas, J. de Lejarza y Sánchez de Iagle. |
| 16 | Jardín Fray Antonio de Lisboa | Entre Fray A. de Lisboa, Fray A. de San Miguel y Av. Tata Vasco. |
| 17 | Jardín Luis González | Entre Santiago Tapia, Guillermo Prieto y El Nigromante. |
| 18 | Plaza de los Niños Héroes | Entre Av. Madero Poniente y Allende. |

Tabla A.3. Plazas y Espacios Abiertos.
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano.

- Aniversario de la Fundación de la Ciudad (18 de Mayo).
- Feria del Libro, en el Centro Cultural Universitario (mes de Mayo).
- Festival Internacional de Música, en el Teatro Ocampo, Centro de Convenciones, Conservatorio de las Rosas, Iglesia de Catedral (durante el mes de Junio).
- Conmemoración de la Independencia, desfile sobre la Av. Fco. I. Madero.

- Conmemoración del natalicio de Don José María Morelos y Pavón, desfile sobre la Av. Fco. I. Madero (30 de Septiembre).
- Día de muertos con tianguis de flores, conciertos y concursos de ofrendas en la calle Héroes de Nacozari, Iglesia catedral, Casa de la Cultura y museo del Estado (1 y 2 de Noviembre).
- Muestra Estatal de Teatro, en el teatro Ocampo, durante el mes de Noviembre.
- Festival Internacional de Títeres en el teatro Ocampo, durante el mes de Noviembre.
- Festival Internacional de Danza Contemporánea, en el teatro Estela Inda, durante el mes de Noviembre.
- Fiesta de la virgen de Guadalupe, con vendimia, juegos, procesión en la Calzada Fray Antonio de San Miguel, Plaza Morelos y templo de San Diego, durante los meses de Noviembre y diciembre.
- Fiesta de la Inmaculada, con cena y vendimia durante los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.
- Feria Navideña, en las instalaciones de la Expo-feria de Morelia, durante el periodo Navideño y Día de Reyes.

Al respecto, es importante realizar programas de cultura relativos a las fiestas y tradiciones que aún se conservan en la ciudad, con la posibilidad de implementar otras que con el paso del tiempo se han perdido. Así mismo, es importante defender y conservar estas fiestas y tradiciones, pero preservando el orden (ya que muchas veces se crea un gran desorden cuando se realiza alguna celebración o peregrinación).

Por ejemplo en la celebración de la fiesta de Nuestra Señora de Guadalupe, la calzada de Fray Antonio de San Miguel se convierte en un tianguis donde los vendedores ambulantes se apropian de la calzada provocando serios conflictos en la vía pública, generando gran cantidad de basura, conflictos viales, inseguridad y dificultad de acceso a las viviendas de la zona.

ANEXO B. ANTECEDENTES HISTÓRICOS URBANOS

En 1531, a la llegada de Fray Juan de San Miguel y Fray Antonio de Lisboa, al Valle de Guayangareo, se inician los primeros trazos de la aldea, con la construcción del templo y convento de orden franciscano, simultáneamente que se hace la labor de evangelización a los indígenas.

“Que para trazar la ciudad el Alarife, Juan Ponce eligió el punto más elevado y a cordel delineó el gran espacio abierto con cuadrícula de proporciones renacentistas en forma de tablero de ajedrez, de oriente a poniente, en el cual se edificarían la Catedral, casa de cabildo, plaza de armas, cárcel y carnicerías, así como se definía la calle real, eje rector alrededor del cual más tarde se conformarían las plazas, barrios, templos, solares que se repartirían a las familias españolas que se fueran avendiendo, y los pastizales para el ganado” (Decreto de Zona de Monumento Históricos ciudad de Morelia, Michoacán, 19 de diciembre de 1990).

El 18 de mayo de 1541 se funda, en este mismo sitio, la ciudad de Mechuacán por disposición del Virrey de la Nueva España, Don Antonio de Mendoza; dos años más tarde en 1543, Juan Ponce traza la ciudad sobre un valle limitado por agua en abundancia que provenía de los manantiales de San Miguel del Monte, formados por los cauces de los ríos Chiquito y Grande, además de los bancos de cantera, que posteriormente se explotaron para la construcción de templos, conventos, seminarios, colegios, hospitales, etc.

En 1580 se traslada la Sede Episcopal de Pátzcuaro a Valladolid (antes Mechuacán), a partir de lo cual se inicia el proyecto de la Catedral que concluye en 1744, así como la construcción de nuevos conventos y casas, entre las que destacan: el Templo y Convento de las Catarina, hoy Las Monjas; el Templo y Convento de las Rosas; el Santuario de Guadalupe y su Calzada; el Hospital del Colegio de la Compañía; el Colegio del Seminario; la Aduana; la Renta del Tabaco y la Alhóndiga; así como las casas de ricos terratenientes como los Huarte, Michelena, Anzorena, García, Pagola, de los Ríos, Abad y Queipo. Por lo que al finalizar el siglo XVII el paisaje urbano estaba definido por las cúpulas y torres que sobresalían de la arquitectura civil.

El 16 de septiembre de 1828, por decreto del Congreso del Estado, el nombre de la ciudad de Valladolid se sustituye por el de Morelia, en honor al General José María Morelos y Pavón, fecha en que se inicia la construcción de diversas obras públicas a cargo de constructores extranjeros, entre las que destacan el Hospital General, los Palacios Federal y de Justicia, y el Panteón Municipal.

Otro acontecimiento que marca ésta, como una etapa de cambios para Morelia es la publicación de la Ley de Desamortización de bienes civiles y eclesiásticos, del 25 de junio de 1856, la cual entró en vigor el 5 de julio del mismo año; cinco meses después, ya se había vendido una gran parte de esos bienes. En ese momento Morelia sufre una serie de cambios legales y físicos con respecto a su estructura urbana; con la creación de plazas, parques, avenidas arboladas, jardines y calzadas en donde aparece también parte de la infraestructura básica para la zona, como lo es el alumbrado público, el tranvía urbano (inaugurado en 1883), el telégrafo y el ferrocarril.

ANEXO C. COMERCIO INFORMAL

Dentro del subsistema de abasto, aparecen los vendedores en la vía pública. El ambulante es un aspecto de suma importancia y gravedad, y a la vez es generador de una gran problemática para la ciudad de Morelia y su Centro Histórico. De acuerdo con diferentes fuentes, dentro de la ciudad se localizan actualmente entre 2000 y 2300 vendedores ambulantes los cuales dependen de 25 organizaciones aproximadamente, las que a su vez son dirigidas únicamente por cinco o seis líderes.

El comercio ambulante se concentra básicamente en el centro de la ciudad. Los lugares donde se encuentra la mayor parte de vendedores ambulantes, son los portales Madero, Abasolo y Allende, y las plazas presidente Juárez, Melchor Ocampo, Ignacio Altamirano, San Francisco y Capuchinas. Las calles con mayor ocupación son Hidalgo, Allende, Andrés del Río, y Vasco de Quiroga.

El ambulante deteriora por completo la imagen urbana, además de obstruir la visibilidad. Es imposible admirar y apreciar la belleza de los edificios monumentales y la calidad del espacio público y semipúblico de los portales que se encuentran en el Centro Histórico, ya que éstos se han convertido en verdaderos corredores comerciales, al igual que las calles entorno a la Catedral y a la plaza de San Francisco.

En el centro histórico se identificaron 1,697 puestos de comercio ambulante, los cuales se listan por calle y sector, en las tablas C.1 a C.4.

| Zona | Calle | No. Ambulantes |
|----------------------------------|----------------------|----------------|
| Portales | Av. Fco. I Madero | 88 |
| Plaza de la República | En toda la Plaza | 26 |
| B. Juárez esq. Eduardo Ruiz | B. Juárez | 3 |
| Plaza Ignacio Altamirano | En toda la plaza | 78 |
| V. Gómez F. - S. Tapia - E. Ruiz | V. Gómez Farías | 26 |
| León Guzmán esq. Eduardo Ruiz | León Guzmán | 6 |
| Central de Autobuses | Eduardo Ruiz | 22 |
| | León Guzmán | 6 |
| | V. Gómez Farías | 4 |
| I.M.S.S | Av. Fco. I. Madero | 13 |
| | Jesús González O. | 13 |
| | Héroes de Nocupetaro | 8 |
| Total | | 293 |

Tabla C.1. Puestos en vía pública en el Sector República.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

| Zona | Calle | No. Ambulantes |
|----------------------------------|---------------------|----------------|
| Plaza San José | Dentro de la Plaza. | 5 |
| Emiliano Zapata esq. Morelos Sur | Emiliano Zapata | 2 |
| 1° de Mayo | 1° de Mayo | 4 |
| 5 de Febrero | 5 de Febrero | 7 |
| Alvaro Obregón esq. 1° de mayo | Alvaro Obregón | 2 |
| Aquiles Serdán esq. Pino Suárez | Aquiles Serdán | 2 |
| Total | | 22 |

Tabla C.2. Puestos en vía pública en el Sector Revolución.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

| Zona | Calle | No. Ambulantes |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| Portales | Abasolo | 64 |
| | Allende | 55 |
| Plaza Presidente Juárez | En toda la plaza | 85 |
| Plaza Melchor Ocampo | En toda la plaza | 67 |
| Av. Madero esq. Yucatán | Av. Madero | 25 |
| | Yucatán | 4 |
| Av. Madero esq. A. Quintana Roo | A Quintana Roo | 9 |
| Hidalgo esq. Corregidora | Hidalgo | 68 |
| García Obeso esq. Allende | García Obeso | 8 |
| | Allende | 43 |
| Allende esq. García Obeso | Allende | 26 |
| Av. Madero esq. López Rayón | Av. Madero | 2 |
| Av. Madero esq. Galeana | Av. Madero | 4 |
| Total | | 460 |

Tabla C.3. Puestos en vía pública en el Sector Independencia.

Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

| Zona | Calle | No. Ambulantes |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|
| Plaza San Francisco | En toda la plaza | 180 |
| | Bartolomé de las casas | 34 |
| | Humboldt | 6 |
| V. de Quiroga frente San Fco. | Vasco de Quiroga | 10 |
| B. de las casas frente San Fco. | Bartolomé de las casas | 4 |
| Plaza de las Capuchinas | En toda la plaza | 68 |
| Ortega y Montañés | Ortega y Montañez | 13 |
| Cerrada de Andrés del Río | Andrés del Río | 105 |
| Ana Ma. Gallaga | Ana Ma. Gallaga | 25 |
| Ana Ma. G. esq. Andrés del Río | Ana Ma. Gallaga | 5 |
| Mercado Independencia | Andrés del Río | 21 |
| | Lázaro Cárdenas | 38 |
| | Ana Ma. Gallaga | 24 |
| L. Cárdenas esq. V. De Quiroga | Lázaro cárdenas | 11 |
| V. Sta. María esq. L. Cárdenas | Vicente Santa María | 27 |
| V. Sta. María esq. Lago Yuriria | Vicente Santa maría | 22 |
| Av. Fco. I. Madero | Av. Madero Oriente | 31 |
| V. de Quiroga esq. Av. Madero | Vasco de Quiroga | 174 |
| Valladolid esq. Morelos Sur | Valladolid | 88 |
| Antonio Alzate esq. V. De Mendoza | Antonio Alzate | 11 |
| Hospital general | Samuel Ramos | 14 |
| | Isidro Huarte | 5 |
| Antonio Alzate esq. Justo Mendoza | Antonio Alzate | 3 |
| Av. Acueducto esq. G. Bocanegra | Av. Acueducto | 3 |
| Total | | 922 |

Tabla C.4 Puestos en vía pública en el Sector Nueva España
Fuente: Instituto Municipal de Desarrollo Urbano

ANEXO D. TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS

El sistema de transporte colectivo se compone de:

- 13 rutas con 41 ramales del transporte colectivo urbano de Morelia, que funcionan con unidades tipo combi, y
- 53 rutas urbanas y suburbanas dependientes del transporte público de Michoacán, que funcionan con unidades tipo microbuses, minibuses y camiones.

Con respecto al transporte colectivo tipo combis, las principales vialidades por las que realizan su recorrido, en dirección Oriente-Poniente son:

- Av. Fco. I. Madero, con de 9 a 19 rutas;
- Allende, con de 2 a 18 rutas;
- Melchor Ocampo, con de 3 a 11 rutas;
- Av. Acueducto, con de 6 a 9 rutas;
- Santiago Tapia, con de 4 a 8 rutas;
- Av. Del Trabajo, con 7 rutas;
- Av. Héroes de Nocupetaro, con de 3 a 7 rutas;
- Av. Lázaro Cárdenas, con de 2 a 7 rutas;
- Lic. Antonio Carrillo Puerto, con de 5 a 6 rutas;
- Eduardo Ruiz, con de 3 a 6 rutas;
- Corregidora, con de 2 a 4 rutas;
- Av. Michoacán, con 3 rutas;
- Ortega y Montañez, con 2 rutas;
- Ana María Gallaga, con 2 rutas;
- 5 de Febrero, con 2 rutas;
- Bucareli, con 2 rutas;
- Constituyentes, con 1 ruta;
- Agrarismo, con 1 ruta, y
- Samuel Ramos, con 1 ruta.

En el dirección Norte-Sur, las principales vialidades son:

- Vasco de Quiroga, con de 2 a 18 rutas;
- Galeana, con de 3 a 15 rutas;
- Virrey de Mendoza, con de 1 a 10 rutas;
- Vicente Santa María, con de 3 a 9 rutas;
- Av. Morelos, con de 2 a 8 rutas;
- Abasolo, con de 2 a 7 rutas;
- Riva Palacio, con de 1 a 6 rutas;
- Tata Vasco, con de 5 a 6 rutas;
- Guadalupe Victoria, con de 3 a 5 rutas;
- Carpinteros de Paracho, con de 3 a 4 rutas;

- G. Bocanegra, con 3 rutas;
- Justo Mendoza, con 3 rutas;
- Belisario Domínguez, con 2 y 3 rutas;
- García Obeso, con 2 rutas;
- J. J. De Lejarza, con 1 y 2 rutas;
- Amado Nervo, con 1 y 2 rutas;
- Sor Juana Inés de la Cruz, con 1 y 2 rutas;
- Sonora, con 2 rutas;
- Quintana Roo, con 1 ruta;
- Rayón, con 1 ruta;
- Guillermo Prieto, con 1 ruta;
- Revolución, con 1 ruta 1° de Mayo 1 ruta;
- Isidro Huarte, con 1 ruta;
- G. Becerra, con 1 ruta; y
- Río Amatlán, con 1 ruta.

Las rutas de colectivo urbano tipo combi cuentan con un total de 1,038 unidades en servicio, aproximadamente

Con respecto a las rutas urbanas y suburbanas que funcionan con unidades tipo microbuses, minibús y camiones, las principales vialidades por las que realizan su recorrido dentro del área en estudio, en dirección Oriente-Poniente son:

- Av. Fco. I. Madero, con 19 y 20 rutas;
- Allende, con de 3 a 16 rutas;
- Santiago Tapia, con de 3 a 13 rutas;
- Av. Lázaro Cárdenas, con de 1 a 13 rutas;
- Av. Del Trabajo, con 11 rutas;
- Eduardo Ruiz, con de 2 a 10 rutas;
- Héroes de Nocupétaro, con de 2 a 4 rutas;
- Av. Michoacán, con 4 rutas;
- 5 de Febrero, con de 3 a 4 rutas;
- Corregidora, con de 3 a 4 rutas;
- Melchor Ocampo, con de 1 a 3 rutas;
- Av. Fco. I. Madero (esq. Aquiles Serdán) , con de 2 a 3 rutas;
- Lic. Antonio Carillo Puerto, con 3 rutas;
- Bucareli 2 rutas Constituyentes, con 2 rutas;
- Ortega y Montañez, con 2 rutas; y
- Av. Acueducto, con 1 ruta.

Y en dirección Norte-Sur son:

- Abasolo, con de 2 a 19 rutas;
- Galeana, con de 2 a 17 rutas;

- Vasco de Quiroga, con de 6 a 15 rutas;
- Vicente Santa María, con de 5 a 12 rutas;
- Av. Morelos, con de 2 a 11 rutas;
- Belisario Domínguez, con 8 rutas;
- Virrey de Mendoza, con de 2 a 5 rutas;
- Sor Juana Inés de la Cruz, con 4 rutas;
- G. Bocanegra, con 4 rutas;
- Justo Mendoza, con 3 rutas;
- Guadalupe Victoria, con 4 rutas ;
- Av. Tata Vasco, con de 3 a 5 rutas;
- Riva Palacio, con de 1 a 2 rutas;
- J. J. De Lejarza, con de 1 a 2 rutas;
- Amado Nervo, con de 1 a 3 rutas; y
- 1° de Mayo, esquina Sonora y Carpinteros de Paracho, con 1 ruta.

El parque vehicular suma alrededor de 450 unidades de transporte urbano, de las cuales 225 son microbuses, 198 minibuses y 27 son camiones.

Dentro del área de estudio existen zonas en donde se incrementa la afluencia de rutas de combis y minibuses, las más conflictivas son:

- La intersección de las Avenidas Francisco I. Madero, Héroes de Nocupetaro y Circuito Minzita, con una afluencia de 39 rutas.
- La intersección de las calles Guadalupe Victoria, Eduardo Ruiz y Santiago Tapia, donde confluyen 35 rutas.
- Las intersecciones de Av. del Trabajo y Agrarismo, y de Emiliano Zapata, Av. Morelos y Av. Héroes de Nacozari, donde circulan entre 8 y 18 rutas.
- Entorno a la Iglesia de San Francisco circulan de 24 a 34 rutas con diferentes recorridos; y entorno a la Plaza Carrillo donde, además de que circulan alrededor de 26 rutas, existe un sitio de taxis y un sitio de transporte de mudanzas.

ANEXO E. VIALIDADES DEL CENTRO HISTORICO DE ACUERDO A SU ANCHO DE CALZADA

Las calles del Centro Histórico de Morelia se clasificaron en cinco grupos, de acuerdo a su ancho. La tabla E.1 muestra esta clasificación.

| Grupo | Ancho de la calle (en metros) | Nombre de la Calle | Sentido de Circulación |
|--------|----------------------------------|---|---|
| UNO | 33.00 A 36.00 | Privada de Nicolás Bravo Priv de A Quintana Roo Guadalupe Victoria | OP ---PO OP ---PO NS---SN |
| DOS | 20.00 | Av. Francisco I. Madero Av. Acueducto Cuautla | OP---PO NS-SN NS---SN |
| TRES | 15.00 A 18.00 | Av. Acueducto Av José María Morelos Av. Francisco I Madero Calzada Fco I. Madero Eduardo Ruíz Juan José de Lejarza Manuel Muñiz Samuel Ramos | NS---SN NS---SN PO---OP PO---OP O---P N---S OP-PO P---O |
| CUATRO | 10.00 A 15.00 | 5 de Febrero Abasolo Agustín Melgar Alfareros de Capula Alfonso de Cazares Amado Nervo Andrés Quintana Roo Antonio Alzate Aquiles Serdán Av. Francisco I. Madero Av. Gral. Lázaro Cárdenas Av. José María Morelos Av. Tata Vasco Av. Ventura Puente Batalla de la Angostura Benedicto López Benito Juárez Calzada Fco. I Madero Carpinteros de Paracho Constituyentes Corregidora Cuautla Dr Salvador González H. Eduardo Ruíz | PO---OP S---N NS-SN S---N P---O S---N N---S PO-OP O-P OP-PO OP---PO NS---SN NS---SN NS---SN NS---SN NS---SN PO-OP S---N PO---OP NS---SN PO---OP PO---OP NS---SN N---S P---O |

| | | | |
|-------|--------------|-----------------------------|---------|
| | | Francisco Márquez | NS---SN |
| | | Francisco Zarco | S---N |
| | | Fray Diego José Abad | S---N |
| | | Fray Juan de Zumarraga | NS---SN |
| | | Mariano Monterde | O---P |
| | | Guadalupe Victoria | NS---SN |
| | | Hacienda de Corralejo | NS---SN |
| | | Héroes de Nacozari | S---N |
| | | Humboldt | O---P |
| | | Jacona | NS---SN |
| | | Fray Antonio de Lisboa | N---S |
| | | Juan José de Lejarza | N---S |
| | | Lacas de Uruapan | S---N |
| | | Lic Adolfo Cano | P---O |
| | | Luis G. Banuet | OP---PO |
| | | Av. Manuel Muñiz.- | PO---OP |
| | | Músicos de Tirindaro | S---N |
| | | Nicolás Bravo | NS---SN |
| | | Obrajeros de Nurio | S---N |
| | | Ordenanzas de Don Vasco | S---N |
| | | Plan de Ayala | O---P |
| | | Platanares de Ziracuaretiro | OP---PO |
| | | Samuel Ramos | P---O |
| | | Santiago Tapia | OP---PO |
| | | Tejedores de Aranza | S---N |
| | | Vicente Riva Palacio | NS---SN |
| | | Vicente Santa María | N---S |
| | | Bucareli | OP---PO |
| | | Yucatán | NS---SN |
| | | Zamora | OP---PO |
| CINCO | 3.25 A 10.00 | El resto (ver mapa 4.5) | |

Tabla E.1.- Ancho de las Calles del Centro Histórico de Morelia, Michoacán

De la información de la tabla E.1, se tienen los siguientes comentarios:

1. Las privadas del grupo número uno, corresponden a los accesos del centro comercial Comercial Mexicana Centro, razón por la cual no son parte del sistema vial dentro de la zona del centro histórico. Únicamente la calle Guadalupe Victoria tiene un ancho de calzada de 36.00 metros, en la sección que corresponde al entronque con la Av. Héroes de Nocupétaro (ver mapa 4.5).
2. Dentro del grupo dos, solamente tres vialidades ofrecen la sección de 20.00 metros de ancho (ver mapa 4.5).

- La Av. Francisco I. Madero cruza la zona de estudio de oriente a poniente, con doble sentido de circulación (dos carriles por sentido), y se convierte en la vialidad principal para permitir el flujo vehicular diario de un extremo a otro de ciudad. Cabe hacer mención que la sección de los 20.00 metros únicamente se tiene en su zona central.
- Sobre la Av. Acueducto se ubica el Acueducto de la ciudad, que es uno de los principales atractivos turísticos. La sección de 20.00 metros se cumple únicamente en su parte final.
- La Calle de Cuautla une a las avenidas Francisco I. Madero y Manuel Muñiz, conservando esta sección únicamente hasta la intersección con la calle de Corregidora.

3. Las vialidades del grupo tres, presentan las siguientes características:

- Av. Acueducto. La sección de 18.00 metros corresponde al inicio de la avenida Acueducto, en la glorieta de Las Tarascas, por lo que no se considera parte de esta vialidad.
- Av. José María Morelos. Avenida que cruza la ciudad en dirección nortesur, y que como la Av. Francisco I. Madero, es una de las vialidades principales que cruzan la ciudad. Al igual que un gran número de calles del centro histórico, ésta no presentan continuidad en su ancho de calzada; los 18.00 metros solamente se cumplen en su parte norte. Por lo tanto en ésta vialidad se forma uno de los cuellos de botella del centro histórico.
- Av. Francisco I. Madero. El ancho de calzada correspondiente a este grupo, solamente se cumple en la parte poniente de la avenida, en el tramo comprendido entre la calle Cuautla y la Avenida Héroes de Nocupétaro.
- Calzada Francisco I. Madero. Esta calzada conecta con la salida a la ciudad de México (vía Queréndaro) y la sección de 18.00 metros se tiene a partir de la calle Plan de Ayala, rumbo al oriente.
- Calle de Eduardo Ruíz. Calle que se ubica al poniente de la ciudad, cumpliendo con el ancho de calzada de 15.00 metros, en el tramo comprendido entre las calles de Valentín Gómez Farías y Guadalupe Victoria.
- Calle de Juan José de Lejarza. Calle ubicada al sur de la zona de estudio; únicamente cumple con este ancho en el tramo comprendido entre las calles de Padre Lloreda y Mariano Elizaga.
- Calle de Manuel Muñiz. Esta calle forma parte del eje que cruza la ciudad de oriente a poniente y que va cambiando de nombre de la siguiente manera: partiendo del oriente se llama Av. Lázaro Cárdenas hasta el cruce con la Av. José María Morelos, para cambiar al de Benedicto López hasta el cruce con la calle de Abasolo, a partir de donde cambia a Manuel Muñiz, hasta el cruce con la calle de Cuautla, donde continúa con el nombre de Mariano Michelena, hasta entroncar con la Av. Francisco I. Madero

Poniente. El ancho de calzada correspondiente a este grupo, únicamente se tiene entre las calles de García Obeso y Leona Vicario.

- Calle de Samuel Ramos. Calle ubicada al norte de la ciudad, de reducida longitud, y que tiene ancho de 15.00 metros entre las calles de Gertrudis Bocanegra é Isidro Huarte.

De lo anterior, se nota claramente la falta de continuidad de los anchos de calzada de las calles que integran la zona de estudio.

La descripción de las calles del grupo cuatro se continúa, sabiendo que la operación vehicular será en condiciones de circulación discontinua dados los cambios de los anchos de calzada .

- Calle 5 de Febrero. Esta calle tiene un buen ancho de calzada.
- Abasolo. Vialidad que presenta una reducción de sección considerable entre las calles de Allende y Corregidora, pero que puede usarse para comunicar las avenidas Madero y Manuel Muñiz.
- Las Calles de Agustín Melgar, Alfareros de Capula, Alfonso de Cazares, Batalla de la Angostura, Carpinteros de Paracho, Constituyentes, Dr. Salvador González, Francisco Márquez, Fray Juan de Zumárraga, Mariano Monterde, Lacas de Uruapan, Lic. Adolfo Cano, Luis G. Banuet, Músicos de Tirindaro, Obrajeros de Nurio, Ordenanzas de Don Vasco, Platanares de Ziracuaretiro, Tejedores de Aranza, Bucareli, Yucatán, y Zamora, se encuentran dentro de la zona de estudio, por lo que son consideradas en el análisis.
- La Calle de Amado Nervo, dado su escaso ancho de calzada, se propone que sea considerada una calle peatonal.
- Andrés Quintana Roo. Esta calle presenta anchos de calzada aceptables, además de comunicar las avenidas Madero, Manuel Muñiz, y Zamora.
- Antonio Alzate. Presenta características favorables de circulación entre las calles de Juan José de Lejarza y Lic. Justo Mendoza, formando el circuito Av. Madero-Av. Acueducto.
- Aquiles Serdán. Esta calle presenta ancho aceptable en el tramo comprendido de la Calzada Francisco I. Madero hasta la calle Dr. Miguel Silva.
- Av. Francisco I. Madero. Definitivamente esta vialidad es y seguirá siendo el eje principal de cruce del flujo vehicular en el sentido oriente-poniente.
- Av. Gral. Lázaro Cárdenas. Avenida que cumple con los anchos de calzada necesarios para ofrecer condiciones de circulación continua.
- Av. José María Morelos. No obstante de contar con anchos de calzada reducidos en su parte sur, dada su ubicación dentro de la zona de estudio, se convierte en el eje principal norte-sur de la ciudad.

- Av. Tata Vasco. Esta avenida presenta anchos de calzada aceptables, y conecta la Av. Acueducto y la Calzada Francisco I. Madero.
- Av. Ventura Puente. Avenida que da continuidad al circuito oriente; conecta la Av. Camelinas con la Av. Acueducto, y se liga con la Av. Tata Vasco, ofreciendo al usuario buenas características de operación.
- Benedicto López. Esta vialidad presenta características aceptables.
- Benito Juárez. Esta calle conecta la Av. Madero con la Av. Héroes de Nocupétaro, por lo que es considerada en el estudio.
- Calzada Fco. I. Madero. Calzada que enlaza la Av. Madero con el Libramiento oriente de la ciudad, presentando anchos de calzada aceptables.
- Corregidora. Esta calle no presenta anchos de calzada suficientes para mover el flujo vehicular, siendo uno de los lugares más representativos del problema vial del centro histórico de Morelia.
- Cuautla. Vialidad que conecta la Av. Madero con la Av. Manuel Muñiz, y que presenta condiciones aceptables.
- Eduardo Ruíz. No obstante lo reducido de sus dimensiones al principio de ésta, el hecho de conectar la Av. Morelos con la Av. Nocupétaro obliga a ser tomada en cuenta.
- Francisco Zarco. Esta calle podría formar parte de un par vial, en el sentido poniente-oriente, a la Av. Francisco I. Madero; se conecta con las calles de Santiago Tapia, 20 de Noviembre y calzada Madero.
- Fray Diego José Abad. Esta calle tiene ancho de calzada suficiente, pero no conecta vialidades principales. Dentro de este tipo de calles, se encuentran además Humboldt, Jacona, Fray Antonio de Lisboa y Samuel Ramos.
- Guadalupe Victoria. Esta calle conecta la Av. Madero con la Av. Nocupétaro, además de presentar anchos de calzada adecuados.
- Hacienda de Corralejo. No obstante que tiene un tramo de sección reducida 8.00 metros, esta calle conecta la calzada Francisco I. Madero y la calle de Plan de Ayala, razón por la cual es tomada en cuenta.
- Héroes de Nacozari. Calle que presenta buenas características operacionales y que puede ser parte de un par vial en el sentido sur-norte, conectándose con las calles de Álvaro Obregón y Vasco de Quiroga.
- Juan José de Lejarza. Calle que presenta características adecuadas para ser parte de un eje transversal norte-sur, conectándose con la calle de Miguel Silva; conectaría las calles 5 de febrero, Av. Madero, Av. Lázaro Cárdenas y Av. Camelinas.
- Manuel Muñiz. Vialidad que forma parte del eje poniente-oriente.
- Nicolás Bravo. Vialidad que conecta las Avenidas Manuel Muñiz, Madero y Nocupétaro.
- Plan de Ayala. Esta calle tiene ancho adecuado hasta la calle de Dr. Miguel Silva.

- Santiago Tapia. Calle que puede formar parte del par vial Francisco Zarco, Santiago Tapia, 20 de Noviembre y Calzada Madero.
- Vicente Riva Palacio.- Calle que en conexión con la calle de Cuautla, puede formar el eje sur-norte, uniendo las avenidas Manuel Muñiz, Francisco I. Madero y Héroes de Nocupétaro.
- Vicente Santa María. Vialidad de características especiales por su ubicación, que puede ser una vía de salida del centro histórico.

Las calles del grupo cinco, dado su reducido ancho de calzada, son consideradas calles colectoras locales que alimentaran a las de mayor ancho de calzada.