



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS
DE MOVILIDAD URBANA, EN LA ZONA SUR DE LA
CIUDAD DE PUEBLA.**

TESIS

Para obtener el grado de:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Presenta:
D.U.A. ALEJANDRO MUÑOZ HERNÁNDEZ

Director de tesis:
M. I. JUAN JOSÉ BENÍTEZ SUÁREZ

Puebla, Pue.

Octubre 2015



BUAP

OFICIO SIEP No. 2372/ 2015

D.U.A. ALEJANDRO MUÑOZ HERNÁNDEZ
Maestría en Ingeniería, opción terminal
Tránsito y Transporte
Presente.

El suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **“PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE MOVILIDAD URBANA, EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE PUEBLA”**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal Tránsito y Transporte. Asignándose como Asesor de Tesis al M. en I. Juan José Benítez Suárez.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”

Puebla, Pue., a 04 de Agosto de 2015

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
Director de la Facultad de Ingeniería



C.c.p. M.I. Juan José Benítez Suárez Asesor Tema tesis.

C.c.p. Archivo

GJS/JCI/dsm.

Handwritten mark

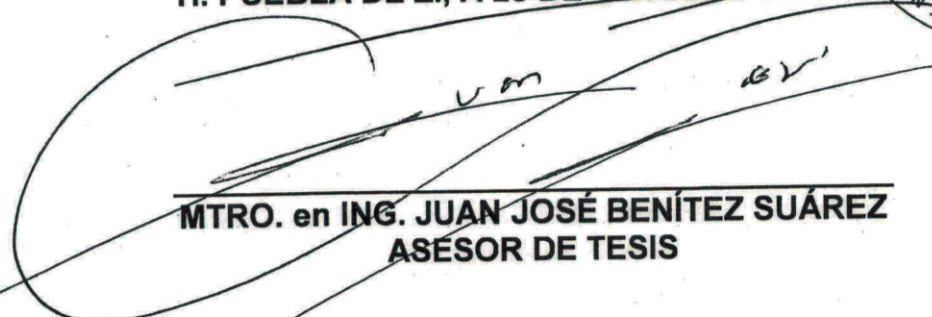
Recibi
Handwritten signature

M. I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
P R E S E N T E

El suscrito **M. en I. JUAN JOSÉ BENÍTEZ SUÁREZ**, asesor del tema de Tesis denominado **“PROPUESTA DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE MOVILIDAD URBANA, EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE PUEBLA”**, presentado por el **D.U.A. ALEJANDRO MUÑOZ HERNÁNDEZ**, según autorización del tema en oficio **SIEP No. 2372/2015** de fecha 04 de agosto de 2015, y siendo ello requisito necesario para su defensa en el examen de grado de **Maestro en Ingeniería con opción terminal de Tránsito y Transporte**, me permito informar a usted, que después de haber revisado la mencionada tesis, no existe inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

Hago de su conocimiento lo anterior para los fines legales a los que haya lugar.

ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE Z., A 28 DE OCTUBRE DE 2015


MTRO. en ING. JUAN JOSÉ BENÍTEZ SUÁREZ
ASESOR DE TESIS



- C.c.p. Dr. Gabriel Jiménez Suárez, Secretario de investigación y Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería de la BUAP.
- C.c.p. M. I. Jorge Antonio Caraza Islas, Coordinador de la Maestría en Tránsito y Transporte de la Facultad de Ingeniería de la BUAP.
- C.c.p. D.U.A. Alejandro Muñoz Hernández.
- C.c.p. Archivo.

Dedicatoria.

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma dedico esta tesis a mis padres, particularmente a mi amada madre, Margarita Hernández y Álvarez quien me apoyó moral y económicamente para poder llegar a este nivel de estudios.

Al maestro Juan José Benítez Suárez quien ha sido mi cimiento para la construcción de mi vida profesional y que siempre me ha brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, compartiéndome en todo momento sus experiencias de manera incondicional, virtudes que agradezco infinitamente, mismas que me llevan a admirarlo.

Gracias por todo.

Contenido

Índice de Figuras	IV
Índice de Tablas.....	VI
Introducción.....	9
Planteamiento del problema	11
Justificación	14
Objetivos..14	
Hipótesis ..15	
Variables ..15	
CAPÍTULO I.- Marco de Referencia.....	16
1.1. Delimitación del área de estudio	16
1.2. Características socioeconómicas	18
CAPÍTULO II. Fundamentación jurídica, normativa e instrumentos de planeación urbana	26
2.1. Fundamentación Jurídica.....	26
2.1.1. Ley General de Asentamientos Humanos	26
2.1.2. Ley Estatal de Planeación.....	29
2.1.3. Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla	30
2.2. Normativa.....	32
2.2.1. Lineamientos generales para la conformación de la Red Vial	32
2.3. Instrumentos de Planeación Urbana	34
2.3.1. Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puebla 1991.....	34
2.3.2. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla 2007.....	35
CAPÍTULO III.- Bases Conceptuales teóricas.....	38
3.1. La Carta de Atenas (por Le Corbusier)	38
3.2. Periferias Urbanas	40
3.2.1. Principios de Diseño	42
3.3. Consideraciones para el diseño de una red vial ciclo-incluyente del Instituto de Políticas para el Desarrollo del Transporte (ITDP).....	45
3.4. Incremento de los viajes en bicicleta.....	49

CAPITULO IV. Análisis físico, funcional y operacional relacionado con la movilidad urbana.....	51
4.1. Expansión empírica del área de estudio	51
4.2. Configuración del Territorio y el ámbito urbano	56
4.3. Conectividad y continuidad de la red a partir de las barreras existentes.....	58
4.4. Jerarquía y proporción de la red vial existente.....	62
4.5. Demanda de transporte	64
4.5.1. Deseos de viajes en el entorno urbano	65
4.6. Uso de transporte público.....	67
4.6.1. Accesibilidad al transporte.....	68
4.7. Red de transporte en función a la red vial existente	71
4.8. Características del tránsito.....	72
4.9. Deficiencia de la velocidad en la red primaria del área de estudio	75
4.10. Niveles de servicio de intersecciones	80
CAPÍTULO V. Propuesta para solucionar los problemas de movilidad.....	85
5.1. Cambio de paradigma desde la Planeación Estratégica.	85
5.2. Redistribución de flujos.....	87
5.3. Concentración del Equipamiento en función al Núcleo de Servicio y la Vialidad	92
5.4. Esquema conceptual de la red vial jerarquizada (alternativa de solución).....	103
5.5. Caracterización de la alternativa de solución	105
5.6. Adecuaciones complementarias al espacio urbano	110
Conclusiones	112
Recomendaciones	113
Bibliografía	114
Anexo I	115

Índice de Figuras

Figura 1: Cierre de la Prolongación de la 11 sur por choferes de las rutas Galgos del sur y Mayorazgo.....	12
--	----

Figura 2: Cierre de la Prolongación 16 de septiembre y 117 poniente, por padres de familia.	13
Figura 3: Ubicación geográfica del área de estudio (Zona Sur de la ciudad de Puebla).	17
Figura 4: Delimitación del área de estudio.	18
Figura 5: Crecimiento histórico poblacional de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula.	19
Figura 6: Tasas de crecimiento natural de población de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula en el periodo de 1980 – 2010.	19
Figura 7: Comparativa del índice de marginación de cinco municipios en la entidad de Puebla.	20
Figura 8: Evolución del Índice de motorización del municipio de Puebla.	23
Figura 9: Participación Estatal en el Producto Interno Bruto (año 2009).	25
Figura 10: Incremento del número de viajes en bicicleta.	50
Figura 11: Delimitación de las juntas auxiliares del municipio de Puebla.	55
Figura 12: Ubicación del equipamiento urbano en la zona sur de la ciudad de Puebla.	58
Figura 13: Ubicación del Río Atoyac, visto como barrera franqueable y natural en la zona sur de la ciudad de Puebla.	60
Figura 14: Barreras que influyeron en la conformación de la red vial en la zona sur de la ciudad de Puebla.	62
Figura 15: Generación y atracción de viajes en la zona sur de la ciudad de Puebla.	65
Figura 16: Líneas de deseo fuera de la zona sur de la ciudad de Puebla.	66
Figura 17: Líneas de deseo en la zona sur de la ciudad de Puebla.	66
Figura 18: Áreas con eficiente accesibilidad al transporte público en la zona sur de la ciudad de Puebla.	70
Figura 19: Rutas de transporte público pertenecientes a la cuenca 11 norte – sur.	70
Figura 20: Vialidades primarias y secundarias en las que opera el transporte público, dentro de la zona sur de la ciudad de Puebla.	71
Figura 21: Porcentaje de composición vehicular en la prolongación de la 11 sur y 121 poniente.	73
Figura 22: Porcentaje de composición vehicular en la prolongación de la 16 de septiembre.	74
Figura 23: Tiempos de recorrido mínimos deseables.	76
Figura 24: Intersección conflictiva en la red vial primaria a consecuencia de la falta de distribuidores.	79

Figura 25: Niveles de servicio de arterias primarias en la zona sur de la ciudad de Puebla.....	84
Figura 26: Evolución de los vehículos automotores destinados al transporte público.....	86
Figura 27: Redistribución de flujos en la red vial jerarquizada propuesta.....	92
Figura 28: Propuesta para la ubicación de Centros de Barrio y Centros vecinales, relacionados con la función de la vialidad urbana.....	103
Figura 29: Representación de un esquema vial jerarquizado en condiciones ideales.....	104
Figura 30: Red Vial Jerarquizada propuesta en la Zona sur de la ciudad de Puebla.....	105
Figura 31: Sección propuesta para Vialidad Primaria con transporte masivo.....	107
Figura 32: Sección propuesta para Vialidad Primaria con transporte convencional.....	107
Figura 33: Sección propuesta para Vialidad Secundaria con ciclovía.....	108
Figura 34: Sección propuesta para Vialidad Secundaria con ciclovía y rutas alimentadoras.....	109
Figura 35: Sección propuesta para Vialidad Local con ciclovía.....	110

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas geográficas del polígono que conforma el área de estudio.....	17
Tabla 2: Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2010.....	21
Tabla 3: Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2010.....	21
Tabla 4: Indicadores de Desarrollo Humano, 2005.....	22
Tabla 5: Porcentaje de aportación al PIB estatal de los principales sectores económicos.....	24
Tabla 6: Proporción para la conformación de un sistema vial.....	33
Tabla 7: Espaciamiento de la red vial a partir de su función.....	34
Tabla 8: Dimensiones de vialidades para desarrollos habitacionales.....	37
Tabla 9: Remedios establecidos en la Carta de Atenas para la Circulación.....	39
Tabla 10: Jerarquía para el Diseño del Sistema Vial.....	44
Tabla 11: Requisito No. 1 Rutas Directas.....	48
Tabla 12: Requisito No. 2 Trayectos Seguros.....	48
Tabla 13: Requisito No. 3 Red Coherente.....	48
Tabla 14: Requisito No. 4 Recorridos atractivos.....	49

Tabla 15: Requisito No. 5 Itinerarios Cómodos.....	49
Tabla 16: Incremento de la superficie urbana del Municipio de Puebla.	53
Tabla 17: Proyección de la superficie urbana de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula para el año 2045.....	53
Tabla 18: Número de Kilómetros que conforman la actual red vial, clasificados por su función.....	63
Tabla 19: Proporción actual de la red vial urbana en la zona sur de la ciudad de Puebla.....	64
Tabla 20: No. de viajes de las 3 zonas más importantes de la zona sur de la ciudad de Puebla.....	64
Tabla 21: Porcentaje de vehículos por modalidad, que operan en las rutas de transporte público en la zona sur de la ciudad de Puebla.....	69
Tabla 22: Volúmenes Máximos sobre el Periférico Ecológico.....	75
Tabla 23: Composición vehicular en estaciones maestras sobre el Periférico Ecológico.	75
Tabla 24. Levantamiento de tiempo de recorrido y velocidades en transporte público en HP.....	77
Tabla 25: Levantamiento de tiempo de recorrido y velocidades en transporte privado en HP.....	77
Tabla 26: Niveles de servicio en tramos de la red vial primaria del área de estudio.	83
Tabla 27: Número de Kilómetros ganados en vialidades primarias y secundarias, considerando la implementación de la propuesta de Red Vial Jerarquizada.	89
Tabla 28: Proporción de la red vial urbana, considerando la implementación de la propuesta de Red Vial Jerarquizada.....	89
Tabla 29: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.	95
Tabla 30: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.	96
Tabla 31: Propuesta No. 3 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.	97
Tabla 32: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.	98
Tabla 33: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.	99
Tabla 34: Propuesta No. 3 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.	100
Tabla 35: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro Vecinal.....	101

Tabla 36: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro Vecinal.102

Introducción

El presente trabajo de investigación muestra una serie de problemas de movilidad en los accesos y arterias primarias pertenecientes a la zona sur de la ciudad de Puebla, considerando que a través de estos se mueven alrededor de 168,749 Hab/día.

Esta problemática se presenta a través de la existencia de congestionamiento, bajo nivel de servicio en tramos viales e intersecciones, así como la presencia de barreras físicas, naturales y franqueables que influyen en la discontinuidad de vialidades.

La falta de planeación del suelo urbano, particularmente en la configuración de la red vial, considerando una eficiente proporción de su jerarquía, del establecimiento y carencia del Equipamiento Urbano, este último visto como centros atractores de viajes han contribuido a que el problema crezca conforme se consolida la ocupación del área de estudio. Por tanto se intenta presentar una propuesta y/o alternativa de solución a los problemas de movilidad urbana en la zona sur de la ciudad de Puebla.

El trabajo de investigación se estructuró de la siguiente forma: al inicio se presenta el protocolo de investigación incluyéndose el Planteamiento del Problema, Justificación, Objetivos, Hipótesis y variables, de manera subsecuente el Capítulo I incluye la delimitación del área de estudio la cual alberga una porción del territorio conurbado del municipio de san Andrés Cholula junto con las características socioeconómicas, resaltando el crecimiento acelerado de San Andrés Cholula, mediante la expansión territorial de la reserva Atlixcáyotl o Angelópolis con el establecimiento de áreas residenciales.

En el Capítulo II, denominado *Fundamentación jurídica, normativa e instrumentos de planeación urbana*, se muestra el marco legal vigente que otorga facultades a los Municipios para planificar y administrar el desarrollo urbano de sus centros de población, de lo que se ha hecho muy poco al respecto en el área de estudio.

El Capítulo III, *Bases conceptuales teóricas*, presenta el marco teórico como parte del sustento de la alternativa propuesta y denotando la importancia que tiene la planeación e implementación de la misma; así mismo, la consideración del espacio físico y funcional

en el entorno urbano a través de una red de ciclovías, que contribuya a el uso de la bicicleta, demostrando como este tipo de infraestructura conlleva al uso de la misma.

En el Capítulo IV *Análisis físico, funcional y operacional relacionado con la movilidad*, se desarrolla el análisis del crecimiento territorial del área de estudio, denotando su crecimiento empírico y poco planificado, así como, de qué manera se encuentra configurado el mismo, en términos de vialidad y equipamiento urbano. Se demuestra como las barreras urbanas influyen en la discontinuidad de la red vial y lo es caso tanto de vialidades primarias como de secundarias a partir de lo recomendado en el marco normativo.

Se identifica, la demanda de transporte y los deseos de viaje de la población, cuya salida del área de estudio se hace necesaria para cubrir sus necesidades. Por último se demuestra la deficiencia de la velocidad en tramos conflictivos; tanto en transporte público como particular y se muestra como la limitación de vías primarias y secundarias, produce congestionamiento y caída del Nivel de Servicio de intersecciones y arterias.

Por último, el Capítulo V, *Propuesta para solucionar los problemas de movilidad*, se presenta la alternativa de solución vista en principio como el cambio de paradigma que las autoridades en los tres niveles de gobierno deben considerar, coordinar, implementar y ejecutar a través de la modificación de los ordenamientos jurídicos e instrumentos de planeación, para la conformación de Asentamientos Humanos, y la planeación del Desarrollo Urbano, particularmente en el establecimiento y configuración de la red vial jerarquizada en función a los núcleos de servicios urbanos dentro de la zona sur de la ciudad de Puebla.

Así mismo y como comprobación de la hipótesis a la eficiencia de la movilidad, se hace la redistribución de flujos, realizada a partir de una asignación del tránsito y del establecimiento de una red vial jerarquizada y proporcionada en el área de estudio.

Por último, se presenta el esquema conceptual de la alternativa de solución y su caracterización física, además de establecer adecuaciones complementarias al espacio urbano para el desarrollo del transporte masivo y no motorizado (bicicletas).

Planteamiento del problema

La zona sur de la ciudad de Puebla, experimentó un crecimiento de su territorio, delimitado a partir de dos ejes radiales principales, la prolongación de las calles 11 sur y 16 de septiembre; estos mismos, conducen viajes desde el sur (zona sur de la ciudad de Puebla) hacia la zona centro de la ciudad de Puebla, esta expansión se caracteriza por la ausencia de una planeación urbana. En la medida que se incrementaba el número de viviendas, se sumó la prolongación 14 sur.

Se desarrolló en gran porcentaje, la autoconstrucción de viviendas, así como fraccionamientos y colonias con su propia red vial local. Sumándose el incremento del número de vehículos en la zona, debido a la lejanía del área referida respecto a los centros de trabajo localizados en el centro y la zona norte de la ciudad.

Dichas vialidades no se articularían entre sí, generando un sistema sin conexión y jerarquía, desproporcionado y desorganizado, donde actualmente predominan un conjunto de vialidades locales.

La presencia de viajes en transporte privado a partir de las condiciones existentes, produce demoras tanto en las arterias referidas, como en sus principales intersecciones, principalmente en la conexión con el Periférico Ecológico, el cual canaliza el tránsito de la zona hacia el oriente y poniente del área metropolitana de Puebla.

El efecto de entrelazar una red vial desorganizada, por donde se transita en vehículo privado o transporte público, produce sinuosidad de los recorridos, altos tiempos de recorrido para cruzar una intersección y/o salir del área de estudio, situación extrema cuando se presenta algún accidente o cierre de la 16 de septiembre.

Muestra de esto último, se presentó el 5 de julio de 2013, como se observa en la Figura 1 cuando 200 choferes de las rutas Galgos del sur y Mayorazgo, bloquearon la avenida 11 Sur y el Periférico Ecológico; además, la 11 sur y la 105 poniente, en protesta contra la implementación de la segunda línea de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA).

El cierre inició antes del mediodía y se extendió a la Avenida Nacional y 16 de septiembre, lo que generó caos vial y cierres de calles. Personal de tránsito desvió la

circulación y acordonó varias calles alrededor de la manifestación, que amenazaba con ir al periférico en ambos carriles, si el gobierno no desistía de continuar el proyecto.

Las personas más afectadas fueron las que circulaban en el transporte público, ya que tuvieron que caminar varias calles para llegar a sus destinos.

Mientras, el enojo de los automovilistas ante el cierre de calles provocó conatos de bronca, a los que se sumaron los repartidores de mercancías, quienes estuvieron a punto de enfrentarse con los manifestantes.

Figura 1: Cierre de la Prolongación de la 11 sur por choferes de las rutas Galgos del sur y Mayorazgo.



Fuente: <http://e-consulta.com/nota/2013-07-05/seguridad/bloquean-periferico-y-11-sur-por-rechazo-segunda-linea-del-metrobus>

Otro hecho sucedió el 10 de julio de 2015, cuando padres de familia de la escuela Bicentenario, cerraron la prolongación 16 de Septiembre, a la altura de la 117 puente, cerca del Periférico Ecológico, para exigir obras de ampliación del plantel (Figura 2); el

cierre ocasionó caos vial ya que los automovilistas sólo tienen dos rutas alternas para salir, la 14 Sur y la Prolongación de la 11 sur¹.

Figura 2: Cierre de la Prolongación 16 de septiembre y 117 poniente, por padres de familia.



Fuente: <http://www.e-consulta.com.mx/nota/2015-07-10/sociedad/cierran-padres-de-familia-la-16-de-septiembre-y-la-117-poniente>

A partir de lo anterior, se presenta el siguiente enunciado: **“La falta de una red vial jerarquizada y articulada, propician la saturación de la red vial primaria en la zona sur de la ciudad de Puebla”.**

El objeto de estudio es la actual red vial desarticulada, que conforma el tejido urbano, localizada en la zona sur de la ciudad de Puebla, la cual presenta un déficit de arterias colectoras y primarias debido a que el mayor porcentaje se clasifica como vialidad local. Esta falta de proporción entre los diversos tipos de vialidades, orilla a que los dos ejes principales se saturen debido a que existen pocas posibilidades para acceder o salir del polígono de estudio. El tránsito de vehículos privados y del transporte público tienen que moverse a lo largo de estas vías.

¹ <http://www.e-consulta.com.mx/nota/2015-07-10/sociedad/cierran-padres-de-familia-la-16-de-septiembre-y-la-117-poniente>

Por tanto surgen dos cuestionamientos

1. ¿Un modelo vial jerarquizado y planificado mejorará los niveles de servicio de la red vial así como su conectividad dentro de la zona sur de la ciudad de Puebla?
2. ¿Es prioritario realizar la planeación de la red vial antes que los desarrolladores inmobiliarios urbanicen?

Justificación

El interés por desarrollar el presente trabajo de investigación, parte de la experiencia profesional a lo largo de 5 años, enfocada al estudio de la configuración de la red vial y los modos de transportación, operando en diversas ciudades del país.

Así como, resaltar la importancia que tiene estructurar una red vial organizada, articulada y jerarquizada concebida a partir de lo establecido de manera normativa en el Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano, perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Social, junto con la implementación de la infraestructura vial de alto impacto, como pasos a desnivel y distribuidores viales.

Lo que permitirá mejorar los niveles de servicio de las intersecciones y arterias principales, y reducir los tiempos de traslado.

Con el desarrollo del presente problema de investigación se desea llegar al establecimiento de una configuración vial articulada y jerarquizada que garantice los siguientes principios: seguridad, accesibilidad, eficiencia, igualdad, calidad, resiliencia, multimodalidad, sustentabilidad, participación social e innovación tecnológica.

Objetivos

Entre los alcances del proyecto de investigación se encuentran los siguientes objetivos.

Objetivo general

Proponer una alternativa de red vial, mediante la jerarquización y proporción de la red vial, para mejorar los desplazamientos en la zona sur de la ciudad de Puebla.

Objetivos particulares

- Cuantificar el número de kilómetros de la red vial del área de estudio, a través de la medición en cartografía para obtener la proporción por tipo de vialidad.
- Comparar la proporción vial actual a partir de su jerarquía, con lo establecido en el marco normativo.
- Establecer el nivel de servicio de las arterias primarias actuales, a partir de los aforos realizados en estudios de Movilidad Urbana.
- Identificar el número de viajes en el área de estudio a partir de los diferentes medios de transporte.
- Identificar los principales polos atractores de viaje dentro y fuera del área de estudio.
- Establecer las directrices para conformar la alternativa de red vial jerarquizada, accesible, continua y eficiente.

Hipótesis

Entre mayor número de vialidades primarias y secundarias se construyan en la zona sur de la ciudad de Puebla, se disminuirá el congestionamiento en la red vial primaria actual y se generará una mejor accesibilidad a los habitantes de la zona, así como adoptar las recomendaciones establecidas en el marco normativo de la SEDESOL, ahora denominada SEDATU.

Variables

Variable Independiente: Se conforma por un modelo vial jerarquizado, que conecte el área de estudio de manera eficiente.

Variable Dependiente: Considerada como el efecto que tendrá la aplicación de la red vial y consiste en demostrar que la proporción adecuada de la misma coadyuva a reducir el congestionamiento vial.

CAPÍTULO I.- Marco de Referencia

1.1. Delimitación del área de estudio

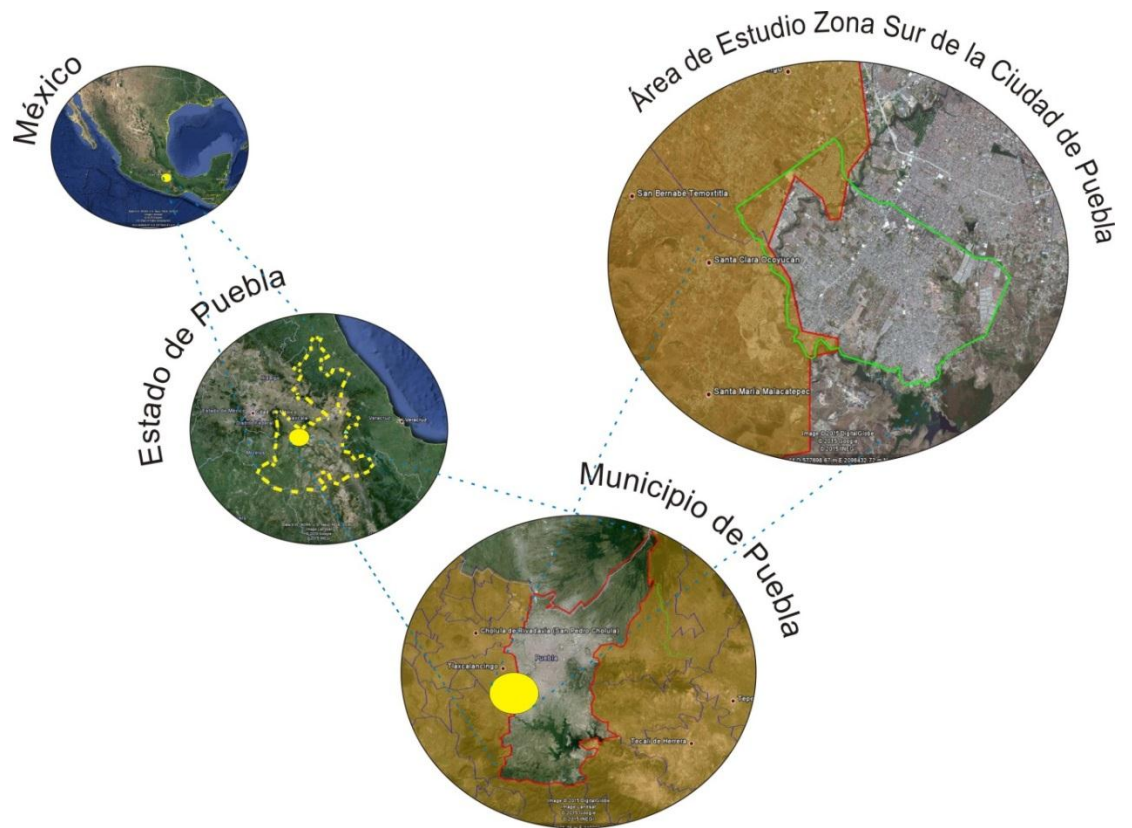
El municipio de Puebla es uno de los 217 municipios en que se encuentra dividido el estado de Puebla, su cabecera municipal —la ciudad de Puebla de Zaragoza— es la capital y la ciudad más poblada del estado, localizado en su región central, es el principal integrante de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala y representa la cuarta ciudad más grande de México, después de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

Como se observa en la Figura 3, el municipio de Puebla se encuentra localizado en el valle de Puebla -Tlaxcala en la zona central del estado e inmediatamente al sur del límite con el estado de Tlaxcala, sus coordenadas extremas son $18^{\circ} 50'$ - $19^{\circ} 14'$ de latitud norte y $98^{\circ} 01'$ - $98^{\circ} 18'$ de longitud oeste y su extensión territorial es de 524.31 kilómetros cuadrados que lo convierten en el quinto municipio más extenso del estado de Puebla.

Limita al noreste con el municipio de Tapatlaxco de Hidalgo; al este con el municipio de Amozoc y con el municipio de Cuautinchán; al sureste con el municipio de Tzicatlacoyan; al sur con el municipio de Huehuetlán el Grande y con el municipio de Teopantlán; al suroeste con el municipio de Ocoyucan; al oeste con el municipio de San Andrés Cholula y con el municipio de San Pedro Cholula y al noroeste con el municipio de Cuautlancingo; al norte limita con el estado de Tlaxcala, en particular con los municipios de Papalotla de Xicohtécatl, Tenancingo, San Pablo del Monte y Teolocholco.

La zona de estudio forma parte del área sur de la cabecera municipal, y se encuentra delimitado al norte por el Periférico Ecológico, al oriente por la prolongación de la 14 sur, al sur por el lago de Valsequillo y al poniente por la Vía Atlixcáyotl. En la Tabla 1 se pueden observar las coordenadas geográficas, mientras que en la Figura 4 la delimitación del área de estudio.

Figura 3: Ubicación geográfica del área de estudio (Zona Sur de la ciudad de Puebla).

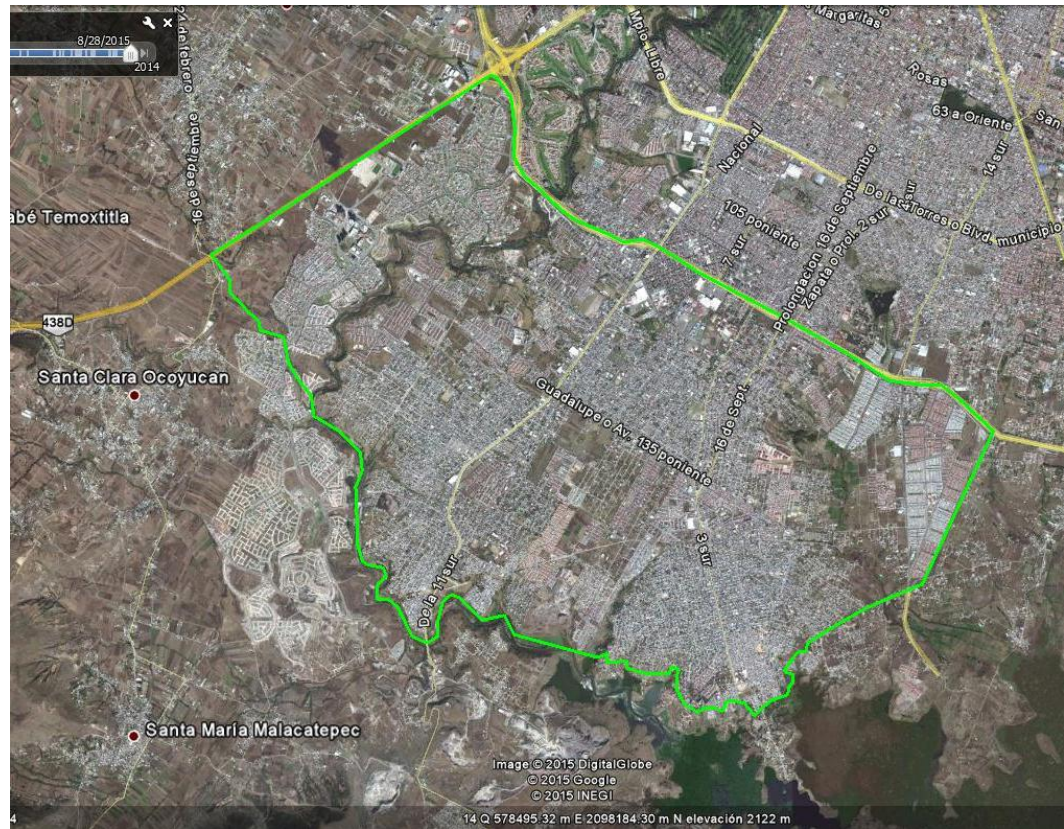


Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth.

Tabla 1: Coordenadas geográficas del polígono que conforma el área de estudio.

No. punto	Latitud	Longitud
1	19.009347°	-98.262765°
2	18.999694°	-98.259751°
3	18.991729°	-98.246870°
4	18.979309°	-98.218402°
5	18.974282°	-98.210897°
6	18.957718°	-98.218468°
7	18.945377°	-98.233964°
8	18.955106°	-98.253818°
9	18.955578°	-98.270182°

Figura 4: Delimitación del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth.

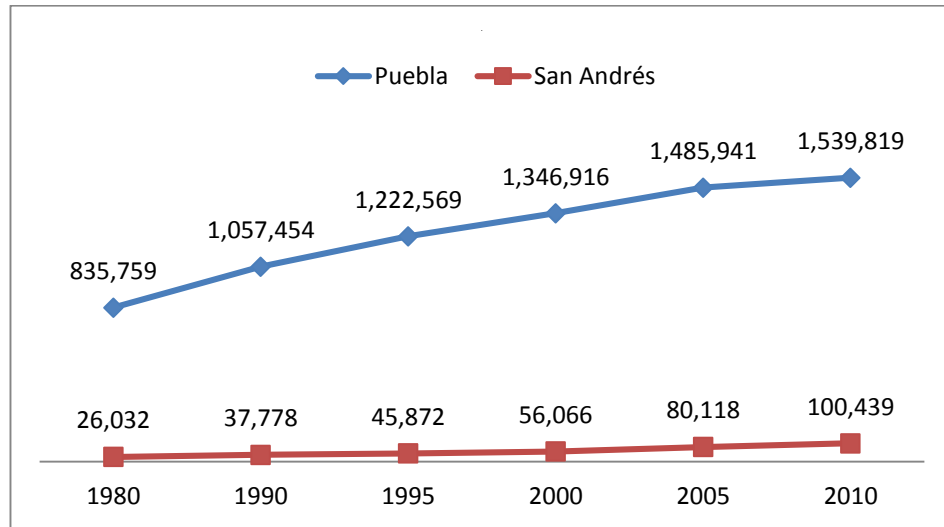
1.2. Características socioeconómicas

El estado de Puebla tiene una población de 5, 779,829 de habitantes se encuentra por arriba de la media del país que asciende a 3, 510,517. Éste ocupa la posición número 5 respecto a los estados más poblados de México. La capital de la entidad es Puebla dicho municipio alberga a 1, 539,819² Hab los cuales representan 27% de la población Estatal, así mismo de éste número de habitantes, el sexo femenino predomina con 52%, contra el 48% del sexo masculino. El crecimiento de los últimos 30 años, se aprecia en la Figura 5.

Particularmente en el polígono de estudio se encontró un total de 168,749 Hab juntos representan el 11% de la población del municipio de Puebla.

² Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI.

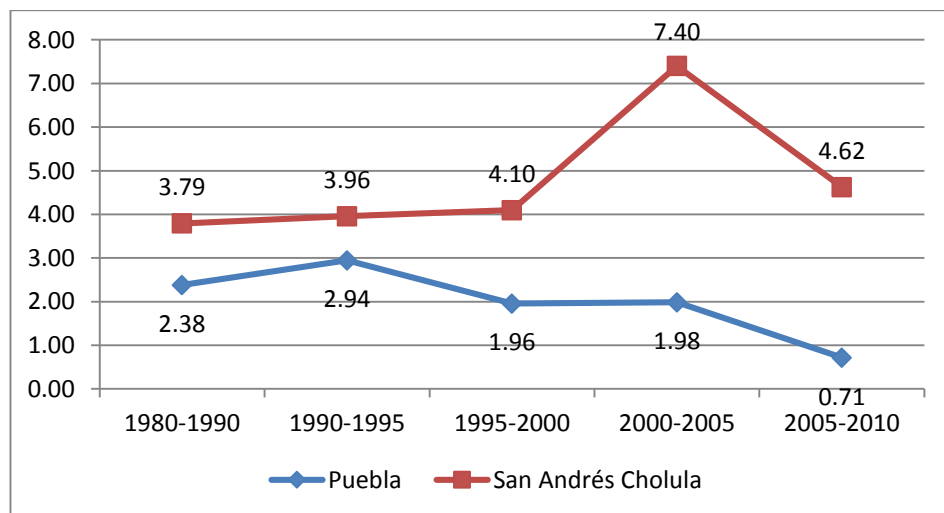
Figura 5: Crecimiento histórico poblacional de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula.



Fuente: Censos de Población y Vivienda de los años 1980, 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. INEGI.

La tasa de crecimiento anual poblacional para el municipio de Puebla se encuentra por debajo de la nacional, ésta ha ido en detrimento desde el año de 1990, pasando de 2.94 a 0.71, sin embargo el municipio de San Andrés, mismo que se encuentra conurbado al área de estudio, experimentó un incremento en su tasa pasando de 3.96% a 4.62% entre los quinquenios de 1990 a 2010. (Ver Figura 6).

Figura 6: Tasas de crecimiento natural de población de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula en el periodo de 1980 – 2010.

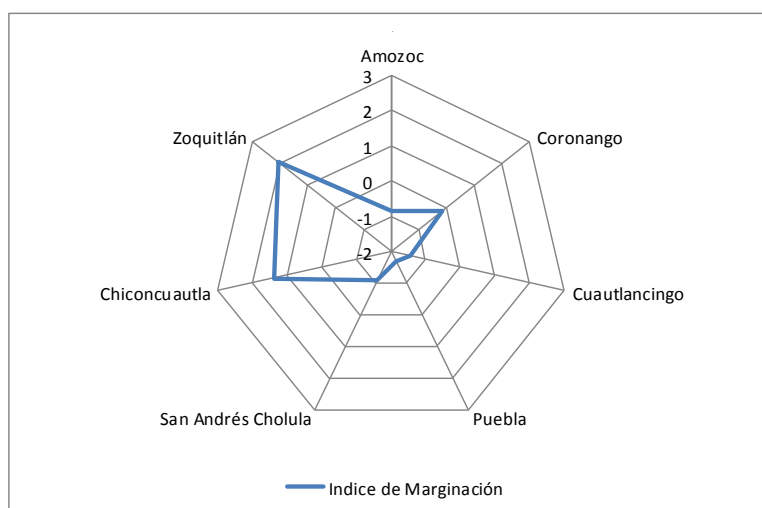


Fuente: Censos de Población y Vivienda de los años 1980, 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. INEGI.

Índice de Marginación

El Índice de Marginación del municipio de Puebla creció en los últimos 10 años pasando de -1.8049 a -1.6760, cuyo grado de marginación corresponde al nivel “Muy Bajo”, y cuya posición a nivel nacional se coloca en el lugar 217³. Es decir es el municipio con menor marginación de 217. Para establecer una comparativa sobre este índice se consideraron los municipios conurbados, entre los que se encuentran Amozoc, Coronango los cuales presentan una mayor marginación a Puebla, también Cuautlancingo y San Andrés cuyos valores se encuentran más cercanos a Puebla. Para el caso de establecer el contraste respecto a los municipios con mayor marginación de la entidad se consideraron a Chiconcuautila y Zoquitlán, los cuales presentan un grado muy alto de marginación. (Ver Figura 7).

Figura 7: Comparativa del índice de marginación de cinco municipios en la entidad de Puebla.



Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB.

Los indicadores específicos respecto al Índice de Marginación, se muestran en las Tabla 2 y Tabla 3.

³ Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB.

Tabla 2: Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2010.

Indicador	%
Población analfabeta de 15 años o más	3.50
Población sin primaria completa de 15 años o más	10.73
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	3.02
Población Económicamente Activa ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	30.70

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB.

Tabla 3: Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2010.

Ocupantes en Viviendas	%
Sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	0.84
Sin energía eléctrica	0.38
Sin agua entubada	5.42
Con algún nivel de hacinamiento	29.15
Con piso de tierra	2.45

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB.

En conclusión Puebla se posiciona en la posición 93 de 2,473 (incluidos todos los municipios del país y las 16 delegaciones del (D. F.) con bajo índice de marginación.

Índice de Desarrollo Humano

Respecto al Índice de Desarrollo Humano (IDH) del estado de Puebla, en el año 2005 se ubicó con un valor de 0.77, con un Grado de Desarrollo Humano (GDH) “Medio”, colocándose en la posición 26 a nivel nacional .

Para el caso del municipio de Puebla el IDH, pasó de 0.83 en el año 2000 a 0.89 para el 2005, con un Grado de Desarrollo Humano de “Alto”⁴, colocándose en la posición nacional número 32 después de estar en la 70, para la primera mitad de la década del siglo XXI (Tabla 4).

⁴ (*)El PNUD clasifica el grado de desarrollo humano en: alto, medio y bajo.

Tabla 4: Indicadores de Desarrollo Humano, 2005

Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	7.42
Tasa de alfabetismo ⁽¹⁾	95.83
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad	71.16
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	14,543
Índice de salud ⁽²⁾	0.9620
Índice de educación ⁽³⁾	0.8761
Índice de ingreso ⁽⁴⁾	0.8311

(1) Se refiere a la población de 15 años y más

(2) Índice componente del IDH, calculado a partir de la tasa de mortalidad infantil

(3) Índice componente del IDH, calculado a partir de la tasa de alfabetización y la tasa de asistencia escolar

(4) Índice componente del IDH, calculado a partir del ingreso per cápita anual

Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por el PNUD-México.

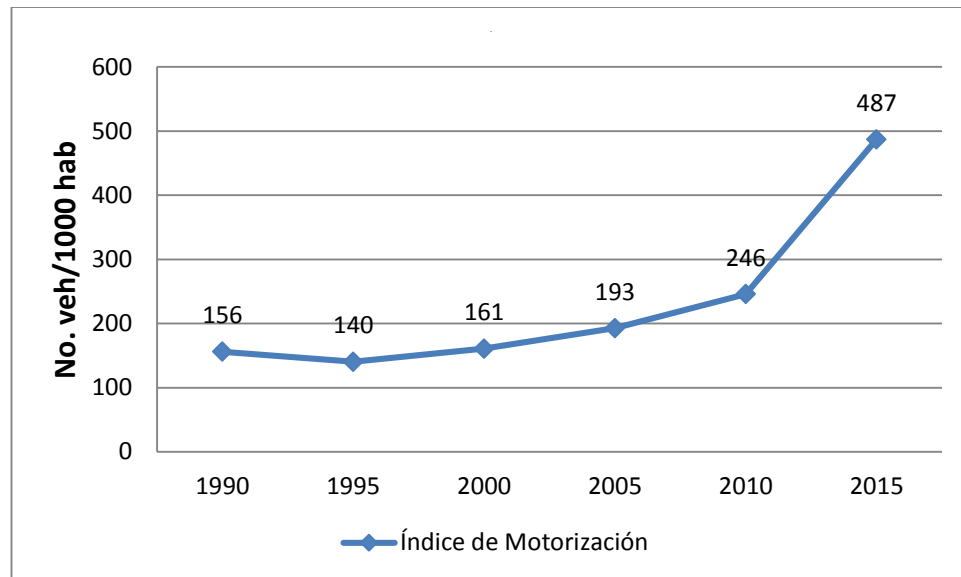
Fuente: Oficina Nacional de Desarrollo Humano, PNUD-México. Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB.

Índice de Motorización

En México la tasa de crecimiento motorizado anual es de 6.32% en comparación a la demográfica de 2.41%; para el caso del municipio de Puebla ha sido de 6.00%, muy cercana a la nacional, durante los últimos quince años. Estos indicadores se asemejan con los de las Zonas Metropolitanas de Puebla, Morelia y Colima.

Respecto al índice de motorización se puede observar su crecimiento a partir de la Figura 8, que para el caso de Puebla se tenían registrados 156 vehículos por cada 1000 Hab durante el año 1990, cifra que se incrementó para el 2015 a 487 Veh / 1000 Hab, lo que significa que este valor se triplicó en 25 años, el mismo comportamiento experimenta el municipio de San Andrés Cholula que forma parte de la conurbación del área de estudio. El inverso del índice de motorización establece que, para el año 1990 en Puebla y San Andrés Cholula había 6 y 18 Hab/veh de manera respectiva, sin embargo en la actualidad descendió a 4 y 5 Hab/veh.

Figura 8: Evolución del Índice de motorización del municipio de Puebla



Fuente: Vehículos de motor registrados en circulación para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. INEGI.

Contexto Económico

En este rubro, es necesario definir las actividades económicas, las cuales son el conjunto de procesos que producen, generan intercambio (compra-venta) de productos, bienes, o servicios. Dichas actividades se clasifican en primarias, secundarias, terciarias, mismas que aportan recursos al PIB estatal y Nacional. Dicho lo anterior, en lo concerniente al estado de Puebla, las actividades primarias aportaron un 4.93% las secundarias un 31.89% y las terciarias 63.18%⁵.

Los principales sectores de cada una de las tres actividades económicas se muestran en la Tabla 5, donde se desglosan los porcentajes de aportación, destaca el sector Industrias Manufactureras quienes hacen una mayor aportación con un 25.14%, por el contrario el sector que aporta menor porcentaje es la Minería con un 1.03%.

⁵ INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009.

Tabla 5: Porcentaje de aportación al PIB estatal de los principales sectores económicos.

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2009).
Actividades primarias	4.93
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4.93
Actividades secundarias	19.31
Minería	1.03
Construcción y Electricidad, agua y gas	5.72
Industrias Manufactureras	25.14
Actividades terciarias	63.18
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas).	16.77
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento).	11.17
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	15.89
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	9.82
Actividades del Gobierno	3.32
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno)	6.21
Total	100

*Ajustados por SIFMI.

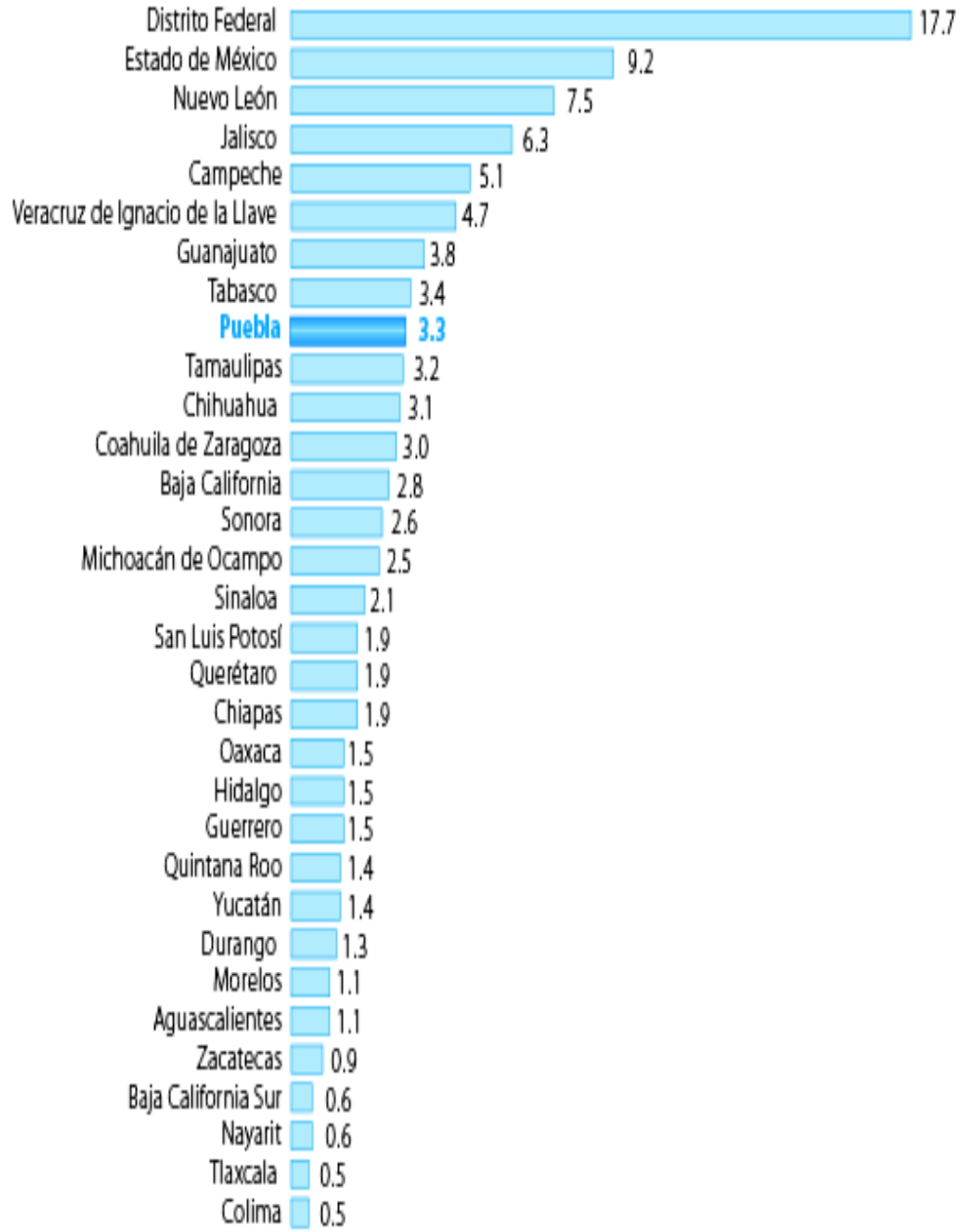
Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009.

Por otro lado la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio de Puebla representa el 42% de la población municipal es decir 652,756 Hab de los cuales el 61% pertenecen al sexo masculino y 39% al femenino. En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en Puebla son de \$81,835.00 el promedio nacional es de \$99,114.00⁶ equivalente a un salario mensual de \$6,819.58 y \$8,259.50 respectivamente.

La aportación del estado de Puebla al Producto Interno Bruto (PIB) nacional es de 3.3%, ubicándolo en el lugar 9 a nivel nacional (Figura 9). Lo cual refleja un área de oportunidad para la creación de empresas e inversión en infraestructura, de tal manera que al implementar un sistema vial jerarquizado integrado se fomente la competitividad económica.

⁶ INEGI. Censos Económicos 2009. (Datos al 2008).

Figura 9: Participación Estatal en el Producto Interno Bruto (año 2009).



Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2009.

CAPÍTULO II. Fundamentación jurídica, normativa e instrumentos de planeación urbana

2.1. Fundamentación Jurídica

2.1.1. Ley General de Asentamientos Humanos

Esta Ley es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Creada con la finalidad de cumplir los postulados de los artículos 27 y 115 de la Constitución. El Congreso de la Unión, con base en las facultades que le otorga la Fracción XXIX-C del Artículo 73 del mismo precepto, ha reformado y adicionado en diversas ocasiones la Ley General de Asentamientos Humanos, siendo la última publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 21 de julio de 1993⁷.

La mencionada Ley contiene las **normas para planear la creación, mejoramiento, crecimiento y conservación de centros de población**, así como los fundamentos para que el Estado ejerza sus atribuciones y determine las correspondientes provisiones, usos, reservas y destinos de áreas y predios.

El Capítulo Primero está dedicado a Disposiciones Generales; donde el Artículo 3 subraya la necesaria integración del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, el impulso de los centros de población y el desarrollo económico y social, particularmente en sus fracciones de la I a la V; así mismo establece en la **fracción X, la creación y mejoramiento de condiciones favorables para la relación adecuada entre zonas de trabajo, vivienda y recreación; por otro lado en la fracción XIX resalta la importancia del desarrollo y adecuación en los centros de población de la infraestructura, el equipamiento y los servicios urbanos que garanticen la seguridad, libre tránsito y accesibilidad que requieren las personas con discapacidad.**

El Capítulo Segundo, “De la Concurrencia y Coordinación de las Autoridades”, dispone en su Artículo 6 la concurrencia de los municipios, las entidades federativas y la

⁷ A diferencia de los planes o programas para cuya plena vigencia jurídica se requiere que los mismos sean registrados en el Registro Público correspondiente al distrito judicial al que pertenezca el municipio, en el caso de las leyes basta su publicación en el Periódico, Diario o Gaceta Oficial correspondiente para surtir efectos plenamente.

Federación, en el ejercicio de las respectivas atribuciones que en materia de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano de los centros de población tiene el Estado.

Establece en su Artículo 11 (comprendido en el Capítulo Tercero: “De la Planeación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población”) que la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, forman parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática, como una política sectorial.

Los programas y componentes del desarrollo urbano se establecen en el Capítulo Tercero, Artículo 12. En su fracción III destacan los programas de ordenación de zonas conurbadas;

En la fracción VI señala como parte constitutiva, de éstos, los programas de desarrollo urbano derivados de los señalados en las fracciones anteriores y que determinen esta Ley y la legislación estatal de desarrollo urbano entre los que se puede considerar los planes de movilidad urbana y metropolitana.

Cabe destacar que los planes o programas a que se refiere este artículo, se registrarán por las disposiciones de esta Ley y en su caso, por la legislación estatal de desarrollo urbano y por los reglamentos y normas administrativas estatales y municipales aplicables.

Se establece también que la Federación y las entidades federativas podrán convenir mecanismos de planeación regional para coordinar acciones e inversiones que propicien el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos ubicados en dos o más entidades, ya sea que se trate de zonas metropolitanas o de sistemas de centros de población cuya relación lo requiera, con la participación que corresponda a los municipios de acuerdo con la legislación local.

De las atribuciones que la Ley General señala para las autoridades, destacan principalmente las de elaborar y llevar a ejecución los planes o programas de desarrollo urbano, que deberán prever las acciones e inversiones públicas necesarias; regular el mercado de los inmuebles destinados a vivienda popular; intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana; y en general, proveer a la exacta observancia de la planeación y programación urbanas.

Dentro de las atribuciones que en su Artículo 7 confiere esta Ley a la Secretaría de Desarrollo Social (antes Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) destacan las referentes a elaborar, apoyar y ejecutar programas para el adecuado desarrollo de los centros de población, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos estatales y municipales, y con la participación de los sectores social y privado.

El Artículo 8, confiere atribuciones a los poderes de las entidades federativas, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, destacando las siguientes: legislar en materia de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano de los centros de población; formular, aprobar y administrar el programa estatal de desarrollo urbano y vigilar su cumplimiento; **y participar en la regulación de las conurbaciones en los términos de la propia Ley General y de la legislación estatal de desarrollo urbano.**

Por su parte el artículo 9 señala que corresponden a los municipios, en el ámbito de sus jurisdicciones, entre otras las siguientes atribuciones: en la fracción I la de formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y los demás que de estos se deriven; en la fracción IV, la de participar en la planeación y regulación de las conurbaciones, en los términos de esta Ley y de la legislación local

La fracción XV, en su párrafo segundo señala que los municipios ejercerán sus atribuciones en materia de desarrollo urbano a través de los cabildos de los ayuntamientos o con control y evaluación de éstos.

En el Capítulo Cuarto, “De las Conurbaciones”, se establecen las normas que regularán el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos en proceso de conurbación. Destaca en su Artículo 25 que, una vez aprobados los programas de ordenación de zonas conurbadas por las comisiones de conurbación, los municipios respectivos en el ámbito de sus jurisdicciones determinarán las reservas, usos y destinos de áreas y predios en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

2.1.2. Ley Estatal de Planeación

La Ley Estatal de Planeación, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 31 de diciembre de 1983 y cuya última reforma data del 22 de abril de 2005, es reglamentaria del artículo 107 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla en el que se establece que la entidad contará con un Sistema de Planeación del Desarrollo, que será democrático y que se integrará con los planes y programas de desarrollo.

En esta Ley se establecen los mecanismos para que el Gobierno del Estado y los de cada municipio, recojan las demandas de la población y los incorporen a sus respectivos planes y programas de desarrollo. Asimismo, las bases para la suscripción de los convenios que permitan la consecución de sus fines y objetivos, de manera coordinada con la Federación, con otros Estados, o entre el Gobierno Estatal y Municipal, e incluso entre éstos siendo responsabilidad del Ejecutivo, la elaboración del Plan Estatal de Desarrollo, en cuya conformación considerará la participación de los Poderes Legislativo y Judicial.

El objetivo de la Ley es regular el ejercicio de la planeación del desarrollo como actividades obligatorias para la administración pública estatal mediante el establecimiento de las bases para la integración y funcionamiento del Sistema Estatal de Planeación Democrática, la coordinación en materia de planeación entre la Federación, Estado y municipios, la concertación e inducción de acciones respecto de los particulares y, en general, el conjunto, de la planeación y la participación social para la misma.

En el artículo 9⁸ de este ordenamiento se establecen los instrumentos técnicos del Sistema Estatal de Planeación Democrática siendo estos los siguientes:

I.- Plan Estatal de Desarrollo, que presenta el Titular del Poder Ejecutivo, por el periodo constitucional que le corresponda, pudiendo contener consideraciones y proyecciones de mayor plazo;

⁸ Las fracciones I, II, III y IV del artículo 9 fueron reformadas por Decreto de fecha 22 de abril de 2005 y adicionadas las fracciones V, VI y VII.

II.- Plan Municipal de Desarrollo, que presentan los Ayuntamientos a través de los Presidentes Municipales, por el periodo constitucional que le corresponda, pudiendo contener consideraciones y proyecciones de mayor plazo;

III.- Programas Sectoriales, aquéllos que son elaborados por un conjunto de Dependencias y Entidades que forman parte de un sector, coordinado por la Dependencia cabeza de sector, la cual será responsable de integrar la información correspondiente. Estos programas deberán alinearse al Plan Estatal de Desarrollo;

IV.- Programas Institucionales, los que elaboran las Dependencias y Entidades, de acuerdo a sus atribuciones y funciones, los cuales deberán alinearse al Plan Estatal de Desarrollo.

V.- Programas Regionales, los que se refieren al desarrollo de dos o más municipio del estado; los cuales deberán alinearse al Plan Estatal de Desarrollo;

VI.- Programas Especiales, los que el Ejecutivo del Estado determine como prioritarios para el desarrollo del Estado; y

VII.- Programas Anuales, los que elaboran anualmente las Dependencias y Entidades, mismos que deberán ser congruentes con los Programas Institucionales y en los que se especificarán las acciones que ejecutarán estas instancias.

2.1.3. Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla

El trece de marzo de 2003 fue aprobada por el Congreso del Estado la Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 26 del mismo mes y año, en sus artículos segundo y tercero transitorios, abrogan la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Puebla, publicada en el Periódico Oficial del Estado con fecha 16 de agosto de 1985 y la Ley de Planificación Integral y Mejoramiento Urbano del Estado de Puebla, publicada en el Periódico Oficial del Estado, con fecha 14 de diciembre de 1956, respectivamente. Esta legislación establece que sustenta la validez el régimen legal de planeación que ordenará y regulará los asentamientos humanos y el desarrollo urbano en el Estado.

El artículo 2 señala que para el logro de los objetivos en materia de Desarrollo Urbano Sustentable, el Ejecutivo del Estado, en coordinación con los Ayuntamientos, el Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y el Desarrollo Urbano Sustentable de los centros de población promoviendo entre otros:

I.- La vinculación del desarrollo regional y urbano con el bienestar social;

II.- El desarrollo sustentable de las regiones y centros de población, armonizando la interrelación de las ciudades y el campo, distribuyendo equitativamente los beneficios y cargas del proceso de urbanización;

VII.- La eficiente interacción entre los sistemas de convivencia y de servicios en los centros de población;

VIII.- La creación y mejoramiento de condiciones favorables para la relación equilibrada entre zonas de trabajo y recreación de los centros de población;

IX.- La estructuración interna de los centros de población, la dotación suficiente y oportuna de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos;

XI.- La protección al ambiente y la preservación del equilibrio ecológico en los centros de población, conforme a los criterios de política ambiental establecidos en la legislación aplicable;

XV.- La coordinación y concertación de la inversión pública y privada, con la planeación del desarrollo regional y urbano;

XIX.- El desarrollo de la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos en los centros de población, que permitan la seguridad, el libre tránsito y fácil acceso de las personas con capacidades diferentes;

XX.- La identificación, conservación y protección de los poblados típicos, bellezas panorámicas y naturales, espacios escultóricos y demás componentes de la imagen urbana y paisajística, así como de atracción turística;

XXI.- La localización e interrelación de los Asentamientos Humanos, así como el trazo, diseño y organización de los centros de población, en el marco de los elementos

naturales del entorno ambiental, que contribuyan a fomentar e intensificar las actividades productivas y la relación entre el campo y la ciudad;

Por su parte, el Título tercero, capítulo I artículo 21, define a los programas que regulan el ordenamiento de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de la entidad como programas sectoriales del Plan Estatal de Desarrollo. El capítulo II, artículo 23, identifica a los diversos instrumentos técnico-jurídicos a través de los cuales se efectuará la ordenación y regulación de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano.

La Ley otorga atribuciones al gobernador y a los ayuntamientos para ejecutar las disposiciones de la misma Ley de Desarrollo Urbano, los cuales ejercerán sus funciones de manera concurrente en el ámbito de sus respectivas competencias, para ordenar y planear las provisiones, reservas, usos y destinos de los elementos del territorio del estado, y para coordinar el desarrollo de los asentamientos humanos y centros de población.

A la Secretaría de Desarrollo Urbano, Ecología y Obra Pública del Estado le corresponde, entre otras atribuciones, realizar la evaluación de los planes o programas de desarrollo urbano antes de su aprobación emitiendo el dictamen de congruencia entre los instrumentos cuya formulación están a cargo de los Ayuntamientos y los que son responsabilidad del Gobierno del Estado y que se encuentran vigentes; así mismo está bajo su responsabilidad apoyar y asesorar a los ayuntamientos en la elaboración de los planes o programas municipales de desarrollo urbano; intervenir a petición del ayuntamiento, en la formulación de los planes o programas de desarrollo urbano y presidir las comisiones intermunicipales de conurbación.

2.2. Normativa.

2.2.1. Lineamientos generales para la conformación de la Red Vial

La SEDESOL, como parte de su programa de atención a las ciudades y áreas metropolitanas del país y ante la necesidad creciente de proporcionar un apoyo técnico a los profesionales, organismos y estudiantes relacionados con los temas de planeación y diseño de vialidad urbana, dispositivos para el control del tránsito y mobiliario urbano,

desarrolló en el año de 1995 el “*Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano*”, En éste, se proporciona información general orientada al enfoque y solución de problemas técnicos, respecto a dichos temas, en el ámbito urbano; además se concentra una serie de normas de planeación, operación y diseño concernientes al sistema vial urbano, entre otros. Por ello, se considera utilizar como único marco normativo, las siguientes directrices:

Proporción del área vial al área urbana

Si el desarrollo económico y político a seguir en una población determinada, es el de regular el uso del vehículo particular y desarrollar el sistema de transporte masivo, la proporción que se destinará al sistema vial urbano será de un máximo del 25% del área total urbana.

Si por el contrario, la utilización del automóvil particular va en escala ascendente, el porcentaje del sistema vial urbano será un máximo del 30% del área urbana total.

Dosificación del área vial

Para México, de acuerdo a lo indicado en el punto anterior, se recomienda que las proporciones de los diferentes tipos de vías, estén lo más cercanos o iguales a los valores siguientes:

Tabla 6: Proporción para la conformación de un sistema vial.

TIPO DE VÍA	% DE LA LONGITUD
Vías de acceso controlado	5
Arterias	20
Calles colectoras	15
Calles locales	60

Fuente: Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano.

Espaciamiento de la red vial urbana

La experiencia en diversos países de América y Europa muestran que, en las áreas urbanas, el espaciamiento entre las vías primarias está condicionado a la localización de los generadores de mayor tránsito, a las condiciones topográficas, uso del suelo y los sistemas de transporte; por lo tanto, es indispensable conocer los datos que proporcionan los estudios de Origen y Destino, la distribución de los viajes por las diversas vías y los diferentes modos de transporte. En la siguiente tabla se muestran algunos criterios de espaciamiento de la red vial urbana:

Tabla 7: Espaciamiento de la red vial a partir de su función.

TIPO DE VÍA	ESPACIAMIENTO EN KM
Vías de acceso controlado	1.5 (1)
Arterias	1.5 a 5.0 (2)
Calles colectoras	0.5 a 1.0
Calles locales	0.1

(1) Para el área central

(2) Para el área periférica.

Fuente: Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano
Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano.

2.3. Instrumentos de Planeación Urbana

2.3.1. Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puebla 1991

El Programa vigente en la década de los años 90 hacía alusión a la problemática de la red vial de la ciudad, considerando que ésta resultaba inadecuada, debido principalmente a lo **reducido de su sección** y a las características de uso comercial del suelo. Tan solo para ese año, la movilidad de la ciudad se destinaba de manera concéntrica, es decir, cada avenida radial conducía los viajes de la periferia al centro y viceversa. El conflicto entre la discontinuidad de la red reticular del centro histórico se muestra mediante el desorden vial de las zonas periféricas, por una carencia casi total de planeación, además de poco seguimiento y conexión con la traza inicial.

Por lo que el esquema vial de la ciudad, para ese año, no respondía a las necesidades de movilidad de la población, además de la falta de vialidades continuas que canalizaran el tránsito vehicular. El plan determina que las zonas habitacionales más densas se localizan al sur, suroriente y nororiente de la ciudad de Puebla, a las cuales menor atención se había prestado para prestarles accesibilidad a través de una red vial jerarquizada y funcional.

Tal era el caso de la zona sur, cuyos únicos accesos con cierta continuidad son la 16 de septiembre y la 11 sur; mismos que, durante las horas de máxima demanda, constituían un embudo difícil de evitar. En esa época la mayoría de viajes con motivo de escuela, compras y trámites se realizaban hacia la zona centro. A pesar de los centros comerciales periféricos construidos. El programa señalaba como a los principales problemas de tránsito los siguientes:

- Traza vial irregular
- Carencia en la uniformidad geométrica de la Red vial
- La red vial no se extiende convenientemente a zonas periféricas.

2.3.2. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla 2007

Después de 16 años de que fuera aprobado el Programa del año 1991, se presenta el relacionado al presente numeral en el cual se establecen los lineamientos de la red vial, como se observa en la Tabla 7; sin embargo, de acuerdo a la ley de fraccionamientos en su artículo 34, referente a las vialidades, indica que los ayuntamientos aplicarán dichas directrices conforme a su reglamento. Lo cual deriva, en una “laguna jurídica” por la ausencia de éste, al no poder aplicarse lo establecido, como tal, en el programa, provocando una falta de certeza en su aplicación operacional, al momento de fraccionar.

Aún más en la tabla 7 no se incluye al transporte no motorizado, el cual debiera presentar una sección exclusiva dentro de la sección de las vialidades locales y secundarias para incentivar viajes en esta modalidad de transporte, además de que no se especifica el ancho de camellón central, necesario para albergar al transporte masivo en la vialidad primaria.

Tabla 8: Dimensiones de vialidades para desarrollos habitacionales

Clasificación vial	Carriles de circulación	Sentidos de circulación	Sección arroyo vehicular	Camellón central	Banquetas	Longitud entre intersecciones	Sección total
Calzadas, avenidas o Boulevares	6	2	10.50 10.50	Variable	2.40 m mínimo	De 100.00 m a 400.00 m	De 25.00 m a 30.00 m
Vialidad Primaria	4	2	7.00 7.00	Variable	2.40 m mínimo	De 100.00 m a 300.00 m	De 20.00 m a 30.00 m
Vialidad Secundaria	4	2	14.00		2.40 m mínimo	De 80.00 m a 250.00 m	De 15.00 m a 20.00 m
Vialidad Local	3	1	10.50		2.40 m 2.40 m	De 60.00 m a 150.00 m	De 12.00 m a 15.00 m
Privadas	2	1	7.00		1.50 m mínimo	De 50.00 m a 100.00 m	De 10.00 m a 12.00 m
Vialidad Cerrada	2	2	7.00		1.00 m mínimo	De 40.00 m a 90.00 m	De 9.00 m a 11.00 m
Andadores					1.00 m mínimo	De 20.00 m a 100.00 m	Mínima de 6.00 m.

CAPÍTULO III.- Bases Conceptuales teóricas

3.1. La Carta de Atenas (por Le Corbusier)

Es la carta de planificación para una ciudad, surge a partir de discusiones y se redacta durante el IV Congreso Internacional de Arquitectura (CIAM), en 1933 a bordo del Patris II, en la ruta Marsella – Atenas – Marsella.

En dicho documento, se propone la creación de una ciudad ordenada bajo principios enmarcados en el mismo, sirvió de base para promover el rápido crecimiento urbanístico de toda Europa.

Establece las cuatro funciones básicas de una ciudad, las cuales son: Habitar, Trabajo, Esparcimiento y Circulación; ésta última, representa una especial observación en el proceso de planeación de los ejes viales o caminos que estructuran una ciudad y que son objeto de lineamiento en el presente marco teórico.

Correspondiente al tema de Circulación, se presenta durante la segunda parte de la carta – “Estado Actual de las ciudades, Críticas y Remedios” – un diagnóstico mediante reflexiones y consideraciones sobre las condiciones físicas de ciudades en aquella época.

Denota a las ciudades que fueron concebidas más allá de la Edad Media e incluso de la antigüedad cuya red vial obedece a patrones de movilidad distintos a los de la edad postmoderna, dentro de esta concepción señala que las grandes vías de comunicación fueron concebidas para el tránsito de carruajes o peatones, y no responden a los modos de transporte actuales, **recalca que dicho sistema de construcción no responde desde hace tiempo a necesidad alguna, sin embargo tiene fuerza de ley.**

Por otro lado, la longitud de las calles se opone a las nuevas velocidades mecánicas y a la expansión regular de la ciudad; es decir, el problema surge por la imposibilidad de conciliar las velocidades naturales (transporte no motorizado), con las motorizadas.

La disposición de las zonas habitacionales periféricas, adoptan formas de calles menos separadas, lo que da una configuración de cruces situados a 100, 50, 20 e incluso 10m de separación. Esta proliferación de caminos secundarios, con dimensiones inadecuadas para las presentes y futuras necesidades de movilidad, aunada a las pequeñas

distancias entre cruceos, orilla a un desgaste más rápido del vehículo; por lo que se recomienda en el diseño de la red, una separación de intersecciones de 200 a 400m.

También se redactó, que el ancho de las calles es insuficiente para albergar a los vehículos motorizados, éstos últimos no se comparan a los que existieron durante la concepción de la ciudad, por consecuencia, requieren de adecuaciones a partir de las necesidades reales actuales. Además, señala el alto costo económico que representa ensancharlas donde la mayoría de ocasiones resulta hasta ineficaz.

Se denota una carencia en la flexibilidad, diversidad y adecuación de la red vial para albergar las diferentes velocidades lo que supone exigir una pista particular, acondicionada para satisfacer las necesidades claramente caracterizadas.

Lo anterior representa el diagnóstico de las ciudades durante esa década, y a pesar de que hoy vivimos en el siglo XXI muchas de estas situaciones proliferan y se siguen dando durante la expansión y la configuración del territorio urbano.

Por lo que en las Exigencias previstas dentro de la Carta de Atenas figuran las contenidas en la Tabla 9:

Tabla 9: Remedios establecidos en la Carta de Atenas para la Circulación.

Remedios		
Concepción general	Exigencias	
Estudiar los flujos de la ciudad	Revelar los cauces de circulación, así como el carácter del tráfico.	Asignar un destino preciso a cada una de las vías de circulación tanto de peatones, vehículos, transporte de carga, a continuación dotar a estas vías en base a su función de dimensiones y caracteres especiales: naturaleza del piso, anchura de la calzada, naturaleza de los cruces.
Jerarquizar vialidades	Las vías de circulación deben clasificarse según su naturaleza y construirse en función de los vehículos y de sus velocidades.	Separar radicalmente, en las arterias congestionadas, el de los peatones y el de los vehículos mecánicos. Dar a los transportes pesados un cauce circulatorio particular.

Remedios		
Concepción general	Exigencias	
Ordenar los cruces de tráfico intenso.	Se utilizaran los cambios de nivel en intersecciones conflictivas para dotar de circulación continua.	Los cambios de nivel en las vías transversales son el mejor medio de permitirles una marcha continua.
Segregación Remedios del tránsito peatonal y vehicular	El peatón debe poder seguir caminos distintos a los del automóvil.	
Las calles deben diferenciarse según su destino por categoría.	Dicha clasificación estableció Vías principales, de tránsito, de paseo y calles de habitación.	
Crear cortinas de vegetación.	Las zonas verdes deben aislar, en principio, los cauces de gran circulación.	Recomienda que las vías de gran circulación, no tengan razón alguna para acercarse a las construcciones públicas o privadas, Convendrá que estén bordeadas de espesas cortinas de vegetación.

Fuente: La Carta de Atenas (1933).

3.2. Periferias Urbanas

Las áreas urbanas pertenecientes a la periferia de una urbe, se presentan de manera desarticulada, donde la característica principal en relación a su morfología es la fragmentación, lo cual señala el autor⁹, cada colonia presenta una traza urbana diferente. Existiendo únicamente un acceso común que por lo general es o fue una carretera o camino regional que da acceso al conjunto de colonias con discontinuidad y por donde circula el transporte público.

El autor refiere que este sistema de peine particularmente visto en muchas ciudades mexicanas, produce cuellos de botella que son críticos en la funcionalidad de la zona. Por lo que una buena articulación de la expansión urbana deberá estar presentada a través de

⁹ Jan Bazant.

un sistema vial jerarquizado, sobre el que funcionalmente se integren los usos del suelo a través de diversas alternativas.

También hace ver la importancia que tiene dentro del proceso de planeación, guardar los derechos de vía de las arterias primarias y secundarias, evitando que la expansión incontrolada, merme o absorba el espacio público que dará estructura a la urbe futura.

Como resultado del análisis que realiza el autor de diversas zonas de estudio, establece las siguientes normas urbanas mínimas relacionadas con la estructuración de la vialidad: Avenidas primarias, arterias secundarias, calles locales o de penetración y andador peatonal.

Avenidas primarias.- Establece que **su función principal, es su comunicación entre las distintas zonas de la periferia y, por ende, su tránsito interurbano cubre largas distancias y es de mediana velocidad**, el autor encuentra en su etapa de análisis variedad en el tamaño de la sección de este tipo de vialidades.

Recalca que este tipo de vialidades se origina a partir de un camino regional de dos carriles a doble sentido, con el proceso de urbanización tiende a ampliarse en su sección hasta presentar seis carriles y doble sentido separados por un camellón central, este tipo de avenidas se van transformando en corredores urbanos donde se alojan servicios y equipamiento urbano hasta el grado de congestionarse porque uno de los carriles se destina al estacionamiento y otro a la circulación del transporte público, lo que significa que este tipo de vialidades a la larga se congestione y deje de ser fluida.

Arterias secundarias.- Su función es **procurar la comunicación interna entre colonias y barrios de una zona, sin recurrir a la avenida primaria, su tránsito es zonal, las distancias son medianas y la circulación es lenta**. El autor encontró que en todos los casos de estudio de periferias, este tipo de vialidad y la calle local no presentan diferencia física, considerando que para la primera debiera considerarse el doble sentido, presentar uniformidad en su sección a lo largo de su eje, continuidad de la vialidad para integrar varias colonias.

Al no presentarse las características anteriormente descritas, el transporte público que presta un servicio al interior de las colonias, tiene que transitar sobre la red primaria,

lo que lleva a la mezcla del tránsito lento local con el interurbano de mediana velocidad, por lo que esta mezcla de funciones hace ineficiente su funcionamiento y a la largo termina por congestionarla aún más.

De lo anterior el autor establece que la vialidad secundaria es el eje conector entre barrios y colonias de una zona, por lo que resulta indispensable para la reestructuración urbana de la periferia integrar una red secundaria interno en cada zona.

Calles locales o de penetración.- Para el caso de las zonas periféricas de una ciudad, el ejidatario o comunero es quien durante el proceso de lotificación establece los anchos de las calles, por lo que debido a esto se encuentran cambios en la sección o discontinuidad de las calles debido a que cada parcela representada por un ejidatario es fraccionada bajo criterios distintos. La función de esta calle es darle acceso a este lote, la distancia es corta y su circulación es lenta, en términos urbanos este tipo de vialidad representa una extensión de la vivienda y donde convive la comunidad.

Andador peatonal.- Este tipo de infraestructura, es encontrada en las zonas periféricas que presentan una pendiente elevada, donde el ejidatario los traza para el acceso a los lotes, con frecuencia no se puede acceder en vehículo.

3.2.1. Principios de Diseño

Secciones de calles (ejemplos)

Primaria

Ejes urbanos principales de 6 a 8 carriles de 3.50 m, en ambos sentidos (3.65 m, óptimo) con camellón mínimo de 3.00 m (para permitir vueltas en intersecciones) y banquetas de 4.00 m (1.50 m para franja ajardinada, señalamiento e instalaciones). Nota: Estacionamiento prohibido. Prever paradas de autobuses con “remetimiento”¹⁰ de banqueta.

¹⁰ Se refiere a la colocación de una bahía de ascenso – descenso, haciendo uso parcial de la banqueta

Secundarias

Avenidas estructuradas urbanas de doble sentido, con cuatro carriles de 3.35 m (3.50 m óptimo), franjas laterales de 2.30 m (2.60 m óptimo) para estacionamiento y banquetas de 3.00 m (con franja de 1.20 m para jardinería, instalaciones y señalamiento).

Nota: Proveer paradas de autobuses dentro de la franja de estacionamiento.

Locales

Calles distribuidoras de un sentido con carril central de 3.00 m (3.35 m óptimo), una o dos franjas laterales para estacionamiento de 2.30 m (con franja de 60 cm para jardinería, instalaciones y señalamiento).

Calles distribuidoras de dos sentidos con dos carriles centrales de 3.00 m (3.35 m óptimo), una o dos franjas laterales de estacionamiento de 2.30 m (2.60 óptimo) y banquetas de 2.40 m con las mismas características de las anteriores.

Nota: Esta es la sección comúnmente empleada.

Penetración

Calles de acceso a lotes de uno o dos sentidos sólo para tránsito local, con un carril central de circulación de 3.00 m (3.35 m óptimo), una o dos franjas laterales de estacionamiento de 2.30 m y banquetas de 2.20 m con elementos de jardinería aislados. (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Jerarquía para el Diseño del Sistema Vial.

Jerarquía Vial	Función	Espaciamiento	Derecho de vía sin construcción (m)	Sección	Pend (Porcentaje)	Velocidad (km/h)	Observaciones
Subregional	Proporciona continuidad a la ciudad. Acceso limitado con pocos cruces. Estacionamiento prohibido	Variable	40 a 60	4 a 6 carriles por sentido con 3.65 m por carril, 2-3 m de acotamiento lateral y 3-10 m de camellón, estacionamiento prohibido	4	100	Requiere de calles laterales de servicio
Primaria	Proporciona unidad a un área urbana continua. Tiene intersecciones para calles secundarias	2.5 - 3 km	30 a 40	3 o 4 carriles, con banqueta (de 3.30 m) y camellón. De dos sentidos, estacionamiento prohibido	4	60-80	Requiere de banquetas en área urbana, 3 m alineamiento para construcciones frente a la calle
Secundaria	Circuito distribuidor principal. Señalamiento vial para indicar ubicación y dirección de barrios	1 - 1.5 km	20 a 30	Dos carriles (de 3.00 m por carril). De dos sentidos, con estacionamiento lateral y banquetas	5	40-60	Requiere de 2 m de banquetas y líneas de jardinería, alineamiento de construcciones
Local	Calles interiores colectoras. Señalamiento para indicar penetración a calles o Clúster dentro del barrio	0.5 - 1 km	12 a 20	Dos carriles de 2.70 m con estacionamientos laterales y banquetas	5	50	Requiere de 1.5 m de banquetas, guarnición redondeada, áreas para árboles y arriates
Penetración o Clúster	Calles de penetración sin salida, con área al extremo para dar vuelta o para tránsito local	Variable dependiendo del loteo promedio cada 50 m	8 a 12	Un carril central con estacionamientos laterales y banquetas 8m (20 m para girar en retorno)	5-10	Lento	No debe tener más de 150 m de profundidad. La deseable es 60 m

Fuente: Manual de Diseño Urbano. Jan Bazant S.

3.3. Consideraciones para el diseño de una red vial ciclo-incluyente del Instituto de Políticas para el Desarrollo del Transporte (ITDP).

A partir del nuevo milenio, se empezó a considerar que las ciudades de México debieran contemplar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, esto implicó para los gobiernos estatales y municipales la construcción de redes para la circulación exclusiva de ciclistas. Sin embargo en la mayoría de los proyectos donde se implanta una ciclovía, las adecuaciones a ésta, considera la segregación del espacio para su circulación no obstante para una estrategia exitosa requiere de otras consideraciones.

El Instituto de Políticas para el Desarrollo del Transporte por sus siglas en inglés (ITDP), señala que para impulsar las intervenciones en la red vial, deben jerarquizarse las soluciones, considerando la implementación en el mismo orden de las siguientes acciones.

- Reducir los volúmenes de automotores
- Reducir las velocidades de automotores
- Intervención de intersecciones peligrosas
- Redistribución del espacio vial
- Construcción de infraestructura ciclista exclusiva

Las anteriores acciones consisten, en disminuir el uso del vehículo sobre la infraestructura a partir de la realización de viajes cuya distancia sea igual o menor a 5 km, así como implementar dispositivos para el control de la velocidad en vialidades secundarias y con posibilidad de incluir el transporte en bicicleta, además de dotar de infraestructura y/o dispositivos para el control de tránsito en general para la protección de los ciclistas en las intersecciones conflictivas.

No obstante la redistribución del espacio vial, considera modificar el ancho de los carriles (ampliación, sin necesariamente ser exclusivos para la bicicleta), o eliminación de uno de ellos en favor a la inclusión del tránsito de bicicletas.

Por último la implantación de carriles exclusivos para ciclistas dentro de la red vial se debe considerar, si no es posible resolver las barreras para ciclistas con alguna de las cuatro primeras acciones.

El Instituto establece de manera complementaria considerar los siguientes principios para el diseño de la red de bicicletas:

- Considerar a la bicicleta como un vehículo
- Respetar a los peatones
- Integrar los modos de transporte
- Establecer el nivel de segregación
- Establecer vías ciclistas de manera radial
- Considerar los obstáculos
- Adecuar la accesibilidad

A medida que se regule a la bicicleta, como un vehículo dentro del marco legal (Reglamento de Tránsito) y se dé protección suficiente en el mismo tenor, podrá aumentar su uso y los ciclistas podrán ocupar el mismo espacio que los automóviles.

Caminar y conducir una bicicleta está estrechamente relacionado, particularmente en las vialidades locales, por lo que no es posible construir infraestructura para los ciclistas donde no existan condiciones adecuadas para caminar. Esto aplica a cualquier proyecto vial.

Por ello, las intervenciones urbanas para la bicicleta deben incluir una modificación total de la vía, para crear una movilidad peatonal incluyente, considerando también a personas con discapacidad física, niños y, en general, a todas las variantes de la movilidad peatonal, bajo un enfoque de accesibilidad universal.

Los proyectos de infraestructura vial deben promover la calidad del espacio público como criterio central. La movilidad tiene que generar siempre una mayor o igual oferta de calidad y cantidad de espacio público. **Todas las propuestas deben considerar prioritariamente recuperar espacio público que hoy está dedicado al automóvil.**

- Se recomienda diseñar la red de movilidad en bicicleta omitiendo referencias al tipo de infraestructura requerida.
- La integración de los modos de transporte particularmente bicicleta – transporte público es una de las tareas que deberá considerarse en el diseño de una red.
- La segregación espacial en la vialidad en tanto acoja al tránsito de bicicletas, estará en función de las características de la vía, el volumen y la velocidad vehicular.
- Los centro urbanos, subcentros urbanos y en menor medida los centros de barrio son atractores y generadores de viajes por lo que los ejes para el tránsito de bicicletas se estructuran a partir de ejes radiales.
- Para librar los obstáculos viales se requiere gestionar de manera cuidadosa los detalles en la dotación de infraestructura.
- La accesibilidad considera realizar un viaje de puerta a puerta por lo que este concepto en términos del transporte en bicicleta establece dotar de estacionamientos privados, públicos de preferencia en conexión al transporte público.

Criterios de calidad en el trazo de la red

La red de movilidad en bicicleta debe contar con una serie de características para permitir la circulación segura y eficiente de los usuarios, en la medida que se cumpla, se asegura su utilización y la captación de nuevos usuarios, mismos que se mencionan y muestran en las tablas 11-15, de acuerdo al Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. CICLO CIUDADES. Tomo III. Red de movilidad en bicicleta.

- Rutas directas
- Trayectos seguros
- Red Coherente
- Recorridos atractivos
- Itinerarios cómodos

Tabla 11: Requisito No. 1 Rutas Directas.

Rutas directas	
Principios	Impactos
Trayectos continuos en términos de distancia y tiempo	Reducción en el tiempo de recorrido de ciclistas: <ul style="list-style-type: none"> • Reducción del número de intersecciones donde los ciclistas no tienen preferencia de paso. • Reducción de la frecuencia de detención.

Tabla 12: Requisito No. 2 Trayectos Seguros.

Trayectos seguros	
Principios	Impactos
Evitar accidentes en intersecciones	Se minimizan el número de cruces realizados por los ciclistas, ponderados por el volumen y velocidad del tránsito motorizado que cruza. Se reduce la diferencia de velocidades entre el tránsito ciclista y el motorizado.
Separar tipos de vehículos	En caso de grandes diferencias de velocidad, los ciclistas se separan de los vehículos motorizados.
Reducir velocidad en puntos de conflicto	Se reducen las diferencias de velocidad donde la red cruza con vehículos motorizados.
Los tipos de vialidad deben ser reconocibles	Toda infraestructura debe ser reconocible por parte de todos los usuarios de la vía.
Situaciones de tránsito uniformes	No se deben usar soluciones características de un tipo en otros tipos de vía.

Tabla 13: Requisito No. 3 Red Coherente.

Red coherente	
Principios	Impactos
Red completa (dentro de zona urbana)	La resolución de malla debe ser 500 a 1,000 metros.
Continuidad de rutas	Los centros de barrio y centros atractores de viajes deben estar interconectados.
Vinculación con líneas de deseo	El objetivo es que al menos 70% de los viajes ciclistas puedan hacerse dentro de la red de movilidad en bicicleta.

Tabla 14: Requisito No. 4 Recorridos atractivos.

Recorridos atractivos	
Principios	Impactos
Alta densidad de destinos	Los centros de barrio y centros atractores de viajes deben estar directamente ligados a los itinerarios ciclistas.
Seguridad pública	Las vías en la red, en especial las rutas principales, deben cumplir los requisitos mínimos en términos de seguridad pública. Las rutas más transitadas de la red deben cruzar áreas donde hay suficiente control social de las comunidades.

Tabla 15: Requisito No. 5 Itinerarios Cómodos.

Itinerarios cómodos	
Principios	Impactos
Facilitar la llegada a destinos	Señalización de destinos a centros de barrio y centros atractores de viajes.
Comprensión de la red	Uso óptimo de los hitos y referencias del paisaje urbano para facilitar el mapa mental de los usuarios de la red.

3.4. Incremento de los viajes en bicicleta

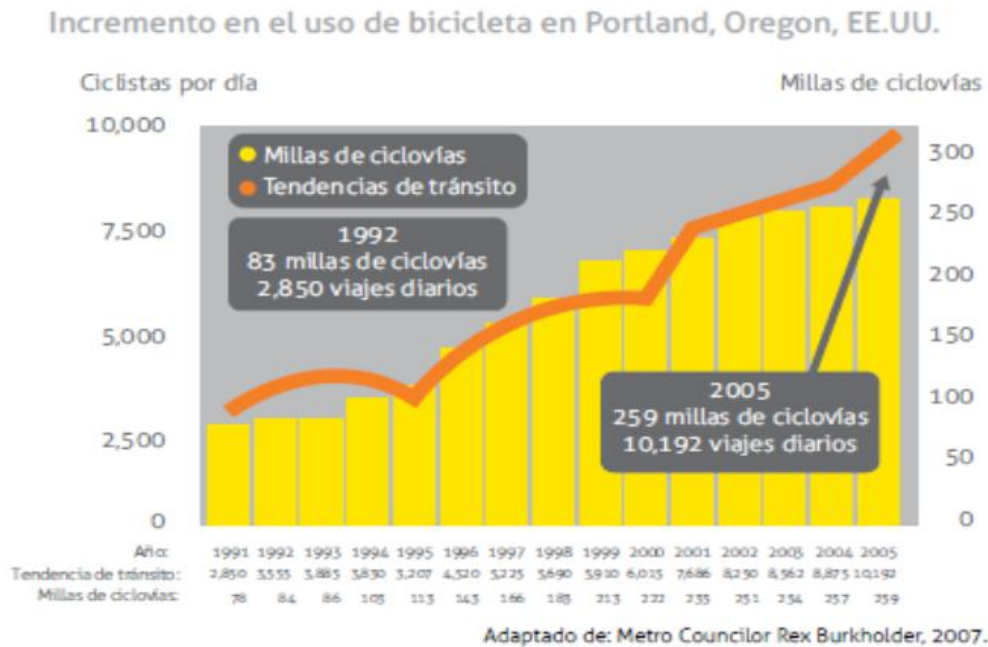
Un proyecto para la implementación de un Sistema de Ciclovías deberá considerar elevar la cantidad de viajes en bicicleta, medido a partir de la línea base identificada de manera previa a su operación.

“Las ciudades mexicanas generalmente cuentan con una participación de viajes en bicicleta cercana al 1% del total de los viajes diarios. Ciudades como León, Guanajuato, y Guadalajara, Jalisco son excepciones donde la participación de la bicicleta corresponde al 3.8% y 3.5% del total de los viajes, respectivamente”.

Experiencias a partir de la elaboración de encuestas Origen – Destino aplicadas en las ciudades de Puebla, Colima y Morelia denotaron para los años 2010, 2011 y 2012 respectivamente, un uso de la bicicleta del 1.5% del total de viajes diarios¹¹.

¹¹ Fuente: LOGIT, Logística Informática y Transporte S. A. de C. V.

Figura 10: Incremento del número de viajes en bicicleta.



Fuente: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. CICLO CIUDADES. Tomo II. Programa de movilidad en Bicicleta.

El manual referido, en la figura 10, recomienda que se entienda que la relación entre kilómetros de ciclovías y viajes en bicicleta no es necesariamente directa.

Establece como ejemplo las ciudades de México y Guadalajara con 56.8 km y 15 km de manera respectiva que a su vez la bicicleta cuenta con el 1% y 3.5% de la participación modal.

Por lo anterior referido, la única forma de saber que un sistema de ciclovías es eficiente es plantear la meta general en términos de viajes en bicicleta y su respectivo incremento a partir de periodos preestablecidos.

La ciudad de Bogotá, Colombia contrario a la ciudad de Guadalajara ha experimentado un crecimiento lento del 1 al 5% en el número de viajes totales a pesar de sus 306 km de ciclovías en un periodo de 12 años (1998-2010).

CAPITULO IV. Análisis físico, funcional y operacional relacionado con la movilidad urbana

4.1. Expansión empírica del área de estudio

El proceso de crecimiento urbano de la ciudad de Puebla, esencialmente ha evolucionado de manera radical en toda su periferia, propiciando una “pseudo” conurbación física entre los municipios de San Andrés Cholula y Puebla. Considerando para el caso de estudio la zona sur del municipio de Puebla, gran parte de su traza urbana e infraestructura vial, presenta falta de comunicación vial directa entre los diferentes asentamientos humanos que convergen, dicha situación es consecuencia de la falta de planeación urbana y ordenamiento del territorio.

La estructura urbana actualmente es consecuencia de la demanda de espacios para realizar determinadas actividades y la relación funcional para uso y aprovechamiento en el sistema complejo del municipio de Puebla y San Andrés Cholula, dicha organización espacial está constituida por los componentes de suelo, vialidad y transporte, equipamiento, infraestructura, espacios recreativos, vivienda, etc.

La forma física de la ciudad de Puebla, en gran parte de su extensión territorial ha crecido sin tomar en cuenta la forma natural del territorio y la opinión de los ciudadanos, lo cual sin duda alguna ha traído consecuencias graves, como asentamientos irregulares; por un lado el crecimiento poblacional es una presión constante en el proceso expansivo de la ciudad, el cual determina una mayor demanda de servicios, equipamiento e infraestructura para su progreso y expulsa a la periferia a la población; y por otro lado el abastecimiento de estos genera una ocupación de áreas naturales y la desarticulación vial, lo cual origina sinuosidad en el trayecto e incremento en el tiempo de recorrido del mismo.

El Periférico Ecológico, construido para delimitar y contener el crecimiento urbano de la ciudad, en la actualidad ha sido excedido por desarrollos habitacionales ubicados fuera de los límites de esta vía, tales como el Fraccionamiento Los Héroes Puebla y Lomas de Angelópolis, entre otros.

Por ende es transcendental impulsar condiciones que consientan brindar una adecuada estructura urbana y uso de suelo, a fin de evitar una especulación que propicie

asentamientos irregulares y con ello la ocupación de espacios para la preservación ecológica y derechos de vías.

Factores de expansión empírica:

Fraccionamientos: Adquisición de terrenos ejidales a bajos costos para los constructores, los cuales lotificaron y edificaron viviendas unifamiliares. Los fraccionamientos demuestran la desconexión vial y el aislamiento urbano.

Urbanización irregular: Autoconstrucción de viviendas sin permisos y sin títulos de posesión de propiedad.

Intereses económico-político: Permisos de construcción fuera de las leyes y normativas municipales, que incentivan el crecimiento del suelo urbano desordenado.

Falta de planeación urbana: La “pseudo” conurbación del municipio de Puebla con el municipio de San Andrés Cholula se aceleró luego de la Declaración de Reserva Territorial Atlixcáyotl en 1993, generando la edificación de zonas habitacionales, comerciales y servicios destinados a cierta élite social, determinando una centralidad exclusiva, excluyente y auto-segregada con la zona sur del municipio de Puebla.

Si consideramos que el crecimiento urbano para el municipio de Puebla fue de 200.42 km² entre 1970 y 2005, en un lapso de 35 años, podemos determinar que la zona de estudio podría tener el mismo efecto, siempre y cuando las premisas que impulsan este proceso urbano expansivo no cambien, es decir, la superficie urbana sería de 332.87 km² aproximadamente¹² para el año 2045.

¹² Reyes R., Fernández de Lara C. & Tapia R. (2011). *“Arquitectura, urbanismo y territorio. Una visión actual”*. Puebla, Pue. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección de Fomento Editorial. P. 77.

Tabla 16: Incremento de la superficie urbana del Municipio de Puebla.

Superficie urbana del municipio de Puebla 1970 - 2005		
Año	Superficie urbana Km²	Porcentaje
1970	22.83	100%
2005	223.25	977%

Fuente: Elaboración propia, en base a la estimación realizada de CUPREDER para el municipio de Puebla.

Tabla 17: Proyección de la superficie urbana de los municipios de Puebla y San Andrés Cholula para el año 2045.

Superficie urbana del área de estudio 2010 - 2045		
Entidad Municipal	Superficie urbana km²	
	Año 2010	Año 2045
Municipio de Puebla	28.64	280.06
Municipio San Andrés Cholula	5.40	52.81
Total	34.04	332.87

Fuente: Elaboración propia, en base a la estimación realizada de CUPREDER para el municipio de Puebla.

El proceso de crecimiento urbano actual, ha generado diferentes problemas de tipo territorial, como una movilidad urbana desconectada tanto entre las localidades del área de estudio, como la conexión con las diferentes colonias del municipio de Puebla y área conurbada. Esto debido al trazo vial construido conforme a los asentamientos humanos irregulares y no en base a una planeación urbana; por ello de no considerar las medidas pertinentes, puede incrementarse el caos vial.

La zona sur del municipio de Puebla, en los últimos años ha dado lugar a un considerable crecimiento sin control, ocupando terrenos ejidales, invadiendo derechos de vías, así como los márgenes del río Atoyac, propiciado por la ocupación irregular de algunos movimientos sociales.

Por tanto, es importante remarcar que dadas las características geográficas del área de estudio, hay zonas no propias para el desarrollo urbano, como zonas vulnerables y de conservación del área natural protegida, las cuales deben evitar su uso, para permitir la sustentabilidad.

En los años sesenta, como parte de las políticas del municipio de Puebla, “Decreto por el cual se suprimen los municipios de San Jerónimo Caleras, San Felipe Hueyotlipan, San Miguel Canoa, La Resurrección y Totimehuacán, los que se anexan al municipio de Puebla”. Aprobado por el H. XLI Congreso del estado de Puebla, el jueves 6 de septiembre de 1962; publicado el 30 de octubre de 1962 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado libre y soberano de Puebla y que entró en vigor el 15 de febrero de 1963¹³. Los límites del municipio se ven modificados, incrementado la superficie territorial, dada la anexión de 17 juntas auxiliares colindantes, en el caso particular de la zona sur del municipio de Puebla se adhieren San Andrés Azumiatla, San Francisco Totimehuacán, San Baltazar Tétela, Santo Tomás Chautla y San Baltazar Campeche. (Ver Figura 11)

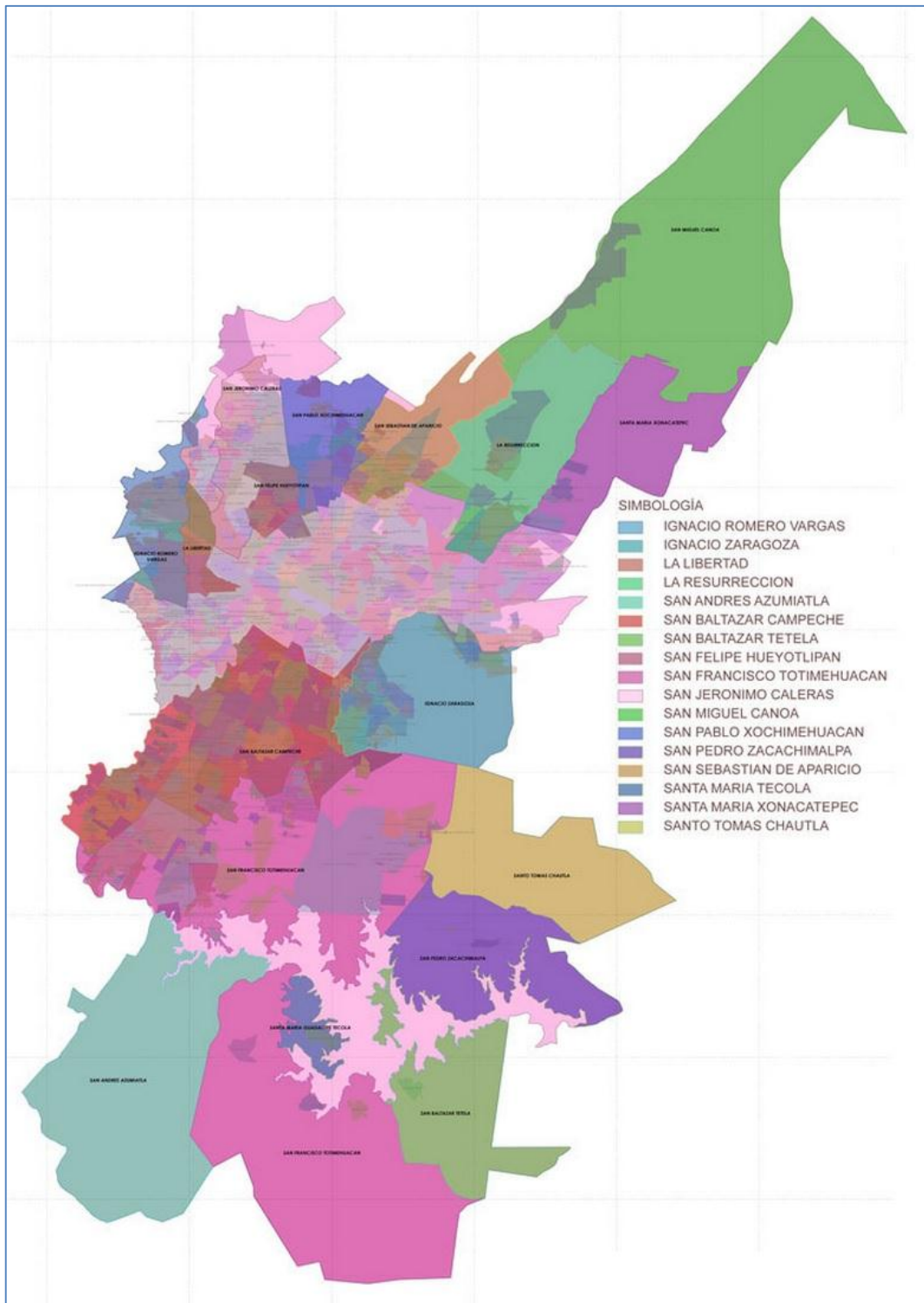
En la década de 1990 - 2000, la construcción del Periférico Ecológico, en vez de contener el crecimiento urbano, ha sido el principal eje del crecimiento inducido por inversiones urbanas para desarrollos habitacionales, comerciales, de servicios, por ello, dicha zona presenta durante los últimos años, cambios considerables en el uso del suelo.

Por tanto todo el proceso de crecimiento urbano desordenado ha propiciado un mayor número de viajes – persona por día, un aumento del parque vehicular (automóviles particulares, taxis y transporte público), los cuales transitan por vialidades locales, generando conflictos viales en la movilidad.

¹³ García, H. (Septiembre 6, 2012). “A 50 años...” Abril 24, 2015. De La Jornada de Oriente, Puebla. Sitio web: http://www.lajornadadeoriente.com.mx/columna/puebla/opinion/a-50-anos_id_13139.html

En dicho artículo se hace mención a las fechas y generalidades de dicho Decreto.

Figura 11: Delimitación de las juntas auxiliares del municipio de Puebla



Fuente imagen: H. Ayuntamiento de Puebla 2014-2018. (2015). "Juntas Auxiliares". Abril 24, 2015. Sitio web: <http://www.pueblacapital.gob.mx/juntas-auxiliares>

4.2. Configuración del Territorio y el ámbito urbano

El área de estudio se encuentra inmersa en los municipios de Puebla y San Andrés Cholula, ambos pertenecientes a la entidad de Puebla y su Zona Metropolitana, con una superficie total de 34.04 km² de la cual 28.64 km² corresponden al primero y 5.40 km² al segundo. Dicha superficie está integrada por Colonias, Unidades Habitacionales así como fraccionamientos, donde algunos son de carácter exclusivo, mientras otros son de nivel socioeconómico bajo.

Forma parte de lo que alguna vez se prefiguró como el Sector Urbano Sur de la ciudad de Puebla¹⁴, el cual agrupaba varias zonas y cuyo límite comprendía el Circuito Interior hoy día denominado Circuito Juan Pablo II y se prolongaba su superficie hacia la parte sur del municipio.

Era el más grande en lo que refiere a superficie y la estrategia urbana consideraba la reorganización de sus funciones, para darle menor dependencia del centro urbano (Centro Histórico), de esta forma se previó en el Programa de Desarrollo Urbano del año 1991 dotar de infraestructura vial y equipamiento urbano, mismo que no ha sido concretado hasta la fecha.

Dentro de esta zonificación se definieron los subcentros urbanos, como las áreas complementarias al Centro Urbano, que presentan menor jerarquía, radio de influencia, y cuya atención de población sería alrededor de los 150,000 Hab concentrando de esta manera el mayor número de actividades urbanas y de servicios, favoreciendo el establecimiento de grandes unidades comerciales, y ofertando a la población servicios de menor nivel con mayor frecuencia de uso.

Una característica peculiar debía tener este tipo de jerarquía, convenía ubicarse en zonas en proceso de consolidación o con posibilidades de serlo en las zonas de crecimiento. De esta manera el instrumento de planeación consideró el establecimiento de 10 subcentros, de los cuales 1 se localiza dentro del área de estudio y se denomina Agua Santa (nueva creación).

¹⁴ Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puebla. H. Ayuntamiento de Puebla 1991.

La estructura urbana del área de estudio que pertenece al municipio de Puebla corresponde en su mayoría a la forma ortogonal, la cual se presenta discontinua y con cambios en los ángulos a partir de los ejes radiales.

Por otra parte la superficie correspondiente a San Andrés Cholula presenta una morfología orgánica con formas curvas, pero que representan continuidad en su estructura. Aunque ésta última no se encuentra conectada a la red vial del municipio de Puebla (dentro del área de estudio).

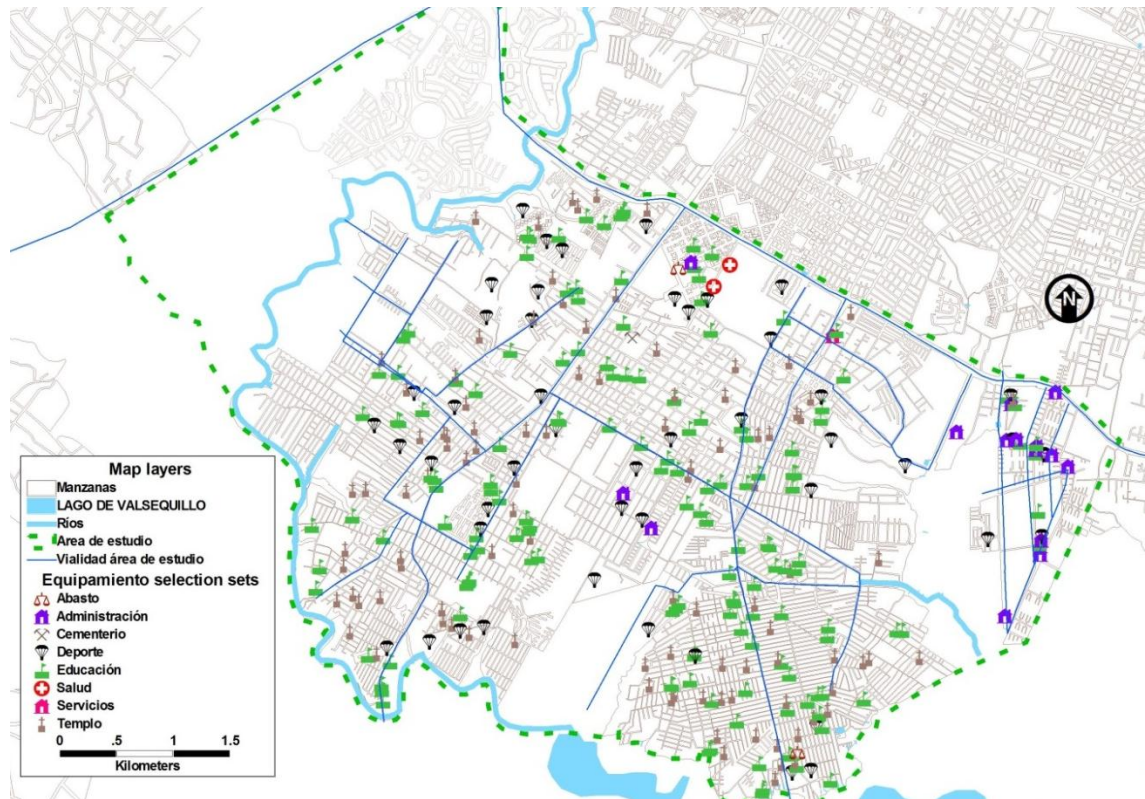
En relación al Equipamiento Urbano al que denominaremos como el conjunto de edificios, instalaciones y espacios abiertos acondicionados, donde la comunidad efectúa actividades distintas o complementarias a la habitación y trabajo, en estos se proporciona a la población diversos servicios de bienestar social y de apoyo al desarrollo individual y social, además de construir los espacios físicos para realizar gestiones y trámites administrativos necesarios para la comunidad. (ver imagen 12).

Este presenta un déficit considerable de sus elementos en el área de estudio respecto a la relación entre el elemento y el Núcleo de servicio. Por lo que la población tiene que viajar en mayor distancia y tiempo para su desarrollo individual y social. La carencia de estos elementos se puede observar en las tablas del numeral, 5.3. Concentración del Equipamiento en función al Núcleo de Servicio y la Vialidad (Capítulo V).

Los elementos que predominan respecto al Equipamiento Urbano relacionado con el subsistema de educación, son Escuelas Jardín de Niños, Primarias, Secundarias, Preparatorias, Centro de Desarrollo Comunitario DIF, canchas deportivas, los demás elementos que por norma deberían existir se encuentran carentes.

Por otro lado, los elementos que se encuentran cubiertos de manera normativa a partir de la función del Núcleo de Servicio (es decir por tratarse de un Subcentro urbano el área de estudio) son el Hospital General SSA, Hospital de la Mujer y el Cine operado por la empresa Cinépolis.

Figura 12: Ubicación del equipamiento urbano en la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia a partir de información Geográfica del INEGI.

4.3. Conectividad y continuidad de la red a partir de las barreras existentes

El área de estudio presenta una variedad de Barreras en su entorno urbano, desde la Barrera franqueable y natural situada entre el municipio de Puebla y San Andrés Cholula hasta la artificial.

Estas barreras presentan diferencias en relación a su dimensión pero su principal impacto a la movilidad, se relaciona con el obstáculo que representan para el tránsito peatonal, ciclista, vehicular y del transporte público.

Las condiciones topográficas e hidrológicas son factores influyentes en el proceso de conectividad y continuidad de una red vial, por lo que requieren considerarse durante su etapa de planeación futura dentro de las áreas de reserva urbana, señaladas en los instrumentos de planeación, de tal manera que se garantice durante el proceso de expansión de la ciudad la inclusión de un sistema vial incluyente, jerarquizado, capaz de albergar los

espacios destinados a al transporte motorizado y no motorizado, acordes con las necesidades de desplazamientos de la población.

Barrera Franqueable

La demarcación política entre Puebla y San Andrés, representada al mismo tiempo por el río Atoyac, da pie a una parcial conurbación y al mismo tiempo, una pobre comunicación y conectividad.

Barreras Naturales

La principal Barrera de este tipo se conforma por la extensión del río Atoyac, con 11.89 km (dentro del área de estudio), segregando ambos municipios.

A lo largo del afluente, solo existe un puente para comunicar ambas localidades, situado sobre el Periférico Ecológico y el río Atoyac (vialidad de acceso controlado), existe un segundo pero su función permite la conexión con el mismo municipio de Puebla hacia la parte sur, construido sobre la 11 sur a la altura de la colonia Cabañas de Santa María (vialidad Primaria).

Lo anterior significa que para viajar a San Andrés únicamente se puede acceder a través de una vialidad como el Periférico, cuya función se apega a la conducción del tránsito regional, lo que merma su capacidad en el tramo comprendido entre la 14 sur y la Vía Atlixcáyotl, esta presión a la infraestructura surge a partir de las condicionantes existentes.

Las recomendaciones sobre la conformación de la estructura vial establecen que deberá construirse una vialidad primaria a cada 1.5 km, situación que no existe dentro de este entorno en sentido longitudinal y que decir en el transversal, es nula.

En una distancia de 4.5 km paralela al Anillo Periférico Ecológico no se encuentra ninguna arteria principal la cual integre y/o comunique ambas ciudades. De tal manera que mientras en la parte de la capital estatal se construyó vivienda popular, dúplex, multifamiliares y vivienda de autoconstrucción, en la zona correspondiente a Cholula, se fraccionaron viviendas semi-residenciales.

Dicho límite es hasta el día de hoy un obstáculo en el proceso de conurbación entre estos dos centros de población. (Ver Figura 13).

De haberse considerado la norma de SEDESOL debería existir un eje primario a tan solo 1.5 km lo que significa que posterior a la vía de acceso controlado, debieran existir 4 ejes subsecuentes de manera paralela.

A lo anterior se suma la localización hacia la parte sur de la poligonal de estudio, la presa Manuel Ávila Camacho conocida por la población como el lago de Valsequillo la cual representa otra barrera natural para la superficie estudiada, toda vez que interrumpe la comunicación con las áreas de reserva urbana localizadas al sur de esta, dejando como única posibilidad de conexión el eje de la prolongación de la 11 sur.

La presencia de arroyos y afluentes menores los cuales desembocan hacia el lago, son otra de las condicionantes por las que existen laderas y lomeríos lo que impide dar continuidad de manera eficiente la red vial.

Figura 13: Ubicación del Río Atoyac, visto como barrera franqueable y natural en la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth.

Barreras Artificiales

El tramo del Anillo Periférico Ecológico dentro del área de estudio, conforma una barrera lineal artificial entre la inmediata zona norte y sur, debido en primera, a la función de la vialidad, segunda y principalmente al déficit de infraestructura vial de conectividad.

Respecto a dicha infraestructura, era necesario prever la construcción de un distribuidor en forma de trébol en la intersección de la Av. 11 sur y el Periférico, lo cual no fue posible debido a que ya se encontraban edificados los fraccionamientos de Agua Santa y San Bartolo lo que imposibilitó su implantación. Quedando únicamente un paso superior sobre el eje del anillo que atraviesa la 11 sur.

La misma falta de planeación se presenta en la intersección de la 16 de septiembre y el Periférico existiendo en la actualidad un paso superior sobre la primera vialidad en sentido sur – norte.

Las mismas circunstancias se presentan en la Prolongación de la 14 sur y esta vía de acceso controlado.

En relación a las barreras por polígonos, se encontraron diversos tamaños y usos del suelo. El polígono de 700m x 720m comprende una superficie de 50.40 ha, el cual desde su concepción originó discontinuidad y una falta de previsión en la dosificación de vialidad. Esto es debido a que dicha superficie se delimita a excepción del periférico por vialidades de reducida sección como de tipo secundaria (colectora).

Alberga el Hospital General, Centro Escolar Gustavo Díaz Ordaz, Hospital de la Mujer y Plaza Centro Sur donde se localizan cadenas comerciales como Wall Mart de México, SAM's Club, The Home Depot, entre otras.

Así mismo los Fraccionamientos cerrados representan una barrera en la estructura urbana porque se encuentran dispersos de manera desordenada, imposibilitando la continuidad y conectividad de la red vial primaria y secundaria principalmente. (Ver Figura 14).

Figura 14: Barreras que influyeron en la conformación de la red vial en la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth.

4.4. Jerarquía y proporción de la red vial existente

El área de estudio se encuentra estructurada y organizada por una red de vialidades a las cuales se les clasificó por su función, entre las que se encontraron:

- I. Vialidad Acceso Controlado
- II. Vialidad Primaria
- III. Vialidad Secundaria
- IV. Vialidad Local

Esta categorización permitió identificar la existencia de las vialidades dentro del área de estudio, sin embargo, destaca el hecho de no encontrarse en la proporción recomendada por el marco normativo. Por lo que existe un déficit tanto de vialidades primarias, como de secundarias, en el área de estudio y contrario a esto se presenta un superávit de vialidades locales.

Entonces, esto último caracteriza al territorio estudiado, como un espacio donde la baja capacidad de sus vialidades tiene que hacer frente a un tránsito, que por su magnitud requiere de una estabilización en la proporción de su estructura vial.

Lo anterior se demuestra con la existencia de tres vialidades principales o primarias, al poniente, la prolongación de la 11 sur; hacia la parte central la 16 de septiembre y al oriente la prolongación de la 14 sur, mismas que se extienden de manera radial hacia la zona central de la ciudad de Puebla en sentido norte – sur.

La 11 sur presenta una variación en su sección transversal a lo largo del eje, pero siempre se mantiene la distribución de los tres carriles por sentido, sin embargo la sección de la 14 sur y 16 de septiembre disminuye, a partir de la 121 poniente y en la intersección con la prolongación de la 3 sur, de manera respectiva, a una sección de tipo secundaria.

Respecto a la vialidad colectora o secundaria se encontraron una serie de ejes de forma esparcida sin conexión y articulación.

Para el caso de las vías primarias se encontró un total de 14.00km, la red secundaria conformó 39.42km y la red local abarca 568.82km los cuales representan el mayor porcentaje del total. Ver Tabla 18.

Lo que significa incrementar el porcentaje de vialidades primarias en el área de estudio 2% en la actualidad a 20% en el largo plazo, de igual forma con la red secundaria de 6% a 15%. (Ver Tabla 19).

Tabla 18: Número de Kilómetros que conforman la actual red vial, clasificados por su función.

Tipo Vialidad	Área de estudio (km)
Acceso Controlado	6.63
Primaria	14.00
Secundaria	39.42
Local	568.82
Total	628.87

Fuente: Elaboración Propia a partir del Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano.

Tabla 19: Proporción actual de la red vial urbana en la zona sur de la ciudad de Puebla.

Tipo Vialidad	% Km. de la red vial	% recomendado
Acceso Controlado	1	5
Primaria	2	20
Secundaria	6	15
Local	90	60
Total	100	100

Fuente: Elaboración Propia a partir del Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano.

4.5. Demanda de transporte

Dentro del área de estudio se realizan un total de 352,737 viajes/día, de los cuales el 50% se realiza en transporte privado, el 48% en transporte público y el 2% restante en otro medio de transporte como o bicicleta. La presente demanda, puede modificarse si se construyen ciclovías y estas se relacionan con el equipamiento de Barrio, podría incrementarse e indicador o aumentar el número de viajes en bici.

Destacan geográficamente los fraccionamientos con mayor densidad de población y vivienda, como parte de la demanda de transporte y que se localizan dentro del área de estudio, particularmente en 3 de las 27 zonas con mayor generación y atracción de viajes¹⁵, concentrando un 9.9% del total de viajes de las 27 zonas referidas y que corresponde a 632,948 viajes generados. (Ver tabla 20 y Figura 15)

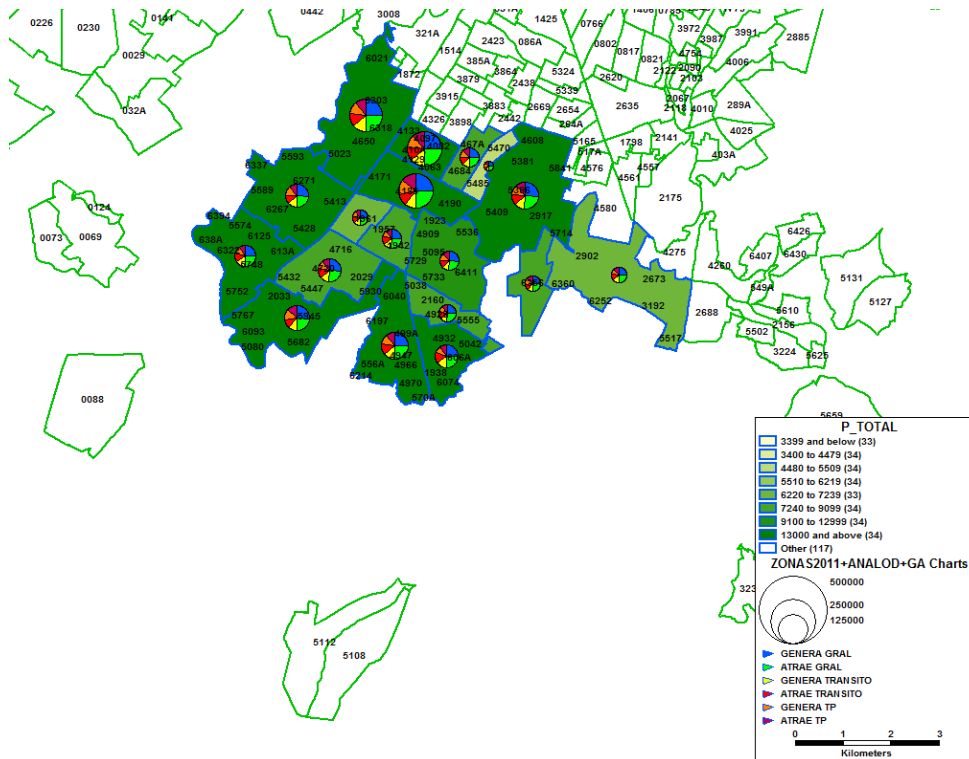
Tabla 20: No. de viajes de las 3 zonas más importantes de la zona sur de la ciudad de Puebla.

Nombre de la Zona	Población total	Total de viviendas habitadas	Generación transporte público	Atracción transporte público	% de Viajes Generados en la Zona
Zona INFONAVIT Agua Santa	20,693	5,087	22,361	22,800	3.90%
Zona de INFONAVIT San Bartolo	28,443	7,074	18,165	18,765	3.20%
Zona de INFONAVIT Mayorazgo - San Francisco Mayorazgo	25,377	6,806	16,120	16,141	2.80%
TOTAL	74,513	18,967	56,646	57,706	9.90%

Fuente: Programa Sectorial de Movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

¹⁵ Zonificación realizada para la aplicación de la encuesta Origen – Destino desarrollada para elaborar el Programa Sectorial de Movilidad Urbana de la Zona Metropolitana de Puebla. Secretaría de Transportes del Estado de Puebla. 2011. Elaborado por LOGIT, Logística Informática y Transporte, S. A. de C. V.

Figura 15: Generación y atracción de viajes en la zona sur de la ciudad de Puebla.

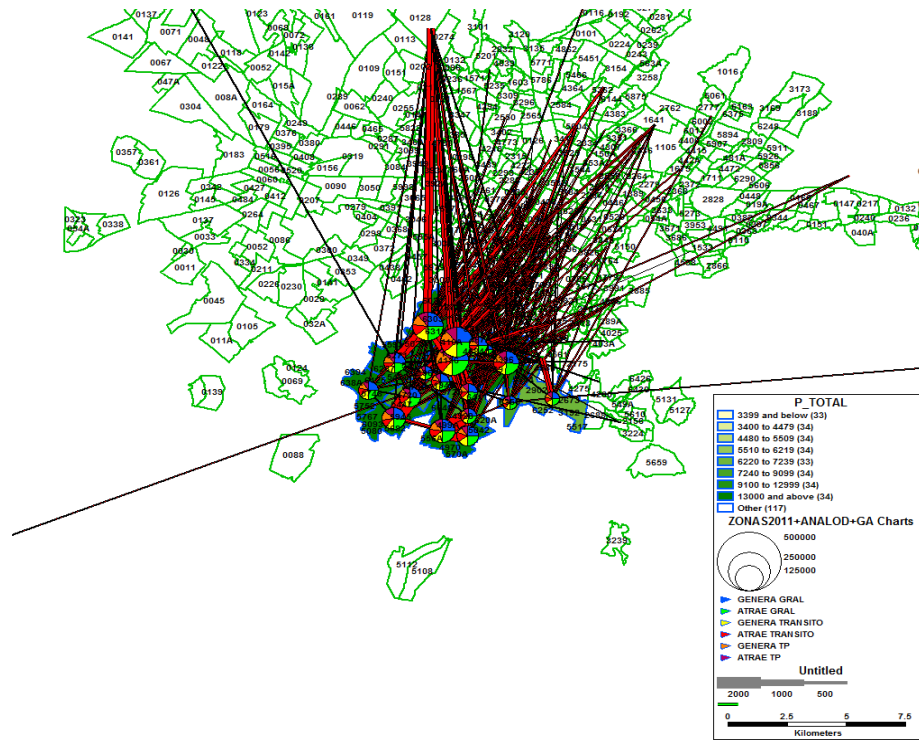


Fuente: LOGIT, Logística Informática y Transporte, S. A. de C. V.

4.5.1. Deseos de viajes en el entorno urbano

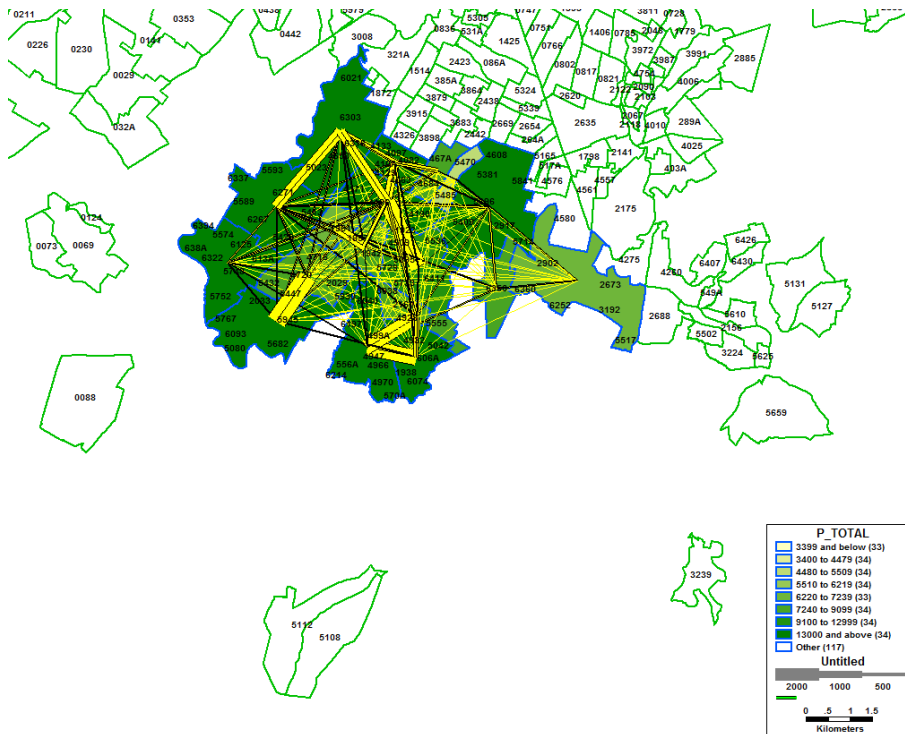
La falta de Centros de trabajo (Zonas Industriales, Oficinas), Abasto (Central de Abasto), Equipamiento Urbano perteneciente al Núcleo de Servicio (Centro Vecinal y Centro de Barrio, así como algunos elementos relacionados con el Subcentro Urbano ha propiciado que los habitantes encuentren cubrir sus necesidades fuera de la poligonal de estudio, concentrándose principalmente en los parques Industrializados localizados al norte de la ciudad de Puebla, (Parque FINSA y Planta Automotriz VW), la Central de Abasto, Mercado Hidalgo, Central de Autobuses (CAPU), Plaza Dorada, Angelópolis y el Centro Histórico, (Ver Figura 16) sin embargo entre los polos con mayor atracción de viajes situados al interior de la poligonal, representados por las líneas de deseo de viajes, se encuentran: el Hospital General, Plaza Centro Sur, mercado de San Ramón 3ª sección, Centro Comercial La Gran Bodega, Bodega Aurrera, Iglesia de San Judas (Ver Figura 17).

Figura 16: Líneas de deseo fuera de la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: LOGIT, Logística Informática y Transporte, S. A. de C. V.

Figura 17: Líneas de deseo en la zona sur de la ciudad de Puebla



Fuente: LOGIT, Logística Informática y Transporte, S. A. de C. V.

4.6. Uso de transporte público

El presente apartado muestra datos relacionados con los medios de transporte ofertados y la infraestructura vial existente.

Para desempeñar la actividad de movilidad al interior y exterior de la zona de estudio, los habitantes pueden emplear vehículo particular, transporte público, bicicleta así como los vehículos de carga pertenecientes al servicio mercantil, (mudanza, gas, agua, refresco, materiales de construcción, abarrotes, abasto, etc.).

Todos los vehículos señalados confluyen en la red vial al mismo tiempo, tanto en vías primarias como secundarias, sin que exista una sección acorde con las necesidades de desplazamiento, las velocidades y el tamaño de vehículo, anteponiendo ante todo la seguridad de los usuarios.

Es decir, los habitantes realizan viajes desde su vivienda con una longitud de 0.50 km, hacia la tienda de abasto básico, en otros casos un viaje de 4.00 km con destino al centro comercial, Hospital General y/o Centro Escolar, hasta llegar a viajes de 15.00 km o más (centros de trabajo con actividad industrial y/o empresarial). Todos ellos desarrollados sobre el mismo espacio en la vialidad sin jerarquía, sin que represente importancia la distancia, tamaño y velocidad del vehículo.

Hoy en día las necesidades de desplazamiento son diferentes, sobre todo, porque cada día, más personas hacen usos de la bicicleta como medio de desplazamiento. No debe dejar de observarse, el 48% del total de viajes, se realiza en transporte público, lo cual es representativo y a favor del transporte público, esto a partir de que en ciudades del norte del país se refleja con un 25%¹⁶. Esto hace importante considerar, para la etapa de planeación estratégica, un espacio propio dentro de la estructura vial, para ambos medios de transporte. Sin embargo la red vial propia para estos vehículos deberá considerar la integración de las áreas habitacionales (preferentemente de mediana y alta densidad) y áreas de servicios y equipamiento urbano con núcleos de servicio de tipo, “centro vecinal” y “centro de barrio”, por lo que deberán modificarse las secciones de las vialidades a partir de estos hechos.

¹⁶ Fuente: LOGIT, Logística Informática y Transporte S. A. de C. V.

Destaca la ausencia de ciclovías dentro del área de estudio, a pesar de que se realizan de manera diaria 7,055 viajes en este medio, por otro lado existe un total de 15.24 km. de infraestructura para ciclistas inmersos en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, áreas semi-residenciales y residenciales, parques recreativos así como en uno de carácter regional (Parque Ecológico), además del Parque Lineal (Vía Atlixcáyotl).

Esta falta de espacio para la segregación del tránsito motorizado y no motorizado es uno de los principales problemas en lo que refiere a la administración y configuración del tránsito además de la red vial, es decir en el proceso de optimización de una red vial, la agrupación del transporte público en carriles preferenciales y/o exclusivos, y la dotación de un espacio exclusivo a la bicicleta son factores determinantes en el proceso de eficiencia del sistema de movilidad.

El porcentaje actual de uso de la bicicleta para realizar viajes (2%) podría incrementarse, si existieran ciclovías y además una oferta de equipamiento urbano y servicios conforme se encuentra señalado en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, de tal manera que se cubrieran las necesidades de los habitantes en su ámbito local sin tener que viajar a un lugar más lejano, para el que se requiere mayor consumo energético, tiempo y costo para desplazarse.

Es decir para que la relación entre Equipamiento Urbano y red vial jerarquizada continua y accesible sea eficiente deberán las instancias de gobierno desde la etapa de planeación establecer los Núcleos de Servicios (Centros Vecinales, Centros de Barrio y Subcentro Urbano), lo que significa colocar los servicios a una distancia promedio de 3.00 km idónea para la realización de viajes en bicicleta, lo que significa integrar una red propia para este tipo de vehículo.

4.6.1. Accesibilidad al transporte

La accesibilidad al transporte consiste en facilitar al usuario la llegada a los vehículos del servicio público. Por lo que una red de transporte público eficiente, es aquella que minimiza el tiempo de caminata y el de espera del vehículo, por lo tanto se relaciona con la cobertura física de la red, la frecuencia e intervalo de paso.

Dentro del área de estudio se identificó la cobertura de la red de transporte, señalándola a partir de 400 m al exterior del eje (por donde circula una ruta de transporte público que tiene como destino el centro de la ciudad y la zona norte de la ciudad de Puebla), lo que permitió identificar las áreas urbanas con accesibilidad al transporte la cual comprende el 95% del territorio. El 5% restante representa que los usuarios tengan que recorrer hasta 600m o más para abordar un vehículo de alguna ruta (Ver Figura 18). Lo anterior significa un problema en relación a la accesibilidad y distribución de la oferta de rutas de transporte público.

Composición del parque vehicular

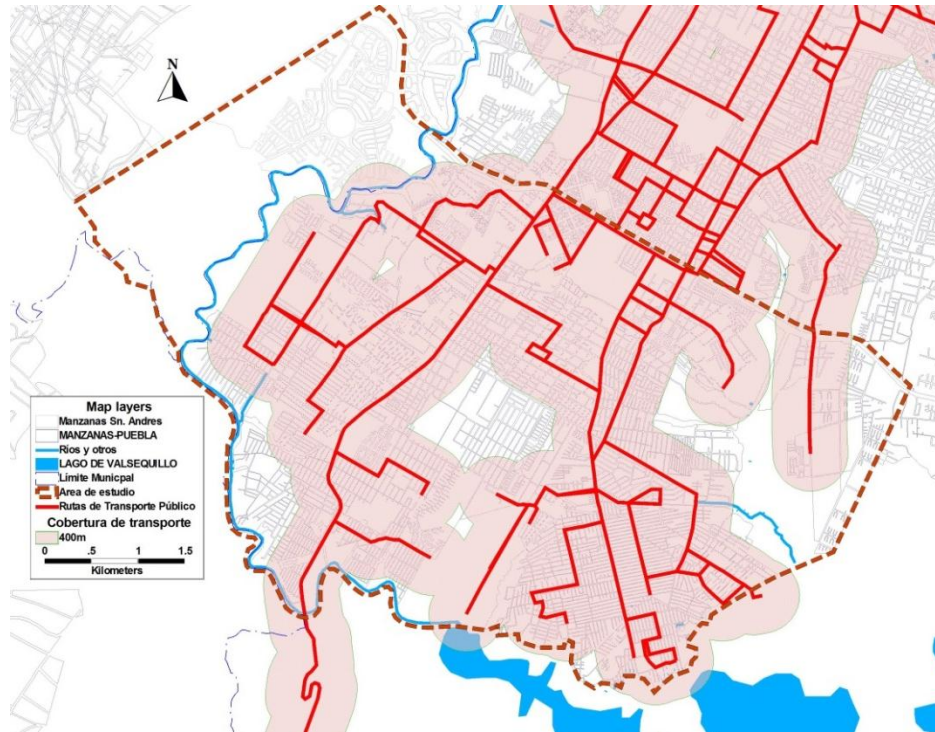
La presencia del transporte público está representada por 23 agrupaciones de las que se derivan un total de 46 rutas, compuestas por un total de 930 vehículos de los cuales 48.71% son autobuses, 2.15% minibus, 36.34% microbús, 0.32% Macro van y 11.72% Van. (Ver Tabla 20 y Figura 19). Destaca en la composición del parque vehicular, el cual opera dentro de la cuenca 11 sur, su elevado número de vehículos de mayor capacidad en comparación con otra cuenca, e inclusive, con la suma de todas las cuencas que conforman la zona metropolitana de Puebla. (Ver Tabla 21).

Tabla 21: Porcentaje de vehículos por modalidad, que operan en las rutas de transporte público en la zona sur de la ciudad de Puebla.

Tipo veh.	Capacidad		Cuenca 11 sur (%)	Todas las cuencas ZMP (%)
Van	13	16	8.88	30.00
Macrovan	21	23	0.22	1.00
Microbús	23	25	45.17	32.00
Minibús	31	33	1.30	4.00
Autobús	38	41	44.44	33.00

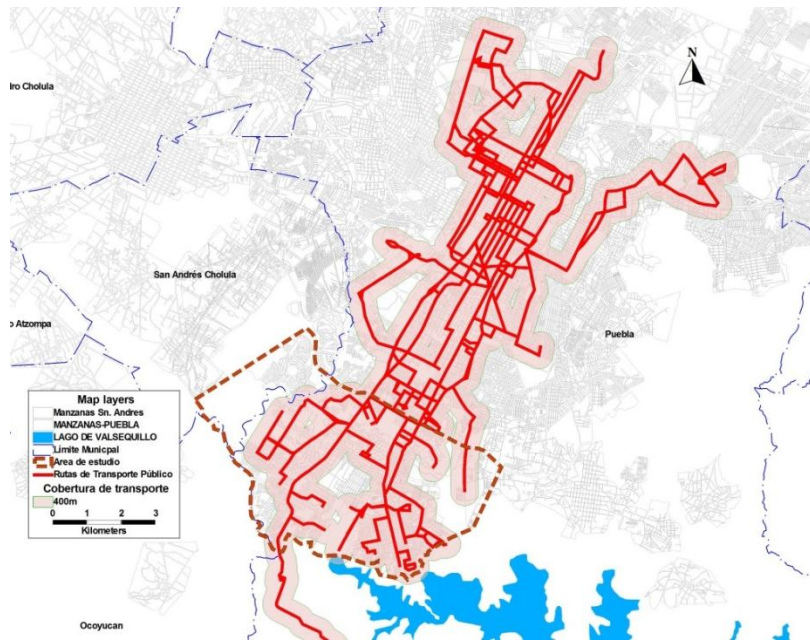
Fuente: Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Figura 18: Áreas con eficiente accesibilidad al transporte público en la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Figura 19: Rutas de transporte público pertenecientes a la cuenca 11 norte – sur.

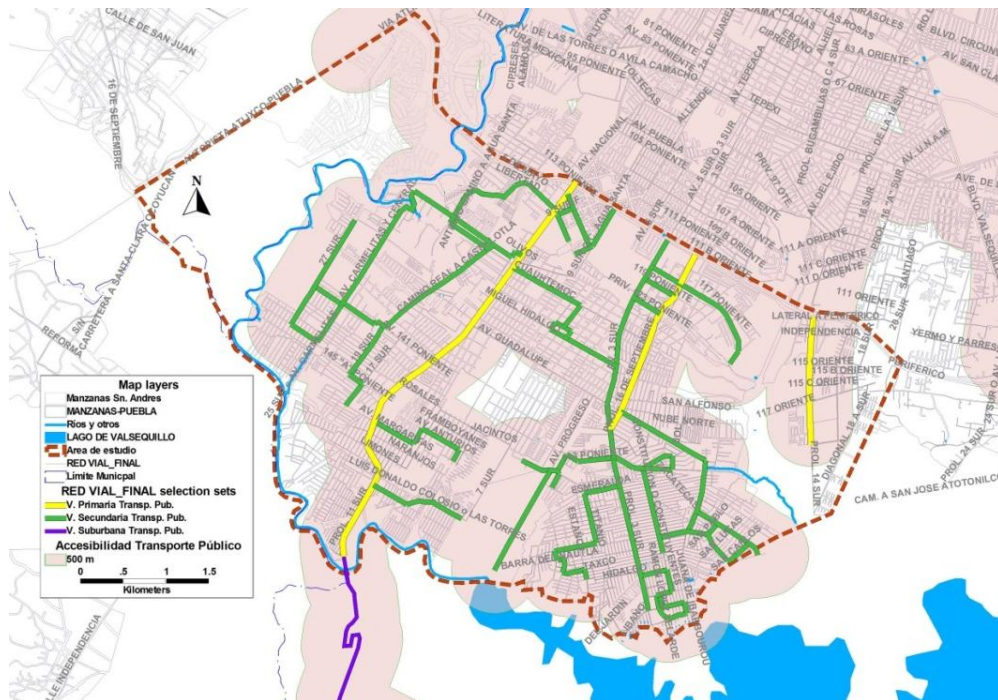


Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

4.7. Red de transporte en función a la red vial existente

El transporte público circula a lo largo de vialidades de tipo primaria, secundaria y suburbana, en la siguiente proporción. Para la primera clasificación se destina 9.16 km, en relación a la arterias secundarias se ocupan un total de 38.97 km finalmente para viajes suburbanos se opera en 6.81 km aunque esta última vialidad no presenta carga vehicular considerable ostenta una sección conformada únicamente por dos carriles uno para cada sentido sin acotamiento. (Ver Figura 20).

Figura 20: Vialidades primarias y secundarias en las que opera el transporte público, dentro de la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las características físicas de esta red (situación actual) presenta una variación en la composición de su sección, la cual no corresponde a la establecida tanto en el marco normativo como en el teórico. Por tanto se encontró que para el caso de las vialidades de tipo local y secundaria, se presenta una sección promedio de 12 m, siendo que para una vialidad secundaria se deberán considerar de 20 a 30 m, y el caso de las vialidades primarias existe una sección promedio de 27 m siendo el tamaño óptimo en un rango de 30 a 40 m.

Por otro lado respecto a la configuración longitudinal de la red vial, se observó que los ejes primarios y secundarios no presentan el espaciamiento recomendable mismo que debería ser para los primeros de 2.50 km a 3.00 km y para los segundos de 1.00 km a 1.50 km.

Como se aprecia en la imagen anterior no existen vialidades primarias localizadas de manera transversal dentro de la poligonal de estudio, debido a que el crecimiento de la red solo se avocó a conservar la continuidad de los ejes radiales (11 sur, 16 de septiembre, y 14 sur). A pesar de que en el año de 1991 el Programa de Desarrollo Urbano identificaba la reducida sección de la red vial aunado a *Traza vial irregular, Carencia en la uniformidad geométrica de la Red y esta no se extendía convenientemente a zonas periféricas*, **hizo falta el establecimiento de un manual normativo pero principalmente con carácter de ley, que estableciera las directrices para la conformación de las secciones viales a partir de la función de las vialidades y su espaciamiento para entretejer una red funcional, con los atributos de continuidad, accesibilidad y eficiencia.**

Posterior a este hecho se conformaron manuales solo a nivel normativo, pero los desarrolladores de vivienda no consideraron las recomendaciones y la autoridad reguladora del desarrollo urbano, no fiscalizó y procuro que se observaran las recomendaciones ya establecidas por la SEDESOL ahora denominada SEDATU.

De manera complementaria y en relación a este problema padecido por varias ciudades del país, principalmente las consideradas como metrópolis, ciudades grandes y medias, (zona Metropolitana de Puebla, Zona Metropolitana de Colima Villa de Álvarez, Zona Metropolitana de Morelia, Ciudad Juárez, Cuernavaca, entre otras) se puede asegurar que presentan el mismo problema, así lo señalan sus Planes de Movilidad elaborados en los últimos cinco años.

4.8. Características del tránsito

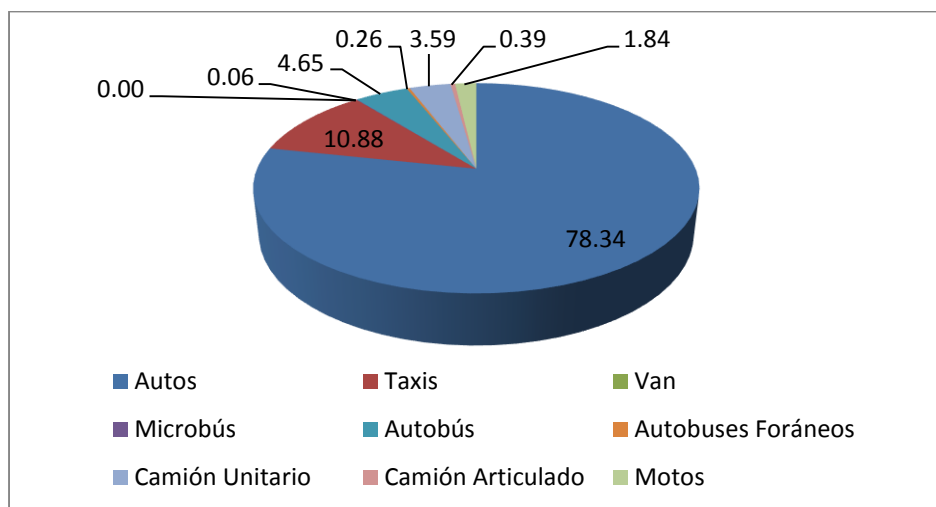
La principal vialidad por donde se incorporan vehículos al área de estudio se conforma por la Prolongación de la 11 sur, seguida de la Prolongación de la 16 de septiembre, respecto a la 14 sur no se encontraron datos disponibles. Así mismo el

Periférico Ecológico es otro de los accesos por donde incursiona el tránsito regional y metropolitano en la actualidad.

A partir de los aforos de flujo levantados en la prolongación de la 11 sur y la 16 de septiembre, se presentaron los siguientes volúmenes, sobre la 11 sur a la altura de la 121 poniente en sentido norte-sur un total de 7,842 veh en sentido contrario 12,421veh.

De los 12,421 veh aforados el 78.34% están compuestos por vehículos tipo automóvil, el 10.88% por taxis y para el caso de Van y Microbús corresponde un 0.064% debido a que el parque vehicular del transporte público se integra casi en su totalidad de autobuses, estos últimos comprenden el 4.65%, los autobuses foráneos integran un 0.26% debido a que no transitan rutas de transporte foráneo sobre la red en estudio, los camiones unitarios comprenden un 3.59% debido a que se localiza un banco de materiales pétreos en el extremo sur del área de estudio y los articulados apenas un 0.39% por último las motos conforman un 1.84% del total. (Ver figura 21).

Figura 21: Porcentaje de composición vehicular en la prolongación de la 11 sur y 121 poniente.

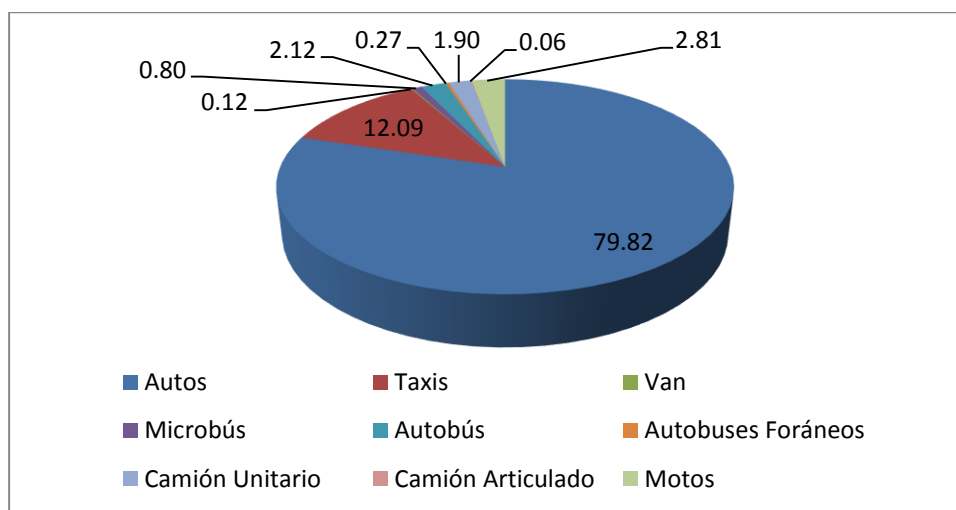


Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Para el caso de la prolongación de la 16 de septiembre se registró en el mismo periodo que la anterior vialidad, un total de 5,368 veh en sentido sur-norte y de 7,781 en sentido norte-sur.

Su composición vehicular es similar a la de la 11 sur de los 7,781 veh aforados el 79.82% están compuestos por vehículos tipo automóvil, el 12.09% de taxis y para el caso de Van y Microbús corresponde un 0.91%, los autobuses presentan un 2.12%, autobús foráneo integra un 0.27% debido a que no transitan rutas de transporte foráneo sobre la red en estudio, los camiones unitarios comprenden un 1.90% debido a que se localiza un banco de materiales pétreos en el extremo sur del área de estudio y los articulados apenas un 0.6% por último las motos conforman un 2.81% mayor que en la prolongación de la 11 sur. (Ver figura 22).

Figura 22: Porcentaje de composición vehicular en la prolongación de la 16 de septiembre.



Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Respecto a la carga vehicular identificada sobre el Periférico Ecológico, a partir de dos estaciones maestras una localizada en Periférico Ecológico, entre Autopista Puebla – Atlixco y Calle 11 Sur y la segunda en Periférico Ecológico, entre Av. 16 de Septiembre y Calle 24 Sur se presentó un volumen de 38,043 veh respecto a la primera estación en sentido poniente-oriente y de 39,623 veh en sentido oriente-poniente durante el día más representativo mismo que fue Viernes.

Para la segunda estación levantada misma que presenta una mayor carga se identificó un volumen de 51,158 veh en sentido poniente – oriente y de 48,508 veh en sentido contrario en día Jueves. (Ver Tablas 22 y 23).

Tabla 22: Volúmenes Máximos sobre el Periférico Ecológico

No.	UBICACIÓN	SENTIDO	DÍA DE LA SEMANA	VOLUMEN VEHICULAR
1	Periférico Ecológico, entre autopista Puebla – Atlixco y Calle 11 Sur	Poniente – Oriente	Viernes	38,043
		Oriente - Poniente	Viernes	39,623
2	Periférico Ecológico, entre Av. 16 de Septiembre y Calle 24 Sur	Poniente – Oriente	Jueves	51,158
		Oriente - Poniente	Jueves	48,508

Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Tabla 23: Composición vehicular en estaciones maestras sobre el Periférico Ecológico.

No.	Ubicación	Automóvil	AUTOBÚS DE transporte público	Carga unitario	Carga articulado
1	Periférico Ecológico, entre Autopista Puebla – Atlixco y Calle 11 Sur	94.99 %	0.14 %	4.02 %	0.85 %
2	Periférico Ecológico, entre Av. 16 de Septiembre y Calle 24 Sur	94.27 %	0.10 %	4.60 %	1.04 %

Fuente: Elaboración propia, a partir del Programa Sectorial de movilidad de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla.

Otro de los datos a destacar producto de los volúmenes vehiculares en la red vial del área de estudio son las horas de máxima demanda; las cuales son similares para las dos vialidades aforadas, en el periodo matutino entre las 07:45 y las 08:45 horas, por la tarde la hora de máxima demanda se concentra entre las 16:46 y las 17:46 hr.

Estas vialidades primarias tienen una función de servicio urbano e integran el tránsito al Periférico Ecológico, canalizando el tránsito del área de estudio hacia la zona centro de la ciudad y norte principalmente además de los municipios metropolitanos.

4.9. Deficiencia de la velocidad en la red primaria del área de estudio

El tiempo recomendable en que deberíamos recorrer una determinada distancia dentro del área de estudio, así como determinar la velocidad operacional, son indicadores que

pueden determinar la eficiencia tanto de los sistemas de transporte como de la infraestructura vial, que permite la conducción de los vehículos.

Durante la evaluación de los proyectos de inversión en transporte Masivo mejor conocidos como BRT, se solicita comprobar la reducción del tiempo de viaje y reducir los costos operacionales del transporte.

Por esta razón es importante conocerlos, sin embargo no existe un referente que permita establecer ¿Cuál deba ser el tiempo ideal durante el trayecto de cierta distancia?, por lo que se ha considerado lo establecido en la gráfica 23. *Tiempos de recorrido mínimos deseables en transporte privado*, para tener un referente en la comparación de la situación actual dentro del área de estudio.

La gráfica refiere que para recorrer, una distancia de 1 km se emplean 2.5 minutos, en el caso de 5 km es necesario un tiempo de 12.5 minutos, por tanto si se considera la **longitud** de los tres ejes primarios en el área de estudio, “prolongación de la 11 sur, prolongación 16 de septiembre y prolongación de la 14 sur” componiéndose de 3.99 km, 4.90 km y 1.83 km de manera respectiva.

Lo que significa que si se desea alcanzar la eficiencia en el tiempo de recorrido y por consiguiente de la velocidad operacional, deberá identificarse los siguientes tiempos, 9.98 min, 12.25 min y 4.58 min, respectivamente.

Figura 23: Tiempos de recorrido mínimos deseables.



Fuente: Lineamientos técnicos para la construcción de caminos. Venezuela.

Como resultado de la aplicación del estudio de Tiempos de Recorrido, (Ver tablas 24 y 25), se identificó una variación en la velocidad operacional sobre la red vial primaria, respecto a la proximidad con el Periférico Ecológico y los extremos opuestos, es decir, ésta es más baja al acercarse a la arteria de acceso controlado, debido a varias circunstancias.

Tabla 24. Levantamiento de tiempo de recorrido y velocidades en transporte público en HP.

NO	CORREDOR	INICIA	TERMINA	LONG. (KM)	TIEMPO (HR:M)	VEL. (KM/H)	DEMORA (HR:M)
1	Prolongación 11 sur	11 sur y calle limones	11 sur y Periférico Ecológico	3.99	00:37	06.47	00:27
		11 sur y Periférico Ecológico	11 sur y calle limones	3.99	00:18	13.30	00:08
2	Prolongación 16 de Septiembre	Balcones del Sur	16 de Septiembre y Periférico Ecológico	4.90	00:22	13.36	00:10
		16 de Septiembre y Periférico Ecológico	Balcones del Sur	4.90	00:17	17.29	00:08
3	Prolongación 14 sur	121 Oriente	111 D Oriente	1.83	00:10	10.98	00:06
		111 D Oriente	121 Oriente	1.83	00:07	15.69	00:04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Levantamiento de tiempo de recorrido y velocidades en transporte privado en HP.

NO	CORREDOR	INICIA	TERMINA	LONG. (KM)	TIEMPO (HR:M)	VEL. (KM/H)	DEMORA (H:M:S)
1	Prolongación 11 sur	11 sur y calle limones	11 sur y Periférico Ecológico	3.99	00:20	11.97	00:15
		11 sur y Periférico Ecológico	11 sur y calle limones	3.99	00:14	17.10	00:05
2	Prolongación 16 de septiembre	Balcones del Sur	16 de Septiembre y Periférico Ecológico	4.90	00:16	18.38	00:08
		16 de Septiembre y Periférico Ecológico	Balcones del Sur	4.90	00:12	24.50	00:06
3	Prolongación 14 sur	121 oriente	111 D oriente	1.83	00:07	15.69	00:04
		111 D oriente	121 oriente	1.83	00:05	21.96	00:03

Fuente: Elaboración propia.

Una de ellas es el alto volumen vehicular sobre la arteria primaria compuesto de vehículos particulares, del transporte público y de carga, los cuales buscan incorporarse al Periférico Ecológico o continuar de frente sobre la vialidad radial, sin la existencia de un distribuidor vial.

La misma situación se observa en la segunda radial, donde tampoco se encontró un distribuidor que canalice las vueltas izquierdas, del tránsito que confluye desde el Periférico, lo que significa la presencia de los vehículos que desean dar vuelta a la izquierda sobre la vialidad principal.

La falta de planeación y al haberse construido en primer término las unidades habitacionales de Agua Santa y San Bartolo sobre la Prolongación de la 11 sur y las autoconstrucciones sobre la Prolongación de la 16 de septiembre originaron el problema.

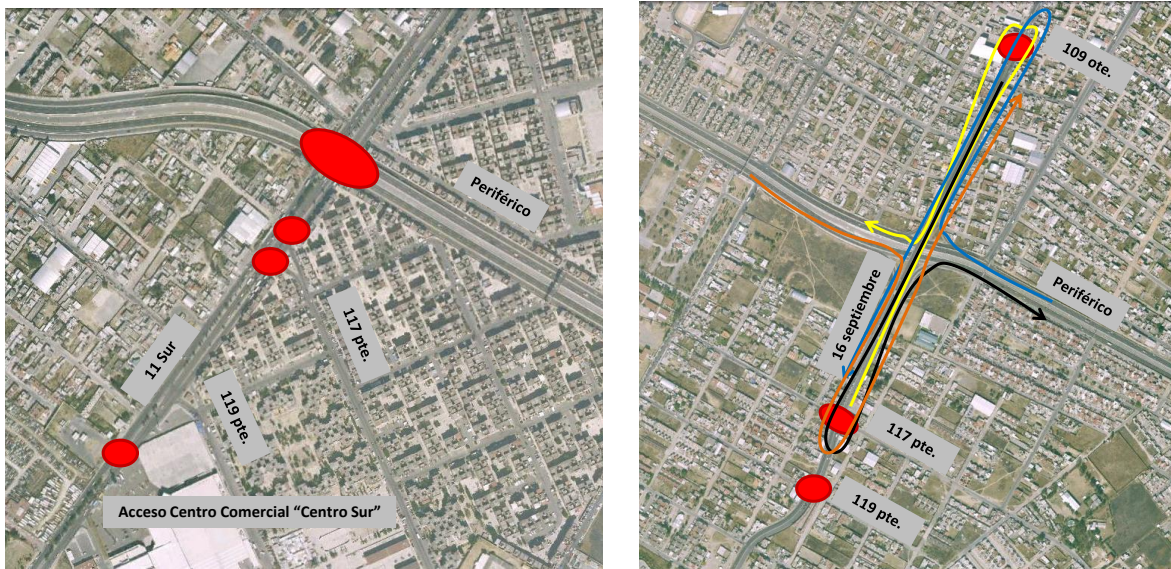
La tercera radial presenta una reducción en su sección, previa al paso superior que se localiza por encima del Periférico Ecológico generándose un cuello de botella que en ocasiones se limita a la habilitación de un solo carril, debido a la presencia de actividad comercial en la zona.

Demoras

A partir del análisis del estudio de tiempos de recorrido y demoras se localizaron las intersecciones donde se presentan demoras significativas que provocan el incremento del tiempo de recorrido y por consiguiente la disminución de la velocidad operacional. Los sitios conflictivos identificados con puntos rojos se pueden observar en la Figura 24. Tanto para la Prolongación de la 11 sur como de la 16 de septiembre.

Sobre la 11 sur se presentan las demoras más significativas del área de estudio en la intersección que se forma con el Periférico Ecológico, de manera consecutiva con la intersección formada con la 117 poniente (se ubica el acceso y salida del INFONAVIT Agua Santa) tan solo a 110.00 m de la primera intersección referida.

Figura 24: Intersección conflictiva en la red vial primaria a consecuencia de la falta de distribuidores.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

De acuerdo a la fluidez del tránsito en los tramos que integran la vialidad primaria del área de estudio, se concluye lo siguiente:

- Los tramos viales que presentan un eficiente movimiento del tránsito vehicular son:
 - Prolongación 11 Sur de 141 poniente a Calle Limones
 - Prolongación 14 sur de 121 oriente. a 115 A oriente.
 - Prolongación 14 sur de 115 A oriente. A 121 oriente.
 - Prolongación 14 sur de Independencia a 115 A oriente.

- El movimiento del tránsito que se da en los siguientes tramos es fluido sin significativas demoras por lo que no se registran congestionamientos.
 - Prolongación 11 Sur de Calle Limones a 141 poniente
 - Prolongación 11 Sur de 141 poniente a Calle Limones
 - Prolongación 11 Sur de Calle Pinos a 141 poniente
 - Calle 3 sur de Calle Valle de México a calle Limones
 - Prolongación 16 de septiembre de 123 poniente a 3 sur
 - Prolongación 14 sur de 115 A oriente. a calle independencia
 - Prolongación 14 sur de 111 D oriente. a calle Independencia

- Las principales causas de demoras del tránsito en la red vial primaria son:

- Alto total por semáforo en intersección.
- Congestionamiento
- Los tramos viales que más presentan deficiencias en la fluidez del tránsito son los siguientes:
 - Prolongación 11 Sur de 141 poniente a calle Pinos
 - Prolongación 11 Sur de 113 poniente a calle Pinos
 - Prolongación 11 Sur de calle Pinos a 113 poniente
 - Prolongación 3 Sur de calle Limones a calle Valle de México
 - Prolongación 3 Sur de Prol. 16 de sept. a calle Valle de México
 - Prolongación 3 Sur de calle Valle de México a Prol. 16 de sept.
 - Prolongación 16 de septiembre de 3 sur a 123 poniente
 - Prolongación 16 de septiembre de 117 oriente a 123 poniente.
 - Prolongación 16 de septiembre de 123 poniente a 117 oriente.
 - Prolongación 16 de septiembre de 109 oriente. a 117 oriente.
 - Prolongación 16 de septiembre de 117 oriente. a 109 oriente.
 - Prolongación 14 sur de calle Independencia a 111 D oriente.

4.10. Niveles de servicio de intersecciones

Intersecciones conflictivas

Las intersecciones conflictivas dentro del área de estudio fueron analizadas a partir de la consideración de factores tales como: fluidez del tránsito, volúmenes vehiculares, localizándose tres principales intersecciones, entre las que figuran:

- Prolongación de la 11 sur y el Periférico Ecológico
- Prolongación de la 16 de Septiembre y 117 poniente
- Prolongación de la 16 de Septiembre y 109 poniente

La Prolongación de la 11 sur y el Periférico Ecológico es una intersección que conecta una arteria primaria con una de tipo acceso controlado, presenta varias maniobras que se permiten en el sitio debido a que no existe un distribuidor que pueda encausar el elevado tránsito de vehículos de manera directa, satura la misma vialidad en determinadas horas del día provocando congestionamientos que limitan la fluidez del tránsito que va de frente hacia el centro de la ciudad de Puebla y aquellos que tienen como destino el Parque industrial FINSA donde se localiza la planta armadora VW. Otro factor que provoca los congestionamientos en esta intersección es el mal estado en el que se encuentra el pavimento de tipo asfáltico. La intersección presentó una hora de máxima demanda de 7:30 a 8:30 horas donde se presenta un volumen vehicular de 6,832 unidades y opera con un nivel de servicio “F” con una demora promedio de 480 segundos/vehículo siendo los volúmenes vehiculares de llegada superiores a la capacidad de la intersección.

En lo que respecta a la intersección que se conforma por la prolongación de la 16 de septiembre y 117 pte ésta recibe mucha presión en relación a la función que representa, debido a que se conforma por dos accesos (ote – pte) de un solo carril es decir presenta una sección de calzada de dos carriles y estos se encuentran operando en dos sentidos en relación a la prolongación de la 16 de septiembre presenta de igual manera dos accesos (nte. – sur) cuya sección comprende tres carriles por cuerpo, sin embargo dos carriles son utilizados para la vuelta izquierda permitida con fase semafórica y el otro carril para los vehículos que van de frente y dan vuelta a la derecha.

Lo anterior se agrava aún más debido a que recibe el tránsito proveniente de la incorporación del Periférico Ecológico tanto de su lado poniente como oriente durante la tarde-noche y por la mañana de las áreas habitacionales inscritas en el área de estudio.

La fluidez del tránsito por la referida, se interrumpe en cada ciclo semafórico por todos los movimientos vehiculares permitidos en el sitio, lo que provoca concentrar congestionamiento a lo largo del puente de la 16 de septiembre que cruza el Periférico, otro factor que perjudica la operación del tránsito son las paradas realizadas por el transporte público. Esta es una de las intersecciones que con frecuencia se cierra u obstaculiza (impidiendo el paso de vehículos desde las 7:30hr) debido a las manifestaciones sociales que se realizan, lo que significa que los vehículos tengan que dirigirse hacia la salida de la

intersección de Prolongación de la 11 sur y Periférico Ecológico, lo que contribuye a incrementar las demoras, tiempos de recorrido y la caída del nivel de servicio.

Actualmente la intersección tiene una hora de máxima demanda de 7:30 a 8:30 horas, donde se presenta un volumen de 7,781 vehículos y opera con un nivel de servicio “E” con una demora promedio de 240 segundos/vehículo lo que significa, los volúmenes vehiculares de llegada son superiores a la capacidad de la intersección.

La tercera intersección mencionada, presenta las mismas características que la anterior (pareciera ser un reflejo), considerando que la intersección formada entre la prolongación de la 16 de septiembre y la 109 oriente, recibe el tránsito proveniente del Periférico Ecológico que se encauza tanto al interior del área de estudio como a la parte norte de la misma, saturando esta intersección. La intersección tiene una hora de máxima demanda de 7:30 a 8:30 horas, donde se presenta un volumen de 5,924 vehículos y opera con un nivel de servicio “F” con una demora promedio de 240 segundos/vehículo lo que significa, los volúmenes vehiculares de llegada son superiores a la capacidad de la intersección.

Nivel de servicio por tramo vial

La evaluación del Nivel de Servicio en los tramos viales predefinidos dentro del área de estudio se determinó en base a la velocidad de desplazamiento de la corriente del tráfico por cada uno de sus sentidos de circulación. La metodología utilizada esta presentada en el Highway Capacity Manual (HCM), de acuerdo a las condiciones físicas y de operación del tráfico del área urbana. La Tabla 00 muestra el nivel de servicio de los tramos viales analizados, el cual resulta ser un indicador del servicio actual de la vialidad.

Como se observa, existen distintos niveles de comodidad y conveniencia en los tramos viales predefinidos de la red vial. Se analizó un total de 22 tramos de los cuales, dos presentan un nivel de servicio “A”, dos un nivel de servicio “B”, seis un nivel “C”, siete un nivel “D”, cinco un nivel de servicio “E”. Por lo anterior se tiene que el 82% de los tramos analizados presentan las siguientes características (ver Tabla 25).

- El 27% de los tramos viales analizados presentan un nivel de servicio “C” el cual indica se tiene en estos tramos un flujo estable pero es el comienzo donde la operación de los usuarios se ve afectada de forma significativa por las

interacciones con otros usuarios. La selección de la velocidad comienza a depender de los otros usuarios y la libertad para realizar alguna maniobra empieza a ser restringida. Dicho de otra forma la comodidad y conveniencia desciende.

- Otro 32% de los tramos analizados muestran un nivel de servicio “D”, vialidades en donde ya se tiene un flujo vehicular denso. La velocidad de circulación y la maniobrabilidad de los usuarios quedan restringidas. El nivel de comodidad y conveniencia es bajo.
- Algunos tramos viales pertenecientes a la 3 sur, 16 de septiembre y 11 sur presentan un nivel de servicio “E” (5 tramos representan el 23%). Estos presentan un nivel de comodidad y conveniencia al usuario deficiente, el flujo de circulación es inestable y forzado, la velocidad de circulación disminuye.

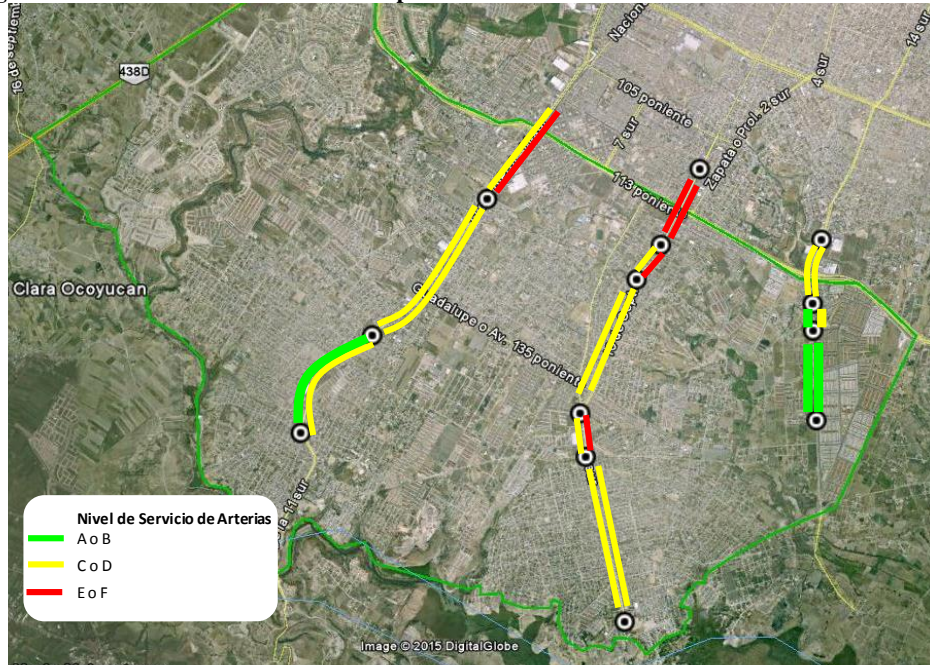
El 18% del total de tramos presentan un nivel de servicio “A” (2 tramos, 9%) y “B” (2 tramos, 9%), representan un nivel de comodidad y conveniencia al usuario (conductor, pasajero y/o peatón) aceptable, donde se tiene un circulación vehicular fluida.

Tabla 26: Niveles de servicio en tramos de la red vial primaria del área de estudio.

No.	Vialidad	Entre vialidades	Sentido	Nivel de servicio
1	Prolongación 11 Sur	Calle Limones	Norte - Sur	B
		141 poniente	Sur - Norte	C
2	Prolongación 11 Sur	141 poniente	Norte - Sur	C
		Calle Pinos	Sur - Norte	D
3	Prolongación 11 Sur	Calle Pinos	Norte - Sur	D
		113 poniente	Sur - Norte	E
4	3 sur	Calle Limones	Norte - Sur	C
		Valle de México	Sur - Norte	D
5	3 sur	Valle de México	Norte - Sur	D
		16 de septiembre	Sur - Norte	E
6	Prolongación 16 de septiembre	3 sur	Norte - Sur	C
		123 poniente	Sur - Norte	D
7	Prolongación 16 de septiembre	123 poniente	Norte - Sur	D
		117 oriente	Sur - Norte	E
8	Prolongación 16 de septiembre	117 oriente	Norte - Sur	E
		109 oriente	Sur - Norte	E
9	Prolongación 14 sur	121 oriente	Norte - Sur	A
		115 A oriente	Sur - Norte	A
10	Prolongación 14 sur	115 A oriente	Norte - Sur	B
		Independencia	Sur - Norte	C
11	Prolongación 14 sur	Independencia	Norte - Sur	C
		111D oriente	Sur - Norte	D

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Niveles de servicio de arterias primarias en la zona sur de la ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth.

CAPÍTULO V. Propuesta para solucionar los problemas de movilidad

5.1. Cambio de paradigma desde la Planeación Estratégica.

Como resultado del proceso de análisis donde se demostró la carencia de una red vial jerarquizada, con características como la accesibilidad, continuidad e inclusión de medios de transporte no motorizado (para los cuales existe una sólida política nacional para su incentivación, incluida la construcción de infraestructura para potenciar el uso de este tipo de transporte), así como la falta de gasas y/o distribuidores que permitan el acceso y salida desde las arterias primarias y hacia la vialidad de acceso controlado (Periférico Ecológico).

Se presenta como solución a la problemática, desde el enfoque teórico, el trazado de una red vial jerarquizada que mejore la movilidad urbana en la zona sur de la ciudad de Puebla, misma que sirva como una consideración a los planificadores de ciudades en el establecimiento y conformación de los ejes viales principalmente primarios y secundarios.

Debe considerarse en la etapa de planeación que los medios de transporte y su tecnología evolucionan por tanto la red vial debe evolucionar, así se aprecia en la Figura 26 cuyas dimensiones, velocidad y capacidad de los vehículos se incrementó con el paso del tiempo.

Por tanto se debe incluso considerar para el futuro, que la oferta (infraestructura para el transporte) sea compatible en cuanto a función y dimensiones con los vehículos futuros, de tal manera que se ofrezca el suficiente espacio y capacidad al transporte. Es decir crear vías de comunicación con una función específica para determinado medio de transporte ya sea motorizado y no motorizado.

Figura 26: Evolución de los vehículos automotores destinados al transporte público.

	<p>Marca: Ford Longitud: 5.47 m Capacidad: 40 pasajeros. Peso: .00 ton.</p>
	<p>Marca: DIN A 500 Longitud: 7.00 m Capacidad: 60 pasajeros. Peso: 10.60 ton.</p>
	<p>Modelo: MAN articulado NG-313F GNC*. Longitud: 18.00 m Capacidad: 140 pasajeros. Peso: 18.00 ton.</p> <p>*GNC. Gas Natural Comprimido).</p>

Fuente: <https://ecomovilidad.net/madrid/imagen-de-la-semana-nuevos-coches-articulados-para-la-emt/>

La presente propuesta tiene como principal intención establecer las bases para el proceso de expansión urbana durante la etapa de planificación de las diferentes ciudades del país, principalmente dentro de su área periférica, desde el enfoque de la movilidad urbana.

Principalmente porque a pesar de que los Programas de Desarrollo Urbano como el de la ciudad de Puebla en el año 1991, señalaba como problemática la existencia de secciones reducidas en la vialidad, traza vial irregular, carencia en la uniformidad geométrica de la vialidad y que la red vial no se extendía convenientemente a zonas periféricas, se hizo muy poco para atender y mitigar este tipo de problemas hasta el día de hoy.

La red vial propuesta tiene a bien considerar los principios establecidos en La Carta de Atenas, los lineamientos generales para la conformación de la Red Vial establecidos por la SEDESOL, así como los señalados por el autor Jan Bazant quien establece las dimensiones óptimas para la sección de una vialidad a partir de su función y por último se consideran las dimensiones relacionadas con el diseño de ciclovías, todos estos principios se unieron para la conformación de un paradigma que debiera ser considerado durante el proceso de planeación del Desarrollo Urbano, particularmente para el componente de Vialidad y Transporte.

La implantación de la propuesta establecida en el presente trabajo de investigación, significa el rompimiento del paradigma, es decir se requiere un cambio del modelo tradicional considerado para el diseño de vialidades, previsto en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Puebla, la Ley de Fraccionamientos y principalmente la formulación de un reglamento de zonificación, el cual no existe, para este último donde se establezcan las características físicas y operativas de la red vial jerarquizada, incluyendo otros elementos para la planeación del crecimiento urbano.

Por tanto, implementar la infraestructura para el transporte sustentable del sector sur de la ciudad de Puebla, implica en primer lugar regular desde la planeación del territorio y de la vialidad, un sistema vial jerarquizado que sea continuo, accesible, conectado, incluyente entre los centros generadores y los atractores y en segundo lugar establecer los atributos físicos y operacionales de las vialidades que conforman el nuevo sistema vial propuesto.

5.2. Redistribución de flujos

La propuesta se conforma por la ampliación de la proporción de las vialidades primarias y secundarias en el área de estudio (enfoque teórico), considerando la morfología

urbana actual. De tal manera que la Prolongación de la 11 sur se mantiene con los atributos existentes, la prolongación de la 16 de septiembre se ha considerado para el proceso de asignación del tránsito como vía primaria, en el tramo donde se une a la prolongación de la 3 sur hasta la colonia Balcones del Sur, la cual actualmente presenta una sección de vialidad secundaria. Lo mismo acontece con la prolongación de la 14 sur en su extremo sur, cuya sección a pesar de que cuenta con el derecho de vía se encuentra incompleta.

A partir de lo anterior, se propusieron vialidades primarias transversales a las vías antes señaladas lo que permiten una conexión integral entre el área conurbada del Municipio de Puebla y el de San Andrés Cholula, inclusive rompiendo la Barrera Franqueable y Física representada por el río Atoyac y al mismo tiempo el límite municipal entre la ciudad de Puebla y san Andrés Cholula, es decir dicha vialidades conectan la vía Atlixcáyotl a la 14 sur y el Periférico Ecológico.

La red se complementa con un semi-circuito que inicia con una conexión en el Periférico y se extiende por la calle de Las Carmelitas hasta la parte extrema sur del polígono cambiando a calle Galilea, de manera subsecuente se utiliza el derecho de vía de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) donde se extienden torres de alta tensión y que forman una diagonal en dirección sur poniente – nororiente desde la prolongación de la 11 sur hasta conectarse al Periférico Ecológico.

Cabe aclarar que la separación entre vialidades primarias y de igual forma secundarias, no se encuentran separadas conforme lo señala el marco normativo debido a las condiciones físicas actuales, sin embargo se trató de acercarse lo más posible a lo estipulado. Los resultados respecto al incremento de la proporción de la red vial se muestran a continuación.

Incremento de la red primaria y secundaria

Con la presente propuesta se consiguió incrementar el número de kilómetros para las vialidades primarias y secundarias existentes en el área actual de estudio lo que representó un incremento de 35.78km y 6.96km respectivamente, llegando a los 49.78km y 46.38km señalados en la tabla 23. Así mismo se incrementaron los porcentajes respecto a este tipo de vialidades pasando de 2% a 8% para el caso de vialidades primarias y de 6% a 7% para vías secundarias, lo anterior permitió una reducción de las vialidades locales pasando de

568.82km en la situación actual a 526.08km con la propuesta, lo que representó una disminución en el porcentaje que representa la proporción de la red vial. La disminución se presenta de 90% a 84%. (Ver tablas 27 y 28).

Tabla 27: Número de Kilómetros ganados en vialidades primarias y secundarias, considerando la implementación de la propuesta de Red Vial Jerarquizada.

Tipo Vialidad	Área de estudio (km)
Acceso Controlado	6.63
Primaria	49.78
Secundaria	46.38
Local	526.08
Total	628.87

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Proporción de la red vial urbana, considerando la implementación de la propuesta de Red Vial Jerarquizada.

Tipo Vialidad	% Km. de la red vial	% recomendado
Acceso Controlado	1	5
Primaria	8	20
Secundaria	7	15
Local	84	60
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Una vez estructurada la red vial jerarquizada con su incremento en la proporción de vialidades primarias y secundarias, se realizó una asignación de tránsito sobre ella, a partir del número de viajes identificados en la encuesta Origen – Destino aplicada para la elaboración del Plan Sectorial de Movilidad Urbana de la Zona Metropolitana de Puebla 2010, gestionado por la Secretaría de Transportes y elaborado por la empresa LOGIT, Logística Informática y Transporte S. A. de C. V.

Como resultado del proceso de asignación del tránsito sobre la red vial propuesta, se comprobó que existe una redistribución de los flujos a partir de los ejes transversales que van de oriente a poniente donde se presenta un aumento del volumen en comparación de la situación actual, debido a la integración del territorio, lo que permitió tener más alternativas

en cuanto la oferta (vialidades) para realizar el viaje a partir de seleccionar la ruta más corta, incrementar la velocidad en la red y reducir el tiempo de recorrido. (Ver Figura 27).

Lo mismo aconteció sobre la vía primaria propuesta conformada sobre el derecho de vía de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que se enmarca en la red propuesta. Lo anterior demuestra la importancia que tiene el diseño de una red vial con atributos de conectividad y continuidad, lo cual permite, que existan diversas opciones para que los usuarios de cualquier modo de transporte tengan más alternativas para realizar su viaje.

De esta manera los viajes pasan de una vialidad de acceso controlado a una primaria, de manera subsecuente a una secundaria hasta llegar a la calle local donde comienza y termina un viaje.

La propuesta se complementa con el establecimiento de infraestructura para la distribución del tránsito de manera continua, mediante la construcción de distribuidores, sobre las vías radiales, particularmente en los entronques que se forman en:

- Periférico Ecológico y la Prolongación 11 Sur
- Periférico Ecológico y Prolongación de la 16 de septiembre
- Periférico Ecológico y 14 sur

La propuesta consideró los principios para la movilidad establecidos en la **Ley de movilidad del Distrito Federal. Asamblea legislativa del Distrito Federal**¹⁷, señalados a continuación:

Artículo 7.- La Administración Pública al diseñar e implementar las políticas, programas y acciones públicas en materia de movilidad, observarán los principios siguientes:

I. Seguridad. Privilegiar las acciones de prevención del delito e incidentes de tránsito durante los desplazamientos de la población, con el fin de proteger la integridad física de las personas y evitar la afectación a los bienes públicos y privados;

¹⁷ Ley aprobada por la VI Legislatura el 14 de julio de 2014.

II. Accesibilidad. Garantizar que la movilidad esté al alcance de todos, sin discriminación de género, edad, capacidad o condición, a costos accesibles y con información clara y oportuna;

III. Eficiencia. Maximizar los desplazamientos ágiles y asequibles optimizando los recursos disponibles, sin que su diseño y operación produzcan externalidades negativas desproporcionadas a sus beneficios.

IV. Igualdad. Equiparar las oportunidades de la población para alcanzar un efectivo ejercicio de su derecho a la movilidad, poniendo especial énfasis en grupos en desventaja física, social y económica, para reducir mecanismos de exclusión;

V. Calidad. Procurar que los componentes del sistema de movilidad cuenten con los requerimientos y las propiedades aceptables para cumplir con su función, producir el menor daño ambiental, ofrecer un espacio apropiado y confortable para las personas y encontrarse en buen estado, en condiciones higiénicas, de seguridad, y con mantenimiento regular, para proporcionar una adecuada experiencia de viaje;

VI. Resiliencia. Lograr que el sistema de movilidad tenga capacidad para soportar situaciones fortuitas o de fuerza mayor, con una recuperación de bajo costo para la sociedad y al medio ambiente;

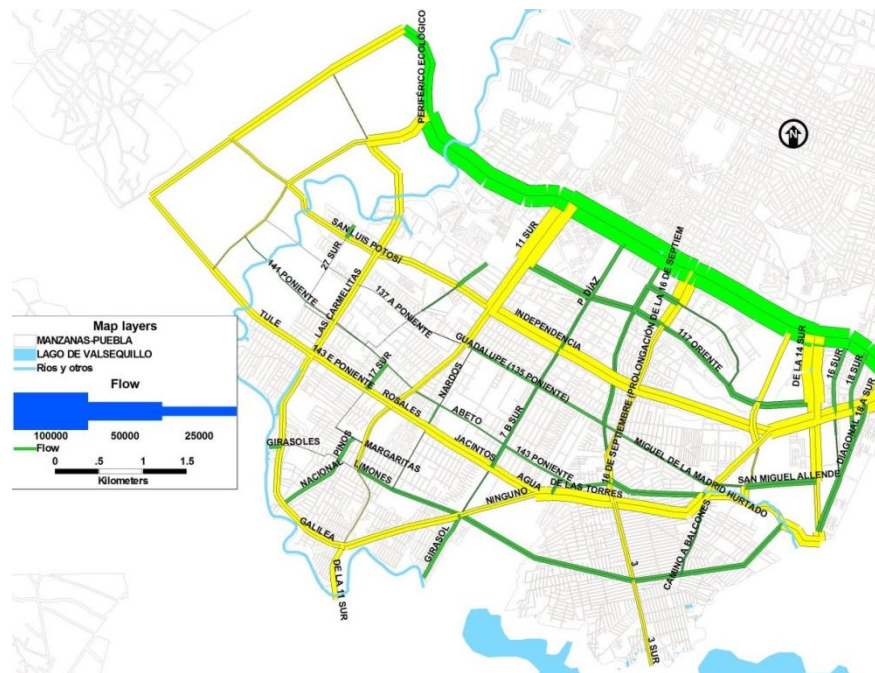
VII. Multimodalidad. Ofrecer a los diferentes grupos de usuarios opciones de servicios y modos de transporte integrados, que proporcionen disponibilidad, velocidad, densidad y accesibilidad que permitan reducir la dependencia del uso del automóvil particular;

VIII. Sustentabilidad y bajo carbono. Solucionar los desplazamientos de personas y sus bienes, con los mínimos efectos negativos sobre la calidad de vida y el medio ambiente, al incentivar el uso de transporte público y no motorizado, así como impulsar el uso de tecnologías sustentables en los medios de transporte;

IX. Participación y corresponsabilidad social. Establecer un sistema de movilidad basado en soluciones colectivas, que resuelva los desplazamientos de toda la población y en el que se promuevan nuevos hábitos de movilidad, a través de la aportación de todos los actores sociales, en el ámbito de sus capacidades y responsabilidades, y

X. Innovación tecnológica. Emplear soluciones apoyadas en tecnología de punta, para almacenar, procesar y distribuir información que permita contar con nuevos sistemas, aplicaciones y servicios que contribuyan a una gestión eficiente, tendiente a la automatización y eliminación del error subjetivo, así como a la reducción de las externalidades negativas de los desplazamientos.

Figura 27: Redistribución de flujos en la red vial jerarquizada propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Concentración del Equipamiento en función al Núcleo de Servicio y la Vialidad

El Equipamiento urbano se conforma por los inmuebles donde se prestan servicios públicos. Por esta razón se consideran centros atractores, cuyo número de viajes atraídos varía, en función a su dimensionamiento y al tipo de servicio que preste. Su ubicación geográfica, considerando lo establecido en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, deberá presentar una posición que dependa, en primera instancia, al Núcleo de Servicio Urbano y en segunda a la vialidad urbana.

A este respecto, dentro del área de estudio se localiza el subcentro urbano Agua Santa. Sin embargo, dentro del Programa de Desarrollo Urbano no se encuentran señalados, ni clasificados los Centros de Barrio, mismos que podrían haberse delimitado durante el proceso de planeación y expansión urbana. Esto, con el objeto de garantizar la distribución eficiente de estos elementos y de la misma red vial; incluyendo, en esta última, los espacios necesarios para los modos de transporte desde caminar hasta vehículo particular, pasando por transporte público y bicicleta.

Por tanto dentro de la estrategia de solución, se presenta de manera adicional, la propuesta para ubicar los Centros de Barrio (CB) dentro del área de estudio, como si estos hubieran sido planificados desde la etapa previa a la ocupación del territorio, para su establecimiento se consideró una concentración de población de 28,000 Hab, de esta manera se integraron 6 CB. Por la cercanía que presenta la población y los elementos de equipamiento urbano que deben establecerse para este asentamiento humano, es oportuno que los viajes destinados a estos lugares preferentemente se realicen en transporte público, aunque existe la posibilidad de que a partir de la proximidad, la población joven pueda utilizar la bicicleta para realizar viajes, considerando que la distancia promedio se encuentra en razón de 3 km además de que se encuentra establecido que la distancia óptima para realizar viajes en este medio de transporte es de 5 km.

De la misma manera se propone concentrar 17 Centros Vecinales (CV) para que en ellos se establezcan los edificios (de equipamiento urbano) correspondientes a su Núcleo de Servicio, para ellos se considera una concentración de 7,000 habitantes y por la inmediación a la población residente, los viajes que sean atraídos dese estos elementos pueden realizarse en transporte no motorizado (bicicleta, a pie, otros.)

Respecto a la vialidad, la relación entre los edificios destinados al equipamiento urbano de los Centros de Barrio y la función de la vialidad se da partir del establecimiento y/o existencia de vialidades primarias y secundarias. Una vez establecidos los CB y CV en el área de estudio se propone concentran sus respectivos elementos en un predio cuya forma no interfiera con la red vial jerarquizada propuesta (no rompa la red o funja como una barrera artificial sobre la misma. De tal manera que se conformen Clúster donde los viajes

sean conducidos a través de una red funcional propia para cada medio de transporte, lo que permita desincentivar el uso del vehículo en viajes cortos. (Ver Figura 28).

Las tablas 29 a 36 presentan los elementos relacionados con el equipamiento urbano a concentrar en cada Centro de Barrio y Vecinal (Núcleos de Servicio), en forma de Clúster considerando ante todo su compatibilidad entre los mismos como lo establece el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano.

Tabla 29: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
112,000	Subcentro urbano	Preparatoria General	Av. Secundaria	Existente
		Preparatoria por cooperación	Av. Secundaria	Existente
		Colegio de Bachilleres	Av. Secundaria	Faltante
		Colegio Nacional de Educación (CONALEP)	Av. Secundaria	Faltante
		Centro de Estudios de Bachillerato	Av. Secundaria	Faltante
		Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS)	Av. Secundaria	Faltante
		Instituto Tecnológico (Condicionado)	Av. Secundaria	Faltante
		Universidad Pedagógica Nacional	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Unidad de Medicina Familiar ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Modulo Resolutivo Unidad de Urgencias ISSSTE	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Clínica de Medicina Familiar ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Modulo Deportivo (Condicionada su ubicación)	C. Principal - C. Local	Faltante
		Centro Deportivo (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Gimnasio deportivo	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Alberca Deportiva	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante
Farmacia ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante		

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas educación, salud, deporte y comercio.

Tabla 30: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
112,000	Subcentro urbano	Centro de Desarrollo Infantil (CENDI)	Av. Secundaria	Faltante
		Escuela Especial para Atípicos (Centro Múltiple Único)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Centro de Capacitación para el Trabajo (CECAT) (Condicionado)	Av. Secundaria - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Biblioteca Pública Municipal	C. Principal - C. Local	Faltante
		Biblioteca Pública Regional	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Biblioteca Pública Central Estatal (Condicionada su ubicación)	Av. Principal	Faltante
		Museo Local	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Museo Regional	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Museo de Sitio (Condicionada su ubicación)	(Condicionada)	Faltante
		Casa de Cultura	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Museo de Arte (Condicionada su ubicación)	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Escuela Integral de Artes	Av. Secundaria	Faltante
		Auditorio Municipal	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Casa Cuna DIF	C. Local - C. Principal	Faltante
		Centro Asist. Des. Infantil DIF (guardería - Condicionada su ubic.)	C. Local - C. Principal	Faltante
		Centro de Desarrollo Comunitario DIF	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Existente
Estancia de Bienestar y Desarrollo Infantil ISSSTE	Av. Sec. - C. Princ. - C. Local - C. Peatonal	Faltante		

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas educación, cultura y asistencia social.

Tabla 31: Propuesta No. 3 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Subcentro Urbano.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
112,000	Subcentro urbano	Hospital General SSA	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Existente
		Hospital General IMSS (Condicionada su ubicación)	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Unidad de Medicina Familiar ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Modulo Resolutivo Unidad de Urgencias ISSSTE	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante
		Clínica de Medicina Familiar ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Clínica Hospital ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Puesto de Socorro Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Centro de Urgencias Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Hospital de 3er nivel Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Farmacia ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante
		Cine	Av. Secundaria - C. Principal	Existente
		Agencia de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Sucursal de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Centro Integral de Servicios SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Administración de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Administración Local de Recaudación Fiscal SHCP	Av. Principal - Av. Secundaria	Faltante

**Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social.
Considerando la compatibilidad de los subsistemas salud, comercio, recreación, comunicaciones y administración pública.**

Tabla 32: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
28,000	Centro de Barrio	Jardín de Niños (Condicionada su ubicación)	C. Local - C. Peatonal	Existente
		Centro de Atención Preventiva de Educ. Preescolar (CAPEP)	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Existente
		Escuela Especial para Atípicos (Condicionado)	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Escuela Primaria	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Existente
		Centro de Capacitación para el Trabajo (CECAT)	Av. Secundaria - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Telesecundaria	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Biblioteca Pública Municipal	C. Principal - C. Local	Faltante
		Museo de Sitio (Condicionada su ubicación)	(Condicionada)	Faltante
		Casa de Cultura (Condicionada su ubicación)	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Centro Asistencial Des. Infantil DIF (guardería)	C. Principal - C. Local	Existente
		Centro de Desarrollo Comunitario DIF	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Existente
		Guardería IMSS	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda INFONAVIT CONASUPO (Condicionada su ubicación)	Av. Sec. - C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas educación, cultura, asistencia social y comercio.

Tabla 33: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
28,000	Centro de Barrio	Secundaria General	Av. Secundaria - C. Principal	Existente
		Secundaria Técnica (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Existente
		Unidad de Medicina Familiar IMSS	(Condicionada)	Faltante
		Unidad de Medicina Familiar ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Modulo Resolutivo Unidad de Urgencias ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Modulo Deportivo	C. Principal - C. Local	Parcial
		Alberca Deportiva (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Parcial

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas educación, salud y deporte.

Tabla 34: Propuesta No. 3 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro de Barrio.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
28,000	Centro de Barrio	Centro de Salud Urbano	C. Principal - C. Local	Faltante
		Unidad de Medicina Familiar IMSS	(Condicionada)	Faltante
		Unidad de Medicina Familiar ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Modulo Resolutivo Unidad de Urgencias ISSSTE	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Puesto de Socorro Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Centro de Urgencias Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Hospital de 3er nivel Cruz Roja Mexicana	Av. Principal - C. Principal	Faltante
		Tienda CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda INFONAVIT CONASUPO (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Farmacia ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante
		Agencia de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Sucursal de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Centro Integral de Servicios SEPOMEX (Condicionada su ubicación)	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Administración de Correos SEPOMEX (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas salud, comercio y comunicaciones.

Tabla 35: Propuesta No. 1 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro Vecinal.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
7,000	Centro Vecinal	Jardín de Niños	C. Local - C. Peatonal	Existente
		Escuela Primaria	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Existente
		Centro de Atención Preventiva de Educ. Preescolar (Condicionado)	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Parcial
		Telesecundaria (Condicionado)	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Parcial
		Biblioteca Pública Municipal	C. Principal - C. Local	Faltante
		Museo de Sitio (Condicionada su ubicación)	(Condicionada)	Faltante
		Centro Asistencial Des. Infantil DIF (guardería)	C. Principal - C. Local	Existente
		Centro de Desarrollo Comunitario DIF	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Existente
		Guardería IMSS	C. Principal - C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda INFONAVIT CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Farmacia ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas educación, cultura, asistencia social y comercio.

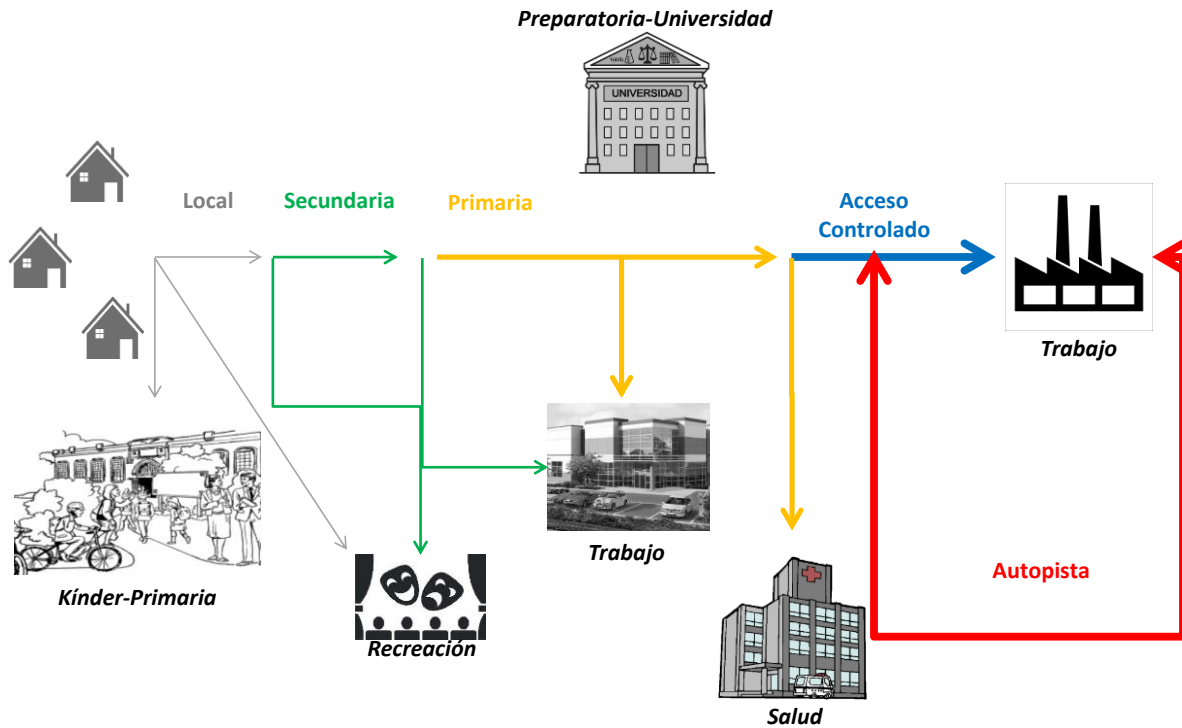
Tabla 36: Propuesta No. 2 para concentrar los elementos de equipamiento urbano en Clúster, para el Centro Vecinal.

Población del Núcleo de Servicio	Núcleo de Servicio	Nombre de Elemento	Ubicación en función a la vialidad	Status Elemento en área estudio
7,000	Centro Vecinal	Mercado Público (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal	Parcial
		Tienda CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Tienda INFONAVIT CONASUPO	C. Local -C. Peatonal	Faltante
		Farmacia ISSSTE (Condicionada su ubicación)	Av. Secundaria - C. Principal - C. Local	Faltante
		Agencia de Correos SEPOMEX	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante
		Sucursal de Correos SEPOMEX (Condicionada su ubicación)	Av. Principal - Av. Secundaria - C. Principal	Faltante

Fuente: Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Secretaría de Desarrollo Social. Considerando la compatibilidad de los subsistemas comercio y comunicaciones.

El regreso del viaje a partir del centro atractor deberá comportarse de la misma manera empezando en un nivel local, e incrementando su jerarquía.

Figura 29: Representación de un esquema vial jerarquizado en condiciones ideales.



Fuente: Elaboración propia.

La implementación de un sistema jerarquizado, pretende conducir los diversos viajes del área de estudio a través de diversas alternativas, sin que solo se cuente con una sola opción para entrar o salir de dicha área urbana. (Ver Figura 30).

Se pretende con ello devolverle la funcionalidad a la vialidad de acceso controlado (Anillo Periférico Ecológico), en tanto solo se ocupe para realizar viajes a nivel metropolitano, subregional y/o regional.

espacio adicional, previsto para el tránsito de bicicletas, no cuantificado ni considerado en el diseño tradicional de vialidades.

Cabe destacar que la propuesta no considera incrementar la longitud total de la calzada, a partir de lo establecido y recomendado por el autor Jan Bazant, simplemente con el mismo tamaño de sección se definió que medios de transporte y que función deberían tener las vialidades primarias, secundarias y locales.

Principios básicos

Se consideraron los siguientes principios para diseñar los ejes viales funcionales:

- Redefinir el espacio para vehículos en la sección transversal a partir de la función de la vialidad
- Priorizar el tránsito conforme a la nueva jerarquía
- Diseño Universal
- Establecer espacios públicos en las esquinas donde se intersecta una vialidad primaria y secundaria para incentivar la intermodalidad del transporte
- Considerar que la bicicleta es el modo de transporte más eficiente en recorridos de hasta 5 km puerta a puerta
- Velocidad promedio de los viajes realizados en bicicleta es de 16.4 Km/h¹⁸

Vialidad Primaria

La alternativa presentada considera mantener una sección de calzada de 30.00m compuesta por banquetas de 03.00m cada una, que alberguen un área jardinada de 01.35m el resto de esta sección deberá quedar libre de cualquier obstáculo. Sin embargo para el caso de colocar mobiliario urbano (caseta telefónica, banca) deberá considerar ubicarlo en esta misma área precediendo del área verde.

Se contemplan tres carriles de circulación de 03.50m cada uno por sentido de circulación, dependiendo de la demanda de transporte y de la implementación de un Corredor Troncal tipo BRT, se confinará el carril izquierdo destinándose al transporte

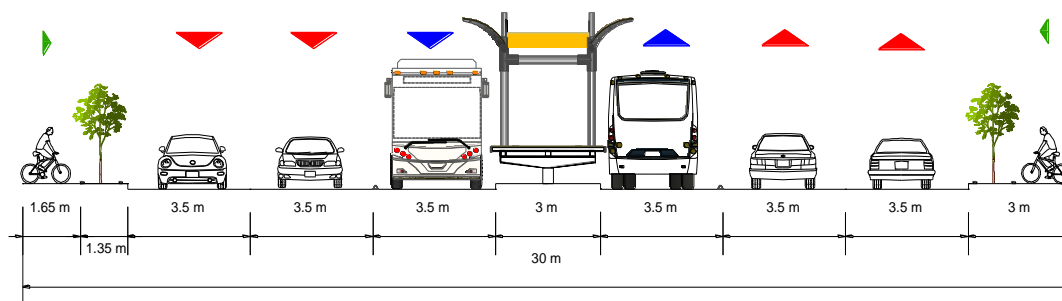
¹⁸ Encuesta Origen-Destino 2007 (INEGI, 2007) de la Ciudad de México.

público, en caso de no existir esto último se establecerá el carril derecho como carril preferencial para el mismo tipo de transporte.

La sección de calzada presenta en la parte central un camellón de 03.00m mismo en el que deberá considerar el sembrado de elementos arbóreos y/o arbustivos, o en caso de tratarse de un Corredor Troncal para el transporte masivo, ubicar los paraderos.

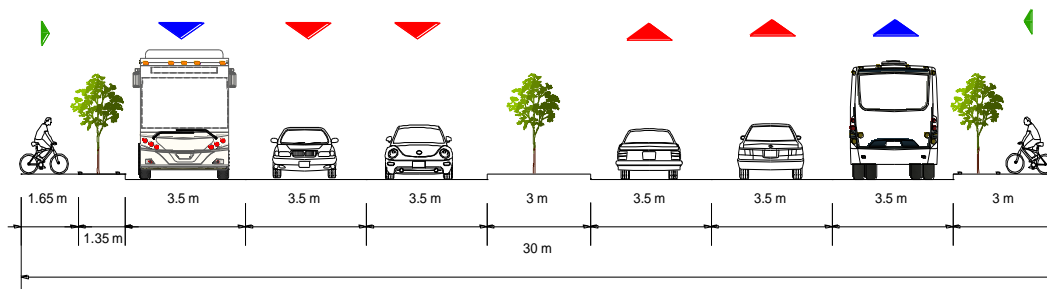
La sección transversal presentada a través de las figuras 31 y 32 denota la presencia de la bicicleta, incorporándose desde una vialidad secundaria hacia la primaria, sin embargo dentro de esta última no se contempla la circulación ni mucho menos el espacio para este vehículo. Debido a que no se recomienda mezclar las velocidades mediana y baja en una vialidad. Ver Anexo 1. Características para el diseño de una red vial jerarquizada (alternativa de solución).

Figura 31: Sección propuesta para Vialidad Primaria con transporte masivo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Sección propuesta para Vialidad Primaria con transporte convencional.



Fuente: Elaboración propia.

Vialidad Secundaria

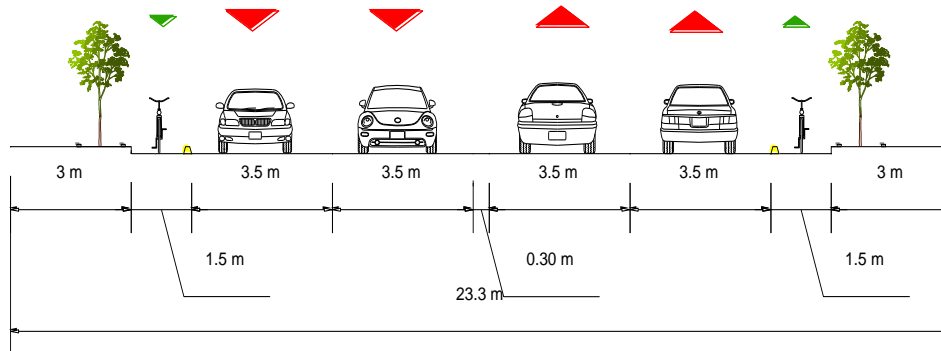
Para este tipo de vía se propone mantener una sección de calzada de 23.30 m compuesta por banquetas de 3.00m cada una, que alberguen un área ajardinada de 1.35 m el resto de esta sección deberá quedar libre de cualquier obstáculo. Estas medidas son similares a la de la vialidad primaria considerando que como ambas se interceptan y presentan un mayor volumen deberán mantener la misma sección de banqueta al interceptarse.

Se proponen un total de cuatro carriles de 3.50m cada uno, de los cuales dos presentan el mismo sentido de circulación y los otros dos contrarios a estos últimos, segregados con señalamiento horizontal mediante franja de 0.30m.

En los extremos del arroyo se han establecido ciclovías unidireccionales conforme a la dirección del flujo vehicular con una sección de 1.50 m . La sección transversal presentada a través de la figura 33 denota la redistribución del espacio perteneciente a la sección transversal de la vialidad secundaria considerando la circulación de un medio de transporte no motorizado.

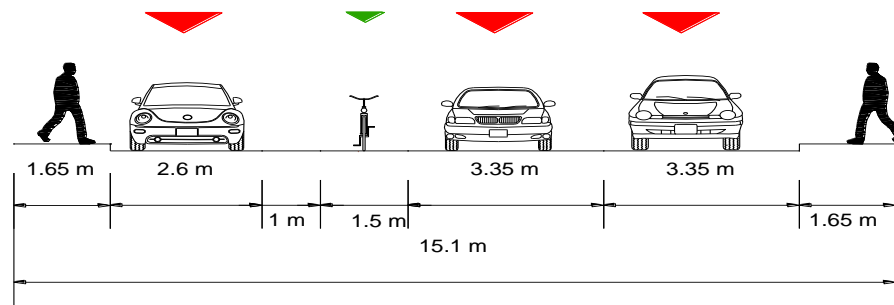
Este tipo de vialidad deberá albergar el tránsito de autobuses pertenecientes a las rutas alimentadoras en caso de existir corredores troncales de lo contrario las rutas de servicio de transporte convencionales deberán circular de la misma manera. (Ver Figura 34 y Anexo 1. Características para el diseño de una red vial jerarquizada (alternativa de solución).

Figura 33: Sección propuesta para Vialidad Secundaria con ciclovía



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35: Sección propuesta para Vialidad Local con ciclovía



Fuente: Elaboración propia.

5.6. Adecuaciones complementarias al espacio urbano

Dotar de un modelo vial jerarquizado, no representa, incrementar el número de kilómetros de infraestructura vial para el tránsito privado, situación a la que se opondrían los especialistas en Movilidad Urbana Sustentable, por el contrario, representa la posibilidad de contar con un sistema vial ordenado el cual ofrezca a los usuarios más rutas u opciones para llegar a su destino, significa además una redistribución de los flujos sobre las arterias e intersecciones conflictivas, que se traduce en la recuperación de la calidad del nivel de servicio de las mismas.

Sin embargo, para que la red vial pueda tener un carácter sustentable, debe albergar al transporte no motorizado, es por ello que se requiere impulsar el desarrollo de infraestructura para dicho modo, esto implica agregar un espacio con suficiencia para establecer los carriles de circulación de las bicicletas. Esta adición de espacio prevista para una red vial representa la modificación de la sección de calzada y de su funcionalidad.

Además de la certeza, se está garantizando con esta consideración la interconexión de los viajes en bicicleta entre las zonas generadoras y atractoras representadas por las zonas habitacionales y comerciales o de equipamiento urbano respectivamente.

Por tanto se recomienda que durante el proceso de adquisición del derecho de vía para la construcción de la red vial, se prevea la inclusión de un modo de transporte alternativo, no contaminante, amigable con el medio ambiente el cual está representado por el uso de la bicicleta.

A lo anterior deberá sumarse el mobiliario que permita el resguardo de bicicleta, toda vez que se pretende incentivar su uso y propiciar la intermodalidad del transporte público, de esta manera cada habitante puede iniciar un viaje en bicicleta y transbordar al servicio público.

Por lo anterior se propone que sobre las intersecciones que se forman entre vialidades primarias y secundarias además de un paradero se sitúen estos aparcamientos a efecto de reducir los tiempos de accesibilidad al transporte y por consiguiente del tiempo de viaje total del usuario.

Además de lo anterior, es necesario, regular la intensidad del uso del suelo dando prioridad a los fraccionamientos con mayor densidad de población y vivienda a establecerse en la red vial primaria y complementar a estos con una adecuada red secundaria que contenga una red de ciclovías y aparcamientos como ya se mencionó.

Estas acciones conducen a incrementar el IPK sobre corredores tipo BRT por lo que los usos del suelo también deberán regularse para no aprobar el establecimiento de aquello que genere congestión en la red vial.

Conclusiones

A partir del desarrollo de la presente tesis se cumplió con los objetivos propuestos, ya que se demostró que a partir del déficit tanto de infraestructura de conectividad (distribuidores) como de vialidades primarias y secundarias se presenta una mayor presión en la red vial del área de estudio, por la presencia de los volúmenes vehiculares provenientes de las áreas habitacionales de este sector de la ciudad.

El déficit de Equipamiento Urbano conlleva al desplazamiento de personas a otras partes de la ciudad de Puebla o de la misma área metropolitana para buscar cubrir sus necesidades, en un Subcentro Urbano desprovisto de los mismos, por consiguiente es necesario atender estas carencias, de tal manera que muchos viajes que ahora se realizan al exterior se concentren dentro del área estudiada.

Respecto al ámbito jurídico la falta de un marco regulatorio que prevea desde el diseño de los fraccionamientos los ejes primarios y secundarios en un área periférica y conurbada como la estudiada, es una necesidad que debe ser atendida por las autoridades Municipales y Estatales.

La falta de organización del espacio en la vialidad a favor del transporte no motorizado y del transporte masivo provoca que su uso sea limitado o para el cual no se muestre interés respecto a varios grupos de edad.

Mientras no se comprenda la necesidad de prever un sistema vial jerarquizado en un contexto similar al estudiado o para el crecimiento de una ciudad de 100,000 ó más habitantes, se estará saturando la vialidad existente y se seguirán construyendo infraestructura que alivie de manera parcial el problema.

Recomendaciones

Se recomienda la urgente vinculación y participación de los sectores Público, Privado y Social, en la planeación del territorio urbano, enfocada a garantizar la conformación de una red vial funcional, jerarquizada, que presente atributos de conectividad y continuidad que responda a las proporciones mínimas establecidas en el marco regulatorio.

La participación debe garantizar que se revisen, supervisen y evalúen de manera expost los ejes viales configurados dentro de los proyectos presentados para la conformación de unidades habitacionales, fraccionamientos, colonias, por parte de la autoridad municipal, así mismo considerar y garantizar dentro de la red que se vaya articulando el espacio transversal para el tránsito de bicicletas. De tal manera que se vaya configurando una red integral durante el proceso de ocupación del territorio.

Bibliografía

- Jan Bazant S., 2001. Periferias Urbanas. Primera ed. México, D. F., Trillas.
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J., 2010 Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones. Octava ed. México: Alfa-Omega.
- Jan Bazant S. 1998. Manual de Diseño Urbano. Quinta ed. México, D. F., Trillas.
- Le Corbusier. 1993. Principios de Urbanismo (La Carta de Atenas). Tercera ed. Barcelona. Planeta- De Agostini, S. A.
- SEDESOL., Manual de Normas y Reglas de Vialidad, Dispositivos de Tránsito y Mobiliario Urbano. Tomo I: Dispositivos para el Control de Tránsito y Mobiliario Urbano. CAPITULO I Vialidad Urbana.
- ITDP., 2011. Manual Integral de Movilidad Ciclista para ciudades Mexicanas. México, D. F.
- Nicholas J. Garber y Lester A Hoel. Ingeniería de tránsito y de carreteras. Tercera edición. Universidad de Virginia. Cengage Learning Editores S. A. de C. V. 2005.
- Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. MANUAL NORMATIVO. TOMO IV. SEDESOL.
- Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. MANUAL NORMATIVO. TOMO XII. SEDESOL.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras; Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaria de Infraestructura; México, D.F. 1986.
- Ley General de Asentamiento Humanos
- Ley Estatal de Planeación
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla
- Ley de Fraccionamientos para el Estado de Puebla
- Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puebla 1991.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 1991.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1990.
- Institute of Transportation Engineers, Guidelines for Urban Major Street Design, 1984.
- National Cooperative Highway Research Program Report No. 279 - Intersection Channelization Design Guide, 1985.
- Fondo Nacional de Transporte Urbano (Venezuela), Manual de Administración de Tránsito, Relatorio Preliminar (sin fecha), Manual Técnico de Ingeniería de Tránsito (enero 93) y Manual Técnico de Diseño de Sistema Vial Urbano (enero 93).
- José Antonio López Candeira (versión castellana); "PLANIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO"; Ed. Oikos-Tau, S. A.-Ediciones; (1977) ESPAÑA.
- Jane Jacobs, Ángel Abad (Traductor); "MUERTE Y VIDA DE LAS GRANDES CIUDADES"; Ed. Capitán Swing; (2012), España.
- Jordi Juliá Sort; "REDES METROPOLITANAS"; Ed. Gustavo Gili, S. A.; (2006), INGOPRINT, S. A., Barcelona.

- Colin Buchanan, G.H.C.Cooper, Ann Macewen, D.H. Crompton, Geoffrey Crow, Gordon Michell, David Dallimore, Peter J. Hills, Derry Burton; “TRAFFIC IN TOWNS”; Ministry Of Transport And Ministry Of Housing And Local Government; (1963), London.
- Nazareno Stanislau Affonso, Cristina Badini, Fátima Gouvea; “MOVILIDAD CIUDADANA”; Ed. Associacao Nacional De Transportes Públicos; (2003), SAO PAULO.
- Ruth Pérez López; “POR MI CIUDAD EN BICICLETA: EXPERIENCIAS DE CICLISTAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO”; Ed. Bicitekas; (2011), México D.F.
- Eduardo A. Vasconcellos; “O QUE É TRANSITO”; Ed. 3a Brasiliense S.A.; (1998), Sao Paulo.
- Reyes R., Fernández de Lara C. & Tapia R. (2011). “Arquitectura, urbanismo y territorio. Una visión actual”. Puebla, Pue. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección de Fomento Editorial.

Características para el diseño de una red vial jerarquizada (alternativa de solución).

Jerarquía Vial	Función	Espaciamiento entre ejes (km)	Derecho de vía (m)	Sección transversal	Pendiente (%)	Velocidad de Proyecto (km/h)	Observaciones
Primaria	Proporciona unidad a un área urbana continua. Tiene intersecciones para calles secundarias	1.50 a 5.00	31.00	6 carriles de 3.50m cada uno, banquetas de 3.00 m y camellón central. Dos sentidos de circulación, estacionamiento prohibido.	4 – 5 - 7	70 - 80	Las ciclovías llegan hasta este tipo de vialidad sin circular en ellas, particularmente a los nodos donde se encuentran los aparcamientos para bicicletas con una superficie de 400m ²
Secundaria	Circuito distribuidor principal. Señalamiento vial para indicar ubicación y dirección de barrios.	0.50 a 1.00	23.30	4 carriles de 3.50 m cada uno, banqueta de 3.00 m. De dos sentidos, con estacionamiento lateral. Con ciclovía adyacente a la banqueta y el carril de estacionamiento de 1.50m	5	50 - 70	En ciertas intersecciones previamente planificadas, se deberá destinar un espacio de 400m ² para el aparcamiento de bicicletas.
Local	Calles interiores	0.10 a 0.40	15.10	3 carriles, uno de ellos de 2.60 (aparcamiento) 3.35m para circulación de vehículos. Banqueta de 1.65m. Con ciclobanda de 2.50m entre carril de aparcamiento y el de circulación.	4 – 8 - 15	30-50	La ciclobanda se encuentra delimitada con señalamiento horizontal.

Anexo I