



Universidad Autónoma del Estado de México

---



Facultad de Planeación Urbana y Regional  
Licenciatura en Planeación Territorial

# Movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta: análisis de la infraestructura ciclista en la zona centro de la ciudad de Toluca 2019.

Que para obtener el título de  
Licenciada en Planeación Territorial

Presenta

Melanie Montejo de la Paz

Director

Dr. en C.S. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez

Co Director

M.E.U. y R. Héctor Campos Alanís

*“Ninguna ciudad puede  
resolver su movilidad completamente  
si no considera al vehículo  
autopropulsor por excelencia: el hombre”*

-Lewis Mumford



## Contenido

Introducción .....	6
<b>Capítulo I.....</b>	<b>21</b>
<b>Marco teórico-conceptual sobre la movilidad urbana, estructura vial y el uso de la bicicleta .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1. Teoría de la red urbana .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2. Movilidad.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Movilidad urbana y Movilidad no Motorizada .....</b>	<b>26</b>
<b>1.4. Infraestructura del transporte .....</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo II.....</b>	<b>34</b>
<b>Factores metodológicos para el análisis de la infraestructura ciclista en la ciudad.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2. Características de las ciclovías.....</b>	<b>39</b>
2.2.1. <i>La bicicleta es un vehículo .....</i>	<i>40</i>
2.2.2. <i>Medidas de intervención .....</i>	<i>41</i>
2.2.3. <i>Parámetros de diseño .....</i>	<i>42</i>
<b>2.3. Variables e indicadores .....</b>	<b>49</b>
<b>2.4. Instrumentos .....</b>	<b>52</b>
<b>Capítulo III.....</b>	<b>54</b>
<b>Análisis socioespacial de la movilidad urbana en la zona centro de la ciudad de Toluca .....</b>	<b>54</b>
<b>3.1. Caracterización del caso de Estudio .....</b>	<b>54</b>
a) Localización .....	54
b) Contexto de la zona de estudio (Cabecera municipal) .....	56
c) Delimitación y conformación del área de estudio.....	57
<b>3.2. Dimensión territorial .....</b>	<b>58</b>
3.2.1. <i>Usos del suelo .....</i>	<i>58</i>
3.2.2. <i>Reglamento de tránsito.....</i>	<i>61</i>
3.2.3. <i>Unidades económicas.....</i>	<i>61</i>
3.2.4. <i>Infraestructura vial.....</i>	<i>63</i>
<b>3.3 Infraestructura para el sistema ciclista.....</b>	<b>65</b>
<b>3.4 Características de las ciclovías.....</b>	<b>80</b>
<b>Capítulo IV: Dimensión social de la actividad ciclista.....</b>	<b>90</b>
<b>4.1 Usuarios del sistema de infraestructura ciclista .....</b>	<b>91</b>
<b>4.2 Análisis de la movilidad social.....</b>	<b>93</b>
a) Ocupación de los usuarios .....	93
b) Origen-destino.....	93
c) Tiempo de traslado.....	94

d) Objetivo o motivo del viaje .....	95
<b>4.3 Percepción social sobre la infraestructura ciclista .....</b>	<b>96</b>
<b>Conclusiones y aportaciones .....</b>	<b>108</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>113</b>
Anexo teórico.....	117
Anexo metodológico .....	124

## Introducción

En la actualidad, la movilidad en las ciudades es tema que a todos interesa, en virtud de que a diario la población necesita trasladarse a distintos lugares para poder realizar sus actividades cotidianas, sin embargo, problemas como el tránsito excesivo de vehículos particulares, la deficiencia de las rutas de transporte público y la inseguridad viaria, para moverse en bicicleta u otro medio de transporte no motorizado, dificultan la realización de esta actividad. El actual modelo de movilidad que prevalece en las ciudades mexicanas está desconectado entre orígenes y destinos, con grandes recorridos en tiempo y distancia y con una percepción de inseguridad constante; se privilegia el transporte motorizado y la movilidad se caracteriza por ser ineficiente.

Existe una sobreoferta de medios públicos de transporte, corta planificación y mantenimiento de la infraestructura peatonal (Gutiérrez I. A., Consultado en febrero de 2019); aunado a esto, se identificó que la infraestructura ciclista es escasa y deficiente. Según SEDATU (2013) la inversión en movilidad está conformada de la siguiente manera: 77% infraestructura vial –para vehículos automotores–; 11% transporte público; 8,6% espacio público; 3% infraestructura peatonal, y; solo el 0.4% para infraestructura ciclista.

La bicicleta en México, como modo de transporte o de ocio, es usada desde hace décadas, pero ahora, en el Siglo XXI, debido a las dificultades de movilidad en distintas ciudades y a los altos costos de combustibles, se ha convertido en una forma fácil, económica y sustentable para el traslado de miles de personas dentro de grandes metrópolis. Siendo mayores los beneficios de los traslados en bicicleta es necesaria la oferta de infraestructura ciclista en las vialidades, para hacerlas cómodas y seguras e incentivar esta movilidad.

La Ciudad de México es un claro ejemplo de que la cultura ciclista cada vez toma mayor auge y sirve como solución a grandes problemas, como la contaminación y el desahogo vehicular que sufren las principales arterias viales. Según datos del INEGI (2017) con la “Encuesta de Origen – Destino”, el 35.9% de los hogares de la Ciudad de México y Área Metropolitana, de un total de 5.9 millones, cuenta con una bicicleta, las cuales pueden tener más de un uso, los principales con fines recreativos y de transporte; más de 2 millones 118 mil de dicha clase de vehículos existen en la ciudad, aunque no todos funcionan como modo de transporte cotidiano. (González, 2018)

La infraestructura para el ciclista trae consigo ciertas modificaciones al diseño vial y al reglamento de tránsito que rige las calles, además de los beneficios que ya se han comentado con anterioridad. Haciendo referencia a la seguridad para el ciclista, (Mulvaney, CA; Smith, S.; Watson, MC.; Parkin, J.; Coupland, C.; Miller, P.; Kendrick, D. McClintock, H., 2015) comentan que la oferta de las condiciones adecuadas en las calles para andar en bicicleta cotidianamente reduce los accidentes ciclistas, los cuales son la razón principal de las

lesiones ocasionadas por realizar esta actividad. Incluir infraestructura ciclista tiene tres tipos de efectos:

1. *“El que intenta controlar el uso compartido del espacio de la calle para los automotores y para los ciclistas, por ejemplo, carriles para bicicletas y uso compartido de un carril de autobús;*
2. *El que separa el tránsito de bicicletas del tránsito motorizado y puede incluir rutas especiales solamente para el tránsito de bicicletas, por ejemplo, sendas para bicicletas y vías para bicicletas. Estas variantes pueden compartirse con los peatones;*
3. *El control de las calles para incluir la separación del tránsito de vehículos automotores y de bicicletas (por ejemplo, reglas del tránsito que prohíben que en ciertos tipos de tránsito se hagan giros particulares) y los giros para bicicletas con señales de tránsito.”*

Ahora bien, considerando el estado del arte que existe sobre el objeto de estudio abordado en la presente investigación, en el contexto mundial, la movilidad es también un problema, pero existen países que han avanzado considerablemente en la solución y han formulado metodologías, avances en la implementación de infraestructura, modificación de la legislación, entre otros aspectos, para mejorarlo. En México existen estudios que se han desarrollado en la búsqueda de una movilidad más accesible y amigable con las ciudades, se han implementado ciclovías al interior de los centros o en sus zonas aledañas, pero muchas de éstas no han tenido el éxito deseado, pues están mal ubicadas y/o los automovilistas no las respetan, además de tener -en la mayoría de los casos- fines turísticos y no para la movilidad cotidiana.

Existen organizaciones en el mundo que se preocupan por las condiciones que la ciudad ofrece para ejercer una movilidad digna para todos, un ejemplo de ello es la organización llamada *Ecologistas en acción*, de Madrid, España, que presentó en el 2007 un cuaderno titulado *Los medios de transporte en la ciudad: un análisis comparativo*, en donde se realiza un cotejo entre los vehículos (motorizados y no motorizados) que se pueden utilizar en la ciudad y contrapone ventajas y desventajas del uso de cada uno de estos.

Las variables que *Ecologistas en acción* considera para la identificación del transporte urbano más conveniente son:

- Tipo de medio de transporte (motorizado o no motorizado)
- El papel social de los medios de transporte
- Estado del sistema de transporte (condiciones del servicio y la infraestructura)

Con el objetivo de mejorar el conocimiento de los distintos medios de transporte urbano y difundir entre la población más alternativas a esto, diferentes al automóvil privado, el estudio

termina inclinándose, en primer lugar, por el transporte masivo, como es el BRT (Autobús de Tránsito Rápido, o Bus Rapid Transit por sus siglas en inglés), ya que usuarios con capacidades diferentes pueden utilizarlo; en segundo lugar coloca a la bicicleta, pues en la ciudad se realizan traslados relativamente cortos y este medio de transporte es ideal para combatir la contaminación y problemas urbanos como el tráfico en las vialidades. Este estudio es útil para la investigación porque hace un análisis comparativo de los medios de transporte urbanos, además de poner a la bicicleta en un lugar importante dentro de la movilidad urbana.

En el contexto de las ciudades mexicanas se podría describir, como lo hace (Quintero, Loredó, & Rodríguez, 2014)<sup>1</sup> “Típica ciudad de un país en desarrollo, donde los intereses políticos y de la minoría están por encima de la previsión y la planeación de una estructura física urbana funcional que mejore la calidad de vida de sus habitantes”, aunque se destina muy poco presupuesto para cuestiones de movilidad ciclista y/o de transporte no motorizado. Una estimación minuciosa de la realidad del transporte y el desarrollo de visiones de movilidad en las ciudades no solo descubrirá una cantidad de otros problemas, sino que también mostrará alternativas para emprender acciones innovadoras.

Algunas fuentes estadísticas, como el INEGI (2018), afirman que de los 5.9 millones de hogares registrados en la CDMX y Zona Metropolitana, el 36% de los que cuentan con vehículos, tienen al menos una bicicleta; el mismo informe detalla que de todos estos posibles usuarios de bicicleta, solo el 2.2% ocupa la bicicleta como medio de transporte, cuya situación se ve reflejada en varias ciudades mexicanas, incluyendo a Toluca, en el Estado de México (Campos, 2019).

En el contexto del Estado de México, el estudio realizado por Huerta (2015) en el municipio de Metepec, identifica las necesidades de movilidad urbana a partir de la estructura urbana en su zona de estudio. Huerta analiza el fenómeno de fragmentación urbana derivado del desarrollo habitacional mediante la figura jurídica del conjunto urbano en el municipio de Metepec, con el fin de identificar las necesidades de movilidad urbana de la población, considerando la infraestructura vial y el servicio de transporte público de pasajeros.

Huerta (2015) identificó las necesidades de movilidad urbana, describió el fenómeno de fragmentación en el municipio, el desarrollo habitacional y el papel de la figura jurídica del conjunto urbano, buscando demostrar las tendencias negativas de la fragmentación urbana, a fin de entender la problemática que deriva la participación del sector privado a través de la promoción inmobiliaria y las necesidades de movilidad urbana que de ella derivan. Se hace referencia a este estudio porque la metodología que utiliza se puede aplicar al presente

---

<sup>1</sup> En Aplicaciones de la transdisciplina en los Sistemas de Información, Salud, Transporte y Comercio

trabajo de tesis, pues es amplia y engloba varios métodos y técnicas. Los resultados que se obtienen en esta investigación son que el desarrollo inmobiliario, a través de la figura jurídica del conjunto urbano habitacional, agrava la movilidad de la población, en virtud de no contar con un sistema de transporte público que conecte eficientemente la función residencial de la ciudad, lo que detona el aumento de distancias, tiempo y costo de desplazamiento (Huerta, 2015).

Por otro lado, Gutiérrez (s/f) en su estudio de movilidad en el municipio de Texcoco, Estado de México, plantea la necesidad de implementar políticas y proyectos que favorezcan la movilidad urbana no motorizada. Para realizarlo, utiliza dos variables: los flujos de ciclistas obtenidos a través de aforos realizados en trabajo de campo y la densidad de población del municipio; como fin, Gutiérrez (s/f) busca fomentar la movilidad urbana no motorizada a través del planteamiento de la necesidad de implementar políticas y proyectos. La información recabada para su investigación la obtuvo a través del análisis del contexto urbano del caso de estudio y de los instrumentos que impulsan el establecimiento de la movilidad urbana no motorizada: trabajo de campo, medición de aforos ciclistas en las calles del área de estudio y zonificar el área de estudio para la determinación de necesidades específicas y atenderlas con estrategias.

Por último, García (2018), aborda los principales problemas de la Zona Centro de Toluca respecto a la movilidad urbana, buscando una solución a ellos a través de lineamientos político-administrativos y dando prioridad a los vehículos no motorizados. El autor emplea algunos métodos, como la elaboración de la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR), que igualmente es útil para la presente investigación. Resulta apropiado retomar este trabajo ya que también analiza la zona de estudio tomada para este trabajo, así como las conclusiones de su investigación pueden llegar a ser complementarias a las de la presente.

A diferencia de García (2018), en esta investigación se pretende llegar a la identificación de elementos y parámetros con los que deben cumplir las vialidades para implementar la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Este autor identificó como problemática la ausencia de un instrumento que permita regular las condiciones en las que se lleva a cabo la movilidad urbana dentro de la Zona Centro de la Ciudad de Toluca, así como las deficiencias tanto en el diseño urbano como en el sistema de transporte público, infraestructura vial, banquetas, señalética, accesibilidad universal, entre otros. Para fines de esta investigación se retoma la infraestructura y la señalética como elementos a analizar.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Consultar cuadro 2 “Estado del Arte” en los anexos para el cuadro de congruencia de los autores citados en este apartado

La problemática se ve sustentada a través de la inercia de la cultura del automóvil, que aún dificulta mucho que las medidas implantadas se traduzcan en un cambio real en los hábitos de movilidad (BACC, 2011). Aunque esto sea un trabajo con resultados a largo plazo, en las calles se empiezan a ver cada vez más ciclistas, que se desplazan para ir al trabajo, escuela o para hacer las actividades de cada día. Estos últimos años han servido para hacer visible al ciclista urbano en las vialidades, así como acostumbrar a las personas a ver la bicicleta como medio de transporte habitual y, aunque todavía no es un hecho, el proceso se encuentra activo y aún restan actividades y tareas por delante para poder lograr el objetivo.

García (2018) señala que los lineamientos para ofrecer las condiciones para poder usar la bicicleta como medio de transporte cotidiano son insuficientes o inexistentes; por su parte, la infraestructura para realizar esta movilidad tampoco se oferta en gran medida ni en buenas condiciones. Existe la necesidad de movilidad en las ciudades, al mismo tiempo que la preocupación de cómo realizarla, encontrando el mayor beneficio, es decir, que los traslados sean fluidos, sustentables y favorezcan la salud de quien los hace, de ahí se plantea la cuestión de cómo diseñar sistemas de transporte que ofrezcan la máxima movilidad y al mismo tiempo generen el mínimo impacto negativo (Metropolis, 2008).

En el Estado de México, en el año de 2018, Raymundo Martínez Carbajal, entonces Secretario de Movilidad, informó que analizaban la propuesta para la creación de ciclovías para la movilidad en la entidad, lo que hasta el momento no se ha hecho por falta de recursos económicos; asegura que el enfoque de movilidad es precisamente promover esas obras urbanas pero estos proyectos están detenidos porque no hay inversión. Así mismo, organizaciones civiles de ciclismo urbano, afirmaron para el Heraldo de México (2018) que no todas las ciclovías tienen estacionamiento para bicicletas y algunas sufren delincuencia e inseguridad, presentan obstáculos a lo largo de la ciclovía y, además, requieren de infraestructura útil y de calidad, es necesario un reglamento de tránsito que contemple los derechos para los ciclistas: sensibilizar a la policía, planeación de rutas y una sociedad civil participativa (Ríos & Ríos, 2018).

Considerando que en las ciudades mexicanas los servicios se concentran en zonas específicas y que son congestionadas (como los centros de las ciudades) la movilidad ciclista podría resolver los desplazamientos cotidianos. Se tiene registro de ciclovías instaladas en los centros de las ciudades, aunque muchas veces estos carriles se encuentran entorpecidos por peatones, motocicletas, autos estacionados o bien por otro tipo de obstáculos como coladeras abiertas, baches, basura, etc.

El aumento del tráfico y la predominancia del uso de vehículos de motor privado y en el transporte de pasajeros se convierten cada vez más en una amenaza para la calidad de vida de las ciudades; según el Informe de 2008 de Metrópolis:

*“se destruye la estructura de la ciudad para poder satisfacer las exigencias del tráfico de coches; Se desatienden los medios de transporte no motorizados, como la marcha a pie e ir en bicicleta; el ruido y la contaminación del aire, del agua y del suelo, así como los atascos amenazan la vida y la salud de la población urbana; se excluye sistemáticamente a ciertos grupos de la población de su participación, y por tanto se deteriora la accesibilidad a las funciones urbanas; se requieren grandes cantidades de dinero cada año para la financiación de sistemas de transporte que frecuentemente no satisfacen las expectativas y las necesidades de políticos y usuarios; tanto a la política como a la planificación de transportes les falta a menudo la visión necesaria y el enfoque estratégico para satisfacer la demanda actual, sin restringir los derechos de las generaciones futuras.”*

*Metrópolis (2018). Informe de Comisiones de Trabajo.*

La problemática actual en la movilidad urbana es la priorización del transporte motorizado privado, pues hay un sobreuso de éste y ocupa dimensiones exageradas para trasladar a una sola persona, tiene impacto en varias esferas que engloban a la ciudad, además, la inseguridad viaria es uno de los principales inhibidores del uso de la bicicleta como medio de movilidad en zonas urbanas (Gutiérrez I. A., Consultado en febrero de 2019), provocando aún más el uso del automóvil privado y agravando el problema. Benjamín Galaviz (2013), del colectivo Aguas con la Bici, señala que, en algunas ciudades mexicanas, incluida Aguascalientes, ha incrementado el número de personas que utilizan las bicicletas como medio de transporte, sin embargo, la infraestructura es escasa.

Smart Cities Dive (2014), enlista siete razones para invertir en la implementación y mejoramiento de la infraestructura ciclista:

- Las ciclovías incrementan el valor de residencias. Un estudio en Indianápolis midió el impacto que una ciclovía puede tener en los valores inmobiliarios, llegando a la conclusión de que una casa idéntica a otra, puede aumentar su valor en un 11% al estar más cerca de una ciclovía importante.
- Las ciclovías ayudan a las empresas a atraer talento. En Estados Unidos ha disminuido el número de personas entre 16 y 24 años con licencia de conducir y los viajes en bicicleta han aumentado en 24%. A una empresa le beneficia tener empleados que utilicen bicicleta porque son más sanos, felices y productivos; perfiles más atractivos para las organizaciones.
- Quienes usan la bicicleta son más saludables y productivos. Los programas que contemplan actividad física en el lugar de trabajo pueden reducir las ausencias por enfermedad a corto plazo entre un 6 y un 3%, reducir los costos de atención de salud entre un 20 y un 55%, y aumentar la productividad entre un 2 y un 52%.

- La infraestructura para bicicletas aumenta la visibilidad y las ventas de las tiendas minoristas. Hay evidencia de que la infraestructura para bicicletas impulsa las ventas de las tiendas pequeñas que se encuentran en la calle.
- Andar en bicicleta permite ahorrar dinero. No solo para el usuario que deja de gastar en combustible y mantenimiento del vehículo, sino también significa un ahorro para las ciudades pues reduce la congestión y contaminación, el mantenimiento de las calles, ahorro energético y mejora de la seguridad vial.
- Reduce la congestión y la necesidad de más autopistas. En las zonas urbanas, donde los autos y los ciclistas viajan a velocidades similares, las ciclovías tienen la capacidad de mover de 7 a 12 veces más personas por metro de calle por hora, que las vías de autos, sumando además que las bicicletas causan un menor desgaste en el pavimento.
- Andar en bicicleta reduce costos en salud. Los ahorros de salud derivados de la actividad física, medidos en 10 estudios diferentes, varían hasta llegar a \$1,175 dólares por persona al año. El valor anual promedio per cápita de los diez estudios fue de \$128 dólares.

En el siglo XX, el automóvil irrumpió en la vida humana como símbolo de la modernidad, del orden y progreso. Representaba libertad individual para trasladarse y rápidamente se apropió de la mayor parte del espacio de las ciudades. Con ayuda del incremento poblacional, comenzó la masificación de las grandes urbes y con ella surgió la necesidad de recuperar el espacio público, así como una conciencia en la población por la contaminación que provocan los vehículos, la movilidad en las ciudades es cada vez más congestionada y estresante (Universia, 2013).

El cambio de mentalidad ha propiciado un resurgir de la bicicleta, que se reivindica como un medio de transporte barato, ecológico y saludable, a la vez que es un elemento transformador de la trama urbana (León & Medina, 2018) Las ciudades están cambiando, sobre todo las europeas, porque es evidente que la movilidad sostenible (en bicicleta y transporte público) ya no es una moda, sino una necesidad, pues todo ser humano necesita moverse para realizar actividades cotidianas, “una tendencia urbanística imparable en todo el mundo, una auténtica revolución” (Bravo, 2017).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son lineamientos establecidos por la ONU, éstos hacen un llamado universal a atender ciertos temas que engloban problemáticas presentes en todo el mundo, con la finalidad de proteger el planeta y mejorar vida. En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los Objetivos en 15 años (ONU, 2015).

Los objetivos 11 y 13 se encuentran altamente relacionados con la presente tesis. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Hace referencia a la contaminación por emisiones de carbono mundiales, a la deficiente infraestructura por sobredemanda en las ciudades. A su vez, el objetivo 13: acción por el clima. Habla del efecto invernadero por emisión de dióxido de carbono que aumenta la temperatura de la tierra. La ONU (2015) da información acerca de las ciudades de mundo. Estas ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono.

En virtud de atender y contribuir a la elaboración de estos objetivos, el uso de la bicicleta conlleva a muchos beneficios más allá que mejorar la salud del usuario, reducir tiempos de traslado y evitar problemas de tráfico. Si este uso se ve en aumento y más personas deciden bajarse del automóvil y pedalear, las emisiones se reducen, beneficiando así al ambiente.

En el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca (2014) establece como un objetivo el “promover sistemas de movilidad eficientes” y una de las líneas de acción es “fomentar una movilidad sustentable, con apoyo a proyectos de transporte público” lo cual se refiere a que la bicicleta no se considera dentro del camino hacia una movilidad sustentable, un error que debe corregirse e incluir este vehículo en las líneas de acción para la realización de los objetivos.

La bicicleta es un medio de transporte que no requiere de combustible, normalmente se utiliza para recorridos cortos, o bien para viajes largos cuando se hace cicloturismo o por deporte. Se estima que en promedio cada persona realiza 4 traslados a diversos puntos diario, pero para ello requiere de un medio de transporte y entre mayor sea la distancia recorrida, el costo de traslado aumentará y el tiempo se convertirá en una limitante; como menciona Kaufmann (2002), para la eficiencia en el transporte son vitales ciertos aspectos:

- La forma urbana
- Economía
- Cultura ciudadana
- Equidad social
- Gobernanza del sistema
- Calidad del servicio

Para lograr una movilidad eficiente dentro de las ciudades es necesario contar con una forma urbana y que esta se preste para llegar a los destinos de una forma fácil y segura, así como económica y accesible para todos, al mismo tiempo que la infraestructura suficiente para que la movilidad sea eficiente (hábalese de señalética y demás elementos que ayudan a la fluidez del tránsito). La actual estructura urbana, y sobre todo la infraestructura vial, está condicionada por el uso del automóvil particular, dando más espacio para más vehículos y ocasionando problemas de congestionamiento en las vialidades. La bicicleta lleva a su usuario del origen al destino sin intermediarios, solo ocupando el 10% del espacio que usa el

automóvil (ITDP, 2011), la movilidad en las ciudades se hace más fluida y eficiente a través del uso de la bicicleta.

El profesor de la UNED David Lois (s/f) experto en movilidad, explica que existen tres medidas básicas para implementar la movilidad urbana en bicicleta: lo primero es intentar que haya menos coches; lo segundo son las peatonalizaciones y; lo tercero es construir una buena red de carriles ciclistas segura, segregada y bien conectada, que está demostrado que aumenta el número de ciclistas. En realidad, estas tres medidas requieren de un tiempo muy largo y mucha participación de los gobernadores y de la población, pues el cambio en el pensar de las personas no se da de un día para otro.

Existen ya medidas en algunas ciudades de México que reducen el uso del automóvil, como el “Hoy no Circula” en la Ciudad de México, con lo que se busca la peatonalización de los cruces en las calles y se han implementado carriles ciclistas que, en la mayoría de los casos, han fracasado, están inutilizados y no están bien conectados, lo cual provoca una limitante en la utilización de la bicicleta como transporte de uso cotidiano y no solo recreativo. Conforme al estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca, es necesario generar una red ciclista regional para mejorar los trayectos de la población y para enfrentar los retos que trae consigo la movilidad urbana actual.

De esta manera, se plantea como Hipótesis que en la ciudad de Toluca se ha incrementado el número de personas que utilizan las bicicletas como medio de transporte, sin embargo, existe poca inversión en infraestructura, lo que determina que la ciudad no ofrezca las condiciones necesarias para utilizar la bicicleta como medio de transporte cotidiano.

Para comprobar la hipótesis, el trabajo plantea como objetivo general analizar si la ciudad cuenta con la infraestructura urbana necesaria para el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano, con el fin de proponer alternativas implementables en la estructura urbana.

Así mismo, los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

- Formular un marco teórico-conceptual referente a la movilidad urbana, estructura vial y la bicicleta como medio de transporte cotidiano.
- Establecer la metodología especializada que permita analizar el fenómeno de la movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta, con la finalidad de establecer las variables e indicadores que deberá contener la infraestructura urbana.
- Desarrollar el marco contextual de la infraestructura urbana que se encuentra desarrollada en la zona centro de la ciudad de Toluca, con la finalidad de identificar la problemática, carencias y necesidades de infraestructura urbana destinada al uso de la bicicleta.

- Analizar la dimensión espacial y social de la movilidad, a partir de la experiencia de grupos de ciclistas que promueven el uso de la bicicleta en la zona centro de la ciudad de Toluca
- Formular propuestas de reconfiguración que deberá haber en la estructura urbana de la ciudad de Toluca, con el fin de hacerla apta para hacer de la bicicleta un medio de transporte cotidiano.

El proceso para estudiar la movilidad desde la infraestructura que ofrece la ciudad, comparada con la que debería haber para utilizar la bicicleta como medio de transporte cotidiano, requiere de abordar las partes que la integran para comprender el ser con el deber ser. Para este caso se analiza el fenómeno de movilidad urbana desde los elementos físico-espaciales instalados en las vialidades, dirigidos a todos aquellos que practican el ciclismo urbano.

Para lograr esto, se empleó el método deductivo, para abordar el fenómeno desde la situación actual de la señalética y condiciones en general, para moverse en bicicleta por la ciudad y se comparó con lo que debería haber, es decir, se contraponen la lista de requerimientos con la lista de elementos instalados en las calles (fenómeno *in situ*), permitiendo así la identificación de aspectos faltantes y las causas que originan la problemática; por medio de un diagnóstico se evaluó la situación actual, para definir la reconfiguración de la infraestructura urbana para el uso de la bicicleta.

La investigación incluye el método Mixto, en virtud de que se emplearon varias técnicas y se incorporan análisis cualitativos y cuantitativos para recabar información de interés acerca de los orígenes, costos y motivos, entre otros, de los viajes realizados en bicicleta dentro de la zona de estudio; también se elaboró cartografía que ilustra dicha información, así como aquella que se obtenga de los recorridos de campo. Se llegó a la comprobación de la hipótesis realizando una investigación integral y el método deductivo con visión sistémica, considerando el método mixto de investigación e incorporando métodos cualitativos y cuantitativos de investigación.

Hablando más a fondo de los métodos y técnicas empleados, éstos van desde la técnica documental, donde se incorporan varias metodologías y guías para implementar infraestructura amigable con el ciclista, varios artículos de revistas y blogs, que hablan específicamente de la movilidad urbana en bicicleta, bibliografía especializada en manuales ciclistas y uso de la bicicleta en la ciudad, para obtener los conceptos necesarios, así como tesis de alumnos egresados de la facultad y de otras universidades. Al mismo tiempo, la observación es otra de las técnicas empleadas en la investigación, donde el trabajo de campo es clave para obtener los resultados deseados.

La investigación está compuesta por 6 fases:

Fase 1. La primera permitió identificar todos aquellos antecedentes del objeto de estudio y retomar información útil para contextualizar y elaborar la metodología, así como la descripción de los objetivos, la problemática, justificación, hipótesis etc. La primera fase es el pie de entrada para la investigación, donde se describen los motivos por los cuales se ha decidido por elegir este tema, la importancia del mismo, los problemas que éste engloba. Lo que busca comprobar a través de las siguientes fases y el objetivo general del estudio.

Fase 2. La segunda fase de la investigación consta de la indagación en la bibliografía relacionada con el objeto de estudio para construir el marco teórico conceptual y así tener los fundamentos y el contexto sobre el que se desarrolló el estudio. En esta fase se enmarca la investigación, se dan los lineamientos dentro de los cuales se elaboró, los términos que se emplearon. Es importante conocer los términos que se manejaron para el estudio y así tener la misma definición al momento de referirse a algo en específico. Así mismo, se describió la teoría que justifica el estudio.

Fase 3. Establece una metodología para analizar la infraestructura ciclista que ofrece la ciudad. Se abordan primeramente los antecedentes que se tienen respecto a equipamiento urbano dirigido a la circulación de bicicletas por las vialidades. Después, se describieron los elementos que se deben considerar para que la ciclovía cumpla con las características adecuadas para la movilidad ciclista, estos elementos se retoman a partir de la revisión de manuales y guías empleados en casos de estudio en lugares como Holanda, Colombia, Ciudad de México, principalmente. Se definieron las medidas de intervención de la vialidad y los parámetros de diseño para una ciclovía adecuada. Las variables e indicadores que habrá que considerar cuando se diseña, así como los instrumentos legales que enmarcan el tema de la movilidad en bicicleta en la ciudad.

Fase 4. En esta fase se realizó el análisis socioespacial de movilidad urbana en bicicleta. Se describió la zona de estudio para delimitarla y definir su conformación, posteriormente se caracterizó el objeto de estudio, su localización. Más adelante se refieren los usos de suelo de la zona y datos territoriales de interés. Se formalizó la caracterización de la infraestructura que ofrece el centro de la ciudad para el uso de la bicicleta como medio de transporte, llámese carril confinado y señalética. Las características que presenta la ciclovía en base a lo establecido en la metodología especializada desarrollada en la fase 3.

Pretende construir un marco empírico, en el cual se describió el método que se utilizó (la MIR), así como del diagnóstico por medio de una caracterización de la zona de estudio para la identificación de problemas y deficiencias que tenga el objeto de estudio, aquí se definió la necesidad de una reconfiguración vial en la ciudad de Toluca para poder ejercer la bicimovilidad.

Fase 5. Consiste en el levantamiento de información en campo para conocer la opinión de los ciclistas respecto a la infraestructura que se ofrece y las condiciones en las que rueda cotidianamente. Esta fase permite observar las necesidades de la población de transporte, específicamente de la bicicleta, así como hacer notorio el alcance que han tenido los esfuerzos realizados en pro de la movilidad no motorizada.

Fase 6. Corresponde a la formulación de propuestas para la modificación del espacio en las vías y se incluya a la bicicleta en ellas, con el fin de hacerla apta y que el ciclista circule con seguridad. Se concluye la investigación en esta fase y se realizan las aportaciones, resaltando siempre la importancia de la movilidad no motorizada (específicamente la bicicleta) en la vida cotidiana de los habitantes y para el bienestar de las ciudades.

Así, las fases que se han diseñado para la elaboración de esta tesis son las siguientes:

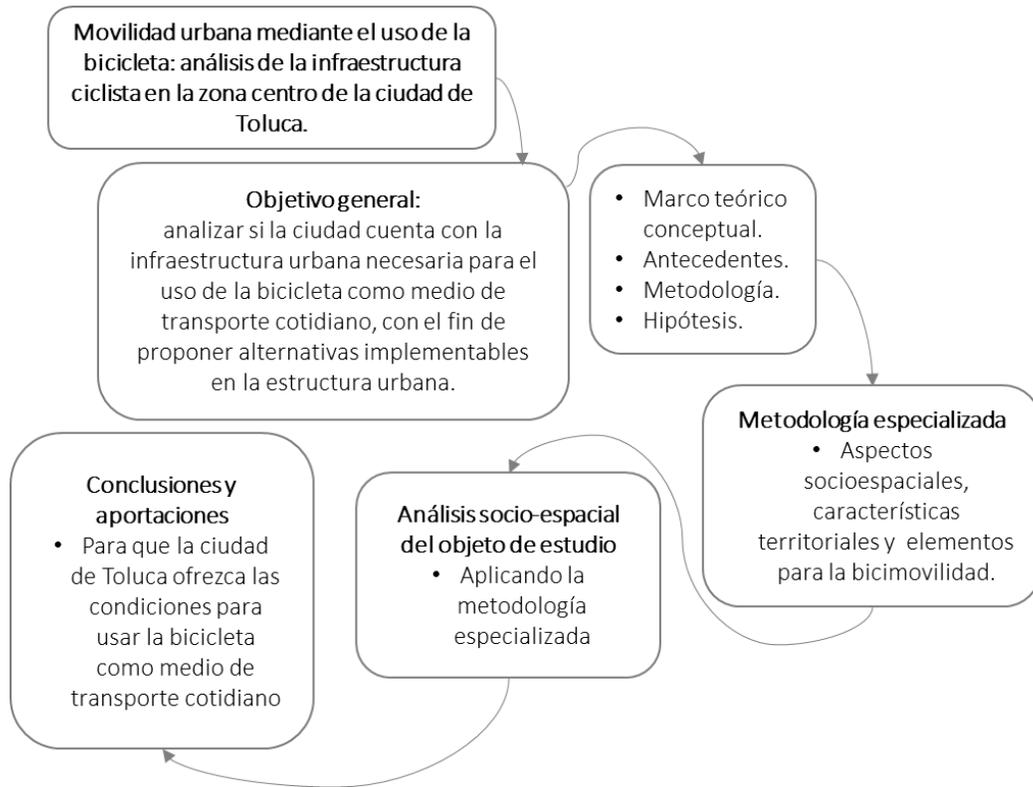
- 1) Introducción
- 2) Marco teórico conceptual de la investigación.
- 3) Descripción de la Metodología especializada
- 4) Realización del análisis socioespacial de la movilidad urbana
- 5) Levantamiento de información en campo.
- 6) Aportaciones y propuestas de modificación a las vías para la inclusión<sup>3</sup> de la bicicleta como medio de transporte.

Con base en estas fases, se ha desarrollado un esquema de investigación que guía la formulación de la investigación, en el que se ve reflejado el orden que llevó. Más adelante se desarrolló la estructuración de capítulos donde se observa, a grandes rasgos, lo que se realizó en cada uno de ellos.

---

<sup>3</sup> “Inclusión” se refiere a considerar la bicicleta como un vehículo más en la vialidad, el cual tiene tantos derechos como cualquier otro y merece ser respetado

Figura 1. Esquema de investigación



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Estructuración de capítulos

Formulación un marco teórico-conceptual referente a la movilidad urbana, estructura vial y la bicicleta como medio de transporte cotidiano.

1° Capítulo

Se estableció la metodología especializada que permitió analizar el fenómeno de la movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta, con la finalidad de instaurar las variables e indicadores que debe contener la infraestructura urbana.

2° Capítulo

Se realizó el análisis socio-espacial de la movilidad urbana en la zona centro de Toluca, así mismo se llevó a cabo la caracterización del caso de estudio, desde la localización, el contexto de la zona de estudio y la delimitación y conformación de la zona. Así mismo se despliegan la dimensión territorial con usos de suelo, unidades económicas, la infraestructura vial y transporte; Infraestructura existente para el uso de la bicicleta en la zona, analizada desde la metodología especializada.

3° Capítulo

Dimensión social: percepción social de la infraestructura ciclista que se ofrece en la zona de estudio. Levantamiento de información en campo.

4° Capítulo

Conclusiones y aportaciones

5° Capítulo

Fuente: elaboración propia

La tesis consta de 5 capítulos conforme a lo siguiente: El primer capítulo refleja un marco teórico-conceptual donde se exponen a diversos autores que definen el proceso que se investiga. Este capítulo busca definir tanto el proceso de Movilidad, como las dos variables, la dependiente que es Movilidad Urbana y Movilidad no Motorizada y la independiente que es la Infraestructura vial, esto con la finalidad que comprender el todo y sus partes y así enmarcar el objeto de estudio.

El segundo capítulo está compuesto por una metodología especializada en los traslados en bicicleta por la ciudad, desarrollada para abordar el objeto de estudio. Para éste se revisó la bibliografía pertinente, se identificaron y rescataron aspectos metodológicos útiles para la investigación. En el capítulo tres está conformado por la realización de la caracterización del área de estudio, contemplando aspectos socioespaciales como principales componentes, las características territoriales y los elementos que presenta la infraestructura ciclista que se oferta. Posteriormente en el cuarto capítulo, se realizó el levantamiento de información tal como las medidas de los carriles, conteo de señalética, descripción de las condiciones de los elementos ciclistas que se encontraron, entre otras; para conocer la opinión de los usuarios, ciclistas urbanos que viven de primera mano la problemática y así poder concretar el diagnóstico.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y aportaciones de la investigación, dando prioridad a la propuesta de la reconfiguración vial, o bien, de adecuar los elementos ya existentes para implementar la bicicleta como medio de transporte cotidiano y seguro.

## Capítulo I.

### Marco teórico-conceptual sobre la movilidad urbana, estructura vial y el uso de la bicicleta

El objetivo del presente capítulo es formular un marco teórico-conceptual referente a la movilidad urbana, estructura vial y la bicicleta como medio de transporte cotidiano; se abordan conceptos relacionados al objeto de estudio, se busca definir el proceso que engloba la investigación, el cual es la Movilidad, de éste se derivan dos variables que también serán definidas: una dependiente que es la Movilidad Urbana y una independiente que es la Infraestructura vial.

En el primer subcapítulo se plantea la teoría de la Red Urbana de Nikos (2005), que está conformada por elementos conectivos que van desde una ciclopista hasta una autopista y ésta no puede existir sin un mínimo (y muy grande) número de conexiones (Nikos, 2005). Esta teoría afirma que el proceso de planeación tiene su inicio en la definición de conexiones apropiadas entre los nodos.

En el segundo subcapítulo se aborda el concepto de movilidad, para el cual se citan varios autores con el fin de llegar a una definición propia del concepto. Es en el tercer subcapítulo donde el concepto de movilidad se aterriza al fenómeno urbano, cuáles son las tendencias y el modelo actual y conduciéndolo al concepto de movilidad no motorizada. Más adelante, en el cuarto subcapítulo se aborda el concepto de infraestructura de transporte, la estructura vial y qué elementos la componen.

#### 1.1. Teoría de la red urbana

En esta teoría, Nikos (2005) establece una analogía entre las conexiones de la mente humana y las conexiones que existen entre los elementos urbanos que hacen a la ciudad. Consta de tres principios generales (nodos, conexiones y jerarquía) y discute la necesidad de diversos tipos de conexiones para poder hacer de la ciudad un tejido complejo, ya que es a través de esta complejidad que se determina si la ciudad está muerta o puede llegar a tan alto nivel que se convierte en caótica e invivable. La red urbana está conformada por elementos conectivos que van desde una ciclopista hasta una autopista y ésta no puede existir sin un mínimo (y muy grande) número de conexiones (Nikos, 2005) Esta teoría afirma que el proceso de planeación tiene su inicio en la definición de conexiones apropiadas entre los nodos.

La red urbana comienza a formarse a partir de que los nodos se interconectan y crean trayectorias que incluyen a más nodos y, mientras menos repetitivas y más eficientes sean las trayectorias y los traslados sobre estas, más estable es la red. Por otro lado, Gutiérrez (1998) citado en Cuevas (2018), señala que los centros históricos poseen un gran valor

cultural e histórico, por lo que la gestión de la movilidad y la accesibilidad en estos lugares debe ser atendida cuidadosamente.

Gehl (1987), reconoce cuatro principios estructurales de la red y conceptos:

## 1 El Tejido urbano

Es una estructura de complejidad organizada que existe sobre todo en el espacio entre los edificios (Gehl, 1987). Cada edificio abarca uno o más *nodos* de actividad humana. El proceso que genera la red urbana converge a tres principios generales que el autor traduce en reglas prácticas de diseño para situaciones específicas. Los principios son:

- *Nodos*: son aquellos donde se desarrolla la actividad humana y estar interconectados entre sí, estas conexiones permiten la conformación de la red, esta red a su vez determina el espacio y la organización en planta de los edificios. Los nodos deben atraer a la gente por alguna razón. Los elementos naturales y arquitectónicos sirven para reforzar los nodos de actividad humana y sus trayectorias (Nikos, 2005) Los nodos que están muy separados no se pueden conectar con infraestructura para la movilidad no motorizada.
- *Conexiones*: los pares de conexiones se forman entre los nodos complementarios, no como nodos (Nikos, 2005). La infraestructura debería hacer posible que el o la ciclista haga viajes directos y cómodos (CROW, 2011). Para acomodar conexiones múltiples entre dos puntos, algunas trayectorias deben ser necesariamente curvadas o irregulares. Muchas conexiones que coinciden mandan una sobrecarga al canal de conexión. Las trayectorias acertadas son definidas por el borde entre regiones planas que contrastan y forman a lo largo de los límites.
- *Jerarquía*: la red urbana se auto-organiza creando una jerarquía ordenada de conexiones en muchos y diferentes niveles de escala, hay una multiconexión ordenada entre nodos y no es caótica. Este proceso de organización sigue un estricto orden: comienza con las escalas menores (sendas peatonales), y se progresa hacia escalas superiores (calles de creciente capacidad). Si no existe cualquiera de los niveles de conectividad, la red se vuelve patológica. Una jerarquía rara vez se puede establecer toda al mismo tiempo.

Los términos de estos principios se retoman de Lynch (1960). Si se analiza de esta manera, el crecimiento urbano ha seguido un orden similar durante toda la historia; por otro lado, la planeación urbana contemporánea incorpora reglas que son, en su mayoría, el opuesto a los principios descritos anteriormente, ya que el tejido urbano normalmente va tomando forma por sí solo y es sobre la marcha que se busca ordenar el territorio en lugar de planificarlo con anticipación.

## 2 Conexiones en arquitectura y diseño urbano

Es a través de la arquitectura que los elementos y los espacios estructurales se cohesionan (Nikos, 2005), las conexiones en diseño urbano ligan entre ellos a tres tipos de elementos: los naturales (ríos, árboles, etc.), la actividad humana que define nodos (trabajo, residencia, lugares de esparcimiento, etc.) y los elementos arquitectónicos que incluyen todo lo que los seres humanos construyan para conectar entre sí a los elementos naturales y refuercen sus nodos de actividad.

## 3 Trayectorias de conectividad

Los diferentes nodos de una red urbana se conectan mediante un complejo proceso de organización. Las conexiones permiten llegar fácilmente a cualquier punto y preferentemente por muchas y distintas trayectorias. Para calcular la fuerza total de interacción se consideran todas las posibles trayectorias que unen dos puntos, con un peso apropiado de acuerdo con la probabilidad de que ocurran. Después se integran todas las trayectorias para obtener la fuerza total de interacción. Si se requiere que cada nodo de la red urbana esté fuertemente conectado, sólo es posible mediante la multiplicidad de trayectorias irregulares, por ejemplo, el metro de Tokio tiene muchas redes en capas, superpuestas una encima de la otra (Gehl, 1987).

Nikos (2005) señala que no es necesario ni deseable que todas las calles tengan curvas, ya que esto limita el número de conexiones. Es posible sobreponer otra retícula con un ángulo para crear diagonales y esto proveerá conectividad múltiple. Se podría conservar la claridad de una trama urbana rectangular y disminuir la fineza de sus subdivisiones. El cortar en la retícula con trayectorias paralelas crea conexiones en forma de cruz, y si son vehiculares, se disminuye el tamaño de la cuadra. Hoy en día las grandes ciudades y las cuadras suburbanas frustran la conectividad cruzada y no permiten la creación de trayectorias internas, haciendo casi indispensable moverse en vehículos motorizados. En el caso de los grandes núcleos comerciales, residenciales o complejos de edificios gubernamentales, es necesario cortar las trayectorias a través de cada grupo, si no, esa región estará aislada de la trama urbana.

## 4 Conexiones y sobrecarga de canales

Si se consiguen cada vez más formas de atravesar la ciudad mediante sus nodos, y después se interrumpe alguna unión entre dos de ellos, la ciudad todavía trabaja. Por otro lado, las trayectorias comúnmente se unen dentro de un canal, cuando las conexiones son todas del mismo tipo compiten entre ellas y exceden la capacidad de flujo del canal y esto se ve reflejado en congestión en las calles, ya sea de vehículos o peatones. Por ejemplo, las sendas peatonales o las ciclistas no pueden coexistir con una avenida. Las conexiones de muy distintos niveles pueden cruzarse, pero no coincidir.

## 1.2. Movilidad

Uno de los aspectos más evidentes son las transformaciones que han sufrido las ciudades a causa de la movilidad y la conectividad (Neumann y Xaviera, 2011). La movilidad cotidiana se refiere a los traslados que realiza una persona de manera rutinaria en su día a día. Ésta ha estado condicionada tanto por el pasado como por el presente. El proceso evolutivo fue lento, pero su impulso creció rápidamente durante el siglo XVIII (Velásquez M., 2015), esto gracias a la Revolución Industrial que creó la necesidad de contar con un transporte que permita llevar materiales y mercancías y también fue producto de la migración de lo rural a lo urbano que, entre muchas demandas, exigían movilidad. En el caso mexicano, las ciudades crecieron en función a la producción de vivienda, lo que fragmentó el territorio e hizo que la infraestructura no fuese suficiente, además que a estos conjuntos habitacionales se les pensaba para aquellos que tuvieran automóvil y se implementaba una línea de transporte público que fuera y viniera de casa al trabajo, incentivando así el uso de los automotores.

Con la apertura de las fronteras se ha incrementado significativamente la movilidad de las personas. El tráfico se incrementó y esto provoca que el espacio público de la ciudad se identifique con el automóvil, induciendo que las calles fueran convertidas en sitios exclusivos para la circulación de automóviles y otros vehículos de motor. “La calle deja de ser un espacio para el peatón para ser ocupado por la máquina” (Velásquez M., 2015).

Para Mataix (2010), la movilidad es la capacidad de moverse o recibir un movimiento. El objeto de la movilidad es el movimiento de todas las personas y de las mercancías, independiente del medio que utilicen para desplazarse, a pie, en transporte público, automóvil, bicicleta, etc. Movilidad es una estrategia que utilizan las personas para organizar su actividad diaria y tiene como objeto principal conseguir la mayor eficiencia en el uso de las distintas infraestructuras de transporte (Mataix, 2010). Hoy en día la movilidad es una condición clave de acceso al mercado laboral, a una vivienda, a la educación, cultura, ocio, familia, entre otras oportunidades que ofrece la ciudad, lo que determina que es una necesidad básica y un derecho que todos los ciudadanos deben tener garantizado sin igualdad de condiciones (Jiménez, 2012).

La movilidad es, según Gutiérrez (2012), una práctica social de desplazamiento entre lugares con el fin de concretar actividades cotidianas. Involucra el desplazamiento de las personas y sus bienes, y conjuga deseos y/o necesidades de viaje (o requerimientos de movilidad) y capacidades objetivas y subjetivas de satisfacerlos, de cuya interacción resultan las condiciones de acceso de grupos sociales a la vida cotidiana. Lo que permite un primer acercamiento al concepto. La movilidad engloba varios ámbitos que son parte de la vida cotidiana de los habitantes que la ejercen, siendo en lo rural o lo urbano, pues va de desplazarse de un lugar a otro, estos desplazamientos están en función de los deseos y/o necesidades de la persona que la ejerza.

La movilidad también se encuentra condicionada por la capacidad que tiene el usuario para desplazarse, ya sea por no contar con el acceso al medio de transporte que requiere, por la calidad del servicio, la infraestructura que lo limita o bien, por tener alguna capacidad diferente que le impida acceder a ciertos vehículos o estaciones de transporte masivo que no cuenten con los elementos necesarios para que este pueda acceder.

Gutiérrez (2012) identifica variables que son útiles para calificar la movilidad y sus tipos, estas son:

- Cantidad de viajes: si son muchos o pocos.
- Área de cobertura de los viajes: si es amplia o restringida.
- Esfuerzo del viaje: fácil o difícil.
- Amenazas de realización del viaje: si es más o menos vulnerable.
- Satisfacción de deseos o necesidades de viaje: si está más o menos satisfecha.

Con estas variables, el viaje puede calificarse y clasificarse en distintas categorías para poder identificar el mejor o el más conveniente camino para movilizarse, de acuerdo con sus necesidades.

Una vez calificado el viaje con las variables anteriores, se puede clasificar el viaje al momento de su término bajo los siguientes tipos: (Gutiérrez A. , 2012)

- Movilidad insatisfecha: Viajes realizados sin conseguir satisfacer la necesidad que los motiva (por ejemplo, recibir atención médica)
- Movilidad insatisfactoria: Viajes realizados en condiciones desfavorables
- Movilidad insuficiente: Viajes no realizados, suspendidos, postergados o realizados en menor cantidad a la necesaria
- Movilidad asociada: Viajes realizados para cumplir fines subordinados al principal (por ejemplo, viajes por trámites para acceder a prestaciones, turnos, etc.)

Los anteriores puntos son de gran utilidad para poder catalogar las subjetividades de la movilidad desde la perspectiva de cada usuario, la cual se ve afectada por muchísimas variables, obteniendo así, del mismo medio de transporte, diferentes puntos de vista útiles para la investigación.

Por un lado, se observa que la población ha aumentado su movilidad, la gente se desplaza más y con mayor facilidad. Se han hecho dependientes de mayores insumos, que solo obtienen solo mediante el desplazamiento (Neumann y Xaviera, 2011), priorizando al automovil como simbolo de libertad, desplazamiento y clase social.

En segundo lugar, se recupera la definición de movilidad por Kauffman (2002), quien describe la capacidad de los individuos de trasladarse de un lugar a otro, en busca y satisfacer sus necesidades, mediante el proceso de desplazamiento físico que repercute en las actividades diarias. Como puede observarse, ésta coincide con la de Gutiérrez (2012) en cuanto a satisfacción de necesidades y el desplazamiento físico. Ambos también coinciden en que la movilidad es algo cotidiano y que tiene repercusión en las actividades diarias. La movilidad es indispensable en el día a día de cualquier habitante de la ciudad, pues esta acción es la que le permite realizar su trabajo, abastecimiento, la utilización del equipamiento que ofrece la ciudad (hospitales, plazas, escuelas, etc.) ya sea por medio de un vehículo -motorizado o no motorizado- o a pie.

Kauffman (2002) identifica dentro de la movilidad a la Movilidad Urbana, la cual se entiende como el desplazamiento de personas dentro de una ciudad para integrar las diferentes funciones urbanas y ofrecer acceso al trabajo, la educación, los servicios, la salud, la recreación y el abastecimiento de víveres a través de cualquier medio de transporte, aquí ya se ve integrado el factor territorial en el proceso de movilidad, siendo que esta se ejerce dentro de una ciudad para satisfacer necesidades urbanas.

### 1.3. Movilidad urbana y Movilidad no Motorizada

En la mayoría de las ciudades, al menos el 30% de los trayectos realizados en auto cubren distancias inferiores a 3 kilómetros, y el 50% de menos de 5 kilómetros (CRDIS, 2002).

Para Dávila (2012), la movilidad urbana se entiende como el acto de desplazarse de un lugar a otro usando algún modo de transporte, así como al significado social y cultural de ese desplazamiento. También menciona que, para un habitante urbano, la capacidad de desplazarse cotidiana u ocasionalmente está condicionada por factores tales como la facilidad de acceso físico a un modo de transporte, la frecuencia de ese modo de transporte y el costo económico del desplazamiento, representado en las tarifas del transporte público o en el costo de oportunidad del tiempo de desplazamiento.

Dávila (2012) hace un conjunto de conceptos entre movilidad y movilidad urbana, incluyendo también los medios de transporte y los impactos que esto pueda tener en lo sociocultural. Debe ser aclarado que movilidad urbana no es lo mismo que transporte, pues una es la acción y el otro es el medio para realizarla. Dávila vuelve a tocar temas de accesibilidad y añade el factor de costo económico, así como el costo de oportunidad y de desplazamiento, lo cual permite hacer un análisis del medio de transporte más conveniente para movilizarse en las urbes con el mayor aprovechamiento posible, siempre en función de las necesidades de cada usuario.

Así mismo, se identificaron ciertas variables que el autor utiliza para la definición de la movilidad urbana, éstas son:

- Accesibilidad: La posibilidad de aprovechar las diversas opciones de transporte y comunicación que ofrece un territorio particular, y las condiciones de tal acceso (costo, logística y otras restricciones)
- Competencias: O los conocimientos y las destrezas necesarias para acceder y apropiarse de estas opciones de transportación y comunicación
- Apropiación: O cómo los agentes (individuos, grupos, redes e instituciones) interpretan y actúan frente a tales opciones y las competencias requeridas; incorpora las necesidades, motivos, planes, valores y aspiraciones de los agentes
- Costo de oportunidad del tiempo: costo monetario y temporal del traslado (Dávila, 2012)

Por último, el autor identifica tres tipos de movilidad urbana, los cuales son muy acertados para la investigación y se enlistan a continuación:

- Motilidad: La capacidad de las entidades de ser móviles en el espacio socio-geográfico, o la manera en que dichas entidades tienen acceso y se apropian de la capacidad de movilidad socioespacial de acuerdo con sus propias circunstancias. (Dávila, 2012)
- No movilidad: O movilidad restringida, refleja las desigualdades que se viven en las ciudades debido a las diversas dinámicas que afectan los centros urbanos en la actualidad. (Jirón & Mansilla, 2013)
- Movilidades diferenciadas: Las experiencias de viaje son muy distintas dependiendo de quién las vive (adolescentes, madre con niños pequeños, adultos mayores, embarazadas, adultos con carga, etc.)

La movilidad urbana de los ciudadanos tiene una estrecha relación con la estructura urbana y la organización funcional del territorio sobre el que se desplaza (Avellaneda, 2007) En tal sentido, la movilidad urbana le da forma a la ciudad, pues esta es causante de la construcción de calles e implementación de infraestructura para los distintos medios de transporte.

Ahora bien, respecto a la Movilidad no Motorizada es una categoría de la movilidad urbana, es aquella que se realiza sin necesidad de un vehículo automotor, ya sea en bicicleta, patines, patinetas, caminando. Éste tipo de movilidad cambió las formas de relacionarse el habitante con la ciudad, es una alternativa que se ve librada de embotellamientos, económica, rápida y eficaz en trayectos cortos.

Ahondando más en el tema de la movilidad no motorizada, se le han puesto muchos “peros” pues, a la vista de los usuarios en general, no es conveniente en cuanto a cuestiones climatológicas, situaciones de riesgo a las que se enfrentarían (respecto a la convivencia con los demás vehículos), cansancio al realizarla, entre otras. En cuanto al clima, existen aditamentos para poder llevarlos puestos, tales como impermeables para la lluvia, gorras

para evitar el sol, lentes, etc. Que hacen que las condiciones del clima no afecten a los traslados. Por otro lado, la convivencia ciclista-automovilista es un tema delicado y complicado de tratar, pues el IMPLAN (2015) comenta que es un asunto cultural del que se trata. En países desarrollados, puede observarse que la mayoría de los transeúntes optan por la bicicleta para moverse, mientras que los que lo hacen en automóvil, muestran conductas de respeto hacia los ciclistas. En cuanto al esfuerzo ejercido en los traslados, una infraestructura adecuada ayuda a reducir este, trazando rutas más cortas, por vialidades con mínima pendiente, acompañadas de árboles y vegetación que proporcione sombra, para hacer fresco el traslado y reduciendo el esfuerzo al máximo.

Velásquez (2015) define a la movilidad urbana desde el espacio público (refiriéndose a éste como las vialidades); éste tiene sus principios en los debates sobre la ciudad sobre la base de planificación y ordenación urbanística. Se desarrolla en el sistema viario que ofrece la ciudad, está conformada por peatones y un sistema de transporte. Debe ser accesible para todos los usuarios. Es una forma de mejorar la calidad de vida e implica el disfrute del espacio urbano por todos los ciudadanos (el acceso a los servicios). Es tarea del planificador urbano ver por la movilidad urbana para ofrecer un servicio de calidad, ya que por medio de esto se puede aumentar la calidad de vida urbana.

El mayor desafío de la movilidad urbana es incrementar el transporte público y reducir el uso del automóvil (Velásquez M., 2015), lo cual es un punto cierto porque es de ahí de donde derivan la mayoría de los problemas urbanos que existen, llámense tráfico, contaminación, estrés, etc.; la autora considera ciertos aspectos que son necesarios para que la movilidad urbana sea adecuada y al servicio de todos, estos son: la seguridad, que el sistema de transporte proporcione la seguridad y disminuyan los factores generadores de accidentes; las condiciones medioambientales, que se actúe directamente en la mejoría de las condiciones ambientales (reduciendo contaminación y uso de energía); lo económico, que favorezcan el desenvolvimiento económico (costos reducidos); la articulación social, que la movilidad urbana promueva la articulación entre los diferentes segmentos sociales minimizando la formación de guetos; la población beneficiada, se debe considerar la densidad poblacional que se verá beneficiada y; por último, la infraestructura, de la cual se consideran dos categorías: ofertas de vías e intersecciones con semáforos, prioridad para el transporte colectivo y prioridad para peatones y ciclistas.

Es aquí donde Velásquez (2015) coincide con Dávila (2012) en ciertos factores, como el económico y la población beneficiada, y lo que más se rescata de esta es la articulación de la movilidad urbana para minimizar la segregación de los grupos sociales, que la movilidad urbana sea incluyente en todas las clases sociales, que todos usen todos los medios de transporte existentes para cualquier tipo de movilidad que el usuario requiera; Velásquez (2015) reconoce dos: la movilidad cotidiana, que se encuentra en función del sistema viario

y un sistema de transporte integrado y flexible, y; la movilidad urbana sostenible, que va de un uso equilibrado de los medios de transporte y una menor dependencia de vehículo privado. Su función es:

- a) Favorecer u modelo de transporte y una movilidad más equilibrada y respetuosa con el medio ambiente
- b) Fomentar el uso del transporte público y otros modos de transporte que no requieran el uso del vehículo privado: a pie o en bicicleta

La sostenibilidad de la movilidad urbana es un aspecto que se puede atender a través del uso de la bicicleta y de su implementación en la infraestructura vial de la ciudad. El auge de la movilidad urbana en bicicleta ocurre en un momento de gran crecimiento del aforo vehicular, resulta una alternativa de bajo costo (Rinaldi, 2014). De esta manera se puede obtener una perspectiva más amplia de la movilidad urbana, pues el autor considera la visión desde cada tipo de usuario y su experiencia al usar los medios de transporte que ofrece la ciudad.

En este contexto, la movilidad urbana resulta una acción indispensable para los habitantes y para el funcionamiento de la urbe, hay una gran cantidad de viajes diarios de la población hacia un determinado destino y esto presupone el uso indispensable de algún medio de transporte, si se elige el adecuado para el traslado el costo monetario y de tiempo serán los mínimos. Si se ofrece la infraestructura adecuada, el habitante puede optar por un medio de transporte no motorizado, reduciendo sus tiempos y costos, contaminación, tráfico vial, aumentando su calidad de vida.

La definición de Movilidad urbana para este trabajo es entonces, el acto de desplazarse de un lugar a otro usando algún modo de transporte mediante el uso del sistema vial que ofrece la ciudad e infraestructura, se conforma por peatones y un sistema de transporte. A través de ésta se mejora la calidad de vida e implica el disfrute del espacio urbano.

Llegando así a la Movilidad no Motorizada, la cual se conoce como el conjunto de desplazamientos o modos de transporte donde la principal fuerza motriz utilizada es la generada por el ser humano, es decir, todo aquel desplazamiento que no se requiere de un motor. (Secunza Schott, 27/08/2015) Esta movilidad se ve representada principalmente por peatones y ciclistas, donde los peatones también pueden utilizar algún vehículo como patinetas o patines, mientras que los ciclistas únicamente utilizan la bicicleta o sus variantes como triciclos, monociclos u otro vehículo con pedales.

#### 1.4. Infraestructura del transporte

La bicicleta necesita un espacio en la ciudad, espacios para circular y para estacionar. Dando seguimiento al desarrollo del punto anterior, la ciudad converge una serie de

desplazamientos de objetos y personas, proceso que es llamado movilidad urbana. Así, la variable movilidad tiene varios problemas derivados del crecimiento demográfico (población) que demanda mayor movilidad y vialidades, la inexistente o deficiente infraestructura vial lo cual ocasiona congestión y accidentes viales (Cuevas, 2018).

Como reconoce Velásquez (2015), la movilidad urbana incluye la infraestructura vial, la cual, además de ser la variable independiente de esta investigación, es parte vital de las ciudades, es la base de la movilidad y actualmente se concentra en el uso del automóvil privado, los taxis y autobuses, dejando en último lugar a los ciclistas y peatones. Montezuma R. es un experto en movilidad en Colombia y precisó, en 2003 que las infraestructuras de transporte urbano son las bases del funcionamiento de la movilidad de los asentamientos humanos y por lo tanto las características formales de estos dependen, en cierta medida, del tipo de transporte urbano utilizado.

El autor (Velásquez M., 2015) señala que los tipos de transporte utilizados en las ciudades están en función de las posibilidades del usuario y de las condiciones de la infraestructura que la urbe ofrezca, entre más amplia es la oferta de infraestructura, más personas se benefician de esta y así la sociedad vive la ciudad.

La demanda creciente de infraestructura vial y transporte, así como la organización y diseño estratégico de estos son indispensables para lograr reducir los tiempos de desplazamiento a fin de lograr una movilidad más eficiente que logre atender las necesidades básicas de los habitantes y mantener una mejora del medio ambiente. (Huerta, 2015). Castells (1974) hace una reflexión acerca de la funcionalidad urbana a partir de la centralidad, en ella se destacan la localización de actividades de intercambio de bienes y servicios, así como lugares de recreación, a los cuales solo es posible llegar por medio de la infraestructura vial, siendo indispensable para la integración física y funcional de la ciudad.

En cuando a la vialidad, el Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México (2019), indica que es el conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana de la ciudad, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos (SEMOVI, 2019).

Por otro lado, la NOM-034-SCT2-2011 (2011) de señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, establece que la Vialidad Urbana es el conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas, vehículos y se clasifican en:

1. Vía de Tránsito vehicular:
  - a) Vía primaria: Se dividen en dos, la vía de circulación continua (anular o periférica, radial, viaducto) y arteria principal (eje vial, avenida primaria, paseo y calzada)

b) Vía secundaria: Avenida secundaria o calle colectoras, calle local (residencial o industrial), callejón, cerrada, privada y terracería.

2. Ciclovía: confinada, compartida, separada.

Aunado a esto, la infraestructura vial también se compone por elementos para regular el tránsito, conocido como mobiliario, que es el equipo que forma la instalación de semáforos, parquímetros y demás, instalados en la vía pública (Pacheco, 2013). También se define a la Vía Ciclista como el espacio destinado al tránsito exclusivo o prioritario de vehículos no motorizados, la que puede ser parte de la superficie de rodadura de las vías o tener trazo independiente, esta incluye:

- a) Carril compartido ciclista, carril ubicado en la extrema derecha del área de circulación vehicular, con un ancho adecuado para permitir que ciclistas y conductores de vehículos motorizados compartan el espacio de forma segura; estos carriles deben contar con dispositivos para regular la velocidad;
- b) Ciclocarril, carril delimitado con marcas en el pavimento destinado exclusivamente para la circulación ciclista;
- c) Ciclovía, carril confinado exclusivo para la circulación ciclista físicamente segregado del tránsito automotor; y
- d) Calle compartida ciclista, vía destinada a la circulación prioritaria de bicicletas, que cuenta con dispositivos que permiten orientar y regular el tránsito de todos los vehículos que circulan en ella, con la finalidad de compartir el espacio vial de forma segura y en estricto apego a la prioridad de uso del espacio indicada en el reglamento.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en Chile (1992) define la ciclovía como una vía destinada exclusivamente al tránsito de vehículos menores, tales como bicicletas, motos de baja cilindrada, triciclos y otros (MINVU, 1992). La ciclovía es entonces, cualquier carril de una vía pública que ha sido demarcado o delimitado apropiadamente para la circulación exclusiva de bicicletas.

Estudios internacionales señalan que la elección de la bicicleta como medio de transporte en las ciudades depende tanto de factores subjetivos (aceptabilidad social, sentimiento de seguridad, reconocimiento de la bicicleta como vehículo), como factores objetivos (rapidez, topografía, clima, seguridad, practicidad) (CREATING, 2004). Las condiciones geográficas y ambientales influyen en esta decisión.

Al referirse a la infraestructura vial no se puede hablar por separado de la vialidad y el transporte, pues son elementos básicos de la estructura urbana y condicionantes del proceso de desarrollo (Oseas & Mercado, 2015). La tarea principal al momento de querer ordenar la movilidad es lograr una estructura urbana que mejore las condiciones de accesibilidad

tomando en cuenta elementos como: Jerarquía de vialidades, semaforización, unidades de transporte, parque vehicular, espacios para el peatón, motivos de traslado, entre otros. (García R. , 2018). Por otro lado, García (2018) señala que la infraestructura vial es fundamental para garantizar el adecuado tránsito de la población. Sin embargo, la capacidad del servicio vial ha sido superada por la concentración de vehículos, afectando su eficiencia, incrementando los tiempos de traslado, el gasto en combustibles y el incremento de la contaminación, entre otros.

A modo de conclusión de este primer capítulo, se puede decir que el proceso de urbanización trajo consigo cambios significativos en los asentamientos humanos y con ello problemáticas que corresponden al planificador territorial darles solución. La movilidad es un fenómeno que siempre ha afectado y afectará a las ciudades, ya que diariamente toda la población necesita desplazarse para realizar sus actividades, entonces el tema de la movilidad es de atención prioritaria y para poder abordarlo, es necesario conceptualizar sus elementos a partir de las variables que la orienten hacia el objeto de estudio que se pretende con la investigación.

Después de la revisión de artículos y publicaciones de varios autores sobre el tema, se llega a la definición de movilidad como la práctica social cotidiana del individuo de desplazamiento, ésta se encuentra condicionada por la oferta de infraestructura que ofrece el lugar donde la ejerce y la capacidad del individuo para moverse.

Si bien la movilidad puede tener varios enfoques, el que es de interés para esta tesis es el de la movilidad urbana, todos aquellos desplazamientos que se realizan dentro de la ciudad, que satisfacen la necesidad del habitante por trasladarse hacia el trabajo, la escuela o cualquier otra actividad. Ahora bien, la movilidad urbana como actividad, se desarrolla en las ciudades, específicamente en las vialidades que estas ofrecen.

La Planeación Territorial tiene absoluta injerencia en el tema de la movilidad no motorizada, pues es importante trazar de manera adecuada la infraestructura ciclista para que esta sea adecuada, utilizable y útil. El planificador territorial tiene la tarea de proyectar ésta siguiendo rutas con elementos que la hagan visible y de uso exclusivo para los ciclistas, por vialidades con pendiente mínima, iluminadas, con vegetación que brinde un ambiente fresco, con señalética y demás elementos. Trayendo consigo beneficios en cadena para el territorio. Si se ofrece una buena infraestructura dirigida la movilidad no motorizada, la población comenzará a optar por este modo de transporte, dejando el automóvil en casa, reduciendo el tráfico en las vialidades, mejorando su salud y creando un vínculo más cercano con su ciudad, del cual el coche lo tiene alejado.

La infraestructura vial que la urbe ofrece para el uso de la bicicleta es el detonante para elegirla como medio de transporte, mientras más oferta de infraestructura haya y esta sea

variada, mayor movilidad habrá pues esta no se ve limitada a un solo medio de transporte y los usuarios pueden elegir como desplazarse. En la figura 2 se muestra un esquema resumen de este capítulo.

*Cuadro 1. Resumen de capítulo*

Teoría / Concepto	Descripción	Autor
Teoría de la Red Urbana	Consta de tres principios generales (nodos, conexiones y jerarquía) y discute la necesidad de diversos tipos de conexiones para poder hacer de la ciudad un tejido complejo. La red urbana está conformada por elementos conectivos que van desde una ciclopista hasta una autopista y ésta no puede existir sin un mínimo (y muy grande) número de conexiones. Esta teoría afirma que el proceso de planeación tiene su inicio en la definición de conexiones apropiadas entre los nodos.	(Nikos, 2005)
Movilidad	La movilidad cotidiana se refiere a los traslados que realiza una persona de manera rutinaria en su día a día. Ésta ha estado condicionada tanto por el pasado como por el presente.  La movilidad es la capacidad de moverse o recibir un movimiento. El objeto de la movilidad es el movimiento de todas las personas y de las mercancías, independiente del medio que utilicen para desplazarse, a pie, en transporte público, automóvil, bicicleta, etc. Movilidad es una estrategia que utilizan las personas para organizar su actividad diaria y tiene como objeto principal	(Velásquez M., 2015)  (Mataix, 2010)
Movilidad Urbana	La movilidad urbana se entiende como el acto de desplazarse de un lugar a otro usando algún modo de transporte, así como al significado social y cultural de ese desplazamiento. También menciona que, para un habitante urbano, la capacidad de desplazarse cotidiana u ocasionalmente está condicionada por factores tales como la facilidad de acceso físico a un modo de transporte, la frecuencia de ese modo de transporte y el costo económico del desplazamiento, representado en las tarifas del transporte público o en el costo de oportunidad del tiempo de desplazamiento.	(Dávila, 2012)
Movilidad Motorizada	No Conjunto de desplazamientos o modos de transporte donde la principal fuerza motriz utilizada es la generada por el ser humano, es decir, todo aquel desplazamiento que no se requiere de un motor. Esta movilidad se ve representada principalmente por peatones y ciclistas.	(Secunza Schott, 27/08/2015)
Infraestructura vial	La movilidad urbana incluye la infraestructura vial, la cual, además de ser la variable independiente de esta investigación, es parte vital de las ciudades, es la base de la movilidad y actualmente se concentra en el uso del automóvil privado, los taxis y autobuses, dejando en último lugar a los ciclistas y peatones.	(Velásquez M., 2015)

*Fuente: Elaboración propia.*

## Capítulo II.

### Factores metodológicos para el análisis de la infraestructura ciclista en la ciudad

El objetivo del capítulo es establecer la metodología especializada que permita analizar el fenómeno de la movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta, con la finalidad de establecer las variables e indicadores que deberá contener la infraestructura urbana.

Los subcapítulos del presente se dividen en cuatro: en el primero se abordan algunos antecedentes de ejercicios relacionados con el objeto de estudio, con el fin de tener un contexto general de qué se está haciendo en distintos lugares para atender la problemática. En el segundo se describen los elementos que conforman las ciclovías para que estas sean funcionales. En el tercer subcapítulo se detallan las variables e indicadores que habrá que medir cuando la metodología se aplique; por último, se hace una descripción de los instrumentos que se utilizaron para aplicar la metodología.

Las variables e indicadores se encuentran divididos en dimensiones, de la siguiente forma: la social donde se busca recabar información acerca de los visitantes de la zona de estudio con el fin de clasificar a la población a través de una muestra a partir de los motivos de su viaje y el origen y destino; posteriormente se encuentra la dimensión económica que busca obtener información acerca de los gastos que hace la población al viajar a la zona de estudio (tiempo y costo). La recolección de datos de éstas dos está en función de la aplicación de un cuestionario (ver anexo 4). Por último, la dimensión territorial que se divide en elementos tangibles e intangibles, siendo necesarios recorridos de campo para obtener información de cantidad de semáforos, cruces y señalética en general.

#### 2.1. Antecedentes

En los últimos años las ciudades han presentado grandes problemas de movilidad relacionados por el congestionamiento de las vialidades; al respecto, diversos autores se han dedicado a realizar estudios e investigaciones para proponer soluciones y/o alternativas para la movilidad urbana, muchos de ellos inclinándose a medios de transporte masivo y no motorizados, en específico la bicicleta.

En el caso de Europa, América Latina y México, el tema de la movilidad es una prioridad, existen países donde sus ciudadanos utilizan más la bicicleta como medio de transporte que los automóviles particulares y esto es gracias a la infraestructura y educación vial que se tiene, tal es el caso de la ciudad de Delft, Holanda en Europa, de Bogotá, Colombia en América Latina, y en México, con el caso de la Ciudad de México y de Guadalajara, Jalisco.

Es importante tener conocimiento de las investigaciones realizadas para contribuir con conocimiento nuevo o bien, mejorado, de lo que se ha hecho con anterioridad; el cuadro 2 muestra los trabajos realizados por distintos autores relacionados con el tema de esta investigación, de los cuales se ha recopilado información sobre los métodos y técnicas empleadas para su realización.

*Cuadro 2. Antecedentes de modelos ciclistas en el mundo*

Lugar	Representante
Delft, Holanda.	Dutch Cycling Embassy
Bogotá, Colombia.	Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaría Distrital de Movilidad, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
CDMX, México.	Muévete en bici, Jefatura de Gobierno, Ecobici.
Guadalajara, Jalisco.	Asociaciones civiles como Guadalajara 2020, Colectivo Ecologista Jalisco, GDL en Bici, Bici 10, Ciudad para todos, entre otros.

*Fuente: elaboración propia con información recabada publicaciones de El Universal, Milenio Jalisco, Plataforma Urbana Blog y CROW.*

#### a) Caso de Holanda

Un precursor de este tipo de acciones en Holanda ha sido Dutch Cycling Embassy, embajada ciclista que tiene influencia en todo el país, quien propone que los carriles bici deben ser anchos, bien pavimentados, disponen de sus propias señales y semáforos, e incluso ofrecen el espacio suficiente tanto para circular en paralelo como para poder llevar a cabo adelantamientos de forma segura. Los resultados son 18 millones de bicicletas en el país, cuando la población actual es de 17 millones de habitantes.

*Imagen 1. Delft, Holanda.*



*Fuente: CROW, 2011*

## b) Caso de Colombia

La Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaría Distrital de Movilidad, en conjunto con la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, se han encargado de diseñar las Ciclorrutas, que es el nombre dado en Bogotá a la infraestructura urbana de carriles exclusivos para la circulación de bicicletas y afines. Tiene una extensión total de 440 kilómetros; hay 30 rutas, de las cuales cinco cuentan con una extensión superior a los 20 kilómetros; a más larga es la del corredor Norte-Quito-Sur con 26 kilómetros y medio, todas están interconectadas en algunos puntos, facilitando el fluido del transporte ciclista.

Esto ha tenido un buen resultado, pues Bogotá actualmente cuenta con 350 kilómetros de ciclo rutas, además de contar con un registro de bicicletas para reducir el número de robos de bicicletas en la ciudad con un mecanismo de devolución una vez recuperada la bicicleta.

*Imagen 2. Colombia*



*Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, 2014*

## c) Caso de la ciudad de México

La creación de una infraestructura ciclista, el reforzamiento de una cultura de respeto hacia el ciclista y el desarrollo de programas que incitan al uso de tal vehículo, han ayudado a que cada vez se use más como un modo de transporte; todos estos puntos convergen en ECOBICI, el sistema de bicicletas públicas en la Ciudad de México que sirven para recorrer cortas y medianas distancias. Dicho sistema ha tomado popularidad entre las nuevas generaciones, pues sirve tanto para trasladarse a la escuela, oficina y de regreso a casa, así como forma de turismo para recorrer los principales puntos emblemáticos de la Ciudad de México.

Los resultados que se han obtenido después de la implementación de estas medidas, según datos del INEGI, recabados en 2017 con la 'Encuesta de Origen-Destino', el 35.9% de los hogares de la Ciudad de México y Área Metropolitana, de un total de 5.9 millones de habitantes cuenta con una bicicleta, las cuales pueden tener más de un uso, los principales con fines recreativos y de transporte. Más de 2 millones 118 mil de dicha clase de vehículos existen en la ciudad con usos múltiples.

*Imagen 3. Ciudad de México*



*Fuente: El universal, 2012*

#### d) Caso de Guadalajara, Jalisco

Las asociaciones civiles, como Guadalajara 2020, Colectivo Ecologista Jalisco, GDL en Bici, Bici 10, Ciudad para todos, entre otras, han tenido una gran influencia en el movimiento de ciclismo urbano en la ciudad de Guadalajara. Tienen como objetivo el crear un instrumento que indique cómo organizar y priorizar las acciones para armar una red unificada peatonal y ciclista de dimensiones metropolitanas, capaz y suficiente para articular los diferentes territorios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y El Salto.

El maestro Yefer Asprilla Lara (2018), explicó que la política en Guadalajara existe una dualidad en esta materia, porque los funcionarios están en favor de la movilidad sostenible, pero en los hechos siguen etiquetando recursos económicos en proyectos que privilegian el uso del automóvil. Se concluye que el modelo está siendo implementado, pero no se ha logrado articular con el transporte privado; así mismo, los automovilistas se oponen a la construcción de infraestructura para ciclistas y peatones.

Imagen 4. Guadalajara

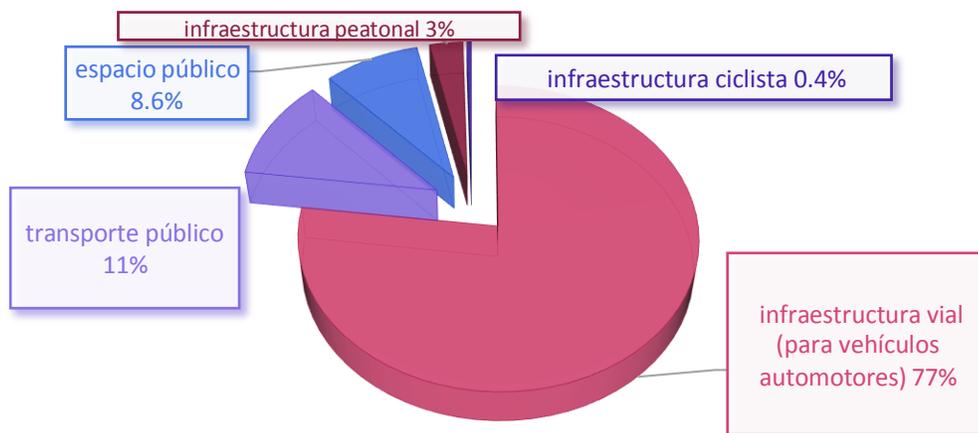


Fuente: Milenio Jalisco, 2012

Si bien la bicicleta es un tema de moda y en muchas ciudades se ha implementado, es un ejercicio que en muy pocas ocasiones ha sido bien ejecutado, existen ciclovías que solo se establecieron con el fin de usarlas para recorrer cierto sector de la ciudad, otras que ni siquiera están conectadas entre sí, donde las ciclovías existentes no se encuentran articuladas, además de la ubicación ellas con cruces entre automóvil y ciclista bastante riesgosos y la nula conexión con puentes ni cruces peatonales.

Existe una sobreoferta de medios públicos de transporte, escasa planificación y mantenimiento de la infraestructura peatonal (Gutiérrez I. A., Consultado en febrero de 2019). Aunado a la problemática que se identificó, la infraestructura ciclista es escasa y deficiente; según SEDATU (2013) la inversión en movilidad está conformada de la siguiente manera: 77% infraestructura vial –para vehículos automotores–, 11% transporte público, 8,6% espacio público, 3% infraestructura peatonal y solo el 0,4% para infraestructura ciclista.

Gráfica 1. Inversión en Movilidad



Fuente: SEDATU, 2013

Lo que se retoma de los casos anteriores son los manuales y lineamientos que han implementado para la construcción de infraestructura amistosa con los peatones y los ciclistas, cuáles son los parámetros, medidas y demás elementos que han llevado al éxito, o en su caso, fracaso de la utilización de dicha infraestructura y así poder realizar uno propio de la zona de estudio donde, si bien existen ciclovías no se encuentran articuladas, se encuentran con cruces de riesgo con vehículos motorizados y están en desuso.

## 2.2. Características de las ciclovías

A pesar de que las dimensiones físicas pudieran ser relativamente consistentes, las habilidades, la confianza y las preferencias de los ciclistas varían de manera significativa. Algunos ciclistas se sienten seguros pedaleando en cualquier lugar donde puedan hacerlo legalmente, también circulan en vialidades de alta velocidad, con altos niveles de tráfico o que cuentan con pocos o ningún tipo de elementos especiales para ellos. La mayoría de los ciclistas adultos confían menos y prefieren hacer uso de lugares con mayor espacio para maniobrar, que los mantiene separados del tránsito vehicular y en donde pueden circular de manera más confortable.

Los siguientes aspectos generales, pueden ayudar a los diseñadores de vialidades a la determinación del efecto que causarán en los ciclistas los diferentes tipos de instalaciones y las condiciones de la calle (CROW, 2011) :

- *Categorías de ciclistas:* principiantes (con un nivel básico), expertos (utilizan sus bicicletas como lo harían con un vehículo motorizado), niños y adultos mayores (ciclistas vulnerables)
- *Seguridad y accesibilidad:* Los peatones y ciclistas son los usuarios más vulnerables dentro de las vialidades ya que ellos están más expuestos a sufrir lesiones severas o fatales en caso de ser atropellados por un automotor. Esta probabilidad se incrementa de manera significativa conforme aumenta la velocidad del vehículo. Es por ello que, en aquellas vialidades donde se encuentren cruces y andadores ciclistas y peatonales, habrá que controlar la velocidad de los automotores.
- *Sistemas duales:* Además de reducir los límites de velocidad, conviene separar el tráfico de peatones y bicicletas del vehículo automotor. Es apropiado separar a los ciclistas, especialmente en los caminos de mucho volumen o alta velocidad. Los ciclistas difieren en cuanto a sus habilidades y necesidad de mezclarse con el tráfico motorizado. Como tal, puede ser necesario crear redes duales que ofrezcan diferentes niveles de separación para las bicicletas, con una red que brinde mayor segregación del tráfico motorizado a expensas de contar con mayor prioridad.

Las redes duales pueden considerarse análogas a una avenida principal muy transitada que conduce a través del tráfico y una calle de servicio útil para acceder a las viviendas y a los

comercios a bajar velocidades. En las calles con menor volumen, las bicicletas pueden compartir con seguridad el espacio de la vialidad con los vehículos en circulación. Un ejemplo sería el carril para bicicletas en una calle y un paseo ciclista y una vía paralela cercana.

### *2.2.1. La bicicleta es un vehículo*

Los peatones y los ciclistas necesitan un reconocimiento especial en la ciudad: se deben recuperar los espacios públicos para brindarles vías seguras. En el contexto local es indispensable que se dé una democratización de la ciudad, y para lograr igualdad es necesario proporcionar todas las condiciones de seguridad a la población más vulnerable, comenzando con los que presentan alguna discapacidad, luego los peatones y después los ciclistas.

El objetivo de promover el uso de la bicicleta, como medio de transporte, es una alternativa eficaz para desincentivar el uso del automóvil. Las características topográficas y climáticas de Toluca son aptas para pedalear, sin embargo, si existieran las condiciones de infraestructura vial básica como vías ciclistas, señalización y estacionamientos, es muy probable que los desplazamientos en bicicleta se incrementaran considerablemente.

El diseño de vías ciclistas exige reconocer a la bicicleta como vehículo, su uso será más seguro en la medida en que a los ciclistas se les atiende como conductores pues tienen las mismas necesidades de movilidad que los usuarios de otros sistemas de transporte. Al decidir construir infraestructura ciclista, se deberá atender que dichas intervenciones urbanas incluyan una modificación total de la calle, de paramento a paramento, esto significa redistribuir los espacios públicos y viales, donde se establezca mayor prioridad para peatones y ciclistas.

Es fundamental realizar procesos de consulta pública que, además de promover la apropiación de los espacios públicos, permitan complementar el plan con propuestas de sentido común. Escuchar y recibir una retroalimentación de quienes pedalean y caminan a diario la ciudad, es esencial para el diseño de la infraestructura adecuada.

El ciclismo es un medio de transporte saludable, es una forma de viajar de bajo costo y que está disponible para casi todos. Actualmente, el ciclismo es el medio de transporte más eficiente en términos de energía. Ya que no contribuye a la contaminación, no requiere fuentes de energía externa y utiliza poco espacio en la vialidad; mueve personas de manera efectiva de un lugar a otro sin impactos ambientales adversos y toma su lugar como vehículo entre los autos y autobuses como un usuario legítimo del sistema vial.

Todas las vialidades, excepto aquellas en donde no se permite circular de manera legal a los ciclistas, deben ser diseñadas y construidas bajo la suposición de que pueden llegar a conformarse en vías ciclistas con fines de transporte. Por tal razón, los ciclistas deberían estar considerados en todas las fases de la planeación: el diseño de nuevas vialidades, su

reconstrucción y las actividades de operación y mantenimiento, mejoras en la capacidad y en proyectos de transporte público. Al brindar instalaciones para ciclistas, el espacio vial puede hacerse más eficiente.

### 2.2.2. *Medidas de intervención*

Mientras que las instalaciones ciclistas y las banquetas son esenciales, también se pueden tomar otras medidas menos obvias para balancear las necesidades de los vehículos de motor con las de los peatones y los ciclistas (CROW, 2011). Uno de los principales impedimentos para incrementar los volúmenes de los usuarios de la movilidad no motorizada son las altas cantidades de autos y velocidades vehiculares.

La aplicación de instalaciones segregadas sería una parte fundamental para hacer del ciclismo una tendencia en el contexto local; sin embargo, un aspecto esencial es la moderación del tráfico en cuanto a velocidad y volumen para mejorar las condiciones de seguridad y calidad ambiental en la vía pública. Además, existe un orden en las prioridades de las acciones indispensables para adecuar la vía pública orientado a garantizar la seguridad de la movilidad no motorizada (Metropolis, 2008):

1. Disminuir el volumen de tráfico: La moderación del tráfico en la vialidad es una forma muy eficaz de incrementar la comodidad y la seguridad de la vía pública para peatones y ciclistas.
2. Reducir las velocidades del tráfico vehicular: La velocidad es un elemento fundamental para mejorar la seguridad del tráfico peatonal y ciclistas. La reducción de los límites de velocidad y la implementación de medidas para garantizar tal disminución redundan significativamente en las condiciones de los usuarios que no conducen vehículos motorizados.
3. Resolver las intersecciones y áreas conflictivas (zonas de accidentes): Dentro de las vialidades, las intersecciones son los puntos más conflictivos, intimidantes y peligrosos para peatones y ciclistas. Algunas medidas para resolver tales problemas incluyen la señalización de los cruces peatonales, semáforos con detector de ciclistas, camellones y semáforos ciclistas separados es favorable para este problema.
4. Redistribuir la vialidad para brindar más espacios a los ciclistas y peatones: Es posible recurrir a diferentes maneras para modificar la configuración de las vialidades existentes y mejorar el alojamiento de diversos medios de transporte:
  - 🚲 *Estrechar los carriles:* Al estrechar los carriles de circulación se utiliza el espacio de la vialidad que excede los estándares mínimos de esta forma se puede adecuar el espacio necesario para ubicar la infraestructura ciclista. Debería prestarse atención especial a la cantidad de tráfico de vehículos pesados y a la curvatura horizontal antes

de aplicar esta medida. El carril central destinado a las vueltas también se puede estrechar en algunas situaciones para brindar mayor espacio en el resto de los carriles.

🚲 *Reconfiguración de carriles:* esta medida también se le llama “Dieta de las calles”. Con la eliminación de un carril de circulación general se dispone de espacio suficiente para un carril ciclista en un lado de la vialidad. Las vialidades cuyas secciones exceden las dimensiones óptimas son una oportunidad para la instalación de proyectos en pro de la movilidad ciclista. Existen diversas configuraciones para la reducción de carriles, lo que depende de la configuración actual de las calles, la circulación del tráfico, las necesidades de los usuarios y las medidas de seguridad. Por ejemplo, una vialidad de cuatro carriles (con dos carriles en cada sentido) puede ser modificada para tener un solo carril vehicular en cada dirección, un carril centro para dar giros a la izquierda y carriles para ciclistas. Antes de implementar la medida, se debería realizar un estudio de impacto vial para identificar los efectos generales del tráfico en el ámbito de influencia.

🚲 *Reducción del estacionamiento:* las instalaciones ciclistas pueden reemplazar uno o más carriles de estacionamiento sobre las vialidades donde existe un exceso de éste y/o donde la importancia de la infraestructura ciclista es mayor que la necesidad de estacionamiento. Por ejemplo, puede necesitarse estacionamiento sólo en un lado de la vialidad. Eliminando o reduciendo el estacionamiento sobre la vialidad también mejora la visibilidad a distancia para los ciclistas, así como para los automovilistas que se acercan en las calles transversales y que provienen de las salidas vehiculares. Antes de reasignar el estacionamiento sobre la vialidad para otros propósitos, se debe realizar un estudio sobre el tema para conocer la demanda.

5. Construir instalaciones segregadas (implementación de infraestructura ciclista): Es fundamental que se consideren las posibles disposiciones de mejoras en la infraestructura ciclista en todos los nuevos proyectos viales y de reconstrucción como son los nodos viales, la ampliación de carriles, la construcción de nuevas vialidades, etc. De esta manera la ciudad se construye con una visión integral.

### 2.2.3. *Parámetros de diseño*

#### a) Dimensiones físicas

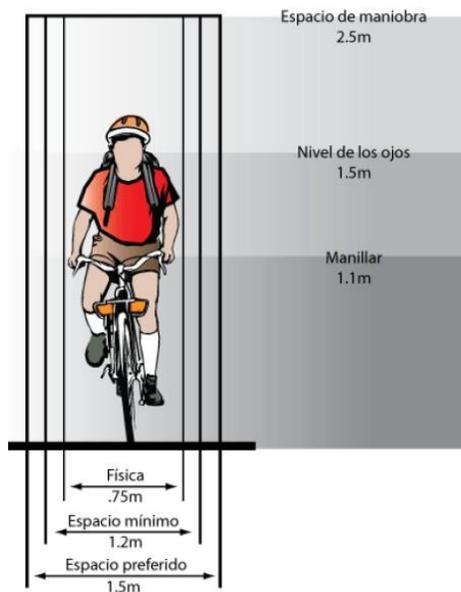
Para que las vías destinadas a la circulación ciclista sean seguras y cómodas deben tener dimensiones mínimas que permitan tanto el tránsito normal de bicicletas como las maniobras de rebasar, encuentro, parada, entre otras, y tener un especial cuidado en el diseño de las intersecciones, en donde generalmente suceden los accidentes entre bicicletas y autos.

El espacio necesario para que un ciclista circule de forma segura y cómoda depende de tres factores (Gobierno de Jalisco, 2013)

- 🚲 El espacio necesario de una bicicleta en movimiento.
- 🚲 La distancia de objetos fijos.
- 🚲 La velocidad de los automóviles.

Las dimensiones mínimas recomendadas para la infraestructura ciclista varían considerablemente dependiendo de la tipología ciclista, la intensidad de usos esperada y los usos de suelo con los que tendrán que interactuar los ciclistas.

*Imagen 5. Dimensiones del ciclista*



*Fuente: Alta Planning, 2010*

b) Diseño de la ciclobanda:

Para fines de adaptación al área de estudio, se ha optado por los parámetros de diseño de la ciclobanda sin estacionamiento sobre la calle, ya que en la mayoría de las vialidades estacionarse sobre la vía pública está prohibido, por lo tanto, se puede disponer de un carril para uso exclusivo de la bicicleta o, bien, el uso compartido. Dicho esto, la ciclobanda se define como:

*“Porción de la vialidad que ha sido designada por medio de delineaciones, señalización y otras marcaciones horizontales que indican la preferencia y el uso exclusivo de los ciclistas. Estas bridan a los ciclistas su propio espacio sobre la vialidad y les permite circular a la velocidad deseable sin la interferencia de las condiciones actuales de tráfico.”*  
(Gobierno de Jalisco, 2013)

a) Diseño (ancho):

Los beneficios de la ciclovia son una mayor comodidad para los ciclistas, menos conflictos entre los ciclistas y los vehículos estacionados cuando los primeros circulan dentro de la banda de estacionamiento. Espacio para reducir el peligro de ser golpeados al abrir las puertas. Sin embargo, también existen algunas desventajas, las cuales podrían ser una mayor vulnerabilidad en las intersecciones. Además, pueden ocurrir conflictos con peatones y pasajeros de los autobuses, particularmente en las ciclovias que no se diferencian de la banqueta o que se encuentran ubicadas entre estas y las paradas de autobús.

Para desarrollar un adecuado diseño de la ciclobanda es necesario tener ciertos parámetros de medición para que esta sea adecuada a las necesidades que el ciclista presente, dependiendo de las situaciones que puedan aparecer en el camino. Si la ciclobanda se encuentra instalada en vialidad sin estacionamiento a un costado y por esta circulan más de 1,500 ciclistas por día ésta deberá tener un ancho mínimo de 2.25m para permitir maniobras de rebase o alto total de los usuarios, si son menos de 1,500 ciclistas por día será de 1.5m de ancho. El resultado esperado al implementar ciclobandas con el ancho apropiado será para que la convivencia en las vialidades sea adecuada, haya un espacio para todos los vehículos y se eviten, en la medida de lo posible, accidentes.

Siguiendo con el diseño, la dimensión de las líneas que separan los carriles vehiculares de las ciclobandas se conoce como demarcación, esta debe ser de 15 a 20cm hasta 30 a 40cm, esto en función de las actividades que se desarrollen en la vialidad tales como ascenso y descenso de pasajeros. La demarcación puede ser más enfatizada en algunos trayectos. La delimitación visual debe ser con un delineado discontinuo de color blanco cuando exista alguna incorporación vehicular o áreas conflictivas en intersecciones, mientras no sea esta la situación, la línea será continua. Debe existir 60cm de separación entre los descensos de coches y autobuses.

Además, la instalación del señalamiento vertical se debe hacer en intervalos de cada 50 a 100m, esta señalética debe instalarse en lugares como al inicio de la ciclobanda, al aproximarse a las intersecciones y al extremo de todos los cruces, así como en los principales cambios de dirección, etc.; aunado a esto, es necesaria la implementación de señalética horizontal en el carril, ésta debe presentarse en intervalos que no excedan los 50cm, que sean visibles. Todos estos parámetros requieren de trabajo de campo para su medición.

b) Colores

El color en la infraestructura se utilizará principalmente en los puntos donde se requiere incrementar la visibilidad de los ciclistas para garantizar su seguridad. Estos puntos son principalmente las intersecciones para lo cual se utiliza la "caja bici" y las marcas sobre el pavimento para indicar la continuidad del trayecto en el cruce. Este parámetro utiliza

distintos colores, los cuales se eligen de acuerdo con la región o normas de señalética aplicables, para el caso mexicano se utiliza el color verde, ya que resalta de otras marcas en la vialidad, es más visible pero menos durable, igualmente se utiliza el color blanco para la demarcación de las ciclobandas. Estos colores contrastan en el pavimento como se observa en la imagen 7. El resultado que se espera es hacer visibles los espacios de la bicicleta en las vialidades y que la distribución en los carriles sea respetada.

*Imagen 6. Colores para identificar el lugar del ciclista en la vialidad*



*Fuente: Gobierno de Jalisco, 2013*

### c) Iluminación

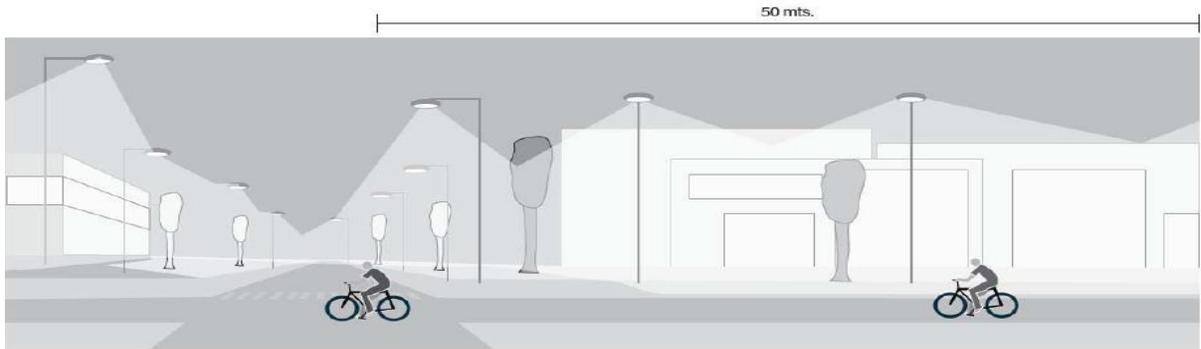
Este elemento en las vialidades es esencial para la visión de todos los conductores y peatones, también genera un ambiente más seguro, tanto para evitar accidentes viales, como en cuanto a delincuencia de trata. Garantiza la comodidad de los usuarios en la vía ciclista y la seguridad de todos los que conviven en el espacio urbano. El sistema de alumbrado deberá ser adecuado para ver y ser visto, como el ejemplo que se muestra en la imagen 7, ya que se necesita visibilidad para distinguir los obstáculos con antelación.

Existen 3 tipos de luminarias que se enlistan a continuación:

- Luminaria en ciclovía: se ubica en puntos situados a 4 o 5m de altura y separación de 20 a 40m entre cada uno.
- Luminaria en zonas arboladas: situada en puntos a cada 30m y en los espacios abiertos a cada 40m
- Luminaria en cruce: Alrededor de 50m en la aproximación al cruce.

Los conductores de vehículos automotores deben ver al ciclista no sólo cuando entra la intersección, sino metros antes. El resultado esperado es ofrecer un camino iluminado donde todos los actores puedan ser visibles, tanto conductores como peatones, y puedan ver los obstáculos que pudiesen presentarse.

Imagen 7. Luminaria en la ciclovía



Fuente: Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara, 2008

### c) Elementos de apoyo a la circulación ciclista

- Canaletas: cuando no se tiene espacio para construir escaleras acompañadas de rampas para poder caminar y la bicicleta a un lado se opta por implementar canaletas que permiten deslizar la bicicleta hacia arriba o hacia abajo empujándolas. La distancia que debe existir entre la canaleta y la pared o barandales es de 20cm como mínimo, así se asegura que los pedales y/o manubrio no rocen con los muros. El resultado que se espera será una mejor accesibilidad para los ciclistas a los distintos lugares.

Imagen 8. Canaleta para subir o bajar bicicletas



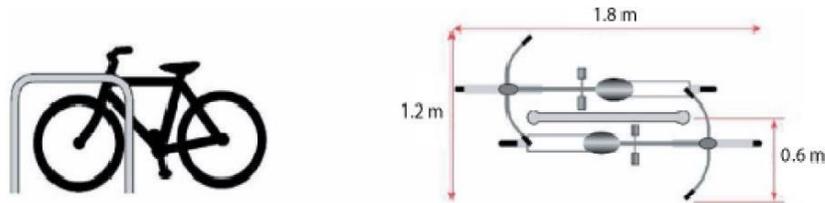
Fuente: Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara, 2008

- Estacionamientos: es el mobiliario urbano instalado en el espacio público que permite al ciclista encadenar su bicicleta para realizar otras actividades, la estadía en el estacionamiento puede ser de corto plazo (máximo 2 horas) y de largo plazo (estadía mínima de 2 horas). El tiempo de estadía está en función de la actividad o servicio que ofrezca el establecimiento. Se utilizan racks para poder acomodar las bicicletas y brindar un sitio seguro para dejarlas. Debe colocarse señalética de la ubicación del

estacionamiento. Debe estar iluminada el área del estacionamiento. Las expansiones largas de los estacionamientos ciclistas facilitan que los ladrones no sean detectados. No deben invadir el espacio del peatón.

*Racks*: dimensiones recomendadas: Altura mínima: 0.85cm. Cantidad: dos o más racks a cada lado de la cuadra. Ubicación: Menos de 15cm de la entrada (dentro de los edificios). Capacidad: Lotes que no excedan 16 espacios cada uno.

*Imagen 9. Racks de estacionamiento para bicicletas*



*Fuente: Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara, 2008*

*Imagen 10. Estacionamientos para bicicletas*



*Fuente: ALTA Planning, 2010*

d) Materiales del pavimento:

Se requiere de vías sin baches, protuberancias o discontinuidades que puedan afectar a estabilidad de la bicicleta; la adherencia también es clave en el equilibrio ciclista, sobre todo en las trayectorias curvas y para la distancia del frenado. El riesgo de no cumplir con los requisitos básicos incidirá en el uso de la vía. Existen 3 tipos: asfalto, hormigón y baldosas y adoquines. El más apropiado para la circulación ciclista es el hormigón ya que presenta una mayor durabilidad, rigidez, regularidad, permeabilidad y antideslizante, su costo es más

elevado que el de los demás. Al observar la complementariedad y la convivencia entre árboles y ciclistas, además de presentar características favorables para la bicicleta y para otros medios de transporte como es la regularidad, la rigidez y el antideslizante. El menos apropiado serán las baldosas y adoquines, ya que es muy irregular y poco durable. El resultado esperado es que las vialidades y la infraestructura en general se conserve en óptimas condiciones, a través de la implementación del asfalto más adecuado. (Gobierno de Jalisco 2013)

El resultado esperado es ofrecer un espacio adecuado para que el ciclista se sienta cómodo circulando en las vías, teniendo el espacio adecuado para maniobrar e ir a su propio paso.

*Imagen 11. Materiales de Pavimento*



*Fuente: CROW, 2011*

A continuación, se muestra un cuadro donde se resumen las variables antes mencionadas, las cuales se retomaron para hacer el levantamiento de información mediante trabajo de campo.

Cuadro 3. Resumen de variables

Variable	tipos
Materiales de pavimento	Asfalto Concreto Baldosas y adoquines
Color	Verde Azul Rojo Blanco
Ciclobanda	Sin estacionamiento a un costado Con estacionamiento a un costado
Iluminación	Luminaria en ciclo vía Luminaria en zonas arboladas Luminaria en cruce
Elementos de apoyo al ciclista	Canaletas en escaleras Estacionamientos

Fuente: elaboración propia con información retomada de la metodología CROW (2011) y el Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara (2008)

### 2.3. Variables e indicadores

Las variables que se retoman para esta metodología se dividen en tres ámbitos: el territorial, social y económico, los cuales engloban al fenómeno de la movilidad en bicicleta y facilitan su análisis. Estas variables fueron elegidas a partir de la revisión de bibliografía especializada relacionada con el objeto de estudio, que es la infraestructura vial para ciclistas urbanos; se eligieron con el objetivo de siempre considerar a la sociedad, considerando el beneficio que traerá esta investigación a la población.

#### a) Dimensión territorial

En este ámbito las variables se dividen en dos, las intangibles, donde se analizarán los instrumentos que existen relacionados a la movilidad, tales como el reglamento de tránsito, el manual del ciclista y demás normatividad sobre movilidad aplicable al caso de estudio, para así poder determinar cuántas reglas debe cumplir el ciclista que circule por las vialidades, las normas relacionadas al ciclista, los derechos que tiene y los aspectos u obligaciones que debe cumplir, con la finalidad de obtener un porcentaje de normatividad relacionada con el ciclista y la movilidad en bicicleta por la ciudad.

Por otro lado, las variables tangibles son aquellas que pueden verse y tocarse: la señalética que incluye todos los semáforos, cruces ciclistas y letreros relacionados con la bicicleta que se encuentren en la zona de estudio, así como el mobiliario para los ciclistas (estacionamientos para bicicletas); las ciclo vías y que tan cómodas, accesibles, conectadas y

seguras son para que el ciclista se convierta en usuario de estas y que más personas puedan utilizarlas, y los aspectos viales como las condiciones del asfalto y los anchos de vía para determinar qué vialidades son las más adecuadas para introducir la infraestructura ciclista o bien, es necesaria la reconfiguración para mejorar la movilidad mediante el uso de la bicicleta

#### b) Dimensión social

La variable que se considera para este ámbito es el viaje como común entre los distintos indicadores, ya que es a través de esta que se pueden obtener datos del número de personas que visitan la zona de estudio permitiendo así conocer el porcentaje de visitantes, el lugar del que provienen estos visitantes permitió conocer la distancia que recorren para llegar al centro de Toluca, así mismo se encuestó a la población acerca del motivo del viaje y clasificar los viajes respecto a este indicador.

La muestra de población encuestada fue seleccionada a partir del indicador de la Secretaría de Transporte que dice que el 75% de la población utiliza el sistema de transporte público. El 25% restante utiliza transporte privado. Del 100% que usa el transporte privado, el 35% usa la bicicleta. Si este se divide entre 5 que es el índice de hacinamiento de una familia, 1 persona por familia usa la bicicleta como medio de transporte.

Una vez obtenidos estos indicadores con sus respectivos índices será posible determinar la razón por la cual el usuario visita la zona de estudio y determinar cuál ruta es la más conveniente y cuáles son los lugares que tienen una mayor percepción de población.

#### c) Dimensión económica

Dentro de este ámbito se vuelve a tomar como variable los viajes que se realizan, pero desde la óptica económica, a partir de la postura del usuario de la bicicleta se pretende obtener los costos que tiene realizar este viaje en este medio de transporte, tanto en cifras de dinero como en tiempo de traslado para así poder determinar cuál es la cantidad de tiempo y dinero que los ciclistas gastan para moverse en bicicleta.

A continuación, se muestra un cuadro elaborado a partir de las variables y elementos a considerar dentro de la ciclovía, los cuales permiten que ésta sea adecuada. Así como las dimensiones útiles para su análisis. Se establecen las técnicas e instrumentos, así como las fuentes de donde se obtendrá la información.

Cuadro 4: Dimensiones, variables e indicadores de análisis

Dimensión		Variable	Indicador	Índice	Técnica	Instrumento	Fuente	
SOCIAL	viajes	No. De personas que visitan el centro histórico de Toluca		Porcentaje de visitantes	Aforo de personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> <li>• Conteo</li> <li>• Registro de datos en Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> <li>• encuestas</li> </ul>	
		Motivo del viaje, clasificación de las actividades a realizar en el centro de Toluca		Porcentajes de viajes respecto al motivo	Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> </ul>		
		Origen-destino		Distancia recorrida	Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> </ul>		
ECONÓMICA	Viajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En autobús</li> <li>• En taxi</li> <li>• En automóvil</li> <li>• En bicicleta</li> </ul>	Costo	Costo del viaje	Recopilación de datos de los distintos costos de viaje en diferentes modos de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> <li>• Registro de datos en Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	
TERRITORIAL	Intangible	Reglamento de tránsito	No. De reglas que cubren al ciclista	Porcentaje de normatividad relacionada con el ciclista y la movilidad en bicicleta por la ciudad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de documentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de gabinete</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bando municipal</li> <li>• Reglamento de tránsito</li> <li>• Manual del ciclista</li> </ul>	
		Normatividad de movilidad	No. De normas relacionadas a la bicimovilidad					
		Manual del ciclista	Aspectos por cumplir por el ciclista					
	Tangible	Señalética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semáforos</li> <li>• Cruces ciclistas</li> <li>• Letreros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No. De señalética en la zona de estudio</li> </ul>	Porcentaje de cobertura de la señalética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> <li>• Registro de datos en entornos virtuales</li> <li>• SIG y Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>
		Ciclo vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comodidad</li> <li>• Accesibilidad</li> <li>• Conectividad</li> <li>• Seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilómetros de ciclo vías</li> </ul>	Nivel de satisfacción del usuario			
		Vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfalto</li> <li>• Ancho de vía</li> </ul>	---	Categorizar las vialidades para el uso de la bicicleta			
		Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estacionamientos para bicicleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No. De estacionamientos para bicicleta</li> </ul>	Porcentaje de estacionamientos para bicicleta			

## 2.4. Instrumentos

Para obtener la información de las variables identificadas, es necesario la utilización de distintos instrumentos, métodos y técnicas de recolección, para el caso de este trabajo de investigación, son necesarios los recorridos de campo para poder hacer los conteos de señalética y mobiliario, así como determinar el estado de las vialidades y realizar la medición de los elementos que componen la ciclovía o cualquier infraestructura dirigida al ciclista, que se encuentre dentro del área de estudio, para así poder hacer cartografía y demostrar la situación actual del objeto de estudio.

La revisión de documentos oficiales (reglamentos y normativa) fueron trabajo de gabinete, donde se analizaron los distintos instrumentos e identificar las deficiencias o aciertos de estos, así como poner en evidencia la situación legal de la bicimovilidad.

Otra de las herramientas que se utilizó fue la aplicación de encuestas, para poder obtener porcentajes relacionados con la intención de los viajes, el origen de los visitantes y los costos de traslado que estos tienen que pagar para llegar a la zona de estudio. A través de la utilización de Excel fue posible obtener estadísticas de los datos recolectados y con el SIG hacer cartografía especializada del objeto de estudio que evidencie las condiciones actuales que la ciudad ofrece para moverse en ella sobre la bicicleta. Así mismo, fue la utilización del SIG que se hará la propuesta de la reconfiguración vial y la implementación de infraestructuras necesarias.

Así mismo, se desarrollaron fichas de observación para calificar los elementos relacionados con las ciclovías y definir si son adecuados o no, así como identificar las carencias de infraestructura. Estas fichas tienen las medidas y características con las que debe cumplir la infraestructura para poder utilizar la bicicleta de manera cotidiana.

El anexo 2 y 3 se trata de la matriz metodológica para la investigación, en ella se encuentran organizados por ámbitos los índices, indicadores, instrumentos y fuentes que se pretenden utilizar para la recolección de datos. Esta matriz es de gran utilidad para mantener la congruencia en la investigación y se lleve un orden a la hora de encuestar población y tener en claro cuál información es necesaria.

A modo de conclusión del capítulo se tiene que existe una amplia variedad de variables, indicadores, mediciones, colores y demás elementos que componen la infraestructura vial. Para fines de la investigación se retomaron aquellos que tienen relación directa con la bicicleta. Estos se eligieron partiendo de las condiciones actuales de la zona de estudio. Se escogieron aquellas variables que se pudieran observar en campo y poder analizarlas bajo los lineamientos de instrumentos especializados en la movilidad urbana en bicicleta.

Cabe señalar que se han elegido las dos metodologías, de esa manera porque una es nacional, de un ejemplo cercano y palpable, y la otra es del contexto internacional,

específicamente de Holanda, país donde la bicicleta es el principal medio de transporte y que cuenta con investigaciones excelentes en el campo de infraestructura vial ciclista.

La elaboración de matrices metodológicas es una herramienta de suma ayuda para organizar la información e identificar cual es la realmente necesaria y cual es prescindible. Las matrices elaboradas para esta tesis se encuentran en los anexos para su consulta. Asimismo, los instrumentos que se han elegido para la recopilación de datos son la aplicación de cuestionarios a una muestra de población y los recorridos de campo para el conteo de señalética, con éstos se cubren las tres dimensiones.

Lograr un sistema vial que brinde de manera igualitaria las mejores condiciones para desplazarse cotidianamente en el vehículo de preferencia es un reto enorme que las ciudades presentan de manera general y casi alarmante, atender esta necesidad de forma adecuada se encuentra en la habilidad y experiencia que tengan los tomadores de decisiones. Para poder llevar un seguimiento adecuado de lo que se está haciendo se pueden seguir estos pasos (La Paix & Lopez L., 2008):

1. Identificar el problema
2. Analizar la información (recolección de datos, selección de indicadores, procesar los datos, clasificar los datos)
3. Seleccionar un método de evaluación multicriterio
4. Realizar el informe final

De este punto en adelante en la investigación, se le dio seguimiento a las variables e indicadores que se presentaron con anterioridad.

Cabe señalar que se aplicaron encuestas para llenar vacíos de información encontrados en la elaboración del análisis, pues existen muy pocas fuentes de información referente a la movilidad no motorizada, específicamente de los ciclistas urbanos.

## Capítulo III

### Análisis socioespacial de la movilidad urbana en la zona centro de la ciudad de Toluca

El capítulo se encuentra dividido en cuatro apartados comenzando con la caracterización general del caso de estudio, dando rasgos generales y particulares del municipio de Toluca, tratándose de su extensión, ubicación, colindancias, entre otros; el contexto se aterriza hasta la zona de estudio donde se delimita el área donde se realizó el trabajo de campo, explicando por qué se eligió este sitio y lo que se ha encontrado; en el segundo apartado se aborda la dimensión territorial, todo lo que tiene que ver con las variables de uso del suelo, unidades económicas que permiten conocer la distribución de establecimientos en el área de estudio. Posteriormente describe la infraestructura vial.

En el apartado tres se empieza describiendo la infraestructura para el sistema ciclista, los carriles confinados que existen en la zona de estudio y la señalética instalada para así describir, en el apartado cuatro, las características de la ciclovía, basado en las variables identificadas con anterioridad, las cuales son: materiales de pavimentación, color, ciclobanda, iluminación, elementos de apoyo al ciclista, estacionamientos para bicicletas, la comodidad, accesibilidad, conectividad y seguridad.

#### 3.1. Caracterización del caso de Estudio

El municipio de Toluca cuenta con una extensión territorial de 420.14 km<sup>2</sup>, que representa el 1.86% del territorio estatal; este se localiza en la posición central de la entidad y sus coordenadas extremas son: latitud norte entre 18° 59'02" y 19° 27'09" y entre 99° 31'43" y 99° 46'59" longitud oeste del meridiano de Greenwich (INAFED, 2019).

Referente a la división territorial, la ciudad de Toluca de Lerdo es la cabecera Municipal y Capital del Estado, con la clave geoestadística 151060001; se considera en su conformación a las 21 Delegaciones urbanas que señala el Bando Municipal de Toluca (2020). Para el desarrollo de la presente investigación se considera a la delegación del Centro Histórico, que se encuentra conformada por cinco unidades territoriales básicas del Centro: Santa Clara, 5 de mayo, Francisco Munguía (El Ranchito), La Merced (La Alameda). Para fines de la investigación, se adicionó un polígono a la zona de estudio, ya que en éste se encuentra una ciclovía para analizar.

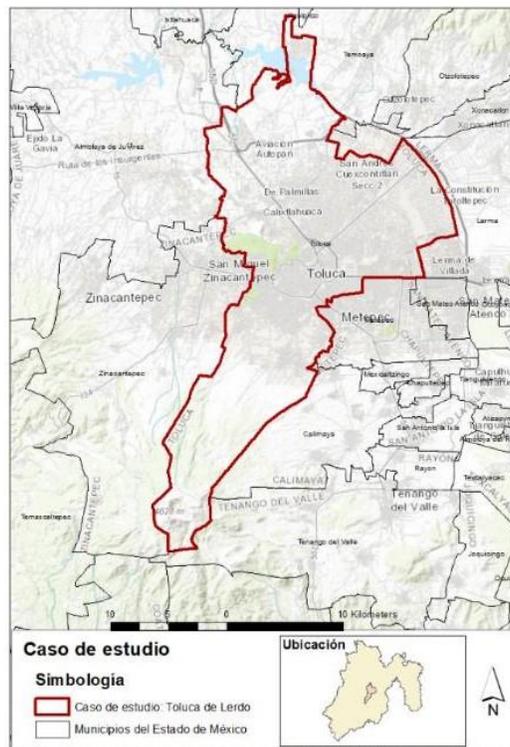
##### a) Localización

El área de estudio se encuentra localizada en el municipio de Toluca, específicamente en el primer cuadro de la ciudad. Esta área fue elegida para la investigación ya que aquí es donde se encuentra aplicado un ejercicio que busca la implementación de infraestructura ciclista

para promover esta movilidad. Siendo este la única ciclovía que cuenta con elementos para calificar bajo los criterios que se consideraron para la tesis. Además de ser la única de su tipo en el municipio. Adicional a la ciclovía, esta zona cuenta con una red de estaciones de bicicleta pública.

El caso de estudio de la presente investigación se encuentra en el municipio de Toluca, donde se han observado intentos de implementación de infraestructura ciclistas, algunos parcialmente exitosos y otros no.

Figura 3. Contextualización de la zona de estudio

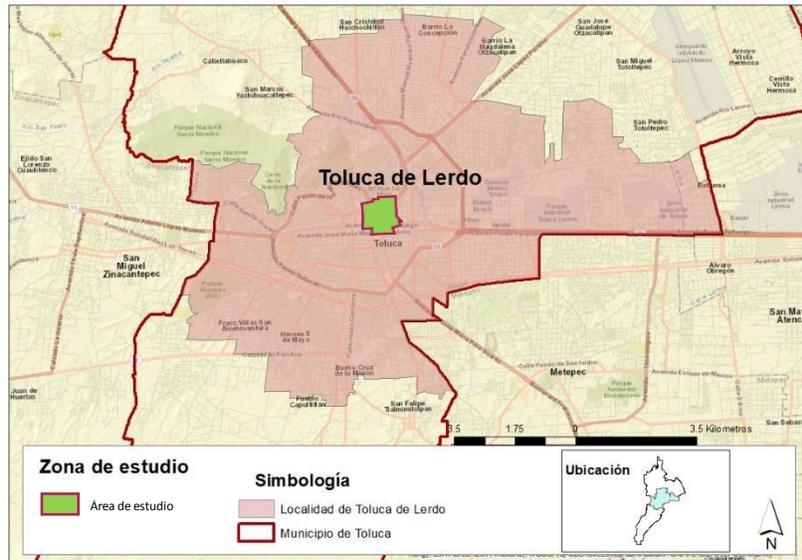


Fuente: elaboración propia con información de INEGI

b) Contexto de la zona de estudio (Cabecera municipal)

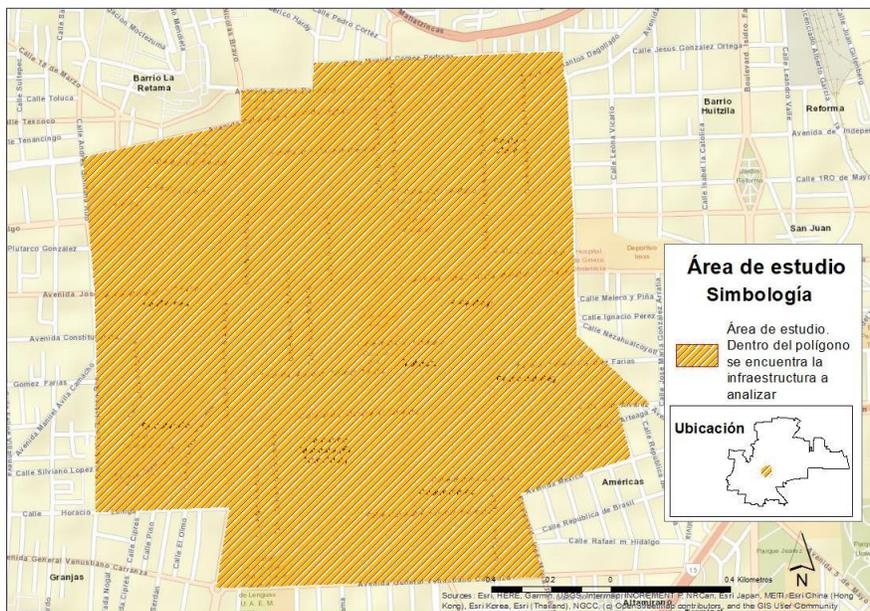
En la cabecera municipal se encuentra una zona donde se puede observar el ejercicio de ciclovía más concreto que se ha intentado en el municipio. Dentro de esta localidad (cabecera municipal) se encuentra instalada infraestructura ciclista que presenta deficiencias y desuso.

Figura 4. Toluca de Lerdo



Fuente: elaboración propia con información de INEGI

Figura 5. Área de estudio



Fuente: elaboración propia con información del Marco Geoestadístico INEGI (2019)

c) Delimitación y conformación del área de estudio

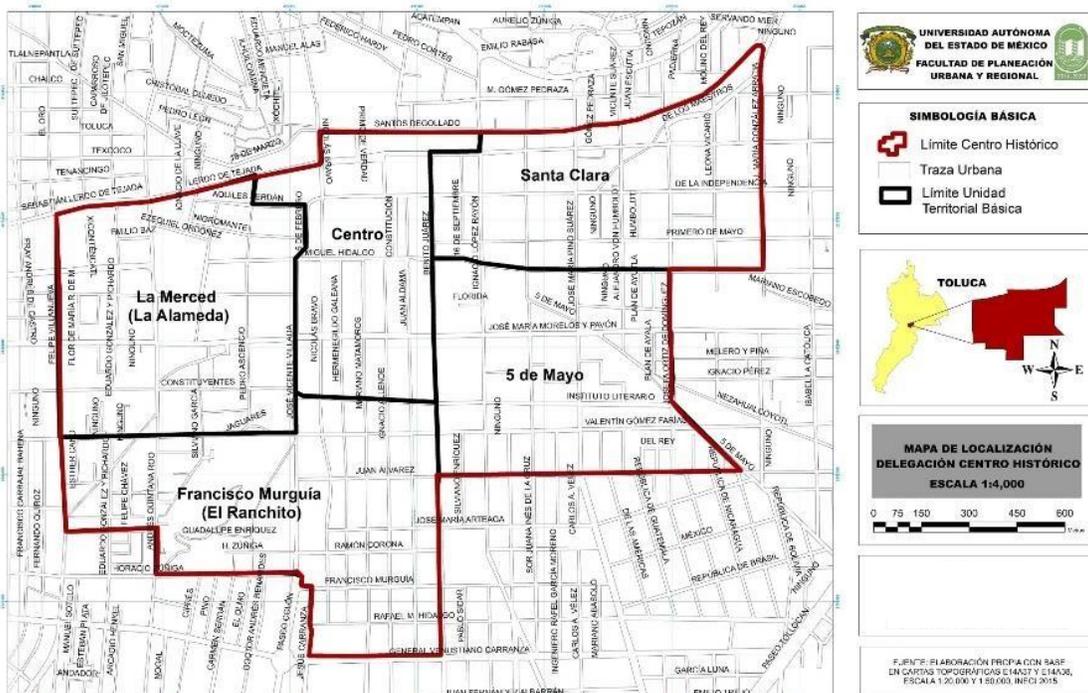
El área de estudio de encuentra delimitada por un polígono irregular enmarcado al norte por la calle Santos Degollado, al sur con Venustiano Carranza, al este con Josefa Ortiz de Domínguez y al oeste con Andrés Quintana Roo. Se encuentra conformada por 5 unidades territoriales, las cuales están distribuidas en 2'590,844.77 metros cuadrados. Aquí habitaban, para el 2014, 14,227 personas. Es aquí donde se encuentra una ciclopista que recorre ciertas calles, además de señalética complementaria en calles terciarias.

Cuadro 5. Conformación de la Delegación Centro Histórico

No. Del.	Nombre	Población Total	Unidades territoriales		No. Mz.	Pob. U.T.B.	Sup. M2.
01	Centro Histórico	14227	A	Centro	21	1023	375,191.82
			B	Santa Clara	40	2689	500,279.97
			C	5 de Mayo	49	2938	508,740.00
			D	Francisco Murguía (El Ranchito)	59	4322	639,252.15
			E	La Merced (Alameda)	39	3255	567,380.82
Totales		14227	5		208		2,590,844.77

Fuente: Bando municipal Toluca 2020.

Figura 6. Delimitación del área de estudio



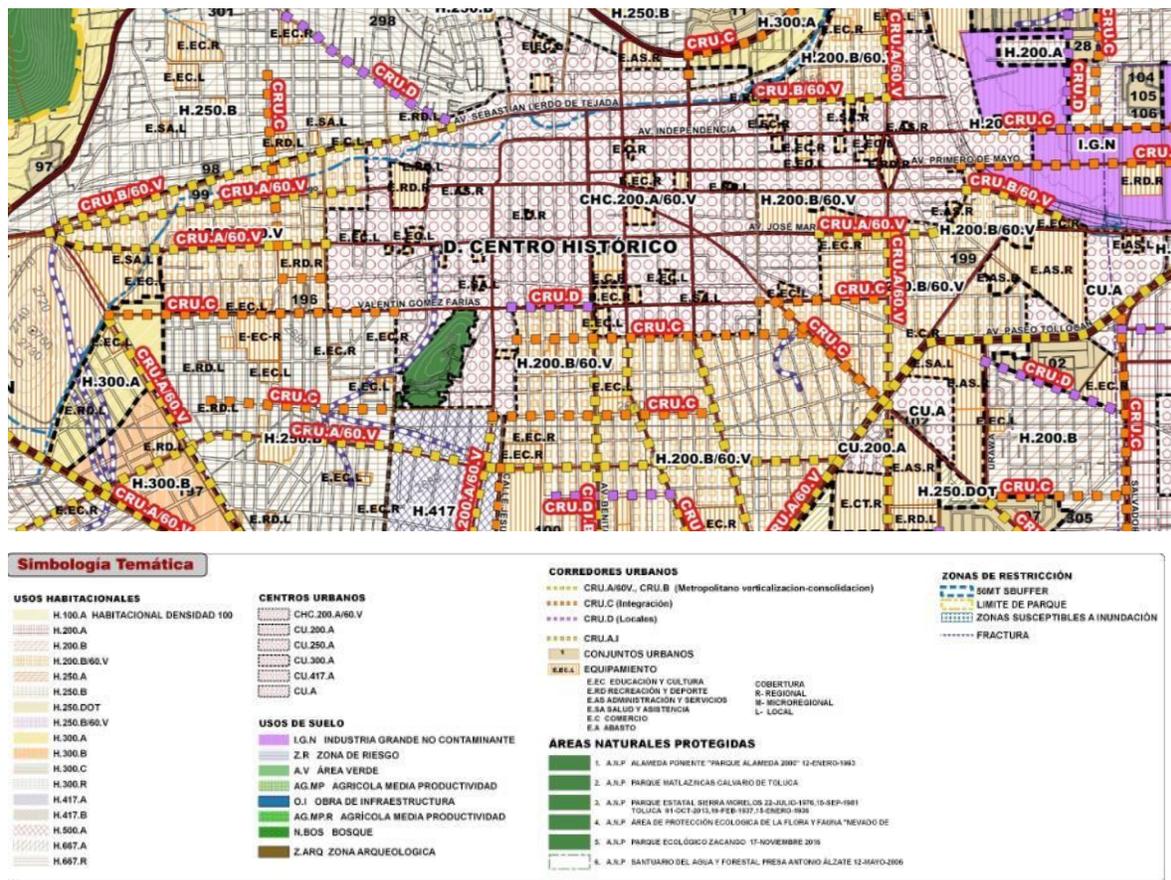
Fuente: elaboración propia con información del Marco Geoestadístico INEGI (2019)

## 3.2. Dimensión territorial

### 3.2.1. Usos del suelo

En el área de estudio se encuentran identificados usos de suelo muy variados y equipamientos de distintos tipos. Para el desarrollo del presente apartado, la principal fuente de información ha sido el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2018) del H. Ayuntamiento de Toluca, en específico la Tabla y Plano de Usos de Suelo. Al ser el primer cuadro de la ciudad la zona de estudio, existe un mayor control del uso del suelo. En cuanto al uso habitacional, está estipulado que deben ser 683 habitantes por hectárea.

Figura 7: Usos del suelo en la zona de estudio



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Toluca, 2018.

Por otro lado, los equipamientos con los que cuenta el área son los de Educación y Cultura, Administrativo y de Servicios de tipo local y regional, Salud y Asistencia local, para la Recreación y el Deporte. Esto deriva en una gran afluencia de población que visita la zona de estudio para realizar trámites u obtener algún servicio, así como para asistir a clases o recrearse. Este tipo de instalaciones agregan valor atractivo al área, ya que es donde se

pueden realizar ciertos trámites y las escuelas, así como los lugares de trabajo son de fácil acceso porque los autobuses de transporte público transitan por la zona.

En cuanto a los usos permitidos en el área de estudio con clave CHC.200.A/60.V, se presenta el siguiente listado:

*Cuadro 6. Usos del suelo*

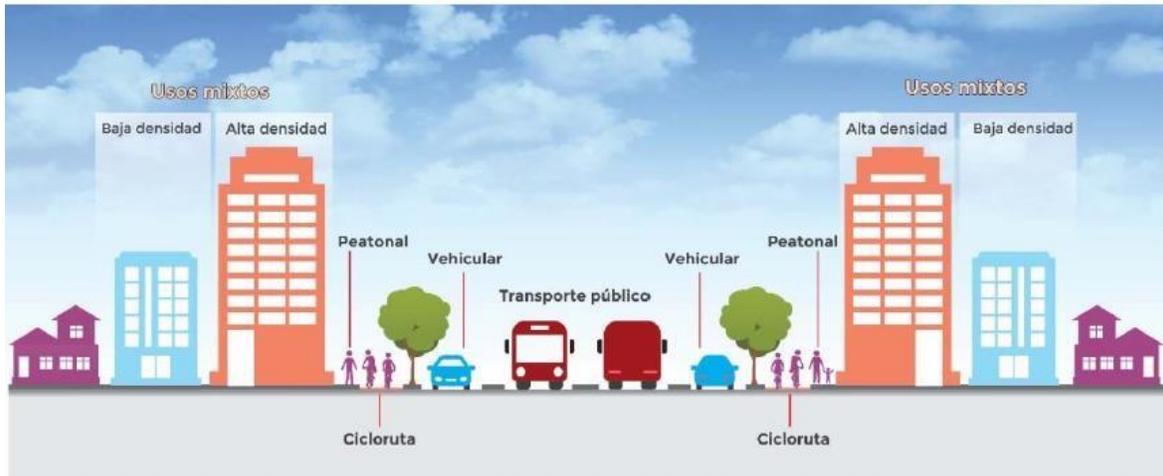
Usos de suelo para CHC.200.A/60.V
Habitacional
Oficinas públicas
Oficinas públicas y privadas
Servicios financieros
Comercio de Productos y servicios básicos
Comercio de productos y servicios especializados
Centros comerciales de cualquier superficie
Establecimientos con servicio de alimentos sin bebidas alcohólicas o solo de moderación
Centros de consultorios sin encamados
Torre médica de consultorios
Hospitales y sanatorios
Educación elemental y básica
Educación superior e instituciones de investigación
Otras instalaciones educativas
Instalaciones religiosas
Centros de espectáculos, culturales y sociales
Instalaciones para la recreación y el deporte
Parques y jardines
Instalaciones hoteleras
Asistencia social
Estacionamientos
Bases de taxi
Comunicaciones

*Fuente: Elaboración propia con información de la tabla de usos de suelo, Plan de Desarrollo Urbano, H. Ayuntamiento de Toluca 2018.*

Además de los usos permitidos, el área se ve atravesada por corredores urbanos de gran importancia para el caso de estudio, siendo de nivel urbano y metropolitano (verticalización-

consolidación). Los corredores urbanos son elementos conectores de áreas centrales en la ciudad, en la mayoría de los casos tienen características específicas en aspectos de movilidad, teniendo gran afluencia vehicular, densidad comercial, de servicios, equipamiento, entre otros (PDUS, 2017). Esto es importante porque estos corredores están diseñados con la finalidad de establecer normas específicas que favorezcan la accesibilidad a los usos de suelo por medio de distintas modalidades de transporte.

Figura 7: Vista completa del corredor urbano.



Fuente: IMIP retomado en el Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Ciudad Juárez, 2016.

Se retoma esta imagen para ilustrar la distribución adecuada de la vialidad, donde se puede observar que existe espacio para todos.

Los usos de suelo que predominan en el centro histórico de Toluca son el comercial, habitacional, mixto (habitacional-comercial) y de servicios ya que es la zona concentradora de edificios de administración del ayuntamiento y de algunas dependencias estatales y estos están rodeados de una gran cantidad de locales comerciales y de viviendas de las colonias más antiguas de Toluca. Así mismo hay una cantidad considerable de suelo ocupado por patrimonios culturales, aquí se encuentran los principales atractivos culturales turísticos de toda la ciudad de Toluca.

Esto se traduce en un gran tránsito de personas en la zona de estudio que demandan infraestructura, transporte, mobiliario para todos. Al mismo tiempo, mantener en óptimas condiciones los espacios de uso común y tomar medidas para ofrecer un centro histórico caminable, así como accesible.

Además del comercial, habitacional y mixto, en el centro se pueden encontrar diversas actividades, tanto aquellas que son cotidianas como las que no lo son tanto, la zona es concentradora de escuelas con cierto grado de antigüedad y algunas más recientes, para educación básica, media, media superior y superior, hay equipamientos para todos los

sectores de la población y bastantes establecimientos para la recreación de la población, tales como bares y restaurantes, centros de videojuegos, de reunión para jóvenes, de entretenimiento para infantes y de baile para los ancianos, en el centro histórico de Toluca se podrán encontrar actividades 8-80, lo cual consiste en ofrecer las condiciones para que personas de 8 hasta 80 años de edad puedan realizar sus actividades sin correr ningún riesgo. Gracias a su compleja composición del uso del suelo.

### *3.2.2. Reglamento de tránsito*

Respecto al ciclista y su papel en la vialidad en el Reglamento de Tránsito del Estado de México, su mención es muy poca, va de decir que éste puede circular sin licencia ni permiso. En el Artículo 52 habla de que las vías deben estar debidamente conectadas con estaciones de transferencia tales como estacionamientos de bicicletas entre otras, lo cual no se cumple en el municipio de Toluca siendo que los racks para dejar la bicicleta son escasos y poco funcionales. Por otro lado, en el 97 establece que tanto bicicletas como el resto de los vehículos deberán reducir la velocidad a menos de 20 km/h cuando se circula por parques, hospitales, centros deportivos, entre otros lugares donde el peatón camina libremente, esto con el fin de evitar accidentes.

En el Artículo 98 insta que los ciclistas deben circular siempre con precaución y dentro de la ciclovía, en caso de no existir ésta entonces deberá ir por extrema derecha. Abstenerse de circular por las aceras o áreas peatonales y no deberá hacerse a otro vehículo para ser remolcado. Deberá obedecer las señales de tránsito, así como las indicaciones de los agentes de tránsito. Por último, el ciclista podrá ser acreedor a una amonestación si desobedece alguna de las reglas antes descritas.

### *3.2.3. Unidades económicas*

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2015), Toluca cuenta con 613,120 Unidades Económicas, lo que representa el 12.2% del total en nuestro país. La Delegación Centro Histórico, en los años 2010 a 2015, concentró un total de 3 mil 37 establecimientos, con una densidad de empleo de 25.96% (empleo/área).

Se identificó la concentración de un gran número de Comercio al por menor, que representa el 47.71% de la actividad terciaria y el 45.7% de todas las actividades del centro.

Cuadro 7. Unidades Económicas de la delegación Centro Histórico

Comercio	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Comercio al por mayor</li> <li>☞ Comercio al por menor</li> </ul>
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Servicios financieros y de seguros</li> <li>☞ Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes e intangibles</li> <li>☞ Servicios profesionales, científicos y técnicos</li> <li>☞ Corporativos</li> <li>☞ Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación</li> <li>☞ Servicios educativos</li> <li>☞ Servicios de salud y asistencia social</li> <li>☞ Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos</li> <li>☞ Servicios de alojamiento temporal de preparación de alimentos y bebidas</li> </ul>
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base a INEGI 2015

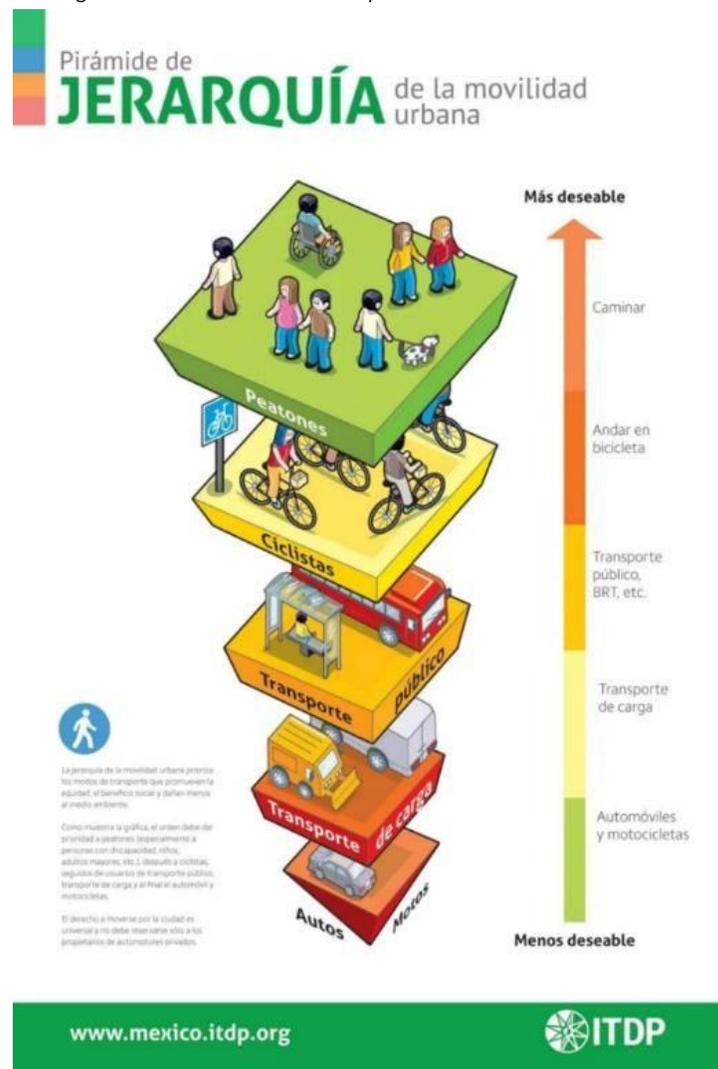
El sector que tiene mayor actividad en la delegación Centro Histórico de Toluca es la distribución de bienes, con 1,459 establecimientos, que corresponde al 50.08% de actividad terciaria; el segundo lugar lo ocupan los servicios, cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal, con 459 establecimientos, que representa el 15.75% de la actividad terciaria, y; en tercera posición se sitúan las Actividades gubernamentales con 354 dependencias u oficinas (equivale al 12.15% de actividad terciaria).

En este capítulo se observan las condiciones que ofrece la ciudad para que los habitantes tengan la opción de circular en bicicleta hacia sus actividades cotidianas. Se puede decir que los elementos que se encuentra actualmente no están ubicados de forma estratégica ni funcional, son elementos que quizá ayuden a completar la imagen urbana del centro de una ciudad con movilidad apta para todos los vehículos, pero a la hora de convertirse en el usuario de estos (en este caso en ciclista) estos no son funcionales ya que no cumplen con las medidas requeridas y tampoco son respetados por los demás vehículos en la vialidad. Por otro lado, se ve evidenciada la prioridad por el automóvil y la sobreoferta de transporte público.

Así como existe el no respeto al espacio del ciclista también lo es para el del peatón, encontrando aquí que la pirámide de movilidad (figura 4) está siendo aplicada de manera invertida. Si bien existen ejercicios que buscan la inclusión de todos en las vialidades del

centro de Toluca, estos no están siendo bien ejecutados teniendo como consecuencia el beneficio de algunos cuantos.

Figura 8. Pirámide de Jerarquía de la Movilidad Urbana



Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP por sus siglas en inglés), noviembre 20, 2013.

### 3.2.4. Infraestructura vial

Las condiciones del área de estudio en materia territorial, tienen algunas observaciones que afectan al objeto de estudio y es importante revisarlos, así como también se debe tener en cuenta y explicar a la ciudadanía que el fenómeno de expansión urbana promueve las fallas en la implementación de la infraestructura básica y encarece la oferta de los servicios básicos.

Cuando a infraestructura se refiere, el área de estudio está enfocada a la movilidad en automóvil. Ha habido algunos ejercicios de ampliar la oferta de transporte resultando

medianamente eficiente, ya que, si bien se ofrece para el ciclista, esta muchas veces no es respetada o las rutas demarcadas no son suficientes para los traslados de la población.

Existe una cicloavía con los elementos necesarios para poder funcionar, pero se ve afectada por automovilistas y peatones que se estacionan o caminan por ella obstruyendo el tránsito, así como árboles que invaden el carril izquierdo y coladeras que significan peligro para el ciclista. Ésta no se encuentra iluminada adecuadamente. Las ventajas que presenta son los semáforos sincronizados, la delimitación entre el ciclocarril y el del automóvil, las desventajas que es muy corta (2,673m aproximadamente)<sup>4</sup> y recorre una ruta poco transitada.

Así mismo, se cuenta con señalética horizontal y vertical dispersa en el área de estudio, que determina la jerarquía en la vialidad poniendo a la bicicleta como prioridad, con leyendas que dicen “respeto al ciclista”, las cuales se ven obstruidas por vehículos estacionados, sobreflujo de autobuses y taxis y la inexistencia de una delimitación adecuada de carriles y paraderos.

*Imagen 12. Infraestructura vial*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

---

<sup>4</sup> Longitud medida en el trabajo de campo realizado el 21 de septiembre de 2019

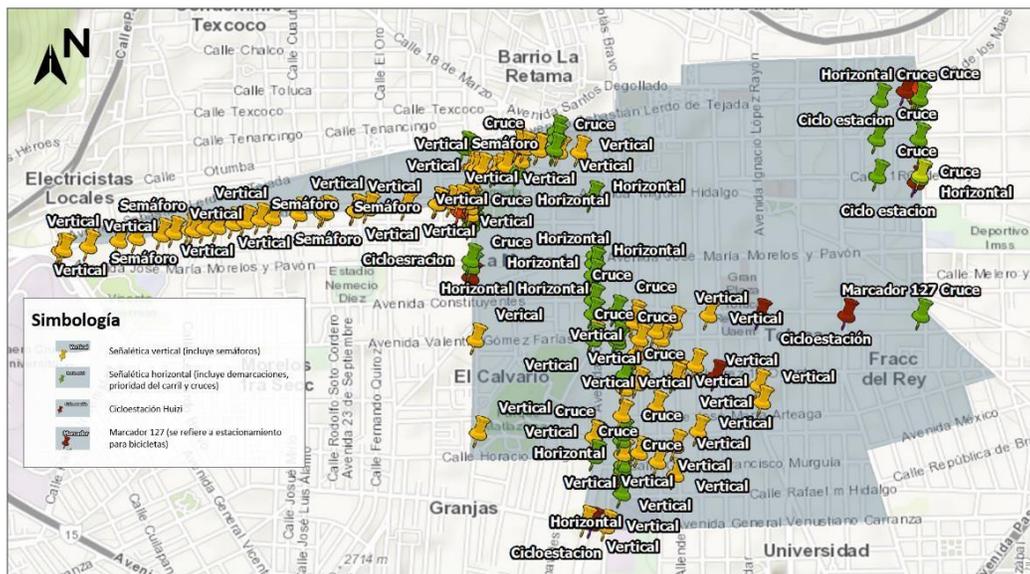
### 3.3 Infraestructura para el sistema ciclista

#### 3.3.1. Carriles confinados

Para este apartado, se han clasificado los carriles confinados, carriles con señalética ciclista y la ciclo vía como de Tipo A, B y C:

- El tipo A se refiere a la ciclo vía que presenta más elementos para hacerla adecuada, estos van desde el ancho del carril, los colores, semáforos y botones para delimitar.
- El tipo B se refiere a los carriles delimitados dentro de la vialidad para el uso exclusivo de la bicicleta, no cuentan con tantos elementos como la ciclo vía.
- El tipo C solo cuenta con señalética horizontal y vertical que hace notar que las bicicletas pueden circular por esa vialidad y que son prioridad o que comparten carril con autobuses. No cuenta con ningún tipo de delimitación.

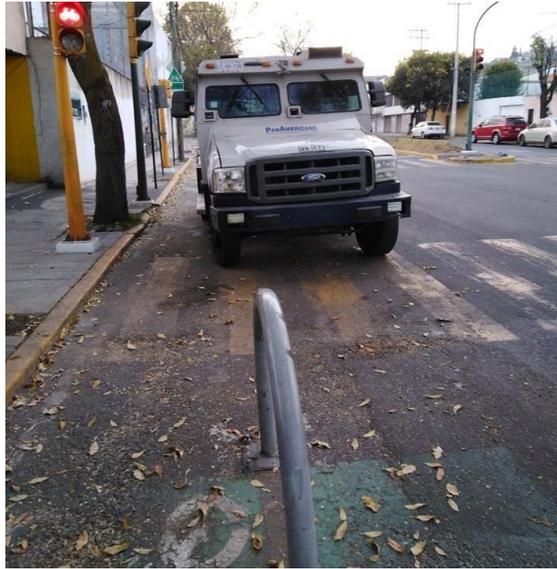
Figura 9. Ubicación de elementos de infraestructura vial para el ciclista



Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

Dicho esto, del tipo A se encuentra la ciclo vía que comprende desde el parque Cuauhtémoc recorriendo la Calle Miguel Hidalgo hasta Vicente Guerrero, viéndose entrecortada por el cruce entre éstas dos y continuando por Vicente Guerrero a un costado de Ciudad Universitaria, este tramo termina en Paseo Universidad. En esta ciclo vía pueden encontrarse elementos adecuados para que el ciclista circule de manera segura. Lo que se observó durante el trabajo de campo es que los botones demarcadores, así como la división de los carriles y elementos que ayudan a que los automóviles no la obstruyan, se encuentran deteriorados, han desaparecido o los vecinos del lugar los han removido para estacionar sus vehículos ahí.

*Imagen 13: Obstrucción de la ciclovía*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 14: Deterioro en la ciclovía*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 15: Deterioro en la ciclovía*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Dentro de los tramos de tipo B se encuentran aquellos que no tienen los botones elevados para delimitar ni semáforos para bicicleta, tienen escasa señalética vertical; la señalética horizontal es notoria y normalmente son carriles de un solo sentido. Este tipo se puede observar en el tramo que comienza en la esquina de Sor Juana Inés de la Cruz con Miguel Hidalgo y se extiende hasta Melchor Ocampo.

Los recorridos de tipo B en el área de estudio se distinguen por encontrarse en la zona que cubre el costado de Los Portales, por la que caminan muchísimos peatones. Estos utilizan el carril confinado como extensión de acera lo que provoca que el ciclista los esquivе abriéndose hacia el carril del automóvil poniéndolo en riesgo. Aunado a esto, los autos y proveedores de los distintos establecimientos comerciales se orillan sobre el carril para bicicletas para bajar mercancías o personas invadiéndolo.

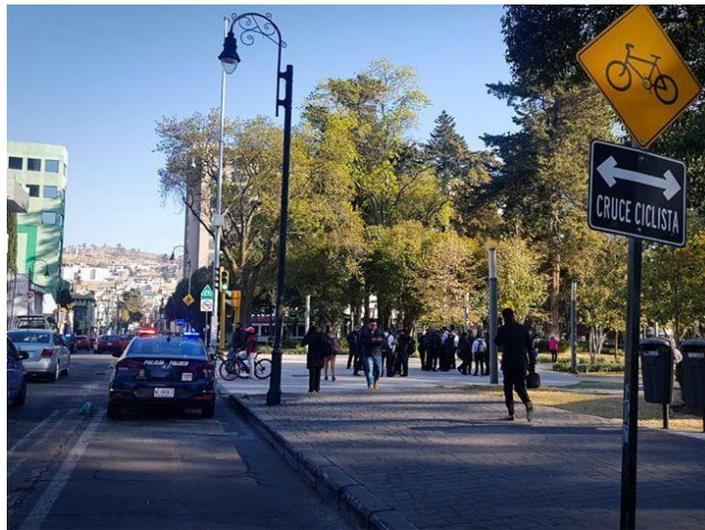
Por otro lado, los taxistas hacen una fila para recoger pasaje sobre el carril confinado. Todas estas acciones donde la población en general no respeta este espacio para las bicicletas dejan al ciclista en último lugar. Incluso los mismos policías que se encargan de vigilar la buena convivencia entre vehículos invaden estos espacios.

*Imagen 16: invasión del carril ciclista*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 17: invasión del carril ciclista*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 18: invasión del carril ciclista*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Además de la invasión al carril, este presenta desgaste en la señalética horizontal, esta es poco visible o ya está totalmente despintada. Además, el carril presenta baches y coladeras que representan peligro para el ciclista.

Finalmente se encuentran los espacios para el ciclista tipo C, éstos no son carriles específicamente demarcados para el uso ciclista, sino que son de uso compartido con el autobús o con otro vehículo, no tienen ningún tipo de demarcación con relieve (botones) o semáforos específicos para ciclistas. En el área de estudio estas zonas se encuentran invadidas por automóviles estacionados que obstruyen la vista de las demarcaciones pintadas en el piso.

*Imagen 19: vehículos obstruyendo*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 20: vehículos obstruyendo*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

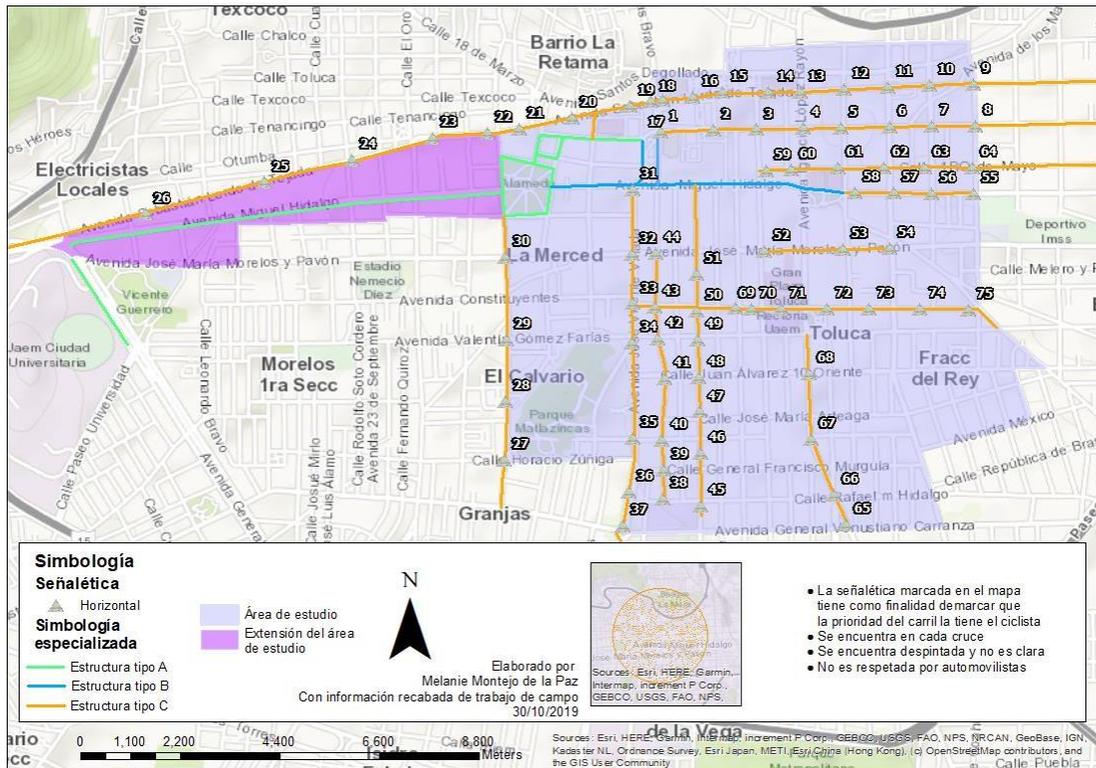
### *3.3.2. Señalética*

#### a) Señalética horizontal

Como se puede apreciar en la figura 12, se encuentra dispersa en las vialidades de tipo C señalética horizontal que especifica el tránsito de bicicletas por la zona. Estas marcaciones son sobre el pavimento deben cumplir con lo establecido en la figura 13.

En el trabajo de campo se determinó un total de 75 puntos en los cuales se encuentra este tipo de señalética que, actualmente, se encuentran despintadas y obstruidas por autos estacionados sobre ellas, restándoles visibilidad y provocando que estas no sean acatadas. Esto sucede también con las áreas de espera para ciclistas al frente del carril.

Figura 10. Señalética horizontal



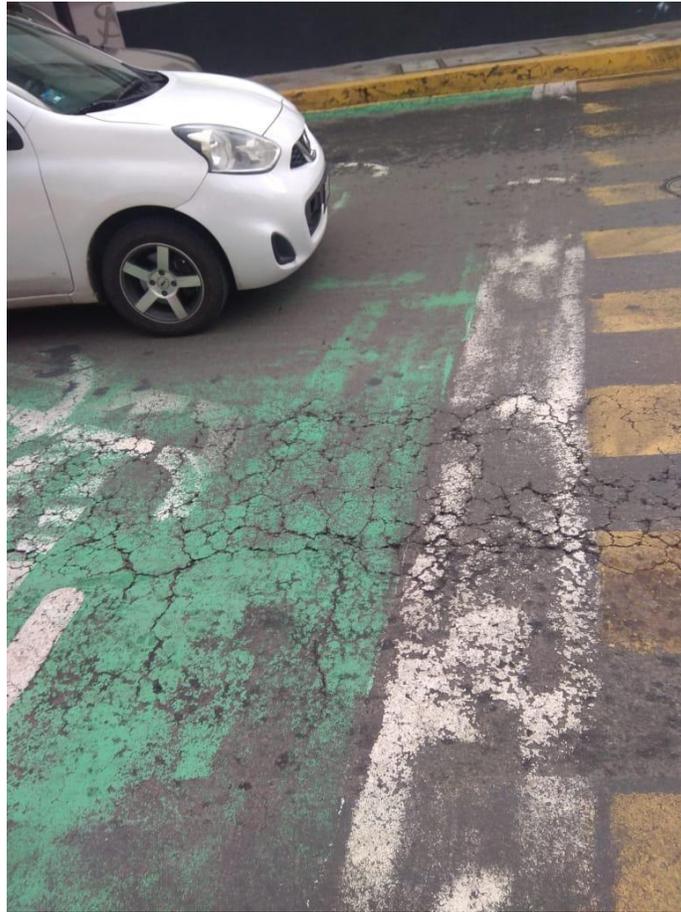
Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

Figura 11. Señalética horizontal 1



Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003

*Imagen 21. Actual señalética horizontal 1*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Como puede apreciarse en la imagen 19, los automóviles no respetan estas áreas destinadas para el uso del ciclista, adicionalmente la cebra del peatón tampoco está en óptimas condiciones. Tanto peatones como vehículos motorizados no respetan la caja de bicicletas al principio del carril, provocando al ciclista que invada la cebra peatonal en el mejor de los casos, en el peor que el ciclista se quede entre los vehículos en alto.

En los cruces, existen áreas de espera distribuidas en el área de estudio. Recientemente hubo trabajos para pintar las distintas señaléticas en el centro del municipio, todas se retocaron excepto estas áreas de espera. No se respetan ni estas ni la cebra para el peatón.



A continuación, se presentan ejemplos de la demás señalética encontrada en los recorridos de campo.

- Calle José Vicente Villada

*Imagen 23. Señalética horizontal*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 24. Señalética horizontal*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

- Avenida Sebastián Lerdo de Tejada

*Imagen 25. Señalética horizontal*



- Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

- Instituto Literario

*Imagen 26. Señalética horizontal*



- Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.



*Imagen 27. Semáforos*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 28. Semáforos*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

- Letreros (señalética vertical)

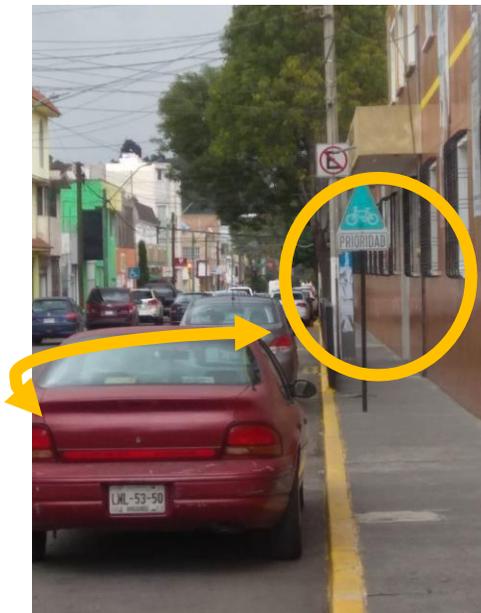
Existe señalética en la vialidad, y tal como se puede observar en la imagen, esta no es respetada por los automovilistas. En el levantamiento de campo se identificaron 81 puntos en los que se instalaron estos letreros, determinando la prioridad del carril, la circulación de bicicletas por la derecha, precaución al abrir las puertas de los autos, entre otros. Estos letreros se encuentran en buenas condiciones, son visibles y cumplen con los colores. No obstante, los conductores de vehículos automotores no los respetan en la mayoría de los casos.

*Imagen 29. Señalética vertical*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 30. Señalética vertical*



Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

Imagen 31. Señalética vertical



Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

Imagen 32. Señalética vertical



Fuente: Trabajo de campo sobre ciclovía instalada en la calle Miguel Hidalgo, motocicleta estacionada sobre el ciclocarril. Realizado el 12 de noviembre de 2019.

### 3.4 Características de las ciclovías

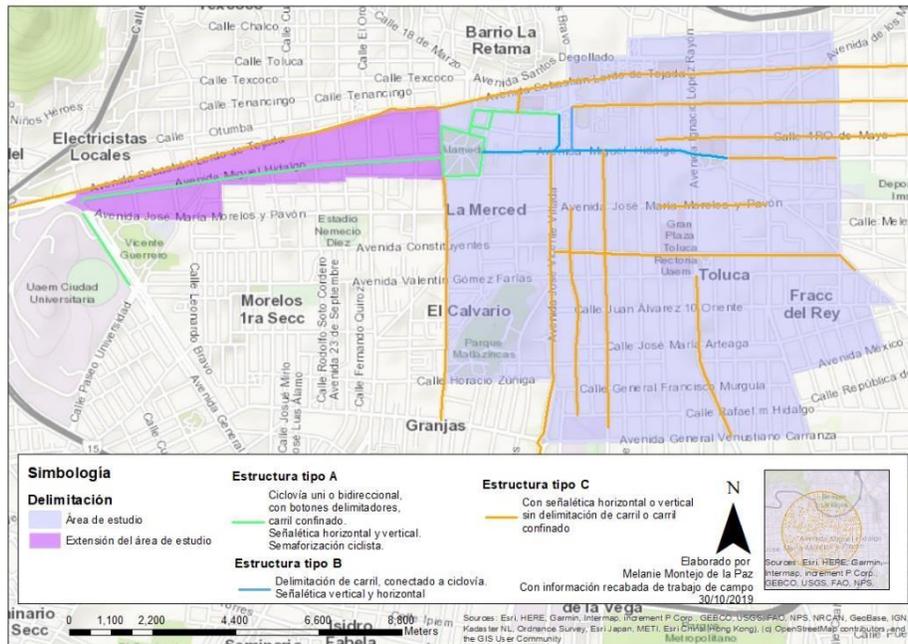
Las ciclovías son una porción de la vialidad que ha sido designada por medio de delimitaciones, señalización y otras marcaciones horizontales y verticales que indican la preferencia y el uso exclusivo de los ciclistas. Estas brindan a los ciclistas su propio espacio sobre la vialidad y les permite circular a la velocidad deseable sin la interferencia de las condiciones actuales de tráfico.

La estructura vial dentro de la Delegación Centro Histórico se divide en avenida, andador y calle. Las avenidas principales son Sebastián Lerdo de Tejada, Miguel Hidalgo y José María Morelos y Pavón de un solo sentido. Las principales calles son Instituto Literario, Valentín Gómez Farías, Andrés Quintana Roo, José Vicente Villada, Benito Juárez, Ignacio López Rayón y José María Pino Suárez tienen de dos a tres carriles de un solo sentido. Los andadores son Constitución, los Portales, Belisario Domínguez y Fray Andrés de Castro, todos dentro del primer cuadro del centro histórico.

Las vialidades del área de estudio en su mayoría son estrechas ya que se trata del centro histórico de la ciudad, generalmente cuentan con 2 o 3 carriles para la circulación de vehículos y habitualmente uno o hasta dos se encuentran obstruidos por automóviles estacionados. Las avenidas más anchas pueden llegar a tener 4 y hasta 5 carriles como lo son José María Morelos y Pavón y Sebastián Lerdo de Tejada.

Se cuenta con zonas permitidas para estacionarse controladas por parquímetros y policías de tránsito que revisan el funcionamiento de éstos. Escasas paradas de autobús reconocidas con mobiliario implementado para la comodidad del usuario del transporte público. Cruces peatonales con cebras pintadas en el piso y semáforos visuales para el peatón. En la esquina de Benito Juárez con Av. Independencia se encuentra un semáforo peatonal con indicador auditivo para los usuarios invidentes.

Figura 14. Clasificación de vialidades con estructura ciclista.



Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.

Dicho lo anterior, dentro del área de estudio se encuentra una ciclobanda que cubre la zona del centro histórico, comenzando en la Av. Miguel Hidalgo esquina con Sor Juana Inés de la Cruz, hasta llegar a la esquina de Vicente Guerrero. Esta cuenta con delimitaciones elevadas como botones, topes y vallas para la exclusividad del carril, así como con señalética que prevé al automovilista y demás conductores de cruces ciclistas y carriles prioritarios y no son respetados, ya que se visualizaron motocicletas circulando, así como autos estacionados. Aunado a esto, las calles aledañas a la zona cuentan con escasa señalética vertical y horizontal que indica el uso compartido del carril y la presencia del ciclista por la vía.

#### a) Materiales de pavimento

En el área de estudio se han utilizado distintos materiales para la pavimentación, en su mayoría se encuentra cubierta por asfalto y adoquines. El asfalto en la zona se encuentra muy desgastado, ya que es en el carril confinado para bicicletas (lado derecho) hacia donde escurre el agua, la misma que se encharca y desgasta el material hasta crear baches. Esta agua no solo proviene de la lluvia, los comercios que se encuentran a pie de calle hacen la limpieza de sus locales y tiran el agua hacia la vialidad.

El otro material con el que se encuentran recubiertas las vialidades son adoquines que, si bien le dan una imagen más estética y “tradicional” a las calles, hace el tránsito en bicicleta incómodo, ya que hace vibrar mucho a tal grado de hacer perder al ciclista el control de su vehículo. Hace el piso irregular e incómodo para transitarlo en bicicleta, además, es menos duradero que otros materiales.

*Imagen 33. Material de pavimento en carril confinado*



*b) Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

### **c) Color**

En el área de estudio, la señalética horizontal se encuentra pintada en verde, amarillo y blanco, dejando al azul y al rojo de fuera. En su mayoría, las figuras, así como las demarcaciones, se encuentran desgastadas y, en ciertos puntos, están totalmente despintadas:

*Imagen 34. Señalética horizontal desgastada*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

#### d) Ciclobanda

La ciclobanda que se encuentra instalada en el área de estudio es del tipo sin estacionamiento a un costado, ya que no se planificó así debido a que las vialidades por las que se encuentra son estrechas y transitadas. Esto provoca que los autos se salten los botones delimitadores y se estacionen sobre el ciclocarril como se muestra en la imagen 33.

*Imagen 35. Utilización del ciclocarril como estacionamiento para automóvil.*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

#### e) Iluminación

La iluminación en la zona de estudio se encuentra instalada de manera irregular. Recopilando las características de esta variable, recordar que la luminaria en ciclovía debe estar situada a cada 20 a 40 metros de distancia, con 4 a 5 metros de altura. Considerando esto, en la imagen 33 se puede observar que las lámparas si cumplen con este parámetro, su instalación respeta las rampas y está orientada hacia el ciclocarril. Esta característica también se puede observar sobre la calle Aquiles Serdán (imagen 34).

*Imagen 36. Iluminación en Aquiles Serdán.*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Esta situación cambia en el tramo de ciclocarril ubicado sobre Av. Miguel Hidalgo donde se la circulación se vuelve bidireccional. Esta se trata de una zona arbolada y, recordando los parámetros, debe estar situada en puntos a cada 30m y en los espacios abiertos a cada 40m, característica que no cumple pues, las luminarias existentes están instaladas sobre el camellón, a más de 9 metros de distancia de la ciclovía, se puede observar esto en la imagen 35.

*Imagen 37. Iluminación en Avenida Miguel Hidalgo.*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Debido a las características de la zona, las luminarias a la altura de la acera o bien, al ras del piso, son las más adecuadas pues las que son elevadas quedan cubiertas por las copas de los árboles obstruyendo la luz resultando obsoletas. Por otro lado, los cruces en la zona cumplen con los parámetros de iluminación en cuanto a la ubicación, dirigida principalmente al peatón beneficiando a los demás transeúntes. En cuanto a funcionamiento, muchas de las lámparas se encuentran en condiciones deficientes, con basura y sin funcionar. Este factor provoca una sensación de inseguridad en la vialidad cuando el día oscurece.

Los conductores de vehículos motorizados deben ver al ciclista en todo momento y la iluminación es crucial cuando es de noche, a pesar de que el ciclista circule con luces, las lámparas públicas son muy importantes, no sólo en la intersección entre bicicleta y carro, sino metros antes. La infraestructura amigable con el ciclista busca ofrecer un camino iluminado donde todos los actores puedan ser visibles, tanto conductores como peatones, y puedan ver los obstáculos que pudiesen presentarse.

#### f) Elementos de apoyo al ciclista

No se encontraron canaletas para facilitar la subida de la bicicleta cuando el ciclista tiene que cruzar un puente peatonal o subir escaleras, por lo tanto, se sugiere implementar este elemento para garantizar la seguridad de los usuarios de esta modalidad de transporte.

#### g) Estacionamientos para bicicletas

En el área de estudio se encuentra este tipo de estacionamiento para bicicletas, pero como se puede apreciar en la fotografía, las motocicletas se apropian del lugar para estacionarse. Aunado a esto, en páginas de Facebook de denuncia ciudadana, los usuarios han reportado robos de bicicletas en los que desprenden el rack del suelo y se lo llevan con la bicicleta amarrada, lo cual permite ver un mal diseño de estos.

No obstante, el último día del recorrido de campo (9 de noviembre de 2019) este mobiliario se encontró en condiciones deficientes, por lo tanto, en desuso, aunado al robo de bicicletas que ha estado al alza.

*Imagen 38. Estacionamiento para bicicletas*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

#### h) Accesibilidad

Es accesible solo si se circula por el circuito que ésta sigue, es más transitada del trayecto de Rayón hasta Nicolás Bravo, después del parque Cuauhtémoc presenta un desuso considerable. Se deduce que esto se debe a que la pendiente hacia C.U. es pronunciada y hace de este un trayecto cansado.

*Imagen 39. Ciclopista sobre Av. Miguel Hidalgo*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

### i) Conectividad

No está articulada con los carriles ciclistas en Av. Paseo Tollocan. Además, que esta no tiene un inicio definido. Solo presenta una conectividad adecuada al llegar a Ciudad Universitaria. Éste aspecto es uno de los de mayor relevancia, se debe considerar su interconectividad con el resto de las zonas de la ciudad y de otros municipios metropolitanos.

### j) Seguridad

Presenta tramos con baches, se encontró una coladera abierta y en las secciones que no cuentan con botones grandes para delimitar la ciclo vía los autos utilizan el carril, así como los autobuses.

*Imagen 40. Coladera abierta en carril confinado*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

### k) Comodidad

Haciendo el recuento con las variables anteriores se puede determinar si la ciclo vía es cómoda o no. Considerando las características métricas que tiene, se puede decir que esta cuenta con el ancho ideal (solo en ciertos tramos) para circular libremente, existe señalética tanto horizontal como vertical, los parámetros son los adecuados; pero, bajado a la realidad, esta se encuentra en condiciones deficientes casi de abandono. Los tubos han sido removidos o están despegados del asfalto, así como los botones delimitadores (imagen 39).

*Imagen 41. Condiciones actuales de los elementos en la ciclovia.*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

*Imagen 42. Condiciones actuales de los elementos en la ciclovia.*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Por otro lado, los conductores de vehículos automotores no respetan las delimitaciones y ponen en riesgo al ciclista, incluso a los peatones, lo cual reduce considerablemente la comodidad de la infraestructura.

*Imagen 43. Invasión de carril confinado*



*Fuente: trabajo de campo el 12 de noviembre de 2019.*

Finalmente, la desarticulación con el ciclocarril sobre Av. Paseo Tollocan y demás elementos dirigidos al ciclista, hace de esta ciclo vía una ruta muy corta, provocando a su vez el desuso.

En conclusión y como se ha podido demostrar con evidencia fotográfica, esta infraestructura cumple con algunos parámetros de diseño que están establecidos tanto en manuales como en la metodología del presente trabajo, como son los colores, los anchos y la distribución de elementos, cuenta con estacionamientos para bicicletas y señalética, sin embargo, no es cómoda, es insegura, no está articulada con la demás infraestructura ciclista en el municipio (que es escasa), su recorrido es muy corto y poco accesible. No es apta para realizar los traslados cotidianos en bicicleta.

Es evidente que se cumplen con algunos criterios técnicos y normativos, pero no son suficientes para el óptimo funcionamiento de la ciclo vía y elementos dirigidos al ciclista. Los aspectos donde se encuentran debilidades o son inexistentes son críticos porque presentan limitaciones para que la movilidad no motorizada en la ciudad funcione como una opción realmente eficiente.

Desde la perspectiva de la planeación urbana, se queda a deber en cuanto a la proyección de esta infraestructura. Si bien es claro que se ha hecho un esfuerzo por implementar elementos a favor de la movilidad no motorizada, éstos se encuentran en abandono, por lo que las condiciones deficientes impiden la circulación fluida en esta, haciendo que el número de ciclistas disminuya y conduciendo a los que si usan la bicicleta a circular sobre vialidades no aptas para ello, no son visibles, poniéndolos en riesgo.

## Capítulo IV: Dimensión social de la actividad ciclista en Toluca

El objetivo del capítulo es recabar información a través de un cuestionario aplicado a ciclistas urbanos para conocer la percepción que tienen de las condiciones que presenta la ciudad para rodar en ella. Las preguntas fueron formuladas con base a la metodología especializada que permite analizar el fenómeno de la movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta, con la finalidad de establecer observaciones desde las dimensiones económica y social.

Es importante conocer la opinión del usuario para el estudio porque ésta ofrece una óptica de primera mano de cómo se vive el fenómeno de estudio, qué problemas se viven y algunas alternativas de solución, guía al estudio en beneficio de los usuarios.

La variable que se considera para este ámbito es el viaje realizado por las personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte para realizar sus actividades cotidianas a la zona de estudio. Con ello no sólo se abordaron los distintos indicadores establecidos en la metodología, sino también la información relacionada con el número de personas que visitan la zona de estudio.

Los resultados de la investigación de campo, responde a la aplicación de una encuesta a la población que utiliza la bicicleta para trasladarse a desarrollar actividades laborales, educación, compras y recreación. La muestra de población encuestada fue derivada de la información señalada por la Secretaría de Movilidad y Transporte del Gobierno del Estado de México, en el que establece que el 75% de la población utiliza el sistema de transporte público de pasajeros para desplazarse en el estado de México; al respecto, se estima entonces que el 25% de la población restante utiliza otros medios de transporte.

En virtud de que no existe un indicador sobre el porcentaje de la población que utiliza la bicicleta, se tuvo comunicación con las asociaciones de ciclistas que se han conformado en el Valle de Toluca, con la finalidad de obtener información sobre las personas que se desplazan a la ciudad de Toluca a realizar sus actividades cotidianas; con base en ello, se pudieron identificar un total de 380 personas que acuden a la zona de estudio para realizar sus actividades cotidianas y aplicarles la encuesta. Conforme a lo anterior, del total de personas que acuden en bicicleta a la zona de estudio a desarrollar sus actividades cotidianas, se encuestó a un total de 95 personas.

Con la aplicación de dicho instrumento, fue posible un acercamiento a las personas que visitan la zona de estudio, para identificar el lugar del que provienen, la distancia que recorren para llegar al centro de Toluca, el motivo del viaje y la clasificación de los motivos de viaje, entre otros. Con esta información, será posible determinar la razón por la cual el usuario visita la zona de estudio y determinar cuál ruta es la más conveniente y cuáles son los lugares que tienen una mayor percepción de población.

#### 4.1 Usuarios del sistema de infraestructura ciclista

A finales del 2015 se instaló en el primer cuadro del municipio de Toluca el sistema de bicicletas Huizi, el cual cuenta con estaciones que ofrecen bicicletas a todo aquel que sea usuario y pague la membresía. En ese momento las bicicletas solamente podrían circular por el perímetro de la Ecozona, integrada por 300 cuadras del Centro Histórico y colonias aledañas, con la finalidad de restringir meses después la entrada de transporte de carga en ciertas horas y bloquear los vehículos que no cuenten con la verificación. Teniendo a futuro el expandir la zona y que el servicio abarcara más cuadras. (Monterrubio, 2015)

Un año después (2016) el presidente municipal anunció que se comenzaría a realizar el préstamo de bicicletas a todo aquel que así lo quisiera con el único requisito de contar con credencial de elector, este nuevo sistema se llamaría "Toluca en Bici". En mismo año se indicó que en promedio cada base de Huizi registraba un uso de 2.6 bicicletas por día, cuando al principio se había proyectado que cada bicicleta tendría ocho usos por día y las estaciones estarían entre 300 y 500 metros de distancia, pero el préstamo de bicicletas gratuito provocó que el sistema no tuviera el aforo necesario. (Maytonce, 2018)

Las cifras que se registraron en 2016 fueron demasiado bajas, tomando en cuenta que Huizi tuvo un costo de 35 millones de pesos. Señalando al programa como un completo fracaso. Para 2017 se dio a conocer la noticia de que el ayuntamiento adeudaba una cifra importante a los proveedores del sistema para Huizi, por lo iban a reactivar el sistema y se pueda usar. Las cifras de este año revelaron que el sistema cuenta con 243 usuarios y los fines de semana solamente acumulaban seis viajes. (Pixel, 2018)

El subdirector de Movilidad Urbana Aarón Burgos García de la Administración 2016-2018, comentó que la razón principal del desuso es la falta de reordenamiento en el transporte público, ya que existe temor a ser atropellado por alguna unidad de transporte mientras se transita en bicicleta, vialidades como Morelos y Lerdo son imposibles para utilizarla por el exceso de autobuses.

Actualmente las personas suscritas no pueden acceder al sistema por el atraso en el pago y deben recurrir a un sitio web para activar su membresía y poder solicitar el uso de la bicicleta. Hasta el año 2017 las estaciones de Huizi con mayor uso con las del Cosmovital, Colón y la Alameda, en contraste con las que menos afluencia tienen que se encuentran en Juárez y Quintana Roo (García X. , 2017).

Dicho lo anterior, en el tiempo en el que se aplicó el cuestionario solo se contactó a una persona que recurre al uso del sistema público de bicicletas Huizi ocasionalmente, ya que no cuenta con bicicleta propia. Comentó que cuando se suscitó el retiro del sistema se retiraron las bicicletas de las estaciones, que no se les daba mantenimiento a las bicicletas y la membresía te obliga a tener una tarjeta de crédito. En virtud de que los usuarios del sistema

Huizi son escasos, el trabajo se dirigió a identificar a todos aquellos grupos sociales que conforman los ciclistas en el Valle de Toluca.

De esta manera, en el municipio de Toluca se identificaron 8 grupos y organizaciones ciclistas urbanas que tienen como principal objetivo hacer visible a la bicicleta como otro medio de transporte en la calle y hacer notoria la cantidad de usuarios de esta en las calles, para invitar a nuevos ciclistas a realizar sus recorridos en bicicleta. El principal de ellos es la Fundación Tláloc, que con voluntarios llevan todas las noches de miércoles a un contingente formado por ciclistas urbanos a recorrer las calles del municipio en rodadas nocturnas.

En un trabajo en conjunto de Fundación Tláloc y el H. Ayuntamiento de Toluca, y en ocasiones con Huizi, se hacen recorridos para la sana convivencia de la población, en la Avenida Paseo Cristóbal Colón los días domingo, en un horario de 8:00 a 14:00 horas, permitiendo el libre tránsito de vehículos no motorizados, personas corriendo o caminando y paseando a sus mascotas. Es un espacio donde también se imparten clases de yoga, zumba, talleres y demás actividades,

Los otros grupos son Bicionarias, Luneros Toluca, BiciVerde MX, Escarabajos de Toluca, Rodando con el corazón, Movilidad para Todos, Equipo Luneros, Fundación Xihmai y Bici-Clasicxs, que realizan rodadas urbanas por la ciudad para que la población se familiarice con el uso de la bicicleta por las calles y puedan realizar sus recorridos diarios en ella. Asimismo, organizan movimientos en pro de la bicicleta, acciones para hacer notorio su importante papel en la movilidad urbana. Son organizaciones sin fines de lucro formadas por entusiastas de la bicicleta con objetivos en común, como es el cuidado al ambiente y promover los beneficios del uso de la bicicleta, así como el respeto al ciclista.

Además, existen dos grupos que cada vez toman más fuerza y se apoyan entre ellos para lograr acciones más grandes, estos son Bicicleteros de San Mateo Atenco y Saca la Bici en Metepec que, entre los tres municipios conurbados, se coordinan los distintos grupos para hacer visible la bicicleta.

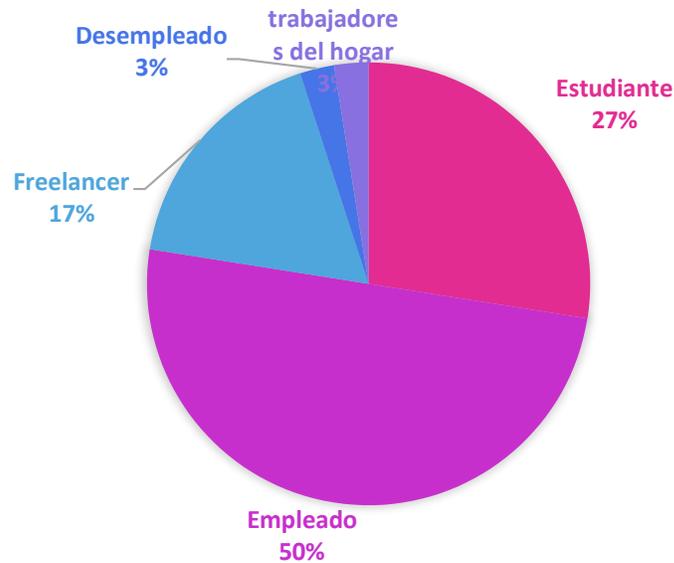
Al respecto, se realizó un levantamiento de información para conocer la situación actual de los ciclistas urbanos que ruedan por el área y preguntar acerca de sus necesidades y observaciones. El área de estudio cuenta con una gran afluencia de personas, siendo el centro de la ciudad, concentra una gran cantidad de comercios, servicios y atractivos turísticos que hacen a la población ir a este lugar por lo que hay una gran oferta de transporte público de autobuses y taxis, privados y colectivos y automóviles.

## 4.2 Análisis de la movilidad social

### a) Ocupación de los usuarios.

La mitad de las personas encuestadas se encuentran laborando en algún empleo, mientras que el 27% es estudiante, el 17% es Freelancer o dueño de su propio negocio, 3% se encuentra desempleado y el otro 3% se encarga de las labores del hogar.

Gráfica 2. Ocupación de los usuarios



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### b) Origen-destino

La procedencia de los usuarios de la bicicleta encuestados, son originarios tanto de Toluca como de otros municipios: 25% proviene de Metepec, 8% de Zinacantepec, 8% de San Mateo Atenco y 2% de San Antonio la Isla. Esta información permite observar que las distancias largas no son impedimento para los traslados en bicicleta.

Dentro del 50% procedente de Toluca, el 31% menciona habitar en la Colonia Federal, el 2% del Seminario, 13% de San Lorenzo Tepaltitlán, 13% de la colonia la Crespa, 9% de Capultitlán, 4% de Santa Ana Tlalpaltitlán, 4% del Barrio de Santa Cruz y otro 4% del Carmen Totoltepec.

Gráfica 3. Procedencia de los usuarios



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

Gráfica 4. Procedencia por colonia (Toluca).



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### c) Tiempo de traslado

Teniendo en conocimiento los distintos lugares de procedencia, los tiempos de los traslados en bicicleta son muy variados, empezando en los 15 minutos y extendiéndose hasta 1 hora o más, esto se traduce en la necesidad de ciclocarriles o rutas para los ciclistas urbanos con menos atajos y más directas, considerando el esfuerzo que se hace para poder llegar al destino.

Gráfica 5. Tiempo de desplazamiento



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

#### d) Objetivo o motivo del viaje

Los motivos son variados para visitar el centro de la ciudad, la mayor parte de las personas acuden al lugar para laborar, por motivos recreativos, por las plazas, los parques, museos, eventos y demás locaciones que la zona ofrece. El 22% comenta ir a realizar el abasto de víveres para el hogar o realizar algún pago de servicios o algún trámite. El 6% asiste a estudiar.

Gráfica 6. Motivo para visitar la zona de estudio.



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

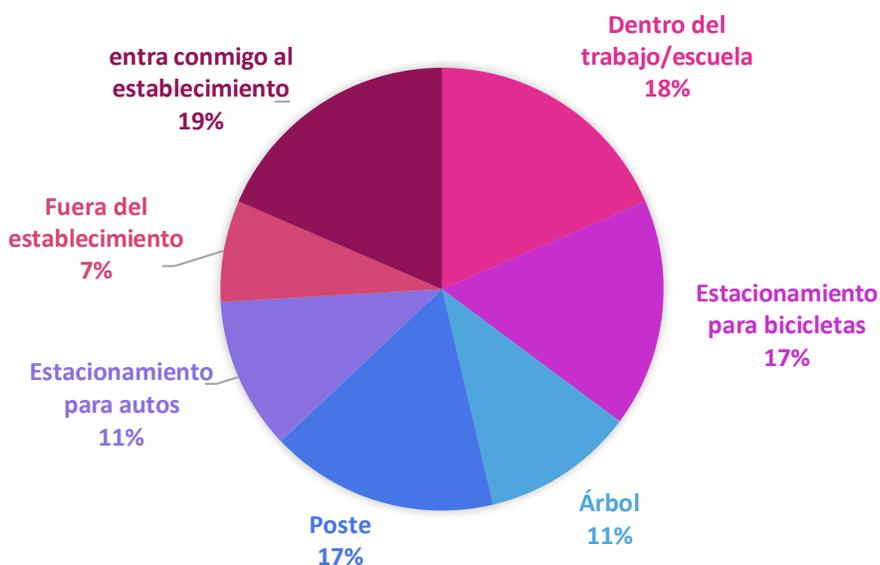
### 4.3 Percepción social sobre la infraestructura ciclista

Los 100 usuarios escogidos para aplicar las encuestas son ciclistas que se encontraron en la zona de estudio, esto por el hecho de que son la población que vive o ha vivido la necesidad de infraestructura ciclista para poder realizar sus traslados diarios o regulares. Respecto a las variables de la metodología se han elaborado las preguntas y así poder conocer la percepción que tienen los ciudadanos que utilizan la bicicleta como medio de transporte de los elementos en la infraestructura dirigidos al ciclista y así complementar información para el estudio.

#### a) Lugar de aparcamiento de la bicicleta

La mayoría de los ciclistas prefieren entrar al establecimiento que visitan con su bicicleta, pues aseguran que no es confiable dejarla fuera; de estos, el 12% ha sufrido robo total o parcial (llantas o asiento) de la bicicleta; 17% utiliza los estacionamientos para bicicletas si es que la van a dejar por un periodo no mayor a 15 minutos; 28% prefieren dejarla en árboles o postes pues aseguran que son más confiables que los racks para bicicletas (los cuales solo se encuentran atornillados por dos tuercas al piso) y 11% opta por los estacionamientos para autos.

Gráfica 7. Lugar de aparcamiento de la bicicleta



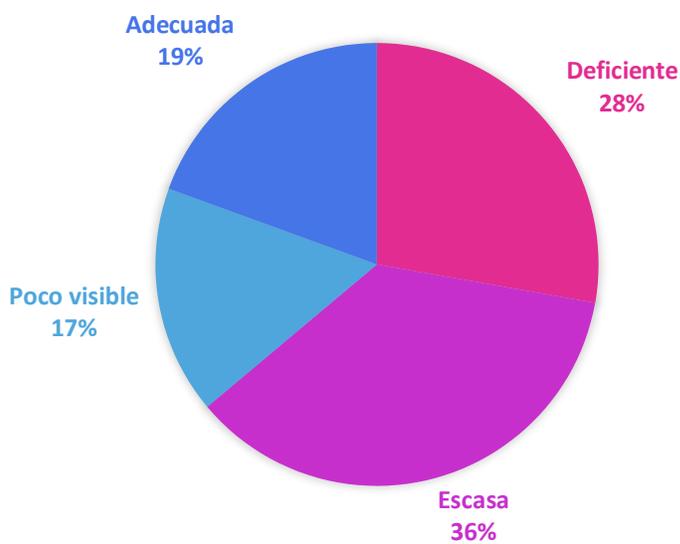
Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

#### b) Señalética urbana referente al ciclista en la vialidad

Refiriéndose específicamente la dirigida al ciclista o a la visualización del ciclista en la vialidad, el 19% opina que es adecuada, es decir que se encuentra en lugares al alcance de la vista, es

llamativa y clara; el resto no piensa de la misma manera, pues el 17% dice que es poco visible, se encuentra obstruida por árboles, cables o grafiti; el 28% cree que no es clara y no cumple con su función, pues no se respetan los espacios para el ciclista si al ciclista como tal; finalmente, el 36% opina que no hay suficientes letreros ni pintas que especifiquen la presencia de la bicicleta ni el uso compartido de la vialidad.

Gráfica 8. Señalética ciclista



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### c) Semáforos para ciclistas

Los únicos semáforos que se identificaron en la zona de estudio fueron solamente en la ciclopista de Hidalgo; al respecto, 32% de la población encuestada opina que esta señalética es útil, pero escasa y 10% considera que estos están mal sincronizados, pues tienen una larga duración y se le da prioridad al automóvil. El 19% de los encuestados aprecia los semáforos ciclistas como deficientes, pues se encuentran en una zona donde la afluencia vehicular es moderada (esto por tratarse de una zona residencial) y estos deberían estar instalados también en otros puntos del área de estudio.

30% de la población comenta no haber notado los semáforos, dato que refleja la inadecuada ubicación de éstos y la necesidad de instalarlos en lugares con mayor afluencia ciclista. El 9% restante considera que los semáforos existentes son adecuados para el 9% de los encuestados.

Gráfica 9. Semáforos para bicicletas.



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

Imagen 44. Semáforo ciclista

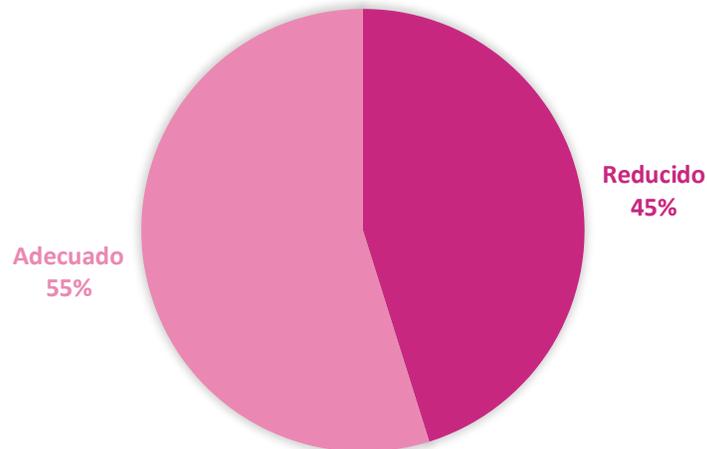


Fuente: trabajo de campo elaborado el 12 de noviembre de 2019

#### d) Ancho de carril confinado para las bicicletas.

Dejando de lado la cobertura que este tiene, el 55% de los usuarios considera que es adecuado el ancho que se ha designado para el carril de bicicletas, donde en su punto más amplio cumple con el 1.5m reglamentarios; en su punto más angosto es de 90 centímetros; el 45% piensa que está reducido.

Gráfica 10. Ancho del carril confinado para bicicletas

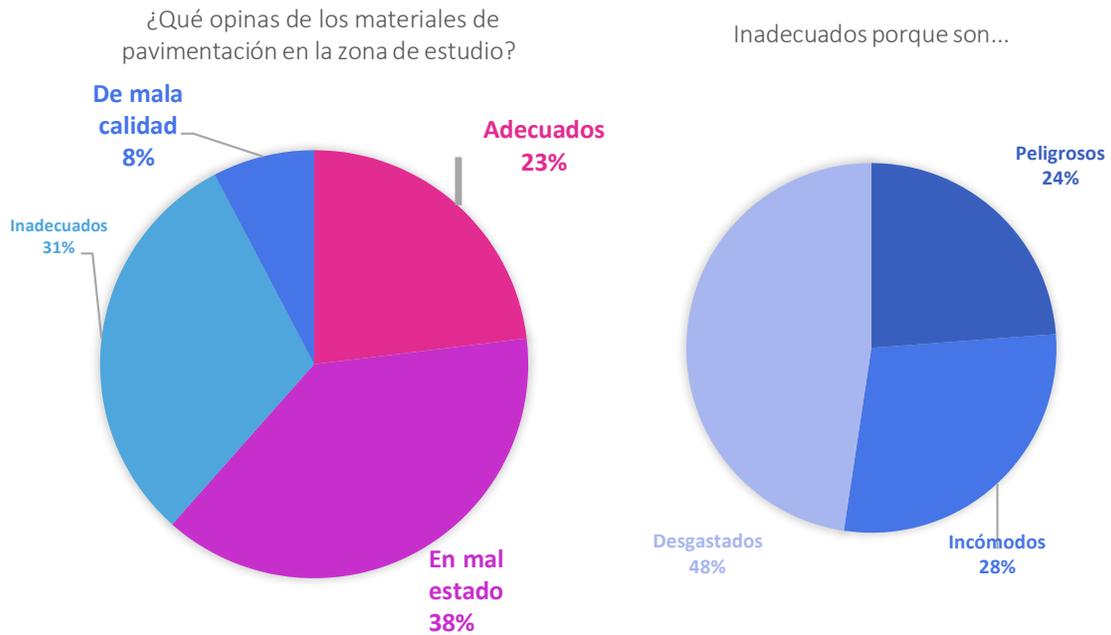


Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

#### e) Materiales de pavimentación

Teniendo en cuenta que la zona de estudio cuenta con adoquín, pavimento y concreto en distintas partes, las opiniones son variadas, coinciden en que se encuentra en mal estado, no se eligieron adecuadamente los materiales y son de mala calidad, solo el 23% considera que son adecuados. Dentro del 31% que opina lo contrario, se encuentra que el 48% cree que están desgastados, 28% que son incómodos pues el adoquín y los baches parchados provocan demasiada vibración y perder el control de la bicicleta. 24% opina que son peligrosos ya que, además de lo antes mencionado, cuando está mojado se vuelve resbaloso, se encharca y se desgastan muy rápido.

Gráfica 11 y 12. Materiales de pavimentación

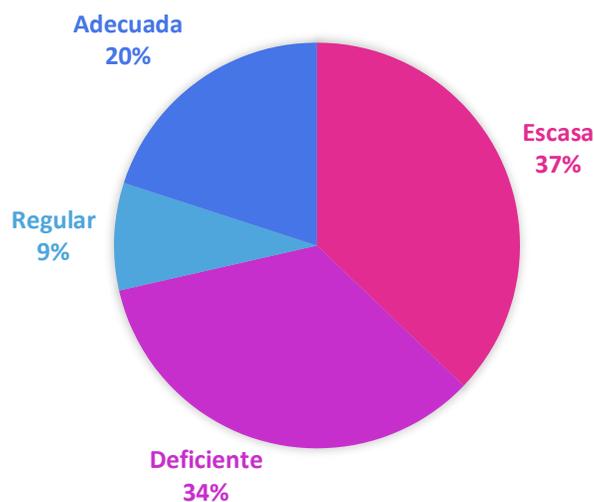


Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

#### f) Iluminación en las vialidades

Deficiente en su mayoría, ya que el 34% opina que no ayuda al tránsito de la bicicleta durante la noche, no es suficiente la luz que irradian, además de que es escasa pues no todas las vialidades cuentan con ella y no se les da mantenimiento. 20% considera que es adecuada y el 9% que es regular.

Gráfica 13. Iluminación en las vialidades

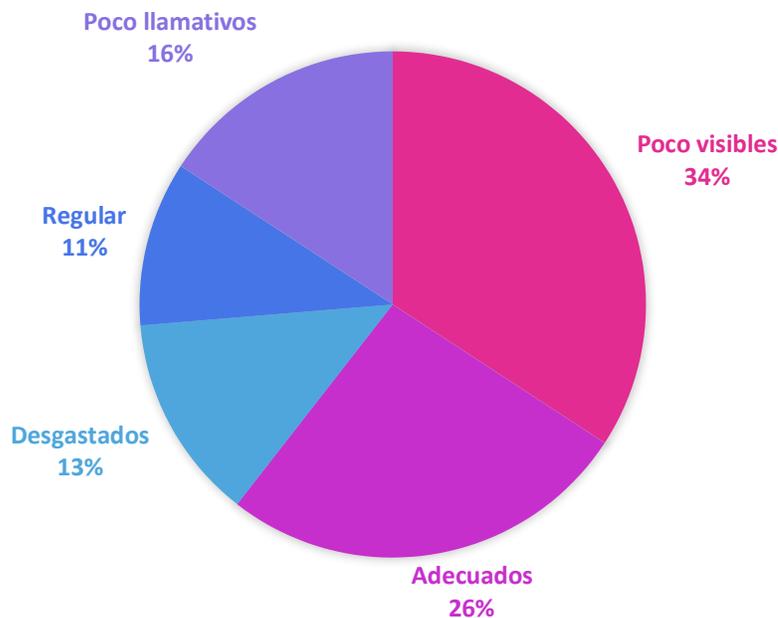


Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### g) Colores para demarcar los espacios de la bicicleta

Los colores elegidos deberían cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-034-STC2-2003, Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas. Considerando esto, la calidad de las pinturas no se especifica y eso provoca el pronto desgaste y que sean poco llamativos. Solo el 26% considera que son adecuados.

Gráfica 14. Colores para la demarcación de espacios ciclistas.



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### h) Condiciones adecuadas para utilizar la bicicleta en la ciudad

El 10.3% considera que se ha hecho un esfuerzo por acondicionar las vialidades para la circulación de la bicicleta, pues existen carriles confinados exclusivos para los ciclistas, la señalética cumple con la NOM y es visible, además las vialidades cuentan con el espacio suficiente para seguir abriendo espacios exclusivos para el uso de vehículos no motorizados y crecer la infraestructura de este tipo.

Por otro lado, el 89.7% respondió a esta pregunta con un “no”, argumentando que los materiales de pavimentación no son los adecuados, es incómodo rodar en el adoquín que se encuentra instalado en las principales vialidades de centro de Toluca y el pavimento de las demás calles presenta baches e imperfecciones, así como coladeras abiertas o sumidas.

Aunado a esto no existe conectividad entre los carriles confinados para la bicicleta. Se encuentran en un área muy reducida y enredada, no conducen a ningún sitio de interés más que la UAEMéx y el parque Cuauhtémoc (la Alameda), estos mismos carriles presentan baches e imperfecciones como grietas, así como alcantarillas en lo largo del trayecto y

tornillos en el pavimento pues algunos botones y elementos delimitadores del carril se han removido o roto.

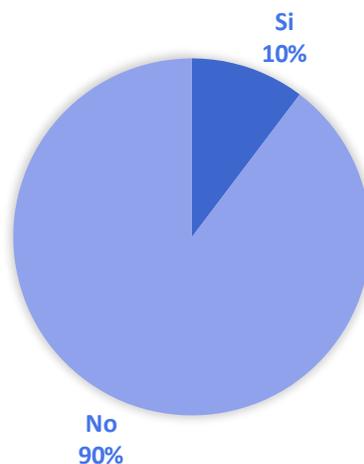
El carril que se encuentra en Hidalgo es demasiado angosto y los peatones y autos lo invaden, es más un paradero de taxis, autos y motocicletas y extensión de acera que un carril para bicicletas. Toda la ciclovía presenta encharcamientos lo que impide circular en ella y en la parte que rodea a la Alameda han comenzado a retirar los elementos para liberar el carril para el tránsito de automotores.

La señalética horizontal se encuentra desgastada y con los recientes trabajos de pintura de carriles de han sobrepuesto flechas y cruces peatonales donde antes había señalación para bicicletas. Por otro lado, la señalética vertical se encuentra cubierta por árboles y obstruida por grafiti, además de que no se hace respetar.

Otro punto importante señalado por los encuestados es la cultura vial que se vive en el centro de Toluca hacia el ciclista. Los peatones se cruzan sin fijarse y caminan por la ciclovía provocando accidentes. Las personas se muestran molestas cuando se transita en bicicleta y se les pide respetar el carril exclusivo. Asimismo, el automovilista no respeta la distancia entre la bicicleta (1.5m), avienta el carro y hace sonar el claxon cuando ve al ciclista para abrirse paso, atropellan a los usuarios y no respetan las zonas exclusivas. Abre la puerta del auto sin fijarse si alguna bicicleta se acerca. Los operadores del transporte público bajan o recogen al pasajero sin importarle si algún ciclista está por pasar.

Todas estas observaciones son el reflejo de experiencias vividas por personas que circulan en su bicicleta por la ciudad. Estas situaciones provocan inseguridad y desaniman a los ciudadanos a usar recorrer la ciudad en un vehículo no motorizado como transporte cotidiano.

*Gráfica 15. Condiciones de la zona de estudio para rodar en bicicleta.*



*Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios*

### i) Frecuencia en el uso de la bicicleta

En la mayoría de los casos, las personas utilizan la bicicleta de 2 a 5 veces por semana, siendo esto dentro de los días laborales, 5 días para la semana completa y puede disminuir hasta 2 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Seguido de estos, el 23% de los encuestados realizan sus viajes en bicicleta diariamente, 28% una vez por semana, siendo casi el total de estos los días domingo en el paseo dominical que es realizado por la Fundación Tláloc, donde se cierra totalmente el lado izquierdo del Paseo Cristóbal Colón para que las personas puedan caminar, rodar, correr, etc.

Gráfica 16. Frecuencia en la utilización de la bicicleta



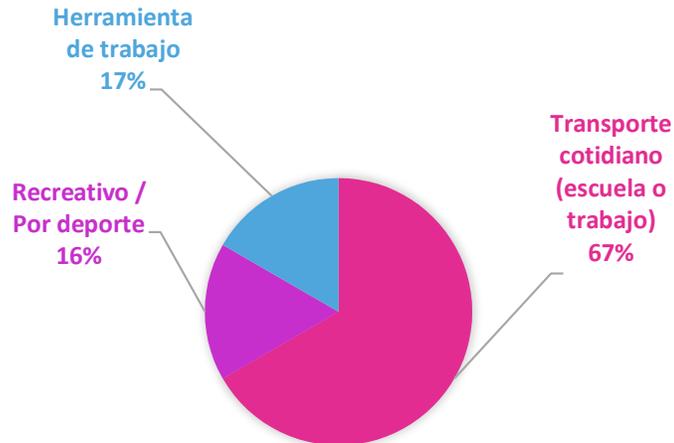
Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

Por otro lado, 10% de ellos solo utiliza la bicicleta 2 veces o menos por mes, señalando que es por falta de tiempo, de interés o de seguridad.

### j) Motivo para utilizar la bicicleta

Dentro de los motivos para utilizar la bicicleta se encuentran tres, el que fue mencionado más veces fue el de emplear la bicicleta como transporte cotidiano hacia la escuela o el trabajo siendo 67%, después, con 17%, está el uso de la bicicleta como herramienta de trabajo, lo que permite observar que este vehículo no solo es de transporte, sino que ayuda a la población a emplearse siendo repartidor de algún establecimiento o de alguna plataforma digital, repartiendo comida, medicinas, entre otros.

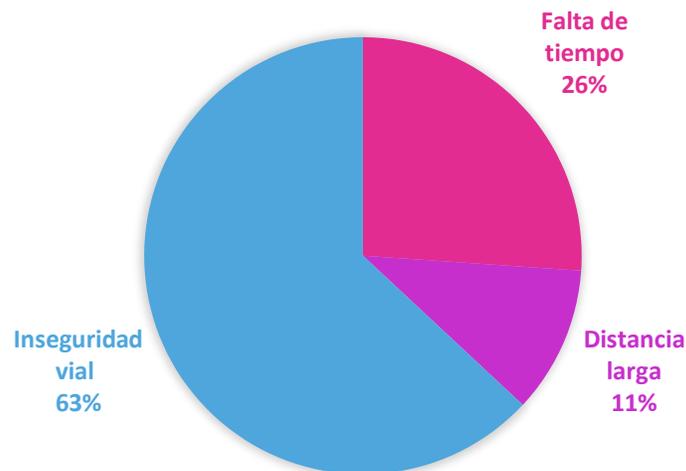
Gráfica 17. Motivos para utilizar la bicicleta.



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

En cuanto a las razones para no usar la bicicleta para los traslados cotidianos, el 63% confirma que es la inseguridad vial la que limita su uso, los automóviles y la inexistencia de respeto por los ciclistas limitan el número de usuarios de este vehículo. Por otro lado, la falta de tiempo es el segundo más mencionado. 26% del total de encuestados dice no tener el tiempo suficiente para considerar usar la bicicleta cotidianamente, ya sea por el horario de la escuela o el trabajo, o las actividades que desempeña antes o después de estos.

Gráfica 18. Impedimento para utilizar la bicicleta como transporte cotidiano.



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

### k) Distancias recorridas

Finalmente, el 11% considera que las distancias que recorre diariamente son demasiado largas como para recorrerlas en bicicleta, estos mismos dicen tomar hasta dos autobuses y un taxi colectivo para llegar a sus destinos, por eso no consideran que la bicicleta sea la solución óptima para su movilidad.

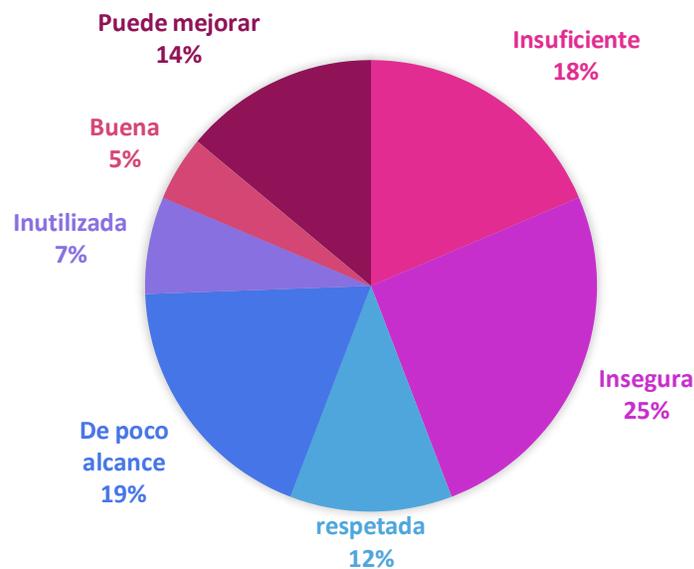
Siendo la señalética un elemento básico para la infraestructura ciclista, el 27% considera que no es suficiente con solo poner letreros y pintas en el pavimento que señalen que la bicicleta (así como el peatón) es prioridad en la vialidad, ya que es el caso de la zona de estudio en donde existe señalética colocada dentro de los parámetros adecuados y no se respeta, sobre todo por los automovilistas.

### l) Infraestructura ciclista

Se pidió al encuestado que describiera la infraestructura ciclista actual, teniendo como resultado que el 25% la describe como insegura, el 19% la describe como un elemento de la ciudad de poco alcance, 18% dice que es insuficiente, 7% la describe como abandonada. Después comienzan opiniones más positivas con el 14% que considera que puede mejorar y el 5% que es buena.

El 63% de la población considera que concientizar al automovilista es vital para que todos los esfuerzos por incentivar la bicimovilidad den frutos, el 37% no cree que esto sea suficiente y/o necesario.

Gráfica 19. Infraestructura ciclista



Fuente: elaboración propia con información recabada de la aplicación de cuestionarios

Como se ha observado a lo largo del capítulo IV, existen muchas variables que condicionan los traslados de los habitantes en las ciudades, desde el lugar de procedencia del visitante que llega a la zona de estudio, ya sean por escuela, trabajo, ocio o realizar algún trámite, el tiempo que le toma llegar aquí a través del uso de la bicicleta, hasta la gran reducción de costos que trae consigo el uso de este medio de transporte.

Uno pensaría que usar la bicicleta solo es conveniente en trayectos cortos, pero como se observó en las gráficas 3 y 4, algunos suelen venir desde lugares más alejados, realizando recorridos de más de 15 kilómetros. Aun así, existen personas que optan por otro tipo de transporte, ya que las ciclovías son inexistentes o no las respetan, además de la cultura vial a favor del automóvil que pone a la bicicleta en último lugar.

Como pudo observarse en el capítulo, los ciclistas que circulan por la zona de estudio son en su mayoría estudiantes y trabajadores que emplean la bicicleta en busca de reducir costos de traslado, algunos comentaron que el transporte público que se oferta en la zona es deficiente y con un costo demasiado elevado, también que no tienen acceso al automóvil privado y que prefieren evitar el congestionamiento vial con la bicicleta. Muchos señalaron que no existe “cultura vial” de respeto al ciclista. Entonces es posible hablar de una movilidad intermetropolitana que se genera a partir de motivos cotidianos.

La información obtenida en este capítulo es de primera mano y de suma relevancia para el estudio. Se ven aquí reflejados aciertos en cuanto a los esfuerzos por incluir a la bicicleta en las vialidades, tales son los elementos instalados en la zona de estudio, señalética dirigida al ciclista que, si bien en la mayoría de los casos esta se encuentra obstruida o en malas condiciones, cumple con los parámetros de diseño y es visible. Así mismo los semáforos y delimitadores de la ciclovía. De la misma manera, los demás elementos como los colores empleados, el ancho del carril y demás, los encuestados consideran, en su mayoría, que son adecuados. La observación principal que se les hace es que se encuentran en condiciones deficientes, hace falta volver a pintar, pavimentar y dar mantenimiento en general a la infraestructura para que continúe el uso de ésta.

Las limitaciones que presenta principalmente se refieren a la limitada cobertura que ésta tiene, a la desarticulación con otros elementos ciclistas en la ciudad, sí como el poco respeto por parte de los automotores por estos elementos, pues se muestra evidencia que usan el carril para estacionarse y no respetan los semáforos de bicicleta, así como la señalética en general. Por otro lado, los cicloestacionamientos no son seguros, las características que presentan no son adecuadas para dejar una bicicleta por un periodo largo o corto de tiempo, además de darles un mal uso.

Los obstáculos que prevalecen son la falta de mantenimiento a los elementos ciclistas en la ciudad, así como la cultura vial que pone en riesgo en todo momento no solo a los ciclistas, también a los peatones y demás transeúntes. Los actores principales que visibilizan esta movilidad en el municipio son los colectivos ciclistas que hacen notoria la cantidad de usuarios de bicicleta que existen, los que lo limitan son aquellos que siguen creyendo que el automóvil privado (y no compartido) es la solución a la movilidad urbana.

## Conclusiones y aportaciones

En el presente y último apartado de la tesis, se abordan las conclusiones de todo el estudio, verificando la comprobación de la hipótesis, observando si se resolvió el problema identificado en un principio, etcétera. Siendo esta la parte culminante de la investigación, se darán aportaciones.

En un principio, la problemática principal identificada es la priorización del automóvil en las vialidades, lo cual dificulta la implementación de medidas que se han tomado para traducir esto a la visibilización y, a su vez, a darle su lugar correspondiente a todos los actores que participan en las calles según la pirámide de movilidad, donde el peatón y el ciclista van antes que el transporte motorizado.

A través del análisis realizado, se pudo observar que la infraestructura instalada en la ciudad para uso exclusivo del ciclista brinda un lugar seguro para el tránsito de bicicletas, cumple (en su mayoría) con las medidas y lineamientos establecidos para hacer funcional una ciclovía y está instalada en una zona que atrae sobre todo estudiantes y trabajadores de la zona y que circular por ella.

Por otro lado, la ciclovía de Av. Miguel Hidalgo se encuentra en condiciones deficientes. La señalética tanto horizontal como vertical está desgastada y ya no es visible, los autos han roto los botones separadores del carril para poder estacionarse en él y en ciertos puntos, los barandales divisores de carril han sido removidos por vecinos de la zona porque ahí estacionan sus autos. Solo los semáforos para bicicleta siguen funcionando adecuadamente. Este año se realizaron acciones para pintar señalética horizontal en general en los carriles del primer cuadro de la ciudad y, en este repintado, no se consideraron las cajas para ciclistas, la señalética dirigida a estos ni la de los carriles exclusivos, dando por perdidos estos elementos fuera de ciclovía y retrocediendo en el avance por una vialidad más inclusiva.

El problema aún no se resuelve, pues deberá haber un cambio de pensamiento de todos los usuarios de las calles y una concientización sobre que las vialidades son para el uso de todos, respetando la vida de otras personas pues, pareciera que en momentos se olvidan de que el peatón o el ciclista no son humanos.

Dicho lo anterior, se puede comprobar, por las condiciones en las que se encuentra a ciclovía y en las que se encontraba la señalética horizontal por todas las vialidades de la zona, que se le destina muy poco (o nada) a la infraestructura dirigida al ciclista, no importando que cada día son más las personas que se suben a la bicicleta. La pandemia por COVID-19 ha traído consigo el impedimento de usar transporte público por la aglomeración de personas, y los gobiernos locales han implementado medidas para reducir el uso del automóvil privado, dejando a la bicicleta como el medio de transporte ideal para realizar traslados necesarios y muchas veces cotidianos, siendo un vehículo unipersonal, que permite mantener la distancia

y aleja al usuario de lugares concurridos y cerrados. Sin más puntos de contacto que el manubrio, el sillín y los pedales.

Después de los recorridos en campo, aplicación de encuestas y levantamiento fotográfico se concluye que la ciudad no ofrece las condiciones adecuadas para utilizar la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Esto no es un impedimento para que más personas se sumen a la comunidad ciclista. Comprobando así la hipótesis de la investigación.

Hablando más específicamente de los pasos realizados en la investigación, se cumplió con el análisis de la infraestructura existente para bicicletas y la necesaria para hacer ciclismo urbano cotidianamente, esto a través de la formulación del marco teórico-conceptual referente a la movilidad urbana, estructura vial y viendo a la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Posteriormente se estableció la metodología especializada a partir de la revisión de distintos instrumentos y manuales, esto permitió el análisis comparativo de la infraestructura anual a través del desarrollo de variables e indicadores.

Más adelante, se desarrolló el marco contextual de la situación actual de la infraestructura urbana en la zona centro de la ciudad de Toluca, buscando la problemática, las carencias y necesidades que ésta presenta. Finalmente se llega a este punto donde se realizarán propuestas de modificación en la infraestructura, ajustes, etcétera.

Durante la realización del trabajo se mostraron ciertos obstáculos como la falta de un censo de población ciclista en la entidad o en el municipio, las condiciones de pandemia que dificultaron el proceso de encuesta que poco a poco fueron siendo superados, el más grande que se encontró fue la falta de información local sobre los ciclistas de la zona, no existen aforos ni alguna cifra que los defina, tampoco su origen ni destino, horas pico, ni demás información; esto es otro reflejo del desinterés por el ciclista. Esta información se obtuvo a través de la aplicación de encuestas que, en un principio fueron en campo y finalmente por medio de internet ya que la pandemia que actualmente se vive no permitió realizar este procedimiento de manera presencial.

Al realizar trabajo de campo, se encontró con automovilistas estacionados sobre la ciclovía y se trató de hablar con ellos, preguntar el por qué invaden el carril cuando claramente está delimitado para uso exclusivo, las respuestas que se recibieron fueron agresivas, en algunos casos usaron el auto como amenaza. En otros el conductor no se había dado cuenta que estaba invadiendo ni del impacto que su carro estacionado provoca, lo que deja ver dos situaciones:

La primera es que existen automovilistas que no se muestran interesados en convivir con el ciclista en la vialidad, tienen la idea de que la calle es exclusiva para los autos y se puede disponer de todo el espacio disponible, desde ciclovía hasta aceras y cruces de cebra para hacer alto o estacionar el coche, sin importar que el afectado esté presente en ese momento

o en el daño que podrían causar (o que causan). Por lo que se sugiere trabajar en temas relacionados con cultura de la movilidad dirigidos a la sociedad usuaria y en general.

La segunda es que también existe población que no tiene este tipo de conductas de manera presencial, no es consciente de los efectos que sus acciones puedan causar y esto se debe a la ignorancia sobre varios aspectos, llámense reglamento de tránsito, la experiencia de haber andado en bicicleta por la ciudad, ser peatón en ese cruce o desconocimiento de lugares permitidos de aparcamiento. Es en estas personas en las que la concientización podría tener un mejor y más rápido efecto.

Por otro lado, el reglamento de tránsito es muy escaso a la hora de describir las obligaciones del ciclista en la vialidad, así como la interacción que se tiene entre transeúntes para evitar situaciones de conflicto. Sería conveniente ampliar las reglas que involucran al ciclista y al uso de las bicicletas en las calles, para tener más claro lo que se puede y no y así tener una mejor convivencia vial.

Las aportaciones que tiene esta investigación son varias, principalmente la comprobación de la hipótesis, en donde se evidencia la carencia de infraestructura dirigida al ciclista y el poco presupuesto por parte de SEDATU que se le destina a la movilidad sustentable, el mismo que administración tras administración se va reduciendo en la ciudad de Toluca. Para realizar esta confirmación se llevaron a cabo varias acciones que también tienen aportación en el estudio.

Se elaboró el marco teórico conceptual donde, gracias a distintos autores, se pudo llegar a la definición de movilidad como *“El acto de desplazarse de un lugar a otro usando algún modo de transporte mediante el uso del sistema vial que ofrece la ciudad e infraestructura, se conforma por peatones y un sistema de transporte. A través de esta se mejora la calidad de vida e implica el disfrute del espacio urbano.”* Así mismo, se diseñó un esquema metodológico donde se muestra gráficamente el seguimiento que se le da al objeto de estudio (figura 3).

Otra de las aportaciones importantes de la investigación ha sido el desarrollo de la metodología especializada para abordar el objeto de estudio. Mediante la revisión de distintos manuales y guías para la elaboración de ciclocarriles funcionales se obtuvieron indicadores y variables para el análisis de la infraestructura existente, gracias a esta metodología se pudieron observar los elementos instalados en la zona centro de Toluca, comparándolos con el “deber ser” y determinar si son adecuados o no.

Posteriormente se diseñaron los instrumentos para el levantamiento de información en campo. Fichas de observación con los parámetros a considerar. Así mismo se realizó un conteo de señalética y mobiliario ciclista, brindando así cifras para conocer lo existente, su ubicación se presenta en un plano (figuras 7, 8, 9, 10). También se hizo el levantamiento

fotográfico respecto, en el cual se evidencia la condición actual de los elementos del objeto de estudio.

En el capítulo III se realizó una caracterización de la zona de estudio y es aquí donde se encuentran plasmados los resultados del levantamiento en campo, describiendo cada una de las variables y justificándolas con evidencia fotográfica y cartográfica, atendiendo cada uno de los puntos considerados dentro de la metodología. De igual forma, en el capítulo IV realizó un cuestionario diseñado a partir de las carencias de información que se encontraron. Las preguntas fueron dirigidas exclusivamente a ciclistas como actores centrales de la temática estudiada.

Además de llenar los vacíos de información, el interés por aplicar el cuestionario fue conocer la percepción de los usuarios, sabes las carencias y necesidades que presenta la ciclovía y que solo los usuarios de ella pueden saber, ya que ellos son los principales afectados. Se obtuvieron resultados interesantes, pues ahora se tiene más información de los ciclistas urbanos, como el origen y ocupación que es útil para adaptar nuevas rutas de la ciclovía que sea benéficas. Los tiempos de traslados y lo que les motiva a realizar sus traslados en bicicleta, esto también permite localizar zonas de concurrencia ciclista.

Al finalizar el estudio se concluye que el problema principal que ocasiona la desmotivación de la población por usar bicicleta es el tema de la seguridad. A cualquier persona que se le pregunte el por qué no se sube a la bicicleta su respuesta será que se siente en riesgo constante por las conductas de los automovilistas y operadores de autobuses. Si bien es cierto que es una práctica de riesgo, se puede realizar sin mayor problema si el ciclista está informado acerca de sus derechos y obligaciones como usuario de la vialidad, así como de la jerarquía de prioridad entre transeúntes. También si se circula con todas las precauciones necesarias, llámense casco, luces, reflejantes y utilizando las señales para indicar vueltas o altos.

Por otro lado, si el operador de cualquier vehículo motorizado tiene también conocimiento de sus derechos y deberes en la vialidad y de la jerarquía y lo ejerce, no habría necesidad de instalar infraestructura que segregue a los motorizados de los no motorizados, pues las conductas de riesgo no existirían, así mismo con los peatones, tampoco las aceras serían necesarias. Siendo esto una utopía, la necesidad de elementos que le den a cada quien su lugar en la vialidad es real y urgente ya que, cada vez más personas se deciden a bajarse del automóvil, se requiere de mayor espacio para bicicletas y peatones.

El realizar los traslados cotidianos en bicicleta no es una tarea imposible, basta de un poco de conocimiento y ganas de querer hacerlo. Existen grupos de personas que comparten la experiencia propia y que se ofrecen a acompañar a todo aquel que quiera iniciarse en esta actividad, ya sea por deporte, recreación o por necesidad.

Con base en lo anterior, se recomienda lo siguiente:

- 🚲 Continuar con el esfuerzo de ofrecer un espacio dentro de la vialidad a los ciclistas.
- 🚲 Aumentar el número de carriles confinados.
- 🚲 Orientar el diseño de la vialidad al de la figura 10.
- 🚲 Hacer más ancho el carril confinado en vialidades primarias.
- 🚲 Respecto a la jerarquía de vialidades, darle prioridad a una ciclobanda más equipada en vialidades anchas.
- 🚲 Hacer más visible la señalética vertical, esto mediante la remoción de elementos que la bloqueen.
- 🚲 Repintar la señalética horizontal con colores llamativos y pintura resistente a la circulación de automotores.
- 🚲 Darle mantenimiento a la ciclobanda en cuando a pavimentación, reposición de botones delimitadores y pintura.
- 🚲 Instaurar luminarias en las vialidades que, además de favorecer al ciclista, se ve beneficiado el resto de los transeúntes.
- 🚲 Instalar estacionamientos seguros para bicicletas, cumpliendo con los parámetros de diseño.
- 🚲 Instalar canaletas en los puentes peatonales y en zonas de escaleras para que el ciclista pueda subir por ellas sin necesidad de cargar la bicicleta.
- 🚲 Articular los elementos ya existentes entre sí.
- 🚲 Revisar y cambiar las coladeras que representen un riesgo para el ciclista.
- 🚲 Mantener la vialidad limpia para que no existan elementos que provoquen pinchaduras o caídas.
- 🚲 Fomentar el uso de la bicicleta por los beneficios que trae, sobre todo en tiempos de pandemia.
- 🚲 Difundir información acerca del uso adecuado de la bicicleta y de los elementos instalados en las vialidades para su uso.

## Bibliografía

- Asprilla Lara, Y. (2018). *Insostenible el modelo de movilidad en el ZMG*. Guadalajara, Jalisco.: Universidad de Guadalajara.
- Avellaneda, P. (2007). *Movilidad, pobreza y exclusión social. Estudio de caso de la Ciudad de Lima*. Departamento de Geografía: Universidad Autónoma de Barcelona.
- BACC. (2011). *Estudio sobre las estrategias de promoción de la bicicleta como medio de transporte en las ciudades Españolas*. España: Bicicleta Club de Catalunya.
- Bravo, P. (2017). ¿Por qué vamos en bici? *Debate*.
- C.V., S. I. (2016). *Plan Director de Movilidad no Motorizada*. Toluca: GIZ.
- Campos, F. (2019). ¿Realmente la bicicleta es una solución a la movilidad de la CDMX? *Plumas Atómicas*, <https://plumasatomicas.com/opinion/realmente-la-bicicleta-es-una-solucion-a-la-movilidad-de-la-cdmx/>.
- CRDIS. (2002). Community Research and Development Information Service.
- CREATING. (2004). *Creando una reacción en cadena*.
- CROW. (2011). *Manual de diseño para el tráfico de bicicletas*. Holanda.
- Cuevas, J. (2018). *Plan de movilidad peatonal: reordenamiento de la zona centro de la ciudad de Toluca*. Toluca de Lerdo: Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dávila, J. (2012). *Movilidad urbana y pobreza. Aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia*. Medellín, Colombia: Development Planning Unit, ULC, Universidad Nacional de Colombia.
- Dive, S. C. (2014). *Cycling Infrastructure advantages*. Georgia, Atlanta: SCD.
- Española, R. A. (2001). *Diccionario*.
- Galavíz, B. (28 de enero, 2013). *¿Por qué invertir en infraestructura para bicicletas?* Aguascalientes, México.: Aguas con la Bici.
- García Ordaz, R. A. (2018). *Lineamientos para el desarrollo de una Plan de Movilidad Urbana no Motorizada: Caso de la Zona Centro de la Ciudad de Toluca*. Toluca: Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- García, R. (2018). *Lineamientos para el desarrollo de un Plan de Movilidad Urbana no motorizada: Caso de la zona centro de la ciudad de Toluca*. Toluca de Lerdo: Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- García, X. (18 de Noviembre de 2017). Sistema de Bicicleta Huizi de Toluca, está endeudado y sin usuarios. pág. 22.
- Gehl, J. (1987). *Life Between Buildings*. New York: Van Nostrand Reinhold.

- González, J. (2018). La bicicleta y la CDMX: la guía que todo ciclista debe conocer. *AS México*, [https://mexico.as.com/mexico/2018/04/19/masdeporte/1524113274\\_196232.html](https://mexico.as.com/mexico/2018/04/19/masdeporte/1524113274_196232.html).
- Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora Urbano Territorial vol. 21*, 61-74.
- Gutiérrez, I. A. (Consultado en febrero de 2019). *Movilidad urbana no motorizada como medio de acceso a unidades económicas urbanas*. Municipio de Texcoco, Estado de México: Más allá de los límites - apuntes para una movilidad inclusiva.
- Huerta, G. (2015). *Necesidades de Movilidad Urbana Derivadas del Desarrollo Habitacional y la Fragmentación Urbana en el Municipio de Metepec, Estado de México*. Toluca de Lerdo: Universidad Autónoma del Estado de México.
- INAFED. (2019). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Toluca: H. Ayuntamiento de Toluca de Lerdo.
- INEGI. (19 de febrero, 2018). *Encuesta Origen - Destino en hogares*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía .
- ITDP. (2011). *Ciclociudades*. Distrito Federal, México: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México.
- Jiménez, P. (2012). *Análisis de movilidad urbana a partir de la fragmentación y segregación territorial en la Zona Metropolitana de Toluca*. Toluca, México: Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Jirón, P., & Mansilla, P. (2013). Atravesando la espesura de la ciudad: vida cotidiana y barreras de accesibilidad de los habitantes de la periferia de Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* , 56: 53-74.
- La Paix, L. C., & Lopez L., M. E. (2008). *Propuesta de metodología recomendada para la evaluación de los planes de movilidad urbana sostenible*. España: TRANSyT-UPM.
- León, P., & Medina, M. Á. (25 de junio de 2018). La bici transforma la ciudades (y el cambio es imparable). *El país*.
- López, P. J. (Septiembre, 2015). *Plan de Ecozona Centro de Toluca*. Toluca: Giz y Proyecto Tierra S.C.
- Mataix, C. (2010). *Movilidad urbana sostenible: un reto energético y ambiental*. Madrid, España.
- Maytonce, V. (2018). *Informe Huizi*. Toluca: Organización Transita Seguro.
- Metropolis. (2008). *Informe de comisiones de trabajo*. Berlín, Alemania: [www.metropolis.org](http://www.metropolis.org).
- MINVU. (1992). *D.S. N° 27, 1992 - Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Chile: Actualizada al 22 de febrero de 2018.
- Montezuma, R. (2003). *Transformación urbana y movilidad. Contribución al debate en América Latena*. Quito, Perú: CNUAH (Habitat).

- Motorizada, P. d. (2013). *Manual de Lineamientos y Estándares Para Vías Peatonales y Ciclovías*. Guadalajara, Jalisco: Gobierno de Jalisco.
- Mulvaney, CA; Smith, S.; Watson, MC.; Parkin, J.; Coupland, C.; Miller, P.; Kendrick, D. McClintock, H. (2015). Infraestructura Para el ciclismo (cambios en el entorno vial) para la reducción de las lesiones del ciclismo en los ciclistas. *Cochrane*, <https://www.cochrane.org/es/CD010415/infraestructura-para-el-ciclismo-cambios-en-el-entorno-vial-para-la-reduccion-de-las-lesiones-del>.
- Neumann, E. X. (2011). Transporte urbano no motorizado: el potencial de la bicicleta en la ciudad de Temuco. *Revista INVI*, 153-184.
- Nikos, A. S. (2005). *Principles of urban structure*. Design Science Planning: Traducción: Nuria F. Hernández Amador.
- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003*. (2005). México: Diario Oficial de la Federación.
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Agenda 2030.
- Oseas, T., & Mercado, E. (2015). *Manual de investigación Urbana*. México: Trillas.
- Pacheco, R. (2013). *Apuntes de Ingeniería de Tránsito II*. México: Tránsito II.
- PDUS. (2017). *Guía de diseño para los corredores urbanos*. Ciudad Juárez: Plan de Desarrollo Sostenible.
- Pixel, M. (19 de Mayo de 2018). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com.mx/otros-1/huizi-el-sistema-de-rentas-de-bicicletas-regresa-a-toluca-ayuntamiento-paga-la-deuda-pendiente-desde-el-2016>
- Quintero, M. L., Loredo, S. P., & Rodríguez, E. B. (2014). *Aplicaciones de la transdisciplina en los Sistemas de Información, Salud, Transporte y Comercio*. Ciudad Nezahualcóyotl: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rinaldi, F. J. (2014). Bicicletas y equidad vial. Hacia nuevas formas de entender el tránsito. *Transporte y Territorio*, 135-139.
- Ríos, L., & Ríos, J. (2 de Marzo de 2018). Sin avanzar sistema de ciclovías. *el Herald de México*, pág. <https://hrl.do/2F7rZeG>.
- Secunza Schott, C. P. (27/08/2015). Cinco claves para entender la Movilidad No Motorizada. *IMPLAN, IMPLAN*.
- SEMOVI. (2019). *Nuevo Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México*. Ciudad de México: Administración Pública de la Ciudad de México.
- Toluca, H. A. (2014). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano*. Toluca, Estado de México.
- Transportes, S. d. (2011). *Norma Oficial Mexicana NOM-SCT2-2011, señalamiento horizontal y vertical y vialidades urbanas*. México.
- Universia. (2013). Estrés por el tráfico: mal de las ciudades. *Universia Perú*.

Velásquez M., C. V. (2015). *Espacio público y movilidad urbana*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.

Anexo teórico

Cuadro 1. Conceptos de movilidad, movilidad urbana e infraestructura vial

Variable	Autores	Concepto	Variables	Características	Tipos	Características
Movilidad	Gutiérrez, A. (2012:71) ¿Qué es movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 21, núm. 2, julio-diciembre, 2012, pp. 61-74. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.	Es una práctica social de desplazamiento entre lugares con el fin de concretar actividades cotidianas. Involucra el desplazamiento de las personas y sus bienes, y conjuga deseos y/o necesidades de viaje (o requerimientos de movilidad) y capacidades objetivas y subjetivas de satisfacerlos, de cuya interacción resultan las condiciones de acceso de grupos sociales a la vida cotidiana.	Cantidad de viajes	Si es mucha o poca	Movilidad insatisfecha	Viajes realizados sin conseguir satisfacer la necesidad que los motiva (por ejemplo, recibir atención médica)
			Área de cobertura de los viajes	Si es amplia o restringida	Movilidad insatisfactoria	Viajes realizados en condiciones desfavorables
			Esfuerzo de viaje	Difícil o fácil	Movilidad insuficiente	Viajes no realizados, suspendidos, postergados o realizados en menor cantidad a la necesaria
			Amenazas de realización del viaje	Si es más o menos vulnerable	Movilidad asociada	Viajes realizados para cumplir fines subordinados al principal (por ejemplo, viajes por trámites para acceder a prestaciones, turnos, etc.)
			Satisfacción de deseos o necesidades de viaje	Si está más o menos satisfecha		
Kauffman, 2002	La movilidad es la capacidad de los individuos de trasladarse de un lugar a otro, en busca y satisfacer sus necesidades, mediante el proceso de desplazamiento físico que repercute en las actividades diarias el cual se encuentra constituido por tres elementos fundamentales que lo configuran.			Movilidad urbana	Se entiende como el desplazamiento de personas dentro de una ciudad para integrar las diferentes funciones urbanas y ofrecer acceso al trabajo, la educación, los servicios, la salud, la recreación y el abastecimiento de víveres a través de cualquier medio de transporte	

Cuadro 1. Conceptos de movilidad, movilidad urbana e infraestructura vial

Variable	Autores	Concepto	Variables	Características	Tipos	Características
Movilidad Urbana	Dávila (2012:9) Dávila, J. (2012). Movilidad urbana y pobreza. Aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia. Development Planning Unit, ULC, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.	La movilidad como el acto de desplazarse de un lugar a otro usando algún modo de transporte, así como al significado social y cultural de ese desplazamiento. También menciona que, para un habitante urbano, la capacidad de desplazarse cotidiana u ocasionalmente está condicionada por factores tales como la facilidad de acceso físico a un modo de transporte, la frecuencia de ese modo de transporte y el costo económico del desplazamiento, representado en las tarifas del transporte público o en el costo de oportunidad del tiempo de desplazamiento	Accesibilidad	La posibilidad de aprovechar las diversas opciones de transporte y comunicación que ofrece un territorio particular, y las condiciones de tal acceso (costo, logística y otras restricciones)	Motilidad	La capacidad de las entidades de ser móviles en el espacio socio-geográfico, o la manera en que dichas entidades tienen acceso y se apropian de la capacidad de movilidad socioespacial de acuerdo con sus propias circunstancias (Kaufmann et al., 2004:76 citado en Dávila 2012)
			Competencias	O los conocimientos y las destrezas necesarias para acceder y apropiarse de estas opciones de transportación y comunicación	No movilidad	O movilidad restringida refleja las desigualdades que se viven las ciudades debido a las diversas dinámicas que afectan los centros urbanos en la actualidad (Jirón, 2012:25)
			Apropiación	O cómo los agentes (individuos, grupos, redes e instituciones) interpretan y actúan frente a tales opciones y las competencias requeridas; incorpora las necesidades, motivos, planes, valores y aspiraciones de los agentes	Movilidades diferenciadas	Las experiencias de viaje son muy distintas dependiendo de quién las vive (adolescentes, madre con niños pequeños, adultos mayores, embarazadas, adultos con carga, etc.)
			Costo de oportunidad del tiempo	Costo monetario y temporal del traslado		

(Velásquez M., 2015)	Movilidad urbana en función del espacio público se encuentra asentada dentro del campo de análisis de los sistemas de transporte, tiene sus principios en los debates sobre la ciudad sobre la base de planificación y ordenación urbanística. Se desarrolla en el sistema viario que ofrece la ciudad, está conformada por peatones y un sistema de transporte. Debe ser accesible para todos los usuarios. Es una forma de mejorar la calidad de vida e implica el disfrute del espacio urbano por todos los ciudadanos (el acceso a los servicios). El mayor desafío de esta es incrementar el transporte público y reducir el uso del automóvil	Seguridad	Que proporcionen la seguridad y disminuyan los factores generadores de accidentes	Movilidad cotidiana	En función del sistema viario y un sistema de transporte integrado y flexible.
		Condiciones medioambientales	que actúen directamente en la mejora de las condiciones ambientales (reduciendo contaminación y uso de energía)	Movilidad urbana sostenible	Un uso equilibrado de los medios de transporte y una menor dependencia de vehículo privado. Su función es: a) Favorecer u modelo de transporte y una movilidad más equilibrada y respetuosa con el medio ambiente b) Fomentar el uso del transporte público y otros modos de transporte que no requieran el uso del vehículo privado: a pie o en bicicleta
		Económico	que favorezcan el desenvolvimiento económico (costos reducidos)		
		Articulación social	Que promueva la articulación entre los diferentes segmentos sociales minimizando la formación de guetos		
		Población beneficiada	Debe considerar la densidad poblacional que se verá beneficiada.		

			infraestructura	dos categorías de infraestructura: ofertas de vías e intersecciones con semáforos, prioridad para el transporte colectivo y prioridad para peatones y ciclistas.		
--	--	--	-----------------	--	--	--

*Cuadro 1. Conceptos de movilidad, movilidad urbana e infraestructura vial*

Variable	Autores	Concepto	Variables	Características	Tipos	Características
Infraestructura vial	(Montezuma, 2003)	Las infraestructuras de transporte urbano son las bases del funcionamiento de la movilidad de los asentamientos humanos y por lo tanto las características formales de estos dependen, en cierta medida, del tipo de transporte urbano utilizado	Tipos de transporte	En función de las posibilidades del usuario y de las condiciones de la infraestructura que ofrezca		

*Fuente: elaboración propia con información retomada de la bibliografía consultada*

Cuadro 2. Estado del Arte

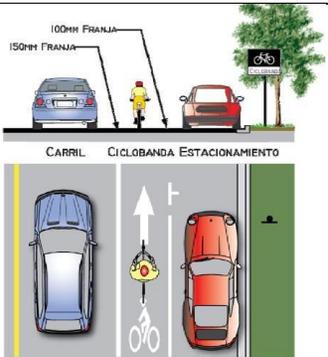
Autor	Espacialidad	objetivo	variables	Hipótesis	Instrumentos/métodos	Resultados
Ecologistas en acción (organización) 2007	Madrid, España	Analizar las ventajas e inconvenientes de los diferentes medios de transporte urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de medios de transporte</li> <li>Papel social en los medios de transporte</li> <li>Estado del sistema de transporte</li> </ul>	Cuál es el contexto óptimo de la implantación y utilización de medios de transporte urbano desde una visión de interés colectivo y bajo impacto ambiental	Mejorar el conocimiento de distintos medios de transporte mediante un análisis comparativo	Ventajas y desventajas de los diferentes medios de transporte Propuesta de medio de transporte masivo más adecuado para el caso de estudio
(Huerta, 2015)	Municipio de Metepec, Estado de México	Analizar el fenómeno de fragmentación urbana derivado del desarrollo habitacional mediante la figura jurídica del conjunto urbano en el municipio de Metepec, a efecto de identificar las necesidades de movilidad urbana de la población, considerando la infraestructura vial y el servicio de transporte público de pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidades de movilidad urbana</li> <li>Fenómeno de fragmentación urbana</li> <li>Desarrollo habitacional</li> <li>Papel de la figura jurídica del conjunto urbano</li> </ul>	Demostrar las tendencias negativas de la fragmentación urbana a fin de entender la problemática que deriva la participación del sector privado a través de la promoción inmobiliaria mediante la figura jurídica del conjunto urbano y las necesidades de movilidad urbana que de ella derivan	Investigación integral. Deductivo con visión sistémica, considerando el método mixto de investigación incorporando métodos cualitativos y cuantitativos de investigación. <ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de información (bibliografía y campo)</li> </ul>	El desarrollo inmobiliario a través de la figura jurídica del conjunto urbano habitacional agrava la movilidad de la población en virtud de no contar con un sistema de transporte público que conecte eficientemente la función residencial de la ciudad, lo que detona el aumento de distancias, tiempo y costo de desplazamiento.
A (Gutiérrez I. A., Consultado en febrero de 2019)	Municipio de Texcoco, Estado de México	Plantear la necesidad de implementar políticas y proyectos que favorezcan la	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujos de ciclistas</li> <li>Densidad de población</li> </ul>	Fomentar la movilidad urbana no motorizada a través del planteamiento de la necesidad de	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis del contexto urbano del caso de estudio y de los instrumentos que impulsan el establecimiento de la</li> </ul>	Se obtuvieron los factores aplicables al caso el estudio: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema zonificado</li> <li>Accesibilidad a las unidades económicas urbanas</li> </ul>

Autor	Espacialidad	objetivo	variables	Hipótesis	Instrumentos/métodos	Resultados
		movilidad urbana no motorizada		implementar políticas y proyectos	movilidad urbana no motorizada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de campo:</li> <li>• Medición de aforos ciclistas</li> <li>• Zonificación de la zona de estudio para la aplicación de estrategias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilidad eficiente</li> <li>• Movilidad segura</li> </ul>
(García Ordaz, 2018)	Toluca de lerdo, Estado de México	Describir los lineamientos y estándares de diseño urbano necesarios para el desarrollo de un Plan de Movilidad Urbana No Motorizada, que pueda ser aplicado al caso de la Zona Centro de la Ciudad de Toluca, Estado de México.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sociales</li> <li>• Económicos</li> <li>• Ambientales</li> </ul>	El desarrollo de lineamientos para el desarrollo de un Plan de Movilidad Urbana no Motorizada permitirá la mejora de las condiciones y necesidades de movilidad de la población que reside y/o transita por la zona de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de instrumentos existentes aplicados a la problemática</li> </ul>	

*Fuente: Elaboración propia con información de la bibliografía revisada*

## Anexo metodológico

Cuadro 3. Variable ciclobanda sin estacionamiento sobre la calle

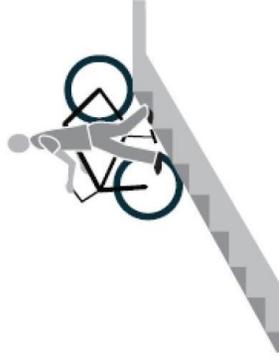
Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
Ciclobanda sin estacionamiento sobre la calle	Porción de la vialidad que ha sido designada por medio de delineaciones, señalización y otras marcaciones horizontales que indican la preferencia y el uso exclusivo de los ciclistas. Estas brindan a los ciclistas su propio espacio sobre la vialidad y les permite circular a la velocidad deseable sin la interferencia de las condiciones actuales de tráfico.	Diseño / ancho	Método	Medida	Los 2.50m como máximo es para que los automotores no circulen por la ciclobanda	Ciclobandas apropiadas para que la convivencia en las vialidades sea adecuada, haya un espacio para todos los vehículos y se eviten, en la medida de lo posible, accidentes.	
			Sin estacionamiento a un costado:	Más de 1,500 ciclistas/día 2.25m Menos de 1,500 ciclistas/día 1.5m			
			Con estacionamiento a un costado:	Más de 1,500 ciclistas/día 2.50m Menos de 1,500 ciclistas/día 1.5m			
		Demarcado	Medición en campo	15 – 20 cm hasta 30 – 40cm	La dimensión de las líneas que separan los carriles vehiculares de las ciclobandas. Puede ser más enfatizado en algunos trayectos.		
		Delimitación	Medición en campo	60cm de separación entre los descensos de coches y autobuses	Se recomienda un delineado discontinuo de color blanco cuando: Exista un área de incorporación vehicular o se demarca áreas conflictivas en intersecciones.		

Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
		Señalamiento	Medición y Conteo en campo	en intervalos de cada 50 a 100m	Al inicio de la ciclobanda. Al aproximarse a las intersecciones y al extremo de todos los cruces de intersecciones. En los principales cambios de dirección.		
		Marcaciones horizontales	Medición en campo	Intervalos que no excedan los 50cm	Que sean visibles. Al inicio de la ciclobanda. Al aproximarse a las intersecciones y al extremo de todos los cruces de intersecciones. En los principales cambios de dirección.		

Cuadro 4. Variable color

Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
Color	El color en la infraestructura ciclista se utilizará principalmente en los puntos donde se requiere incrementar la visibilidad de los ciclistas para garantizar su seguridad. Estos puntos son principalmente las intersecciones para lo cual se utiliza la “caja bici” y las marcas sobre el pavimento para indicar la continuidad del trayecto en el cruce.	Verde	Método Observación en campo y descripción de las condiciones	Medida Condiciones en las que se encuentra la pintura, así como las medidas	En el contexto de las ciudades mexicanas el color a implementar será el verde. El color verde contrasta con los colores de los pavimentos y otras señales horizontales y se diferencia del azul que se utiliza para marcas de discapacitados. Los otros dos colores son utilizados en distintos países, por ejemplo: el azul es utilizado en ciudades de EE.UU. y el rojo en algunas europeas.	Hacer visibles los espacios de la bicicleta en las vialidades y que la distribución en los carriles sea respetada.	 <p data-bbox="1486 824 1831 899"><b>Imag. 5.02 Color verde utilizado para la señalización horizontal ciclista</b> Fuente: Alta Planning, 2010</p>
		Azul					
		Rojo					
		Blanco* (solo aplica para la demarcación de la ciclovía)					

Cuadro 5. Variable Elementos de apoyo al ciclista

Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
			Método	Medida			
Canaleta en escaleras	Cuando no se tiene espacio para construir rampas, las canaletas facilitan que el ciclista empuje su bicicleta mientras sube o baja la escalera	-	Método	Medida	para asegurar que los pedales no rocen con los muros. Se implementa en caso de no haber rampas o no exista espacio para construirlas	Se espera una mejor accesibilidad a los ciclistas a los distintos lugares.	 <p>Imag. 5.03 Canaleta en escalera para subir o bajar bicicletas Fuente: Alta Planning, 2010</p>  <p>Fig. 5.03 Canaleta en escalera para subir o bajar bicicletas Fuente: Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara, 2008</p>
			Medición en campo	La distancia entre canaleta y las pared o barandales debe ser de 20 cm mínimo			

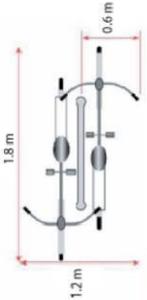
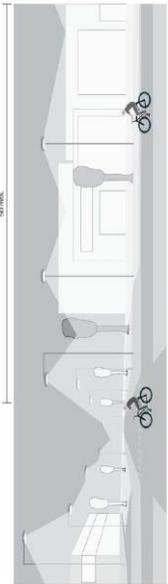
Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración		
			Método	Medida					
Estacionamientos	Mobiliario urbano instalado en el espacio público que permite al ciclista encadenar su bicicleta	De corto plazo	Medición de tiempo	Estancia máxima de 2 horas	Se encuentra en función de la actividad a realizar por ciclista o bien, por los servicios que oferte el o los establecimientos cercanos al estacionamiento. Los racks deben estar aprobados.	Acomodar a los visitantes, clientes, mensajeros, estudiantes, residentes, etc., que utilizan la bicicleta como medio de transporte. Brindar un sitio seguro, que tenga buena protección de la intemperie y buena ubicación.			
		De largo plazo		Estancia mínima de 2 horas					
		Racks	Medición de dimensiones	<p>Altura mínima: 0.85m</p> <p>Cantidad: dos o más racks a cada lado de la cuadra</p> <p>Ubicación: Menos de 15cm de la entrada (dentro de los edificios).</p> <p>Capacidad: Lotes que no excedan 16 espacios cada uno.</p>					<p>Debe colocarse señalética de la ubicación del estacionamiento.</p> <p>Debe estar iluminada el área del estacionamiento.</p> <p>Las expansiones largas de los estacionamientos ciclistas facilitan que los ladrones no sean detectados.</p> <p>No deben invadir el espacio del peatón.</p>

Fig. 5.30 Racks para estacionamiento ciclista de estacionamiento corto  
Fuente: ALTA Planning, 2009

Imag. 5.30 Estacionamiento ciclista sobre el arroyo vehicular  
Fuente: ALTA Planning, 2009

Cuadro 6. Variable iluminación

Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
Iluminación	Garantiza la comodidad de los usuarios en la vía ciclista y la seguridad de todos los que conviven en el espacio urbano. El sistema de alumbrado deberá ser adecuado para ver y ser visto, ya que se necesita visibilidad para distinguir los obstáculos con antelación.	Luminaria en ciclovia	Método Medición / trabajo de campo	Medida Puntos situados a 4 o 5m de altura y separación de 20 a 40m entre cada uno	Dependerá de la ubicación de la ciclovia	Un camino iluminado donde todos los actores puedan ser visibles, tanto conductores como peatones, y puedan ver los obstáculos que pudiesen presentarse	 <p data-bbox="1785 581 1816 1003">Fig. 5.02 Propuesta de iluminación en trayecto ciclista Fuente: Manual de Imagen Urbana, Ayuntamiento de Guadalajara, 2008.</p>
		Luminaria en zonas arboladas	Medición / trabajo de campo	Puntos situados cada 30 m y en los espacios abiertos cada 40 m	-		
		Luminaria en cruce	Medición / trabajo de campo	Alrededor de 50m en la aproximación al cruce	Los conductores de vehículos automotores deben ver al ciclista no sólo cuando entra la intersección, sino metros antes.		

Cuadro 7. Variable materiales de pavimentación

Variable	Descripción	Tipo	Medición		Observaciones	Resultado esperado	Ilustración
Materiales de pavimento	Se requiere de vías sin baches, protuberancias o discontinuidades que puedan afectar a estabilidad de la bicicleta; la adherencia también es clave en el equilibrio ciclista, sobre todo en las trayectorias curvas y para la distancia del frenado. El riesgo de no cumplir con los requisitos básicos incidirá en el uso de la vía	Asfalto	Método	Medida	Al observar la complementariedad y la convivencia entre árboles y ciclistas, además de presentar características favorables para la bicicleta y para otros medios de transporte como es la regularidad, la rigidez y el antideslizante, se concluye que el pavimento de hormigón es el más adecuado para implementar	Que las vialidades y la infraestructura en general se conserve en óptimas condiciones, a través de la implementación del asfalto más adecuado	
		Hormigón	Observación en campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Rigidez</li> <li>· Regularidad</li> <li>· Drenaje</li> <li>· Antideslizante</li> <li>· Costos de ejecución y mantenimiento</li> </ul>			
		Balosas y adoquines					



Encuesta

Dirigido a la población visitante del Centro histórico de Toluca

Tesis: Reconfiguración de la estructura vial para la mejora de la movilidad urbana mediante el uso de la bicicleta

Objetivo: Conocer la percepción social que visita el centro de Toluca de la infraestructura ciclista.

No de cuestionario \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Instrucciones: Conteste brevemente lo que se le pregunta o marque con una X su respuesta, según lo requiera. Considere la opción de otro en respuesta de algunas preguntas.

1. Ocupación:

Estudiante  Empleado  Ama de casa  Otro: \_\_\_\_\_

1. ¿De dónde viene? \_\_\_\_\_

2. Motivo para visitar el centro de Toluca \_\_\_\_\_

3. ¿Cuánto tiempo tarda? \_\_\_\_\_

4. ¿Cuánto gasta? \_\_\_\_\_

5. ¿Dónde parquea su bicicleta? \_\_\_\_\_

6. ¿La ciudad presenta las condiciones para circular? si  no

¿Por qué? \_\_\_\_\_

7. ¿Qué piensa de la señalización? \_\_\_\_\_

8. ¿Qué piensa de los semáforos? \_\_\_\_\_

9. ¿Qué piensa del ancho del carril para bicicletas?  
\_\_\_\_\_

10. ¿Qué piensa de los materiales de pavimentación? (adoquín, asfalto, concreto...)  
\_\_\_\_\_

11. ¿Qué piensa de la iluminación? \_\_\_\_\_

12. ¿Qué piensa de los colores utilizados para demarcar la zona para ciclistas?  
\_\_\_\_\_

13. Algún comentario adicional \_\_\_\_\_

¡Gracias!