

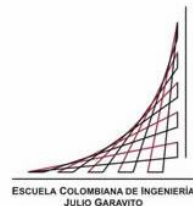
Maestría en Ingeniería Civil

Metodología para el diseño de una ciclo-infraestructura en una población urbana menor a 25.000 habitantes, caso particular municipio de Ubaté

Esneyder Fernando Ruiz Fresneda

Ingeniero civil

Bogotá, D.C., 14 de diciembre de 2020



Metodología para el diseño de una ciclo-infraestructura en una población urbana menor a 25.000 habitantes, caso particular municipio de Ubaté

Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en Tránsito y Transporte

Ing. Mónica Suárez Pradilla, PhD

Director

Bogotá, D.C., 14 de diciembre de 2020



La tesis de maestría titulada “Metodología para el diseño de una ciclo-infraestructura en una población urbana menor a 25.000 habitantes, caso particular municipio de Ubaté”, presentada

por Esneyder Fernando Ruiz Fresneda, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte.



Director de la tesis

Ing. Mónica Suárez Pradilla, PhD

Jurado

Jurado

Bogotá, D.C., 14 de diciembre de 2020

Dedicatoria

A mi bello municipio de Ubaté, es uno de los aportes que quiero realizar como profesional desde la academia.

Agradecimientos

A cada una de las personas que de alguna u otra manera me colaboraron en el desarrollo de este arduo trabajo especialmente a la mi directora Mónica Suárez Pradilla quien siempre se mantuvo en una actitud presta y servicial a mis inquietudes al momento del desarrollo de este proyecto.

A mi mamá Ana Teresa Ruiz porque gracias a ella he logrado cada una de las metas que me he propuesto, ha sido mi motor, mi impulso y motivación a ser cada día mejor en mi profesión y como persona social.

A Dios porque a pesar de ser un año de crisis mundial siempre nos protegió y bendijo con su Palabra.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación del problema	3
2. Marco de referencia	6
2.1 Revisión del estado del arte	6
2.2 Marco teórico.....	8
- Red de ciclo infraestructura de Barcelona	11
-Red de ciclo infraestructura de Copenhague.....	12
- Red de ciclo infraestructura en Montreal	12
2.3. Marco legal.....	13
3. Caso de estudio	14
3.1. Análisis espacial del municipio	14
3.2. Características de la movilidad del municipio de Ubaté	19
4. Metodología.....	20
4.1 Identificación de parámetros de diseño.....	23
4.2. Aplicación de la encuesta y análisis	35
4.3. Diagnóstico zona de estudio por tramos	46
4.3.1 Diagnóstico del estado actual de los criterios para tener en cuenta en el diseño de la ciclo-infraestructura para el tramo de la calle sexta entre carrera 11 y carrera sexta:	46
4.4. Diseño metodológico específico para municipios con población menor a 25.000 habitantes dentro del casco urbano	54
5.2 Descripción puntual del diseño.....	58
6. Conclusiones y recomendaciones.....	67
7. Referencias Bibliográfica.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la población en la cabecera municipal	15
Figura 2. Crecimiento Urbano.	16
Figura 3. Densidad de vivienda por manzanas.	16
Figura 4. Tipologías de vivienda	17
Figura 5. Comportamiento de las grandes actividades económicas por categoría para el municipio	17
Figura 6 Equipamiento Urbano.	18
Figura 7 Espacio público.....	19
Figura 8. Malla vial de Ubaté	20
Figura 12. Dimensiones básicas del ciclista.....	29
Figura 14. Líneas de demarcación horizontal	31
Figura 16. Dimensiones de señalización sobre carril.	32
Figura 21. Rango de edades	36
Figura 30. Percepción de movilidad.....	41
Figura 31 Red de ciclo infraestructura	42
Figura 41 Intersección carrera 10 con calle sexta.	60
Figura 41 Intersección carrera 10 con calle sexta.	61
Figura 42 Sección vial universidad de Cundinamarca.....	61
Figura 43 Intersección calle sexta con carrera novena	62
Figura 44. Sección vial casa de la Cultura	63
Figura 45 Interconexión e intersección calle sexta con carrera octava y ciclorruta.....	64
Figura 46 Sección vial calle caliente.	64
Figura 47 Punto crítico 1: cruce compartido peatones vehículos y bicicletas.	65
Figura 48 Sección vial parque principal Los Libertadores.	65
Figura 49 Punto crítico 2 interconexión, intersección – cruce compartido	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Perfiles de los grupos de usuarios y modalidades de desplazamientos	23
Tabla 2	Idoneidad de las distintas tipologías de ciclo-infraestructura según grupo de usuarios.....	24
Tabla 3.	Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclistas.....	26
Tabla 4	Diagnóstico de la zona.....	47
Tabla 5	Peritaje geométrico vial de la zona de estudio	48
Tabla 6	Encuesta a ciclistas calle 6	51
Tabla 7.	Parámetros de diseño para una ciclo-infraestructura.	54
Tabla 8	Perfiles viales por secciones de tramos.	56

RESUMEN

Actualmente en los diferentes asentamientos urbanos se tiene como propósito la promoción de los modos sostenibles de transporte con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes. Las ciudades colombianas han empezado a formular programas y políticas dirigidas a mitigar los efectos de los transportes y están configurando áreas metropolitanas cuyo fin es articular los municipios que forman parte de su conurbado.

Esta situación afecta a los municipios que, aunque no estén en el área metropolitana son límites de esta. Estos municipios se vuelven especialmente atractivos para turismo de la región, es decir, incrementan su número de visitantes especialmente en los fines de semana y feriados. Los efectos asociados a esta situación se traducen de un lado en crecimiento económico y por otro lado en el aumento de la movilidad. Además, inciden directamente en el comportamiento de la población autóctona respecto a sus desplazamientos y en el uso de la infraestructura disponible para ello.

Por ello, el objetivo de este trabajo es generar un diseño metodológico de una ciclo infraestructura que se pueda implementar en un pequeño municipio que tiene las características anteriormente descritas y cuya red vial no permite su ampliación. Los manuales de diseño que existen están pensados para asentamientos urbanos de grandes dimensiones, entonces, lo que se busca es identificar una serie de elementos que se utilicen en los manuales y se puedan implementar en un municipio de menor dimensión, pero, que cumplan con requisitos técnicos.

La metodología se aplica al tramo de la calle sexta entre carrera once y carrera sexta del municipio de Ubaté en Cundinamarca. Inicialmente se analiza información relacionada con las normas que regulan la movilidad y comportamiento del diseño urbanístico y la planificación que se debe tener en cuenta a la hora de una implementación, adecuación e intervención en la infraestructura del municipio. Para el desarrollo metodológico se realizaron dos encuestas: la primera la encuesta evalúa directamente las necesidades de movilidad y la percepción de la ciudadanía respecto al estado actual de las vías y el uso de la bicicleta como medio de transporte en distancias cortas. La segunda encuesta es un aforo que muestra los motivos de viaje y el número de bicicletas que se movilizan en la zona.

Los resultados del diseño propuesto señalan que la implementación de una ciclo infraestructura con los debidos requerimientos técnicos contribuye a incrementar el uso de la bicicleta y puede usarse como una medida disuasoria en el uso del espacio público para estacionamiento en vía.

ABSTRAC

Currently, the purpose of the different urban settlements is to promote sustainable modes of transportation to improve the quality of life of the inhabitants. Colombian cities have begun to formulate programs and policies aimed at mitigating the effects of transportation and are configuring metropolitan areas whose purpose is to articulate the municipalities that are part of its conurbation.

This situation affects municipalities that, although they are not in the metropolitan area, they are part of its boundaries. These municipalities become especially attractive for tourism in the region, i.e., they increase the number of visitors, especially on weekends and holidays. The effects associated with this situation translate, on the one hand, into economic growth and, on the other hand, into increased mobility. In addition, they have a direct impact on the behavior of the local population with respect to their travel and the use of the infrastructure available for this purpose.

Therefore, the objective of this work is to generate a methodological design of a cycle infrastructure that can be implemented in a small municipality that has the characteristics described above and whose road network does not allow its expansion. The existing design manuals are designed for large urban settlements, so the objective is to identify a series of elements that are used in the manuals and can be implemented in a smaller municipality, but that meet technical requirements.

The methodology is applied to the section of calle sexta between carrera once and carrera sexta in the municipality of Ubaté in Cundinamarca. Initially, information related to the norms that regulate mobility and behavior of urban design and planning that must be considered at the time of implementation, adaptation, and intervention in the infrastructure of the municipality is analyzed. For the methodological development, two surveys were conducted: the first one directly evaluates the mobility needs and the perception of the citizens regarding the current state of the roads and the use of bicycles as a means of transportation for short distances. The second survey is a gauging survey that shows the reasons for travel and the number of bicycles used in the area.

The results of the proposed design indicate that the implementation of a bicycle infrastructure with the proper technical requirements contributes to increase the use of bicycles and can be used as a deterrent to the use of public space for on-street parking.

Introducción

El continuo crecimiento de la población mundial ha generado grandes cambios ambientales y ha modificado las condiciones climáticas, por ello en la educación de las nuevas generaciones es necesario fortalecer el sentido de pertenencia territorial para enfrentar los factores que causan el deterioro del planeta y por ende la disminuyen calidad de vida de los seres humanos y de las especies que habitan la tierra. Estudios e investigaciones realizadas por parte de diferentes organismos internacionales muestran que una de las principales causas de deterioro de la calidad de aire es la liberación de CO₂ (bióxido de carbono) al ambiente, que conlleva a la extinción de especies de flora y fauna y generan problemas respiratorios en las personas (Obaid, 2017).

Además de la contaminación ambiental en las ciudades, el exceso de movilidad motorizada incrementa la congestión y aumenta el número de siniestros, que, en algunas oportunidades son mortales y afectan principalmente a peatones y ciclistas. De acuerdo con cifras del (Agencia Nacional de Seguridad Vial, n.d.) el departamento de Cundinamarca, registra 8178 siniestros de los cuales el 3.69% son fallecidos en el año 2014. Específicamente, en Ubaté el informe del observatorio de Seguridad Vial en Cundinamarca de Julio de 2014 reportó que, durante el año 2013, 71 personas presentaron lesiones por accidente de tráfico y fallecieron 23.

El municipio de Ubaté particularmente ha incrementado sus problemas de movilidad por el crecimiento de la población en el casco urbano, de la oferta de vivienda, del parque automotor en la última década y el deterioro de la infraestructura vial. Existen unos tramos habilitados para circulación de bicicletas, pero no hay conectividad ni articulación entre ellos. Además, el espacio público y los andenes no cumplen su función fundamental en la movilidad peatonal porque presentan problemas de diseño, capa asfáltica de poca calidad y no cumplen con los requerimientos para el tránsito de personas con capacidades especiales. Tradicionalmente, los habitantes del municipio se movilizan en bicicleta, pero debido a que se incrementaron los vehículos, estos desplazamientos se han reducido por la falta de infraestructura segura. El uso de la bicicleta en el municipio se debe principalmente a las distancias mínimas que existen entre los orígenes y destinos, propiciada por la distribución de los usos de suelo. Sin embargo, en los últimos tiempos

debido al auge y bonanza del carbón y material rocoso como grava y arena en la región, el número de vehículos motorizados ha aumentado especialmente, camiones de carga, motocicletas y automóviles. Por otro lado, algunas zonas de la infraestructura vial del municipio no han tenido ninguna intervención, presentan un gran deterioro, no existe señalización actualizada y no ha tenido mantenimiento en más de veinte años. Finalmente, tampoco se realizan campañas de cultura ciudadana y educación en seguridad vial, factores que han incidido en el aumento de accidentes a causa de desconocimiento de las leyes, normas y significado de la señalización existente y faltante.

1.1 Antecedentes

“La bicicleta es reconocida en las agendas globales de desarrollo como un medio para conseguir ciudades más sostenibles, equitativas, seguras y resilientes. El parágrafo 113 de la Nueva Agenda Urbana adopta el compromiso de avanzar globalmente en el desarrollo de políticas públicas e instrumentos que promuevan la movilidad en bicicleta. Adicionalmente, otros 7 párrafos de esta agenda global de desarrollo urbano firmada en 2016 por 147 países y adoptada posteriormente de manera formal por los 197 Estados Miembros de las Naciones Unidas, también se refieren a la bicicleta y a la movilidad sostenible y no-motorizada como una de las estrategias fundamentales para lograr modelos de desarrollo sostenible en las ciudades y territorios del mundo”.(Naciones Unidas, 2016). La bicicleta provee grandes beneficios, se destaca su impacto económico pues contribuye a disminuir los costos del transporte, disminuye la congestión, tiene un efecto positivo en la salud, no genera emisiones ni contaminantes, genera un mayor contacto con el entorno y el resto de la comunidad y mejora las condiciones de seguridad vial. Cuando se implementa una infraestructura para bicicletas se generan directrices desde las políticas públicas encaminadas a proteger a los bici-usuarios, y al mismo tiempo, se reduce la congestión si el diseño es inclusivo (Sadik-Khan & Solomonow, 2016).

En Colombia la bicicleta se utiliza desde hace más de 100 años, actualmente en muchas ciudades se hacen más del 10% de los viajes en este medio (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016). Existen varios instrumentos regulatorios que potencian este modo de transporte. Los más relevantes son:

- La promoción explícita de la bicicleta en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

- La Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas publicada en abril de 2016 (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) y oficialmente adoptada mediante la Resolución 3258 de 2018.
- La sanción de una “Ley Pro-bici” en 2016 que mejora las condiciones para usar la bicicleta en el país (Congreso de la República de Colombia, 2016).
- La regulación de los vehículos motorizados y eléctricos de dos ruedas (Ministerio de Transporte, 2017). Tomado de la bicicleta como medio de transporte: Estrategia 2019-2030 para Bucaramanga y su Área Metropolitana. (Área Metropolitana de Bucaramanga et al., 2018).

1.2 Justificación del problema

Las ventajas de la movilidad en bicicleta han sido reconocidas por los gobiernos locales y han sido bien recibidas por la población local. Sin embargo, la mayoría de los gobiernos locales tienen una capacidad de inversión limitada y por ello requieren de todos los agentes sociales para su promoción. Esto refuerza la necesidad de planificar la inversión y priorizar las intervenciones de tal manera que cada etapa logre un equilibrio entre costos y beneficios. Para definir las prioridades en la inversión en infraestructura y la promoción del ciclismo, la demanda debe estimarse dentro de una jerarquía. Además, cada sitio debe evaluarse individualmente, ya que lo que es bueno para una ciudad, puede no ser adecuado para otra, y el fomento del ciclismo depende en gran medida de la cultura local (Xing, et al., 2008).

El presente proyecto se desarrolla para el municipio de Ubaté Cundinamarca, dónde, se pretende realizar un diseño de ciclo-infraestructura en uno de los sectores de mayor centralidad. La ruta elegida se encuentra en un tramo de la calle sexta entre carrera once y carrera sexta, con el fin, de brindar una mejora en la movilidad y potenciar el uso de los transportes sostenibles. Tradicionalmente, en el municipio de Ubaté los desplazamientos se hacen en modos no mecánicos, pero debido, al crecimiento urbano en los últimos años, a su importancia productiva especialmente en el campo lechero y a su cercanía con la capital Bogotá se ha incrementado el uso del vehículo particular. Este fenómeno está modificando el comportamiento de los habitantes autóctonos y por ello, es necesario que desde la alcaldía se promocionen los modos sostenibles. Actualmente, en hora pico circulan aproximadamente 200 bicicletas por la calle 6, que se suman a los viajes que vienen de la

intersección de la Carrera 5 y de la calle 4 (JES, 2017) (Formulación de la Primera Etapa del plan de Movilidad del Municipio de Ubaté Cundinamarca 2017).

La revisión de los desplazamientos del municipio señala que se utilizan diferentes modos de transporte, hay carencia de infraestructura para cada modo de transporte y que se requieren alternativas de solución y recomendaciones generales que permitan salvaguardar la vida y brindar seguridad a las personas al momento de transportarse en un vehículo no motorizado.

Por lo anterior, este estudio tiene como objetivo identificar las características y necesidades de los usuarios de bicicletas en el municipio, además, de diseñar un ciclo- infraestructura para el tramo ya construido ubicado entre la carrera 6 entre la calle 6 y 11 del casco urbano del municipio para determinar una posible solución que brinde mayor conectividad a la hora de movilizarse. Para ello, es necesario realizar un diagnóstico de la situación actual que incluya un amplio análisis del crecimiento y expansión urbana del municipio, su topografía, el clima; revisión de todos los documentos que hacen referencia a la movilidad y diferentes estudios que permitan generar un diseño de rutas de infraestructuras.

Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones sobre la mejora de la movilidad en bicicleta, para así, conocer su comportamiento y definir medidas preventivas realizando un diseño de una red de ciclorrutas en las zonas donde se evidencien falencias teniendo en cuenta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial y Plan de Movilidad (Concejo Municipal de Ubaté, 2003) con los cuales cuenta el municipio. Además, el diseño de dar seguridad a los ciclistas y a su vez contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

A partir de lo expuesto anteriormente, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Como diseñar una ciclo - infraestructura en un municipio que presenta un amplio crecimiento demográfico y urbano, para, garantizar un modelo de transporte sostenible?

La hipótesis de partida de este trabajo asume que la temprana promoción y adaptación de los sistemas de transporte sostenible en los municipios ubicados cerca de grandes ciudades, contribuye, a que el comportamiento de la movilidad de los habitantes autóctonos o raizales no se modifique debido a las dinámicas urbanas que se generan por su expansión urbana y que promocionan la movilidad motorizada. El desarrollo de una ciclo- infraestructura incluyente y segura, como la que aquí se plantea, busca conectar diferentes

sectores del municipio, y fortalecer los desplazamientos activos en Ubaté. A continuación, se plantean los objetivos de este trabajo.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Diseñar una red de ciclo-infraestructura para el tramo de la Calle 6 entre la carrera 6 y 11 del municipio de Ubaté que permita a los habitantes del sector y personas que se movilizan en bicicleta tener conectividad con los diferentes centros de atracción urbana de una forma segura, rápida y eficiente y que cumpla con los requisitos técnicos necesarios.

Objetivos Específicos:

- Aplicar una encuesta dirigida a una muestra aleatoria de la población objeto de estudio para conocer su percepción sobre la movilidad en bicicleta.
- Realizar un diagnóstico de la red de ciclo-infraestructura existente en el municipio de Ubaté.
- Plantear una metodología para diseñar un tramo de red principal de ciclo - infraestructura para aumentar la conectividad con la infraestructura actual y los niveles de movilidad con medios no motorizados.

El contenido del texto que se presenta a continuación se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 2 se encuentra el marco de referencia, el capítulo 3 presenta el caso de estudio, el capítulo 4 la metodología, el capítulo 5 la propuesta de diseño, el capítulo 6 las conclusiones y recomendaciones y el capítulo 7 las referencias bibliográficas.

2. Marco de referencia

Para que la movilidad sostenible sea efectiva se deben tener en cuenta la infraestructura sobre la cual se deben realizar los desplazamientos y el modo de transporte a utilizar. El nuevo esquema de la movilidad coloca al peatón en la parte superior de la pirámide de prioridades seguido por la bicicleta y el transporte público. Por ello, es evidente la importancia que debe darse al diseño del lugar físico de circulación.

Este capítulo se divide en dos partes, en la primera parte se hace una breve revisión del estado del arte y en la segunda parte se desarrolla un marco teórico sobre la evolución de la implementación del ciclo infraestructuras en diferentes partes del mundo.

2.1 Revisión del estado del arte

(Mintao Weast, 2020) en su trabajo examinan las demandas de viajes en bicicleta y las pautas de desplazamiento en Lexington (Kentucky) generadas por los usuarios del sistema de bicicletas públicas. Busca identificar el efecto de los patrones de viaje en la demanda de bicicletas y las necesidades de infraestructura. Para ello, comparan los patrones de viaje y las rutas con la infraestructura de bicicletas existente a fin de determinar las necesidades de mejora con el objetivo de aumentar el uso de la bicicleta como medio de transporte. Los métodos de estudio incluyen cinco niveles de análisis: longitud y duración, clima, densidad de puntos y modelación. Los resultados afirman que la infraestructura para bicicletas influye en las rutas de viaje de los ciclistas. Además, se demostró que la demanda de viajes en bicicleta fluctúa con los patrones climáticos.

(Daly, 2014) en su trabajo revisa las investigaciones existentes sobre cómo la bicicleta ha alcanzado tantas connotaciones, e identifica métodos para mejorar y aumentar la accesibilidad a la bicicleta en el futuro. Analiza los proyectos de infraestructura ciclista de las ciudades de Portland, Oregón, Minneapolis y Minnesota para demostrar cómo los contextos urbanos específicos influyen en las percepciones de la infraestructura para bicicletas y la futura accesibilidad. Los resultados señalan que las comunidades con una fuerte presencia de minorías, o poblaciones que típicamente están subrepresentadas tienen una mayor percepción de peligro hacia las infraestructuras de bicicletas. En el futuro, es

crucial que las ciudades reconozcan la diversidad de los residentes y la condición humana como herramienta para el desarrollo de sistemas de ciclo infraestructura, para asegurar que todos los residentes se sienten involucrados en los resultados de las iniciativas de planificación de la bicicleta.

(Fillis, 2006) El enfoque de este trabajo es social y formula una explicación para superar las dificultades en la planificación de infraestructuras en San Luis Potosí, México. También, trata de identificar por qué algunas comunidades han tenido éxito en el desarrollo de una infraestructura favorable a la bicicleta mientras que otras han fracasado. Además, se quiere demostrar la importancia de la infraestructura de bicicletas en una zona de rápida urbanización, que empieza a presentar problemas de congestión, de calidad del aire, y de siniestros viales y que involucran a ciclistas y automovilistas.

(Mora & Galviz, 2016) Este documento se centra en la comparación de ciclo-rutas y bici-carriles implementados en Bogotá a partir de aspectos de la infraestructura y calidad del desplazamiento. Para ello, se considera como variable principal el número de obstrucciones en los trazados, seguido de factores secundarios como velocidad, distancia, tiempo, seguridad, condición física, factores externos y seguridad del peatón. Para la evaluación se realizaron dos recorridos en los trazados, 10 ciclo-rutas y 8 bici-carriles en la ciudad, encuestas a ciclistas y una revisión del estado del arte sobre este tipo de corredores.

(Muñoz et al., 2016) esta investigación, considera el modelo urbano característico de algunas ciudades intermedias de Latinoamérica, donde las calles del casco central soportan la presión causada por incremento del parque automotor generándose congestión vehicular. El caso de estudio es la ciudad de Loja - Ecuador, donde se quiere incluir la infraestructura ciclista en las políticas de movilidad sostenible. Para ello, se utiliza un software de simulación que considera elementos físicos y morfológicos de la ciudad, e involucra variables de tránsito. Los resultados muestran que si se priorizan las tipologías y estrategias de diseño y servicios de ciclo vía el nivel de congestión y contaminación disminuye.

(Díaz & Velandia, 2017) en este documento para el municipio de Ubaté – Cundinamarca, se presenta una propuesta de red de vías adaptadas para bici-usuarios que garantiza confort y seguridad en los viajes, enfocado a potenciar el transporte sostenible. Para ello, se hace un diagnóstico de la oferta de la infraestructura apta para un diseño ciclo-inclusivo en vías con potencial de intervención; se determina el perfil de la demanda actual de bici-usuarios y el reconocimiento de los actores. Posteriormente se realiza un análisis integral de la información recopilada para definir los parámetros técnicos de los tramos de intervención y su respectiva tipología. Se utilizó la Guía de ciclo infraestructura para ciudades colombianas.

2.2 Marco teórico

En este capítulo se muestra el desarrollo histórico de la implementación de rutas para la bicicleta. Las políticas y proyectos de movilidad sostenible exigen una planificación articulada e integral debido a la coexistencia simultánea de los modos en la escala espacial. Respecto a la etapa de diseño de la ciclo-infraestructura es necesario definir cuál va a ser su función y como se va a articular con la red vial con el propósito de crear un diseño que proteja al ciclista, al peatón que está junto a la infraestructura y además contribuya a proteger el medio ambiente, cumpliendo con criterios técnicos (Muñoz, et al., 2016).

El trabajo de (Hilario et al., 2015) hace una revisión histórica de cómo fueron los primeros pasos para la propuesta de un manual de diseño de una ciclo-infraestructura. Con el surgimiento de la bicicleta como modo de transporte en los últimos años del siglo XIX, cobró importancia el diseño de la infraestructura. Los primeros movimientos tenían como objetivo la mejora de la capa asfáltica, en ese periodo se ubican dos movimientos procedentes de Estados Unidos y el Reino Unido denominados el Good Roads Movement y el Touring Club respectivamente. Este último publicó el primer manual de diseño titulado *Roads su construcción y mantenimiento*.

Posteriormente en los países bajos se introduce la bicicleta hacia 1920, pero es en los años 70 cuando, debido a la crisis del petróleo y al incremento de accidentes de niños se posiciona como un sistema de transporte. Actualmente, los desplazamientos en bicicleta

corresponden el 75% de los viajes. Holanda es pionera en transporte sostenible y en diseño de infraestructura vial especial para bicicletas. El éxito de sus programas se debe a la alta articulación de las políticas territoriales y locales. Además, en esta región exportan conocimiento y experiencia al respecto (Van Goeverden et al., 2015).

En Alemania actualmente las ciudades disponen de excelentes infraestructuras de transporte, y, en muchas de ellas se han potenciado los sistemas de bicicletas públicas. Particularmente, en Berlín el 20% de todos los recorridos de la ciudad y de los suburbios se realizan a través de este medio. Por ello, a nivel nacional se ha iniciado la construcción de autopistas y/o carreteras enfocadas únicamente al transporte en bicicleta. Entre otros proyectos para infraestructura de bicicletas destaca la autopista de la cuenca de Ruhr que conectará 5 ciudades (aproximadamente 100 km); Frankfurt con un desarrollo de correderos viales de 30 Km al sur de Darmstadt; Múnich con 15 km en su zona residencial. Estos programas están acompañados por la creación de parqueaderos para bicicletas. Además, con la ayuda de la robótica; se está mejorando e innovando en este ámbito, tomado de (Alemania Hoy, n.d.) <http://alemaniahoy.com/info-alemania/bicicletas-y-su-infraestructura-en-alemania/>

En Dinamarca actualmente el 63% de la población utiliza la bicicleta como modo de transporte. La razón principal es que la ciudad invierte anualmente aproximadamente 286 millones de euros en estructura ciclista, a través de este sistema recupera el espacio público y fomenta el uso de la bicicleta (Jensen, 2013).

En muchos países de Europa occidental se han implementado sistemas de ciclo infraestructura para potenciar los transportes sostenibles y generar intermodalidad con otros sistemas. Desde la Unión Europea se han generado diferentes directrices y se han patrocinado diferentes investigaciones e inversiones. En 1993, la Plataforma Nacional Neerlandesa de Información y Tecnología del Transporte, las Infraestructuras y los Espacios Públicos (CROW) publicó la primera versión de un manual de diseño de equipamientos de ciclo infraestructura, en el que se describían todos los pasos de este proceso, desde la decisión de fomentar el uso de la bicicleta hasta la construcción de las

infraestructuras propiamente dichas en (TRT - Transporti e Territori, Milán, 2010) Fomento del Transporte en Bicicleta. Parlamento Europeo).

En América del Norte en 1897 en Estados Unidos se conectó el corredor de Pasadena-California y los Ángeles a través del *cycleway* que es una vía segregada de nueve millas. Pero en la postguerra se potenció el uso del vehículo particular, entonces se construyó un sistema de autopistas interestatales que modificaron la estructura urbana de las ciudades, ampliaron las distancias de viaje y los tiempos. Aumentó la velocidad y se generó regiones de amplia dispersión urbana en muchas ciudades. Actualmente, muchas de estas ciudades americanas están potenciando corredores de ciclo infraestructura buscando beneficios urbanos, económicos, de salud, etc.

En el continente asiático la bicicleta goza de una amplia aceptación, sin embargo, es durante estas 2 últimas décadas cuando se ha fortalecido lo referente al diseño de la ciclo-infraestructura. Particularmente, Corea está trabajando en ampliar la red y China es actualmente el país con más propietarios de bicicletas. El estudio "Ciclo-inclusión en América Latina, guía para impulsar el uso de la bicicleta como transporte urbano", (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017), señala a Bogotá (Colombia) y Rosario (Argentina) como las ciudades con un mayor uso de bicicletas, con el 5 y 5,3 por ciento respectivamente. La ciudad argentina empezó hace más de 30 años a promover la bicicleta, particularmente, los domingos se habilita un corredor de 28 km que las personas utilizan para pasear.

Bogotá es actualmente la ciudad latinoamericana con mayor número de viajes en bicicleta al día, 611.472, le sigue Santiago de Chile, con 510.569. Además, es la ciudad con mayor cantidad de kilómetros de ciclo vía (392 km), y Monterrey con la menor, solo 0,4 km. Y es que, de acuerdo con el estudio, "Aprender de los países vecinos, Experiencias de ciudades de América Latina en la promoción de la bicicleta como modo de transporte cotidiano" (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017), existe una relación clara entre la construcción de infraestructura y el aumento del uso de la bicicleta.

La infraestructura ciclista, promueve espacios para el desarrollo seguro de la movilidad ciclista. La ciudad de México actualmente cuenta con el mayor número de bicicletas

públicas de la región, en febrero de 2010 inauguró una red de ciclo infraestructura con 84 cicloestaciones y 1.200 bicicletas, el servicio de alquiler de bicicletas públicas Ecobici, cuenta actualmente con 480 estaciones y más de 6.800 bicicletas, de las cuales 28 estaciones y 340 bicicletas son eléctricas.

Se implementó como una estrategia de movilidad sostenible que busca cubrir los viajes menores o iguales a 8 km, incrementar la intermodalidad con el transporte público, actualmente la ciudad tiene 171KM de ciclo infraestructura de los 300 proyectados.

En Colombia, Bogotá encabeza la implementación de ciclo infraestructura seguida por Medellín que tienen el sistema de transporte público más articulado y desarrollado del país. Sin embargo, en los últimos años las ciudades intermedias y los municipios que forman parte de sus áreas metropolitanas han impulsado la implementación de ciclo-infraestructura con el fin de potenciar el uso de la bicicleta. A continuación, se muestran algunos sistemas de ciclo infraestructura del mundo.

- Red de ciclo infraestructura de Barcelona

Barcelona cuenta actualmente con 184 kilómetros de carriles bici, el 99 % de la población dispone este tipo de infraestructura a menos de 150 metros de su casa y el 89 % a menos de 300 metros. En los últimos dos años se ha ampliado la infraestructura y se ha mejorado la seguridad con el fin de potenciar el uso de la bicicleta y dar otro uso al espacio público. El objetivo a corto plazo es llegar a los 233 kilómetro de ciclovías y conseguir que el 95 % de la ciudadanía tengan un carril bici a menos de 300 metros. Los desplazamientos en bicicleta han aumentado un 14 % entre en el 2015 y el 2016 debido al incremento y a la mejora de la infraestructura ciclista. Para su construcción se utiliza el Manual de Diseño de Carriles Bici de la ciudad, que prioriza las vías unidireccionales y en calzada, cruces exclusivos para las bicicletas, zonas adelantadas para facilitar el giro en los semáforos, nuevos aparcamientos de bicis o motocicletas, separación entre carriles bici y de circulación y una mejor señalización. (Municipal, n.d.)

(En: <https://ciudadesiberoamericanas.org/2018/01/18/barcelona-dispone-de-184-kilometros-de-carriles-bici/>)

-Red de ciclo infraestructura de Copenhague

En Dinamarca, aproximadamente el 90% de sus habitantes tiene una bicicleta, particularmente, en Copenhague, impulsan su uso a través de la infraestructura que está diseñada para hacer los desplazamientos diarios seguros, rápidos y dar prioridad al ciclista sobre el resto de los vehículos. En 2012 quedó inaugurada la primera «Supercykelstier» (Autopista Ciclista), de 17 kilómetros, a partir de esta se han construido otras 7 más. Los planes son que para el 2021 se hayan construido 15 rutas y están proyectadas 45 en total, abarcando toda la región de la capital hasta sumar aproximadamente 746 kilómetros.

Estas autopistas ciclistas se suelen establecer en carriles bici ya existentes y se construyen los tramos necesarios para crear la red. Se conectan tanto zonas residenciales y educativas con zonas de negocios y hubs con otros medios de transporte como son estaciones de tren. Cada población es responsable de diseñar, construir y cofinanciar con el estado las autopistas ciclistas que atraviesan su municipio. La estrategia es lograr que la red sea lo más segura, rápida y eficaz posible para ello, le dan preferencia a la bici en las intersecciones de las diferentes vías.

Los resultados han sido los esperados, y en dos de las rutas ya existentes que carecían de conexiones e infraestructuras adecuadas, el número de ciclistas diarios ha aumentado un 34% y un 61%. (Region Hovedstaden, n.d.). En <https://supercykelstier.dk/english/>

- Red de ciclo infraestructura en Montreal

Montreal, construyó la primera ciclovía confinada a comienzos de los años 80 y fue pionera en la implementación de un sistema de bicicletas compartidas a gran escala. Con la puesta en marcha de BIXI en mayo del 2009, hoy cuenta con cerca de 750 km de ciclovías y caminos para la bicicleta. Además, tiene una amplia oferta de parqueaderos, lugares de descanso, seguridad, y señalización que ayuda a distribuir a los ciclistas a sus respectivos caminos de manera más segura. Para recuperar espacio público asignado a los vehículos promociona una serie de medidas como ciclo parqueaderos en pequeñas áreas, anchas ciclovías que conectan vialidades más tranquilas y la implementación de Parklets que son cajones, hechos con viejos contenedores o con tarimas, que ocupan el espacio de uno o

varios lugares de estacionamiento. (Newsletter & La bicicleta, n.d.) En: <https://labicikleta.com/lo-montreal-puede-ensenarnos-movilidad-bicicleta/>

2.3. Marco legal

Para realizar un diseño de ciclo infraestructura es necesario tener en cuenta aquellas normas y leyes que han regulado la sociedad colombiana en materia de movilidad de sistemas no motorizados

Ley 1753 de 2015, de la bicicleta se incluyó por primera vez de manera explícita en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Todos por un nuevo País, 2015), tanto en su documento de Bases como en el articulado de la Ley en los siguientes artículos:

Artículo 31: financiación de sistema de transporte público, se pueden realizar inversiones soportadas en estrategias de articulación y fomento de la movilidad en medios no motorizados

Artículo 32: Apoyo a los sistemas de transporte: Se pueden apoyar las soluciones de transporte público de pasajeros con “acciones orientadas a incrementar y regular el uso de modos no motorizados y de energías limpias (entendidos como el viaje a pie, bicicleta o tricimóvil, entre otros), integración con otros modos y modalidades.

- *Ley 1083 de 2006*

Se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible pero principalmente la movilidad sostenible. En ella se define la necesidad de dar prelación a los “modos alternativos de transporte” que incluyen los peatones y bicicletas, y se asigna a los alcaldes municipales a adoptar mediante decreto los Planes de Movilidad.

- *Decreto 1538 del 2005*

“Se refiere al diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas, mobiliario urbano y demás espacios de uso público”. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

- *Ley 388 de 1997*

“Establece la obligatoriedad que tienen todos los planes de ordenamiento municipal (POT), planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento municipal (EOT) de señalar y delimitar en forma detallada por lo menos la localización de la Infraestructura para vías y transporte a partir de un ejercicio de planificación”⁴⁸. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Desarrollo Económico, & Ministerio del Medio Ambiente, 1997)

- *Ley 769 de 2002*

Código Nacional de Tránsito y Transporte de Colombia, “En este se definen los vehículos, normas de circulación para ellos y otros aspectos de tránsito y tráfico del país. El capítulo V se refiere a ciclistas y motociclistas y sus normas de circulación, el artículo 95 a normas específicas para el uso de bicicletas y triciclos ⁴⁹. (Díaz García & Quintero Velandia, 2017).

3. Caso de estudio

El municipio de Ubaté se ubica al norte del departamento de Cundinamarca, tiene una extensión de 102Km² de los cuales el área urbana representa el 4% del territorio y el restante 96% es de área rural. Ubaté se una región de agricultura y ganadería, especialmente, en este último renglón se destaca la ganadería lechera. Actualmente, aporta el 19% de la producción lechera de la región con 70.830 litros diarios y comercializa un volumen cercano al 50% de la producción total (Alcaldía de Ubaté, n.d.) en (<https://www.municipio.com.co/municipio-ubate.html>).

3.1. Análisis espacial del municipio

El objetivo de este análisis es mostrar las características demográficas, socioeconómicas y urbanas del municipio de Ubaté para identificar cómo será el comportamiento de los desplazamientos en la zona urbana, debido al crecimiento de la cabecera municipal y la modificación de las tipologías edificatorias que son dos variables que definen el comportamiento de la movilidad.

De otro lado, también es importante mencionar que en el año 2011 más de la mitad de la población de la Provincia de Ubaté estaba concentrada en el área rural (59%), tendencia

que está asociada, a una estructura productiva concentrada en el desarrollo de actividades agropecuarias y mineras. En el año 2018 de acuerdo con el Dane se ha invertido la anterior tendencia y la cabecera urbana aloja cerca del 75% de la población. Al revisar la densidad poblacional al interior de Cundinamarca, se aprecia que la Provincia de Ubaté tiene una tasa relativamente alta a nivel departamental (87 habitantes por Km²), lo que le permite posicionarse como el séptimo mercado del departamento de acuerdo con el (Cámara de Comercio de Bogotá, 2013) Plan de Competitividad para la Provincia Ubaté de 2011 donde el municipio muestra una orientación hacia el sector rural.

Como se muestra en la figura 1 de acuerdo con los censos de población de 2005 y 2018 la población en la cabecera municipal en un periodo de 13 años se incrementó en aproximadamente un 36.5%, los hogares en un 60% y la vivienda creció el 63%. Estos datos reflejan que el municipio experimenta un crecimiento urbano importante que se traduce en el aumento de los desplazamientos y en la necesidad que desde la planificación urbana y de transporte se generen directrices que fortalezcan los modos de transporte sostenible como la bicicleta. La figura 2 muestra cómo ha crecido la cabecera urbana en un periodo de 42 años, como se puede ver, aunque, el perímetro urbano calificado como suelo urbanizable aún tiene suelo disponible, la tendencia, señala que esta superficie disminuye ampliamente. Por ello, es necesario promover políticas urbanas y de transporte que contribuyan a mantener la sostenibilidad del municipio.

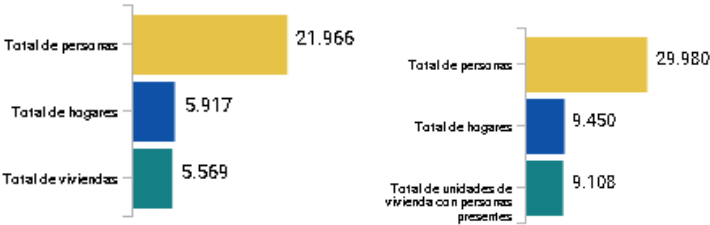


Figura 1. Distribución de la población en la cabecera municipal Fuente: Censo General 2005 y 2018

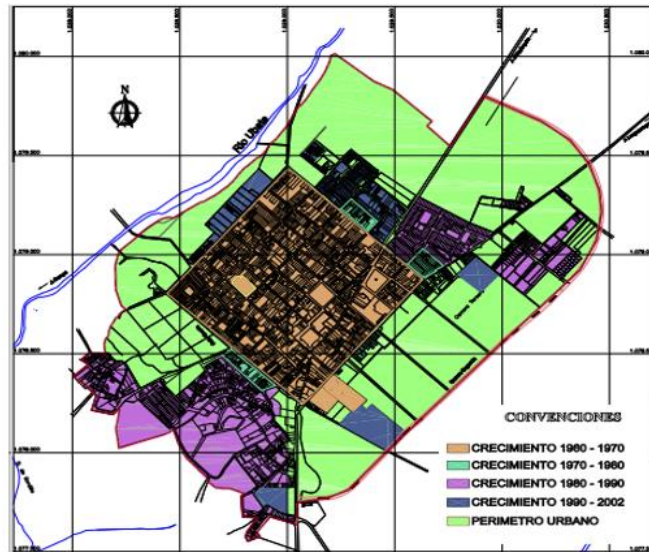


Figura 2. Crecimiento Urbano. Fuente: Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2003

Ahora bien, no todos los sectores del casco urbano presentan un cambio en la densidad de vivienda homogéneo, de acuerdo con la información del censo, el sector norte del municipio está creciendo de manera más acelerada ver figura 3. La densidad de vivienda nos muestra que empiezan a generarse cambios en la forma urbana porque se empiezan a modificar las centralidades. La densidad de vivienda refleja, además, los cambios morfológicos debido a nuevas tipologías de vivienda (figura 4) y cambios, en la distribución del espacio público.



Figura 3. Densidad de vivienda por manzanas. Fuente Censo General 2005 y 2018

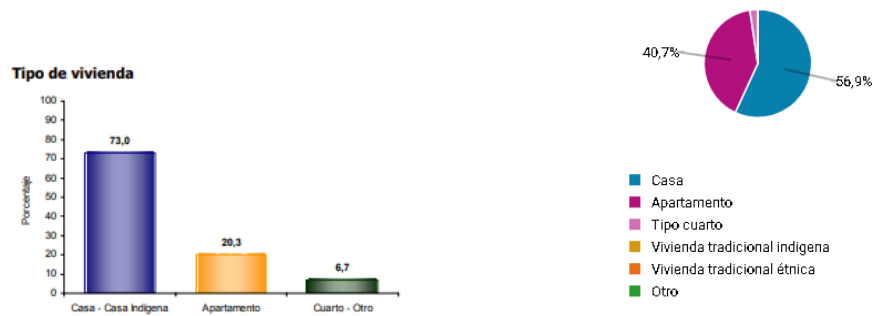


Figura 4. Tipologías de vivienda Fuente: Fuente: Censo General 2005 y 2018

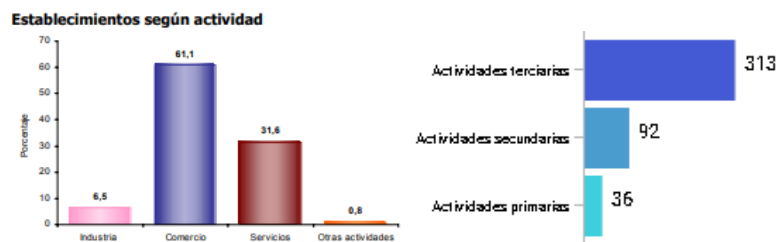


Figura 5. Comportamiento de las grandes actividades económicas por categoría para el municipio Fuente: Censo General 2005 Perfil Ubaté y Dane Base 2015, 2018

La importancia de las actividades económicas (figura 5) en la configuración urbana en el municipio de Ubaté es evidente en el sector norte, donde, se ubica la plaza de mercado y se genera un clúster comercial. Ubaté se ubica entre los 10 municipios que más contribuyen económicamente al departamento, en 2007 concentraba el 5.7% de la producción, pero aún se encuentra lejos de las regiones más dinámicas del departamento como Sabana Centro, Sabana Occidente y Soacha que están por encima del 15% en los indicadores de generación de valor (figura 6).

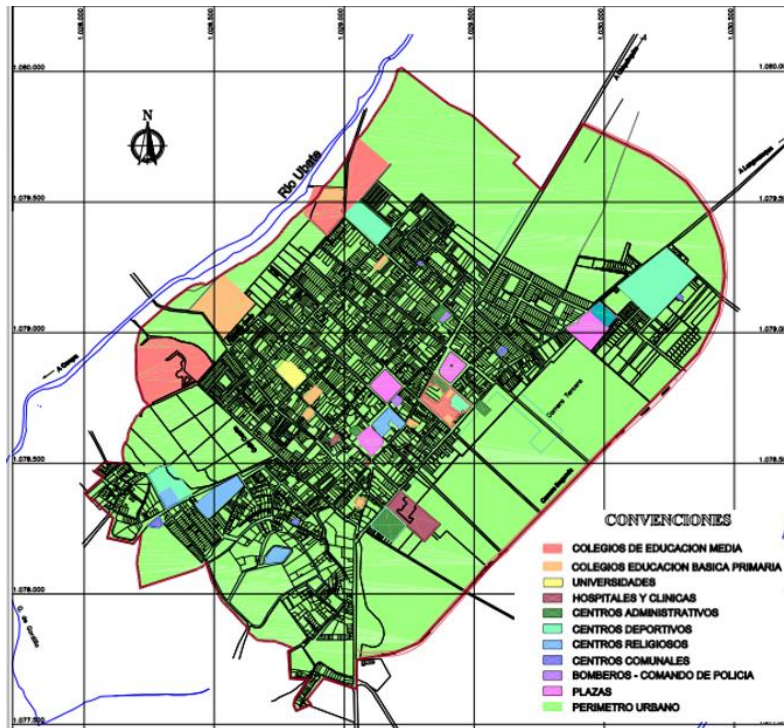


Figura 6 Equipamiento Urbano. Fuente: Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2003

En cuanto al espacio público, en el año 2003 como se ve en la figura 7 existían sectores calificados específicamente para este uso. En el plan de desarrollo municipal de 2016: Ubaté Activa 2016-2018 se propone adecuar, mantener y reglamentar el espacio público efectivo en el municipio para que los habitantes del casco Urbano tengan calidad de vida, desde el punto de vista de los desplazamientos. El plan propone mejorar la accesibilidad y habilitar los espacios públicos para movilidad activa o no motorizada (bicicletas, peatones, etc.). La reorganización y reactivación de espacio público contribuye a la promoción de la movilidad sostenible y es un elemento de planificación muy importante.

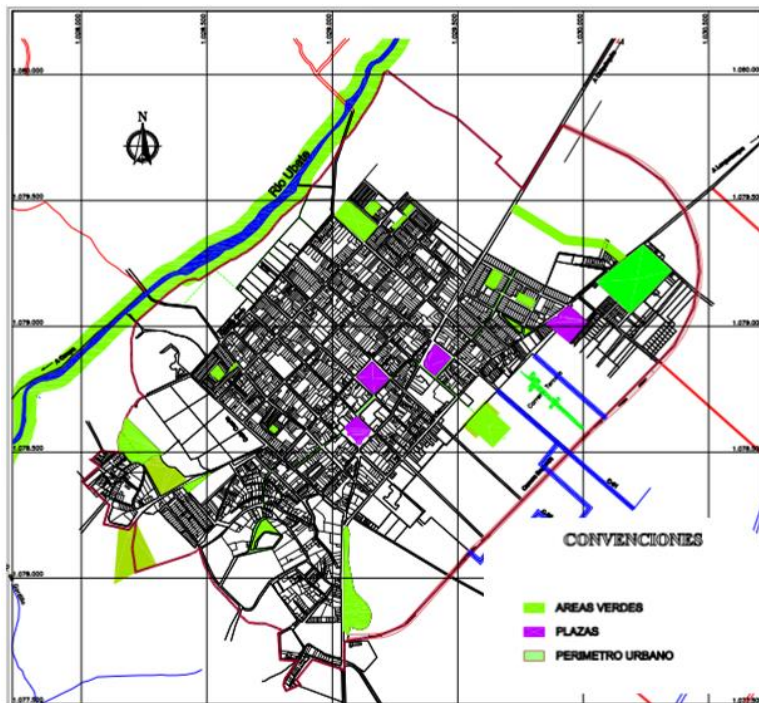


Figura 7 Espacio público. Fuente: Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2003

En síntesis, el municipio de Ubaté está incorporando en sus políticas urbanas elementos que potencian la movilidad activa o sostenible. Dentro de esa definición el diseño del ciclo infraestructura es muy importante porque va dirigido a conectar espacios comunes desde y hacia donde se producen los viajes.

3.2. Características de la movilidad del municipio de Ubaté

En este numeral es importante recalcar que no existe información oficial rigurosa, por ello lo que aquí se consigna son aspectos que se observaron y las propuestas que se van a implementar en el municipio respecto al tema de movilidad. Particularmente, la red vial es de forma cuadrangular, actualmente, se ha incorporado al casco urbano el tramo de la vía nacional 45A, el eje correspondiente al sector urbano tiene aproximadamente un kilómetro y en algunos sectores su tipología es de dos carriles. En la salida norte del municipio adquiere una tipología de autopista. Al interior del municipio hay dos ejes que lo atraviesan completamente en sentido sur - norte que son las carreras 7a y 4a. En sentido este-oeste son cuatro los ejes que lo cruzan las calles 4a, 6a, 11a y 15a de dos carriles (figura 8).

Las propuestas que hace el plan de desarrollo municipal de 2016: Ubaté Activa 2016-2018 están dirigidas a mejorar la infraestructura vial que existe, incorporar ciclo infraestructuras, potenciar la seguridad vial, generar una serie de planes de movilidad, transito, y construir un equipamiento de tipo terminal de transporte.

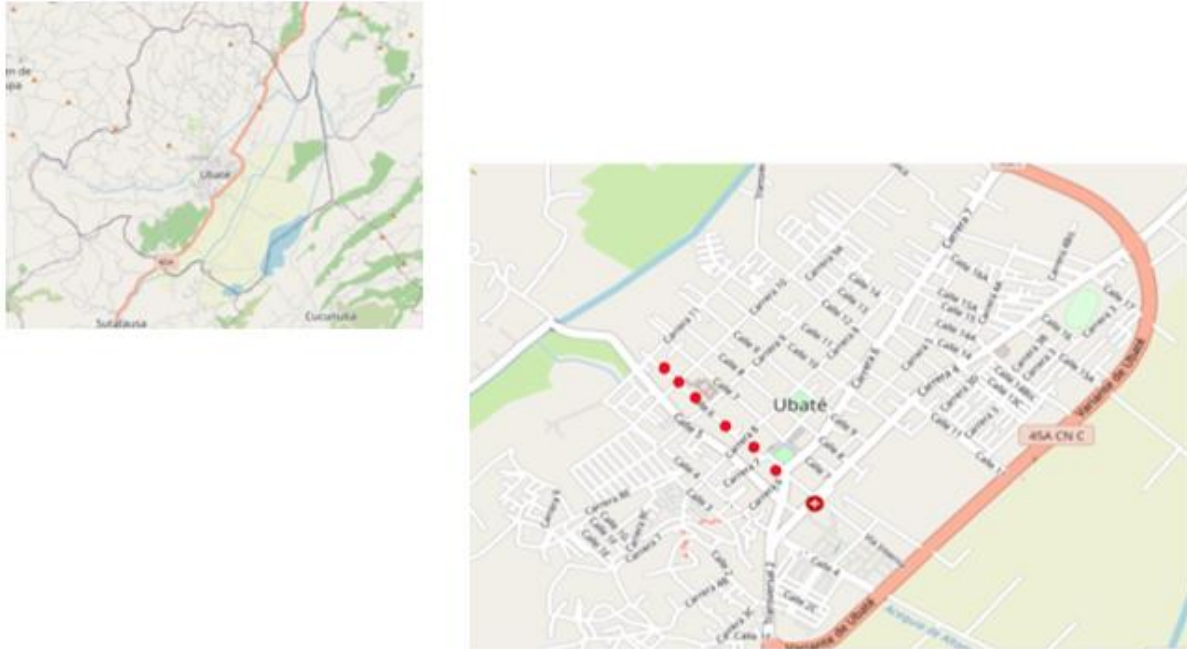


Figura 8. Malla vial de Ubaté. Fuente: Google Maps

En síntesis, en el municipio de Ubaté está implementando diferentes planes de transporte entre los que destaca el de movilidad y su enfoque hacia la movilidad activa.

4. Metodología

La metodología realizada para este trabajo comprende 4 etapas, en la primera etapa se hace una revisión de la literatura para identificar los parámetros de diseño, en esta etapa se revisa la guía de *diseño ciclo infraestructura colombiana* para identificar qué elementos se deben considerar respecto a tipos de usuarios, tipo de infraestructura, señalización horizontal y estacionamientos de bicicletas. En la segunda etapa se aplica una encuesta

para conocer las necesidades de movilidad y la percepción de la ciudadanía respecto al estado actual de las vías y el uso de la bicicleta como medio de transporte en distancias cortas. En la tercera etapa se realiza un diagnóstico de la situación actual del tramo a diseñar y se identifican los elementos de diseño teniendo en cuenta características de tres guías de diseño de ciclo-infraestructura que son: la *Guía de Ciclo Infraestructura para Ciudades Colombianas*; la *Guía de Diseño de Ciclovías Urbanas* (Urban Bikeway Design Guide) de NACTO (National Association of City Transportation Officials) y la Guía de Diseño de Ciclo Infraestructura (Cycle Infrastructure Design) del Departamento de Transporte del Reino Unido. En la cuarta etapa se plantea el diseño final y se identifican los elementos particulares de diseño en función los de usuarios, tipo de infraestructura, señalización horizontal y estacionamientos de bicicletas. La figura 9 muestra el proceso metodológico general.

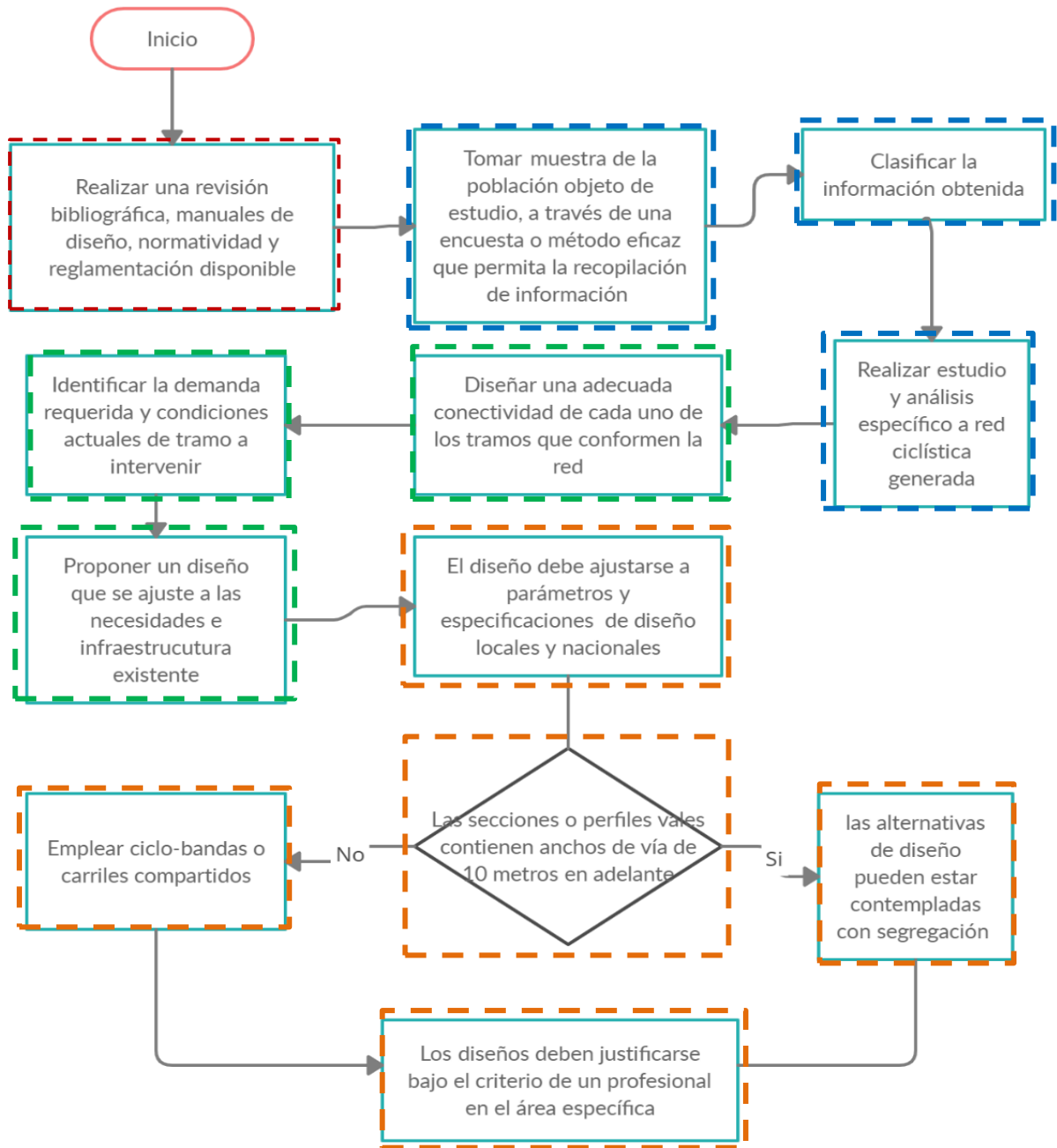


Figura 9. Diagrama pasos metodológicos para el diseño de una ciclo-infraestructura. Fuente: Elaboración propia

4.1 Identificación de parámetros de diseño

Para el diseño de la ciclo-infraestructura es necesario definir los siguientes parámetros: tipos de usuarios, tipo de infraestructura, señalización horizontal y estacionamientos de bicicletas, de acuerdo con, la guía de *diseño ciclo infraestructura colombiana*

-*Tipos de usuarios:* Las personas que pueden llegar hacer uso de una ciclovía generalmente están conformadas por un grupo diverso según sus motivos de viaje o usos ver tabla 1.

Tabla 1 Perfiles de los grupos de usuarios y modalidades de desplazamientos

TIPO DE CICLISTA	MOTIVO PRINCIPAL DE VIAJE	LONGITUD DEL RECORRIDO TÍPICO	MODALIDAD DEL VIAJE	VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE
Urbano cotidiano	Trabajo, escuela, compras, relaciones personales, etc.	3-8 km en cada viaje de ida o de vuelta	Viajes en solitario	15-20 km/h
Urbano cotidiano de carga	Bicicleta de carga como vehículo de trabajo	3-8 km	Viaje con carga como propósito principal de viaje	10 km/h
Recreativo de paseo	Ejercicio saludable	5-12 km	Viajes en parejas o pequeños grupos	10-15 km/h
Recreativo de días festivos	Acceso y disfrute de la naturaleza y al medio rural	20-40 km	Viajes familiares o en pequeños grupos	10-15 km/h
Cicloturista	Turismo de "mochilero", disfrute de la naturaleza y el patrimonio cultural.	40-80 km	Viajes en solitario, parejas o pequeños grupos	15 – 25 km/h
Deportivo de carretera /ruta	Ejercicio intenso al aire libre	50-120 km	Viajes en solitario, pequeños grupos o pelotones	30 - 35 km/h
Deportivo de montaña	Ejercicio intenso en la naturaleza	30-50 km	Viajes sobre todo en pequeños grupos	Muy variable en función de las pendientes

Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

De acuerdo con la información suministrada en la encuesta y el aforo y considerando que el motivo de viaje principal ir a trabajar o estudiar se adopta para el diseño de la ciclovía el perfil del usuario *ciclista urbano cotidiano*; sin embargo, esto no excluye a los demás o los limita hacer uso de la infraestructura.

Grupos de usuarios: los principales grupos de usuarios que se identificaron en el sector de estudio corresponden a *usuarios menores o de acceso escolar y adultos por motivo trabajo*.

Al mezclar 2 o más grupos de usuarios en un mismo tramo se pueden trabajar también soluciones complementarias, es decir combinar la implantación de una vía ciclista

segregada para los usuarios vulnerables con el diseño de un carril-ciclo preferente para los usuarios experimentados. Para no perjudicar a este último grupo, el uso obligatorio de una vía ciclista debería ser opcional véase tabla 5.

Tabla 2 Idoneidad de las distintas tipologías de ciclo-infraestructura según grupo de usuarios.

	GRUPO DE USUARIOS/MOTIVO			
	MENORES/ ACCESO ESCOLAR	ADULTOS/ TRABAJO	CARGA / TRICICLO	RECREATIVO
Ciclorruta	●●●	●●●	●●	●●●
Ciclobanda-andén	●●●	●	○	●●
Ciclobanda-calzada	●●	●●●	●	●●
Banda ciclopreferente	●	●●●	●●	●●
Carril-bus-bici	○	●●	○	○
Carril ciclopreferente	●	●●	●	●
Calle de tránsito calmado	●●	●●●	●●●	●●●
Vía peatonal / Zona peatonal autorizada	●●●	●●	○	●●

●●● Óptimo, ●● Bueno, ● Aceptable, ○ Menos recomendable

Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas Cap. 3 Idoneidad de las distintas tipologías de ciclo-infraestructura según grupo de usuarios.

- Tipologías de ciclo-infraestructura

Ciclorred, se denomina así al conjunto de tramos e intersecciones que disponen de vías ciclistas o de vías ciclo-adaptadas, es decir, la infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo. La ciclorred y sus complementos conforman entonces el conjunto de la ciclo-infraestructura. De acuerdo con el trabajo de (Pardo & Sanz, 2016). Existen diferentes tipologías de vías ciclistas y vías ciclo-adaptadas.

La diferencia entre dos tipos de espacios de circulación de bicicletas se define en función de la relación de los usuarios de la vía pública. A continuación, se describen las principales características y los criterios de aplicación de ambas modalidades.

Vías ciclistas: Las vías ciclistas son espacios reservados exclusivamente a la circulación de bicicletas, que no se traslapan con el espacio de otros usuarios y cuya variedad viene determinada por los siguientes criterios:

- Relación con otros modos en la movilidad (integración / segregación)
- Trazado (parques o vías)
- Elementos de segregación (marca vial, bolardos, bordillos continuos)

- Tipologías de segregación: existen dos tipologías de segregación denominadas dura y blanda. La segregación física se considera de tipo duro y tiene en cuenta elementos físicos que impiden o dificultan salir o entrar de una vía segregada. La segregación visual es de tipo blando y considera elementos visuales (marcas viales, delineadores de tránsito, color o textura del pavimento) que delimitan las vías segregadas.

Ciclorruta: Las ciclorrutas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta, segregadas físicamente del resto del tránsito (motorizado) y también de los peatones. Las ciclorrutas pueden transcurrir al nivel de la calzada, al nivel del andén o a un nivel intermedio, pero siempre llevan algún tipo de segregación física. Pueden ser unidireccionales o servir para los dos sentidos circulatorios (bidireccionales). (Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas, Min. Transporte)

Ciclobanda: son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta, segregadas visualmente, es decir, a través de marcas viales, color y otros dispositivos indicativos de su especialización. Pueden transcurrir a nivel de la calzada o formar parte del andén, aunque en ese caso debe justificarse rigurosamente, pues genera conflictos con los peatones que deben ser evitados desde la propia concepción de la cicloinfraestructura. La experiencia internacional al respecto indica que las ciclobandas por andén llegan a ser contraproducentes para la propia imagen y propósito de la bicicleta, cuyo espacio de circulación más apropiado en la ciudad es en proximidad o junto a los demás vehículos.

Carril ciclopreferente: En este caso, el concepto del uso compartido se aplica a un carril de la calzada, habitualmente en calles de múltiples carriles. En el carril ciclopreferente el ciclista tiene el derecho de circular en paralelo o en el centro del carril y los vehículos motorizados tienen que adaptar su velocidad a la de la bicicleta. En todo caso la velocidad máxima permitida en los carriles ciclopreferentes es de 30 km/h. El carril ciclopreferente llevará marcas viales horizontales (pictograma de bicicleta) para su identificación.

Circulación a contraflujo: Las calles de sentido único del tránsito suponen para el ciclista una menor permeabilidad de la malla vial y un aumento de las distancias a recorrer. Por este motivo se ha aplicado en muchas ciudades del mundo el concepto de contraflujo ciclista, que permite que la bicicleta pueda circular en los dos sentidos de la calle (sin requerir una ciclobanda para el contraflujo). Los contraflujos sin segregación son aplicables

en calles con poco tránsito y velocidades bajas, por lo cual estas soluciones suelen ser limitadas a las calles con tránsito calmado.

Dado que se trata de una medida novedosa en las ciudades colombianas, puede ser conveniente realizar en las primeras intervenciones algún tipo de fortalecimiento visual de la opción a contraflujo, por ejemplo, mediante marcas con pictogramas ciclistas y señalización vertical.

En la tabla 6 se observa una síntesis del pro y contra que tiene cada una de las tipologías o tipos de diseño para ciclovías de igual manera estos criterios se justifican con relación a las condiciones reales de la zona y los estudios de demanda que se hayan realizado.

Tabla 3. Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclistas. Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

TIPOLOGÍA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Ciclorruta	<ul style="list-style-type: none"> » Máxima comodidad y relajación para ciclistas entre intersecciones »» Máxima seguridad entre intersecciones y máxima capacidad de atracción de nuevos usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> »» Menor visibilidad entre ciclistas y otros vehículos en intersecciones en caso de no contar con diseño adecuado »» Máxima ocupación del espacio »» Relativamente cara »» Nueva barrera para el peatón si transcurre al nivel del andén.
Ciclobanda-calzada	<ul style="list-style-type: none"> » Facilidad de implantación »» Costo mínimo de implantación y reposición »» Flexibilidad de uso por parte de ciclistas »» Buenas condiciones de visibilidad en intersecciones »» Permite circular de modo seguro a altas velocidades 	<ul style="list-style-type: none"> »» Propensión al uso indebido por vehículos circulando o estacionados »» Fricción con las paradas de autobús »» Baja percepción de seguridad, especialmente para ciclistas con poca experiencia »» Mayor exposición de ciclistas a emisiones contaminantes y acústicas »» Aumento del ancho de la calzada, puede conducir a secciones urbanísticamente desequilibradas
Ciclobanda-andén	<ul style="list-style-type: none"> »» Relativamente sencilla y barata para implantar »» Aprovecha y refuerza los cruces peatonales »» Atractiva para nuevos usuarios con escasa experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> »» Conflictividad con peatones »» Incomodidad para ciertos usos estanciales y recreativos del espacio peatonal »» No contribuye al calmado del tráfico y, por lo tanto, no es tan útil a efectos de un cambio en el modelo de movilidad »» Puede generar una errada cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial
Banda ciclopreferente	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo muy bajo »» Gran flexibilidad de uso por parte de las bicicletas »» Facilita la moderación del tránsito al reducir los anchos del espacio de circulación motorizada 	<ul style="list-style-type: none"> »» Percibida como insegura por parte de ciclistas con poca experiencia »» Puede requerir el complemento de otras medidas de moderación del tránsito (velocidad, volumen) »» Menos atractiva que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del

Carril ciclopreferente	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo mínimo »» Máxima flexibilidad para ciclistas »» Buena visibilidad del ciclista 	<p>tránsito sea reducida</p> <ul style="list-style-type: none"> »» Percibido como inseguro por parte de los usuarios menos experimentados »» Menos atractivo que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea bajo.
Calle de tránsito calmado	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo mínimo »» Máxima flexibilidad para ciclistas »» Atractiva también para peatones »» Buena visibilidad del ciclista 	<ul style="list-style-type: none"> »» Sólo es percibida como segura si las medidas del tránsito calmado que la acompañan son efectivas
Carril bus bici	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo mínimo »» Fácil implementación 	<ul style="list-style-type: none"> »» Percibido como inseguro por parte de usuarios menos experimentados »» Reducción de la velocidad comercial de los autobuses »» Conflictos en las paradas
Contraflujo	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo mínimo »» Máxima flexibilidad para ciclistas 	<ul style="list-style-type: none"> »» Puede ser percibido como inseguro »» Es necesario explicar la medida (sobre todo a los conductores de vehículos motorizados mediante campañas de información).
Vía, calle o zona peatonal con circulación ciclista autorizada	<ul style="list-style-type: none"> »» Costo mínimo »» Puede mejorar la permeabilidad de la malla vial y la accesibilidad en bicicleta 	<ul style="list-style-type: none"> »» Conflictividad potencial con los peatones »» Posible aumento de la inseguridad percibida por parte de algunos grupos de peatones. »» Reducción de la velocidad en los desplazamientos en bicicleta »» Puede generar una errónea cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial

Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

En la figura 10 se deduce la interacción de los vehículos motorizados de acuerdo con el TPD y la velocidad de desplazamiento, permite una integración parcial

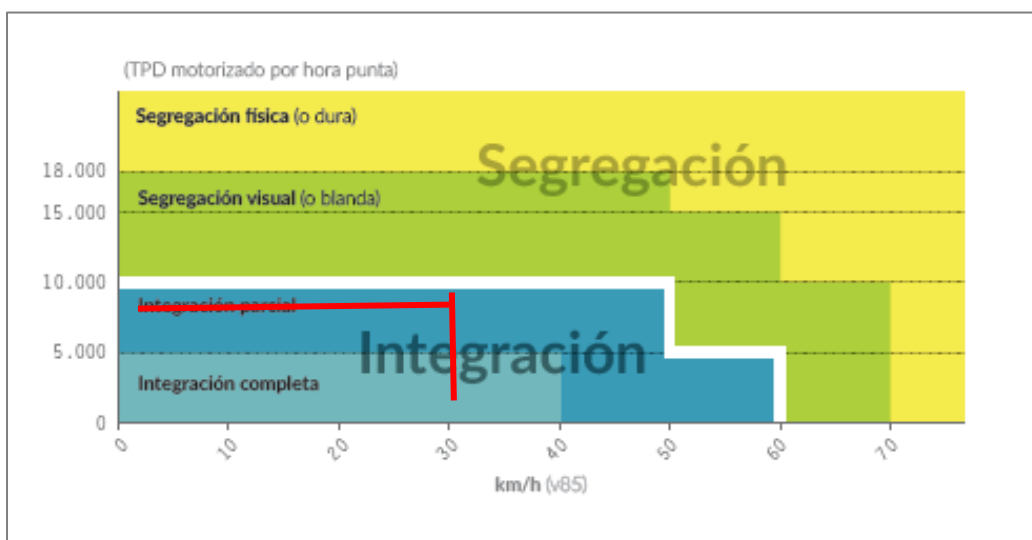


Figura 10. Criterios de integración/segregación en función del volumen y la velocidad del tránsito motorizado. (Tránsito Promedio Diario - TPD)

Se puede usar pavimento de color a lo largo de la vía para llamar la atención en función única del carril, o en áreas con tráfico cruzado, como en las entradas y salidas, para una mayor visibilidad de los ciclistas (ver figura 11).(City & Officials, 2011)



Figura 11. Carril con tráfico cruzado Fuente: (United Kingdom, 2020)

- *Dimensiones de referencia:* las vías ciclistas deben tener unas dimensiones que permitan tanto el tránsito seguro y cómodo de bicicletas como las maniobras de adelantamiento, encuentro, parada, etc. La Figura 12 presenta las dimensiones básicas del ciclista.

Como primera referencia básica se consideran las siguientes dimensiones habituales para el conjunto bicicleta-ciclista: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 metros, mientras que el ancho es de aproximadamente 0,70 metros.

Esta dimensión se amplía al considerar el espacio de circulación, que incluye los requerimientos necesarios de los ciclistas para guardar el equilibrio. El espacio de circulación básico para bicicletas convencionales se establece en 1,00 metro de ancho y 2,25 metros de altura. Pero hay que tener en cuenta también la posible ampliación de esos espacios de circulación en función de las características del usuario (edad, condición física), del entorno (pendientes) o del contexto (viento).

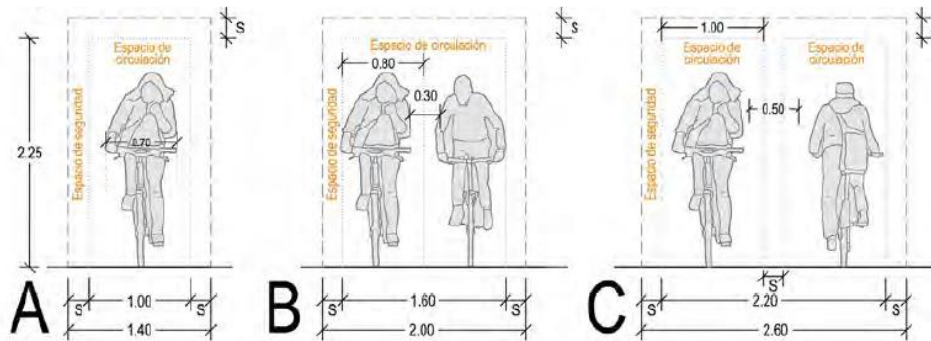


Figura 12. 9 dimensiones básicas del ciclista. Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

- Obstáculos y elementos de delimitación de las vías

En caso de que la vía ciclista disponga de bordillos superiores a 5 cm de altura en los bordes, es preciso incrementar la sección unos 0,15 metros para cada lado afectado.

Para obstáculos discontinuos (mobiliario urbano, postes de luz, arborización, etc.) la distancia mínima respecto a la superficie pavimentada debe ser de 0,30 metros, mientras que el espacio de resguardo en caso de elementos continuos (setos, muros, vallas, etc.) debe ser algo mayor (0,40 m).

Por su parte, el Decreto 798 de 2010 (Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) establece que las ciclorrutas proyectadas a nivel del andén deben tener una distancia mínima de 0,60 metros libre de obstáculos respecto a la franja de mobiliario y respecto a la calzada. Ver gráficos en figura 13.

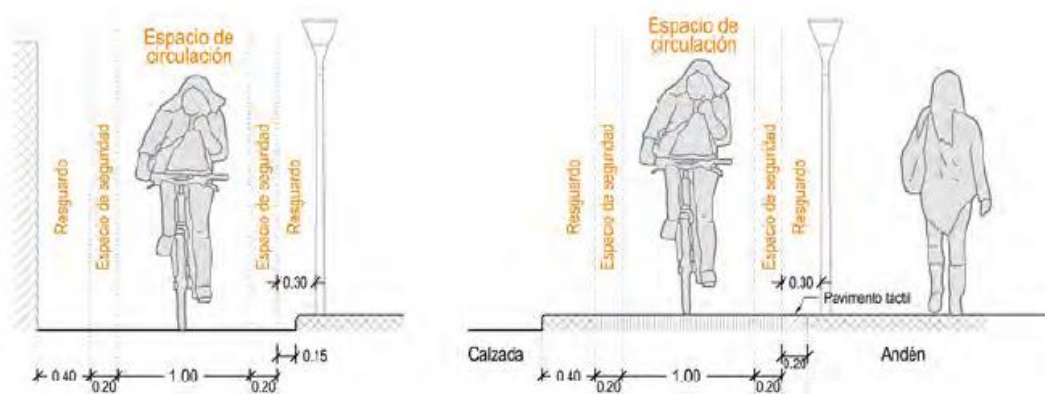


Figura 13. Espacios de resguardo en relación con elementos de la vía pública. Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

- Señalización horizontal

La señalización horizontal (líneas y figuras aplicadas sobre el pavimento *ver figura 14*) tiene como objetivo, aplicadas a la movilidad en bicicleta, satisfacer una o varias de las siguientes funciones: delimitar carriles de circulación, separar sentidos de circulación, indicar el borde de la calzada. Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento, completar o precisar el significado de las señales verticales y semáforos y guiar y orientar a los usuarios.

Líneas longitudinales: Se desarrollan a lo largo de la vía, en paralelo al sentido de circulación.

Líneas de Eje Central: se utilizan para marcar la separación de los carriles para bicicletas. El ancho mínimo de la línea debe ser 10 cm y pueden ser blancas o amarillas. Son de color blanco cuando separan carriles en un mismo sentido de circulación y de color amarillo cuando indican el eje de una vía para bicicletas con circulación en los dos sentidos.

Línea de eje central continua: Cuando las características geométricas y/o del entorno de un determinado sector obstruyan la visibilidad, se debe indicar a los usuarios la prohibición de adelantar o girar mediante una línea de eje central continua.

Líneas de eje central segmentadas: Se emplean en los tramos en los que el adelantamiento y los giros están permitidos. La relación entre trazos y brechas es de 1:2, siendo la longitud de los trazos de 1 m y la de la brecha entre trazos de 2 m.

Líneas de canalización: esta línea se debe aplicar a lo largo de toda la vía para bicicletas, para separarla del tránsito motorizado, cuando la vía para bicicletas se sitúa sobre la calzada. Son de color blanco retrorreflectivo y de 40 cm de ancho.

Línea de canalización continua: Cuando la demarcación indique un límite que no se puede sobrepasar se empleará un trazo continuo. Según las condiciones de velocidad e intensidad del tráfico motorizado, se recomienda reforzar estas líneas con tachones separados cada 2 m aproximadamente o con bordillos.(Pardo & Sanz, 2016)

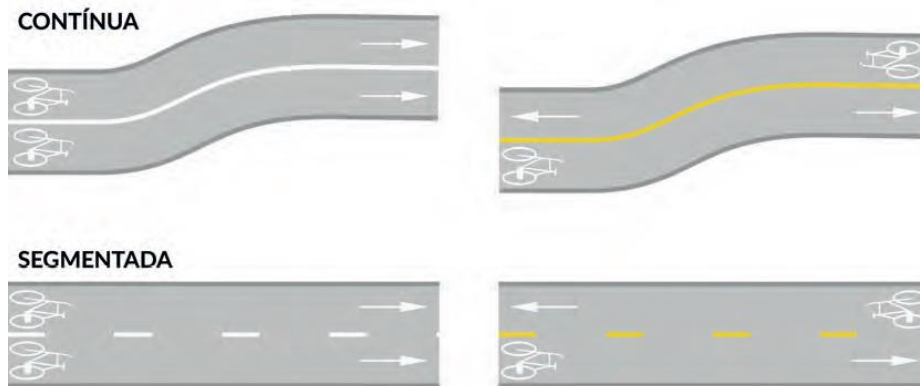


Figura 14. 10 Líneas de demarcación horizontal. Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

Paso para ciclistas: Cuando una vía ciclista cruza una vía convencional se delimita con líneas segmentadas, constituidas por cuadrados blancos de 40 cm de lado y separados también por brechas de 40 cm. En vías urbanas de 60 km/h o menos se pueden colocar topes vehiculares o bolardos para impedir la entrada de vehículos motorizados en la vía para bicicletas. Conviene colorear el fondo del paso ciclista en rojo en cruces sin semáforo con vías ciclistas, así como cruces semaforizados donde los vehículos pueden efectuar el giro a la derecha al mismo tiempo que los ciclistas pueden seguir recto. Líneas de canalización en paso para ciclistas en el caso de vía ciclista sobre la calzada (izquierda) y sobre el andén (derecha) ver figura 15.

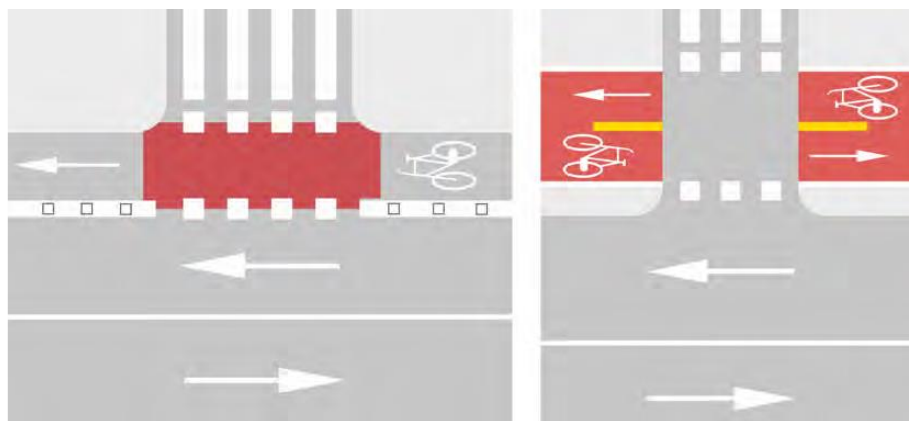


Figura 15. intersecciones con vías; intersecciones con andenes. Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

Líneas Transversales: se desarrollan en perpendicular al sentido de circulación de la vía. Se utilizan en cruces a nivel de una vía para bicicletas con vías utilizadas por vehículos

motorizados o por peatones, para indicar el lugar antes del cual las bicicletas deben detenerse. Son de color blanco, su ancho es de 20 cm y pueden ser continuas o segmentadas.

Símbolos y Leyendas: los mensajes consignados en el pavimento se deben realizar preferiblemente por medio de símbolos. Tanto las letras como los símbolos tienen que prolongarse en la dirección del movimiento del tráfico, debido a que la posición del usuario sobre la bicicleta reduce considerablemente su ángulo de observación; dicho efecto se compensa alargando los símbolos y textos.

Pictograma de bicicleta: la demarcación de las ciclorrutas se debe complementar con un pictograma de bicicleta de color blanco en el pavimento. El pictograma de la bicicleta sirve para indicar bandas reservadas para ciclistas y los pasos ciclistas. La distribución de pictogramas debe ser realizada en función de las características particulares del tramo, teniendo como referencia una distancia de 30 m. ver figura 16.

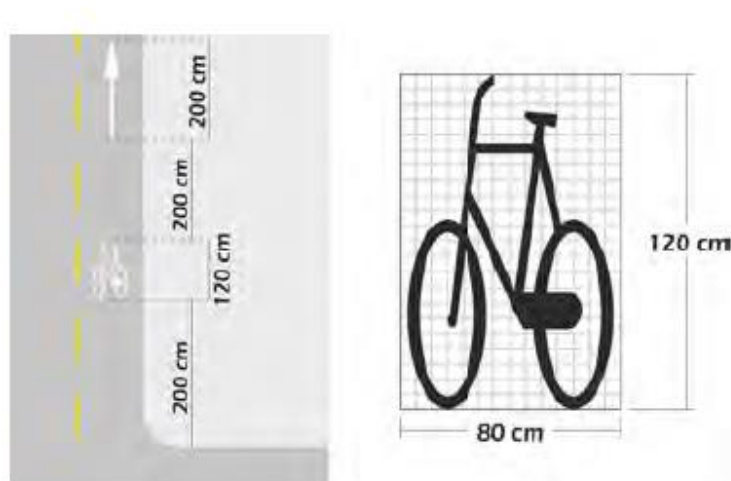


Figura 16.11 Dimensiones de señalización sobre carril. Fuente (Pardo & Sanz, 2016)

Flechas: sirven tanto para marcar vías ciclistas unidireccionales como bidireccionales. Indican al ciclista la dirección y sentido que debe seguir cuando transita por una vía para bicicletas. Conviene combinar la flecha con el pictograma de la bicicleta. Ver figura 17

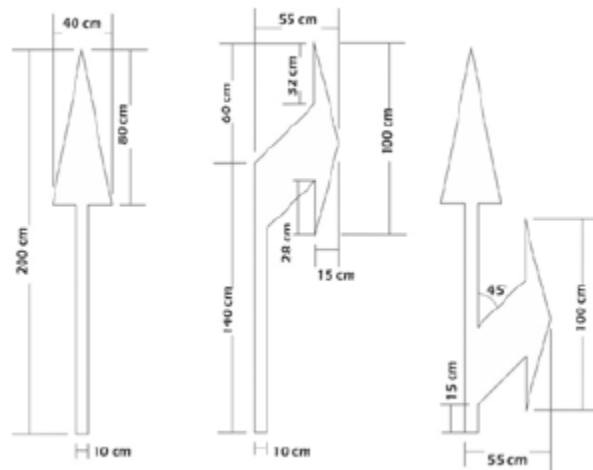


Figura 17. Dimensionamiento secciones señalización. Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

Ceda el paso: Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria, sin obligación de detención, antes de incorporarse a otra vía. Se acompaña con la correspondiente señal vertical (SR-02). Ver figura 18.

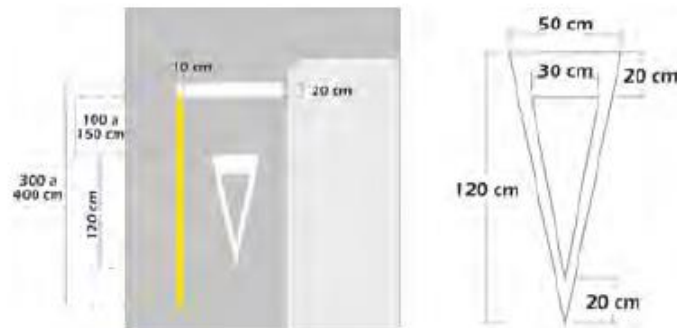


Figura 18. dimensionamiento señal ceda el paso Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

Pare: Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria antes de incorporarse a otra vía. Se acompaña con la correspondiente señal vertical (SR-01) ver figura 19.

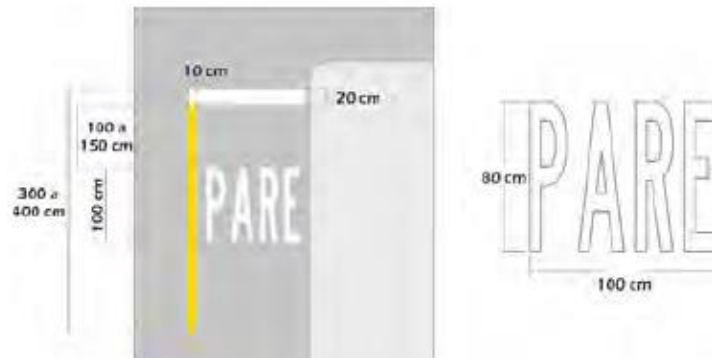


Figura 19. Dimensionamiento de PARE Fuente: (Pardo & Sanz, 2016)

- Estacionamiento de bicicleta

Se denomina estacionamiento de bicicletas al espacio y al conjunto de elementos de señalización, protección y soporte que posibilita la colocación de las bicicletas cuando no están en uso. La dificultad para dejar la bicicleta en un lugar cómodo y seguro cuando no se utiliza es uno de los factores que más desincentivan su uso como medio de transporte para los desplazamientos cotidianos en la ciudad. Por este motivo, una buena planificación de la movilidad en bicicleta debe adoptar medidas dirigidas a mejorar la oferta de estacionamientos para bicicletas, tanto en calidad, como en cantidad y distribución.

Características de los parqueaderos para bicicletas: La utilidad de un estacionamiento es la suma de su ubicación, la tipología y su diseño. Como es lógico, la ubicación es clave para que se utilice un estacionamiento para bicicletas. Hay varios aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de elegir el lugar adecuado:

Accesibilidad: los estacionamientos deben estar ubicados en proximidad al origen o al destino de desplazamiento, disponiendo de una conexión peatonal adecuada.

Capacidad: los estacionamientos de bicicletas deben disponer de plazas suficientes para satisfacer la demanda prevista.

Seguridad: la ubicación idónea de los estacionamientos es en lugares donde haya un “control ciudadano” natural, que evite el deterioro intencionado o el robo de las bicicletas.

Los estacionamientos a la vista del tránsito peatonal o del personal fijo de los edificios próximos suelen ofrecer mayor seguridad.

Integración: la ubicación de los estacionamientos es óptima cuando se integran en el entorno urbano y la ocupación del espacio público es tolerable, sin obstaculizar los desplazamientos peatonales y, en particular, los de las personas con discapacidad. Los estacionamientos de bicicletas pueden disponer de una serie de servicios complementarios a los necesarios para garantizar la seguridad ante el robo, que es el primer requisito que deben cumplir.

Protección física: en algunos lugares pueden ser convenientes elementos más robustos de protección de bicicletas, como el caso de casilleros para guardar la bicicleta bajo llave y con completa protección.

Protección climática: cuanto mayor sea el tiempo que una persona vaya a dejar su bicicleta estacionada, más debe protegerse de la intemperie, la lluvia y el sol.

Sistema de vigilancia: dado su elevado costo, la vigilancia mediante cámaras de seguridad y/o personal solo es posible para lugares con gran demanda.

Servicios para bicicletas: el mantenimiento y arreglo de bicicletas es un servicio útil y adecuado para grandes ciclo-parqueaderos.

4.2. Aplicación de la encuesta y análisis

Mediante la realización de una encuesta dirigida a los habitantes del municipio de Ubaté se logró recolectar información útil para el desarrollo al presente trabajo de investigación, dicha información fue fundamental para formar las bases para realizar la propuesta de infraestructura (Anexo 1). La herramienta que se utilizó para la divulgación de la encuesta fue Google documents forms, que generó también los diagramas de resultados. Se tomó una muestra de 287 encuestas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

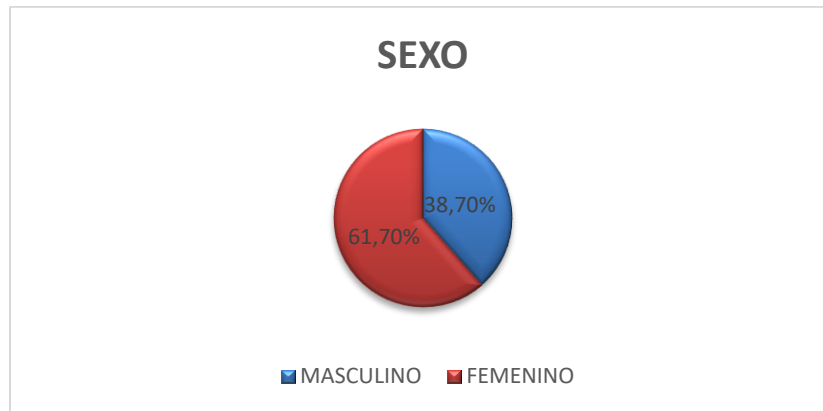


Figura 20. Género de los encuestados Fuente: Google docs.forms

Como lo refleja la figura 20, el 61% que contestó la encuesta corresponde a mujeres, esto no significa que en la población del municipio predomine el género femenino, sino que, fueron mayoría en la encuesta.

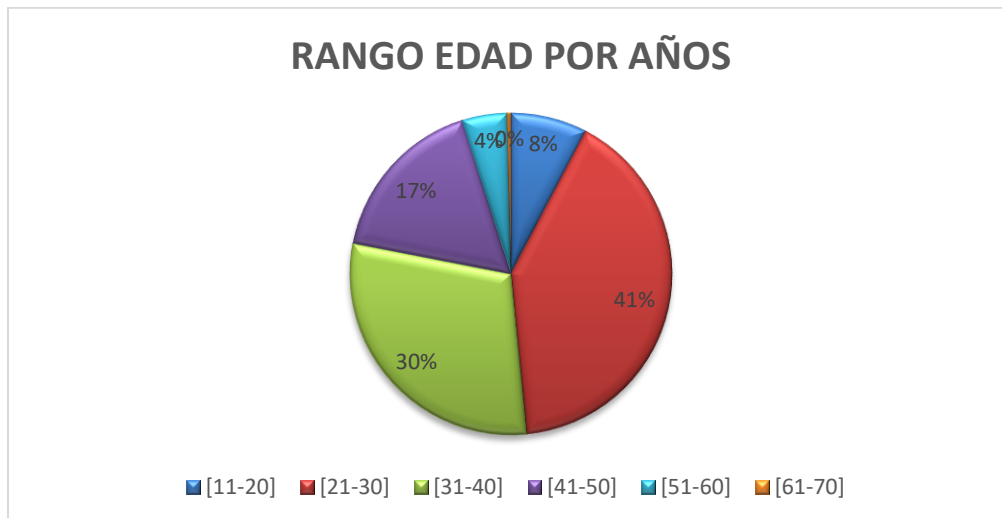


Figura 21.12 Rango de edades Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos de la figura 21, se deduce que el mayor porcentaje de la población encuestada se encuentra entre los 21 y 30 años, seguido por otro porcentaje que se encuentra entre los 31 y 40 años. Mientras que el porcentaje más bajo se encuentra entre los 61 a 70 años con un solo encuestado.

ESCOLARIDAD
287 respuestas

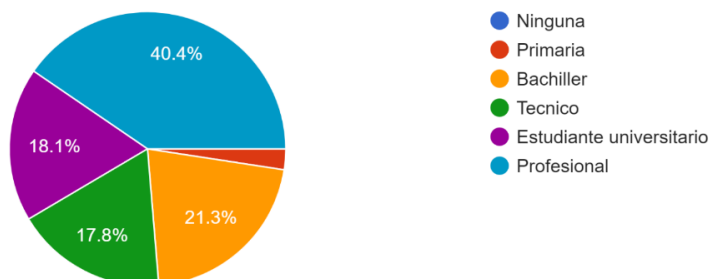


Figura22. Escolaridad Fuente: Google docs.forms

Como se puede apreciar en la figura 22, el 40% de la población encuestada manifestó que cuentan con un grado de escolaridad profesional, seguido por bachilleres con un 21.3% y estudiantes universitarios con 18.1% y primaria con un porcentaje bajo de 2.4%

¿ES RESIDENTE DEL MUNICIPIO DE UBATÉ?
287 respuestas

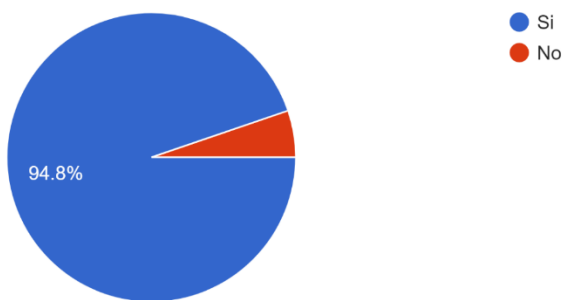


Figura23. Residentes del municipio Fuente: Google docs.forms

La figura 23, muestra que el 95% de los encuestados manifestaron que son residentes del municipio de Ubaté, mientras que el 5% restante respondieron que no.

RESIDE EN ZONA:

287 respuestas

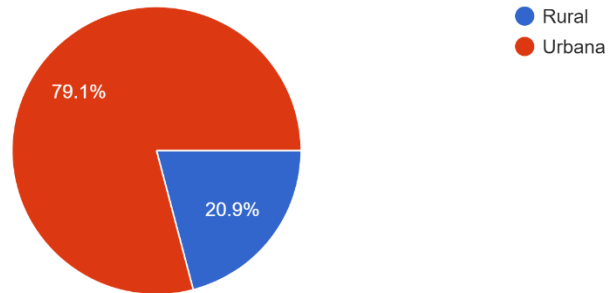


Figura 24. lugar de residencia Fuente: Google docs.forms

Como se ilustra en la figura 24, el 79% de los encuestados se encuentran residiendo en la zona urbana del municipio de Ubaté y el 20.9% se encuentran viviendo en la zona rural.

¿QUÉ MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZA A DIARIO O EMPLEA CON MAYOR FRECUENCIA?

287 respuestas

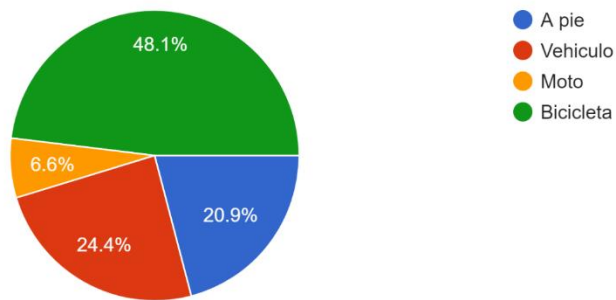


Figura 25. Medios de transporte utilizado Fuente: Google docs.forms

De acuerdo con los resultados obtenidos en la figura 25, el medio de transporte más utilizado por los encuestados para movilizarse en el municipio de Ubaté es la bicicleta con un 48.1%, en segundo lugar, es el vehículo con un 24.4%, en tercer lugar, es el modo peatonal con un 20.9% y por último se encuentra la moto con un 6.6%. Es importante mencionar que el porcentaje más alto representa la movilización en un medio de transporte no motorizado al que no se le ha dado mayor importancia a pesar de que se encuentra

incluido en PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial) y en los planes de desarrollo de las administraciones, puesto que al momento solo existen dos tramos de ciclo infraestructura como son la carrera once y carrera octava, este último se construyó a finales del año 2019 por tal motivo no se incluyó como parte de la investigación y análisis del proyecto, sin embargo se hace mención dado que ya hace parte de obras del municipio.

La información mostrada en la figura 25 hace parte fundamental del desarrollo del proyecto de investigación objetivo que se realizó.

¿CUÁL DE LOS SIGUIENTES LUGARES FRECUENTA?:

287 respuestas

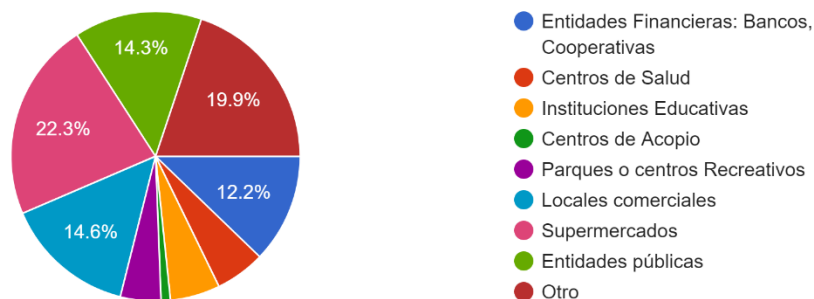


Figura 26. centros o lugares de atracción Fuente: Google docs.forms

En la figura 26 se observa, que los sitios visitados a diarios por mayor frecuencia por parte de los encuestados son los supermercados con un 22.3%, centros de salud con un 19.9%, locales comerciales con un 14.6%, y por último el lugar menos visitado es el centro de acopio con un 1%.

SUS MOTIVOS DE VIAJE SON:

287 respuestas

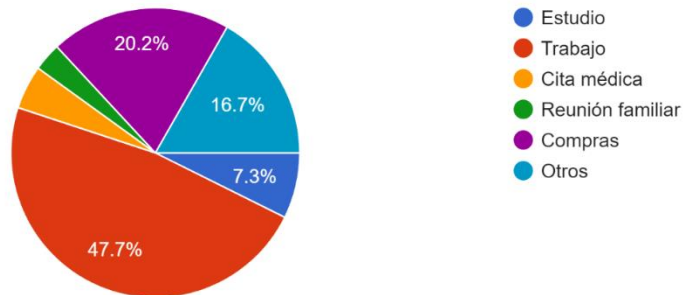


Figura 27. motivos de viaje Fuente: Google docs.forms

En la figura 27 se observa que los encuestados respondieron que los motivos de viaje son trabajo con un 47.7%, compras con un 20.2%, estudio con un 16.7%, mientras que en el porcentaje más bajo corresponde a asuntos familiares con un 3.1%.

TENIENDO EN CUENTA LA ANTERIOR IMAGEN ¿QUÉ DISTANCIA RECORRE A DIARIO. SI LAS MANZANAS O CUADRAS TIENEN UNA LONGITUD PROMEDIO ENTRE 100 Y 180 METROS?

287 respuestas

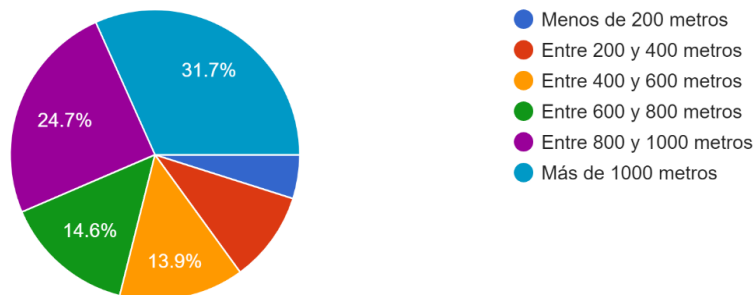


Figura 28. Promedio de distancia recorrida Fuente: Google docs.forms

La figura 28 donde se pregunta cuál es la distancia que recorre un ciudadano comúnmente, el mayor porcentaje de los encuestados manifestaron que la distancia recorrida a diario esta alrededor de los 1000 metros, mientras que el segundo porcentaje recorre alrededor de 800 a 1000 metros, mientras que el menor porcentaje respondió que solamente recorre 200 metros a diario.

DE LAS SIGUIENTES VÍAS, ¿CUÁLES TRANSITA A DIARIO?

287 respuestas

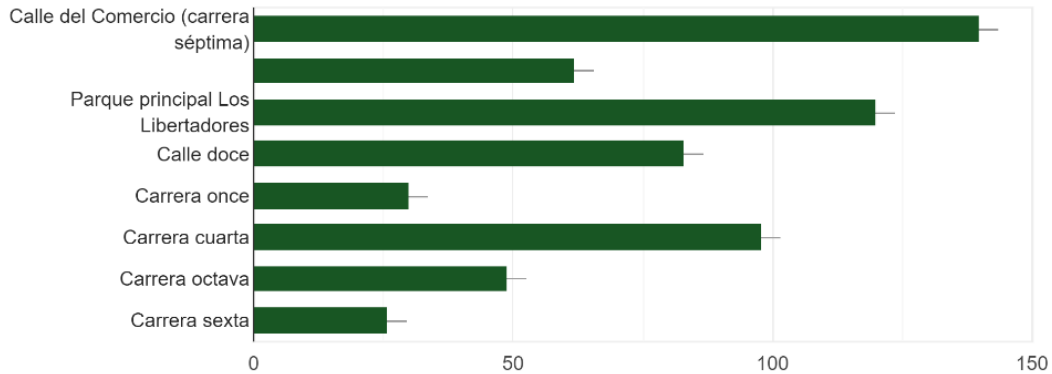


Figura 29. vías que presentan mayor flujo de personas Fuente: Google docs.forms

Según los datos obtenidos en la figura 29, los encuestados respondieron que la calle que más transitan a diario es la carrera séptima entre calles novena y calle once, seguida de la calle sexta donde está ubicado el parque principal Los Libertadores, en tercer lugar, se encuentra la carrera cuarta y por último la vía que transitan a diario es la carrera sexta.

¿CÓMO PERCIBE LA MOVILIDAD EN UBATÉ?

286 respuestas

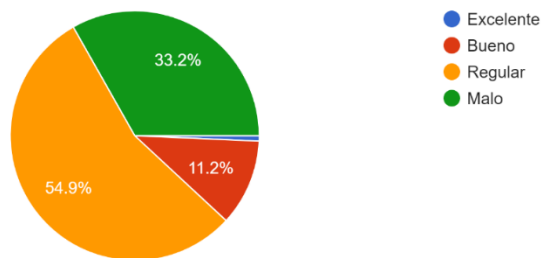


Figura 30. 13 Percepción de movilidad Fuente: Google docs.forms

Como se logra apreciar en la figura 30, el 54.9% de la población encuestada perciben que la movilidad en el municipio de Ubaté se encuentra en un nivel regular, seguido de un 33.2% donde los encuestados calificaron que la movilidad es mala, por último, con menor

porcentaje del 0.7% donde los encuestados que la movilidad perciben que la movilidad se encuentra en un nivel excelente.

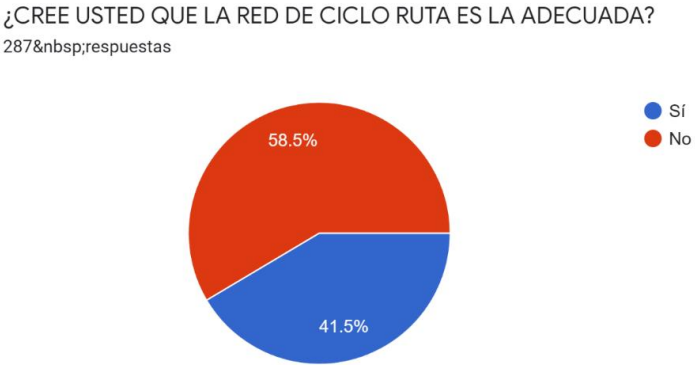


Figura 3114 red de ciclo infraestructura Fuente: Google docs.forms

El 58.5% de los encuestados considera que la red de ciclorruta no es la adecuada en contraposición donde el 41.5% afirma que es la adecuada, véase figura 31.

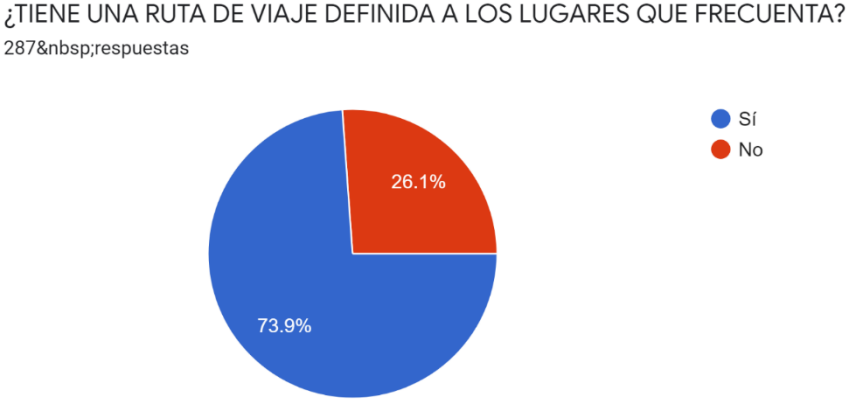


Figura 32. Ruta de viaje Fuente: Google docs.forms

Como se puede apreciar en la figura 32, el 73.9% de los encuestados manifestaron que si tienen una ruta definida a los lugares que frecuentan, mientras que el 26.1% respondieron que no cuentan con una ruta definida a dichos lugares.

¿CREE USTED QUE LA PLANIFICACIÓN VIAL ES LA CORRECTA?

285 respuestas

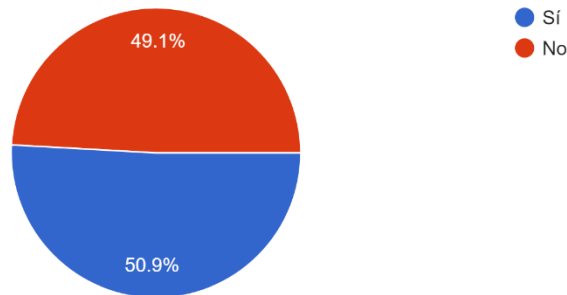


Figura 33. Planificación vial Fuente: Google docs.forms

Como se percibe en la figura 33, el 50.9% de la población encuestada creen que la planificación vial del municipio de Ubaté es correcta, por otro lado, el 49.1% restante consideran que el municipio de Ubaté no cuenta con una correcta planificación vial.

¿CREE USTED QUE LAS SEÑALES DE TRANSITO SON LAS CORRECTAS PARA MOVILIZARSE EN BICICLETA?

283 respuestas

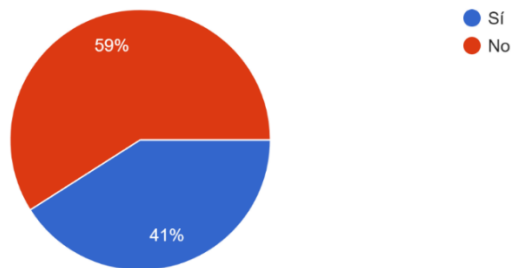


Figura 34. Uso correcto de la señalización en la ciclo infraestructura Fuente: Google docs.forms

Analizando los datos de la figura 34, se puede derivar que el 59% de los encuestados consideran que las señales de tránsito del municipio de Ubaté no son las correctas para movilizarse en bicicleta, mientras que el 41% creen que Ubaté cuenta con señales de tránsito óptimas para que una persona se movilice sin ningún inconveniente.

CUANDO USA BICICLETA PORTA ELEMENTOS DE SEGURIDAD COMO:
271 respuestas

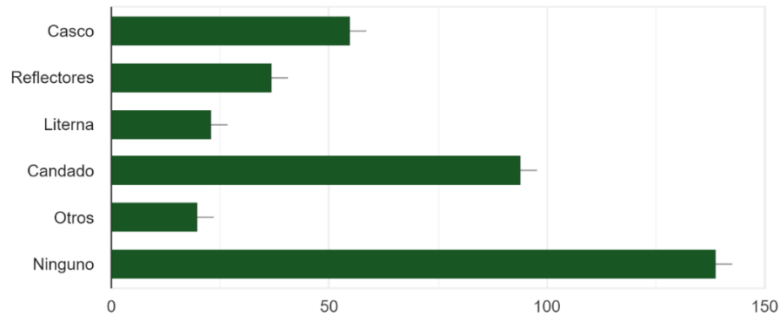


Figura 35. Uso de elementos de protección y seguridad por parte de los ciclistas Fuente: Google docs.forms

De acuerdo con la figura 35, el mayor porcentaje de los encuestados concuerdan que cuando usan bicicleta no emplean ningún elemento de protección ante cualquier accidente, sin embargo, algunos emplean elementos de seguridad como candados, cascos, reflectores ante un eventual accidente.

¿PERCIBE BUENA SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LAS VÍAS EN EL MUNICIPIO?
287 respuestas

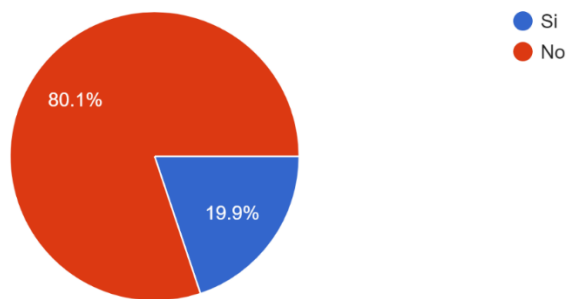


Figura 36. señalización y demarcación de las vías urbanas Fuente: Google docs.forms

Analizando los datos de la figura 36, se puede derivar que el 80.1% de los encuestados consideran que la señalización y demarcación de las vías locales del municipio de Ubaté no son las correctas, mientras que el 19.9% creen que Ubaté cuenta con una buena señalización y demarcación.

En síntesis, los resultados obtenidos de la muestra de 287 personas del municipio de Ubaté muestran que los encuestados perciben que la movilidad se encuentra en un nivel regular, esto como resultado del deterioro de las vías, la mala planificación, falta de señalización, cultura ciudadana y carencia de una normatividad clara. Sin embargo, el no uso de elementos de seguridad y protección por parte de los ciclistas también juega un papel importante ante esta problemática de movilidad que finalmente atenta contra el bienestar de la comunidad y el municipio, algo importante que se debe resaltar es la falta de ciclovías que mejoren la movilidad y que conecten sectores que finalmente se beneficien económicamente entre sí.

Por otro lado, de las personas encuestadas el 40% dijeron ser profesionales, el 36% tienen estudio superior, se deduce entonces que aproximadamente el 76% de los encuestados tienen un grado superior de escolaridad.

El 94.8% de las personas que respondieron la encuesta residen en Ubaté, de los cuales el 79.2% tienen domicilio en la zona urbana, la mayor concentración de los encuestados localizados en los barrios San Francisco, Simón Bolívar y Centro;

Los lugares que frecuentan son entidades bancarias y entidades públicas, el motivo de viaje predominante es por trabajo, entre las calles que transitan a menudo según los encuestados con un 21.5% son la calle San Francisco y un 42% el parque Los Libertadores.

En cuanto a la movilidad poco favorable entre regular y mala; el 58% de los encuestados considera que las ciclorrutas no son las adecuadas, manifiestan la necesidad de crear espacios para ciclistas y peatones, las vías no tienen orden, ven la necesidad de crear más espacios públicos, ciclovías, mejoramiento de la malla vial, señalización, demarcación en vías, correcto funcionamiento y sincronización semafórica. El 58% de los encuestados consideran que las señales de tránsito no son las correctas para la movilización de bicicletas, son poco visibles, desconocen su significado, falta una correcta señalización, mapas de localización, implementación de sistemas de información innovadores.

Priorizar al peatón y al ciclista, disminuir los riesgos en accidentalidad por vehículos, siniestros viales, implementación de guías de ruta, los ciudadanos no tienen cultura ciudadana, falta de cultura en la movilidad del ciclista como actor directo e indirecto, pues

hay quienes no respetan las señales de tránsito ni a los peatones e igualmente conductores de vehículos motorizados que desconocen la prioridad vial.

Se desconoce el deber en la utilización de elementos de seguridad y protección, la mayoría utiliza el candado como elemento de seguridad antirrobo.

4.3. Diagnóstico zona de estudio por tramos

Se realizó un estudio previo para evidenciar el estado físico de la vía, su viabilidad, flujo de cada uno de los modos de transporte, espacio público y zonas de estacionamiento, con el fin identificar los factores para diseñar el tramo en estudio.

Teniendo en cuenta lo establecido en la *Guía de Ciclo Infraestructura para Ciudades Colombianas*; la *Guía de Diseño de Ciclovías Urbanas* (Urban Bikeway Design Guide) de NACTO (National Association of City Transportation Officials) y la *Guía de Diseño de Ciclo Infraestructura* (Cycle Infrastructure Design) del Departamento de Transporte del Reino Unido, se va a desarrollar un diseño que se ajuste a la infraestructura existente en el municipio y a su vez cumpla con los parámetros mínimos exigidos por la normatividad colombiana.

4.3.1 Diagnóstico del estado actual de los criterios para tener en cuenta en el diseño de la ciclo-infraestructura para el tramo de la calle sexta entre carrera 11 y carrera sexta:

En este apartado se analizan los principales usos de suelo del tramo a intervenir y las características geométricas y de seguridad vial y se realiza el aforo para identificar los motivos de viajes y el volumen de estos.

Particularmente se identifican tres usos de suelo residencial, comercial e institucional. También se definen cinco tramos para el análisis del sector. Como se puede observar en la tabla 4 la sección vial objeto de estudio presenta gran variedad de centros de atracción que

se encuentran en relación con la encuesta realizada a un grupo de ciudadanos del municipio de Ubaté.

1. Identificación de los centros o nodos de atracción de personas ver tabla 1

Tabla 4 Diagnóstico de la zona

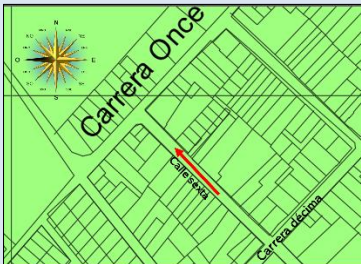
Localización	Usos		
	Residencial	Institucional	Comercial
Tramo 1, calle 6 entre carrera 11 y carrera 10	Vivienda Residencial		Tienda de barrio
Tramo 2, calle 6 entre carrera 10 y carrera 9	Vivienda Residencial	Universidad de Cundinamarca Iglesia cristiana	Papelerías y locales de alimentos
Tramo 3, calle 6 entre carrera 9 y carrera 8	Vivienda Residencial	Laboratorio clínico Centro cultural	Locales de comida rápidas, Billar
Tramo 4, calle 6 entre carrera 8 y carrera 7		Centros de salud Consultorios odontológicos Entidad financiera	Papelerías, Locales comerciales y de consumo de alimentos Centro fotográfico, Almacenes, Droguerías
		Zonas de parqueadero bicicletas y vehículos	
Tramo 5, calle 6 entre carrera 7 y carrera 6		Entidades públicas: notaria, alcaldía Entidades financieras	Restaurante, droguería, cafeterías, bares, ópticas
		Zonas de parqueadero, alamedas, parque principal Los Libertadores, Basílica	

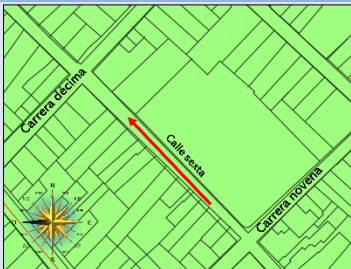

Fuente: Elaboración Propia


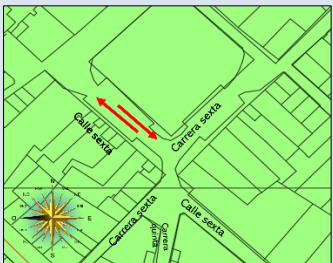
2. Identificación de geometría y seguridad vial

Posteriormente, una vez identificados los centros de atracción se divide en tramos el sector para realizar una evaluación con la finalidad de identificar y caracterizar los elementos urbanísticos como secciones de andenes, anchos de vía, sentido del flujo vehicular, zonas de parqueo, intersecciones, señalización, demarcación vial, topografía, drenajes y tipo de material de rodadura. Ver tabla 5.

Tabla 5 Peritaje geométrico vial de la zona de estudio

Tramo vial	Elemento	Descripción
Tramo 1, calle 6 entre carrera 11 y carrera 10 	Sección de andenes	1.50-1.28 metros
	Anchos de vía	6.15 metros
	Sentido del flujo vehicular	Unidireccional
	Zonas de parqueo	No registra
	Intersecciones	Carrera 11 y carrera 10
	Señalización	Reglamentaria 1 "PARE" Horizontal 1 "zona escolar"
	Demarcación vial	ninguna
	Topografía	Llano
	Drenajes	Cunetas y alcantarillas
	Material de rodadura	Asfalto
Tramo 2, calle 6 entre carrera 10 y carrera 9	Sección de andenes	1.58-1.50 metros
	Anchos de vía	7.00 metros
	Sentido del flujo vehicular	Unidireccional
	Zonas de parqueo	No registra

	Intersecciones	Carrera 10 y carrera 9
	Señalización	Sin marcas
	Demarcación vial	Ninguna
	Topografía	Llano
	Drenajes	Cunetas y alcantarillas
	Material de rodadura	Asfalto
<p>Tramo 3, calle 6 entre carrera 9 y carrera 8</p> 	Sección de andenes	1.50-1.50 metros
	Anchos de vía	5.35 metros
	Sentido del flujo vehicular	Unidireccional
	Zonas de parqueo	No registra
	Intersecciones	Carrera 9 – carrera 8 y ciclorruta carrera 8
	Señalización	Ninguna
	Demarcación vial	No registra
	Topografía	Llano y dos reductores de velocidad
	Drenajes	Cunetas y alcantarillas
Material de rodadura	Asfalto	
<p>Tramo 4, calle 6 entre carrera 8 y carrera 7</p>	Sección de andenes	1.36-1.36 metros
	Anchos de vía	7.17 metros
	Sentido del flujo vehicular	Unidireccional
	Zonas de parqueo	para bicicletas y vehículos

	Intersecciones	Carrera 8 – carrera 7 - parque principal
	Señalización	Reglamentaria 1
	Demarcación vial	Solo bahía de parqueo
	Topografía	Llano
	Drenajes	Cunetas y alcantarillas
	Material de rodadura	Asfalto
<p>Tramo 5, calle 6 entre carrera 7 y carrera 6</p> 	Sección de andenes	6.12 – 3.65 metros
	Anchos de vía	6.60 metros
	Sentido del flujo vehicular	Bidireccional
	Zonas de parqueo	3 bahías de parqueo para vehículos
	Intersecciones	Carrera 7 – carrera 5 – calle 6 – carrera 6
	Señalización	Zona de parqueo
	Demarcación vial	No registra
	Topografía	Llano y un reductor de velocidad
	Drenajes	Cunetas y alcantarillas
Material de rodadura	Asfalto	

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la caracterización se procedió a realizar una *medición longitudinal del tramo en estudio*, correspondiente con la segmentación propuesta:

Tramo 1 K0+000 a K0+152

Tramo 2 K0+152 a K0+296

Tramo 3 K0+296 a K0+492

Tramo 4 K0+492 a K0+597

Tramo 5- K0+597 a K0+710

3. *Conteo de demanda de bicicletas.*

Para conocer la demanda de bicicletas actual del corredor de estudio, durante la semana del 18 al 22 de noviembre de 2019 se realizó un conteo o aforo en cada una de las intersecciones de la calle sexta entre carrera once y carrera sexta del municipio de Ubaté; donde se obtuvieron los siguientes datos:(ver tabla 6)

Tabla 6 Encuesta a ciclistas calle 6

Serie	Sexo	Edad	Origen	Destino	Elementos de seguridad	Tiempo de ruta [min]
1	M	52	Hogar	Trabajo	NO	15
2	F	27	Hogar	Trabajo	NO	10
3	F	31	Hogar	Trabajo	NO	10
4	M	42	Hogar	Deporte	SI	60
5	M	28	Hogar	Trabajo	NO	15
6	M	31	Hogar	Trabajo	NO	20
7	M	37	Hogar	Trabajo	NO	15
8	F	15	Hogar	Colegio	NO	20
9	F	7	Hogar	Colegio	NO	20
10	M	32	Hogar	Trabajo	NO	15
11	M	31	Hogar	Trabajo	NO	20

12	M	28	Hogar	Trabajo	NO	15
13	M	44	Hogar	Trabajo	NO	10
14	F	35	Hogar	Trabajo	NO	15
15	M	40	Hogar	Trabajo	NO	15
16	F	37	Hogar	Trabajo	NO	20
17	F	28	Hogar	Trabajo	NO	15
18	M	45	Hogar	Trabajo	NO	8
19	F	38	Hogar	Trabajo	NO	10
20	F	42	Hogar	Trabajo	NO	15
21	F	23	Hogar	Trabajo	NO	15
22	M	30	Hogar	Trabajo	NO	10
23	M	35	Hogar	Trabajo	NO	30
24	M	40	Hogar	Trabajo	NO	10
25	F	2	Hogar	Colegio	NO	20
26	F	30	Hogar	Trabajo	NO	15
27	M	40	Hogar	Trabajo	NO	20
28	F	33	Hogar	Trabajo	NO	30
29	F	39	Hogar	Trabajo	NO	10
30	M	41	Hogar	Trabajo	NO	10
31	M	53	Hogar	Trabajo	NO	20
32	M	34	Hogar	Deporte	SI	120
33	M	17	Hogar	Colegio	NO	30
34	M	29	Hogar	Trabajo	NO	20

35	M	45	Hogar	Trabajo	NO	15
36	M	52	Hogar	Trabajo	NO	20
37	F	38	Hogar	Eps	NO	30
38	F	30	Hogar	Trabajo	NO	10
39	M	43	Hogar	Trabajo	NO	20
40	F	27	Hogar	Trabajo	NO	20
41	F	35	Hogar	Colegio	NO	30
42	F	21	Hogar	Trabajo	NO	40
43	F	44	Hogar	Trabajo	NO	20
44	M	36	Hogar	Trabajo	NO	10
45	F	14	Hogar	Colegio	NO	20

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de la tabla 6 muestra los siguientes resultados de la encuesta de conteos de bicicleta como se observa en la figura 37.

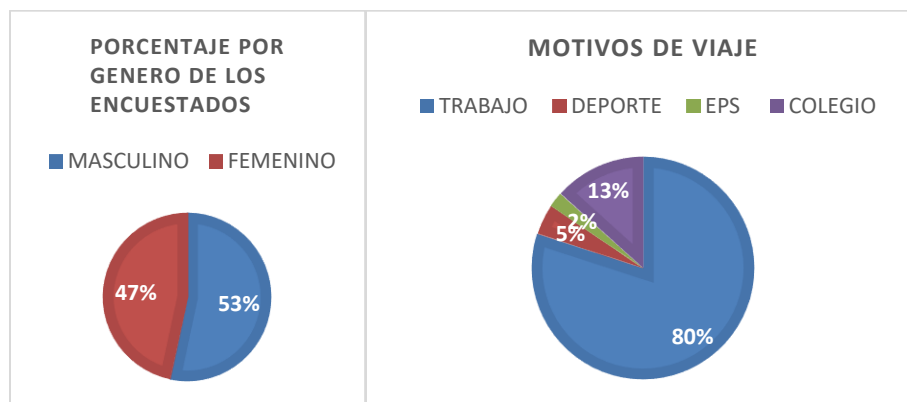


Figura 37. Información encuesta ciclistas calle sexta. Fuente Elaboración propia

La velocidad promedio de los ciclistas oscila entre los 10km/h y los 20km/h, en el caso de los vehículos tienen una velocidad de recorrido alrededor de los 20km/h. Los usuarios que más utilizan la bicicleta están en la franja de edad de 10-50 años

Durante el tercer trimestre del año 2019 se realizó una visita a la calle 6 entre carreras once y carrera sexta del municipio de Ubaté con el fin de obtener el número de ciclistas que se movilizan por la zona en la hora de máxima demanda, evidenció que la hora de máxima demanda de ciclistas se encuentra entre las 05:15 pm – 06:15 pm. El volumen de ciclistas/hora es de 498 de la calle 6.

4.4. Diseño metodológico específico para municipios con población menor a 25.000 habitantes dentro del casco urbano

A partir de la revisión realizada en los diferentes manuales de diseño de una ciclo-infraestructura en la tabla 7 se identifican los principales parámetros de diseño. Estos parámetros sirven para el planteamiento, análisis y diseño de una ciclo-infraestructura que se ajuste a las condiciones del entorno de la ciudad, su arquitectura y urbanismo existente:

En síntesis, a la hora de plantear un proyecto de ciclo-infraestructura, además del ancho de la vía se debe tener en cuenta el tipo de usuarios, el número de peatones, TPD, velocidad de vehículos, zonas de estacionamiento.

Tabla 7. Parámetros de diseño para una ciclo-infraestructura.

Parámetros de diseño	GUÍA DE CICLO-INFRAESTRUCTURA PARA CIUDADES COLOMBIANAS (CO)	Guía de diseño de vías ciclistas urbanas (Urban Bikeway Design Guide) NACTO (EUA)	Diseño de ciclo infraestructura (Cycle Infraestructura Design) by the Department for Transport. (London, UK)
Tipo de usuarios	X	X	X
Velocidad de circulación vial	X	X	X
Intersecciones	X	X	X
Pasos cruzados	X	X	X
Señalización vertical	X	X	X
Señalización horizontal	X	X	X
Sistemas informativos - guías	X	X	X

Elaboración propia del autor

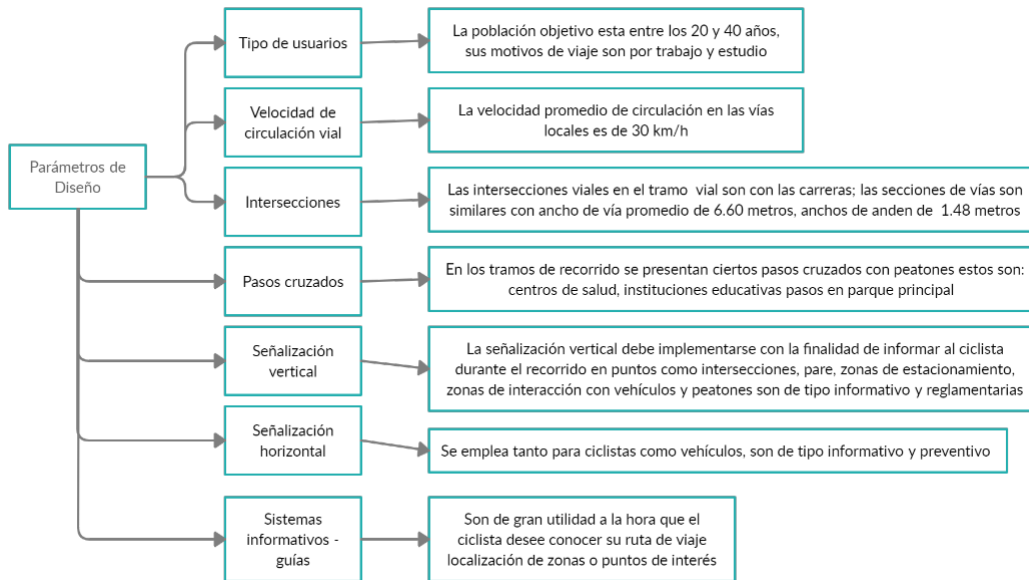


Figura 38. Proceso de diseño específico para el caso de estudio. Fuente Elaboración propia

5. Propuesta de diseño

Después de identificar los parámetros de diseño, se identifica para el sector de estudio las siguientes actuaciones.

Se plantea diseñar un tramo conector de ciclo-infraestructura en la calle 6 entre carrera 11 y carrera 6a con una longitud de aproximadamente 710 metros, que inicia en la carrera once y finaliza en la intersección de la calle 6, carrera 5 y carrera 6 ver tabla 7.

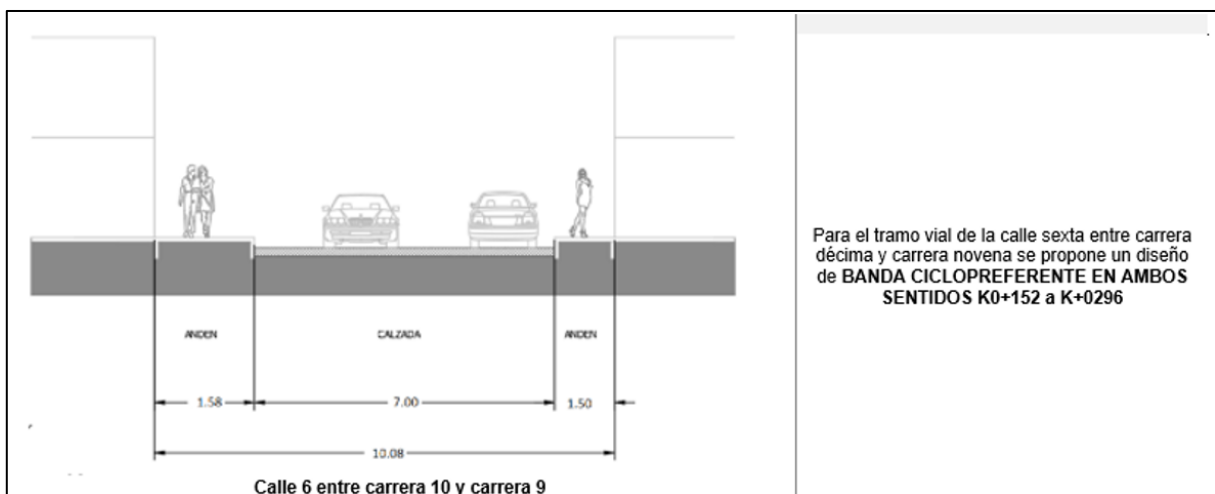
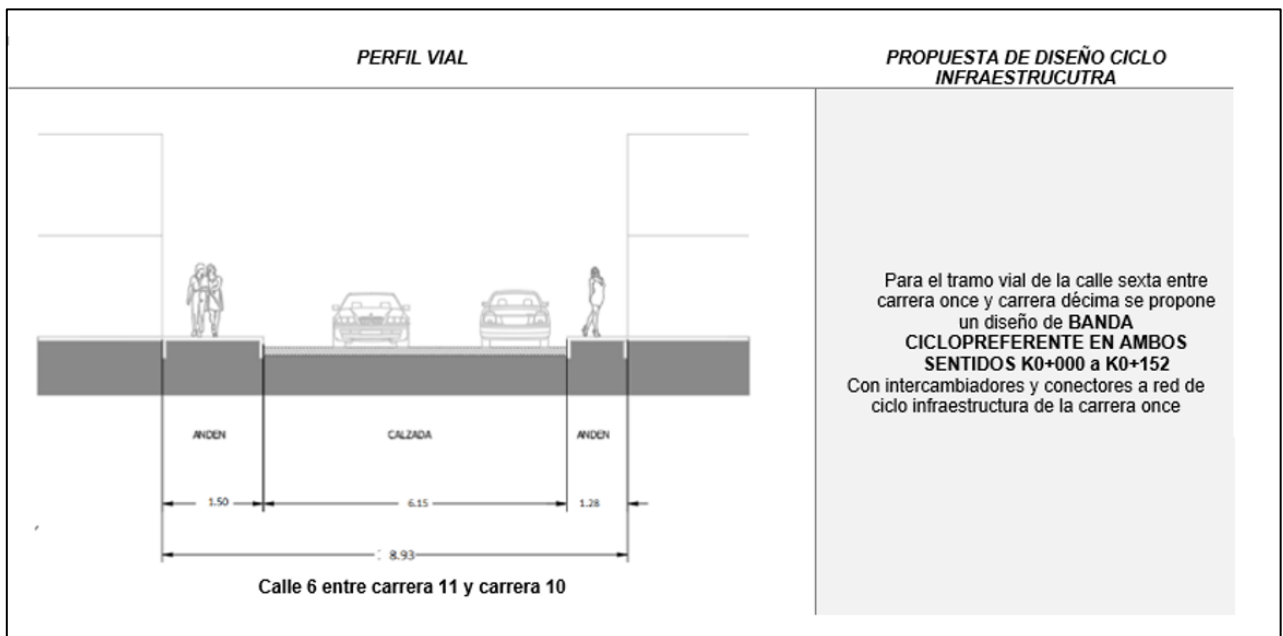
Entre carrera once a carrera sexta se propone implementar el diseño de una ciclo-infraestructura con banda ciclo-preferente en ambos sentidos, donde autos y ciclistas puedan usar el carril de forma conjunta. En el parque principal se desarrollarán diferentes diseños en cada uno de los puntos críticos identificados: *el ingreso por carrera séptima sur norte, la glorieta diagonal a la notaria primera, alamedas y zonas de estacionamiento, interconexión e intersección carrera sexta, calle sexta y carrera quinta*. Esto representa la primera parte del diseño de ciclo infraestructura, posteriormente, se deben articular las ciclorrutas para crear una red o malla que permita a los ciudadanos ir desde un origen a

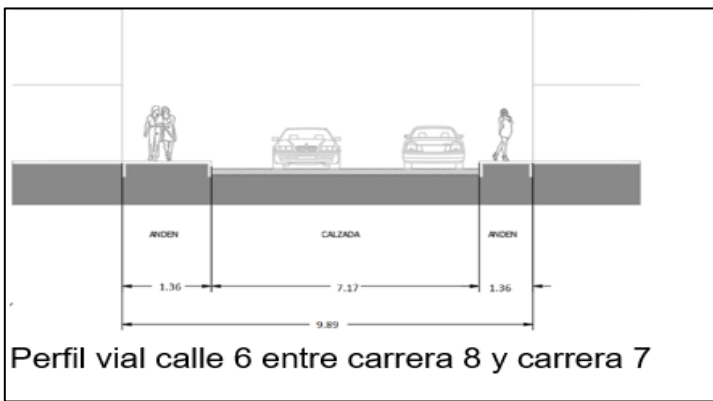
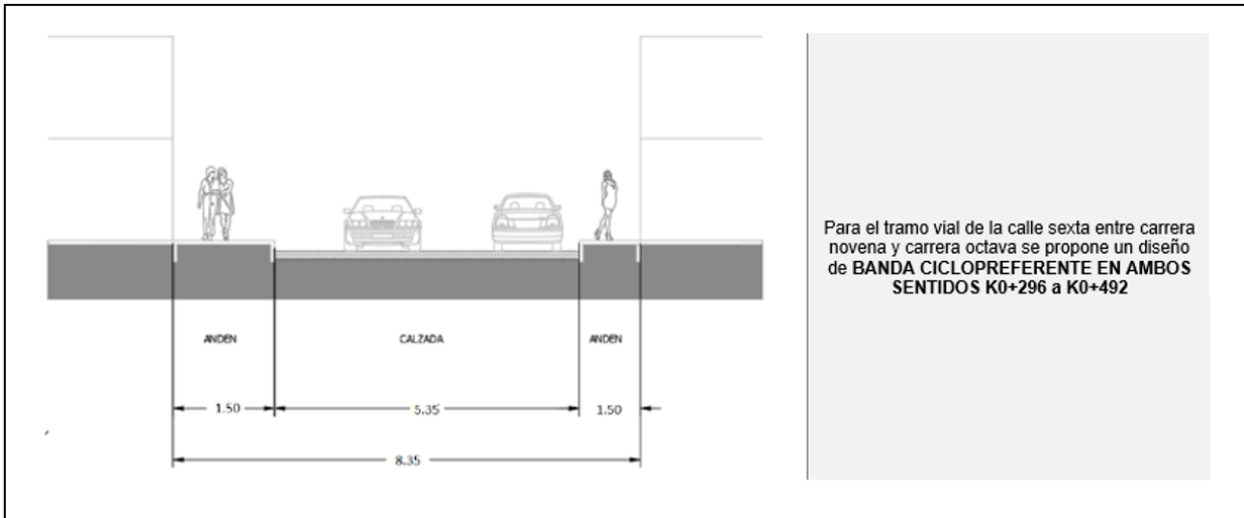
destino contando con un sistema de infraestructura que garantice desplazamientos, seguridad, efectividad y conectividad.

5.1 Diseño detallado por tramos

La tabla 8 muestra el diseño detallado por tramos que se plantea para el sector de análisis, el diseño incluye propuesta de infraestructura y obras anexas como intercambiadores y conectores.

Tabla 8 Perfiles viales por secciones de tramos. Propios del autor





Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera octava y carrera séptima se propone un diseño de **CARRIL CICLOREFERENTE EN AMBOS SENTIDOS K0+492 a K0+597**
 Con intercambiadores y conectores a red de ciclo infraestructura de la carrera octava



Cruce compartido peatones vehículos y bicicletas

Glorieta
CARRIL CICLOREFERENTE EN AMBOS SENTIDOS



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra una vista de planta del sector de estudio con sus respectivas intersecciones.



Figura 39. Trazado de la ciclovía propuesta. Elaboración propia

5.2 Descripción puntual del diseño.

El diseño no contempla intervención a andenes los cuales se mantendrán su ancho de manzana, sin embargo, el ancho de la ciclo banda variara en función del ancho de vía, para lo cual está en un rango de 1.40 -1.20 metros por banda en sentido de acuerdo con las especificaciones de la guía colombiana de ciclo-infraestructura. El sentido vehicular se asume el existente, parque principal doble sentido, carrera 7 a carrera 11; unidireccional. La longitud expresada es una aproximación a las distancias reales, estas pueden presentar variaciones por lo que se hace la aclaración a través de la delimitación por tramos para un mejor análisis. A continuación, se describe con más detalle de cada una de las secciones o tramos que se intervienen en el diseño:

El punto de inicio $K0+000$ (Carrera once es la Intersección de la calle sexta con carrera once y conexión de la ciclorruta calle once con la ciclo-red de la calle sexta. Se debe propone señalización vertical y horizontal que indique la conectividad con la ciclorruta existente de la carrera once, mapas de viaje o ruta y centros de atracción durante el recorrido de la calle 6, cruce de peatones y vehículos, como se muestra en la figura 40.



Figura 40. Intersección calle sexta con carrera once. Elaboración propia del autor

Tramo 1 $K0+000$ a $K0+152$

Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera once y carrera décima se propone un diseño de *Banda Ciclopreferente en Ambos Sentidos*. Con intercambiadores y conectores a red de ciclo infraestructura de la carrera once. Dado que es una zona residencial solo se

realiza la demarcación y señalización sin apliques de color como se observa en la figura 41 antes y después de su intervención



Figura 41. Sección vial calle sexta carrera once sin diseño – con diseño. Elaboración propia

Tramo 2 K0+152 a K0+296

Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera décima y carrera novena se propone un diseño de *Banda Ciclopreferente en Ambos Sentidos K0+152 A K+0296*. En este sector se encuentra la intersección con carrera 10. La figura 42 muestra el diseño de la intersección y la figura 43 muestra el diseño de la sección vial la cual cuenta con una marcación con franja de color verde con la finalidad que se interprete que es una zona con bastante interacción con peatones dado que es la zona universitaria.

Figura 15 Intersección carrera 10 con calle sexta. Elaboración propia del autor



Figura 16 Intersección carrera 10 con calle sexta. Elaboración propia del autor



Figura 17 Sección vial universidad de Cundinamarca

Tramo 3 K0+296 a K0+492

Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera novena y carrera octava se propone un diseño de *Banda Ciclopreferente en Ambos Sentidos K0+296 A K0+492*. En ese tramo se encuentra la Intersección carrera 9 calle 6 (figura 43). Además, se muestra el diseño de la sección vial, se tuvieron los mismos criterios de la franja que cruza por la zona universitaria dado que en esta cuadra hay bastante presencia de instituciones, restaurantes y centros de salud. La figura 44 muestra el diseño frente a la casa de la cultura.



Figura 18 Intersección calle sexta con carrera novena. Elaboración propia del autor



Figura 19. Sección vial casa de la Cultura. Elaboración propia del autor

Tramo 4 K0+492 a K0+59

Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera octava y carrera séptima se propone un diseño de *Carril Ciclopreferente en Ambos Sentidos K0+492 A K0+597* Con intercambiadores y conectores a red de ciclo-infraestructura de la carrera octava, ver figura 45 y figura 46.



Figura 20 Interconexión e intersección calle sexta con carrera octava y ciclorruta.



Figura 21 Sección vial calle caliente. Elaboración propia del autor

Tramo 5- K0+597 a K0+710. Se consideraron dos puntos críticos

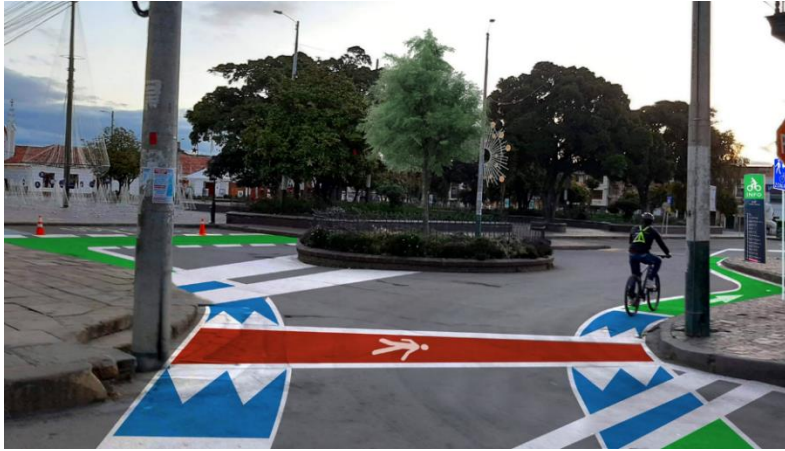


Figura 22 Punto crítico 1: cruce compartido peatones vehículos y bicicletas. Elaboración propia del autor



Figura 23 Sección vial parque principal Los Libertadores. Elaboración propia del auto

Punto crítico 1. Para el tramo vial de la calle sexta entre carrera séptima y carrera sexta se propone un diseño de Carriles y Bandas Ciclopreferentes en Ambos Sentidos K0+597 A

K0+710, sin embargo en la zona de parqueadero o estacionamiento para vehículos en ambos costados la propuesta es *Carriles Compartidos con Prioridad el Ciclista*, Dado que esta vía es de doble sentido y no permitiría el paso independiente de vehículos y bicicletas. Con intercambiadores y conectores a red de ciclo infraestructura futura carrera sexta, carrera quinta y calle sexta ver figura 47 y 48.

- Punto crítico 2 (ver figura 49). Interconexión, cruce compartido peatones vehículos ciclistas carrera quinta, calle y carrera sexta.



Figura 24 Punto crítico 2 interconexión, intersección – cruce compartido Elaboración propia del autor

En síntesis, el diseño particular para el sector de estudio reúne una serie de características específicas de acuerdo con el volumen de viajes, el uso del suelo y las características de las vías.

6. Conclusiones y recomendaciones

Ubaté se caracteriza por ser un municipio central donde se realizan actividades económicas que fomentan el desarrollo empresarial de los municipios aledaños y que finalmente propician el mejoramiento de la economía interna. Cuenta con un gran flujo vehicular que en los últimos años debido a su acelerado incremento ha deteriorado la malla vial, complicando el libre tránsito para vehículos, peatones y ciclistas.

La falta de cultura ciudadana, de educación vial y la carencia de señalización vial ha generado accidentes donde lamentablemente se han perdido la vida personas y animales, es por esta razón que el presente trabajo de investigación se busca que por medio de un nuevo diseño sobre la infraestructura existente se genere impactos positivos para los ciudadanos que se movilicen dentro del pueblo.

El estudio planteado se da a partir de la intervención de la infraestructura existente por medio de una propuesta de mejoramiento y rediseño del tramo que abarca la calle sexta entre carrera once y carrera sexta, este diseño está planteado bajo los parámetros que establece la normatividad colombiana a través de la guía de ciclo infraestructura para ciudades colombianas, el cual consta de carriles ciclo-preferentes en ambos sentidos para el tramo mencionado anteriormente.

Se espera que esta propuesta ayude a mejorar la movilización del municipio de Ubaté, crear conciencia ciudadana sobre la importancia de acatar las normas de tránsito y de cada uno de los actores viales.

Este tipo de intervenciones tiene como objetivo recuperar el espacio público, para que los habitantes mejoren su calidad de vida.

Recomendaciones

Se realizan las siguientes recomendaciones de carácter general con el fin primordial de mejorar la movilidad en el municipio de Ubaté.

Tener como referencia el presente proyecto de investigación para planificación de futuras obras de infraestructura que se realicen en el municipio u otro municipio que cuente con las mismas características. Además, integrar soluciones particulares sobre parqueo en vía.

Promover espacios para la comunidad donde se muestre la importancia de usar los elementos de seguridad y protección cuando se haga uso de una bicicleta

Promover espacios de cooperación ciudadana (charlas, conferencias, reuniones, simposios) donde se muestre la importancia de cumplir con las normas de tránsito.

Incentivar el uso responsable de la bicicleta como medio de transporte cuando se emplee en recorridos cortos ya que trae beneficios para el medio ambiente y la persona que la usa. en este aspecto es importante generar campañas de educación.

7. Referencias Bibliográfica

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (n.d.). Observatorio Nacional de Seguridad Vial. <https://ansv.gov.co/observatorio/indexb31b.html?op=Documentacion&id=49>

Alcaldía de Ubaté. (n.d.). Municipio de Ubaté Cundinamarca.

Alemania Hoy. (n.d.). Alemania Hoy. <http://alemaniahoy.com/info-alemania/bicicletas-y-su-infraestructura-en-alemania/>

Área Metropolitana de Bucaramanga, Alcaldía de Bucaramanga, & ONU-Habitat. (2018). La bicicleta como medio de transporte: Estrategia 2019-2030 para Bucaramanga y su Área Metropolitana. <https://es.unhabitat.org/books/la-bicicleta-como-medio-de-transporte/>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). Aprender de los Países Vecinos. In Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/en/publication/14070/aprender-de-los-paises-vecinos-experiencias-de-ciudades-de-america-latina-en-la>

Cámara de Comercio de Bogotá. (2013). Plan de Competitividad de la Provincia de Ubaté (Issue 1).

City, N. A. of, & Officials, T. (2011). Bikeway Design Guide. April, 304.

Concejo Municipal de Ubaté. (2003). El Plan Básico De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Ubaté 2003 (Vol. 003, Issue 17).

Daly, E. (2014). The Social Implications of Bicycle Infrastructure: What it Means to Bike in America' s Best Cycling Cities. http://digitalcommons.mcalester.edu/geography_honors

Díaz García, A. C., & Quintero Velandia, L. del P. (2017). PROPUESTA DE CICLORRED VIAL PARA EL MUNICIPIO DE UBATÉ - CUNDINAMARCA.

Díaz Garcia, A., & Velandia Quintero, L. (2017). Propuesta de Ciclorred Vial pra el Municipio de Ubaté - Cundinamarca [Universidad La Gran Colombia]. <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5550/1>. PROPUESTA DE CICLORRED PARA EL MUNICIPIO DE UBATÉ CUNDINAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fillis, D. M. (2006). Barriers to Bicycle Infrastructure : Why Do Some Communities Put the Brakes on Sustainable Transport? (Issue May). <http://search.proquest.com/docview/304983208?accountid=14678>

Hilario, D., Nuñez Reyes, A., & Paniagua Rescala, F. (2015). Estudio de Factibilidad de la Movilidad Urbana Sustentable en Metepec, Estado de México 2014-2015 [Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49224>

Jensen, N. (2013). Planning a Cycling Infrastructure - Copenhagen - city of cyclists. Cyclists & Cycling Around the World – Creating Liveable and Bikeable Cities, 1–12. http://cyclists-world.com/onewebmedia/UK_CYKELBOG_NIELS_JENSEN.pdf

JES, J. E. S. M. (2017). Formulación de la primera Etapa del plan de Movilidad del Municipio de Ubaté - Cundinamarca. <http://www.ubate-cundinamarca.gov.co/planes/plan-de-movilidad-473443>

Mintao Weast, J. (2020). Improving Bicycle Infrastructure with the use of Bicycle Share Travel Data. In Findings (Issue 2019). <https://doi.org/10.32866/001c.12801>

Mora, R. M. F., & Galvi, Prada, J. E. (2016). Estudio comparativo entre ciclo-rutas y bici-carriles en Bogotá desde la infraestructura y la calidad del desplazamiento Citación recomendada. UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD.

Municipal, O. I. de C. (n.d.). Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas UCCI. <https://ciudadesiberoamericanas.org/2018/01/18/barcelona-dispone-de-184-kilometros-de-carriles-bici/>

Muñoz Sotomayor, V. A., Betancourt, D., & Jaramillo Sangurima, W. (2016). Diseño de Ciclovías para Ciudades Intermedias, una propuesta para Loja. INNOVA Research Journal, 1(12), 11–22. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n12.2016.77>

Naciones Unidas. (2016). Nueva Agenda Urbana. In N. Unidas (Ed.), Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos sostenibles para Todos (Naciones U). <http://urbanhabitat.com.ar/data/Planear el Barrio.pdf>

Newsletter, & La bicicleta. (n.d.). La Bicicleta. <https://labicicleta.com/lo-montreal-puede-ensenarnos-movilidad-bicicleta/>

Obaid, T. A. (2017). Estado de la Población Mundial 2001: Huellas e Hitos : Población y Cambio del Medio Ambiente. https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swp2001_spa.pdf

Pardo, C. F., & Sanz, A. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas (C. F. Pardo & S. Alonso (eds.); 1st ed.). Ministerio de Transporte de Colombia.

Region Hovedstaden. (n.d.). Supercykelstier. <https://supercykelstier.dk/english/>

TRT - Transport e Territori, Milán, I. (2010). Fomento del Transporte en Bicicleta. In dirección General de Políticas Interiores de la Unión. Departamento temático B: políticas Estructurales y de Cohesión.

United Kingdom, L. T. (Department for T. (2020). Cycle Infrastructure Design (1st ed., Issue July). First published 2020.

Van Goeverden, K., Nielsen, T. S., Harder, H., & Van Nes, R. (2015). Interventions in bicycle infrastructure, lessons from Dutch and Danish cases. *Transportation Research Procedia*, 10(November), 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.090>

LISTA DE ANEXOS

1. Anexo 1. Encuesta de Movilidad
2. Anexo 2. Aforo y conteo de bicicletas
3. Anexo 3. Registro fotográfico

Anexo 1. Encuesta de movilidad a habitantes del municipio de Ubaté

El objetivo de esta encuesta es conocer el medio de transporte más utilizado por los ciudadanos del municipio de Ubaté; motivos de viaje como: estudio, trabajo, compras, pago de servicios u otros. La información se basará en el año 2019 de enero a diciembre. Esta encuesta se realiza con fines académicos que beneficiaran a los indicadores estadísticos del municipio.

1. SEXO *

Femenino

Masculino

2. EDAD *

3. ESCOLARIDAD *

Ninguna

Primaria

Bachiller

Técnico

Estudiante universitario

Profesional

4. ¿ES RESIDENTE DEL MUNICIPIO DE UBATÉ? *

Si

No

5. RESIDE EN ZONA: *

Rural

Urbana

6. RESIDE EN ZONA: *

Rural

Urbana

7. RESIDE EN ZONA: *

Rural

Urbana

8. Si respondió rural diga el nombre de la vereda de lo contrario indique el barrio. *

9. ¿QUÉ MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZA A DIARIO O EMPLEA CON MAYOR FRECUENCIA? *

A pie

Vehículo

Moto

Bicicleta

10. RESIDE EN ZONA: *

Rural

Urbana

11. Si respondió rural diga el nombre de la vereda de lo contrario indique el barrio. *

12. ¿QUÉ MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZA A DIARIO O EMPLEA CON MAYOR FRECUENCIA? *

A pie

Vehículo

Moto

Bicicleta

13. Si respondió rural diga el nombre de la vereda de lo contrario indique el barrio. *

14. ¿QUÉ MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZA A DIARIO O EMPLEA CON MAYOR FRECUENCIA? *

- A pie
- Vehículo
- Moto
- Bicicleta

15. ¿CUÁL DE LOS SIGUIENTES LUGARES FRECUENTA?: *

- Entidades Financieras: Bancos, Cooperativas
- Centros de Salud
- Instituciones Educativas
- Centros de Acopio
- Parques o centros Recreativos
- Locales comerciales
- Supermercados
- Entidades públicas
- Otro

16. SUS MOTIVOS DE VIAJE SON: *

- Estudio
- Trabajo
- Cita médica
- Reunión familiar
- Compras
- Otros

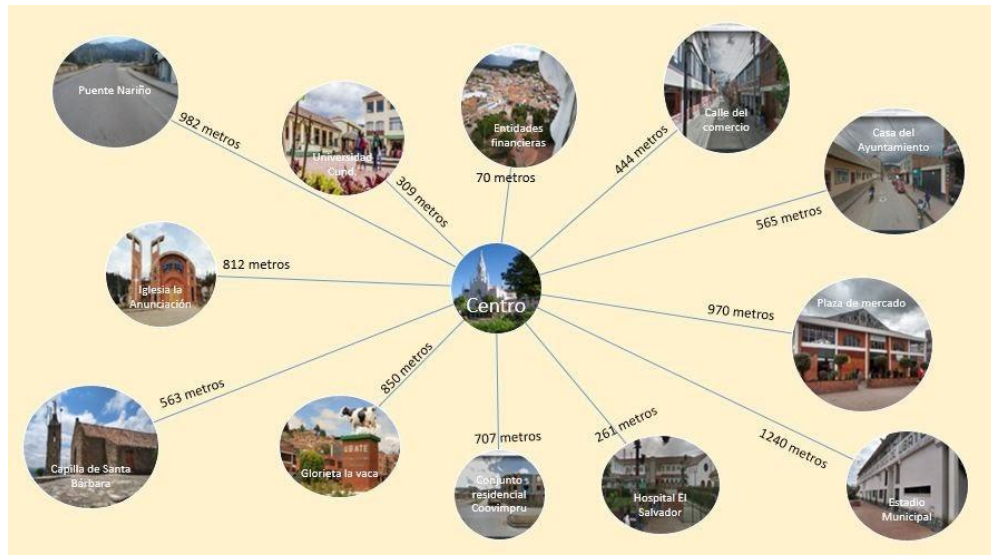
17. ¿CUÁL DE LOS SIGUIENTES LUGARES FRECUENTA?: *

- Entidades Financieras: Bancos, Cooperativas
- Centros de Salud
- Instituciones Educativas
- Centros de Acopio
- Parques o centros Recreativos
- Locales comerciales
- Supermercados
- Entidades públicas
- Otro

18. SUS MOTIVOS DE VIAJE SON: *

- Estudio
- Trabajo
- Cita médica
- Reunión familiar
- Compras
- Otros

OBSERVE LA IMAGEN A CONTINUACIÓN, LE SERA ÚTIL PARA RESPONDER LAS PREGUNTAS POSTERIORES



19. Teniendo en cuenta la anterior imagen ¿qué distancia recorre a diario. ¿Sí las manzanas o cuadras tienen una longitud promedio entre 100 y 180 metros? *

- Menos de 200 metros
- Entre 200 y 400 metros
- Entre 400 y 600 metros
- Entre 600 y 800 metros
- Entre 800 y 1000 metros
- Más de 1000 metros

20. DE LAS SIGUIENTES VÍAS, ¿CUÁLES TRANSITA A DIARIO? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Calle del Comercio (carrera séptima)
- Calle San Francisco - Universidad de Cundinamarca
- Parque principal Los Libertadores
- Calle doce
- Carrera once
- Carrera cuarta
- Carrera octava
- Carrera sexta

21. ¿CÓMO PERCIBE LA MOVILIDAD EN UBATÉ?

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

22. ¿CREE USTED QUE LA RED DE CICLO RUTA ES LA ADECUADA?

- Sí
- No

23. ¿TIENE UNA RUTA DE VIAJE DEFINIDA A LOS LUGARES QUE FRECUENTA?

- Sí
- No

24. ¿CREE USTED QUE LA PLANIFICACIÓN VIAL ES LA CORRECTA?

Sí

No

25. SI SU RESPUESTA ES NO DESCRIBA EL POR QUÉ

26. ¿CREE USTED QUE LAS SEÑALES DE TRANSITO SON LAS CORRECTAS PARA MOVILIZARSE EN BICICLETA?

Sí

No

27. SI RESPONDIÓ NO DESCRIBA EL POR QUÉ

Anexo 2. Aforo y conteo de bicicletas

FECHA: 20		HORA: 6:15		DIRECCIÓN:		HOJA No		TIEMPO Min
SERIE	SEXO	EDAD	ORIGEN	DESTINO	ELEMENTOS DE SEGURIDAD SI/NO			
1	M	52	HOGAR	TRABAJO	NO		15	
2	F	27	"	"	"		10	
3	F	31	"	"	"		10	
4	M	42	"	HOGAR/DEPORTE	SI		60	
5	M	28	"	TRABAJO	NO		15	
6	M	31	"	"	"		20	
7	M	37	"	"	"		15	
8	F	15	"	COLEGIO	"		20	
9	F	7	"	"	"		20	
10	M	32	"	TRABAJO	"		15	
11	M	31	"	"	"		20	
12	M	28	"	"	"		15	
13	M	44	"	"	"		10	
14	F	35	"	"	"		15	
15	M	40	"	"	"		15	
16	F	37	"	"	"		20	
17	F	28	"	"	"		15	
18	M	45	"	"	"		8	
19	F	38	"	"	"		10	
20	F	42	"	"	"		15	
21	F	23	"	"	"		15	
22	M	30	"	"	"		10	
23	M	35	"	"	"		30	
24	M	40	"	"	"		60	
25	F	29	"	COLEGIO	"		20	
26	F	30	"	TRABAJO	"		15	
27	M	40	"	"	"		20	
28	F	33	"	"	"		30	
29	F	39	"	"	"		10	
30	M	41	"	"	"		10	
31	M	53	"	"	"		20	
32	M	34	"	DEPORTE	SI		120	
33	M	17	"	TRABAJO	NO		30	
34	M	29	"	TRABAJO	"		20	
35	M	45	"	"	"		15	
36	M	52	"	"	"		20	
37	F	38	"	EPS	"		30	
38	F	30	"	TRABAJO	"		10	
39	M	43	"	"	"		20	
40	F	27	"	"	"		20	
	F	35	"	COLEGIO	"		30	
	F	21	"	TRABAJO	"		40	
	M	44	"	"	"		20	
	F	35	"	"	"		10	

CU 6^{TA}

HORA		OCIDENTE	ORIENTE	NORTE	SUR
6:15	6:30	1			
6:30	6:45	7	6	12	9
6:45	7:00	13	5	13	13
7:00	7:15	25	19	14	18
7:15	7:30	29	19	33	18
7:30	7:45	22	8	26	13
7:45	8:00	5	13	15	14
8:00	8:15	10	2		3
8:15	8:30	13	17	43	29
8:30	8:45	26	17	4	24
8:45	9:00	13	25	27	34
9:00	9:15	24	19	32	23
9:15	9:30	13	18	31	30
9:30	9:45				
9:45	10:00				
10:00	10:15				
10:15	10:30				
10:30	10:45				
10:45	11:00				
11:00	11:15				
11:15	11:30				
11:30	11:45				
11:45	12:00	23	11	32	40
12:00	12:15	22	18	36	49
12:15	12:30	23	10	34	44
12:30	12:45	19	20	51	52
12:45	13:00	28	22	31	34
13:00	13:15	24	18	49	47
13:15	13:30	21	14	46	50
13:30	13:45	19	9	26	32
13:45	14:00	19	15	32	42
14:00	14:15	23	19	32	27
14:15	14:30	20	15	39	31
14:30	14:45	10	10	22	22
14:45	15:00				
15:00	15:15				
15:15	15:30				
15:30	15:45				
15:45	16:00				
16:00	16:15				
16:15	16:30				
16:30	16:45				
16:45	17:00	19	25	50	44
17:00	17:15	19	25	42	56
17:15	17:30	27	19	30	66
17:30	17:45	19	18	49	67
17:45	18:00	19			
18:00	18:15	20	18	34	53
18:15	18:30	31	15	44	71
18:30	18:45	19	9	37	48
18:45	19:00	21	7	33	
19:00	19:15				
19:15	19:30				
19:30	19:45				
19:45	20:00				
20:00	20:15				

- El TDP encontrado en días típicos fue de:

Intersección	TPD	Observaciones
Carrera 7ª	420	Zona de estacionamientos públicos y vía cerrada del parque principal
Carrera 8ª	2778	Conexión ciclorruta carrera octava
Carrera 9ª	920	Zona universitaria
Carrera 10ª	730	Tramo residencial, y zona estudiantil
Carrera 11ª	2090	Conexión ciclorruta carrera once

Horario de conteo 06:00 – 18:00
Día típico lunes – martes -miércoles

Anexo 3. Registro fotográfico infraestructura vial del municipio de Ubaté

Foto No. 1-



Foto No. 2 –



Foto No. 3-

Foto No. 4-





Registro fotográfico de ciclo infraestructura existente carrera once

Foto No. 1-



Foto No. 2 –



Foto No. 3-



Foto No. 4-





Registro fotográfico tramo vial calle sexta entre carreras once y carrera sexta

Foto No. 1-



Foto No. 2 –



Foto No. 3-



Foto No. 4-







