



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE  
CONSTRUCCIONES**

**Guía metodológica para la determinación de tiempos de viaje  
en infraestructura ciclística en la ciudad de Cuenca –  
Ecuador.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

**Autores:**

**FERNANDA ANTONELLA LEÓN JARA**

**LESSLY DOMÉNICA SIGÜENCIA BUSTAMANTE**

**Director:**

**CHRISTIAN MARCELO MOYANO TOBAR**

**CUENCA, ECUADOR**

**2022**

## DEDICATORIA

*Este trabajo de titulación le dedico a mi pa Jhonn, que ha sido mi mayor motor y cómplice, siempre un guía para mí y un gran ejemplo de esfuerzo, y a mi ma María José, que ha estado para apoyarme con su amor incondicional siempre en los momentos más duros, para sostener mi mano en todos mis logros y ser mi compañera de desvelo; a mis hermanos Gerardo y María José que han estado siempre para mí me han apoyado para no rendirme y han sido siempre los que me consuelan y los que comparten mis alegrías. A mi enamorado Antonio por acompañarme en este largo trayecto de mi carrera universitaria y brindarme su mano cuando la he necesitado.*

*Y de manera muy especial, le dedico mi título a mi abuelo César León, mi eterno guapo, quien es uno de los motivos principales que me inspiraron a seguir esta carrera y tengo el orgullo de poder cumplirle uno de sus sueños.*

*Antonella*

## **DEDICATORIA**

*Los verdaderos logros empiezan con el compromiso y perseverancia repetido día tras día, el esfuerzo combinado con el apoyo de nuestros seres queridos para lograr nuestros objetivos, son una inspiración fundamental para culminar con éxito cada etapa.*

*El presente trabajo de titulación está dedicado con todo mi corazón a mi padre Luis Rolando, quién gracias a su apoyo incondicional, esfuerzo y enseñanzas me permitió llegar a este punto, su confianza en mí, su sacrificio por ayudarme siempre en cualquier situación, ha sido mi pilar fundamental, sin ti nada hubiera sido posible.*

*A mi madre Ana Lupita por su preocupación y cariño constante, a mi hermana Karen. De manera especial a mi pequeña familia, mi bebé Rafaela, la razón de mi vida y a mi querido esposo y amigo, John.*

*Lessly*

## AGRADECIMIENTOS

*Principalmente quiero agradecerle a Dios, por regalarme la vida, la oportunidad de haberme podido preparar y abrirme las puertas que han sido necesarias; por darme fortaleza y sabiduría para poder llegar a culminar una meta más en mi vida.*

*A mis padres Jhon y María José, que han hecho por mí todos los esfuerzos y sacrificios que han estado a su alcance para poder llegar hasta este momento, sin ustedes, nada de esto sería posible. Soy lo que soy por su eterno apoyo.*

*A mis hermanos Paula, Gerardo y María José que han caminado a mi lado por siempre. A mi enamorado Antonio. A mi cuñada Karen y a mi querida sobrina Isabella, que han estado para mí incondicionalmente, apoyándose con alegría desde que llegaron a mi vida.*

*A mis abuelos César, Santiago, Lucía y Meri y a todos mis tíos, y de manera especial a mi tía Magna, por haber creído en mí y en mis capacidades, por haber estado siempre pendientes de mi trayectoria y avances durante mi carrera universitaria; y por apoyarme en las buenas, en las malas y en todas las peores.*

*A toda mi familia que han compartido esta hermosa experiencia conmigo y me han ayudado a crecer como persona todos los días; y a mis amigos que han sido mis cómplices dentro y fuera de la u, con los cuales he compartido risas, lágrimas y muchas emociones en esta hermosa etapa y a su ayuda que ha sido muy valiosa.*

*A mi compañera de tesis Lessly que ha estado para mí desde que inició esta aventura y con la que hemos compartido muchos momentos, me ha brindado su cariño y ahora se ha convertido un pilar fundamental para conseguir este logro juntas.*

*Antonella*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Después de haber cumplido una nueva y trascendental etapa dentro de mi proyecto de vida, no me queda más que agradecer el sincero apoyo de las personas que me han acompañado en este proceso.*

*A mis principales apoyos y soportes: mis padres que compartieron conmigo desvelos y sobre todo dedicación, mi entorno familiar que se integró sin reservas a este empeño, todos mis maestros, compañeros y amigos que me impulsaron cada día para superar cualquier obstáculo, de manera especial a mi amiga y compañera de tesis, Antonella que ha estado presente en toda ocasión, me ha brindado su cariño y me ha motivado siempre con calma para vencer cualquier problema y en quien deposite mi confianza para juntas lograr nuestro sueño.*

*Cuando se trata de agradecer el amor, los valores, el impulso, la motivación, los desvelos y el sacrificio que han tenido para mí todas las personas mencionadas, las palabras no son suficientes para expresar un verdadero agradecimiento, sin su presencia no lo hubiera conseguido.*

*Lessly*

## AGRADECIMIENTOS

*Queremos expresar de manera especial nuestro profundo agradecimiento hacia el Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar, nuestro querido maestro y director de tesis quien nos acompañó hasta el último día de su vida brindándonos su afecto, su amistad y sus orientaciones profesionales. Sus conocimientos y enseñanzas nos han ayudado para formarnos como profesionales honestos.*

*Este trabajo lo dedicamos a él ya que sin dudarle dos veces depositó su confianza en nosotras, quien nos ayudó con conocimientos valiosos para el desarrollo de la tesis, fue nuestro guía para avanzar.*

*Sentimos una gran satisfacción de poder culminar con éxito esta idea de trabajo de titulación. Aunque el día de hoy no se encuentre con nosotros, desde el cielo se sentirá orgulloso de lo que hemos logrado. Descanse en paz ingeniero, este logro nuestro, es suyo.*

*A los profesores de la Facultad de Ciencia y Tecnología que nos han brindado sus conocimientos, nos han motivado a ser mejores personas y profesionales, siempre dispuestos a escuchar y brindar un consejo.*

*Un agradecimiento hacia el Ing. José Vázquez director de carrera que siempre ha estado dispuesto a ayudar y resolver nuestros problemas, a ser un consejero y gran amigo.*

*Antonella y Lessly*

## CONTENIDO

<b>Índice de tablas .....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de ilustraciones.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Índice de gráficos.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>3</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>ALCANCE .....</b>	<b>5</b>
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>1. DEMANDA DE VIAJES EN BICICLETA .....</b>	<b>14</b>
1.1. Antecedentes.....	14
1.1.1. Origen de la bicicleta .....	14
1.1.2. Rasgos históricos de la ciclo vía .....	14
1.1.3. La historia de Cuenca y la bicicleta .....	15
1.2. Variables condicionantes de la movilidad en bicicleta.....	16
1.2.1. Ubicación.....	16
1.2.2. Factores Climáticos.....	17
1.2.3. Áreas verdes y espacios abiertos .....	18
1.3. Conceptos Generales .....	19
1.3.1. Movilidad Urbana.....	19

1.3.2.	Ciclovías y bicicletas .....	20
1.3.3.	Accesibilidad .....	20
1.3.4.	Desplazamiento.....	21
1.3.5.	Usuarios del transporte público .....	21
1.3.6.	Tiempo de espera .....	21
1.3.7.	Tiempo de viaje .....	21
1.3.8.	Saturación del servicio de transporte .....	22
1.3.9.	Bicicleta como transporte público .....	22
1.3.10.	Beneficios de la integración de la bicicleta al transporte público.....	22
1.3.11.	Ventajas económicas.....	22
1.3.12.	Ventajas ambientales .....	22
1.3.13.	Ventajas sociales.....	23
1.3.14.	Efectos en el cambio de movilidad.....	23
1.4.	Ciclo-infraestructura y micromovilidad en el Ecuador .....	23
1.4.1.	Ciclo-infraestructura unidireccional y bidireccional .....	23
1.4.2.	Ciclo-infraestructura .....	24
1.4.3.	Ciclovías en contextos especiales .....	24
1.4.3.1.	Mercados .....	24
1.4.3.2.	Centros históricos.....	25
1.4.3.3.	Vías interurbanas/estatales .....	26
1.4.3.4.	Espacios rurales y de costa.....	27
1.4.3.5.	Topografía inclinada (sierra).....	28
1.5.	Determinación de viajes en Cuenca .....	28
1.5.1.	Definición del área de estudio y geografía .....	28
1.5.2.	Uso actual de la bicicleta .....	29

1.5.3.	Motivo.....	30
1.5.4.	Estructura demográfica.....	30
1.5.5.	Movilidad e infraestructura de transporte.....	31
1.5.6.	Iniciativas ciudadanas para considerar el uso de la bicicleta como opción de transporte.....	32
1.5.7.	Derechos de los ciclistas.....	33
1.6.	Mapa de demanda de viajes en bicicleta en Cuenca.....	34
1.6.1.	Mapa de calor – registro semanal del aforo de bicicletas.....	34
1.6.2.	Mapa de calor – registro de la hora de máxima demanda.....	35
1.7.	Revisión de la literatura.....	36
1.7.1.	Ruta más corta y minimización de la distancia de viaje.....	37
1.7.2.	Ruta más rápida y tiempo de viaje mínimo.....	37
1.7.3.	La ruta más continua y el ciclismo continuo.....	37
1.7.4.	Características que influyen.....	38
1.7.4.1.	Características espaciales.....	38
1.7.4.2.	Características personales.....	38
1.7.5.	Decisiones del uso o no de la bicicleta.....	39
<b>CAPÍTULO II: .....</b>		<b>40</b>
<b>2. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA ESTIMAR LOS TIEMPOS DE VIAJE USANDO INFRAESTRUCTURA CICLÍSTICA SEGREGADA Y VIARIOS COMPARTIDOS – GUÍA METODOLÓGICA PROPUESTA .....</b>		<b>40</b>
2.1.	Determinación de variables.....	41
2.2.	Recopilación de datos.....	42
2.2.1.	Área de estudio.....	42
2.2.2.	Selección de la ruta.....	42
2.2.3.	Encuesta.....	43

2.2.3.1.	Cálculo de la muestra .....	44
2.3.	Preparación de datos.....	45
2.3.1.	Cálculos adicionales .....	46
2.4.	Análisis de datos.....	48
2.4.1.	Preparación del análisis de datos .....	48
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>49</b>
<b>3. CASOS PRÁCTICOS DE GUÍA METODOLÓGICA .....</b>		<b>49</b>
3.1.	Guía Metodológica aplicada en la Av. Fray Vicente Solano .....	49
3.1.1.	Determinación de variables .....	49
3.1.2.	Recopilación de datos .....	50
3.1.2.1.	Área de estudio.....	50
3.1.2.2.	Selección de la ruta .....	51
3.1.2.3.	Encuesta .....	51
3.1.2.3.1.	Cálculo de la muestra .....	52
3.1.2.3.2.	Resultados de la encuesta.....	53
3.1.3.	Preparación de datos .....	60
3.1.4.	Análisis de datos .....	66
3.1.4.1.	Preparación del análisis de datos.....	66
3.2.	Guía metodológica aplicada en la Avenida Primero de Mayo .....	70
3.2.2.	Recopilación de datos .....	70
3.2.2.1.	Área de estudio.....	71
3.2.2.2.	Selección de la ruta .....	72
3.2.2.3.	Encuesta .....	72
3.2.2.3.1.	Cálculo de la muestra .....	72
3.2.2.3.2.	Resultados de la encuesta.....	73

3.2.3. Preparación de datos .....	80
3.2.4. Análisis de datos .....	86
3.2.4.1. Preparación del análisis de datos.....	86
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
ANEXO 1: Modelo de flash card usada en campo.....	99
ANEXO 2: Modelo de la encuesta a la población de ciclistas .....	100
ANEXOS 3: Tabulación de las encuestas aplicadas en la Av. Fray Vicente Solano .	101
ANEXO 4: Tabulación de las encuestas aplicadas en la Av. Primero de Mayo .....	105
ANEXO 5: Evidencias fotográficas .....	109
ANEXO 6: Mapas de calor.....	111

## Índice de tablas

<b>Tabla 0.1.</b> Especificaciones técnicas generales para la construcción de una ciclovía ....	11
<b>Tabla 1.1.</b> Parroquias Urbanas de Cuenca.....	29
<b>Tabla 1.2.</b> Motivos de viaje.....	31
<b>Tabla 1.3.</b> Modos de viaje .....	31
<b>Tabla 2.1.</b> Datos disponibles .....	43
<b>Tabla 2.2.</b> Datos obtenidos.....	43
<b>Tabla 3.1.</b> Determinación de variables.....	49
<b>Tabla 3.2.</b> Población Av. Fray Vicente Solano .....	52
<b>Tabla 3.3.</b> Cálculo de la muestra - Av. Solano.....	53
<b>Tabla 3.4.</b> Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la ciclovía de la Av. Solano .....	64
<b>Tabla 3.5.</b> Tiempos y velocidades en la viarios compartidos de la Av. Solano.....	65
<b>Tabla 3.6.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Solano) .....	66
<b>Tabla 3.7.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 2 (Av. Solano) .....	66
<b>Tabla 3.8.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Solano) .....	67
<b>Tabla 3.9.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 2 (Av. Solano) .....	67
<b>Tabla 3.10.</b> Determinación de variables.....	70
<b>Tabla 3.11.</b> Población Av. Primero de Mayo.....	72
<b>Tabla 3.12.</b> Cálculo de la muestra - Av. Primero de Mayo.....	73
<b>Tabla 3.13.</b> Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la ciclovía de la Av. Primero de Mayo.....	84
<b>Tabla 3.14.</b> Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la viarios compartidos de la Av. Solano.....	85
<b>Tabla 3.15.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo) .....	86
<b>Tabla 3.16.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo) .....	86
<b>Tabla 3.17.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo) .....	87
<b>Tabla 3.18.</b> Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo) .....	88
<b>Tabla 0.1.</b> Modelo de encuesta.....	100
<b>Tabla 0.2.</b> Tabulación de pregunta 1 - Av. Fray Vicente Solano.....	101

<b>Tabla 0.3.</b> Tabulación de pregunta 2 - Av. Fray Vicente Solano.....	102
<b>Tabla 0.4.</b> Tabulación de pregunta 3 - Av. Fray Vicente Solano.....	103
<b>Tabla 0.5.</b> Tabulación de pregunta 4 - Av. Fray Vicente Solano.....	103
<b>Tabla 0.6.</b> Tabulación de pregunta 5 - Av. Fray Vicente Solano.....	104
<b>Tabla 0.7.</b> Tabulación de pregunta 6 - Av. Fray Vicente Solano.....	104
<b>Tabla 0.8.</b> Tabulación de pregunta 1 - Av. Primero de Mayo.....	105
<b>Tabla 0.9.</b> Tabulación de pregunta 2 - Av. Primero de Mayo.....	106
<b>Tabla 0.10.</b> Tabulación de pregunta 3 - Av. Primero de Mayo.....	107
<b>Tabla 0.11.</b> Tabulación de pregunta 4 - Av. Primero de Mayo.....	107
<b>Tabla 0.12.</b> Tabulación de pregunta 5 - Av. Primero de Mayo.....	108
<b>Tabla 0.13.</b> Tabulación de pregunta 6 - Av. Primero de Mayo.....	108

## Índice de ilustraciones

Ilustración 0.1. Cruce peatonal y ciclovía.....	7
Ilustración 0.2. Señalización de carril bicicleta en redondel.....	9
Ilustración 0.3. Ciclovía segregada y compartida en tramo de circuito implementado ...	10
Ilustración 0.4. Detalle de ciclovía propuesta en la intersección inicial .....	12
Ilustración 0.5. Modelo de Red Vial de Málaga .....	12
Ilustración 0.6. Ciclovía de la ciudad de Bogotá .....	13
Ilustración 1.1. Áreas verdes y ríos en la ciudad de Cuenca.....	19
Ilustración 1.2. Triciclo típico en cercanía a mercados y centros .....	25
Ilustración 1.3. Integración en centros históricos.....	26
Ilustración 1.4. Ciclovía en entorno interurbano.....	27
Ilustración 1.5. El uso de micromovilidad en la costa .....	27
Ilustración 1.6. La topografía como factor a tener en cuenta.....	28
Ilustración 1.7. Mapa de calor - registro semanal .....	35
Ilustración 1.8. Mapa de calor – registro de la hora de máxima demanda.....	36
Ilustración 2.1. Determinación de la línea base para estimar los tiempos de viaje.....	41
Ilustración 3.1. Av. Fray Vicente Solano.....	51
Ilustración 3.2. Señal vertical "pare".....	52
Ilustración 3.3 Av. Primero de Mayo.....	71
Ilustración 3.4. Entrega de un flash card a un ciclista participante.....	80
Ilustración 0.1. Flash card para infraestructura ciclística.....	99
Ilustración 0.2. Flash carda para viario compartido.....	99
Ilustración 0.3. Señal de pare en la Av. Fray Vicente Solano.....	109
Ilustración 0.4. Realización de las encuestas en la Av. Fray Vicente Solano.....	109
Ilustración 0.5. Señal de pare en la Av. Primero de Mayo.....	110
Ilustración 0.6. Realización de las encuestas en la Av. Primero de Mayo.....	110
Ilustración 0.7. Ciclovía Av. Solano y presencia de peatones en la misma.....	111
Ilustración 0.8. Ciclovía de la Av. Primero de Mayo.....	111

## Índice de gráficos

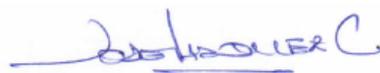
Gráfico 0.1. Análisis de distancia vs tiempo de transporte .....	6
Gráfico 0.2. Comportamiento del consumo energético de un vehículo vs bicicleta convencional .....	8
Gráfico 1.1. Climatograma de Cuenca.....	18
Gráfico 3.1. Pregunta 1 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	54
Gráfico 3.2. Pregunta 2 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	55
Gráfico 3.3. Pregunta 3 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	56
Gráfico 3.4. Pregunta 4 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	57
Gráfico 3.5. Pregunta 5 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	58
Gráfico 3.6. Pregunta 6 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano.....	59
Gráfico 3.7. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Solano .....	67
Gráfico 3.8. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Solano .....	68
Gráfico 3.9. Pregunta 1 - Encuesta Av. Primero de Mayo.....	74
Gráfico 3.10. Pregunta 2 - Encuesta Av. Primero de Mayo.....	75
Gráfico 3.11. Pregunta 3 - Encuesta Av. Primero de Mayo.....	76
Gráfico 3.12. Pregunta 4 - Encuesta Av. Primero de Mayo.....	77
Gráfico 3.13. Pregunta 5 - Encuesta Av. Primero de Mayo.....	78
Gráfico 3.14. Pregunta 6- Encuesta Av. Primero de Mayo.....	79
Gráfico 3.15. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Primero de Mayo.....	87
Gráfico 3.16. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Primero de Mayo.....	88

# GUÍA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE EN INFRAESTRUCTURA CICLÍSTICA EN LA CIUDAD DE CUENCA – ECUADOR.

## RESUMEN

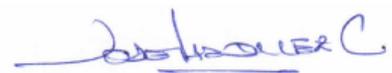
Las ciclovías son fundamentales para incentivar el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte y para optimizar los tiempos de viaje. El problema radica en la falta de métodos que indiquen las ventajas de utilizar ciclovías segregadas, a través del cálculo de tiempos de viaje de ciclistas que utilizan ciclovías en comparación con ciclistas que usan calzadas y aceras peatonales. El objetivo es elaborar una guía metodológica que determine el porcentaje de tiempos de ahorro de viaje mediante el uso de la bicicleta. La metodología se basa en un enfoque cuantitativo que registra el comportamiento de ciclistas mediante encuestas, mapas de calor usando el programa Qgis, y una vez definido el tramo de estudio se toman tiempos utilizando cronómetros. Se obtuvo como resultado un porcentaje de ahorro del 8.5% utilizando ciclovías en relación con el uso de calles y aceras.

**Palabras clave:** ciclovía, tiempos de viaje, aceras y calzadas, velocidad instantánea, movilidad alternativa.



Ing. José Vázquez Calero

**Director del trabajo de titulación**



Ing. José Vázquez Calero

**Director de carrera**



Fernanda Antonella León Jara

**Autora**



Lessly Doménica Sigüencia Bustamante

**Autora**

# METHODOLOGICAL GUIDE FOR THE DETERMINATION OF TRAVEL TIMES IN CYCLING INFRASTRUCTURE IN THE CITY OF CUENCA - ECUADOR

## ABSTRACT

Bike lanes are essential to encourage the use of bicycles as an alternative means of transport and to optimize travel times. The problem lies in the lack of methods that indicate the advantages of using segregated bike lanes, through the calculation of travel times of cyclists who use bike lanes compared to cyclists who use pedestrian streets and sidewalks. The objective is to develop a methodological guide that determines the percentage of travel times saved by using the bicycle. The methodology is based on a quantitative approach that records the behavior of cyclists through surveys, heat maps with the use of the Qgis program, and once the study is defined, times are taken using stopwatches. As a result, a saving percentage of 8.5% was obtained using cycle paths in relation to the use of streets and sidewalks.

**Keywords:** bike lanes, travel time, sidewalks and streets, instant speed, alternative mobility



Ing. José Vázquez Calero

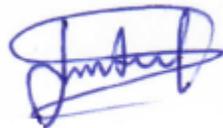
**Director del trabajo de titulación**



Ing. José Vázquez Calero

**Director de la carrera**

**Translated by:**



Fernanda Antonella León Jara

**Autora**



Lessly Doménica Sigüencia Bustamante

**Autora**



## INTRODUCCIÓN

El transporte terrestre es una actividad económica estratégica del Estado y es fundamental para el desarrollo de nuestra sociedad con el fin de satisfacer las necesidades de los habitantes. Para asegurar dicha movilización se ha implementado el transporte público terrestre (Astudillo, 2016). A lo largo de los años, estos sistemas de transporte han ido evolucionando y convirtiéndose cada día en elementos vitales. El término ciclovía fue empleado en América Latina para referirse a una vía de uso exclusivo de bicicletas (Cordero, 2016). Este pensamiento sobre la nueva alternativa de transporte empezó en el año de 1976 y ha sido adaptada en varios países, en Ecuador las primeras bicicletas son utilizadas alrededor de la década de los setenta (Cordero, 2016). La concepción de la infraestructura ciclística tiene la intención de poner en práctica la cultura de la bicicleta y sobretodo proteger la vida de los usuarios que transitan por esta dicha infraestructura promoviendo la movilidad urbana sustentable. Con la implementación de las ciclo-rutas en la ciudad de Cuenca, se pretende reducir las interacciones con el tráfico, por lo cual, se ha visto la necesidad de determinar los tiempos de viaje de los usuarios que utilizan la bicicleta para moverse.

En Cuenca al igual que en otras ciudades del Ecuador se registran problemas en los sistemas de transporte como consecuencia del crecimiento del parque automotor, afectando a miles de personas que se movilizan a diario, perdiendo tiempo al momento de trasladarse, por esta razón se propone un método para determinar los tiempos de traslado en infraestructura ciclística. Los aportes de este trabajo optimizarán los tiempos de traslado y presentarán una nueva perspectiva sobre el uso de ciclo-rutas.

La motivación de la investigación se basa en el tiempo que se ahorra un usuario al momento de desplazarse por una infraestructura ciclística, en relación a un ciclista que utiliza calles y aceras peatonales. Las ciclovías proveen una infraestructura donde el ciclista puede desplazarse de forma rápida y segura, sin invadir el espacio de los peatones, por esta razón es ideal para las personas que utilizan bicicleta para moverse.

El proyecto se sustenta en elaborar una guía metodológica que determine el ahorro de tiempos de viaje mediante el uso de bicicleta, de esta manera se puede reducir el tiempo de espera de usuarios que transitan frecuentemente sobre calzadas y aceras peatonales, así como, aumentar el número de viajes y establecer a la bicicleta como un medio de transporte masivo beneficiando y brindando una alternativa eficiente para el traslado diario de personas desde su origen hasta su destino sin perder tiempo o dinero de forma innecesaria dentro de la ciudad de Cuenca.

El método que se pretende utilizar se enfoca en un análisis cuantitativo sobre la reducción de tiempo de recorrido de un conjunto de personas que usa la bicicleta. Como parte de este estudio se realiza una observación directa en campo para determinar la cantidad de ciclistas que circulan por el sector que se va a estudiar, por otro lado, para obtener los tiempos de recorrido de los ciclistas se plantea ubicar dos puntos estratégicos tomando en cuenta la distancia desde un punto inicial (A) hasta un punto final (B) mediante el uso de cronómetros.

El trabajo de titulación tendrá varias etapas de estudio, mismas que se realizarán progresivamente mediante actividades como la toma de datos, así como su análisis y descripción de resultados.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar una guía metodológica que determine el ahorro de tiempos de viaje mediante el uso de bicicleta como medio alternativo de transporte en sectores de la ciudad de Cuenca.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar los tiempos de viaje al utilizar una infraestructura ciclística segregada.
2. Determinar los tiempos de viaje al utilizar una infraestructura vial compartida.
3. Comparar y evaluar los tiempos de viaje que existe entre los dos análisis anteriores.
4. Elaborar la guía metodológica para determinar los tiempos de viaje del uso de la bicicleta en infraestructura ciclística.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cuál es el porcentaje de tiempo de viaje que se ahorra un ciclista al utilizar una red de ciclovía segregada en comparación con un usuario que ocupa un viario compartido en la ciudad de Cuenca, Ecuador?

## ALCANCE

Los parámetros de investigación y el nivel de conocimiento que se pretende generar en el estudio tienen la finalidad resolver las inquietudes relacionadas con la falta de información sobre los tiempos de viaje en infraestructuras ciclísticas, por esta razón se evalúa el ahorro de tiempo como un beneficio para usar la red de ciclovía segregada, en comparación con las demoras que le surgirían a un ciclista, si usara las vías o aceras peatonales para su movilización.

El proyecto inicia con la determinación de variables del tramo de estudio, está incluida información como: la longitud de la ciclovía, el número de semáforos, tipo de infraestructura ciclística, los motivos de viaje, la señalización vertical existente, etc. Como segundo punto se habla sobre la recopilación de datos en donde se incluye la selección de la ruta, aplicar fuentes de información primaria por medio de encuestas para conocer el lugar de origen, destino, motivo de viaje, tiempo de viaje, frecuencia de movilización y opiniones de una muestra de la población de bicicletas, a partir de estos datos, se define las características del área de estudio y se continua con el siguiente paso que incluye la preparación de los datos tomados en campo, mediante la aplicación de la metodología para determinar el tiempo de circulación de un usuario por la ciclo-ruta, en relación con un ciclista que usa calzadas y aceras peatonales, este método se basa en la participación de ciclistas interesados en el tema de estudio, y con el uso de una “flash card” se toman los tiempos empleados entre dos puntos de inicio y llegada en la infraestructura. Para finalizar se analizan los datos y se expresan conclusiones sobre el porcentaje de ahorro de tiempo al usar la ciclovía.

Con la información recolectada se muestran gráficos de barras sobre los tiempos de viaje en los dos casos de análisis, así como en sentido bidireccional, por otra parte, se realizan gráficos pastel sobre la tabulación de las encuestas realizadas en campo, con estos datos se puede conocer a fondo los problemas diarios que atraviesan los ciclistas de acuerdo con sus opiniones y brindar recomendaciones sobre la solución a los conflictos de circulación en la ciclovía de la ciudad de Cuenca.

## ESTADO DEL ARTE

Según (Barreto & González, 2017), el artículo tuvo el objetivo de realizar una propuesta de trazado de ciclovías en la ciudad de Cuenca, mediante información de la población a partir de encuestas origen – destino para obtener parámetros (tiempo, costo, hora, tiempo de movilización, edad) basándose en factores sociales, económicos y geográficos. La metodología se sustenta en un diagnóstico de los patrones de movilidad ciclista y de la caracterización de la ciudad, esto determina un proceso de adaptación de traza vial que da prioridad a ciertos trazos dentro de la red. Esta red de movilidad en bicicleta contempla una red primaria y secundaria, por otro lado, se deben establecer polígonos de acción en los que se pacifique el tránsito, se solucionen los puntos de conflicto y se implemente un sistema de bicicletas públicas. Finalmente se determinó el comportamiento de desplazamiento de los ciclistas, concluyendo que el transporte en bicicleta es más eficiente en distancias cortas que el resto de sistemas de movilización, estableciendo el trazado más óptimo.

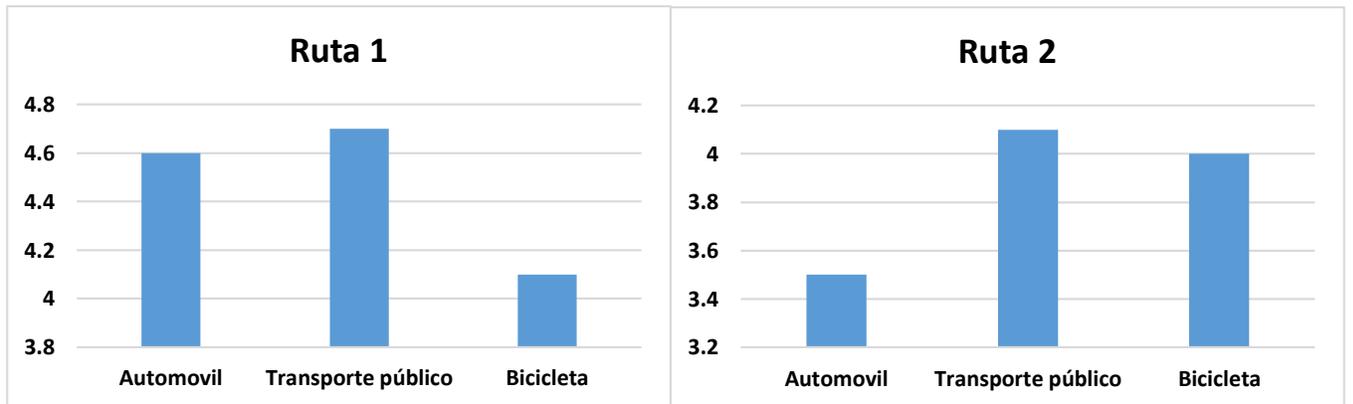


Gráfico 0.1. Análisis de distancia vs tiempo de transporte

Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14332/4/UPS-CT007041.pdf>

Según (Jaramillo, 2016), esta investigación tuvo como objetivo determinar el impacto vial que se genera en la Av. Fray Vicente Solano, operación vehicular y ciclovía así como también establecer relaciones entre la movilidad sostenible y los sistemas de bicicletas.

Su estrategia fue aplicar la metodología para determinar el impacto en la Av. Solano, se procede a determinar los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas, glorietas y ciclovías tomando como referencia el libro High Capacity Manual 2000. Se recopila toda la información necesaria para el estudio como: condiciones geométricas, tráfico, ciclo semafórico, volúmenes de movimiento, porcentaje de vehículos pesados y señalización. Los resultados alcanzados se dieron con los niveles de servicio de cada intersección, en el caso de vehicular se analizaron siete intersecciones siendo de las cuales glorietas, y de la ciclovía se analizaron solamente las cinco intersecciones semaforizadas. Estos mostraron que los niveles de servicio en cada intersección y ciclovías no son buenos por el alto número de vehículos y el porcentaje de verde efectivo.



*Ilustración 0.1. Cruce peatonal y ciclovía*

Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12084/1/UPS-CT005951.pdf>

Según (Quichimbo, 2019), este documento tiene como objetivo realizar un estudio de viabilidad del uso de la bicicleta como medio de movilidad alternativa en rutas preestablecidas, así como fomentar el uso de la bicicleta y la recuperación de espacios públicos como son las ciclovías dentro de la ciudad de Cuenca. La metodología empleada describe el método directo que consiste en las situaciones reales de tráfico urbano de la ciudad, aplicando a condiciones normales de manejo, por esta razón se selecciona una bicicleta convencional y mediante el uso de dispositivos como GPS se identifican las rutas para el levantamiento de variables y análisis de resultados. Por lo tanto, se determinó la necesidad implementar una infraestructura ciclística para apaciguar los problemas causados por el parque automotor en los centros urbanos.

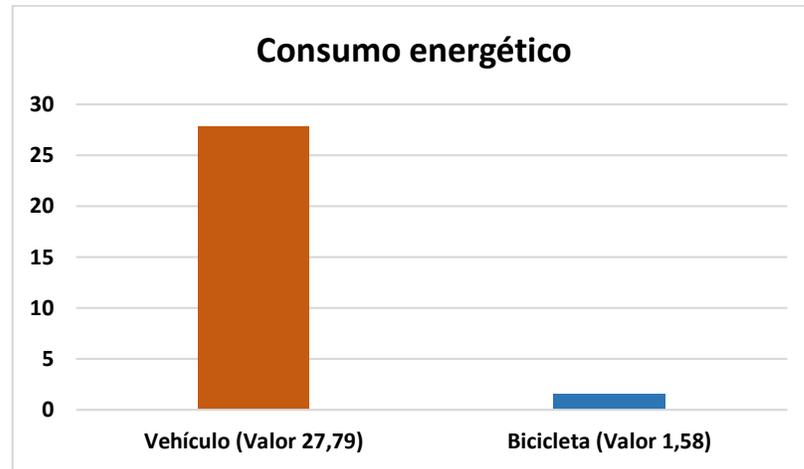
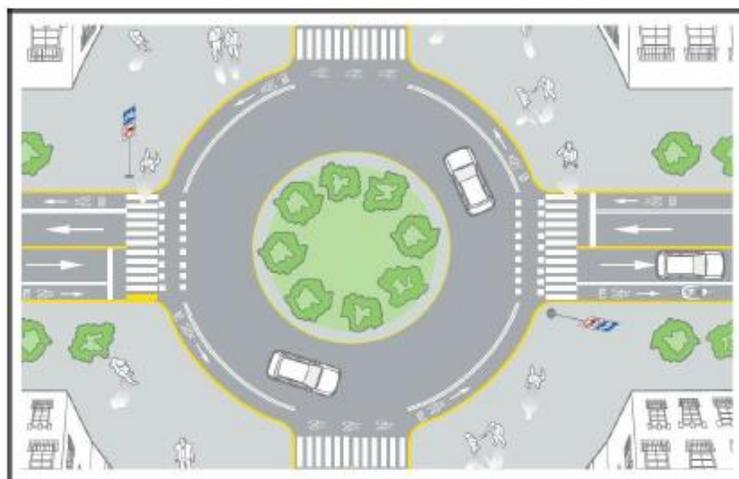


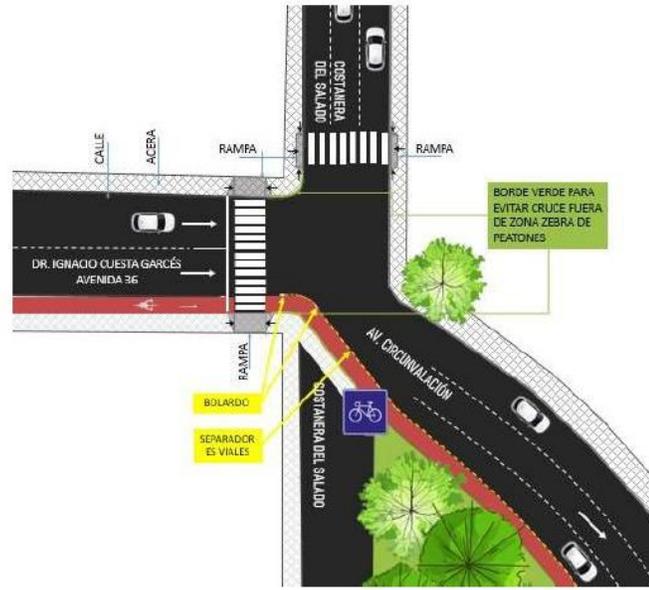
Gráfico 0.2. Comportamiento del consumo energético de un vehículo vs bicicleta convencional  
Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17286/1/UPS-CT008243.pdf>

Para (Betancourt, 2016), el motivo principal de su análisis es mejorar la movilidad urbana de la ciudad de Loja, implementando e impulsando el uso de ciclovías como una parte de una política de movilidad sustentable, otro objetivo es analizar el marco conceptual de la ciclovías con normas y directrices para realizar el diseño de una ciclovía en zonas adecuadas de la ciudad, enfocada en el buen vivir de la población. Por lo que se basa en una metodología de movilidad sostenible con respecto al espacio público, comienza con la bicicleta con un modelo de súper manzanas analizando el espacio para las redes de vías ciclísticas. El enfoque de investigación escogido es cuantitativo y el diseño empleado para cubrir los objetivos es de tipo no experimental transeccional. Por último, como parte de los resultados se muestran la gran acogida que tendría la ciclovía en base a la recolección de datos, es una contundente aceptación de la ciudadanía a este tipo de movilización, ya que cada vez crece el número de usuarios ciclistas que utilizan esta infraestructura para realizar sus actividades cotidianas.



*Ilustración 0.2. Señalización de carril bicicleta en redondel*  
 Recuperado de: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1063>

De acuerdo con (Bastidas & Quimi, 2021), el objetivo es desarrollar un estudio y propuesta de diseño de espacio público y ciclovía bajo ordenanzas municipales, estándares técnicos y normativas nacionales e internacionales para optimizar la movilidad en la parroquia Tarqui, Guayaquil, Ecuador. La metodología se basa en la recolección de datos para efectuar un análisis cualitativo y cuantitativo para interpretar los resultados obtenidos de la misma forma se considera necesario implementar una investigación descriptiva dado que mediante este proceso definiremos características del espacio, así como del contexto urbano a estudiar y de los habitantes de la parroquia Tarqui. Finalmente se estableció una oportuna la creación de un diseño de ciclovía que conecte la estructura actual con más puntos de interés de la ciudad, disminuyendo la sensación de inseguridad existente al momento de caminar y el uso de la bicicleta como medio de transporte de tal manera que se ahorren tiempos de traslado.



*Ilustración 0.3. Ciclovía segregada y compartida en tramo de circuito implementado*  
 Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51685>

Según (Villa, 2014), el estudio realizado por, el objetivo principal es aportar con una guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para promover el uso de la bicicleta como un medio de transporte, aplicable a ciudades de tamaño medio en crecimiento que estén planificadas para garantizar una adecuada movilidad. Para describir la metodología es necesario determinar el tipo de vía a implementar en cada eje de la red ciclista. La metodología usada por del manual de ciclo ciudades del MINVU de Chile, recomienda tomar en cuenta dos criterios como son: criterios para el usuario y para los administradores municipales, que permiten evaluar opciones de estacionamiento según sus características. Los resultados obtenidos evidencian que el índice de accidentalidad incrementó con un promedio del 15% anual en los últimos diez años y, consideran importante, el ancho, la velocidad de diseño, la señalización para garantizar la seguridad del usuario.

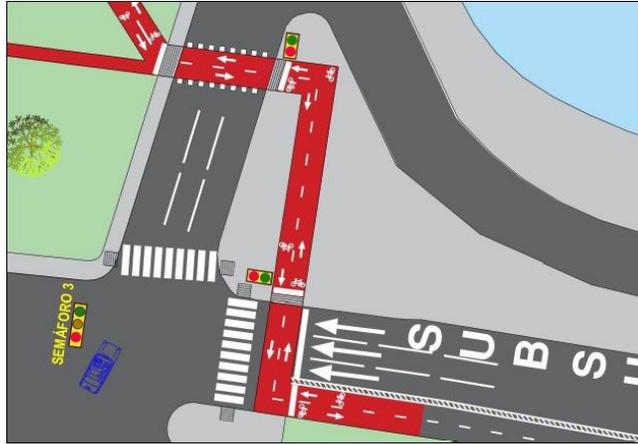
**Tabla 0.1.** Especificaciones técnicas generales para la construcción de una ciclovía

<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>VALOR O RANGO PERMITIDO</b>
Ancho de carril (un sentido)	1,50 m.
Ancho de carriles (doble sentido)	2,40 m.
Número mínimo de carriles	1 por sentido
Velocidad de operación	Máximo 30 km/h
Distancia de visibilidad de parada	20 m.
Gálibo vertical mínimo	2,50 m.
Pendiente recomendable	3 - 5%
Pendiente en tramos > 300 m	5%
Pendiente en rampas (pasos elevados)	15% máximo
Radios de giro según velocidad de operación	15 km/h = 5 m.; 25 km/h = 10 m.; 30 km/h = 20 m
Radio mínimo de esquinas	3 m
Separación con vehículos	Mínimo 0,50 m.; recomendable 0,80 m
Aceras Mínimo	1,50 m.
Tráfico promedio diario anual (TPDA)	1.000 – 3.000 vehículos
Capa de rodadura (pavimento)	Asfalto, hormigón, adoquín ( no empedrado ni lastre)

Recuperado de:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7907/9.55.000545.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Para (Del Valle & Lizano, 2020), el objetivo principal es proponer una ruta ciclista sobre la infraestructura vial existente que permita desplazarse en menos tiempo que los usuarios que exceden la capacidad del transporte público en las avenidas La Marina y Faustino Sánchez, Lima, Perú. La metodología empleada consiste en realizar líneas de deseo identificando los generadores y atractores de viaje frecuentes de los usuarios dentro de la zona de estudio, luego se unifican los lugares con líneas rectas, a continuación, se establece la red teórica de la ciclovía. Se verifica mediante la aplicación “Tu Ruta”, el tiempo de viaje y el recorrido más frecuente de las líneas de Transporte público mediante esto se procede con la red primaria de la ciclovías. Los resultados indican que en paraderos iniciales se evidencia una elevada demanda causando dificultades a los usuarios para acceder al transporte público.



*Ilustración 0.4. Detalle de ciclovía propuesta en la intersección inicial*  
 Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657759>

Para (Liñán, 2016), su objetivo principal fue obtener herramientas cuya finalidad es la planificación y gestión de las infraestructuras destinadas a la bicicleta, de una forma objetiva y científica, basadas en la optimización matemática y en la modelización de sistemas. También pretende estudiar la combinación de los submodelos y la conexión con el modelo de transporte. La metodología fue presentar una programación matemática basada en la optimización de una red vial existente, produciendo la validación del modelo de optimización presentado y la repercusión que tendrá sobre el resultado final y la importancia total de variables capaces de condicionar el resultado final de la red ciclística. Los resultados explican el peso de las variables que influyen en la toma de decisiones a la hora de seleccionar la bicicleta como modo de transporte para un usuario de Málaga, España.



*Ilustración 0.5. Modelo de Red Vial de Málaga*

Recuperado de:

<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13745/2016000001472.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Para (Rodríguez, 2018), el objetivo de su libro fue visibilizar las subjetividades que se manifiestan en la configuración de un espacio público, específicamente la ciclovía en Bogotá, como dispositivo de producción biopolítico de subjetividades, en el periodo comprendido entre 1974-2013. El método empleado se sujeta en la modernización y desarrollo desde una perspectiva posestructuralista construyendo modernidades paralelas y alternativas. Como punto final se detalla que se consideran normas, leyes, prácticas y actividades consolidadas para un espacio público como la ciclovía en la ciudad de Bogotá. La intervención que se hace en el espacio público, entendido este como un espacio de movilidad, construcción social y elemento sustancial para el ejercicio ciudadano, resulta ser una forma de gobernar y regular los comportamientos ciudadanos.



*Ilustración 0.6. Ciclovía de la ciudad de Bogotá*

Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/uazuay/105177>

## **CAPÍTULO I**

### **1. DEMANDA DE VIAJES EN BICICLETA EN CUENCA**

#### **1.1. Antecedentes**

##### **1.1.1. Origen de la bicicleta**

Los orígenes, de lo que hoy en día conocemos como bicicleta, se remonta hacia el año 1490 cuando Leonardo da Vinci ideó un boceto en el que ya pensaba en una transmisión de cadena, pero más rudimentaria para esa época. (Rojas, 2016)

Los primeros prototipos, de estas máquinas, fueron primarios en sus comienzos y eran vehículos con dos ruedas, necesitaban la ayuda de los pies para moverse. No es hasta el siglo XIX cuando en 1816 se diseña la primera máquina con manillar. (Rojas, 2016)

##### **1.1.2. Rasgos históricos de la ciclovía**

El término de ciclovía es utilizado en América Latina para referirse al carril exclusivo para el uso de bicicletas, este término es atribuido a la ciudad de Bogotá que fue la ciudad que inició con esta alternativa de movilidad urbana a partir del año 1976. Las ciudades que han adoptado esta alternativa de movilidad son: New York, París, España, Los Ángeles, ciudades de México, Melbourne y Vancouver ha nombrado de diferente manera a esta infraestructura ciclística (Cordero, 2016).

El desarrollo de la bicicleta se caracteriza por tener cuatro etapas y son los siguientes:

- 1869 – 1920: el advenimiento y los inicios de la industrialización
- 1920 – 1944: el uso masivo de la bicicleta (etapa entre las dos guerras mundiales)

- 1945 – 1975: el decrecimiento del uso de la bicicleta por efecto de la expansión del automóvil
- 1980 – 2011: el desarrollo sustentable y masivo de la bicicleta

Medellín fue la ciudad pionera en poseer una bicicleta debido a que para finales del siglo XIX ya se jactaba de tener una policía a bicicleta. En Ecuador, alrededor de la década de los setenta llegaron las bicicletas que solamente utilizaban los estudiantes primarios y secundarios como medio de transporte desde sus casas hacia sus centros educativos. El uso de la bicicleta toma mayor fuerza en los últimos años debido a las discusiones sobre la problemática medioambiental, en donde se firmaron los acuerdos como el de Kyoto u la Declaración de Río de Janeiro. En la década de los 80 emergen algunas organizaciones que intentan introducir ciertos proyectos para generar una consciencia social en la población y disminuir los impactos ambientales. Una de las principales acciones incluía el uso de la bicicleta como un medio de transporte que menos contaminante, menos costoso y más amigable con el ambiente, a la vez, que contribuye con la salud de la población (Cordero, 2016).

En el año 2003, Quito fue la primera ciudad en elaborar el proyecto “Ciclovías para Quito”, donde la idea fue de propiciar un ciclopaseo. Cuenca, Loja y Ambatos fueron las ciudades que continuaron con la iniciativa (Cordero, 2016). Actualmente, en Cuenca, se han implementado 75.5 kilómetros de los 125 kilómetros de red de ciclovía propuestos; de manera general, el cantón Cuenca ha impulsado a través de entidades públicas y privadas el uso de la bicicleta para fines recreativos, aunque a nivel urbano se han desarrollado tramos de ciclovía con lo cual se pretende motivar la bicicleta como un medio de transporte de uso diario. En la actualidad, existe mayor accesibilidad económica para obtener una bicicleta, al igual que la disminución del combustible y menos congestión vehicular, por lo que, muchas ciudades han tomado esta iniciativa y cambiar los modos de transporte.

### **1.1.3. La historia de Cuenca y la bicicleta**

De acuerdo al Plan de Movilidad y espacios públicos de Cuenca del año 2015.

Las primeras bicicletas de marca Roscov aparecen en Cuenca en el año 1914, por medio de importaciones desde los Estados Unidos, por lo tanto, desde hace varias décadas, la bicicleta forma parte del transporte de las vías del cantón, tanto en el área urbana como en las zonas rurales. En el año 1972 nacen emprendimientos relacionados a este modo de transporte, se crean fábricas de bicicletas que tuvieron un acierto para la oferta de movilidad y que se mantenían en una etapa de transición hacia la modernidad. En aquellas épocas, un gran número de personas recorrían las calles de la ciudad en bicicleta como medio de transporte para llegar diariamente a su destino y realizar sus actividades cotidianas.

El ciclismo se convirtió en un deporte que brindaba rutinas, rutas y diversas formas de practicar ejercicio, de esta manera se obtuvieron grandes logros para el Club de Ciclismo del Azuay, desde medallas mundiales hasta recorridos internacionales, hallazgos impresionantes considerando lo precario de las vías, la limitada tecnología de las bicicletas y las escasas condiciones logísticas.

A medida que se introducía el vehículo particular con el "boom petrolero" y la capacidad de adquisición de la población, la bicicleta fue desplazada. En el siglo XXI, este modo de transporte regresa de una forma renovadora y vinculada al concepto mundial de movilidad urbana sustentable. Actualmente se pueden apreciar cada vez más ciclistas en las vías que se desplazan a sus actividades diarias, optando por una práctica diferente del uso del espacio público y a la armonía que se produce en el entorno urbano.

## **1.2. Variables condicionantes de la movilidad en bicicleta**

Según el Plan de Movilidad y espacios públicos de Cuenca del año 2015, se consideran las siguientes variables. (Municipalidad de Cuenca, 2015)

### **1.2.1. Ubicación**

La ciudad de Cuenca está asentada en un valle en la parte meridional sur de la cordillera de los Andes, está formada por la afluencia de ríos y desniveles en sus terrazas, que le proporcionan una topografía distintiva, la morfología urbana se acomoda a las condiciones particulares del crecimiento de la ciudad y a los contextos históricos que la transforman. La zona urbana se encuentra a una altitud de 2,560 msnm aproximadamente. El cantón se divide en 15 parroquias urbanas y 21 rurales. El área total del cantón es de 3,086 km<sup>2</sup>, ocupando el área urbana apenas el 2.34%. La población del cantón Cuenca tiene 603669 505,585 habitantes; de acuerdo al censo del año 2010. Posee una tasa de crecimiento anual promedio del 2.12%. Su densidad de población en todo el territorio es de 163 hab/Km<sup>2</sup>, aunque en la zona urbana es de 4,567 hab/Km<sup>2</sup>.

### **1.2.2. Factores Climáticos**

Las condiciones climatológicas de Cuenca son muy agradables, partiendo del hecho que la Sierra ecuatoriana es condicionada por la cordillera de los Andes y presenta diversos factores que permiten que el clima sea influenciado por la altitud. Además, a estas circunstancias se suma el relieve, la insolación y condiciones locales, originando climas variados en su mismo entorno. La estación lluviosa es de tipo equinoccial, con una estación seca muy heterogénea que se da entre los meses de junio a diciembre y el resto del año con una estación lluviosa caracterizada por mañanas soleadas y tardes nubladas con lluvias variadas, condiciones que son agradables para pedalear.

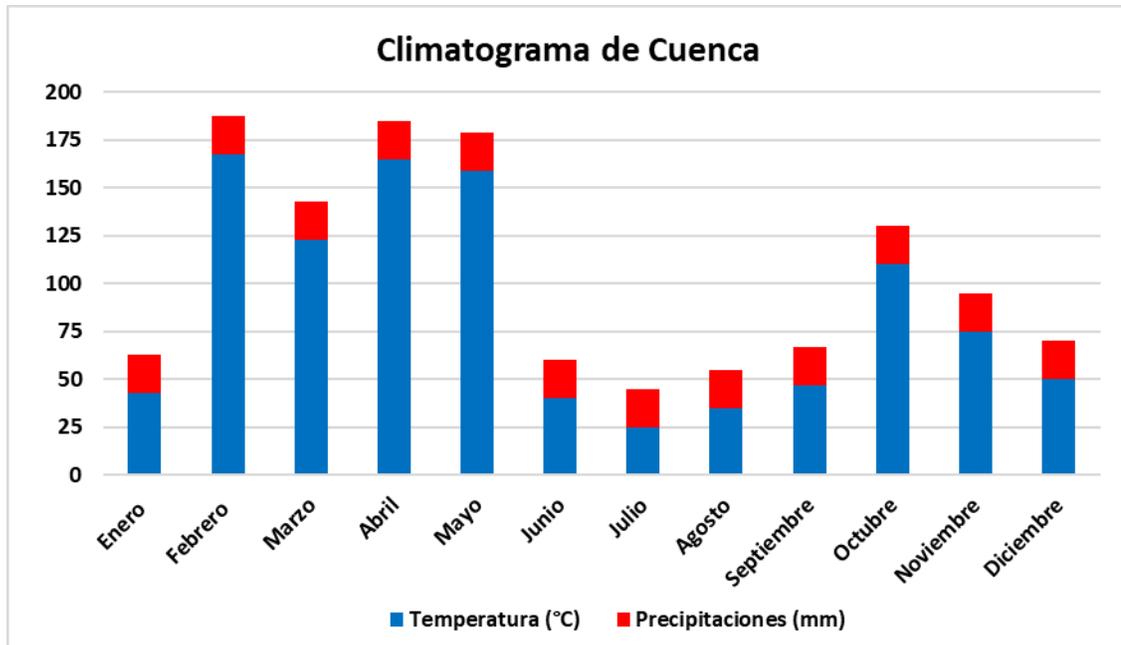


Gráfico 1.1. Climatograma de Cuenca  
Recuperado de: Plan de Ordenamiento Territorial Cuenca.

### 1.2.3. Áreas verdes y espacios abiertos

Tanto las áreas verdes como los espacios públicos son zonas sociales básicas para la satisfacción de las necesidades socio-culturales y de recreación de los ciudadanos, dado que forman parte del sistema verde urbano. Una ciudad verde no se refiere sólo al tema ambiental, tiene otros componentes como el aprovechamiento de la energía, las políticas en transporte, planificación del uso del suelo y otros factores que plantan ciudades sostenibles y sustentables.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, en el año 2010 Cuenca tenía 1.82 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, pero para esa medición sólo se consideraron los parques y plazas de las zonas urbanas. La Organización Mundial de la Salud, OMS, recomienda que la cantidad de áreas verdes en una ciudad se encuentre entre 9 m<sup>2</sup> y 15 m<sup>2</sup> por habitante, lo cual significa que Cuenca cuenta con un déficit elevado de áreas verdes por habitante.



*Ilustración 1.1. Áreas verdes y ríos en la ciudad de Cuenca*  
Fuente: Plan de Movilidad y Espacios Públicos Cuenca, agosto 2015

### 1.3. Conceptos Generales

#### 1.3.1. Movilidad Urbana

La movilidad urbana es una práctica social de desplazamiento entre lugares, con el fin de concretar actividades cotidianas dentro de la ciudad. Involucra el desplazamiento de las personas, así mismo, relaciona necesidades de viaje, capacidades objetivas y subjetivas de satisfacerlos, de cuya interacción resultan las condiciones de acceso de grupos sociales a la vida cotidiana (Del Valle & Lizano, 2020)

La movilidad también se define como la habilidad para satisfacer las necesidades de una sociedad para moverse libremente, mejorar el acceso, comunicarse, comerciar y establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos actuales o futuros dentro de una determinada ciudad (Villa, 2014).

Bajo estas concepciones la movilidad urbana sustentable tiene como base fundamental los siguientes principios:

La libertad, para desplazarse por todo el territorio eligiendo el modo que más convenga a sus intereses respetando siempre las normas y disposiciones que ello involucra (Villa, 2014).

La equidad y solidaridad, que garantiza el acceso igualitario logrando una proporcionalidad en los servicios recibidos (Villa, 2014).

La inclusión, para el acceso al cualquier sistema de movilidad de los grupos vulnerables y con discapacidades (Villa, 2014).

La responsabilidad compartida, de quienes están involucrados en la movilidad urbana para que asuman los roles que aporten a la sostenibilidad de una movilidad integral (Villa, 2014).

La eficiencia, que optimice los costos que genera la operación del sistema de movilidad logrando que toda tarifa que se cargue al usuario se la justa pero que incida directamente en la sostenibilidad del sistema (Villa, 2014).

### **1.3.2. Ciclovías y bicicletas**

Las bicicletas se han pasado de ser un medio de diversión para convertirse en un medio de transporte y en muchas ciudades como una corriente de circulación (Barreto & González, 2017).

En los estudios de movilidad, los ciclistas son tomados en cuenta con más frecuencia ya que están expuestos a varios riesgos como accidentes, inseguridad, condiciones climáticas y la geografía del lugar (Barreto & González, 2017).

La ciclovía es un nombre genérico dado a parte de la infraestructura pública, a espacios reservados exclusivamente para el tránsito seguro de bicicletas a un lado de las calles o paralelos a las carreteras de acceso a las ciudades (Barreto & González, 2017).

### **1.3.3. Accesibilidad**

La accesibilidad es un tema vinculado a los lugares, a la posibilidad de obtención de un determinado bien, del servicio o del contacto buscado desde un espacio específico; y por extensión se utiliza el término para indicar la facilidad de acceso de clientes y suministros a un determinado lugar (Del Valle & Lizano, 2020).

#### **1.3.4. Desplazamiento**

Movimiento realizado de un punto de inicio y fin, trasladándose a pie o mediante vehículos motorizados y no motorizados (Del Valle & Lizano, 2020).

#### **1.3.5. Usuarios del transporte público**

Los usuarios del transporte público son quienes pagan y quienes reciben beneficios de movilización en relación con los costos de desplazamiento (Del Valle & Lizano, 2020).

El transporte público es un sistema de movilización que operan con rutas fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio de una tarifa previamente establecida (Del Valle & Lizano, 2020).

#### **1.3.6. Tiempo de espera**

El tiempo de espera es el lapso que los usuarios del transporte público deben aguardar desde que llegan al paradero hasta que abordan el bus que los llevara a su destino (Del Valle & Lizano, 2020).

#### **1.3.7. Tiempo de viaje**

El tiempo de viaje es la distancia que se moviliza en un medio de transporte un usuario en un determinado tiempo (Del Valle & Lizano, 2020).

### **1.3.8. Saturación del servicio de transporte**

Esta situación encuentra origen en el exceso de capacidad existente en el sistema de transporte público de un área urbana debido a la demanda de movilización por parte de los usuarios frecuentes (Del Valle & Lizano, 2020).

### **1.3.9. Bicicleta como transporte público**

Las ciudades más importantes han tomado a la bicicleta como un transporte eficiente, saludable y sostenible, en algunas ciudades se ha implementado sistemas públicos de bicicletas, estos tienen un costo de alquiler o son totalmente gratuitos (Barreto & González, 2017).

### **1.3.10. Beneficios de la integración de la bicicleta al transporte público**

Cuando se mejora el transporte público con el aumento en la capacidad de usuarios transportados en realidad sucede que se reduce la velocidad de viaje y la frecuencia del mismo (Barreto & González, 2017).

### **1.3.11. Ventajas económicas**

La inversión que necesita una ciclovía en relación con otros modelos de transporte es bastante menor incluyendo los tiempos de realización de obras, reducción de un gasto de salud, gastos energéticos y ahorro personal (Jaramillo, 2016).

### **1.3.12. Ventajas ambientales**

Incluida la disminución de gases también se tiene la disminución de espacios, en zonas concéntricas los vehículos son la principal causa de contaminación que se genera, debido al uso del vehículo particular de una forma inadecuada es la principal causa (Jaramillo, 2016).

### **1.3.13. Ventajas sociales**

Una población sana y ejercitada es señal de buen vivir, por lo que conlleva a la disminución de gobiernos nacionales en gastos económicos en salud (Jaramillo, 2016).

### **1.3.14. Efectos en el cambio de movilidad**

Una movilidad deficiente provoca pérdidas de tiempo en desplazamientos privados y el incumplimiento de los horarios en el transporte público. En estudios realizados en Tokio calculó que una congestión de tráfico causa pérdidas del orden de los 50 millones de euros/día (Jaramillo, 2016).

## **1.4. Ciclo-infraestructura y micromovilidad en el Ecuador**

### **1.4.1. Ciclo-infraestructura unidireccional y bidireccional**

Existen diferentes opiniones sobre la preferencia de la cicloavía con respecto a sus direcciones. La realidad del caso es que no hay una ciclo-infraestructura que sea “mejor” que otra, ya que depende del contexto en que se vaya a implementar.

En general, la opción bidireccional no es la más recomendable para entornos urbanos, dada su mayor inseguridad en los cruces por lo que es más difícil alertar a los conductores del resto de vehículos de que deben tener en cuenta un flujo de bicicletas en los dos sentidos. Puede ser aceptable cuando existan tramos de gran longitud sin intersecciones intermedias, la calidad ambiental o el atractivo para las personas que utilizan la bicicleta

estén claramente ubicados en uno de los laterales de la vía (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022).

### 1.4.2. Ciclo-infraestructura

Las personas y los vehículos de micromovilidad deben poder circular cómodamente en la ciclo-infraestructura. Esto depende del contexto, pues los triciclos de carga necesitan circular en mayor medida cerca de mercados y en ocasiones cruzan la ciudad, mientras que las bicicletas utilizadas como deporte circulan predominantemente en entornos interurbanos (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022).

Este manual tiene tres categorías amplias de ciclo-infraestructura:

- a) **Temporales:** con implementación de horas (ciclopaseos), semanas (ciclovías emergentes) o de meses (segregación blanda).
- b) **Permanentes:** con implementación permanente y diferentes niveles de intervención física, como son:
  - Ciclovía de segregación dura
  - Ciclovía de segregación blanda
  - Vía Ligera
  - Vía compartida
- c) **Especiales:** para casos distintos a los típicos, como pueden ser:
  - Ciclovías en espaldón
  - Ciclo-chaquiñán

### 1.4.3. Ciclovías en contextos especiales

Según (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022) en Ecuador se han encontrado al menos cinco contextos especiales que se describen a continuación:

#### 1.4.3.1. Mercados

En muchos casos, los mercados tienen varios vehículos de micromovilidad que apoyan eficientemente a los locales del mismo, tanto para carga como descarga y que son fundamentales para el buen funcionamiento. Pocas son las infraestructuras adecuadas para estos vehículos, por lo cual, se debe considerar el ancho de los vehículos de carga (triciclos), para la implementación de las ciclo-infraestructura.



*Ilustración 1.2. Triciclo típico en cercanía a mercados y centros*  
Recuperado de: (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022)

#### **1.4.3.2. Centros históricos**

Son caracterizados por haber sido planificados cuando los vehículos que circulaban eran pequeños y el ancho máximo de sus calles era equivalente al ancho de un carruaje de caballos. Se pueden realizar viajes cortos que son muy viables al efectuar en micromovilidad, por lo cual se debe tener preferencia a este.



*Ilustración 1.3. Integración en centros históricos*  
Recuperado de: (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022)

### **1.4.3.3. Vías interurbanas/estatales**

Las vías interurbanas son peligrosas debido a su alto riesgo para personas que utilizan bicicletas u otras formas de micromovilidad, pero que tiene un uso frecuente de micromovilidad con motivos recreativos, deportivos y de transporte. Para la implementación de la tipología de una ciclo-infraestructura se debe analizar cuidadosamente el uso predominante de la vía y de reglas explícitas según las cuales se pueda utilizar tanto la vía de tráfico mixto sino como la ciclo-infraestructura según la preferencia del usuario, lo más importante es preservar la vida de las personas que transitan, no la velocidad del tráfico.



*Ilustración 1.4. Ciclovía en entorno interurbano*  
Recuperado de: (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022)

#### **1.4.3.4. Espacios rurales y de costa**

Comparten características con las vías del centro histórico al ser de bajo tráfico, angostas y de viajes cortos, pero estas vías se caracterizan por no ser vías pavimentadas. Esto resulta en usos distintos y se emplean más tipologías similares al ciclo-chaquiñán y vías compartidas, son de menor velocidad y con vehículos adaptados para montañas y playas.



*Ilustración 1.5. El uso de micromovilidad en la costa*  
Recuperado de: (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022)

### 1.4.3.5. Topografía inclinada (sierra)

Sitios con topografía inclinada presentan obstáculos importantes para aquellos que empleen la bicicleta como medio de transporte cotidiano. La primera medida es utilizar bicicletas con asistencia eléctrica, la intermodalidad y, por último, definir las pendientes.



*Ilustración 1.6. La topografía como factor a tener en cuenta*  
Recuperado de: (Ministerio de Transporte del Ecuador, 2022)

## 1.5. Determinación de viajes en Cuenca

### 1.5.1. Definición del área de estudio y geografía

La ciudad de Cuenca dispone de una amplia extensión territorial si se refiere a sectorización, una de ellas, una de las necesidades primordiales en movilidad que presenta este trabajo se centra en estudiar las zonas escogidas previamente y que posee mayor afluencia en la ciudad. A continuación, se indican cuáles son las quince parroquias urbanas de Cuenca.

**Tabla 1.1.** Parroquias Urbanas de Cuenca

<b>Parroquias Urbanas de Cuenca</b>			
<b>1</b>	San Sebastián	<b>9</b>	Sucre
<b>2</b>	El Batán	<b>10</b>	Huayna Cápac
<b>3</b>	Yanuncay	<b>11</b>	Hermano Miguel
<b>4</b>	Bellavista	<b>12</b>	El Vecino
<b>5</b>	Gil Ramírez Dávalos	<b>13</b>	Totoracocha
<b>6</b>	El Sagrario	<b>14</b>	Monay
<b>7</b>	San Blas	<b>15</b>	Machángara
<b>8</b>	Cañaribamba		

Fuente: Propia

### 1.5.2. Uso actual de la bicicleta

A pesar de la existencia actual de una red de ciclo-rutas en la ciudad los ciclistas urbanos aún reclaman por condiciones más seguras y espacios precisos para movilizarse durante su actividad diaria, existen ciclovías en las Avenidas Solano, Loja, Paseo Tres de Noviembre, Unidad Nacional, Agustín Cueva, Ordóñez Lasso, Abelardo J. Andrade, Barrial Blanco, Paucarbamba, Huayna Cápac, entre las principales, etc.

Dentro del plan de movilidad y espacios públicos se menciona una red de ciclovías, lo que incluye organizar una red para bicicletas de tipo interurbana con una conexión urbano-rural de uso compartido con tramos de sendas y caminería con el fin de apreciar parques y paisajes.

Dentro del circuito público de ciclovías que está a cargo del Municipio, algunas de las vías que conectan la vía rápida con la parroquia Turi están parcialmente en mal estado. Hay interrumpidas por la caída de piedras, tierra o simplemente agua empozada. Esta situación muchas veces obliga a que los deportistas ocupen la vía principal con el riesgo de ser atropellados por los conductores de vehículos.

### 1.5.3. Motivo

A través de las encuestas de origen-destino se puede conocer con mayor precisión cuales son los motivos de viaje de los ciclistas reales y potenciales dentro de la ciudad de Cuenca, estos motivos de viaje es una aproximación. La encuesta contribuye para obtener más exactitud los posibles comportamientos de futuros usuarios. En la siguiente tabla se detallan los motivos de viaje, el número total de personas y el porcentaje con respecto al número total de encuestados que forman parte de la muestra escogida.

- Trabajo
- Estudio
- Compras
- Turismo
- Trámites

### 1.5.4. Estructura demográfica

En el cantón Cuenca, se asienta una población de 505.585 habitantes de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos; el 65% reside en el área urbana (ciudad de Cuenca) y el 35% en el área rural.

El análisis de la población por rangos de edad permite identificar tres principales grupos:

1. Población joven, de 0 a 14 años, que en el cantón representa el 30.4%.
2. Población adulta entre 15 a 64 años, este grupo en el cantón representa el 61.8%.
3. Población adulta mayor (tercera edad) mayor a 65 años, en el cantón este grupo representa el 7.8%.

La población del cantón Cuenca es joven, ya que la edad media es de 25 años.

El análisis poblacional por género determina que, en el cantón, el 47,3 % de los habitantes son hombres y el 52.7 % son mujeres.

### 1.5.5. Movilidad e infraestructura de transporte

El Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca del año 2015, toma en consideración dos enfoques conceptuales, por un lado las relaciones entre los distintos sectores territoriales del cantón (área urbana consolidada con el centro de la ciudad, sus barrios y las calles que conforman el espacio público) y por otro lado, el sistema de transporte que opera como vector de accesibilidad territorial (Plan de Movilidad de Cuenca, 2015)

El conocimiento de los lugares donde se generan los viajes y sus destinos, facilita la comprensión de la ciudad y por tanto la identificación de las mejores estrategias, para fortalecer las dinámicas de movilidad deseables que puedan garantizar el desarrollo de la ciudad (Plan de Movilidad de Cuenca, 2015).

Las principales variables analizadas han sido respecto a los modos de transporte y los motivos de viaje:

**Tabla 1.2.** Motivos de viaje

Tabla 1. <b>Motivos de Viaje</b>	
Movilidad Laboral	
Movilidad Educativa	
Movilidad Comercial	
Movilidad Ocio - Recreativa	

Recuperado de: (Plan de Movilidad de Cuenca, 2015)

**Tabla 1.3.** Modos de viaje

<b>Modos</b>	
Movilidad a Pie	
Movilidad en Bicicleta	
Movilidad en Transporte Público	
Movilidad en Vehículo Privado	

Recuperado de: (Plan de Movilidad de Cuenca, 2015)

### **1.5.6. Iniciativas ciudadanas para considerar el uso de la bicicleta como opción de transporte**

Durante los últimos años, el uso de la bicicleta como medio de transporte se ha incrementado, a pesar de la existencia de algunas limitantes socioeconómicas, culturales y de infraestructura que se deberían resolver para una óptima circulación.

En Quito en el año 2015, se realizaron encuestas a diferentes usuarios de bicicleta que asistían a ciclopaseos para conocer la percepción que tienen sobre el tema, organizaciones como Grupo Faro junto con CiclóPolis. En mayo de 2010, presentaron los resultados de un estudio que proporcionó datos sobre el potencial del uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo en la ciudad de Quito. En el estudio, se evidenció que la mayor parte de usuarios del ciclopaseo utilizaba el bus (41,7%) y el transporte privado (39,7%) para movilizarse cotidianamente (Pinto, Fuentes, & Alcivar, 2015)

Los usuarios explicaron que entre las razones por las cuales los ciudadanos no utilizaban el sistema de bicicleta pública están: la falta de hábito, una ruta que no se adapta a su necesidad, el peligro de accidentes, la delincuencia, la dificultad del terreno. Desde entonces, se recalca que tanto la falta de hábito como la sensación de incomodidad son aspectos que pueden ser modificados con campañas de concienciación y promoción del uso de la bicicleta, por este motivo varias organizaciones han emprendido acciones diversas para permitir a la ciudadanía familiarizarse con la bicicleta. Algunas iniciativas se enfocan en motivar a la gente a salir en este medio de transporte después de su jornada laboral para que se concienticen sobre el uso del espacio público; otras apuntan a grupos específicos como el de las mujeres, los deportistas o los discapacitados (Pinto et. al, 2015).

En Cuenca alrededor del año 2015, nace el movimiento BiciCuenca cuyos principales objetivos son: demostrar que sí es posible la movilidad no motorizada y promocionar el uso de la bicicleta. Este movimiento planifica y ofrece recorridos temáticos según las épocas o momentos especiales del año, de la misma manera existen los programas Bici escuela, En bici al cole, A clases en bici, promovidos por Biciacción, en los cuales los participantes desarrollan varias destrezas. El análisis del impacto de estos programas requiere una investigación más profunda, que permita levantar una línea base, evaluar su

formalidad, financiamiento, sostenibilidad, contenidos, entre otros aspectos (Pinto et. al, 2015).

### **1.5.7. Derechos de los ciclistas**

La legislación ecuatoriana tuvo un gran alcance gracias a la labor realizada por parte de un grupo de ciclistas y usuarios de bicicleta que se movilizaron desde 2007 y, que efectuaron un trabajo en conjunto con más de 20 organizaciones de ciclistas que elaboraron documentos con respecto a la movilidad urbana, la intermodalidad y el diseño de infraestructuras viales para obtener un mejor uso del espacio público. Este hecho fue el más relevante en la historia de colectivos de ciclistas en el país, ya que, consiguieron trasladar un esfuerzo colectivo al texto legal, cuyos alcances son relevantes para todos quienes utilizan la bicicleta como medio de transporte, deporte o diversión. En la actualidad, todavía existe ciertos desafíos en lo todo lo que concierne a educación, sobretodo en concientizar a la ciudadanía sobre el uso de la bicicleta como un medio de transporte seguro y amigable, sería un gran logro que más personas se unan a este pensamiento. (Pinto et. al, 2015)

La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, indica en la sección 3 “de los ciclistas y sus derechos”, en el artículo 204 se pueden señalar algunos de ellos que se describen a continuación ( Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2014).

- a) Transitar por todas las vías públicas del país, con respeto y seguridad.
- b) Disponer de vías de circulación privilegiada dentro de las ciudades y en las carreteras, como ciclovías.
- c) Disponer de espacios gratuitos y libres de obstáculos
- d) Derecho preferente de vía.
- e) A transportar sus bicicletas en transporte público cantonal e interprovincial sin ningún costo adicional.
- f) Derecho a tener días de circulación preferente.

## **1.6. Mapa de demanda de viajes en bicicleta en Cuenca**

### **1.6.1. Mapa de calor – registro semanal del aforo de bicicletas**

Un mapa de calor o también llamado “heatmap” es una técnica de visualización de los datos importados que indican la magnitud del fenómeno analizado en dos dimensiones, la variación del color puede ser color por matriz o intensidad en donde el lector puede identificar de manera clara las señales. Se realiza en el programa Qgis y se plasman los datos introducidos previamente, en este caso, la información proviene de aforos de bicicletas realizados en diferentes puntos donde se encuentran ubicadas las redes de ciclovía en la ciudad de Cuenca.

La técnica utilizada fue una interpolación por densidad del núcleo, en donde, se han tomado dos tramos de aforos y en función de su distancia se pudo estimar una mayor cantidad de de bicicletas que transitan por la ciclovía. Los aforos brindados tienen conteos diarios automáticos de bicicletas por una semana, en los dos sentidos de la ciclo-ruta de cada estación establecida. En el mapa se puede observar un alto número de ciclistas que se movilizan por la ciclovía de la Av. Fray Vicente Solano y la Av. Primero de Mayo, siendo estas las ciclovías con mayor demanda de viajes en bicicleta en la ciudad de Cuenca.

A continuación, se muestra el mapa de la ciudad de Cuenca con un rango de valores de ciclistas aforados y el trazo de todas las ciclovías existentes en la ciudad. Se encuentra en el anexo 6: mapas de calor.

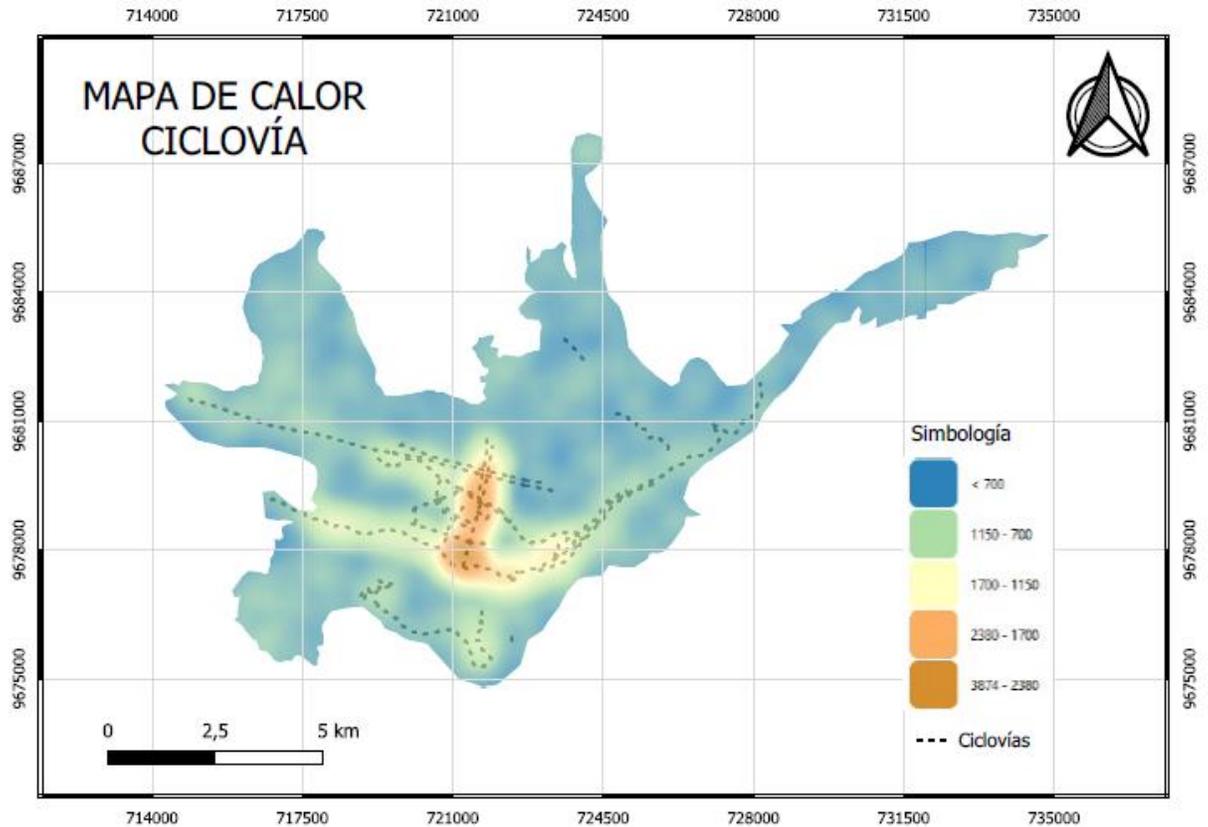


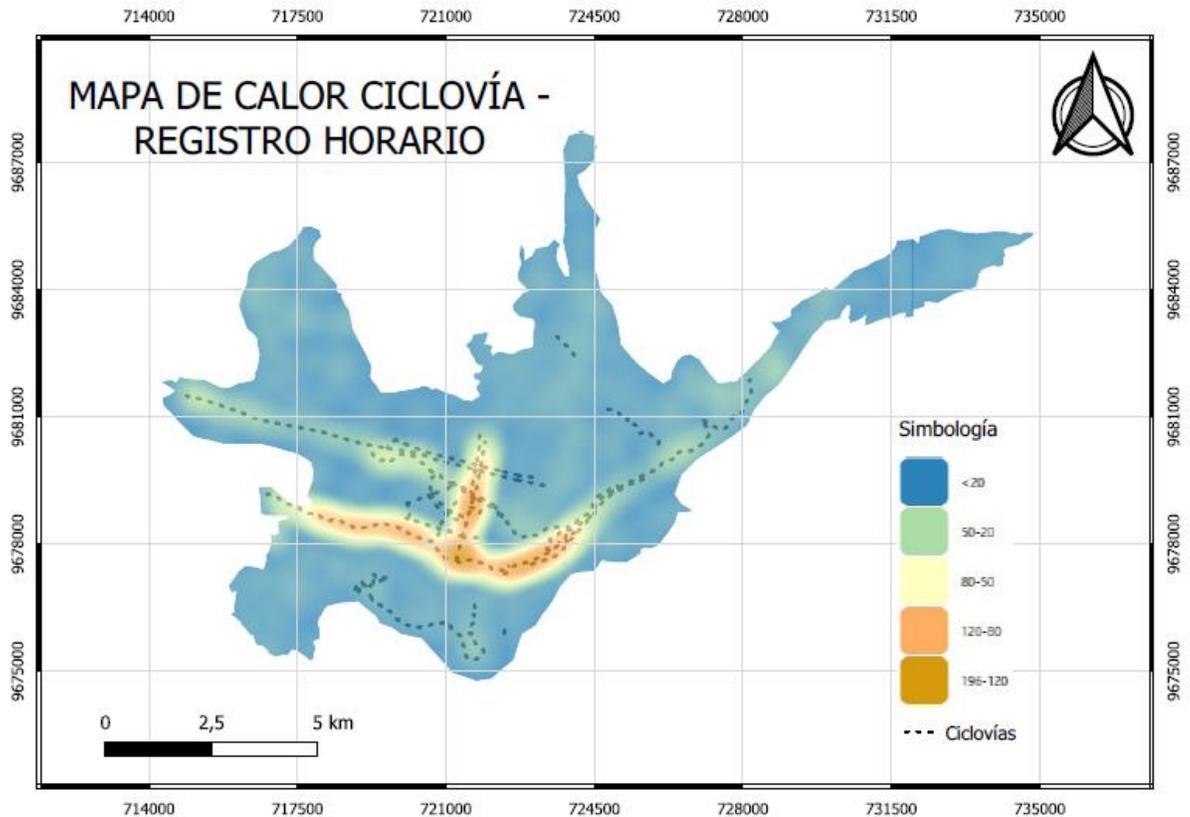
Ilustración 1.7. Mapa de calor - registro semanal  
Fuente: Propia

### 1.6.2. Mapa de calor – registro de la hora de máxima demanda

Un mapa de calor es una herramienta de análisis digital que a través de estimaciones de densidad crea una capa vectorial de tipo raster con puntos de entrada en ubicaciones diferentes. En este trabajo se pretende visualizar la demanda de viajes de ciclistas en Cuenca por medio de un heatmap en donde se introdujeron datos de aforos de bicicletas en estaciones específicas y a partir de métodos de interpolación por densidad de núcleo, estimando valores entre dos tramos, facilitando la identificación de focos y puntos de agrupación, la densidad es calculada en base al número de puntos en la zona de estudio.

En este análisis en particular se toman en consideración las horas de máxima demanda en las ciclovías, que considera en volumen máximo de bicicletas que pueden circular sobre la infraestructura en un lapso de una hora, mediante estos datos se muestra un espectro de colores cálidos y fríos en las zonas que atraen más y menos bicicletas. En este mapa se

puede observar una mayor demanda en la Avenida Solano y Avenida Primero de Mayo, así como los rangos de bicicletas de acuerdo a la cantidad de ciclistas. Se encuentra en el anexo 6: mapas de calor.



*Ilustración 1.8. Mapa de calor – registro de la hora de máxima demanda*  
Fuente: Propia

## 1.7. Revisión de la literatura

Según (Smith, 2021), se analiza la información sobre el comportamiento de los ciclistas definiendo así tres de sus comportamientos y cuáles son las características que influyen en los mismos. A continuación, se describen cada uno de los parámetros previamente definidos.

### **1.7.1. Ruta más corta y minimización de la distancia de viaje**

Se define como la medida en donde los ciclistas deciden que ruta tomar, puede ser la ruta más corta o prefieren alternativas de ruta más cortas. La longitud de la ruta es uno de los factores más importantes para determinar la elección de ruta, se puede medir observando y evaluando, debido a que los ciclistas generalmente optan por rutas más cortas. Dependiendo de la longitud de la ruta, existen ciertos niveles de desviación lo que representa una quinta parte de la longitud total de la ruta.

### **1.7.2. Ruta más rápida y tiempo de viaje mínimo**

La longitud de la ruta es un parámetro importante para la elección de la ruta, pero existen otros motivos que pueden impedir que los ciclistas tomen la ruta más corta hacia su destino. El camino más corto puede ser inseguro para el ciclista y la inseguridad se considera un gran obstáculo, por lo tanto, los ciclistas seleccionan caminos con carriles separados para bicicletas y rutas alejadas del tráfico pesado por automóviles. El desvío de los ciclistas hacia el camino más corto es para recorrer en bicicleta en un entorno más atractivo y minimizar el tiempo de viaje. La minimización del tiempo de viaje se define como la medida optada por los ciclistas que toman rutas cortas y evitan obstáculos que retrasan su tiempo de viaje.

### **1.7.3. La ruta más continua y el ciclismo continuo**

Los ciclistas prefieren un ciclismo sin interrupciones, es decir, llegar a sus destinos en un tiempo menor y evitan incorporar paradas intermedias dentro de sus desplazamientos. El ciclismo continuo se define como la medida en que los ciclistas evitan las barreras que afectan el flujo de desplazamiento y optan por características de la ruta que permiten que un desplazamiento sea continuo, por lo tanto, los ciclistas no están dispuestos a esperar en semáforos y señales de alto. La velocidad de ciclo está relacionada con el ciclismo

continuo, los ciclistas con altas velocidades evitan los giros y obstáculos que impiden con su flujo continuo, por lo que las ciclovías permiten mantener la velocidad y el flujo.

#### **1.7.4. Características que influyen**

Se indican los factores que influyen en el análisis de la elección de la ruta de los ciclistas, se identifican características espaciales, características personales, propósito del viaje y el tipo de bicicleta que se utiliza. (Smith, 2021)

##### **1.7.4.1. Características espaciales**

Referente a la red del ciclista y a la infraestructura a lo largo de la ruta, así como el entorno físico de la ruta. (Smith, 2021)

- Longitud de la ruta: influye en la minimización de la distancia y en la minimización del tiempo de viaje.
- Ciclovía segregada: la falta de estos carriles bici separados da como resultado una experiencia insegura e impide que los ciclistas tomen la ruta más rápida o directa, las ciclovías fomentan el ciclismo rápido y continuo ya que permite mantener las velocidades y son más amplios
- Obstáculos de ruta: consiste en señales de alto, semáforos y giros, especialmente giros a la izquierda, los ciclistas a menudo tienden a evitar estos obstáculos que minimizan su tiempo de viaje. Los semáforos causan una cola de ciclistas cuando esperan el rojo, pero también son ideales cuando se encuentran en intersecciones concurridas. Las intersecciones afectan negativamente en los tiempos de viaje de los ciclistas, por lo que minimizan el número de intersecciones por kilómetro recorrido.

##### **1.7.4.2. Características personales**

- Propósito de viaje: a menudo, estos propósitos se dividen en ciclismo de ocio y ciclismo utilitario. Los usuarios que utilizan la bicicleta como medio de transporte prefieren el camino más corto a comparación con los ciclistas de ocio. Los ciclistas están dispuestos a tomar una ruta más larga para evitar intersecciones concurridas y carreteras principales. Los ciclistas que se trasladan al trabajo se centran en la minimización de la distancia.

### **1.7.5. Decisiones del uso o no de la bicicleta**

Estudios realizados indican que la idea de proporcionar una infraestructura exclusiva para bicicletas puede aumentar el uso de las mismas. Estos estudios se dividen en dos categorías que son aquellos datos de preferencias relevadas (lo que las personas realmente hacen) y las preferencias declaradas (lo que las personas dicen que harían).

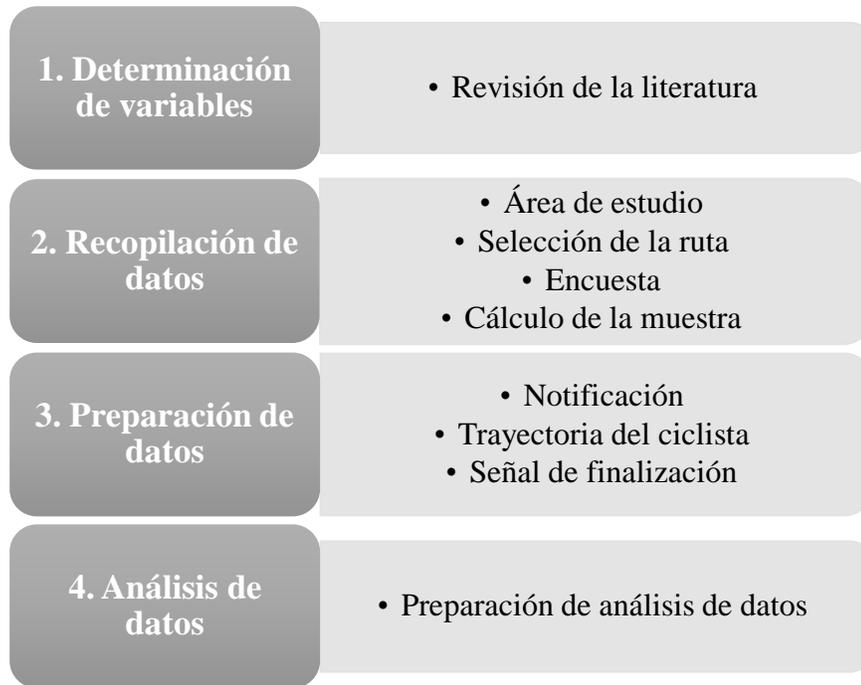
Las preferencias relevadas se basan en datos de comportamiento de viaje como el porcentaje de personas que viajan en bicicleta. Estudios realizados indican que las ciclovías juegan un papel muy importante y donde se encontró que los niveles más altos de desplazamientos en bicicleta se asociaron con densidades más altas de carriles para bicicletas. Los estudios de preferencia establecidos generalmente hacen preguntas a las personas sobre lo que podría influir en si andan en bicicleta o no.

## CAPÍTULO II:

### **2. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA ESTIMAR LOS TIEMPOS DE VIAJE USANDO INFRAESTRUCTURA CICLÍSTICA SEGREGADA Y VIARIOS COMPARTIDOS – GUÍA METODOLÓGICA PROPUESTA**

En este capítulo se discute la metodología que se aplicará en la investigación de tesis, comenzando con una visión general de los pasos establecidos para el estudio. Por otro lado, se analizan las características que influyen en el trabajo, seguido de la recopilación y tabulación de datos.

De acuerdo con la revisión bibliográfica podemos mencionar la metodología propuesta por Jimme Smith, para el programa de maestría GIMA (Geographical Information Management and Application), para una institución holandesa de nivel superior llamada Universidad de Utrecht ubicada en los Países Bajos, cuyo tema es **“Cycling Behaviours: Minimising Travel Distance, Minimising Travel Time and Continuous Cycling”**. Algunos parámetros de esta propuesta fue tomada como base para la creación de nuestra propia metodología para estimar tiempos de viaje en infraestructura ciclística (Smit, 2021).



*Ilustración 2.1. Determinación de la línea base para estimar los tiempos de viaje*  
Fuente: Propia

## 2.1. Determinación de variables

La primera etapa es la determinación de las variables relevantes que influyen en el comportamiento de los ciclistas, a partir de la revisión literaria. El objetivo general de la investigación bibliográfica es analizar de qué manera podemos minimizar el tiempo de viaje en una infraestructura ciclística. El resultado es un modelo conceptual que proporciona una visión general de las características importantes, mismo que muestra un resumen de la conducta de los usuarios que utilizan la bicicleta.

Las variables que tomamos en cuenta en el estudio, se enumeran a continuación:

- Longitud de la ruta: se considera la distancia entre dos puntos en un tramo de ciclovía.
- Ciclovía segregada: porcentaje de la ruta que consta con ciclo infraestructura.
- Semáforos: número de dispositivos electrónicos colocados en el tramo de análisis.

- Señales verticales: número de placas verticales fijadas en estructuras instaladas sobre la ciclovía que mediante símbolos alertan a los usuarios sobre la existencia de peligros.
- Propósito del viaje: es el motivo por el cual el ciclista se desplaza de un lugar a otro.
- Zonas de estudio: se agrega esta variable debido a que la ciclo-ruta que se pretende analizar se encuentra en la zona urbana de la ciudad de Cuenca.

## **2.2. Recopilación de datos**

La segunda fase consiste en el método de recolección de datos a través del uso de fuentes primarias de información por medio de la aplicación de encuestas a los potenciales o actuales ciclistas, como consecuencia de la ausencia de datos estadísticos disponibles en cualquier fuente de información ya sean gubernamentales o privadas que sirvan como base de datos para el desarrollo de la guía metodológica.

### **2.2.1. Área de estudio**

Es un espacio determinado dentro de un límite que sólo está designado para estudiar o realizar actividades de aprendizaje y se emplea a una rama del saber, es decir, describir el lugar, donde se trabajará la investigación en términos de toma y procesamiento de muestras. Se busca determinar la ubicación del área de estudio, las características físicas y demográficas de la zona. Dentro de las características físicas se encuentran factores como la clasificación y uso del suelo, las características geológicas y el clima.

### **2.2.2. Selección de la ruta**

A través de las encuestas a los ciclistas se puede definir su ruta de preferencia, la debilidad de esta metodología es que el comportamiento real del ciclista puede cambiar, es decir,

debemos considerar la posibilidad de que ocurra o no un evento, se puede definir como un porcentaje de variabilidad positiva y negativa. Las rutas de los ciclistas se encuentran dentro de una red de ciclovías seleccionada en la ciudad de Cuenca, esta información sobre las rutas se recopila a través de las encuestas; además, estos datos serán utilizados en un análisis estadístico. Se establecerá una tabla en la cual describiremos los datos disponibles y sus fuentes de información. Existen características de la red que se recupera mediante un análisis espacial con el uso de la herramienta Qgis3.

**Tabla 2.1.** Datos disponibles

<b>Datos</b>	<b>Fuente</b>
Red de ciclovía	Qgis3
Estacionamiento de bicicletas públicas	Qgis3
Espacios públicos abiertos	Qgis3
Espacios verdes	Qgis3

Recuperado de: Municipio de Cuenca

**Tabla 2.2.** Datos obtenidos

<b>Datos</b>	<b>Fuente</b>
Origen	Encuesta
Destino	Encuesta
Motivo de viaje	Encuesta

Fuente: Propia

### 2.2.3. Encuesta

Se realizan encuestas a un grupo de ciclistas con el fin de determinar el motivo de viaje, la frecuencia de recorrido, el tiempo de viaje, el origen y destino. Estos datos nos permiten realizar un análisis de los parámetros de movilidad, además, se puede recoger información personal de los usuarios y conocer el objetivo del uso de la bicicleta. El viaje se puede clasificar como cotidiano, realizado de vez en cuando o de manera recreativa considerando el sector en el que se encuentra. Para garantizar una buena cuantificación de la demanda, primero se determina el tamaño de la muestra, misma que tiende a una distribución normal, es decir que no está sesgada.

El modelo de encuesta que se plantea resuelve las inquietudes sobre el tema y nos ayuda a establecer una interpretación real confiable sobre la demanda actual de bicicletas. En una ciclo-ruta los usuarios circulan a diferentes velocidades, por esta razón, para encuestar se recomienda el uso de señalización vertical para llamar la atención del ciclista y poder contar con su colaboración. Se encuentra en el anexo 2: modelo de encuesta a la población de ciclistas.

### 2.2.3.1. Cálculo de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\left( (E^2 * (N - 1)) + (Z^2 * p * q) \right)} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:

$Z$  = Nivel de confianza

$N$  = Tamaño de la población

$p$  = Variabilidad positiva

$q$  = Variabilidad negativa

$E$  = Error o precisión

$n$  = Tamaño de la muestra

La población se determina a partir de los aforos de bicicleta actuales que se han realizado en la ciudad de Cuenca en puntos estratégicos seleccionados; el nivel de confianza se acepta que sea del 95% en la mayoría de investigaciones, por lo tanto, el valor de  $Z$  es entonces llamada número de errores estándar asociados con el nivel de confianza. Para este nivel de confianza,  $Z$ , es igual a 1.96, lo que significa que con una probabilidad total de 0.05 la media de la población caería fuera del intervalo de la desviación estándar de la muestra. La variabilidad positiva y negativa se establece con un porcentaje con respecto a la credibilidad de la respuesta de los encuestados.

### 2.3. Preparación de datos

La preparación de datos tiene una serie de pasos a seguir con el fin de obtener el tiempo de viaje que emplea un ciclista al utilizar una ciclo-ruta en relación a un usuario que usa calzadas y aceras peatonales. Este proceso comienza con la ubicación de dos puntos estratégicos en un tramo de ciclovía seleccionado, que será previamente medido con la ayuda de una aplicación tecnológica que nos permite medir grandes distancias sin dificultad, en este tramo de ciclovía se encontrarán ubicados encuestadores que realizarán el proceso de la toma de información, a continuación, se describe cada uno de ellos.

#### **Paso 1: Notificación**

A la llega de un ciclista participante en la investigación se levanta una señal vertical que indica “pare”, en ese momento, se le entrega una “flash card” con un determinado color en donde se anotará la hora exacta de salida de la bicicleta del punto inicial establecido. Ver anexo 1: modelo de flash card usada en campo

#### **Paso 2: Trayectoria del ciclista**

Al momento de registrar el recorrido del usuario, se puede determinar la longitud y el tiempo empleado para movilizarse entre los dos puntos, al ser un método manual no se pueden registrar los movimientos relativamente pequeños por lo que se asumen tasas de aceleración y desaceleración infinitas, por lo cual implica que el cambio de velocidad ocurra de forma instantánea; pero si dado el caso el ciclista se detiene por algún contratiempo como semáforos, peatones, obstáculos o cualquier agente externo ajeno a la voluntad del conductor, por lo tanto, se considera un tiempo de viaje que incluye las paradas.

$$t = \frac{d}{V_{inst}} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Donde:

$t$  = Tiempo de viaje (h)

$d$  = Distancia/ longitud del tramo de ciclovía (km)

$V_{inst}$  = Velocidad instantánea de una bicicleta (km/h)

A partir de la velocidad instantánea podemos calcular la velocidad media espacial  $\bar{V}_e$  que es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos las bicicletas que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o ciclovía. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas.

Para datos de velocidades instantáneas no agrupados, matemáticamente la velocidad media espacial se define como:

$$\bar{V}_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m} \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Donde:

$\bar{V}_e$  = Velocidad media espacial (km/h)

$V_j$  = Velocidad instantánea de la bicicleta  $j$  (km/h)

$m$  = Número total de bicicletas observados en el tramo o tamaño de la muestra

### 2.3.1. Cálculos adicionales

Para determinación de la velocidad media espacial se determinar en base a diferentes parámetros y fórmulas. Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial también se puede calcular dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por las bicicletas en recorrerla. Esto es:

$$\bar{V}_e = \frac{d}{\bar{t}} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

En donde:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

$d$  = Distancia dada o recorrido (km)

$\bar{t}$  = Tiempo promedio de recorrido de las bicicletas (h)

$t_i$  = Tiempo empleado por la bicicleta  $i$  en recorrer la distancia  $d$  (h)

Reemplazando:

$$\bar{V}_e = \frac{d}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}} = \frac{n}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{t_i}{d}\right)} \quad \text{[Ecuación 6]}$$

El tiempo empleado por la bicicleta  $i$  en recorrer la distancia  $d$  es:

$$t_i = \frac{d}{V_i} \quad \text{[Ecuación 7]}$$

Despejando:

$$d = V_i * t_i \quad \text{[Ecuación 8]}$$

Entonces:

$$\bar{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{V_i t_i}\right)} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

Por lo tanto

$$\bar{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i}\right)} \quad [\text{Ecuación 10}]$$

Según la estadística descriptiva, a ésta última expresión se le denomina media armónica, que para un evento dado es la media estadística que mejor lo describe. Por lo tanto, la velocidad media espacial es el indicador más apropiado a ser utilizado en el análisis de flujos vehiculares.

### **Paso 3: Señal de finalización**

Al final, este proceso nos entregará un conjunto de datos que incluye el número de viajes indicando aquellos que se hicieron íntegramente en bicicleta sin ocupar otro vehículo o caminando con la bicicleta. El encuestador levantará la señal de pare en el punto final de muestra en donde se recibirá la tarjeta que le entregó en el paso 1, se anotará el tiempo exacto de llegada del usuario y se continuarán con los demás participantes.

## **2.4. Análisis de datos**

### **2.4.1. Preparación del análisis de datos**

El paso final es la preparación de los datos para su respectivo análisis, se establecen los indicadores relevantes agrupándolos en la red de acuerdo a las características personales, motivo de viaje, tipo de bicicleta, mismas que son variables independientes o de interacción en el modelo estadístico.

## CAPÍTULO III

### 3. CASOS PRÁCTICOS DE GUÍA METODOLÓGICA

#### 3.1. Guía Metodológica aplicada en la Av. Fray Vicente Solano

##### 3.1.1. Determinación de variables

En la Av. Fray Vicente Solano se determinaron las variables relevantes que influyen en el comportamiento de los ciclistas a través del trabajo en campo por medio de la observación. El objetivo es analizar la manera en la que podemos minimizar el tiempo de viaje en la ciclovía del tramo que tiene como límite la Av. 12 de abril y la Av. 27 de febrero. El resultado será una visión general de las características importantes que muestra una recopilación de la conducta de los ciclistas que se movilizan por la ciclovía analizada.

Las variables que tomamos en cuenta en el estudio, se enumeran a continuación:

<b>Longitud de la ruta</b>	1.5 km
<b>Ciclovía segregada</b>	100%
<b>Semáforos</b>	10
<b>Señales verticales</b>	22
<b>Propósito de viaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Trabajo</li> <li>◆ Estudio</li> <li>◆ Compras</li> <li>◆ Turismo</li> <li>◆ Trámites</li> <li>◆ Deporte</li> <li>◆ Ocio</li> </ul>
<b>Zona de estudio</b>	Av. Fray Vicente Solano

Fuente: Propia

### **3.1.2. Recopilación de datos**

Se han obtenido datos de fuentes primarias como levantamientos de información sobre los aforos de bicicletas y de las encuestas donde se establece un contacto directo con los ciclistas para obtener información más certera y pertinente para el caso, la misma que es importante para desarrollo de la guía metodológica propuesta y analizar el tramo seleccionado.

#### **3.1.2.1. Área de estudio**

La Avenida Fray Vicente Solano constituye una de las vías principales de la ciudad de Cuenca, se considera un bulevar porque tiene carriles en dos sentidos, es ancha y está dividido en la mitad por un parterre que generalmente es arboleado. Está ubicada en la zona sur del centro de la ciudad, empieza por el Puente Centenario, ubicado en la Av. 12 de abril y termina en los Tres Puentes ubicado en la Av. 27 de febrero, es el límite de parroquia urbana Huayna Cápac. A lo largo de esta Avenida se cuenta con edificios muy importantes como el Estadio Alejandro Serrano Aguilar, Colegio Benigno Malo, Colegio de Ingenieros Civiles del Azuay (CICA), es una zona con un uso de suelo comercial y muy activo debido a que posee bancos, gasolineras, restaurantes, unidades educativas y oficinas de trabajo de múltiples empresas.

La Avenida Fray Vicente Solano se encuentra ubicada en las coordenadas UTM 721469 de longitud, 9678369 de latitud y 2523 de altitud; se destaca como una “ciudad Jardín” que pretende mantener su esencia y se incorporan aspectos actuales como la implementación de ciclovías para incentivar la movilidad alternativa debido a que existe un alto impacto ambiental a causa de los motorizados. Es una vía arterial, lo cual se especializa en viajes a escala de ciudad, la velocidad de circulación se encuentra limitada en 50 km/h, su longitud da paso a 20 manzanas a lo largo de su tramo y posee tres redondeles.



*Ilustración 3.1. Av. Fray Vicente Solano*  
Fuente: Google Earth

### 3.1.2.2. Selección de la ruta

La selección de la ruta se designa después de un análisis del uso de bicicleta en ciertas zonas de la ciudad de Cuenca y se ha escogido la Av. Fray Vicente Solano por ser una zona con alta demanda de ciclistas, en donde los mismos utilizan esta ruta para dirigirse a sus trabajos o realizar sus actividades cotidianas, en el tramo escogido se han analizado distintos parámetros como el uso del suelo, el comportamiento de los ciclistas, entre otros, con el objetivo de minimizar los tiempos de viaje de los ciclistas. Existen características de la red que se recupera mediante un análisis espacial con el uso de la herramienta Qgis3.

### 3.1.2.3. Encuesta

El número de encuestas se determinan de acuerdo a la población de ciclistas presentes en la Av. Fray Vicente Solano, en donde, se calcula una muestra representativa de ciclistas para manejar información mucho más real. La encuesta nos ayuda a obtener información de primera mano de los ciclistas como su origen, destino, motivo de viaje, tiempo de trayectoria, frecuencia y recomendaciones para mejorar el modo de transporte. A la

llegada de un ciclista aleatorio se levanta una señal vertical que indica “pare” a una distancia de seguridad considerando la velocidad con la que se aproxima el usuario para que lograr su participación.



Ilustración 3.2. Señal vertical "pare"  
Registro: Propio

### 3.1.2.3.1. Cálculo de la muestra

La muestra se consigue aplicando la *Ecuación 1*, donde uno de sus factores importantes es el tamaño de la población de la Av. Fray Vicente Solano que es el tramo de ciclovía analizado que ha sido determinado a través de los aforos de bicicletas, en donde este es:

Tabla 3.2. Población Av. Fray Vicente Solano	
<b>Población Av. Fray Vicente Solano</b>	4,728 ciclistas

Fuente: Emov EP

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\left( (E^2 * (N - 1)) + (Z^2 * p * q) \right)} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Tabla 3.3. Cálculo de la muestra - Av. Solano

<b>Av. Fray Vicente Solano</b>	
<b>Z (Nivel de confianza)</b>	1.96
<b>N (Tamaño de la población)</b>	4728
<b>p (Variabilidad positiva)</b>	0.9
<b>q (Variabilidad negativa)</b>	0.1
<b>E (Error o precisión)</b>	0.05
<b>n (Tamaño de la muestra)</b>	135

Fuente: Propia

### 3.1.2.3.2. Resultados de la encuesta

El modelo de encuesta se encuentra en la sección de *Anexos* y posee seis preguntas sobre la movilidad del ciclista, así como información personal para establecer parámetros que nos servirán para la determinación de los tiempos de viaje por este tramo de cicloavía.

• **Pregunta 1**

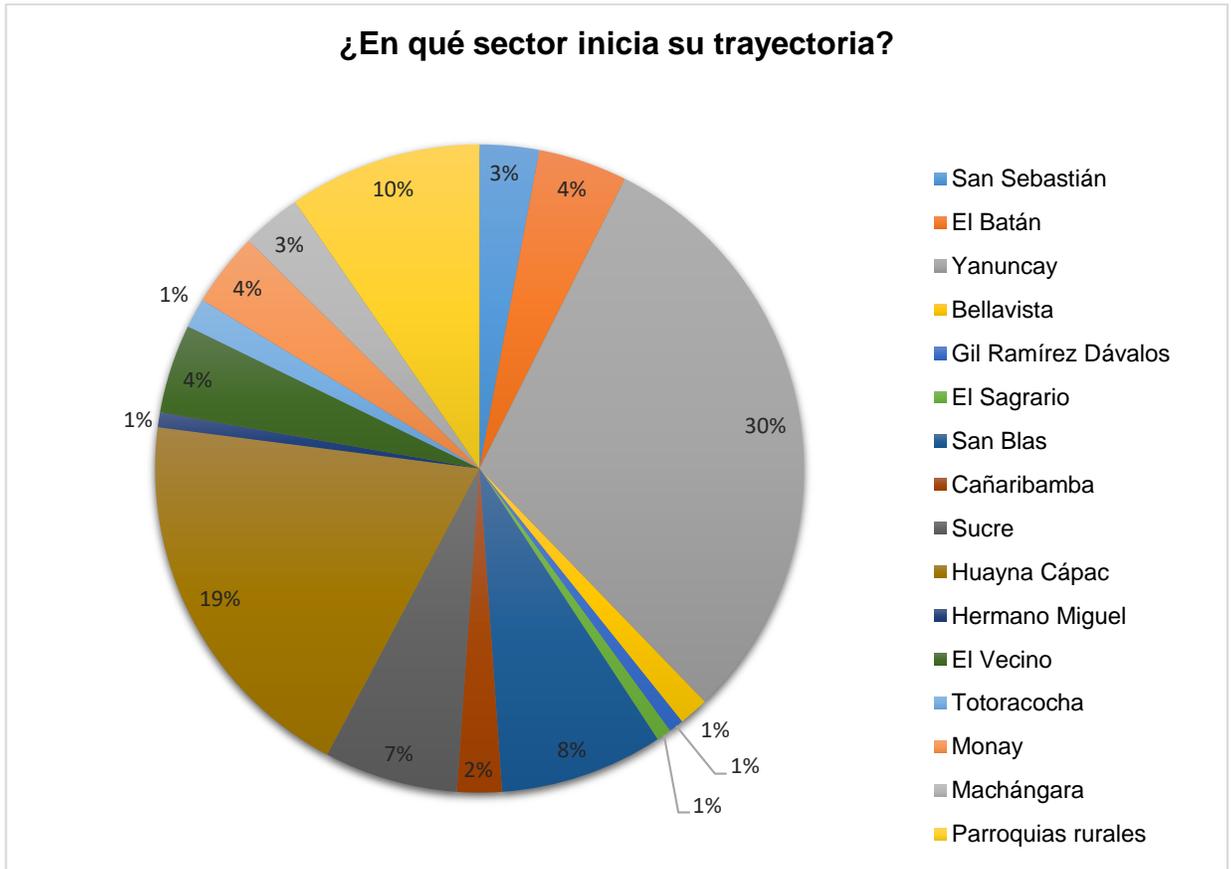


Gráfico 3.1. Pregunta 1 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano  
Fuente: Propia

Se ha dividido a Cuenca en parroquias urbanas y rurales, estos sectores nos permiten una mejor tabulación de los datos y se puede clasificar correctamente los orígenes de los ciclistas. En el gráfico se puede observar que la mayoría de ciclistas inician su trayectoria en el sector Yanuncay, que se encuentra cerca del tramo analizado, le sigue la parroquia Huayna Cápac y una gran influencia de parroquias rurales como: Sayausí, El Valle, Turi, Sinincay, Ricaurte y Baños.

• **Pregunta 2**



Gráfico 3.2. Pregunta 2 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano  
Fuente: Propia

El lugar de destino de la mayor parte de los ciclistas se encuentra en la parroquia Huayna Cápac, San Blas y las parroquias rurales de Cuenca como: Sayausí, Turi, Baños, El Valle, Llacao y San Joaquín, en donde los ciclistas realizan diferentes acciones como trabajo o por deporte.

- **Pregunta 3**

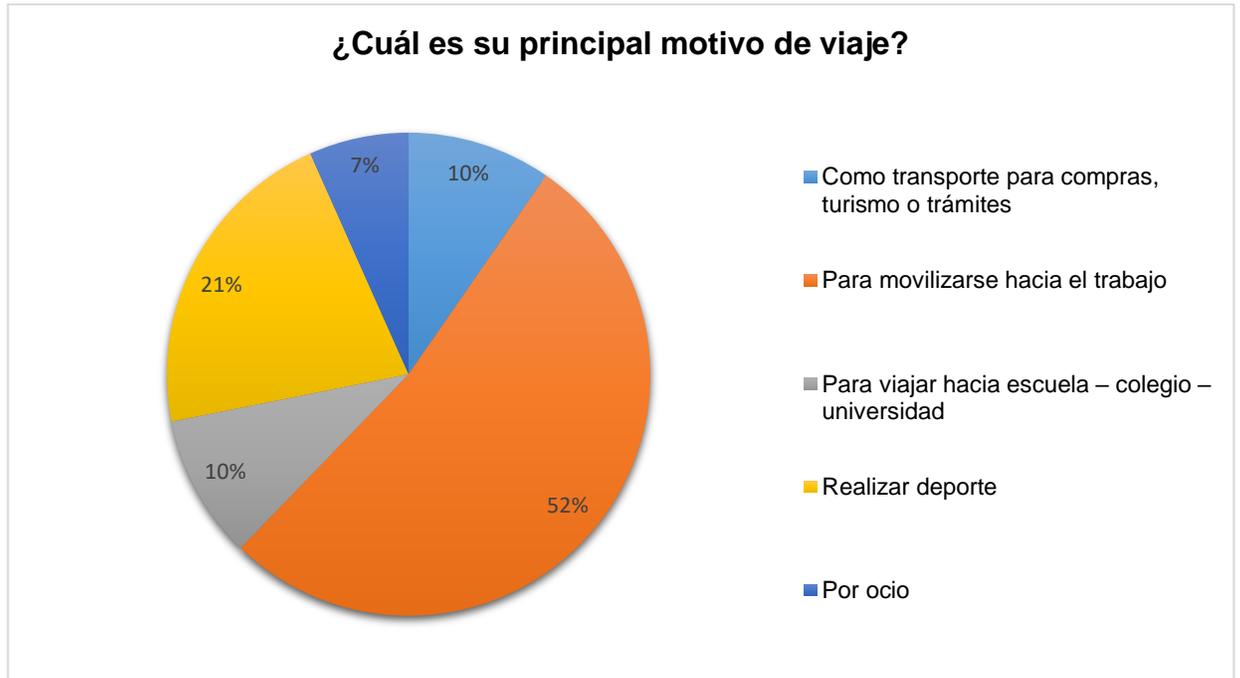
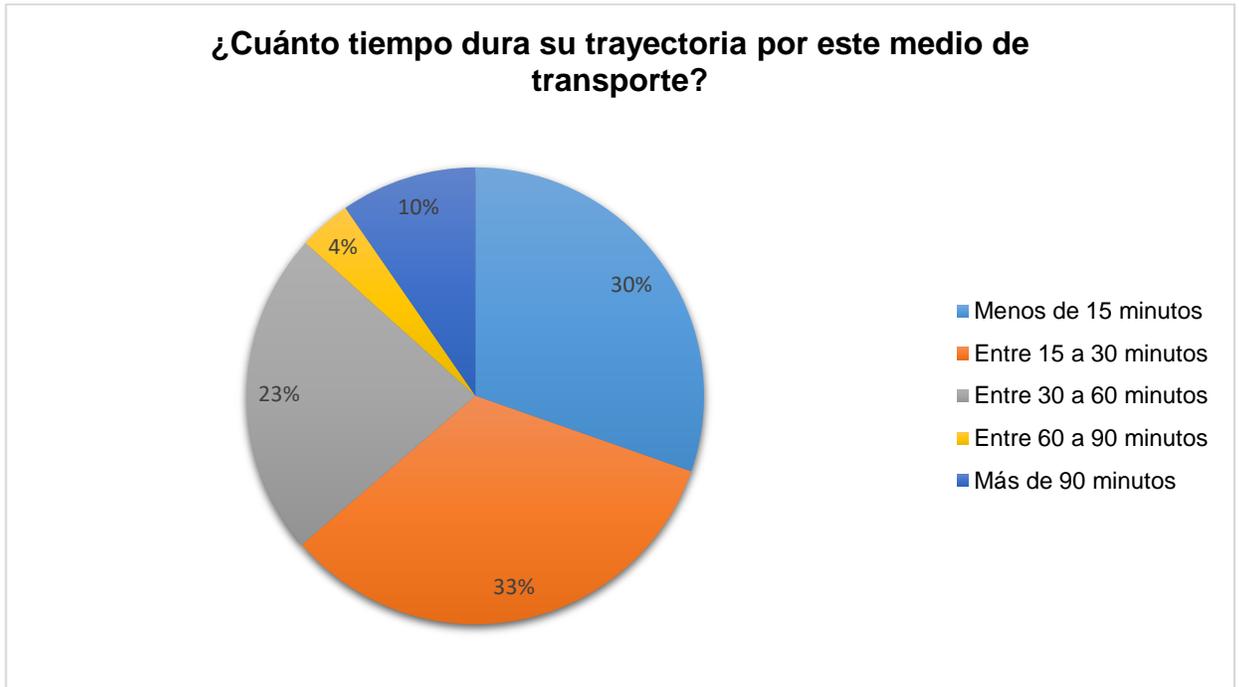


Gráfico 3.3. Pregunta 3 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano

Fuente: Propia

El motivo de viaje es un factor esencial para conocer las razones de desplazamientos y la manera en la que los usuarios optan por usar la bicicleta para cumplir con sus obligaciones. En esta ciclovía es muy común que los ciclistas, en mayor parte, se movilizan hacia sus respectivos trabajos y, en segundo lugar, los ciclistas utilizan la bicicleta para realizar deporte.

- **Pregunta 4**



*Gráfico 3.4. Pregunta 4 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano*  
Fuente: Propia

El promedio de viaje de los ciclistas pondera entre 15 a 30 minutos, debido a que sus trabajos se encuentran cerca de sus domicilios, se trasladan de un lugar a otro con buena velocidad y no todos sus recorridos son de bajada. Los ciclistas que se demoran más de 90 minutos es porque emplean la bicicleta para realizar rutas o circuitos como deporte.

- **Pregunta 5**



Gráfico 3.5. Pregunta 5 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano  
Fuente: Propia

La gran mayoría de ciclistas utilizan la bicicleta todos los días, por lo general, de lunes a viernes porque se dirigen hacia sus trabajos. Los ciclistas no muy frecuentes son aquellos que utilizan solamente los fines de semana para realizar trámites o ejercicio.

• **Pregunta 6**

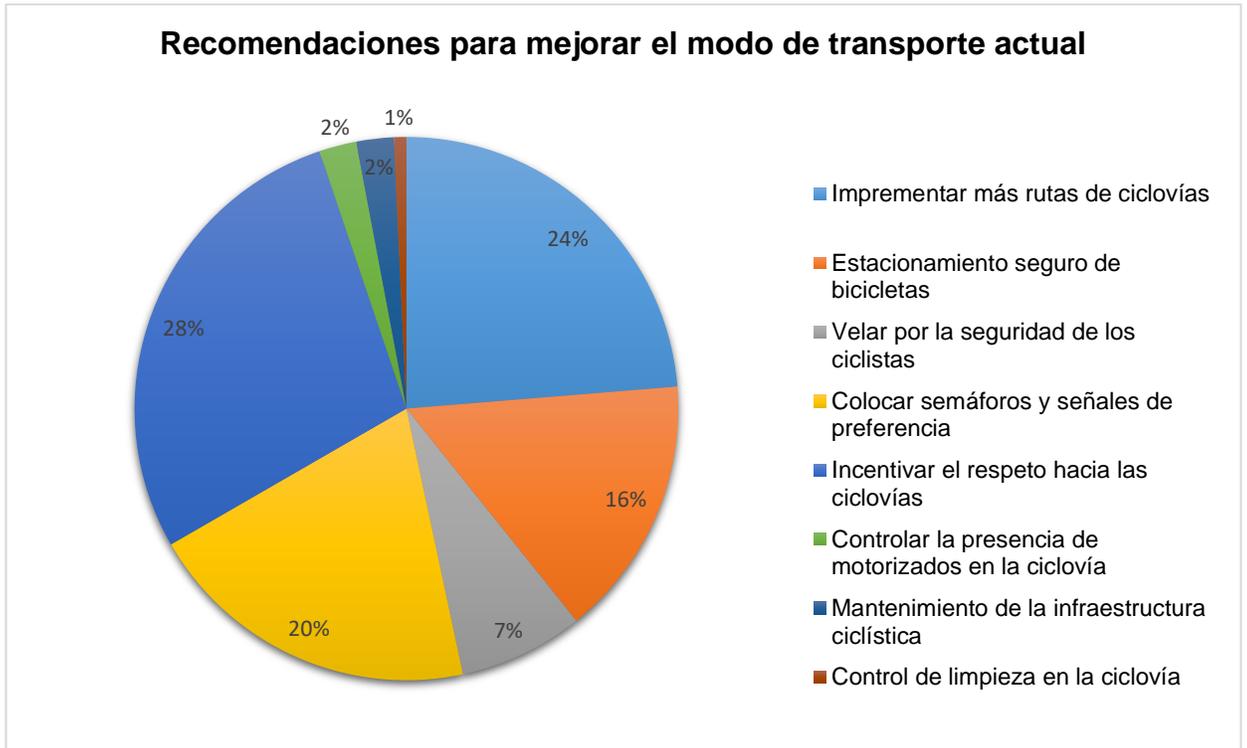


Gráfico 3.6. Pregunta 6 - Encuesta Av. Fray Vicente Solano  
Fuente: Propia

Las recomendaciones son consejos de parte de los ciclistas activos para mejorar el modo de transporte que seleccionan y también para mejorar sus condiciones de traslado de un lugar a otro. El gráfico indica un mayor porcentaje para incentivar el resto hacia la ciclovía, así como implementar más rutas de ciclovías y dar mayor preferencia en la movilización de los ciclistas.

### 3.1.3. Preparación de datos

En este paso se van a procesar los tiempos de viaje obtenidos de un ciclista que utiliza la cicloavía y otro que se moviliza a través de calzadas y aceras peatonales con el fin de realizar una comparación. Antes de realizar la toma de datos de los tiempos, previamente se midió la longitud total del recorrido con una aplicación móvil denominada “*Strava*”. La información obtenida en campo se pudo conseguir gracias al apoyo de un grupo de ciclistas que estuvieron dispuestos a realizar los diferentes recorridos de inicio a fin. El tramo consta con dos puntos estratégicos establecidos previamente.

#### **Paso 1: Notificación**

En el caso de la Av. Fray Vicente Solano, los puntos estratégicos seleccionados empiezan en el inicio de la cicloavía por la Av. 12 de abril y el otro punto en el fin de la cicloavía por la Av. 27 de febrero. Los ciclistas participantes reciben una “flash card” de color rojo que posee casillas para anotar el tiempo exacto de inicio y fin de un punto a otro.

#### **Paso 2: Trayectoria del ciclista**

Una vez determinada la longitud a través de la aplicación “*Strava*”, se le designa un sentido de corrido a un ciclista para tomarle el tiempo con el uso de la “flash card”, al ser tiempo de viaje, se considera los tiempos de demora del ciclista como paradas en semáforos, intersecciones, el cruce de redondel e incluso peatones; la velocidad del ciclista varía debido a los obstáculos que se presentan en su camino por lo que va a tener que frenar en distintas ocasiones, por esta razón, se determina un tiempo global.

En la Av. Solano se tomará en cuenta uno de los datos de los tiempos para analizar lo siguiente, realizando una comparación de tiempos de viaje en cicloavía y calzadas y aceras peatonales.

#### **Ejemplo práctico:**

- **Análisis en la ciclovía**

---

**Sentido de circulación: Av. 12 de abril – Av. 27 de febrero**

---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 15h03
  - Hora de fin de la ruta: 15h11
  - Tiempo total: 8 minutos
- Longitud total del tramo: 1.5 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{8}{60} = \frac{1500}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 11.25 \text{ km/h}$$

---

**Sentido de circulación: Av. 27 de febrero – Av. 12 de abril**

---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 15h15
  - Hora de fin de la ruta: 15h23
  - Tiempo total: 8 minutos
- Longitud total del tramo: 1.5 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{8}{60} = \frac{1500}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 11.25 \text{ km/h}$$

- **Análisis en viario compartido**

---

**Sentido de circulación: Av. 12 de abril – Av. 27 de febrero**

---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 09h43
  - Hora de fin de la ruta: 09h58
  - Tiempo total: 15 minutos
- Longitud total del tramo: 1.5 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{15}{60} = \frac{1500}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 6 \text{ km/h}$$

---

**Sentido de circulación: Av. 27 de febrero – Av. 12 de abril**

---

- Tiempo empleado por el participante 2
  - Hora de inicio de la ruta: 09h30
  - Hora de fin de la ruta: 09h43
  - Tiempo total: 13 minutos
- Longitud total del tramo: 1.5 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{13}{60} = \frac{1500}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 6.92 \text{ km/h}$$

A partir de la velocidad instantánea se calcula la velocidad media espacial  $\bar{V}_e$  que es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todas las bicicletas que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o ciclovía.

$$\bar{V}_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m}$$

Con la ecuación 3, se puede calcular la velocidad media espacial para los tiempos en ciclovía y, en calzadas y aceras peatonales, también se analiza los dos sentidos de circulación debido a que por su geografía no es todo al mismo nivel y tienen variaciones en las pendientes, permitiendo así distintas velocidades.

En las siguientes tablas se muestran los tiempos obtenidos de cada uno de los participantes, calculando así la velocidad instantánea y la velocidad media espacial.

Tabla 3.4. Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la ciclovia de la Av. Solano

<b>Av. Fray Vicente Solano</b>					
<b>Infraestructura ciclística</b>					
<b>Sentido de circulación</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de llegada</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Velocidad instantánea (km/h)</b>
<b>Av. 12 de abril - Av. 27 de febrero</b>	15:03	15:11	8	1.5	11.25
	14:37	14:47	10	1.5	9.00
	08:03	08:11	8	1.5	11.25
	09:07	07:18	11	1.5	8.18
	10:16	10:25	9	1.5	10.00
	11:25	11:31	6	1.5	15.00
	11:35	11:40	5	1.5	18.00
	11:10	11:22	12	1.5	7.50
	09:50	09:54	4	1.5	22.50
	12:00	12:05	5	1.5	18.00
	16:07	16:11	4	1.5	22.50
	10:50	10:58	8	1.5	11.25
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>13.70</b>
<b>Av. 27 de febrero - Av. 12 de abril</b>	15:15	15:25	10	1.5	9.00
	11:27	11:36	9	1.5	10.00
	09:53	10:02	9	1.5	10.00
	10:56	11:06	10	1.5	9.00
	09:07	09:15	8	1.5	11.25
	11:15	11:20	5	1.5	18.00
	10:40	10:51	11	1.5	8.18
	14:13	14:25	12	1.5	7.50
	11:13	11:23	10	1.5	9.00
	12:49	12:56	7	1.5	12.86
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>10.48</b>

Fuente: Propia

Tabla 3.5. Tiempos y velocidades en la viarios compartidos de la Av. Solano

<b>Av. Fray Vicente Solano</b>					
<b>Calzadas y aceras peatonales</b>					
<b>Sentido de circulación</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de llegada</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Velocidad instantánea (km/h)</b>
<b>Av. 12 de abril - Av. 27 de febrero</b>	09:43	09:58	15	1.5	6.00
	12:31	12:45	14	1.5	6.43
	14:02	14:17	15	1.5	6.00
	16:05	16:19	14	1.5	6.43
	17:37	17:52	15	1.5	6.00
	11:45	11:50	5	1.5	18.00
	15:22	15:28	6	1.5	15.00
	11:48	11:54	6	1.5	15.00
	09:59	10:08	9	1.5	10.00
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>9.87</b>
<b>Av. 27 de febrero - Av. 12 de abril</b>	09:30	09:44	14	1.5	6.43
	10:00	10:13	13	1.5	6.92
	13:49	14:01	12	1.5	7.50
	15:53	16:06	13	1.5	6.92
	17:23	17:40	17	1.5	5.29
	11:35	11:45	10	1.5	9.00
	10:56	11:09	13	1.5	6.92
	12:10	12:21	11	1.5	8.18
	09:53	10:04	11	1.5	8.18
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>7.26</b>

Fuente: Propia

### Paso 3: Señal de finalización

El trayecto del ciclista termina cuando se le da la señal de que es su destino final y se le pide la tarjeta roja entregada previamente, con este procedimiento se obtienen un conjunto de datos sobre los tiempos de viaje realizados en bicicleta en los distintos sentidos. La toma de tiempos fue el mismo para todos los participantes.

#### 3.1.4. Análisis de datos

##### 3.1.4.1. Preparación del análisis de datos

La parte final del proceso del análisis establecerá un indicador relevante de cada uno de los sentidos analizados en el tramo de ciclovía seleccionado y se conseguirá una visión general sobre el estudio considerando sus respectivas características, brindándonos los datos más importantes para la conclusión de la metodología propuesta.

El tiempo promedio de viaje de un ciclista a través de la ciclovía en un día típico, son los siguientes valores:

**Tabla 3.6.** Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Solano)

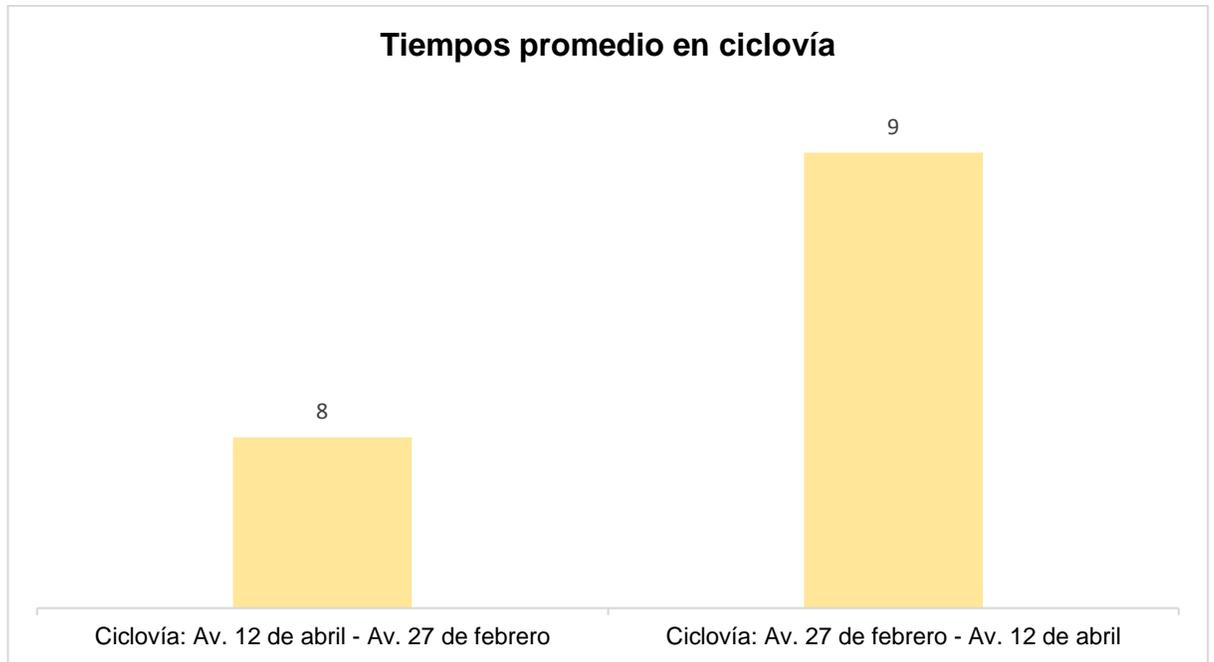
<b>Sentido de circulación</b>
Av. 12 de abril - Av. 27 de febrero
Tiempo promedio de viaje (min)
8

Fuente: Propia

**Tabla 3.7.** Tiempo promedio de viaje, sentido 2 (Av. Solano)

<b>Sentido de circulación</b>
Av. 27 de febrero - Av. 12 de abril
Tiempo promedio de viaje (min)
9

Fuente: Propia



*Gráfico 3.7. Tiempos promedio en ciclovía - Av. Solano*

Fuente: Propia

A pesar que, en cada uno de los sentidos, la pendiente varía y por lo tanto varían las velocidades, la mayoría de los ciclistas tienen un tiempo de viaje promedio de 8 minutos.

En comparación con el tiempo que se demora un ciclista que utiliza el viario compartido para movilizarse es:

**Tabla 3.8.** Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Solano)

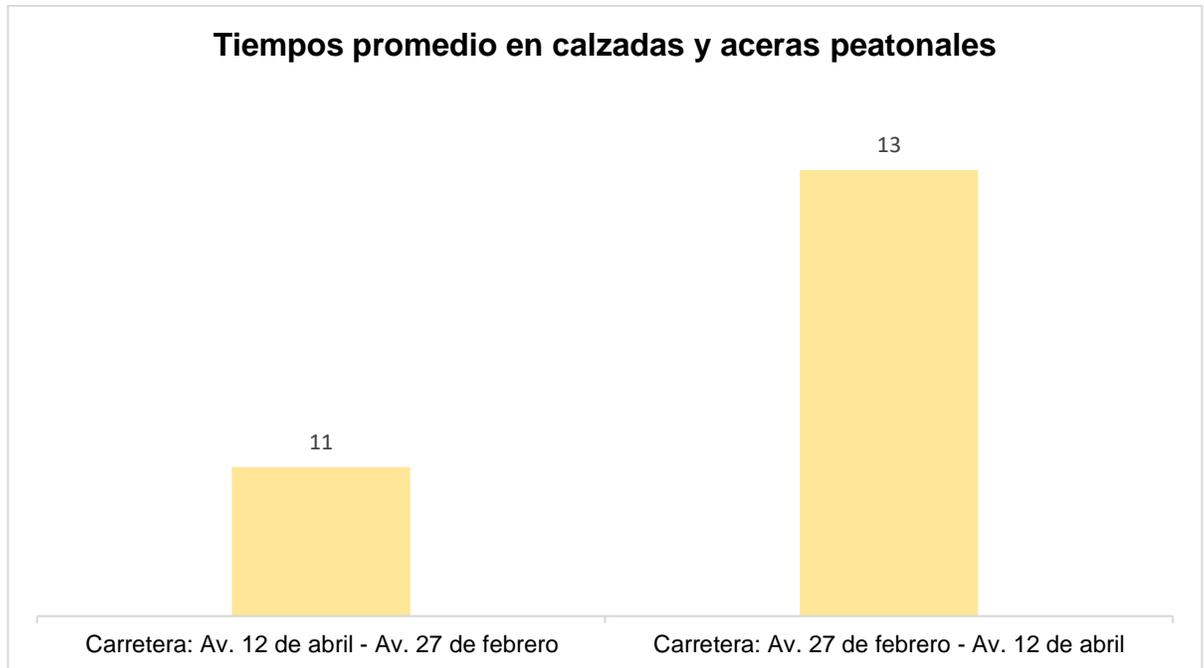
<b>Sentido de circulación</b>
Av. 12 de abril - Av. 27 de febrero
Tiempo promedio de viaje (min)
11

Fuente: Propia

**Tabla 3.9.** Tiempo promedio de viaje, sentido 2 (Av. Solano)

<b>Sentido de circulación</b>
Av. 27 de febrero - Av. 12 de abril
Tiempo promedio de viaje (min)
13

Fuente: Propia



*Gráfico 3.8. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Solano*  
Fuente: Propia

Al no contar con una infraestructura ciclística, se hizo la prueba donde los usuarios que utilizan bicicleta se movilizan por las calles y aceras del tramo escogido, se demoran 3 minutos más que cuando se usa una ciclo-ruta debido a la presencia de peatones y tiempos que deben esperar para cruzar las intersecciones, que se complica por el hecho que están presentes los motorizados.

Para concluir con la parte de la metodología se calcula un porcentaje de tiempo de ahorro de un ciclista, trasladándose por una infraestructura ciclística en comparación con calles y aceras compartidas. La optimización se calcula a través de una simple operación para encontrar el cuarto término de una proporción, a continuación, se establecen los siguientes porcentajes:

- El sentido que va desde la Av. 12 de abril hacia la Av. 27 de febrero, el ciclista tiene un ahorro del 5% de su tiempo al utilizar la ciclovia, esta trayectoria es de bajada por lo que favorece una mayor velocidad. Estos tiempos de ahorro son analizados en periodos de una hora.

- En el sentido contrario, desde la Av. 27 de febrero hasta la Av. 12 de abril, de igual manera, existe un ahorro del 5% del tiempo del ciclista; este sentido posee un poco más de dificultad porque tiene mayor pendiente y con el uso de la ciclovía se evita mayores pérdidas de tiempo.

## 3.2. Guía metodológica aplicada en la Avenida Primero de Mayo

### 3.2.1. Determinación de variables

En la Avenida Primero de Mayo se analizaron las variables que influyen con la conducta y el bienestar de los ciclistas, a través del trabajo en campo, mediante observación directa en las intersecciones de la Av. Primero de Mayo con la Av. Solano y con la Av. de las Américas. El resultado nos proporcionó una idea general de la vida cotidiana de los usuarios que circulan por esta vía, tomando en consideración las siguientes variables:

**Tabla 3.10.** Determinación de variables

<b>Longitud de la ruta</b>	2.9 km
<b>Ciclovia segregada</b>	100%
<b>Semáforos</b>	0
<b>Señales verticales</b>	108
<b>Propósito de viaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Trabajo</li> <li>◆ Estudio</li> <li>◆ Compras</li> <li>◆ Turismo</li> <li>◆ Trámites</li> <li>◆ Deporte</li> <li>◆ Ocio</li> </ul>
<b>Zona de estudio</b>	Av. Primero de Mayo

Fuente: Propia

### 3.2.2. Recopilación de datos

En esta fase se consideran fuentes primarias de investigación como método descriptivo de recolección de datos mediante un cuestionario previamente diseñado a los actuales o potenciales consumidores, en este caso los ciclistas, las encuestas nos proporcionaron la causa de los problemas y una visión de la opinión general de la población que usa la

bicicleta como medio de transporte, de esta manera se puede brindar solución a los diferentes eventos en la ciclovía.

### 3.2.2.1. Área de estudio

La Avenida Primero de Mayo está ubicada al sudoeste de la ciudad de Cuenca, forma parte de la parroquia urbana Yanuncay, específicamente se encuentra en la zona 17 Sur, en las coordenadas UTM, 720048 E y 9678297 S, a una altitud aproximada de 2566 msnm. La parroquia Yanuncay es una de las más extensas del cantón, está formada por zonas conocidas de gran atracción en donde la Avenida Loja y la avenida Don Bosco forman parte de sus ejes comerciales.

Esta vía cuenta con un parque lineal aledaño a las orillas del río Yanuncay, mismo que se extiende desde la Av Fray Vicente Solano hasta los límites con las Américas, en este lugar se encuentra todo tipo de atractivos y actividades al aire libre. De acuerdo con la clasificación urbana, esta avenida es una vía arterial, dado que conecta los accesos exteriores con las distintas partes de la ciudad, la velocidad de circulación de vehículos está limitada a 50 km/h.



Ilustración 3.3 Av. Primero de Mayo  
Fuente: Google Earth

### 3.2.2.2. Selección de la ruta

En el tramo de análisis y mediante la aplicación de una encuesta, se determina el origen y destino de los participantes, a partir de los resultados se puede dar una noción de las rutas cotidianas o de los sectores en donde más se utiliza la bicicleta, la debilidad de este método es que el comportamiento real del ciclista puede variar por diferentes razones. La ruta seleccionada a analizar comprende la Avenida Primero de Mayo entre Av. de las Américas y Av. Fray Vicente Solano.

### 3.2.2.3. Encuesta

La encuesta aleatoria aplicada en la Avenida Primero de Mayo se realizó con el objetivo de conocer o evaluar el origen, destino, tiempo de viaje, frecuencia, motivo de viaje y opiniones o recomendaciones acerca de la infraestructura ciclística. Se realizan encuestas a una muestra representativa o a un grupo de usuarios con el fin de estudiar su comportamiento y posteriormente caracterizar al total de la población.

#### 3.2.2.3.1. Cálculo de la muestra

En la Avenida Primero de Mayo se consideró como población los aforos de bicicletas de las ciclo-rutas que se relacionan con el tramo de estudio, para el cálculo se toma en consideración los siguientes datos:

Tabla 3.11. Población Av. Primero de Mayo	
<b>Población Av. Primero de Mayo</b>	6,305 ciclistas

Fuente: Emov EP

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\left( (E^2 * (N - 1)) + (Z^2 * p * q) \right)} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

**Tabla 3.12.** Cálculo de la muestra - Av. Primero de Mayo

<b>Av. Primero de Mayo</b>	
<b>Z (Nivel de confianza)</b>	1.96
<b>N (Tamaño de la población)</b>	6305
<b>p (Variabilidad positiva)</b>	0.9
<b>q (Variabilidad negativa)</b>	0.1
<b>E (Error o precisión)</b>	0.05
<b>n (Tamaño de la muestra)</b>	136

Fuente: Propia

El nivel de confianza se acepta que sea del 95% en la mayoría de investigaciones, por lo tanto, el valor de Z es igual a 1.96, lo que significa que con una probabilidad total de 0.05 la media de la población caería fuera del intervalo de la desviación estándar de la muestra. La variabilidad positiva y negativa se establece con un porcentaje con respecto a la credibilidad de la respuesta de los encuestados.

### 3.2.2.3.2. Resultados de la encuesta

Se estableció un modelo de encuesta con seis preguntas aplicadas a la muestra en la Av. Primero de Mayo

• **Pregunta 1**

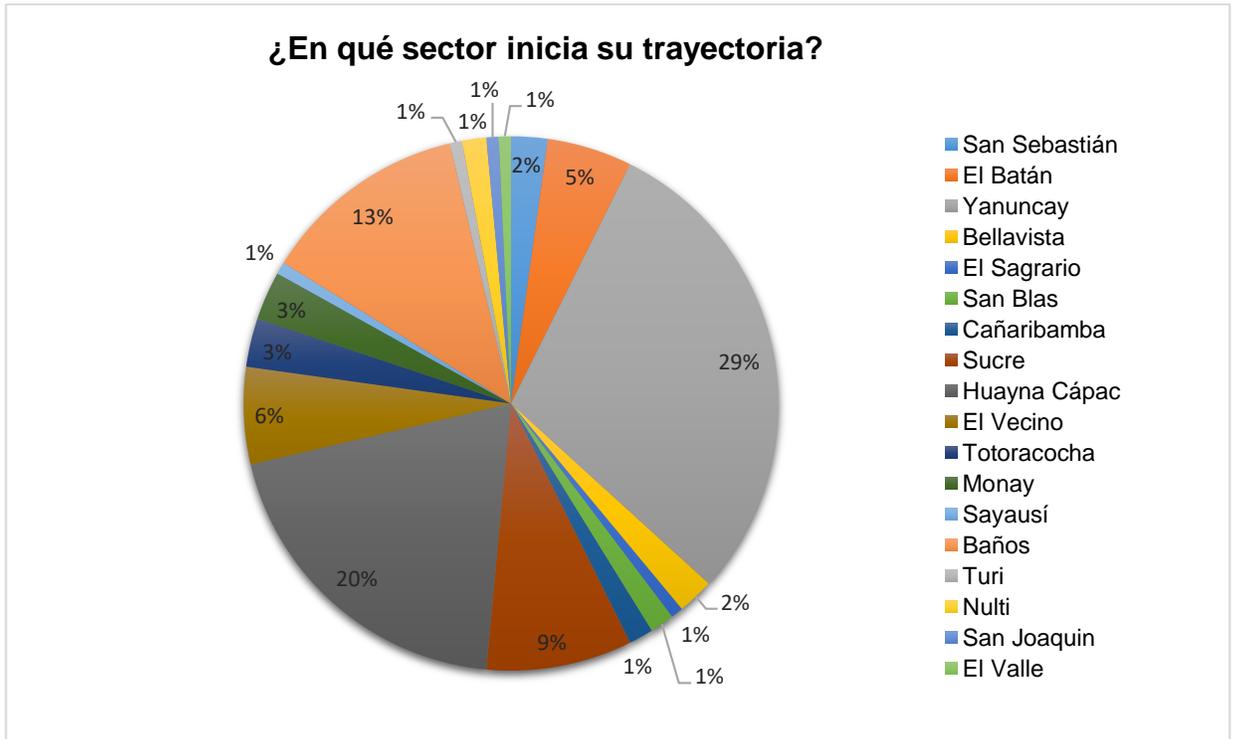


Gráfico 3.9. Pregunta 1 - Encuesta Av. Primero de Mayo  
Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados, el lugar de origen más común de los ciclistas, se encuentra en la parroquia urbana Yanuncay con un porcentaje del 29%, y los sectores menos comunes son algunas de las parroquias rurales como Turi, San Joaquín, El Valle con el 2.1% del total.

• **Pregunta 2**

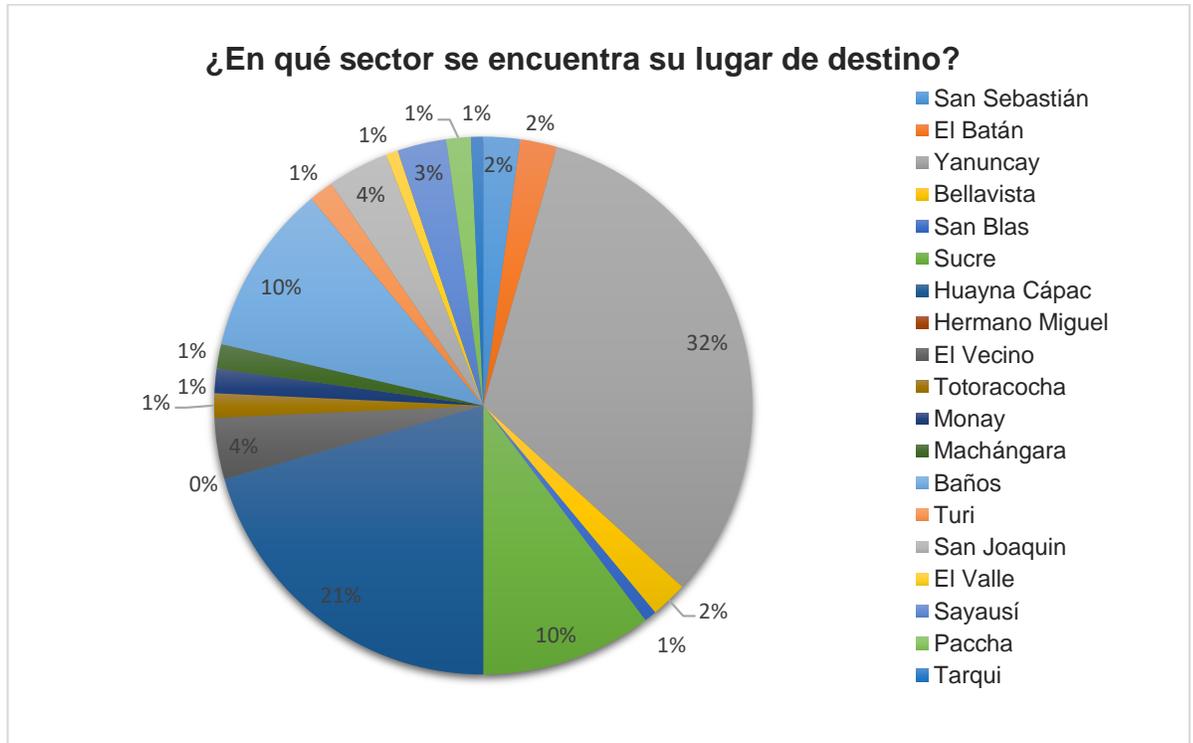
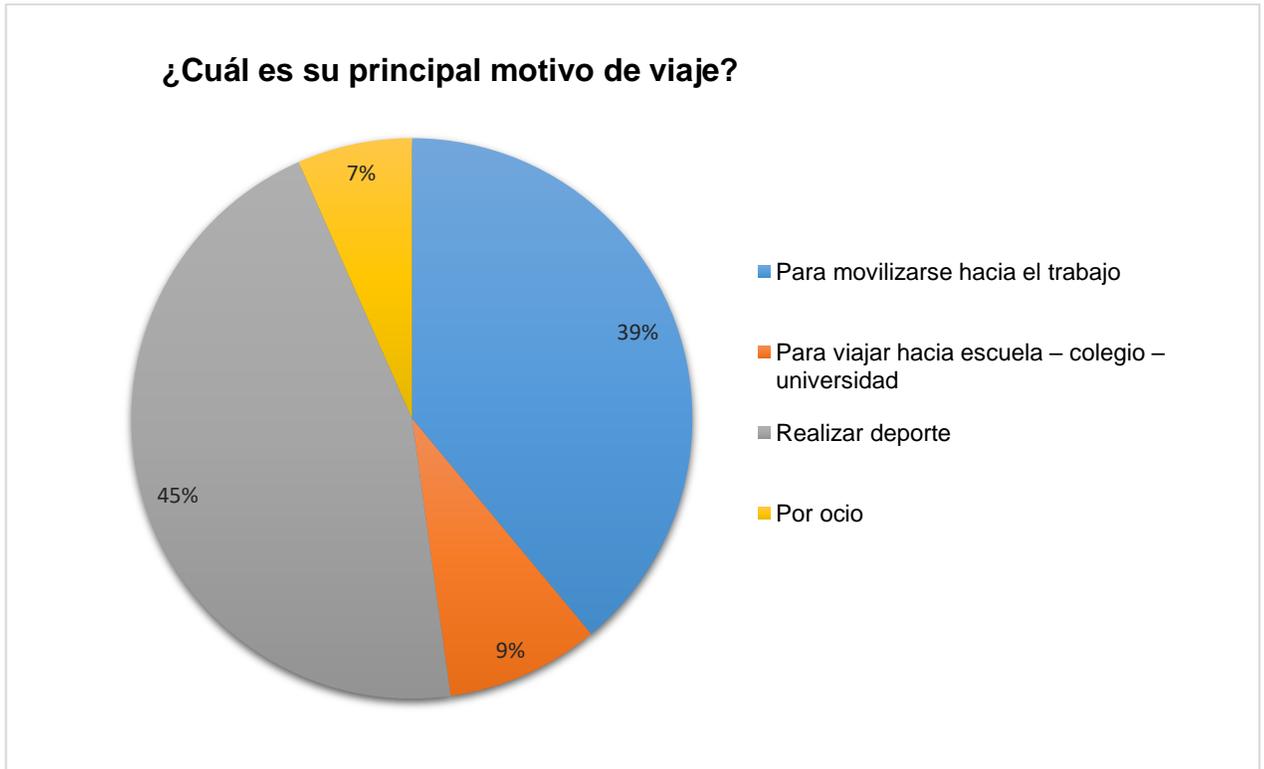


Gráfico 3.10. Pregunta 2 - Encuesta Av. Primero de Mayo  
Fuente: Propia

Según el diagrama, podemos asumir que la parroquia con la mayor cantidad de destinos coincide con Yanuncay con un valor del 32%, los destinos menos comunes están en El Valle, Tarqui y San Blas.

- **Pregunta 3**



*Gráfico 3.11. Pregunta 3 - Encuesta Av. Primero de Mayo*  
Fuente: Propia

El principal motivo de viaje de la población de bicicletas en la Av. Primero de Mayo es por deporte con un porcentaje del 45% y el motivo más inusual es por ocio con el 7% de la muestra.

- **Pregunta 4**

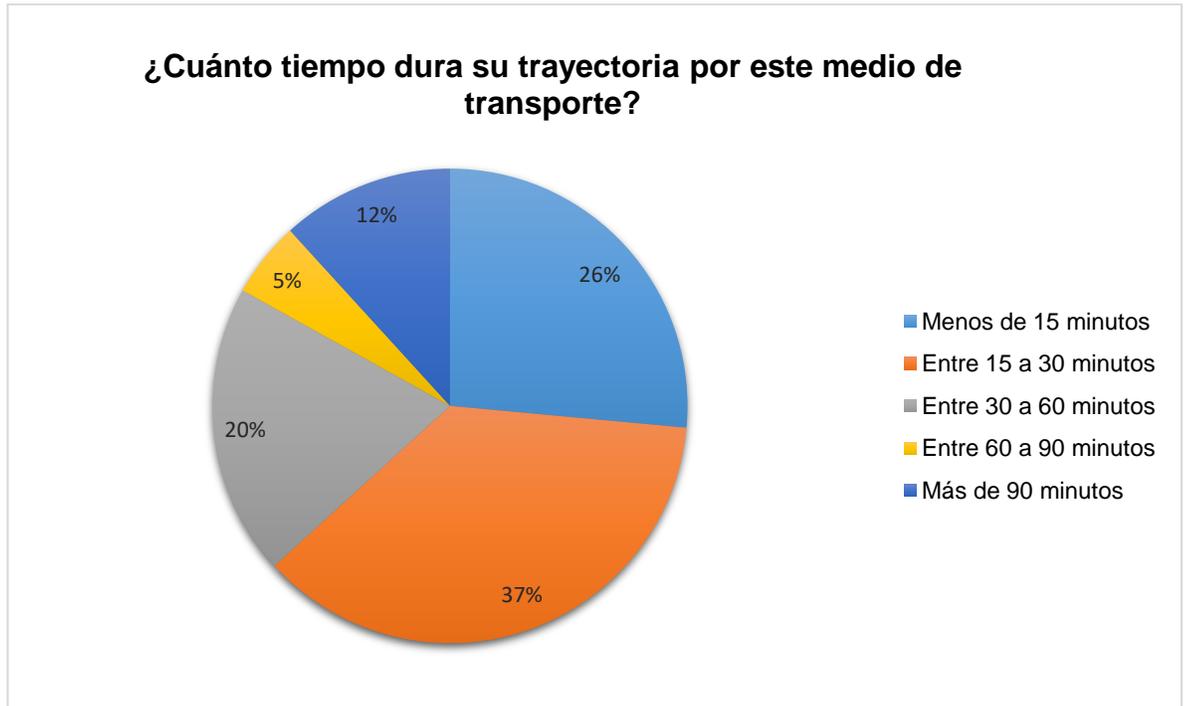
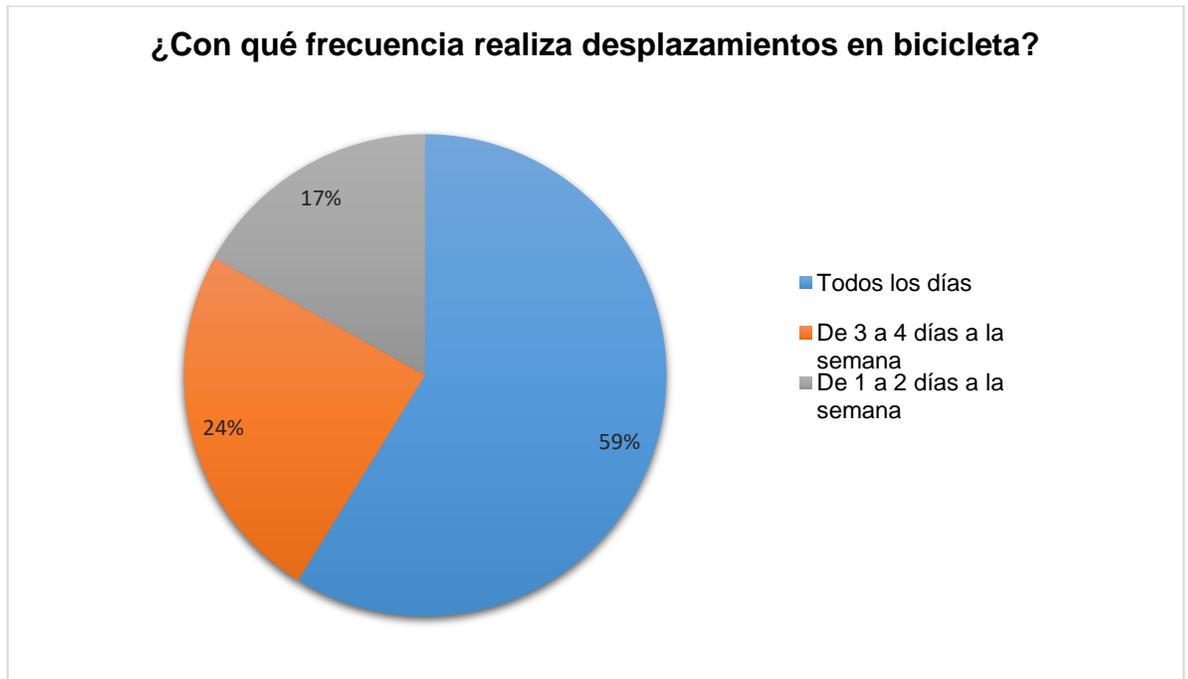


Gráfico 3.12. Pregunta 4 - Encuesta Av. Primero de Mayo

Fuente: Propia

El tiempo de viaje más usual está entre 15 a 30 minutos, lo cual puede corresponder a la movilización dentro del origen y destino más común, en este caso la parroquia Yanuncay.

- **Pregunta 5**



*Gráfico 3.13. Pregunta 5 - Encuesta Av. Primero de Mayo*  
Fuente: Propia

La frecuencia de viaje más común en la Avenida Primero de Mayo es una movilización diaria, lo cual corresponde a un alto índice de participantes en los días cotidianos

• **Pregunta 6**



Gráfico 3.14. Pregunta 6- Encuesta Av. Primero de Mayo  
Fuente: Propia

Según la opinión de la ciudadanía la recomendación más importante es incentivar el respeto hacia los carriles exclusivos de bicicletas para garantizar una circulación optima y evitar cualquier tipo de inconveniente.

### 3.2.3. Preparación de datos

La preparación de datos en este trabajo de investigación es un proceso crítico que consiste en recopilar y organizar valores con el propósito de analizar los tiempos de viaje de usuarios que utilizan la ciclovía, en comparación con un ciclista que usa calles y aceras peatonales para movilizarse, el método consiste en ubicar dos puntos en la vía, tomar distancias y con la ayuda de un grupo de ciclistas interesados en participar se procede a tomar los tiempos de viaje desde el inicio hasta el final de la trayectoria en la avenida seleccionada.

#### Paso 1: Notificación

Con la llegada de un participante interesado en colaborar con el proyecto se le entregó un modelo de “flash card” con la hora exacta de salida de la bicicleta del punto establecido para determinar de esa forma el tiempo que transcurrirá.



*Ilustración 3.4. Entrega de un flash card a un ciclista participante*  
Fuente Propia

## Paso 2: Trayectoria del ciclista

En el momento en que el ciclista inició su recorrido en el punto seleccionado empezó a transcurrir el tiempo hasta su llegada al fin del tramo, a partir del registro del recorrido se determina el tiempo empleado en movilizarse entre los dos puntos y con la longitud total de la ciclo-ruta medida con la aplicación de ciclistas Strava, se puede calcular la velocidad instantánea del participante, este método manual no permite registrar los movimientos relativamente pequeños por lo que se asumen tasas de aceleración y desaceleración infinitas, por esta razón se calcula un tiempo global, es decir están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad, paradas provocadas por la ciclovía, los dispositivos de control, y circunstancias ajenas a la voluntad del ciclista.

Para el caso particular de la Avenida Primero de Mayo, se tomará un ejemplo de cálculo con uno de los datos de tiempo, mismo que será analizado en los dos sentidos direccionales, en dos casos, uno usando la infraestructura ciclística y otro cuando el ciclista circula por calles o aceras peatonales.

### Ejemplo práctico:

- **Análisis en la ciclovía**

---

#### Sentido de circulación: Av. de las Américas – Av. Fray Vicente Solano

---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 12h21
  - Hora de fin de la ruta: 12h30
  - Tiempo total: 9 minutos
- Longitud total del tramo: 2.9 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{9}{60} = \frac{2.9}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 19.33 \text{ km/h}$$

---

**Sentido de circulación: Av. Fray Vicente Solano – Av. de las Américas**


---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 12h35
  - Hora de fin de la ruta: 12h50
  - Tiempo total: 15 minutos
- Longitud total del tramo: 2.9 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{15}{60} = \frac{2.9}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 11.6 \text{ km/h}$$

- **Análisis en carreteras o aceras peatonales**

---

**Sentido de circulación: Av. de las Américas – Av. Fray Vicente Solano**


---

- Tiempo empleado por el participante 2
  - Hora de inicio de la ruta: 09h08
  - Hora de fin de la ruta: 09h27
  - Tiempo total: 19 minutos
- Longitud total del tramo: 2.9 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{19}{60} = \frac{2.9}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 9.16 \text{ km/h}$$

---

**Sentido de circulación: Av. Fray Vicente Solano – Av. de las Américas**


---

- Tiempo empleado por el participante 1
  - Hora de inicio de la ruta: 10h01
  - Hora de fin de la ruta: 10h36
  - Tiempo total: 35 minutos
- Longitud total del tramo: 2.9 km

Aplicando la Ecuación 2, tenemos:

$$t = \frac{d}{V_{inst}}$$

$$\frac{35}{60} = \frac{2.9}{V_{inst}}$$

$$V_{inst} = 4.97 \text{ km/h}$$

A partir de la velocidad instantánea podemos calcular la velocidad media espacial  $\bar{V}_e$  que es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todas las bicicletas que en un instante dado se encuentran en un tramo de ciclovía.

$$\bar{V}_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m}$$

De acuerdo a la ecuación 3, se calcula la velocidad media espacial para los dos casos, en ciclovía y en viario compartido, por otro lado, se analizan los dos sentidos de circulación, de esta manera se pueden observar los valores en las siguientes tablas.

De igual forma se realizaron los cálculos para los tiempos de los demás participantes, mismos que se encuentran resumidos a continuación:

**Tabla 3.13.** Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la ciclovía de la Av. Primero de Mayo

<b>Avenida Primero de Mayo</b>					
<b>Infraestructura ciclista</b>					
<b>Sentido de circulación</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de llegada</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Velocidad instantánea (km/h)</b>
<b>Av. de las Américas - Av. Solano</b>	16:42	16:53	11	2.9	15.82
	10:10	10:22	12	2.9	14.5
	11:11	11:21	10	2.9	17.4
	16:39	16:48	9	2.9	19.33
	09:49	09:58	9	2.9	19.33
	12:21	12:30	9	2.9	19.33
	09:09	09:17	8	2.9	21.75
	11:41	11:50	9	2.9	19.33
	17:21	17:31	10	2.9	17.4
	14:48	14:58	10	2.9	17.4
	15:30	15:41	11	2.9	15.82
	14:53	15:03	10	2.9	17.4
	09:48	10:03	15	2.9	11.6
	16:02	16:14	12	2.9	14.5
13:01	13:09	8	2.9	21.75	
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>17.51</b>
<b>Av. Solano - Av. de las Américas</b>	15:13	15:28	15	2.9	11.6
	14:52	15:10	18	2.9	9.67
	09:18	09:38	20	2.9	8.7
	11:26	11:48	22	2.9	7.91
	12:37	13:01	24	2.9	7.25
	11:20	11:37	17	2.9	10.24
	12:35	12:50	15	2.9	11.6
	10:34	10:46	12	2.9	14.5
	14:53	15:04	11	2.9	15.82
	16:43	16:58	15	2.9	11.6
	16:58	17:13	15	2.9	11.6
	17:36	17:56	20	2.9	8.7
	11:21	11:42	21	2.9	8.29
	09:50	10:12	22	2.9	7.91
	11:21	11:44	13	2.9	13.38
08:50	09:10	20	2.9	8.7	
15:05	15:20	15	2.9	11.6	
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>10.53</b>

Fuente Propia

**Tabla 3.14.** Tiempos de viaje y velocidades instantáneas en la viarios compartidos de la Av. Solano

<b>Avenida Primero de Mayo</b>					
<b>Calles y aceras peatonales</b>					
<b>Sentido de circulación</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de llegada</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Velocidad instantánea (km/h)</b>
<b>Av. de las Américas - Av. Solano</b>	09:08	09:27	19	2.9	9.16
	10:36	10:56	20	2.9	8.7
	13:26	13:46	20	2.9	8.7
	15:32	15:51	19	2.9	9.16
	17:02	17:20	18	2.9	9.67
	09:33	09:50	17	2.9	10.24
	11:15	11:31	16	2.9	10.88
	12:30	12:46	16	2.9	10.88
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>9.67</b>
<b>Av. Solano - Av. de las Américas</b>	10:01	10:33	32	2.9	5.44
	12:50	13:21	31	2.9	5.61
	14:19	14:55	36	2.9	4.83
	16:26	17:01	35	2.9	4.97
	17:57	18:35	38	2.9	4.58
	12:30	12:53	23	2.9	7.57
	09:11	09:32	21	2.9	8.29
	11:45	12:05	20	2.9	8.7
<b>Velocidad media espacial</b>					<b>6.25</b>

Fuente Propia

### Paso 3: Señal de finalización

Con este proceso se pudieron estimar los tiempos de viaje realizados íntegramente en bicicleta, sin considerar otro tipo de medio de transporte como scooter o patinetas, en este momento el encuestador recibió la tarjeta que se le entregó al inicio de la cicloavía de la Primero de Mayo y se anotó el tiempo exacto de llegada del usuario, posteriormente se continuó con los demás participantes.

### 3.2.4. Análisis de datos

#### 3.2.4.1. Preparación del análisis de datos

Como parte del análisis final se establecerán indicadores relevantes que nos darán una visión general del proceso de estudio, resumiendo los datos más importantes y concluyendo con la metodología de tiempos de viajes.

El tiempo promedio de viaje de un ciclista que circula por la ciclo-ruta en un día típico es de:

**Tabla 3.15.** Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo)

<b>Sentido de circulación</b>
Av. de las Américas - Av. Solano
Tiempo promedio de viaje (min)
10

Fuente: Propia

**Tabla 3.16.** Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo)

<b>Sentido de circulación</b>
Av. Solano - Av. de las Américas
Tiempo promedio de viaje (min)
17

Fuente: Propia

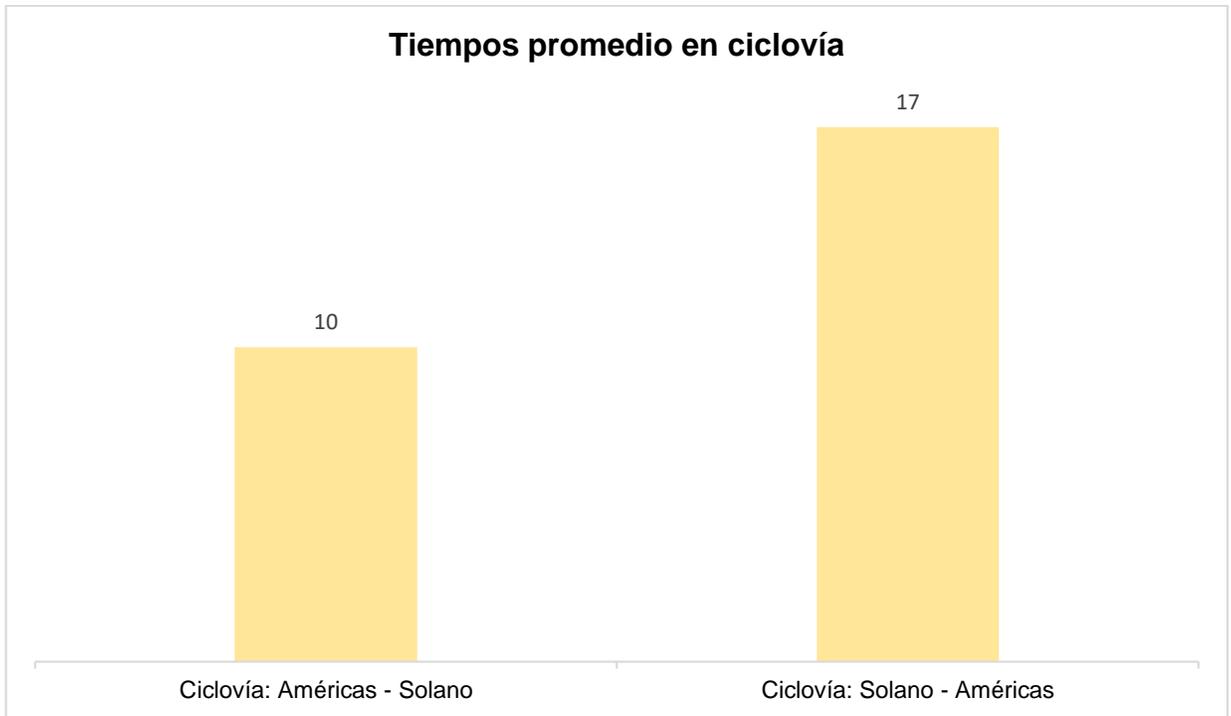


Gráfico 3.15. Tiempos promedio en ciclovía - Av. Primero de Mayo

Fuente: Propia

Debido a que la pendiente de la vía, no será igual el tiempo de bajada al tiempo de subida, por lo tanto, se puede apreciar una variación de 8 minutos, lo que significa que el tramo de las Américas a la Av. Solano es mucho más rápido en comparación al sentido contrario.

Comparando con el tiempo que se demora un usuario de bicicleta usando el viario compartido es de:

Tabla 3.17. Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo)

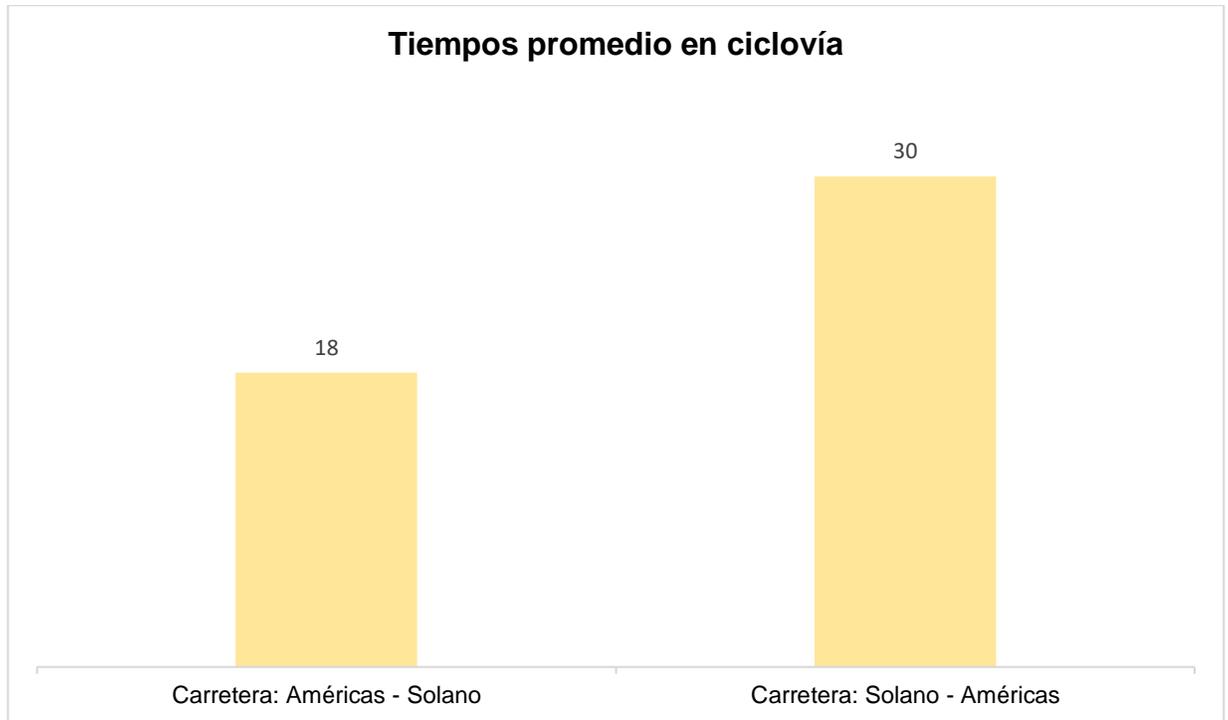
Sentido de circulación
Av. de las Américas - Av. Solano
Tiempo promedio de viaje (min)
18

Fuente: Propia

**Tabla 3.18.** Tiempo promedio de viaje, sentido 1 (Av. Primero de Mayo)

<b>Sentido de circulación</b>	
Av. Solano - Av. de las Américas	
Tiempo promedio de viaje (min)	
30	

Fuente: Propia

*Gráfico 3.16. Tiempos promedio en ciclovia - Av. Primero de Mayo*

Fuente: Propia

Por la presencia de vehículos motorizados en la vía, el tiempo que un ciclista ocupa en su trayectoria será mayor, considerando la poca preferencia de circulación a los usuarios de bicicletas, el tiempo de subida es menor al tiempo de bajada por la misma razón de la pendiente del terreno como en el anterior análisis.

Para concluir con la metodología se calcula un porcentaje de tiempo que ahorraría un ciclista, viajando por la ciclo-ruta en comparación de un viaje por carretera. Mediante una sencilla operación de cálculo para encontrar el cuarto término de una proporción, se establecen los siguientes porcentajes:

- En el sentido de la Av. de las Américas hacia la Av. Solano, un ciclista normal se ahorraría el 13.33% de su tiempo, en periodos de análisis de una hora, si viajara por la infraestructura ciclística.
- En el sentido de la Av. Solano hacia la Av. de las Américas, un usuario de bicicleta se ahorraría el 21.67% de su tiempo, en periodos de análisis de una hora, si viajara por la infraestructura ciclística en vez de circular por las calles o aceras peatonales.

## CONCLUSIONES

El trabajo de titulación realizado propone criterios que sirven como base para la guía metodológica que estudia la determinación de tiempos de viaje en infraestructura ciclística, así como un análisis en calzadas y aceras peatonales. En la ciudad de Cuenca se evidenció una serie de problemáticas que limitan y reducen los beneficios de utilizar la bicicleta como medio alternativo de transporte.

Principalmente, estas dificultades se refieren a la falta de conciencia y cultura por parte de la ciudadanía debido al poco respeto que existe hacia el uso de los carriles exclusivos para bicicletas, la presencia de peatones que utilizan la ciclovía como acera impide el flujo de circulación normal de las bicicletas, el estacionamiento de vehículos motorizados provoca un obstáculo para el paso de los ciclistas, la ausencia de mantenimiento hacia la infraestructura causa baches, acumulación de agua, la limpieza de hojas, piedras y tierra es puesta en segundo plano y existe escasa iluminación en las noches, por lo tanto, algunas zonas se vuelven peligrosas e inseguras para los ciclistas. Los problemas antes mencionados pueden generar accidentes dado que los usuarios de bicicleta recorren su trayectoria con diferentes velocidades.

Como consecuencia de la falta de datos estadísticos de diferentes fuentes oficiales o privadas, se procedió a usar fuentes primarias de investigación por medio de encuestas a la población actual de ciclistas dispuesta a colaborar dado que un porcentaje de usuarios no les interesó el tema de investigación. El modelo de encuesta resolvió los principales puntos de investigación y recolectaron los siguientes datos:

- Una vez obtenida la población de ciclistas de acuerdo a los aforos de bicicletas, se calculó el tamaño de la muestra para cada sector en estudio para conocer el número de encuestas a realizar y donde se determinó un total de 135 y 136 para la Av. Fray Vicente Solano y la Av. Primero de Mayo, respectivamente.
- En la Av. Fray Vicente Solano se determinó que la mayor cantidad de ciclistas inician su trayectoria en el sector Yanuncay con un porcentaje del 30.4% del total de viajes obtenidos, dentro de la zona urbana los orígenes menos comunes son: Gil Ramírez Dávalos, El Sagrario y Hermano Miguel con el 2.1% del

total. Las parroquias rurales suman el 9.6% del origen de viajes. El destino más frecuente de los ciclistas es la parroquia Huayna Cápac con el 36.3% del total y los destinos menos comunes son El Batán, Cañaribamba y Machángara con el 2.1%.

- En la Av. Primero de Mayo se observó que la mayoría de ciclistas también inician su recorrido en Yanuncay con el 29.4%, los sectores menos comunes son algunas de las parroquias rurales como Turi, San Joaquín y El Valle con 2.1% del total. El lugar más común de destino de los ciclistas que se movilizan por este tramo de ciclovía es también el sector Yanuncay con un porcentaje del 32.4% y los menos ordinarios son parroquias como El Valle, Tarqui y San Blas con el 2.1% del total.
- En la Av. Fray Vicente Solano se concluye que el principal motivo de viaje de los ciclistas es por cuestiones de trabajo con 52.6% de los viajes y por general utilizan todos los días para movilizarse representando así el 60% y su tiempo promedio de viaje hacia su lugar de destino se encuentra entre 15 a 30 minutos representando el 33.3% del total de tiempos. El segundo motivo más importante es el deporte con el 21.5% que por lo general emplean un tiempo de más de 90 minutos que indica un porcentaje del 9.6%.
- En la Av. Primero de Mayo el principal motivo de viaje es el deporte con un porcentaje del 45.6%, la mayor frecuencia de viaje se realiza todos los días que señala un porcentaje del 58.8%, así mismo, el tiempo empleado de viaje más común se resume entre 15 a 30 minutos con el 36.8%. El segundo motivo más común de viaje es el trabajo, representando el 39% del total.

Por otro lado, se analiza el ahorro de tiempo de un usuario que usa la infraestructura ciclística en comparación con un ciclista que se moviliza en calles y aceras peatonales. Este análisis nos brinda una visión general del porcentaje de optimización de tiempo, se aplica la metodología descrita anteriormente y se llegan a las siguientes conclusiones:

- En la determinación de variables se consideró las características que influyen en el comportamiento de los ciclistas como: la longitud de la ruta en la Av. Fray Vicente Solano y en la Av. Primero de Mayo es de 1.5 km y 2.9 km

respectivamente. Se cuenta con algunos semáforos y señales verticales que ayudan en la seguridad del ciclista.

- De acuerdo a la recopilación de datos se definió en la Av. Solano y la Av. Primero de Mayo como área de estudio y como ruta seleccionada, se calculó el tamaño de la muestra y se aplicaron las encuestas.
- En el proceso de preparación de datos se aplicaron los pasos, mismos que se resumieron en dos análisis: tiempos de viaje para la ciclo vía y tiempos para calzadas y aceras peatonales en sentido bidireccional para los dos casos, debido a que, la pendiente varía de un sentido a otro dependiendo de la ubicación. Se mostraron tablas con los datos en diferentes horarios y de manera más desglosada.
- Como punto final en el análisis de datos se pudo concluir que en el caso Av. Fray Vicente Solano el tiempo promedio que un ciclista se ahorra utilizando la ciclo vía es 2.79% comprando con un ciclista que circular por calzadas y aceras peatonales.
- Finalmente, se concluye que, en la Av. Primero de Mayo, el tiempo promedio que un usuario de bicicleta se ahorra utilizando una ciclo-ruta es del 13.90%, en comparación con un ciclista que circula por calles y aceras peatonales.

Con respecto a los costos del uso de la bicicleta en comparación con el uso de un vehículo privado para circular dentro de la ciudad de Cuenca, se resume que para el auto privado un litro de combustible cuyo precio es de \$1.41 sirve para recorrer 12 kilómetros. Un viaje desde Baños hacia Machángara tiene una distancia de 6 kilómetros lo que representa \$0.71, lo cual, extrapolado a un mes, representa \$21.15, entonces se puede concluir que un viaje en bicicleta simboliza una movilidad sustentable y económica debido a que no se utiliza combustible y los costos de mantenimiento varían de \$5 a \$8 en un promedio trimestral.

La bicicleta es un medio eco amigable y económico, lo que se traduce en ahorro de dinero y en cuidado al medio ambiente, en comparación a un vehículo privado que emite aproximadamente 121.9 gramos de CO<sub>2</sub> por persona y por kilómetro de viaje, una bicicleta eléctrica emite 6 gramos de CO<sub>2</sub> por persona y por kilómetro, una bicicleta tradicional

emite 0 gramos de CO<sub>2</sub>, lo cual indica poca contaminación, así como también es un medio para mantenerse saludable. En un viaje dentro de la ciudad desde Baños hasta Machángara, un vehículo emite 731.4 gramos de CO<sub>2</sub> y la bicicleta eléctrica o manual un promedio de 36 gramos de CO<sub>2</sub>, lo que representa una diferencia sustancial de un medio a otro.

Hay que tomar en cuenta una visión global del uso de la bicicleta como un medio de transporte, por el motivo de que las personas utilizan la bicicleta de manera cotidiana para realizar cualquier tipo de actividades, ya que cuentan con varios kilómetros de ciclovía al alcance de cualquier ciclista, reduciendo así el uso del vehículo privado y desarrollando ciudades sostenibles mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Según datos investigados de acuerdo a Statista que es un portal de estadística en línea donde se pueden encontrar indicadores relevantes que han incrementado en comparación con años pasados. En países como Países Bajos cuenta con el mayor porcentaje de usuarios frecuentes de este medio de transporte con un 53% de las personas entrevistadas. La India con un porcentaje del 38%, Brasil con un 34%. Estados Unidos y Corea del Sur, por otro lado, están entre los países distantes a esta práctica con un 16% y 13% respectivamente. Por su parte, los españoles lo practican en un 22%.

Haciendo un recuento sobre el transporte público en la ciudad de Medellín, Colombia se han implementado varios kilómetros de espacios para promover el uso de la bicicleta a través de ciclovías temporales y bicicarriles. En el caso de la ciclovía temporal de la Av. San Juan se incrementó el número de ciclistas en un 30% debido a altos congestionamientos vehiculares en horas pico. Si estas personas utilizaran un vehículo particular, la fila de vehículos desencadenarían en grandes embotellamientos, esto como parte del Plan de Desarrollo Medellín Futuro.

En Medellín el 4% de la población se moviliza en bicicleta mientras que, en la ciudad de Cuenca, Ecuador el 1.82% ocupa este medio de transporte. Concluyendo así, que Cuenca ha incrementado año tras año su movilidad en bicicleta y en comparación con ciertos países, no tiene un porcentaje muy bajo.

## RECOMENDACIONES

- Con la expansión de la ciudad, se debería incluir en el plan de ordenamiento territorial, la creación de más carriles exclusivos para ciclistas y sobre todo considerar las zonas más transitadas priorizando el espacio público.
- La publicidad previa hacia la ciudadanía acerca de la aplicación de encuestas, debe ser incluida en cualquier proyecto para mejorar la colaboración de los actuales o potenciales consumidores, optimizando el tiempo que toma llevar a cabo los cuestionarios.
- En la Avenida Fray Vicente Solano y la de Avenida Primero de Mayo la población ha expresado sus recomendaciones e ideas para mejorar la situación de los actuales ciclistas, son las siguientes:
  - Implementar más rutas de ciclovía es sectores estratégicos, como es el caso del centro de la ciudad, debido a que, en el trayecto desde el origen hacia su destino, no posee toda la infraestructura ciclística y los usuarios de bicicleta corren peligro al movilizarse por calzadas y aceras peatonales, así como también pierden un porcentaje de tiempo.
  - Los encuestados expresaron que se debería incentivar el respeto hacia los carriles exclusivos para bicicletas, ya que muchos peatones u otros medios de transporte como scooters, entre otros, transitan por la misma infraestructura y los ciclistas se ven obligados a detenerse continuamente.
  - Otra recomendación importante fue la implementación de más semáforos y señales verticales para precautelar la seguridad de los ciclistas.
  - Promover estacionamientos seguros para bicicletas es uno de los puntos que algunos ciclistas consideran relevantes para velar por la seguridad de los mismos y de esta forma pueda existir un control como la presencia de agentes.
  - Un pequeño porcentaje recomienda mejorar la iluminación en la Avenida Primero de Mayo sobre todo en los colindantes al río en las noches, donde se dificulta la visión y puede crear inseguridad.

- La limpieza y mantenimiento de la infraestructura es un tema muy señalado por la población debido a la presencia de residuos orgánicos como hojas o ramas, así también se puede mencionar la acumulación de agua en algunos puntos, lo cual es importante lograr una atención por parte de los entes encargados para evitar accidentes.
- Los beneficios de usar la ciclo vía debería ser publicitada en campañas con el fin de que la población evalúe los estudios realizados e incentive a cambiar el modo de transporte actual por la bicicleta, tomando en cuenta el alcance del proyecto que propone una visión óptima de las ventajas en diferentes escenarios.
- Se recomienda tomar en cuenta la opinión de la población para cualquier tipo de proyecto, logrado una mayor integración y comunicación con las personas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, R. F. (2016). Obtención de ciclos de conducción para la flota de buses urbanos del cantón Cuenca. Obtenido de Obtención de ciclos de conducción para la flota de buses urbanos del cantón Cuenca: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6145/1/12407.pdf>
- Barreto, M. J., & González, A. F. (Junio de 2017). Propuesta del trazado de rutas para ciclovías en zona urbana de la ciudad de Cuenca. Obtenido de Propuesta del trazado de rutas para ciclovías en zona urbana de la ciudad de Cuenca: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14332/4/UPS-CT007041.pdf>
- Bastidas, J. P., & Quimi, R. B. (2021). Diseño de espacio público y ciclovía para optimizar la movilidad en la parroquia Tarqui, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de Diseño de espacio público y ciclovía para optimizar la movilidad en la parroquia Tarqui, Guayaquil, Ecuador: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51685>
- Betancourt, D. E. (Marzo de 2016). Diseño de una ciclovía en la ciudad de Loja. Obtenido de Diseño de una ciclovía en la ciudad de Loja: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1063>
- Cordero, I. M. (2016). Territorio y canales de relación para el transporte alternativo: el caso de corredor Cuenca-Azogues-Biblián. Obtenido de Territorio y canales de relación para el transporte alternativo: el caso de corredor Cuenca-Azogues-Biblián: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23941/1/Tesis%20Ivonne%20Cordero\\_tercera%20entrega%2028%20de%20Enero.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23941/1/Tesis%20Ivonne%20Cordero_tercera%20entrega%2028%20de%20Enero.pdf)
- Del Valle, S. A., & Lizano, B. R. (11 de Junio de 2020). Propuesta de mejora de tiempo de viaje de los usuarios que exceden la capacidad del transporte público mediante una ruta de ciclovía sobre la infraestructura vial existente en las Avenidas La Marina y Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de Propuesta de mejora de tiempo de viaje de los usuarios que exceden la capacidad del transporte público mediante una ruta de ciclovía sobre la infraestructura vial existente en las Avenidas La

Marina y Faustino Sánchez Carrión:  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657759>

Jaramillo, E. S. (Abril de 2016). Evaluación de impacto vial en Av. Fray Vicente Solano, operación vehicular y ciclovía. Obtenido de Evaluación de impacto vial en Av. Fray Vicente Solano, operación vehicular y ciclovía:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12084/1/UPS-CT005951.pdf>

Liñán, R. J. (2016). Estudio y optimización de las infraestructuras de los carriles para bicicletas. Obtenido de Estudio y optimización de las infraestructuras de los carriles para bicicletas:  
<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13745/2016000001472.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

M. d. (31 de Diciembre de 2014). Ley organica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>

Ministerio de Transporte del Ecuador. (2022). Manual de Ciclo-infraestructura y Micromovilidad. Quito.

Municipalidad de Cuenca. (2015). Plan Operativo de Bicicletas . Plan de Movilidad y Espacios Públicos, 61.

Pinto, N., Fuentes, F., & Alcivar, D. (Marzo de 2015). La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas. Obtenido de La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/11340.pdf>

Plan de Movilidad de Cuenca. (2015). Plan Operativo de Bicicletas.

Quichimbo, S. B. (2019). Estudio de la viabilidad del uso de la bicicleta como medio de movilidad alternativa en rutas preestablecidas en la ciudad de Cuenca. Obtenido de Estudio de la viabilidad del uso de la bicicleta como medio de movilidad

alternativa en rutas preestablecidas en la ciudad de Cuenca:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17286/1/UPS-CT008243.pdf>

Rodríguez, A. B. (2018). *Subjetividades en el espacio público la ciclovía de Bogotá* (1 ed.). Bogotá, Colombia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cadiz. doi:978-84-9828-682-3

Rojas, P. (2016). *La bicicleta y su desarrollo práctico en educación primaria*. WANCEULEN EDITORIAL DEPORTIVA, S.L. doi:978-84-9993-320-7

Smith, J. (02 de junio de 2021). *Cycling Behaviours: Minimising Travel Distance, Minimising Travel Time and Continuous Cycling*. Obtenido de *Cycling Behaviours: Minimising Travel Distance, Minimising Travel Time and Continuous Cycling*: <http://www.gdmc.nl/publications/2021/MScThesisJimmeSmit.pdf>

Villa, R. (2014). *Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovía para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7907/9.55.000545.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Modelo de flash card usada en campo

<b>Movilidad en Bicicleta</b> <b>Infraestructura ciclística</b>	<b>Movilidad en Bicicleta</b> <b>Infraestructura ciclística</b>
<b>Tramo</b>	<b>Tramo</b>
<b>Hora de Inicio de la ruta</b>	<b>Hora de fin de la ruta</b>
	

*Ilustración 0.1. Flash card para infraestructura ciclística*

Fuente: Propia

<b>Movilidad en Bicicleta</b> <b>Viario compartido</b>	<b>Movilidad en Bicicleta</b> <b>Viario compartido</b>
<b>Tramo</b>	<b>Tramo</b>
<b>Hora de Inicio de la ruta</b>	<b>Hora de fin de la ruta</b>
	

*Ilustración 0.2. Flash carda para viario compartido*

Fuente: Propia

**ANEXO 2: Modelo de la encuesta a la población de ciclistas**

Tabla 0.1. Modelo de encuesta

 <p><b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b></p> <p><b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES</b></p>
<b>Encuesta de movilidad para determinar la demanda de viajes en bicicleta en Cuenca</b>
<p><b>1. ¿En qué sector inicia su trayectoria?</b> Sector: _____</p>
<p><b>2. ¿En qué sector se encuentra su lugar de destino?</b> Sector: _____</p>
<p><b>3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?</b></p> <p>a) Como transporte para compras, turismo o trámites b) Para movilizarse hacia el trabajo c) Para viajar hacia escuela – colegio – universidad d) Realizar deporte e) Por ocio</p>
<p><b>4. ¿Cuánto tiempo dura su trayectoria por este medio de transporte?</b></p> <p>a) Menos de 15 minutos b) Entre 15 a 30 minutos c) Entre 30 a 60 minutos d) Entre 60 a 90 minutos e) Más de 90 minutos</p>
<p><b>5. ¿Con qué frecuencia realiza desplazamientos en bicicleta?</b></p> <p>a) Todos los días b) De 3 a 4 días a la semana c) De 1 a 2 días a la semana</p>
<p><b>6. Recomendaciones para mejorar el modo de transporte actual</b></p> <p>a) Implementar más rutas de ciclovías en sectores estratégicos b) Zonas seguras para estacionar las bicicletas c) Velar por la seguridad de los ciclistas d) Colocar semáforos y señales de preferencia para los ciclistas e) Incentivar el respeto hacia los carriles exclusivos para bicicletas f) Otro: _____</p>

Fuente: Propia

### ANEXOS 3: Tabulación de las encuestas aplicadas en la Av. Fray Vicente Solano

- ¿En qué sector inicia su trayectoria?

Tabla 0.2. Tabulación de pregunta 1 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 1</b>		
<b>Sector</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
San Sebastián	4	3,0
El Batán	6	4,4
Yanuncay	41	30,4
Bellavista	2	1,5
Gil Ramírez Dávalos	1	0,7
El Sagrario	1	0,7
San Blas	11	8,1
Cañaribamba	3	2,2
Sucre	9	6,7
Huayna Cápac	26	19,3
Hermano Miguel	1	0,7
El Vecino	6	4,4
Totoracocha	2	1,5
Monay	5	3,7
Machángara	4	3,0
Parroquias rurales	13	9,6
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

- **¿En qué sector se encuentra su lugar de destino?**

**Tabla 0.3.** Tabulación de pregunta 2 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 2</b>		
<b>Sector</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
San Sebastián	4	3,0
El Batán	1	0,7
Yanuncay	9	6,7
Bellavista	3	2,2
Gil Ramírez Dávalos	2	1,5
El Sagrario	6	4,4
San Blas	25	18,5
Cañaribamba	1	0,7
Sucre	11	8,1
Huayna Cápac	49	36,3
Hermano Miguel	1	0,7
El Vecino	4	3,0
Totoracocha	2	1,5
Monay	2	1,5
Machángara	1	0,7
Parroquias rurales	14	10,4
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

- ¿Cuál es su principal motivo de viaje?

Tabla 0.4. Tabulación de pregunta 3 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 3</b>		
<b>Motivo de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Como transporte para compras, turismo o trámites	13	9,6
Para movilizarse hacia el trabajo	71	52,6
Para viajar hacia escuela – colegio – universidad	13	9,6
Realizar deporte	29	21,5
Por ocio	9	6,7
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

- ¿Cuánto tiempo dura su trayectoria por este medio de transporte?

Tabla 0.5. Tabulación de pregunta 4 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 4</b>		
<b>Tiempo de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Menos de 15 minutos	41	30,4
Entre 15 a 30 minutos	45	33,3
Entre 30 a 60 minutos	31	23,0
Entre 60 a 90 minutos	5	3,7
Más de 90 minutos	13	9,6
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

- **¿Con qué frecuencia realiza desplazamientos en bicicleta?**

**Tabla 0.6.** Tabulación de pregunta 5 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 5</b>		
<b>Frecuencia de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Todos los días	81	60,0
De 3 a 4 días a la semana	34	25,2
De 1 a 2 días a la semana	20	14,8
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

- **Recomendaciones para mejorar el modo de transporte actual**

**Tabla 0.7.** Tabulación de pregunta 6 - Av. Fray Vicente Solano

<b>Pregunta 6</b>		
<b>Recomendaciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Implementar más rutas de ciclovías	32	23,7
Estacionamiento seguro de bicicletas	21	15,6
Velar por la seguridad de los ciclistas	10	7,4
Colocar semáforos y señales de preferencia	27	20,0
Incentivar el respeto hacia las ciclovías	38	28,1
Controlar la presencia de motorizados en la ciclovía	3	2,2
Mantenimiento de la infraestructura ciclística	3	2,2
Control de limpieza en la ciclovía	1	0,7
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Propia

**ANEXO 4: Tabulación de las encuestas aplicadas en la Av. Primero de Mayo**

- ¿En qué sector inicia su trayectoria?

Tabla 0.8. Tabulación de pregunta 1 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 1</b>		
<b>Sector</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
San Sebastián	3	2,2%
El Batán	7	5,1%
Yanuncay	40	29,4%
Bellavista	3	2,2%
El Sagrario	1	0,7%
San Blas	2	1,5%
Cañaribamba	2	1,5%
Sucre	12	8,8%
Huayna Cápac	27	19,9%
El Vecino	8	5,9%
Totoracocha	4	2,9%
Monay	4	2,9%
Sayausí	1	0,7%
Baños	17	12,5%
Turi	1	0,7%
Nulti	2	1,5%
San Joaquín	1	0,7%
El Valle	1	0,7%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

- **¿En qué sector se encuentra su lugar de destino?**

**Tabla 0.9.** Tabulación de pregunta 2 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 2</b>		
<b>Sector</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
San Sebastián	3	2,2%
El Batán	3	2,2%
Yanuncay	44	32,4%
Bellavista	3	2,2%
San Blas	1	0,7%
Sucre	14	10,3%
Huayna Cápac	28	20,6%
Hermano Miguel	0	0,0%
El Vecino	5	3,7%
Totoracocha	2	1,5%
Monay	2	1,5%
Machángara	2	1,5%
Baños	14	10,3%
Turi	2	1,5%
San Joaquín	5	3,7%
El Valle	1	0,7%
Sayausí	4	2,9%
Paccha	2	1,5%
Tarqui	1	0,7%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

- ¿Cuál es su principal motivo de viaje?

Tabla 0.10. Tabulación de pregunta 3 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 3</b>		
<b>Motivo de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Para movilizarse hacia el trabajo	53	39%
Para viajar hacia escuela – colegio –universidad	12	8,8%
Realizar deporte	62	45,6%
Por ocio	9	6,6%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

- ¿Cuánto tiempo dura su trayectoria por este medio de transporte?

Tabla 0.11. Tabulación de pregunta 4 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 4</b>		
<b>Tiempo de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Menos de 15 minutos	36	26,5%
Entre 15 a 30 minutos	50	36,8%
Entre 30 a 60 minutos	27	19,9%
Entre 60 a 90 minutos	7	5,1%
Más de 90 minutos	16	11,8%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

- **¿Con qué frecuencia realiza desplazamientos en bicicleta?**

**Tabla 0.12.** Tabulación de pregunta 5 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 5</b>		
<b>Frecuencia de viaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Todos los días	80	58,8%
De 3 a 4 días a la semana	33	24,3%
De 1 a 2 días a la semana	23	16,9%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

- **Recomendaciones para mejorar el modo de transporte actual**

**Tabla 0.13.** Tabulación de pregunta 6 - Av. Primero de Mayo

<b>Pregunta 6</b>		
<b>Recomendaciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Implementar más rutas de ciclovías	38	28%
Estacionamiento seguro para bicicletas	16	12%
Velar por la seguridad de los ciclistas	11	8%
Colocar semáforos y señales de preferencia	21	15%
Incentivar el respeto hacia la ciclovía	47	35%
Control de limpieza en la ciclovía	2	1%
Mejorar la iluminación en las noches	1	1%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

## ANEXO 5: Evidencias fotográficas



*Ilustración 0.3. Señal de pare en la Av. Fray Vicente Solano*  
Registro propio



*Ilustración 0.4. Realización de las encuestas en la Av. Fray Vicente Solano*  
Registro propio



*Ilustración 0.5. Señal de pare en la Av. Primero de Mayo*  
Registro propio



*Ilustración 0.6. Realización de las encuestas en la Av. Primero de Mayo*  
Registro propio



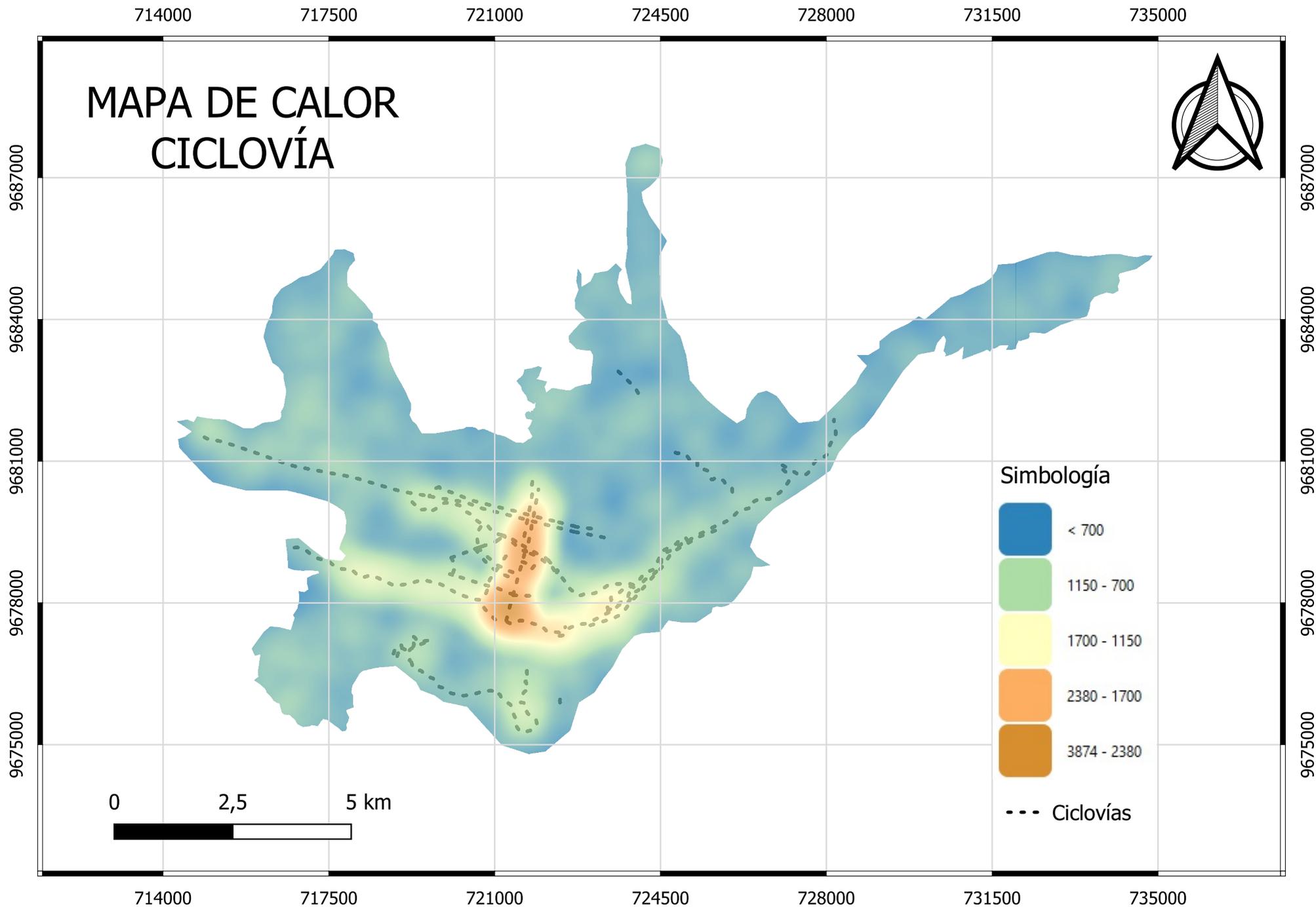
*Ilustración 0.7. Ciclovía Av. Solano y presencia de peatones en la misma*  
Registro propio



*Ilustración 0.8. Ciclovía de la Av. Primero de Mayo*  
Registro propio

## **ANEXO 6: Mapas de calor**

# MAPA DE CALOR CICLOVÍA



# MAPA DE CALOR CICLOVÍA - REGISTRO HORARIO



9687000  
9684000  
9681000  
9678000  
9675000

9687000  
9684000  
9681000  
9678000  
9675000

714000 717500 721000 724500 728000 731500 735000

714000 717500 721000 724500 728000 731500 735000

## Simbología

