

Propuesta de Diseño de una Ciclovía Interconectada al Sistema de Transporte Público Urbano, ciudad de Ambato

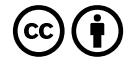
Design Proposal for an Interconnected Cycle Lane to the Urban Public Transportation System, City of Ambato

Katherine Alejandra Latorre Hernández¹,
Rina Paola Quintana Villacís², Henry Gonzalo Acurio Flores²

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
E-mail: kathy.latorre91@gmail.com

² Instituto de Investigación Geológico y Energético. Quito – Ecuador.
E-mail: paola.quintana@geoenergia.gob.ec, henry.acurio@geoenergia.gob.ec

ISSN: 2661-6998



Fecha de recepción: 30-01-2024

Fecha de aceptación: 20-09-2024

Resumen

La planificación del transporte en el centro de la ciudad de Ambato es un reto complejo, pues el centro es un generador de viajes y el incremento del parque automotor ha traído consigo elevados índices de congestión vehicular, incremento en tiempos de desplazamientos y altos niveles de contaminación.

Una de las estrategias para mitigar estos problemas es el promover el uso de medios de transporte alternativo como las bicicletas.

La presente investigación tiene como objetivo definir una ciclovía integrada a la red de transporte público urbano, utilizando la encuesta como herramienta de investigación. Se determinaron las vías por las cuales se plantea la ciclovía, estableciéndose la velocidad de operación de la ciclovía, señalización vial y estacionamiento de bicicletas, los cuales permiten que la ciclovía confluya con las calles y avenidas por donde circula el sistema de transporte público.

La presente investigación ha sido analizada desde el aspecto ambiental, económico y social, resultando factible su implementación.

Palabras clave: Bicicletas, Ciclovía, Intermodalidad, Movilidad Sostenible, Transporte Público.

Abstract

Transportation planning in the center of the city of Ambato is a complex challenge since the center is a generator of trips and the increase in the number of vehicles has brought with it high rates of vehicle congestion, increased travel times, and high levels of pollution.

One of the strategies to mitigate these problems is to promote alternative means of transportation such as bicycles.

The objective of this research is to define a cycle line integrated into the urban public transport network, using the survey as a research tool.

The routes along which the cycle line is proposed were determined, establishing the speed of operation of the cycle line, road signs, and bicycle parking, which allow the cycle path to converge with the streets and avenues through which the Public Transportation System circulates.

This research has been analyzed from the environmental, economic, and social aspects, making its implementation feasible.

Keywords: Bicycles, cycle lane, Intermodality, Sustainable Mobility, Public Transport.

1. INTRODUCCIÓN

La movilidad en el centro de las ciudades tiene varias características distintivas, influenciadas por la densidad urbana, la infraestructura disponible, políticas locales, entre otros. Algunas de las más importantes son la alta densidad de tráfico y el uso de suelo comercial que, sumado al crecimiento del parque automotor, genera una incesante circulación de vehículos.

De la misma forma, la movilidad en el centro de la ciudad de Ambato presenta las mismas características, con altos tiempos de desplazamiento por la continua congestión vehicular que se generan sobre las calles y avenidas, lo cual trae consigo altos índices de congestión vehicular, particular que año tras año se incrementa.

Los viajes basados en hogar-trabajo representan un 48 %, seguido de desplazamientos hogar-compras con un 17 % y recreación con un 12 %. Estos valores no incluyen viajes a las zonas externas, es decir, a las partes rurales y cantones vecinos, con la particularidad de un elevado número de viajes los días lunes, por la presencia de las ferias; por esta razón, se debe definir medidas especiales para facilitar la circulación vehicular y peatonal en este día, en el cual se efectúan el 32 % del total de viajes de la semana [1].

Es por ello que, es primordial e importante adoptar un enfoque de transporte que busque minimizar el impacto ambiental, económico y social, satisfaciendo las necesidades de movilidad actuales sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones; es decir, una movilidad eficiente y sostenible en la ciudad de Ambato, en especial de su zona céntrica. Esto permitirá reducir los tiempos de viaje, mejorar la calidad del aire, disminuir la congestión, mejorar la seguridad vial entre otros.

La implementación de ciclovías incentiva a los ciudadanos a emplear un sistema de desplazamiento (en bicicleta), cuyo uso está repuntando a nivel mundial, a razón de los alarmantes niveles de tráfico, aumento de tiempos de traslados de viajes y elevados niveles de contaminación, especialmente de los vehículos particulares [2]; por lo cual, confluente la necesidad de implementar ciclovías de forma interconectada con los medios de transporte colectivo, para reducir el uso del vehículo particular al centro de la ciudad y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía por menos tráfico vehicular y menor contaminación ambiental y sonora.

Un claro ejemplo de lo mencionado está en el continente europeo, en donde se conceptualizó la necesidad de implementar un medio de transporte que presente un enfoque de primera y última milla con el transporte público para su conexión con los medios de transporte masivos, plasmándose este enfoque en los Países Bajos,

en donde se materializó la propuesta de implementar una movilidad sostenible, brindando un medio de transporte ecológico, amigable con el medio ambiente, que incluye el fomento de una mejor forma de movilidad, aportando a incrementar la calidad de vida, la cual tuvo una acogida adecuada por parte de la ciudadanía, quienes optaron por la intermodalidad de transporte para satisfacer sus necesidades de desplazarse, sin distinción del motivo de viaje, siendo la bicicleta uno de los medios predilectos por la población.

Los estudios para el diseño e implementación de ciclovías se realizaron a la par con el desarrollo y evolución de la bicicleta, usada como un medio de transporte que se originó en el año 1791. En el año 1870 se crearon los primeros carriles para bicicletas que fueron construidos en Países Bajos, haciendo que este medio de transporte despunte en la década de 1920, dando como resultado ser el medio más popular de transporte en alrededor del 75 % de la población según [3].

Se puede mencionar varios casos de éxito en la implementación de ciclovías, como en Dinamarca, que tras años de haber determinado los diseños e implementado ciclovías exclusivas, ya cuenta con estadísticas puntuales proporcionadas por [4] en las cuales, según estimaciones, señala que la bicicleta representa el 17 % de todos los viajes en este país y 4 % del tráfico en kilómetros, representando el 24 % de todos los viajes pendulares hogar – trabajo, 85 % de todos los viajes en bicicleta recorren menos de 5 kilómetros, 70 % de todos los viajes en bicicleta recorren menos de 3 kilómetros. De manera que, en promedio, los daneses se desplazan en bicicleta 1,5 kilómetros al día [4].

Otro caso de estudio exitoso está en la ciudad de México, en donde en el 2010 se implementó el proyecto denominado ECOBICI como un sistema de transporte mediante bicicletas públicas, con el objetivo de que la gente las utilice como medio de transporte en trayectos cortos, siendo una herramienta de movilidad respetuosa del medio ambiente, que permite a las personas desplazarse con mayor rapidez de un medio de transporte público como el Metro o Metrobús a otro; además, acercarse a sus destinos finales o intermedios. Actualmente el programa cuenta con 275 ciclo-estaciones y más de 130 mil usuarios registrados [5].

Aterrizando en el país, se encuentra el caso del Distrito Metropolitano de Quito, una ciudad que ha tenido que planificar su sistema de transporte en base a la planificación urbana tradicional de la ciudad, como referencia se señala lo mencionado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Miduvi) “el modelo de desarrollo urbano del país no ha sido sustentable y ha generado ciudades inequitativas y excluyentes, con un mercado de suelo con fuertes tendencias especulativas”.

Así, se ha generado un modelo inequitativo de transporte que prioriza el automóvil privado, que genera graves problemas socioambientales.

De ahí que, surgen los medios de transporte masivos y colectivos, adicionalmente se proyectó la puesta en marcha de un sistema de bicicletas públicas urbanas, que cuenta con ciclovías definidas, presentándose como una alternativa para fomentar modelos de transporte no motorizados y avanzar hacia nuevas formas de movilidad [6].

Con esta visión en claro se realizaron diseños de ciclovías y surgió el sistema de bicicletas públicas de Quito, conocido como BiciQuito, primer servicio de bicicletas públicas implantado en Ecuador, que fue estructurado con el fin de brindar a la ciudadanía un nuevo medio de transporte gratuito dirigiéndose a fomentar una movilidad sustentable.

Las estaciones de las bicicletas se encontraban ubicadas desde la plaza de Santo Domingo hasta llegar a la estación norte del Trolebús ubicada en la “Y”, teniendo por estación un número aproximado de veinte y cinco bicicletas listas para el uso de la ciudadanía en 24 puntos (estaciones). La mayor parte del recorrido entre todas estas estaciones no presenta pendientes pronunciadas.

El sistema de bicicletas públicas BiciQuito fue inaugurado en agosto de 2012 con 425 unidades distribuidas en 25 estaciones y en 2017 contaba ya con 625 bicicletas. Teniendo en cuenta que el servicio inició con 200 viajes al día y que en 2014 el número de desplazamientos diarios fue de alrededor de 3.000 [7], se puede afirmar que el aumento de la demanda de uso no se ha visto acompañado por un incremento en la misma proporción de la oferta del servicio [6].

Enfocándonos en Ambato, ciudad caso de estudio, desde junio de 2017 se ha dado los primeros pasos para incentivar el uso de la bicicleta, a través de la realización de ciclo paseos recreativos, los cuales son desarrollados los días domingos, por la mañana, y los jueves por la noche, para lo cual se escogen rutas rotativas que pasan por los diferentes sectores de la Ciudad. Para esta actividad, con la colaboración de los Agentes Civiles de Tránsito, se cierra de forma permanente las vías mientras dura el evento. Se debe señalar que el enfoque ha sido recreativo y de deporte, más no como un medio de movilización, que tuvo una participación activa de aproximadamente 2.826 usuarios en el año 2017.

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el casco central del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, y su objetivo es aportar a la ciudadanía ambateña y sus visitantes, una alternativa de transporte que satisfaga sus necesidades de movilización a través

del diseño de una ciclovía interconectada al actual sistema de transporte público que, si bien no erradicará el uso del vehículo particular sí permitirá que la ciudadanía cuente con un medio de transporte más eficiente, brindando preferencia de vía a los ciclistas y reduciendo los elevados porcentajes de congestión vehicular.

El casco central del cantón Ambato es uno de los principales generadores y atractores de viaje. Enfatizando permanentemente la necesidad de implementar un sistema de transporte eficiente y sostenible, para la realización del estudio propuesto se contó con el apoyo de las autoridades de la Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato.

Mediante la aplicación de las herramientas de investigación, se pudo definir los principales puntos atractores y generadores de viaje del centro de la ciudad de Ambato. Además, con la toma de datos en campo se identificaron las principales paradas de transporte público, las principales líneas de deseo y se analizó la demanda potencial que emplearía la ciclovía como medio de transporte; esta información sirvió de base para determinar las alternativas para la implementación de la ruta de la ciclovía.

Se estableció una sola alternativa de ruta para el diseño de la ciclovía, interconectada al sistema de transporte público, misma que fue validada en el diseño definitivo. Se descartaron vías cuyas pendientes las hacen difíciles de ser utilizadas por bici usuarios, ya que el centro de Ambato no cuenta con infraestructura vial que brinde y dote de las facilidades y seguridad a los ciclistas para que se movilicen por estas vías.

El trabajo de investigación inicia con la revisión del estado del arte referente al tema de ciclovías, continúa con la metodología de investigación, posteriormente se presentan los resultados, se realiza una discusión de los mismos y termina con la presentación de las conclusiones.

2. METODOLOGÍA

Se define que la presente investigación es no experimental, de campo, documental – bibliográfica, de tipo inductivo-descriptivo. El alcance de la investigación es correlacional de enfoque cualitativo y cuantitativo, de carácter objetivo, porque se utilizó la recolección de datos estadísticos y numéricos, a través de los cuales se pueden realizar mediciones, análisis hasta poder concluir con el establecimiento del diseño para la determinación de la ciclovía interconectada al sistema de transporte público urbano.

Ambato es apreciada como una de las ciudades más importantes del país, por ser un polo de desarrollo

económico de la región interandina del Ecuador. La ciudad posee una definición urbana centralizada, la cual hace que gran parte de los viajes urbanos tengan como destino el centro de la ciudad, donde se concentra la mayoría de instituciones públicas, financieras, zonas comerciales y cívicas. El sistema de transporte público se basa en unidades tradicionales (buses) con diferentes rutas que cubren todo el territorio, no tiene carril exclusivo y son propiedad de empresas transportistas privadas [8].

La población de estudio comprendió los habitantes de la ciudad de Ambato, en especial los transeúntes que circulan por el centro de la ciudad, con diferentes motivos de viaje, sin embargo, la misma fue clasificada por estratos, ya que se consideró que personas de la tercera edad o menores de 15 años no podrían emplear la bicicleta como medio de transporte.

Se consideró que la población de estudio corresponde al 63,2 % del total de los habitantes del cantón Ambato que son 329.856 personas que viven en la ciudad. Se debe estimar el 63,2 % pues es el porcentaje de la población que presenta un rango de edad de 15 a 65 años, según datos estadísticos del [9], por lo tanto, la población en estudio corresponde a 208.469 personas.

De la población de estudio señalada, se definió que el tamaño de la muestra es de 393 personas, misma que resultó de la aplicación de la fórmula planteada por [10] a quienes se aplicó las técnicas e instrumentos de recolección de datos, en este caso la encuesta, misma que fue validada previo a su aplicación total a través del método de cálculo del coeficiente de fiabilidad Alpha de Cronbach.

2.1 Toma de datos y análisis de información

La unidad de análisis para el estudio de referencia, fueron las personas que transitan por el casco central de la ciudad de Ambato, así como, las personas que habitan y laboran en el sector señalado.

Para la determinación del tamaño de la muestra, se plantea la aplicación de la fórmula planteada por [10] para poblaciones finitas, ya que esta se ajusta al tipo de investigación, con el método de muestreo aleatorio simple. A continuación, se detalla la ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

σ = Desviación estándar de la población

Z = Nivel de confianza deseado

e = Error muestral

Se considera adecuado, a criterio del investigador, que el valor de la varianza sea del 0,5 en razón de que existe una probabilidad del 50 % de éxito y 50 % de fracaso.

Datos:

$$N = 208.406$$

$$\sigma^2 = p * q; \text{ donde:}$$

$$p = \text{Probabilidad de éxito} = 0,5$$

$$q = \text{Probabilidad de fracaso} = 0,5$$

$$Z = 95 \% = 1,96$$

$$e = 5 \% = 0,05$$

$$\text{Resultado: } n = 393,45$$

La muestra que se aplicará para el presente trabajo de investigación es de 393 personas.

Las técnicas que se efectuaron para la recolección de datos primarios y secundarios se describen a continuación:

Encuestas. Las encuestas constituyeron la información primaria que contribuyó a la construcción de la realidad, se aplicó tanto a los transeúntes del casco central de la ciudad de Ambato, así como, a quienes habitan y laboran en el mencionado sector de la ciudad, lo cual se efectuó mediante el manejo de un cuestionario de preguntas cerradas.

Entrevistas. Medio que fue utilizado para reunir hechos, opiniones e ideas a través de diálogos mantenidos con la población, autoridades y operadores de transporte que se encuentran íntimamente ligados al proyecto de estudio, que se planificó mediante una guía de entrevistas.

Observación directa. Técnica de gran utilidad que fue empleada para la recolección de información primaria a través del uso de fichas de observación, que ayudó a detectar los hechos significativos que intervienen en la movilidad en el casco central de la ciudad de Ambato tales como: conteos vehiculares, conteos peatonales y conteos de bicicletas.

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos primarios y secundarios son los siguientes:

Cuestionario. Los cuestionarios fueron preparados para consultar a la población que actualmente se encuentra habitando en el sector en estudio, así como, a los transeúntes, obteniéndose la información necesaria para levantar el estudio Origen - Destino. Estos ítems fueron de corte cerrado, dicotómicos y de selección múltiple.

Guía de entrevista. - Se empleó un formulario de preguntas referentes a datos actuales de los porcentajes de movilidad en los diferentes medios de transporte, así

como, al funcionamiento del sistema de transporte público, mismo que fue aplicado a funcionarios de la Unidad de Gestión de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de la Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad.

Fichas de observación. Se registró la descripción detallada del número de vehículos que transitan por las principales vías del casco central de la ciudad de Ambato, así como, las unidades de transporte que transitan por el centro de la ciudad.

Fuentes bibliográficas. Libros, manuales, tesis de grado, sitios web, artículos técnico-científicos, que permitieron recolectar información secundaria que ayudó en la conceptualización de las variables de estudio.

Luego del análisis de la información recopilada en campo, se detalla la información más relevante obtenida: De las personas encuestadas, se obtuvo que el 51 % se movilizó en una unidad de transporte público (bus), seguido por el 20 % de personas que empleó el automóvil particular, mientras que un 10 % de encuestados utilizó un taxi.

El 37 % de los encuestados proviene del norte de la ciudad, el 32 % de las personas tuvo su origen de viaje en el sector sur, mientras que el 13 % procede del occidente, el 10 % se desplazó del centro de la ciudad y finalmente el 9 % se movilizó desde el oriente de la ciudad.

De las personas encuestadas se obtuvo que el 75 % se dirigía al centro de la ciudad de Ambato (como destino final) mientras que el 14 % se movilizaba hacia el norte, seguido por el 6 % que tenía como destino el sur de la ciudad.

El 81 % de las personas encuestadas sabe conducir y maniobrar una bicicleta, sin embargo, un 19 % no lo sabe hacer.

El 21 % de las personas encuestadas emplean a la bicicleta como un medio de transporte, sin embargo, el 79 % de los encuestados no lo hace.

El 64 % de los encuestados emplearía la bicicleta como un medio de transporte, en caso de que existiera una ciclovía, pero el 36 % no emplearía la ciclovía para utilizar la bicicleta como un medio de transporte.

Al 79 % de las personas encuestadas, les gustaría que se implemente una ciclovía en el centro de la ciudad de Ambato, sin embargo, al 21 % no le agradaría, como razón mencionan que se generaría mayor congestión vehicular.

2.2 Diseño de la ciclovía

Posterior al análisis de los resultados obtenidos, producto de la aplicación de las técnicas de investigación (levantamiento de rutas en campo mediante sistemas de

posicionamiento global, mapeo con Sistemas de Información Geográfica), se detalla la propuesta de diseño de ciclovía interconectada al sistema de transporte público para el casco central de la ciudad de Ambato.

Además, en base a la información recabada, tanto de la matriz Origen – Destino (O-D), generada con base en los lineamientos de Ortúzar, J [11], como a la información recabada del sistema de transporte público, cuyos lineamientos fueron delimitados por Molinero, Á. [12], de las características viales, entre otros factores, se ha considerado que la ciclovía debe ser implementada en las siguientes vías:

Ruta ida: Distancia: 4,5 Km (véase anexo No. 1)

Av. Colombia, Av. de las Américas, Av. Cevallos, calle Olmedo, calle Sucre, calle Quito, calle Rocafuerte, calle Vargas Torres, calle Cristóbal Colón, Av. Unidad Nacional, Av. de las Américas, Av. Colombia

Ruta retorno: Distancia: 5 Km (véase anexo No. 1)

Av. Colombia, Av. de las Américas, Av. González Suárez, calle Bolívar, calle Guayaquil, Av. Cevallos, Av. de las Américas, Av. Colombia.

La ciclo ruta propuesta cubre el casco central urbano del cantón Ambato y se encuentra interconectado al sistema de transporte público urbano.

Los criterios de composición y diseño operacional de una ciclovía deben ser:

Ancho de la vía

Se acoge lo establecido por el (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2011) en la sección RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 6. CICLOVÍAS”, en donde señala que el ancho mínimo de una Ciclovía Segregada es de 1,20 metros y lo recomendable es 1,50 metros, por cuanto se aplicará el ancho recomendado en la mayoría de las vías.

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño depende de la pendiente y de la longitud de las avenidas y calles que forman la ciclovía, en este caso al tener una pendiente máxima del 2 % en las vías descritas con anterioridad (relativamente planas), así como longitudes de vía que oscilan entre 60 metros y que no superan los 150 metros, se considera que la velocidad de diseño es de 35 Km/h, esto según el Manual de diseño de ciclo rutas elaborado por la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá [13].

Radio de giro

El radio mínimo en una curva horizontal está en función de la velocidad de diseño, el peralte y la fricción entre la bicicleta y la superficie de rodamiento. El diseño de ruta

de una ciclovia debe procurar que en los giros no se tenga que reducir la velocidad, lo cual afecta la sensación de comodidad y seguridad. El radio de giro es calculado para el trayecto del recorrido en el cual debe realizar rotaciones para interconectarse con la ruta, así como también, para los desvíos que puedan existir; para lo cual, se considera la siguiente ecuación, según la Guía de diseño y evaluación de Ciclovías para Costa Rica [14], esta es:

Ecuación 1: Radio de giro

$$r = \frac{v^2}{127(e+f)} \quad (2)$$

Donde:

r = Radio de giro o curvatura (m)

V = Velocidad de diseño (35 km/h)

e = Peralte (2 %)

f = Coeficiente de ficción (0,263)*

$$r = \frac{(35 \text{ km/h})^2}{127(2\% + 0,263)}$$

$$r = 34,08 \text{ metros}$$

El radio de giro es de 34,08 metros, considerando la velocidad de diseño de 35 kilómetros por hora.

*Nota: El coeficiente de ficción varía desde 0,3 a 24 km/h hasta 0,22 a 48 km/h para superficies pavimentadas, acorde al Manual de diseño de ciclorutas [13].

Distancia de visibilidad

En el diseño de la ruta, es importante considerar la distancia de visibilidad que requiere el ciclista, pues es un parámetro fundamental de seguridad, para detenerse al detectar un obstáculo, en otras palabras, el valor que se calcule, determinará la distancia mínima con la cual debe frenar un ciclista, por cuanto esta es conocida como distancia de frenado, la cual se calcula en función de la velocidad de diseño, pendiente y coeficiente de fricción, con la siguiente fórmula, según Manual de diseño de ciclorutas [13].

Ecuación 2: Distancia de visibilidad

$$S = \frac{v^2}{255(e+f)} + 0,69 V \quad (3)$$

Donde:

S = Distancia de visibilidad o frenado (m)

V = Velocidad de diseño (35 km/h)

e = Peralte (2 %)

f = Coeficiente de ficción (0,263)

$$S = \frac{(35 \text{ km/h})^2}{255(2\% + 0,263)} + 0,69(35 \text{ km/h})$$

$$S = 41,12 \text{ metros}$$

La distancia de visibilidad hacia un obstáculo es de 41,12 metros, considerando una velocidad de diseño de 35 kilómetros por hora.

Intersecciones

En el diseño de la ciclovia, una de las partes más complejas resulta el diseño de las intersecciones, pues es en esta zona en donde el ciclista comparte vía con otros medios de transporte: público (buses), vehículo privado, taxis, peatones, entre otros. Para proporcionar mayor seguridad dentro de las intersecciones, se recomienda que exista una señalización vial adecuada según la “Urban Bikeway Design Guide” elaborada por NACTO [15], para lo cual se ejemplifica a continuación la demarcación horizontal en las intersecciones, para los diferentes cruces.

- Cruce intersección unidireccional
- Cruce intersección bidireccional
- Cruce intersección con sistema semafórico

Estacionamiento para las bicicletas

Es de suma importancia que se implemente estacionamientos para bicicletas en los principales puntos atractores y generadores de viaje, con la finalidad de que el usuario de la ciclovia interconectada al sistema de transporte público, tenga plazas de estacionamiento para su medio de transporte, los cuales deben ser seguros, cómodos y que se encuentren ubicados estratégicamente, satisfaciendo las necesidades de los destinos de viaje. Por lo tanto, se determina, en base a los puntos atractores y generadores de viaje, que se implemente los sitios de estacionamiento en los siguientes lugares, que son:

- Av. Colombia y calle Chile.
- Av. Unidad Nacional y calle Rocafuerte.
- Av. Cevallos y calle 5 de Junio.
- Calle Bolívar y calle Darquea.
- Av. Cevallos y calle Espejo.
- Av. Cevallos y calle León Mera.
- Calle Bolívar y Montalvo.

Señalización vial

Para velar por la seguridad vial de los ciclistas, es sumamente importante incorporar en el diseño de la ciclovia, la señalización horizontal y vertical que debe acompañarla, señalando que el objetivo es proporcionar mayores facilidades para los usuarios, sin caer en el exceso de señales que generen obstrucción visual. Se determina que, para la implementación de señalización horizontal y vertical se aplicará las especificaciones técnicas insertadas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL -

PARTE 6. CICLOVÍAS", así como en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 "SEÑALIZACIÓN VIAL – PARTE. SEÑALIZACIÓN VERTICAL y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011 "SEÑALIZACIÓN VIAL – PARTE. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL [16].

3. RESULTADOS

La aplicación de encuestas fue realizada a la muestra de estudio, dando como resultado lo que se describe a continuación.

Tabla 1. Encuestados por edad.

ESTRATO	TOTAL	PORCENTAJE
1 15 años – 21 años	82	20 %
2 22 años – 28 años	122	31 %
3 29 años – 35 años	90	23 %
4 36 años – 42 años	35	9 %
5 43 años – 49 años	23	6 %
6 50 años – 57 años	23	6 %
7 58 años – 64 años	11	3 %
8 65 años en adelante	7	2 %
TOTAL	393	100 %

Cabe mencionar que el 50 % de las personas encuestadas fueron mujeres y el 50 % hombres.

Con respecto al nivel de estudio de los encuestados, se cuenta con la siguiente información.

Tabla 2. Nivel de estudio de los encuestados

NIVEL DE ESTUDIO	TOTAL	PORCENTAJE
Primaria	51	13 %
Secundaria	153	39 %
Tercer nivel	161	41 %
Cuarto nivel	28	7 %
TOTAL	393	100 %

Dentro de las encuestas también se incluyó información del medio de transporte que los encuestados utilizan de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 3. Medio de transporte utilizado

MEDIO DE TRANSPORTE	TOTAL	PORCENTAJE
Bicicleta	13	3 %
Motocicleta	13	3 %

Automóvil	80	20 %
Bus	201	51 %
Taxi	40	10 %
Camioneta	9	2 %
A pie	37	10 %
Otro	0	0 %
TOTAL	393	100 %

Otra información importante para análisis de datos es el origen y destino de los encuestados, es así que, se obtuvo la siguiente información.

Tabla 4. Zona de origen del desplazamiento

SECTOR	TOTAL	PORCENTAJE
Norte	145	37 %
Centro	38	10 %
Sur	125	32 %
Oriente	35	9 %
Occidente	50	12 %
TOTAL	393	100 %

Tabla 5. Zona de destino del desplazamiento

SECTOR	TOTAL	PORCENTAJE
Norte	55	14 %
Centro	295	75 %
Sur	24	6 %
Oriente	4	1 %
Occidente	15	4 %
TOTAL	393	100 %

El motivo del viaje realizado por los encuestados es otra información relevante para la investigación.

Tabla 6. Motivo de viaje

MOTIVO DE VIAJE	TOTAL	PORCENTAJE
Trabajo	175	44 %
Estudio	83	21 %
Negocio	16	4 %
Salud	28	7 %
Recreación	43	11 %
Compras	40	11 %
Otro	8	2 %
TOTAL	393	100 %

Además, para estimar la frecuencia de tránsito o movilización hacia el centro de la ciudad se estimó de acuerdo a los siguientes datos.

Tabla 7. Frecuencia de tránsito en el centro de la ciudad

FRECUENCIA	TOTAL	PORCENTAJE
Diariamente	177	45 %
3 veces por semana	63	16 %

5 veces por semana	55	14 %
1 vez por semana	67	17 %
Sólo fines de semana	16	4 %
Otro	15	4 %
TOTAL	393	100 %

Finalmente se obtienen datos sobre el uso de la bicicleta con la siguiente pregunta: ¿Emplea la bicicleta como medio de transporte?

Tabla 8. Bicicleta como medio de transporte

BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE	TOTAL	PORCENTAJE
SI	83	21 %
NO	310	79 %
TOTAL	393	100 %

Validación técnica – validación de la ruta

Para validar el diseño de la ruta propuesta, se considera realizar una ponderación, con base en los factores recomendados en el Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas [17], es decir, con base en los requisitos para una infraestructura ciclo-incluyente, los cuales han sido considerado con base en los parámetros, que a continuación se describen, cabe señalar que la evaluación se la realizará empleando la escala de Likert, de 1 a 3, en donde:

- 3 = Cumple en su totalidad con los parámetros
- 2 = Cumple con los parámetros básicos (Regular)
- 1 = No cumple

Análisis de validación

- Número de parámetros valorados: 22 ítems
- Valor mínimo de calificación aceptable: 2 puntos
- Mínimo de la puntuación total: 44 puntos
- Máximo de la puntuación total: 66 puntos
- Sumatoria final obtenida: 59 puntos
- Porcentaje de validación final obtenido: 89 %

Es factible el diseño de la ruta propuesto, pues se cumple con el 89 % de los parámetros establecidos en el Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas.

Viabilidad ambiental

Se debe considerar en el presente trabajo de investigación, el nivel de impacto ambiental que se genera por la implementación del proyecto. Para medir y

evaluar dicho nivel, se considera fundamental la aplicación de la Matriz de Leopold, la cual determina y define el grado de impacto del proyecto.

Como resultado de la sumatoria de la magnitud en la matriz de Leopold, se obtiene el valor de +256, mismo que representa el impacto positivo del proyecto hacia el medio ambiente, mientras que en la sumatoria de la importancia se obtiene el valor de 248, considerándose que el valor mínimo de la importancia es de 38 y máximo de 380, por cuanto la importancia corresponde al 65,2 %.

La disminución de la circulación de un vehículo privado, cuyo usuario migre hacia un medio de transporte masivo y/o no motorizado, apoyará favorablemente a la reducción de dióxido de carbono y de los gases de efecto invernadero que afectan al medio ambiente.

Viabilidad social

El impacto social que el proyecto genera será directamente a los usuarios de la ciclovía, ayudando a mantenerse activos, mejorando su salud y calidad de vida; por otra parte, el proyecto aportará de forma indirecta a los transeúntes que circulan por el centro de la ciudad, pues existirá menor cantidad de gases de dióxido de carbono emanados por los vehículos particulares. Así también, a los comerciantes de la ciudad, ya que este medio de transporte no motorizado permitirá generar mayores ventas de insumos de hidratación, así también, los locales y comerciales serán más visibles y más visitados por los usuarios.

El proyecto brinda oportunidades de movilización a los grupos prioritarios enmarcados en la pirámide de jerarquización vial, es decir a los ciclistas, particular que favorece e incentiva a una movilidad más segura, amigable con el medio ambiente y activa.

Viabilidad económica

La inversión para la implementación del presente proyecto corresponde al valor de \$63.519,36 la cual le corresponde al sector público realizarlo, por considerarse que la planificación, regulación y control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial es competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad de Ambato. Por cuanto, el proyecto promueve alternativas de transporte y de movilización, le compete a esta entidad realizar la inversión.

3.1 Discusión

La población de estudio corresponde al 63,2 % del total de los habitantes del cantón Ambato, por lo tanto, la población en estudio corresponde a 208.469 personas. De la población de estudio señalada, el tamaño de la muestra fue de 393 personas.

Demanda potencial. Se considera que la demanda potencial, que emplearía la bicicleta como medio de transporte, es del 81 % de la población de estudio que son las personas que saben conducir bicicleta (información recopilada aplicando las herramientas de investigación). De este segmento se desprende el 64 % de la población, que estaría dispuesto a emplear la bicicleta como medio de transporte en caso de existir una ciclovía. De esta fracción de la población se considera y toma como referencia el 8,7 % que resulta del promedio de los quintiles de uso de bicicleta arrojando como resultado la demanda potencial de usuarios de la ciclovía, es decir:

- Población de estudio: 208.469 personas.
- 81 % de la población de estudio que sabe conducir una bicicleta: 168.859 personas.
- 64 % de la población de estudio que usaría la bicicleta como medio de transporte: 108.069 personas.
- 8,7 % promedio quintil uso de la bicicleta: 9.402 personas.

La demanda potencial de usuarios de la ciclovía corresponde a 9.402 personas. Existe una demanda activa del 3 % de la población de estudio, que emplea la bicicleta como medio de transporte.

Rubro de implementación

Para la implementación del diseño de la ciclovía segregada, se requiere la incorporación de señalización vial, que determine la vía destinada para la circulación de los ciclistas, por lo tanto, se requiere de la demarcación de señalización horizontal y de la colocación de señalización vertical; así como también, de la implementación de estacionamientos para el aparcamiento de bicicletas, determinándose que se requiere de \$ 63.519,36 para efecto.

Se señala que, en el rubro de la implementación, no se toma en consideración el costo de la bicicleta, en razón a que la misma corre por cuenta del usuario, es decir, es este quien invierte en la adquisición de su medio de transporte, acotando que el objeto del presente trabajo de investigación corresponde a una ciclovía interconectada al sistema de transporte público, más no a un sistema de bicicleta pública.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El diseño de la ciclovía interconectada al sistema de transporte público en el centro de la ciudad de Ambato, contiene las vías por las cuales se implementaría la ciclovía, mismas que son conexas a las principales paradas de transporte público y a los puntos atractores y generadores de viajes, considerándose además, el diseño en intersecciones, ancho de vía, radio de giro, velocidad

operacional, distancia de visibilidad, estacionamiento para bicicletas y la señalización vial que debe implementarse; así también, este satisface las necesidades de movilización de los potenciales usuarios y esencialmente se encuentra conectada al servicio de transporte público, motivando a la intermodalidad de transporte.

Para la incorporación de la ciclovía, se debe restringir y eliminar plazas de estacionamiento de vehículos particulares de la zona Sistema Municipal de Estacionamiento Rotativo Tarifado (SIMERT), para asignar ese espacio usado por estos a la libre y segura circulación de ciclistas, particular que se prevé como el inicio al incentivo del uso de medios de transporte no motorizados y desincentiva el uso del vehículo particular a través de la eliminación de preferencias como la dotación de plazas de estacionamiento, recordando que la vía está diseñada para la circulación continua de los usuarios viales, más no para que los automotores se estacionen y se pierda la capacidad y nivel de servicio de una vía.

Se estableció una sola alternativa de ruta para el diseño de la ciclovía interconectada al sistema de transporte público, misma que fue validada en el diseño definitivo, en virtud de que se descartó varias vías por su característica vial compleja, respecto a pendientes difíciles de vencer por un ciclista, recordando que el centro de la ciudad de Ambato no cuenta con infraestructura vial que brinde y dote de las facilidades y seguridad a los ciclistas para que se movilicen por estas vías, por cuanto se seleccionó y definió las avenidas y calles que sí cumplen con estas condiciones.

La implementación de la ciclovía interconectada al sistema de transporte público reduciría la congestión vehicular en el centro de Ambato, mejoraría la conectividad, promocionaría la movilidad sostenible, reduciría la contaminación ambiental y mejoraría la calidad de vida de los usuarios. Además, los usuarios tendrían mayor libertad para elegir rutas y horarios que se adapten a sus necesidades y el impacto económico sería positivo al reducir el costo de los desplazamientos y con menos vehículos en el centro de Ambato podría ser más seguro tanto para ciclistas como para peatones.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda que se analice, de forma periódica, nuevas alternativas de rutas para la ciclovía, las cuales cubran de manera adecuada y de forma eficiente los traslados que realizan cotidianamente los habitantes, además, definir la factibilidad para que se considere extender el diseño de la ciclovía actual hacia otras parroquias urbanas de la

ciudad; recordando que el comportamiento y los deseos de viaje de los ciudadanos cambian de forma constante.

Se recomienda que se considere la importancia en materia de movilidad que tiene el sistema de transporte público, a fin de que se analice la factibilidad para la creación de un carril exclusivo para su circulación, reestructurando rutas y frecuencias, cuyo objetivo principal sea reducir los tiempos de desplazamiento de los usuarios, brindando un servicio adecuado para la ciudadanía, promoviendo su uso e incrementando la demanda de usuarios.

Se debe incorporar campañas de educación vial dirigidas hacia todos los actores viales: peatones, ciclistas, conductores de automóviles, taxis, buses, entre otros; con la finalidad de fomentar la cultura vial y el respeto a los usuarios de la vía, conforme la pirámide de jerarquización de la movilidad urbana, concientizando el derecho de vía con el cual cuentan los peatones y ciclistas. Por otro lado, se incentive el uso de medios de transporte no motorizados, como la bicicleta y la caminata, brindando las facilidades para el efecto; en este caso, adoptando la infraestructura ya existente y asignando espacios para el peatón y ciclista, para que de esta manera se pueda fomentar su circulación, siendo fundamental la implementación de medidas con conciencia ambiental que impulsen el desarrollo hacia modelos de movilidad sostenible.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] GIZ. (2022). SUMP DE AMBATO.
- [2] Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrigal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103–112. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561
- [3] Dirección General de Transporte de Pasajeros Holanda. (1991, March 9). Plan Maestro de Bicicletas Holanda - Her Masterplan Fiets. https://copro.com.ar/Historia_de_infraestructura_ciclista.html
- [4] Cycling Embassy of Denmark. (2015). Cycling Embassy of Denmark. <http://www.cycling-embassy.dk/bienvenido-a-la-embajada-del-ciclismo-en-dinamarca/>
- [5] ONU-Hábitat. (2016). Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015. www.gphabitatmexico.org
- [6] Gartor, M. (2015). El Sistema De Bicicletas Públicas BiciQuito Como Alternativa De Movilidad Sustentable: Aportes Y Limitaciones. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana De Estudios Socioambientales*, n.o 18. <https://doi.org/https://doi.org/10.17141/letrasverdes.18.2.015.1639>.
- [7] Secretaría de Movilidad MDMQ. (2014). Diagnóstico De La Movilidad En El Distrito Metropolitano De Quito Para El Plan Metropolitano De Desarrollo Territorial (PMOT).
- [8] GAD Municipal Ambato. (2020). PDOT Ambato 2025.
- [9] Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador.
- [10] Goode, W., & Hatt, P. (2004). Métodos de investigación social.
- [11] Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo - ITDP. (2018). Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. <http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- [12] Molinero, Á. M., & Sánchez Arellano, L. I. (2005). Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración. Toluca, México: Consejo General.
- [13] Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogota. (2012). Manual de diseño de ciclorutas.
- [14] Acuña, R., Hernández, H., Jimenez, D., Zamora, J., & Loria, L. (2016). Guía de diseño y evaluación de Ciclovías para Costa Rica.
- [15] National Association of City Transportation Officials. (2018). Urban bikeway design guide. <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/>
- [16] Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “Señalización Vial - Parte 6. Ciclovías.”
- [17] Ortúzar, J. d., & Willumsen, L. (2011). Modelling Transport. En L. W. Juan de Dios Ortúzar, Modelling Transport (págs. 2-6). Reino Unido: John Wiley & Sons.

ANEXO N° 1

