Maestría en

GESTIÓN DEL TRANSPORTE

MENCIÓN EN TRÁFICO, MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL

Tesis previa a la obtención del título de Magíster en Gestión del Transporte, mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

AUTORES:

Manuel Agustín Lituma Orellana

Edith Pamela Lema Toapanta

Carlos David Ochoa Jaramillo

Roberto Xavier Román Román

TUTORES:

Director: Mg. Alberto Sánchez López

Coordinador: Ing. Pablo Fernando Ante Sánchez

Auditoria de Seguridad Vial a la ciclovía del centro – norte del Distrito Metropolitano de Quito

Quito, diciembre 2024

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Manuel Agustín Lituma Orellana, Edith Pamela Lema Toapanta, Carlos David Ochoa Jaramillo y Roberto Xavier Román Román, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Firmado electrónicamente por:
MANUEL AGUSTIN LITUMA ORELLANA

Manuel Agustín Lituma Orellana

Firmado electrónicamente por:
EDITH PAMELA LEMA TOAPANTA

Edith Pamela Lema Toapanta

Firmado electrónicamente por:
CARLOS DAVID OCHOA JARAMILLO

Carlos David Ochoa Jaramillo

Firmado electrónicamente por:
ROBERTO XAVIER ROMAN ROMAN

Roberto Xavier Román Román

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Nosotros, Manuel Agustín Lituma Orellana, Edith Pamela Lema Toapanta, Carlos David Ochoa Jaramillo y Roberto Xavier Román Román, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado Auditoria de Seguridad Vial a las ciclovías del centro – norte del Distrito Metropolitano de Quito, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, diciembre 2024

Firmado electrónicamente por:
MANUEL AGUSTIN LITUMA ORELLANA

Manuel Agustín Lituma Orellana

Firmado electrónicamente por:
EDITH PAMELA LEMA TOAPANTA

Edith Pamela Lema Toapanta

Firmado electrónicamente por:
CARLOS DAVID OCHOA JARAMILLO

Carlos David Ochoa Jaramillo

Firmado electrónicamente por:
ROBERTO XAVIER ROMAN ROMAN

Roberto Xavier Román Román

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

APROBACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROGRAMA

Nosotros, Mg. Alberto Sánchez López, director de programa EIG e Ing. Pablo Fernando Ante Sánchez, coordinador UIDE, declaramos que los graduandos: Manuel Agustín Lituma Orellana, Edith Pamela Lema Toapanta, Carlos David Ochoa Jaramillo y Roberto Xavier Román Román son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

PABLO FERNANDO ANTE SÁNCHEZ

Firmado digitalmente por PABLO FERNANDO ANTE SÁNCHEZ
Fecha: 2025.02.24 12:37:21 -05'00'

----------	----------
Mg. Alberto Sánchez López Director de la Maestría en Gestión del Transporte	Pablo Fernando Ante Sánchez Coordinador de la Maestría en Gestión del Transporte

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIAS

A Dios siempre primero, luego a mi familia en la persona de mi esposa Diana y mis hijos Isabel y Carlos, quienes han visto de cerca mi esfuerzo y me han alentado a continuar hasta lograr la meta planteada inicialmente a pesar de las adversidades y obstáculos que se presentaban en el camino. El poder conseguir este logro demuestra también la capacidad de cambios y adaptaciones que somos capaces todos nosotros cuando nos proponemos algo, pero a base a los esfuerzos y un horizonte claro.

MANUEL LITUMA.

Este triunfo lo dedico a mis amados padres Leónidas Lema y Francisca Toapanta, mis primeros maestros de vida, quienes con su ejemplo de trabajo, esfuerzo y amor incondicional han sido mi guía y mi soporte en los momentos más difíciles.

Este trabajo lleva en sus páginas el eco de sus palabras de aliento que me impulsaron a creer en mí misma, es por eso que este logro es tan mío como suyo.

PAMELA LEMA.

A Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía constante en cada paso de mi vida. A mis padres, por su amor incondicional, sacrificios y valores que han forjado mi carácter. A mis hermanos Santiago, Kathya, por su apoyo incondicional cada día, y Ramsés, mi fiel compañero, cuyo afecto silencioso ha sido un refugio en los momentos de desafío. Dedico este trabajo a todos quienes creen en un futuro donde la movilidad segura y sostenible sea una realidad para nuestra ciudad.

CARLOS OCHOA.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Mi madre Tatiana Román, por apoyarme en cada aspecto y paso de la vida, por su soporte constante que me ha permitido llegar a este momento, por creer en mí y no dudar de mis capacidades. Y en especial por todo el amor y cariño que siempre me has dado.

Mi abuelo Oswaldo Román (QEPD), por quererme y ser siempre una guía en mi camino esto también te lo debo a ti.

XAVIER ROMÁN.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

AGRADECIMIENTOS

Como no ser agradecido con la Universidad Internacional del Ecuador a través de sus docentes y tutores que han permitido que nosotros podamos optar por un proyecto de superación y que nos han guiado a través del camino que seguimos para alcanzar nuestra meta, a mis compañeros de tesis también un profundo agradecimiento por compartir su tiempo, sus conocimientos y experiencias que permitieron lograr el objetivo trazado.

MANUEL LITUMA.

Agradezco a mis docentes y tutores quienes con esmero compartieron sus conocimientos y experiencias siendo una inspiración en mi formación profesional, sus clases, conversaciones y consejos no solo ampliaron mi conocimiento, sino que además alimentaron mi curiosidad y mi deseo de marcar una diferencia en el campo de la gestión del transporte, movilidad y seguridad vial.

PAMELA LEMA.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido fundamental para alcanzar esta meta. Agradezco también a la Universidad Internacional del Ecuador por brindarme las herramientas académicas y profesionales necesarias para desarrollar esta investigación, y a todas las personas que participaron y aportaron valiosa información para su elaboración. Finalmente, a mis colegas, amigos y a quienes han compartido conmigo el compromiso de mejorar la seguridad vial en nuestra ciudad, gracias por ser parte de este camino.

CARLOS OCHOA.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo total. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis abuelos, quienes supieron estar presentes cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

XAVIER ROMÁN.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

INDICE GENERAL

CAPITULO I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 21

1. Presentación y perfil de la empresa u organización 21

1.1. Antecedentes y datos representativos 21

1.1.1. Historia de la EPMMOP 21

1.2. Misión, visión, valores. 22

1.2.1. Actividades, marcas, productos y servicios. 22

1.2.2. Ubicación de la sede, ubicación de las operaciones, propiedad y forma jurídica. 23

1.2.3. Tamaño de la organización e información sobre empleados. 23

1.3. Análisis del entorno 25

1.3.1. Entorno General (PESTEL). 25

1.3.2. Entorno específico (DAFO). 25

1.3.2.1. Fortalezas. 26

1.3.2.2. Debilidades. 26

1.3.2.3. Oportunidades 27

1.3.2.4. Amenazas. 27

1.4. Planteamiento del problema 28

1.4.1. Descripción del problema. 28

1.5. Fines y Objetivos del Trabajo 33

1.5.1. Objetivo general. 33

1.5.2. Objetivos específicos. 33

1.5.3. Hipótesis o teoría que plantea este trabajo 33

1.6. Justificación e importancia del trabajo 33

1.6.1. Importancia del estudio. 34

CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL 35

2. Conceptos Básicos 35

2.1. Definición de Auditoría en Seguridad Vial 35

2.1.1. Siniestro de Tránsito. 36

2.1.2. Punto Negro. 37

2.1.3. Punto Crítico. 37

2.1.4. Factor infraestructura vial. 38

2.1.5. Factor vehículo. 38

2.1.6. Factor Humano. 39

2.2. Principios de planificación de ciclovías 39

2.2.1. Nivel de integración o segregación. 41

2.2.2. Sentidos de circulación 44

2.2.2.1. Unidireccional. 44

2.2.2.2. Bidireccional. 45

CAPITULO III. METODOLOGÍA 47

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. Diseño metodológico *47*
3.1. Fuentes de datos e información 48

CAPITULO IV. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO 50

4. Delimitación del área del estudio *50*
4.1. Generalidades del área de estudio 51
4.2. Análisis de los factores de riesgo 52
4.2.1. Sección transversal. 52
4.2.1.1. Existencia de bici carriles y aceras en la vía. 52
4.2.2. Sección de la vía. 54
4.2.2.1. Ancho crítico para los ciclistas. 54
4.2.2.2. Límite de velocidad compatible con el diseño. 56
4.2.3. Superficie de la vía. 57
4.2.3.1. Calidad de la superficie. 57
4.2.3.2. Calidad del drenaje, cubiertas con tapas y rejillas, colocación y visibilidad. 60
4.2.4. Intersecciones. 61
4.2.4.1. Claridad en la prioridad del ciclista y semaforización. 61
4.2.4.2. Accesos y visibilidad de aproximación. 67
4.2.5. Estacionamientos y paradas. 68
4.2.5.1. Paradas de autobús y bloqueo de estacionamientos. 68
4.2.6. Señalización. 72
4.2.6.1. Demarcación longitudinal, de paradas e intersecciones. 72
4.2.7. Operación tránsito 74
4.2.7.1. Limpieza y vegetación. 74
4.2.8. Seguridad. 75
4.2.8.1. Anchos de carril y percepción. 75
4.2.9. Iluminación. 76
4.2.10. Comportamiento. 76
4.2.10.1. Uso de acuerdo con el propósito y conflictos. 76
4.2.11. Experiencia en el viaje. 77
4.2.12. Transición entre sistemas. 77

CAPITULO V. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS 78

5. Matriz de riesgos *78*
5.1. Resumen de la evaluación de riesgos presentes en el tramo de estudio 80
5.2. Priorización de las intervenciones 92
5.3. Presupuesto Referencial 94

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96

6. Conclusiones *96*
6.1. Conclusiones generales 96
6.2. Conclusiones específicas 96

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

6.3. Análisis del cumplimiento de los objetivos del proyecto 97
6.4. Contribuciones 97
6.4.1. Contribución a nivel personal. 97
6.4.2. Contribución a nivel académico. 97
6.4.3. Contribución a la gestión empresarial 97
6.4.4. Limitaciones del proyecto. 98
6.5. Recomendaciones 98

REFERENCIAS 99

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

INDICE DE TABLAS

Historia de las ciclovías de Quito 21

Análisis PESTEL ASV Ciclovías DMQ 25

Cifras significativas del informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial..... 36

Nota. Situación mundial generada por los siniestros de tránsito en el año 2023. Adaptado por los autores. Tomado de ¨Global Status Report on Road Safety 2023¨ 36

Ventajas y desventajas de ciclovías segregadas 41

Ventajas y desventajas de ciclovías integradas 41

Detalles de inspección de campo..... 48

Parámetros de riesgo..... 78

Prioridad de mitigación..... 80

Análisis de riesgos encontrados en el tramo en estudio..... 80

Priorización de intervenciones 92

Presupuesto referencial 94

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

INDICE DE ILUSTRACIONES

Organigrama de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP 23
Vehículos envueltos en accidentes fatales 31
Tramo de la ciclovia en estudio. 32
Principio o lineamientos para el desarrollo de ciclovía 40
Nivel de segregación en función de la velocidad y volumen de tráfico motorizado 43
Distribución porcentual de los kilómetros de ciclovía en Quito según nivel de segregación, 2022 44
Tipos de ciclovías y anchos mínimos 46
Resumen dimensiones básicas (AVG) 46
Implantación del área de estudio 50
Ciclovía Av. Amazonas unidireccional 51
Ciclovía Av. Amazonas ciclovía bidireccional 51
Ciclovía unidireccional al centro de la vía. 53
Ciclovía bidireccional al costado de la vía. 53
Ciclovía unidireccional tramo Centro Comercial Iñaquito / Ingreso intercambiador Labrador. 55
Ciclovía unidireccional tramo Salida intercambiador Labrador / Bicentenario. 55
Esquema de nivel de segregación según velocidad y volumen de tráfico motorizado. 57
Condición del asfalto, carril bidireccional ciclovía. 58
Condición del asfalto, carril unidireccional ciclovía. 58
Tramo adoquinado de la Av. Amazonas 59
Rejillas paralelas a la ciclovía. 60
Falta de rejillas en sumideros de la ciclovía. 61

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Intersección vehicular y peatonal semaforizada 61
Intersección vehicular y peatonal no semaforizada 62
Intersección vehicular y peatonal no semaforizada con giros izquierdos y retornos (U). 62
Intersección en cruce de caminos. 63
Intersección peatonal. 64
Intersección peatonal sin señalizar. 64
Intersección paso a desnivel intercambiador El Labrador. 65
Intersección de ciclovía a nivel de acera 66
Ingreso al Bici carril desde el carril central. 67
Ingreso al Bici carril central desde el cruce peatonal. 68
Parada de bus junto a ciclovía bidireccional 69
Accesos vehiculares en ciclovía bidireccional 69
Parada de bus detrás de ciclovía bidireccional 70
Parada de bus en el lado opuesta a la ciclovía bidireccional 71
Señalización de sentido en ciclovía unidireccional 72
Señalización de sentido en ciclovía bidireccional 73
Señalización de ciclovía en cruce vehicular 73
Vegetación en la ciclovía 74
Ciclovía sin ancho mínimo ni segregación leve 75
Peatones y vendedores ambulantes en la ciclovía. 77
Matriz de riesgo Austroads 78
Matriz de orientación sobre la gravedad 79

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

RESUMEN

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta una red de ciclovías con tres tipos que suman un total de 109,61 kilómetros, dentro de las cuales hay de tipo segregadas que son fuera de las vías y ciclovías en carretera existentes, es decir no segregadas, iniciando su construcción o implementación en 1996 y desde entonces se han ido ampliando y mejorando, como alternativas de transporte no contaminante y de propuestas de movilidad activa y sostenible para la población propia y visitantes,

A pesar de haberse difundido y ampliado de manera permanente el uso de bicicletas como un medio alternativo para la movilidad urbana de la ciudad de Quito, como practica recreativa, de turismo o deportiva, existen problemas de seguridad vial, entre los usuarios o involucrados que son víctimas de estos a diarios debido a múltiples causas que vamos a analizarlas sobre aspectos aplicando las técnicas de una Auditoria De Seguridad Vial (ASV) para este proyecto en operación.

La Guía Técnica para Aplicación de Auditorias de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe del Banco Iberoamericano de Desarrollo (2018) (GTASV) describe a las ASV como un método de trabajo sistemático de eficacia reconocida, que contribuyen al diseño, construcción y operación de carreteras y vías urbanas más seguras.

Luego de un trabajo de campo, en recorrido a lo largo de la ruta se analizaron varios factores de riesgo descritos en procedimiento como diseño geométrico de la vía, señalización horizontal y vertical, superficie de pavimentos, sistemas de contención vehicular, iluminación y otros factores de riesgo como los peatones, de acuerdo a lo recomendado por la GTASV.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

El tramo considerado para el análisis de la ISV se ha establecido en la ciclovía que recorre a lo largo de la avenida Amazonas desde el parque El Ejido siguiendo su trazado, por varios sitios de interés hasta llegar al parqueadero del Parque Bicentenario, en la zona centro norte de esta ciudad.

Palabras Claves: auditoria de seguridad vial, ciclovia, evaluación, características, señalización, seguridad vial

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ABSTRACT

The Metropolitan District of Quito has a network of three types of bicycle lanes totaling 109.61 kilometers, within which there are segregated type that are outside the existing roads and bike paths on the road, ie not segregated, starting its construction or implementation in 1996 and since then have been expanding and improving, as alternative non-polluting transport and proposals for active and sustainable mobility for the population and visitors,

In spite of the permanent diffusion and expansion of the use of bicycles as an alternative means of urban mobility in the city of Quito, as a recreational, tourism or sports practice, there are road safety problems among the users or those involved who are victims of these daily due to multiple causes that we will analyze on aspects applying the techniques of a Road Safety Audit (ASV) for this project in operation.

The Technical Guide for the Application of Road Safety Audits in Latin American and Caribbean Countries of the Ibero-American Development Bank (2018) (GTASV) describes RSAs as a systematic work method of recognized effectiveness, which contribute to the design, construction and operation of safer highways and urban roads.

After field work, along the route, several risk factors described in procedures such as geometric design of the road, horizontal and vertical signaling, pavement surface, vehicle containment systems, lighting and other risk factors such as pedestrians were analyzed, as recommended by the GTASV.

The section considered for the ISV analysis has been established in the bicycle path that runs along Amazonas Avenue from El Ejido Park following its route, through several places of interest until reaching the parking lot of the Bicentennial Park, in the north central area of this city.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Key words: road safety audit, bicycle lane, evaluation, characteristics, signaling, road safety.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

INTRODUCCIÓN

El Distrito Metropolitano de Quito ha impulsado la movilidad no motorizada mediante el desarrollo de una extensa red de ciclovías. Esta red, clave en la estrategia de movilidad urbana de la ciudad, comenzó a consolidarse en 2008 con la implementación del primer tramo conocido como Ciclo Q, que estableció las bases para integrar la bicicleta como alternativa de transporte sostenible y eficiente. Sin embargo, el esfuerzo por promover el uso de la bicicleta en Quito se remonta a mucho antes. En 1996, se construyó la primera ciclovía urbana en el Parque Metropolitano, marcando el inicio de un proceso continuo de ampliación y creación de nuevas rutas tanto a nivel urbano como suburbano.

Desde entonces, Quito ha expandido su infraestructura ciclista, alcanzando actualmente una red de 180.28 kilómetros de ciclovías. Esta red se divide en 125.49 kilómetros destinados a vías utilitarias y 54.79 kilómetros para uso recreativo en zonas públicas demarcadas. A lo largo de los años, se han desarrollado rutas clave, como la ciclovía suburbana Chaquiñán en el 2005, que cubre 26.7 km, y la red de ciclovías recreativas en parques como Itchimbía, Parque Santa Ana y Parque Amazonas en el periodo de 2004 a 2006.

El proyecto BiciQ, lanzado en 2012, fue un hito importante en la estrategia de movilidad sostenible. Este proyecto se basó en un estudio que identificaba polos de atracción de viajes, tales como paradas de buses, sitios de concentración de población y universidades.

El propósito de la presente investigación es realizar una auditoría de seguridad vial a las ciclovías del centro-norte del Distrito Metropolitano de Quito.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Este estudio evaluará el estado actual de las ciclovías y propondrá recomendaciones para mejorar su seguridad, funcionalidad y atractivo, abordando deficiencias en el diseño y mantenimiento, además de explorar estrategias para fomentar un mayor uso de la bicicleta como medio de transporte. A través de esta ASV, se espera contribuir al fortalecimiento de un sistema de movilidad sostenible en Quito, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las políticas de transporte de la ciudad.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1. Presentación y perfil de la empresa u organización

1.1. Antecedentes y datos representativos

1.1.1. Historia de la EPMMOP.

Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (Epmmop), fue creada según lo establecido en el Capítulo II del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, emitido mediante Ordenanza Metropolitano No. 001 del 29 de marzo de 2019.

La historia se remonta al 28 de febrero de 1994, donde según Ordenanza 3074 se construyó la Empresa Metropolitana de obras Públicas (Emmop-Q). En abril de 2008, luego de 14 años, se fusiona con la Empresa Metropolitana de Servicios y Administración del Transporte (Emsat-Q) y se crea la Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas (Emmop-Q), según Ordenanza No. 251.

Inicialmente como Empresa Metropolitana de Obras Publicas estuvo vinculada a la creación o implementación de ciclovías en el DMQ y luego como Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas ha continuado la ampliación como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1

Historia de las ciclovías de Quito

Año	Ciclovía	Lugar
1996	Primera ciclovía urbana	Parque Metropolitano (7,22 km)
2004	Primera ciclovía de tipo utilitario realizada por la Cooperativa Solidaridad y las Ligas Barriales (financiamiento privado)	Sur de la ciudad
2004-2006	Ciclovías recreativas	Itchimbía, Parque Santa Ana, Parque Amazonas
2005	Ciclovía suburbana	Chaquiñán (26,7 km)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2006-2008	Eje troncal longitudinal urbano norte, con dos ciclopuentes	11 km
2009	Ciclovía inter universidades	Universidad Católica, Politécnica Nacional y Universidad Central
2012	Ciclovías en parques	Chilibulo (43 km), Metropolitano Sur (12 km)
2012	Ampliación de la ciclovía suburbana	Chaquiñán, nuevo tramo entre Puembo y Checa (20 km)
2012-2013	Ciclovía inter estaciones de la bicicleta pública BiciQ, con 25 estaciones y 425 bicicletas	Centro norte de la ciudad (26,63 km)

Nota. Datos tomados de Revista Latinoamericana de Estudios Socio-ambientales (2022)

1.2. Misión, visión, valores.

Misión “Desarrollar y gestionar la infraestructura para la movilidad y el espacio público, con altos parámetros de calidad, eficiencia, eficacia y responsabilidad ambiental”.

Visión “Ser la empresa líder en la gestión de la infraestructura para la movilidad y el espacio público".

1.2.1. Actividades, marcas, productos y servicios.

Diseñar, planificar, construir, mantener, operar y, en general, explotar la infraestructura de vías y espacio público, infraestructura para la movilidad, la infraestructura del sistema de transporte terrestre, Diseñar, planificar, construir, mantener, operar y, en general, explotar el espacio público destinado a estacionamientos; Prestar servicios públicos a través de la infraestructura a su cargo; y, Las demás actividades operativas y de prestación de servicios relativas a las competencias que le corresponden al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, de conformidad con el ordenamiento jurídico nacional y metropolitano, en el ámbito de la movilidad y ejecución de obras públicas.

Esta empresa brinda un servicio a la ciudad realizando el mantenimiento de vías y del espacio público.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.2.2. Ubicación de la sede, ubicación de las operaciones, propiedad y forma jurídica.

El edificio matriz se encuentra ubicado en la Av. 9 de octubre entre Santamaría y Orellana, sin embargo, cuenta con unidades desconcentradas que facilitan las operaciones de campo.

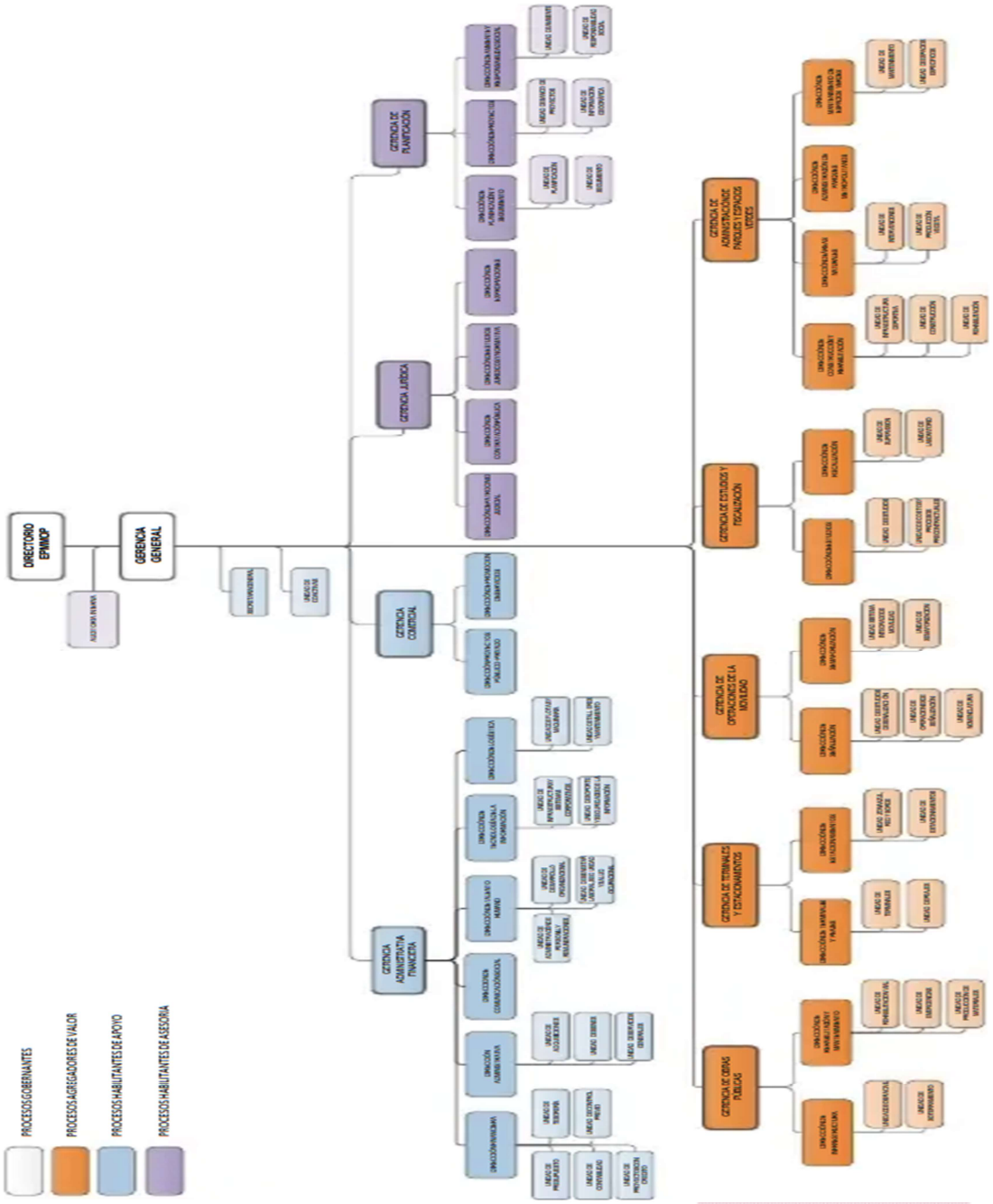
1.2.3. Tamaño de la organización e información sobre empleados.

La empresa es de tamaño grande, por sus más de dos mil entre empleados y trabajadores.

Figura 1

Organigrama de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. https://www.epmmop.gob.ec/1-1-estructura-organica-junio-2024/

1.3. Análisis del entorno

1.3.1. Entorno General (PESTEL).

El análisis PESTEL del proyecto de Auditoría de Seguridad Vial a las ciclovías del centro-norte de Quito, nos permite evaluar los factores externos que pueden influir en el éxito de este, bajo este esquema el PESTEL se enmarca principalmente en los aspectos: **Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales**, a fin de obtener un enfoque integral de las oportunidades y desafíos que presenta la auditoria.

Tabla 2

Análisis PESTEL ASV Ciclovías DMQ

Político	Económico	Social
El Plan Maestro de Movilidad Sostenible (PMMS) aprobado por el Municipio de Quito.	Limitación presupuestaria para implementación de recomendaciones producto de la auditoria. Condición actual de la infraestructura.	Falta de cultura de seguridad vial entre los distintos actores Mortalidad en medios de transporte alternativos y sostenibles. Representación de los grupos de movilidad sostenible.
Tecnológico	**Legal**	**Ecológico**
Implementación de nuevas tecnologías en el control del tránsito. Interconexión con medios de transporte masivos.	Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV). Reglamento (LOTTTSV). Plan Maestro de Movilidad Sostenible (PMMS).	Plan Maestro de Movilidad Sostenible (PMMS), impulsa los medios sostenibles.

Nota. Elaboración propia.

1.3.2. Entorno específico (DAFO).

(Incluir también dentro de este epígrafe, las principales cifras, ratios y números que definen a la empresa (u organización). Grupos de interés con los que interactúan la empresa (u organización).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

El análisis DAFO o FODA sobre el proyecto de la Auditoría de Seguridad Vial a las ciclovías del centro-norte del Distrito Metropolitano de Quito, permite analizar factores internos y externos que influyen en el desarrollo del proyecto, dentro de las ventajas y desafíos se han analizado las siguientes:

1.3.2.1. Fortalezas.

Capacidad operativa: La EPMMOP cuenta con más de 2,000 empleados distribuidos dentro de unidades de estructura descentralizada, lo que le permite ejecutar proyectos tanto por administración directa como por la contratación de terceros, a fin de mantener la infraestructura de movilidad de las ciclovías en óptimas condiciones y de manera eficiente. El tamaño de la empresa le permite brindar la posibilidad de realizar mantenimientos constantes y programados.

Experiencia consolidada: Al ser una empresa pública enfocada en infraestructura vial y movilidad, la empresa tiene una sólida experiencia en planificación, diseño y operación de proyectos viales.

Infraestructura existente: Se encuentra a cargo de la EPMMOP la explotación y operación de la infraestructura vial en Quito, lo que facilita la integración y continuidad de los sistemas de seguridad vial de las ciclovías exclusivas y red vial local, homogenizando los sistemas y su interconexión.

1.3.2.2. Debilidades.

Presupuesto limitado: Debido a la alta demanda que tiene la empresa sobre proyectos nuevos y existentes, se cuenta con una restricción presupuestaria que limita la implementación de mejoras en seguridad vial que son recomendadas en las auditorías.

Falta de mantenimiento: Nuevamente la alta demanda de proyectos que maneja la empresa hace imposible atender todos los frentes de la ciudad, por lo que, no existe un

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

mantenimiento adecuado de la infraestructura y por lo tanto de sus condiciones de seguridad vial.

Seguridad vial: Las ciclovías comprenden tramos en donde los carriles son compartidos con los flujos vehiculares en zonas de alto tráfico; y en las zonas donde existe separación de espacios, los mismo no son con elementos de contención que garanticen seguridad a los ciclistas, por lo que, el riesgo dentro de las ciclovías es latente en todo momento al no garantizar la seguridad de sus usuarios.

1.3.2.3. Oportunidades

Alineación con políticas globales: La tendencia global hacia la sostenibilidad y la movilidad activa, junto con la agenda del **Plan Maestro de Movilidad Sostenible 2023-2042**, representa una gran oportunidad para obtener financiamiento externo de organismos multilaterales sobre los ejes de los objetivos de desarrollo sostenible para mejorar la seguridad vial de las ciclovías.

Aumento de la demanda de movilidad sostenible: Como ya lo ha definido el PMMS, la ciudad apunta a ser una localidad que mitiga el impacto ambiental y la necesidad de reducir emisiones, impulsando los modos de transporte no motorizados y sostenibles, un incremento en la demanda de usuarios sería un incentivo para mejorar y mantener la infraestructura.

Mejora en la tecnología: Las nuevas tecnologías, como el análisis de datos y sensores inteligentes en la infraestructura vial, pueden ayudar a identificar riesgos en el tráfico de las ciclovías, ayudando a mejorar constantemente la infraestructura de la ciudad.

1.3.2.4. Amenazas.

Siniestros: Una alta tasa de siniestros mortales representa un riesgo y un desincentivo sobre los usuarios de las ciclovías, al no tener garantías de seguridad su uso se vuelve eventual.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Crecimiento del parque automotor: A pesar de las políticas de fomento a la movilidad activa planteadas en el PMMS, un crecimiento del parque automotor resulta en un incremento de riesgos hacia los modos alternativos sostenibles en las zonas de vías compartidas, haciéndolas menos seguras.

Incremento de emisiones: La falta de infraestructura adecuada y segura para ciclistas, puede ocasionar la disminución de usuarios en medios alternativos y el volcamiento de los mismos, hacia modos motorizados, incremento emisiones y tráfico en la ciudad.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1. Descripción del problema.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe publicado recientemente sobre el año 2023 indico la situación de la seguridad vial, donde detalla las cifras de defunciones a causa de accidentes de tránsito en el mundo, que alcanza los 1,19 millones de personas, es decir aproximadamente 3200 personas al día, aunque indicaron que ha habido un ligero descenso respecto de años anteriores, no obstante siguen siendo una de las principales causas de muerte de niños y jóvenes de 5 a 29 años, poniendo en serio riesgo la vida de ciclistas, peatones y otros usuarios viales vulnerables.

La Guía Técnica para la Aplicación de Auditorias de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe (2018) indica que el riesgo de morir en un siniestro de tránsito en la zona es significativamente más alto que en otros países del continente.

Un estudio epidemiológico de las muertes relacionadas con el ciclismo en la población ecuatoriana con base en los datos de defunción del Instituto Nacional de Estadística y Censos en Ecuador (INEC) de 2004 a 2017, arrojó los siguientes resultados:

De 300 muertes entre ciclistas reportadas en Ecuador desde 2004, el 91 % fueron hombres y el 9 % mujeres, el 84% de las muertes sucedieron en las zonas urbanas, el 75%

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de las víctimas de choque fueron personas con educación básica escolar, el 72.90 fueron mestizos y el 51% eran solteros. (Cordovez Macías, 2022)

Dentro de sus conclusiones, Cordovez (2022) señala que el factor principal de las colisiones de tránsito es la falta de conocimiento de las leyes o la evasión de éstas.

En el primer semestre del 2024, en 10.281 siniestros existieron 22.257 personas involucradas, de las cuales el 0.31 % (31 personas) resultaron lesionados o fallecidos (Agencia Nacional de Tránsito, 2024).

A raíz de la pandemia de Covid-19, Quito implementó restricciones vehiculares tanto para vehículos del transporte público como privado, lo que incentivó el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte, posteriormente la implementación de más ciclovías incremento la presencia de biciusuarios, sin embargo, la falta de información respecto de los deberes y obligaciones de los ciclistas conllevó al incremento de incidentes con estos actores de la vía.

Con el objetivo de estimular el empleo de elementos de seguridad, como el casco, indumentaria adecuada, y motivar el respecto a las señales de tránsito, la AMT realizó cicleadas en las parroquias rurales; además una campaña llamada Distancia por la vida, donde se dio a conocer la distancia que debe tener un vehículo con relación al ciclista.

De igual manera buscando educar a los ciclistas, la AMT da a conocer las normas de seguridad vial y, sobre todo, el uso del casco, luces y ropa reflectiva, para que se pueda transitar en la noche de forma segura, en la campaña denominada Bicivisualizate.

Según información del medio digital oficial Quito Informa (https://www.quitoinforma.gob.ec/2021/02/23/se-incrementa-el-uso-de-la-ciclovia-en-quito/) (dic/2024) desde la implementación del sistema de bicicleta publica conocido como BiciQ, en julio de 2020, aumentó en Quito el número de usuarios de la ciclovía, que inició con 800

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ciclistas en el norte de la ciudad y actualmente, por la av. Amazonas entre El Labrador y la av. Orellana circulan de 1 827 a 3 046 ciclistas a diario.

Esta cifra es de lunes a sábado, según los conteos que realiza la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, Epmmop. Se exceptúa el día domingo por el paseo dominical, considerando que el uso de la ciclovía tiene un objetivo recreacional.

En el tramo sur, que inicia en la av. Cóndor Ñan y Rumichaca, recorriendo las avenidas Solanda, Cardenal De La Torre y Teniente Hugo Ortiz, la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) reportó un promedio diario de 1400 usuarios. Claramente se puede evidenciar el mayor número de biciusuarios en el tramo de las ciclovías del centro norte de Quito, especialmente el de la Av. Rio Amazonas entre el parque de El Ejido y el Parque Bicentenario, pasando por el intercambiador del Labrador, razones suficientes para optar por realizar el presente estudio en la zona centro norte de la ciudad de Quito, en el tramo de la av. Rio Amazonas como se detalla.

De acuerdo a la información del portal Primicias (https://www.primicias.ec/noticias/quito/vias-trafico-pico-placa-metro-pabel-munoz/) (Dic 2024), de las 10 vías de Quito con mayor carga vehicular y tráfico, encontramos a la avenida Amazonas con alrededor de 44018 vehículos diarios.

Las razones de la presencia de vehículos y usuarios viales de todo tipo en la zona del centro norte de Quito, se deben a que alrededor están algunos de los principales parques de la ciudad, así como importantes instituciones del gobierno central y local, centros comerciales, bancos e instituciones financieras, además de múltiples hoteles y restaurantes, lugares a donde acuden personas para cumplir funciones laborales, de trámites y servicios o de recreación o compras, obligando a recurrir a diversas formas de movilización en este contexto, la ciclovía promueve la movilidad sostenible y permite dinamizar la economía local.

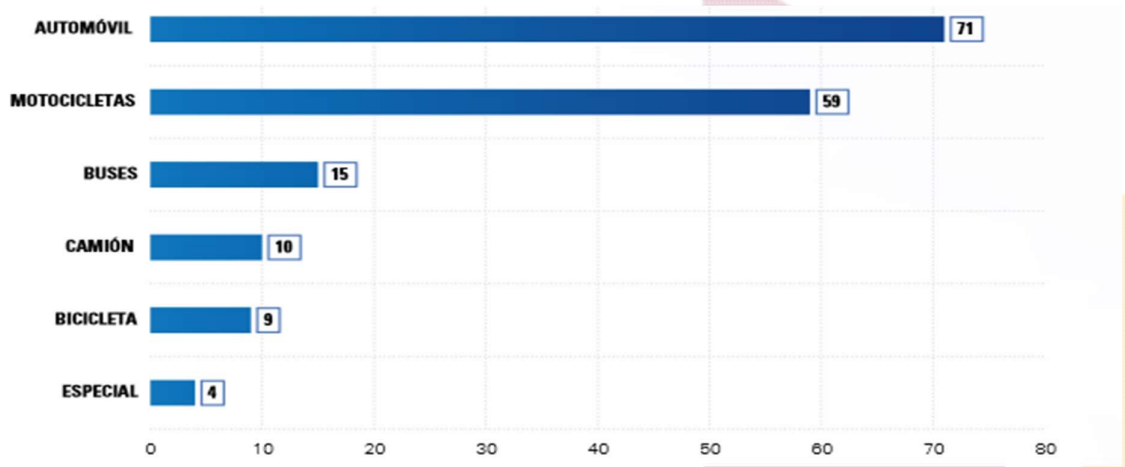
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Al hablar de seguridad vial podemos entender como una forma o los medios para prevenir los siniestros de tránsito, que dan como resultado personas lesionadas o fallecidas en los casos más graves, además de los daños materiales y al medioambiente.

Acorde al Anuario de siniestralidad de Quito 2020 (2024) de un total de 211 vehículos relacionados a los siniestros de tránsito, descontando 43 que no se identificaron, 9 fueron bicicletas, que estaría en el quinto lugar, después de los automóviles, las motocicletas, los buses y camiones.

Figura 2

Vehículos envueltos en accidentes fatales



Nota. Datos tomados de Anuario de siniestralidad vial de Quito 2020.

Hoy en día la Avenida Amazonas, en la ciudad de Quito, es una ruta muy utilizada y de alto tráfico para conectar el centro norte de la ciudad de manera longitudinal, recibiendo un alto flujo vehicular, entre vehículos particulares, motocicletas, transporte público, escolar, carga liviana y ciclistas especialmente, sin descuidar la gran afluencia de peatones, siendo estos dos últimos los más vulnerables.

Actualmente tramos de la Avenida Amazonas, como el sector del parque La Carolina, por ejemplo, evidencia altos índices de ocurrencia de siniestros de tránsito, donde se puede identificar zonas y puntos conflictivos que hacen necesaria la realización de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

estudios buscando incrementar la seguridad vial y reducir los riesgos de siniestralidad. De las estadísticas sobre los siniestros ocurridos en estos sectores se determinó que una de las principales causas probables de siniestralidad es conducir superando los límites de velocidad, seguido por el irrespeto a las señales de tránsito, causas relacionadas directamente con el factor humano como principal elemento al conducir.

Poder contar con vías y ciclovías, especialmente, en buenas condiciones y sobre todo con la señalización correspondiente, sumado a las campañas de educación y concientización, como ha llevado adelante la ATM, puede incidir en la conducta de conductores, ciclistas y peatones a ser más la precavidos y respetuosos entre los diferentes usuarios de estos tipos de vía.

Figura 3

Tramo de la ciclovia en estudio.

Nota: elaboración propia sobre imágenes de Google Earth

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.5. Fines y Objetivos del Trabajo

1.5.1. Objetivo general.

Realizar la auditoria de seguridad vial del tramo de la ciclovía a lo largo de la Av. Amazonas desde la Av. Tarquí en el parque El Ejido hasta el ingreso al estacionamiento del Centro de Convenciones Metropolitano de Quito.

1.5.2. Objetivos específicos.

Identificar las principales causas y factores que influyen en la seguridad de los usuarios de las ciclovías

Analizar los riesgos existentes en el tramo de estudio que afectan principalmente a los usuarios de la ciclovía.

Proponer un plan de mejoramiento de la seguridad vial que incluya a todos los actores viales que usen los espacios destinados al tramo de ciclovía en estudio

1.5.3. Hipótesis o teoría que plantea este trabajo.

Las características operacionales actuales de la ciclovía de la Av. Amazonas entre la Av. Patria y el Parque Bicentenario incremente significativamente el riesgo de accidentes para los ciclistas, lo cual, no solo compromete la seguridad de los usuarios actuales, sino que también desalienta a potenciales nuevos usuarios, limitando el crecimiento del uso de la ciclovía y su contribución a una movilidad sostenible en la ciudad.

1.6. Justificación e importancia del trabajo

La presente investigación nace ante la necesidad de contar con estudios de los siniestros de tránsito en una de las principales ciclovías de la ciudad de Quito; la misma que recorre por la Av. Amazonas, en un tramo importante del centro financiero, administrativo gubernamental, económico y recreacional que alberga una alta carga laboral.

Buscamos realizar esta auditoría, para determinar las medidas más eficientes que puedan lograr reducir los siniestros de tránsito, tomando en cuenta que estos siempre están

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

presentes como una amenaza para la seguridad vial y el bienestar de la comunidad, sumando lo que representa como carga de atención medica en los centros de salud, movilización de unidades de emergencia, agentes de tránsito y atascos que reducen o detienen la fluides del tránsito.

Esta investigación proporcionará la información necesaria para plantear mejoras, desde todos los aspectos que determine el estudio, que puedan ser acogidas por las autoridades buscando alcanzar la seguridad vial reduciendo la siniestralidad y sobre todo la pérdida de vidas o lesiones de las personas involucradas.

1.6.1. Importancia del estudio.

Poder conseguir y analizar datos estadísticos sobre los siniestros de tránsitos ocurridos en las ciclovias del centro norte de la ciudad de Quito, especialmente en la Av. Amazonas, se vuelve indispensable sí queremos conocer los factores de riesgo de la siniestralidad que involucre a ciclistas u otros usuarios viales que tengan relación con las ciclovias, identificando áreas específicas donde la mejora en la señalización horizontal y vertical, incluido la implementación de dispositivos como pasos de peatones, bandas transversales alertadoras, tachas reflectivas o semáforos especiales contribuya a reducir los numeros de siniestros de tránsito.

De los datos obtenidos y del análisis de estos podemos utilizarlos para diseñar campañas educativas de concientización, dirigidos a conductores, ciclistas, peatones y a todos los usuarios de la vía promoviendo comportamientos seguros que reduzcan la incidencia de accidentes de tránsito.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL

2. Conceptos Básicos

Este capítulo tiene como objetivo establecer una base teórica sólida para comprender los elementos esenciales de la Auditoría de Seguridad Vial (ASV), enfocándose en la evaluación de ciclovías dentro del Distrito Metropolitano de Quito. Se incluyen definiciones clave, factores determinantes en la seguridad vial, y una comparación con prácticas internacionales exitosas, explorando su aplicabilidad en Ecuador.

2.1. Definición de Auditoría en Seguridad Vial

La Auditoría de Seguridad Vial (ASV) es un proceso sistemático y formalizado para evaluar la seguridad de proyectos viales, ya sean en diseño o existentes, con el fin de identificar riesgos potenciales y proponer medidas correctivas que mejoren la seguridad vial. La ASV busca reducir el riesgo de accidentes, tanto para conductores como para peatones y ciclistas, mediante una revisión exhaustiva de las características de la infraestructura vial. Según la International Road Assessment Programme (iRAP), este tipo de auditorías permite realizar evaluaciones objetivas basadas en indicadores de riesgo para mejorar la seguridad de los usuarios de la vía (Flor Ángela Cerquera Escobar, Gonzalo Pérez Buitrago, and Fredy Alberto Guío Burgos 2023).

A nivel internacional, países como Australia y el Reino Unido han establecido auditorías de seguridad vial como una herramienta crítica en la planificación y operación de sus redes viales, integrando enfoques preventivos para reducir la ocurrencia de accidentes. En Ecuador, este tipo de prácticas aún está en desarrollo, pero su adopción podría mejorar significativamente la seguridad en ciclovías urbanas, donde los usuarios vulnerables enfrentan riesgos elevados.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.1.1. Siniestro de Tránsito.

Se considera un siniestro de tránsito como cualquier colisión que involucra vehículos, peatones, ciclistas u otros actores viales, que además resultan en daños físicos o materiales, es importante analizar las cifras más actuales desde un contexto general y amplio hasta uno más específico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su informe de 2023, los siniestros de tránsito son una de las principales causas de muerte a nivel mundial, con 1.35 millones de fallecimientos anuales. En el caso de los ciclistas, la falta de infraestructura adecuada y la interacción con vehículos motorizados son factores clave en la ocurrencia de siniestros. (Carlos Alexander Guamán Romero and David Andrés Zúñiga Armijos 2023).

Tabla 3

Cifras significativas del informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial.

Cifras	Situación mundial
1.35	Millones de muertes anualmente
8va	Causa de muerte de personas de todas las edades
#1	Causa de muerte en niños y jóvenes entre 5 y 29 años
3	Veces mayor tasa de mortalidad en países de bajos ingresos que en países de altos ingresos

Nota. *Situación mundial generada por los siniestros de tránsito en el año 2023. Adaptado por los autores. Tomado de ¨Global Status Report on Road Safety 2023¨*

En Quito, los datos proporcionados por la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) en 2022 indican que el 5% de los siniestros de tránsito involucran a ciclistas, una cifra en crecimiento debido al aumento del uso de bicicletas. Estos datos subrayan la necesidad de auditorías específicas para las ciclovías con el fin de minimizar los riesgos para este grupo vulnerable. (Brayan Esteban Monroy Arias 2020).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.1.2. Punto Negro.

Un punto negro es una ubicación específica con una alta concentración de siniestros graves o mortales. A diferencia de los puntos críticos, los puntos negros requieren intervenciones urgentes debido a la gravedad de los accidentes. La Comisión Europea define los puntos negros como aquellos tramos donde la densidad de siniestros supera la media en un 50%. (Mercedes Lafuente Benaches 2020)

En Quito, la AMT identificó en su informe de 2022 varios puntos negros en el centro-norte de la ciudad, donde se ubican ciclovías, como la intersección de las avenidas Amazonas y Colón. La aplicación de medidas de mitigación en estos puntos podría reducir significativamente los accidentes, siguiendo el ejemplo de países como España, donde las intervenciones en puntos negros redujeron los siniestros en un 60% en los últimos 5 años (Luis Allan Kunzle 2021).

2.1.3. Punto Crítico.

Un punto crítico se refiere a un lugar dentro de la infraestructura vial donde la frecuencia de accidentes es mayor que en otros tramos similares. La identificación de puntos críticos es esencial para implementar medidas de mitigación. En Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) reportó en 2023 que el 70% de los accidentes de tránsito ocurren en intersecciones, que son puntos críticos bien conocidos. (Sara Geraldine Aguilar Paredes 2023).

En ciudades como Copenhague, el uso de sistemas avanzados de análisis de datos ha permitido la identificación precisa de puntos críticos en ciclovías, reduciendo los accidentes en un 25% desde la implementación de correcciones, según el Danish Road Directorate (2021). Quito podría beneficiarse de la aplicación de tecnologías similares para reducir siniestros en puntos críticos de sus ciclovías. (Novo - Sierra Javier Andrés and Gordo - Corredor Héctor Daniel 2020).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.1.4. Factor infraestructura vial.

El factor infraestructura vial incluye todos los elementos de diseño y mantenimiento de las vías que influyen en la seguridad vial. Según la Federación Europea de Ciclistas (ECF), una infraestructura bien diseñada puede reducir los accidentes en un 40% (ECF, 2022). En ciclovías, aspectos como la visibilidad, la señalización, la iluminación, y la separación física del tráfico motorizado son esenciales para garantizar la seguridad de los ciclistas.

En Quito, muchas ciclovías no cumplen con estos estándares internacionales, lo que aumenta los riesgos de siniestros. Un estudio de la Universidad Central del Ecuador en 2022 señaló que el 35% de las ciclovías del centro-norte de la ciudad carecen de señalización adecuada y el 20% no cuentan con separación física suficiente. Países como los Países Bajos han logrado reducir los accidentes de ciclistas en un 75% al construir ciclovías segregadas, lo que podría servir como modelo para mejorar la infraestructura en Quito.

2.1.5. Factor vehículo.

El factor vehículo se refiere a las condiciones técnicas y de mantenimiento del vehículo, que pueden influir en la seguridad vial. En el caso de las ciclovías, la calidad de las bicicletas y su adecuado mantenimiento son fundamentales para evitar accidentes relacionados con fallas mecánicas. La International Transport Forum (2022) recomienda la implementación de programas de inspección técnica regular para bicicletas, que aseguren que los ciclistas utilicen vehículos en condiciones óptimas.

En Quito, la falta de regulaciones sobre el mantenimiento de bicicletas es un problema pendiente. A medida que el uso de bicicletas aumenta, implementar programas de mantenimiento podría ser crucial para mejorar la seguridad vial, siguiendo el ejemplo de países como Alemania, donde el 90% de los ciclistas realiza revisiones técnicas anuales a

sus bicicletas, lo que ha reducido los accidentes relacionados con fallas en un 15% desde 2018 (BMVI, 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.1.6. Factor Humano.

El factor humano es uno de los elementos más críticos en la seguridad vial, ya que la mayoría de los accidentes están vinculados a errores humanos. Según el Global Status Report on Road Safety (OMS, 2023), el 90% de los accidentes de tránsito en el mundo son atribuibles a comportamientos humanos inadecuados, como el exceso de velocidad, la distracción, o la conducción bajo los efectos del alcohol. En el contexto de las ciclovías, tanto los ciclistas como los conductores de vehículos motorizados deben cumplir con normas de seguridad para evitar siniestros.

En Quito, la AMT reportó en 2022 que el 40% de los accidentes que involucran ciclistas se deben a la imprudencia de los conductores de vehículos motorizados. La implementación de campañas educativas y programas de concienciación, como los aplicados en Suecia bajo el enfoque de Visión Cero, podría ayudar a reducir los accidentes relacionados con errores humanos en Ecuador.

2.2. Principios de planificación de ciclovías

Crow, define los cinco requisitos de la ciclovía (como se citó en el Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador,2022), mismos que han sido adoptados para el Plan Maestro de Movilidad Sostenible del Distrito Metropolitano de Quito, PMMS DMQ y que se definen a continuación:

Una red de ciclo-infraestructura debe ser **segura** para evitar conflictos entre ciclistas y los demás actores de la vía (principalmente vehículos motorizados) y priorizan a los más vulnerables (peatones y ciclistas). Esta condición se debe garantizar con mayor atención en las intersecciones.

También debe ser **coherente** al conectar los principales puntos de origen con los de destino y guían al ciclista de manera lógica durante su recorrido y especialmente en las

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

intersecciones. Quien circule por la red debe poder ubicarse fácilmente en su camino, este requisito garantiza claridad, continuidad y seguridad a los usuarios.

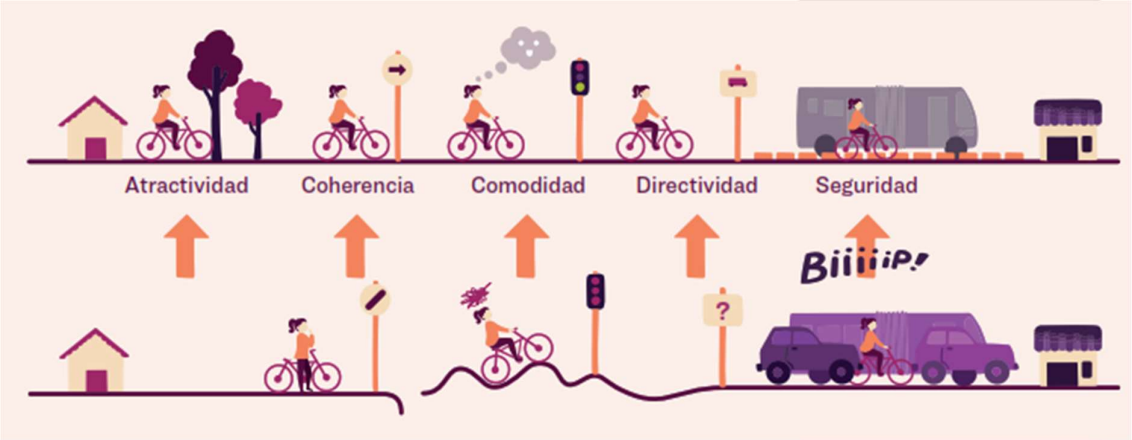
Un tercer requisito es el de ser **directa** al reducir tiempo y distancia de desplazamiento. Se deben evitar desvíos o detenciones innecesarios que afectan y demandan un mayor esfuerzo físico del ciclista.

Debe haber **comodidad** al permitir avanzar a un ritmo constante, evitando paradas o reducciones de velocidades constantes y cambios fuertes o bruscos de nivel o de textura en el pavimento, de manera que el recorrido sea agradable y motive a los ciclistas a incrementar sus viajes y frecuencia de uso.

Finalmente, se busca que los recorridos sean **atractivos** pues garantizan en gran parte con el cumplimiento de los requisitos anteriores y se fortalecen con entornos o ambientes seguros (en términos de seguridad ciudadana), amigables, iluminados, con manejo paisajístico adecuado (arborización).

Figura 4

Principio o lineamientos para el desarrollo de ciclovía



Nota. Tomado del Manual de ciclo-infraestructura y micro-movilidad para Ecuador (2022)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.2.1. Nivel de integración o segregación.

La infraestructura de una ciclovía puede desarrollarse con varias opciones, partiendo de la segregación completa hasta la integración completa, la cual involucra los conceptos de calmado de tráfico, sin embargo, la opción más utilizada es la opción mixta, en la cual, se segregan a las bicicletas en ciertas vías, mientras que, en otras vías las bicicletas se integran haciendo posible la convivencia con los vehículos motorizados, para lo cual se hace necesario regular el número y velocidad de los vehículos.

En este sentido, las ciclovías segregadas presentan las siguientes ventajas y desventajas

Tabla 4

Ventajas y desventajas de ciclovías segregadas

VENTAJAS	Permite una mayor percepción de seguridad Permite una circulación más cómoda Evitan la congestión vehicular
DESVENTAJAS	Presenta complicaciones en el diseño de las intersecciones, especialmente en los cruces peatonales. Complejidad en la integración de las paradas del transporte público Costo elevado No se puede adaptar a todas las calles de una ciudad

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, la integración de la bicicleta en la red con medidas de calmado del tráfico presenta las siguientes ventajas y desventajas:

Tabla 5

Ventajas y desventajas de ciclovías integradas

VENTAJAS	Flexibilidad en el uso de la ciclovía Facilidad de diseño especialmente de las intersecciones Facilidad constructiva Costo reducido

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DESVENTAJAS	Sensación de vulnerabilidad
	Se ve limitada por la congestión vehicular

Nota. Elaboración propia

El PMMS DMQ 2022-2042, establece los siguientes parámetros:

La ciclovía no es compartida con segmentos en acera, ni con tráfico mixto, ni con tránsito del transporte público, es decir que está compuesta por vías completamente segregadas con algunas excepciones en vías locales.

Las ciclovías en el DMQ se clasifican en cuatro niveles de segregación:

Sin segregación, no existen barreras físicas entre los diferentes usuarios de la vía, sin embargo, utiliza señales para informar sobre la presencia de ciclistas.

Segregación blanda, implementa señalización visual como: señalización horizontal, delineadores y cambio de pavimento para diferenciar las áreas para cada tipo de usuario.

Segregación dura, considera crear un separación clara y tangible entre los usuarios.

Vías separadas, implementa señales para organizar el uso compartido del espacio a fin de garantizar la seguridad de los usuarios, en este caso, peatones y ciclistas.

Recomienda deprimir los cruces viales del tráfico mixto facilitando la maniobra de los modos no motorizados, en superficie, con el objetivo de disminuir los conflictos y garantizar la conectividad.

La segregación será variable según la velocidad de diseño de la vía.

En este sentido, El Manual de Ciclo Infraestructura y Micromovilidad para el Ecuador establece:

El principio general toma en cuenta que los lugares con menores velocidades y volumen de tráfico motorizado, no requiere mayor segregación, por el contrario, es preferible tener una infraestructura que se integre permitiendo compartir los espacios entre los demás actores viales, por ejemplo, para implementar una ciclovía dentro de una zona

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

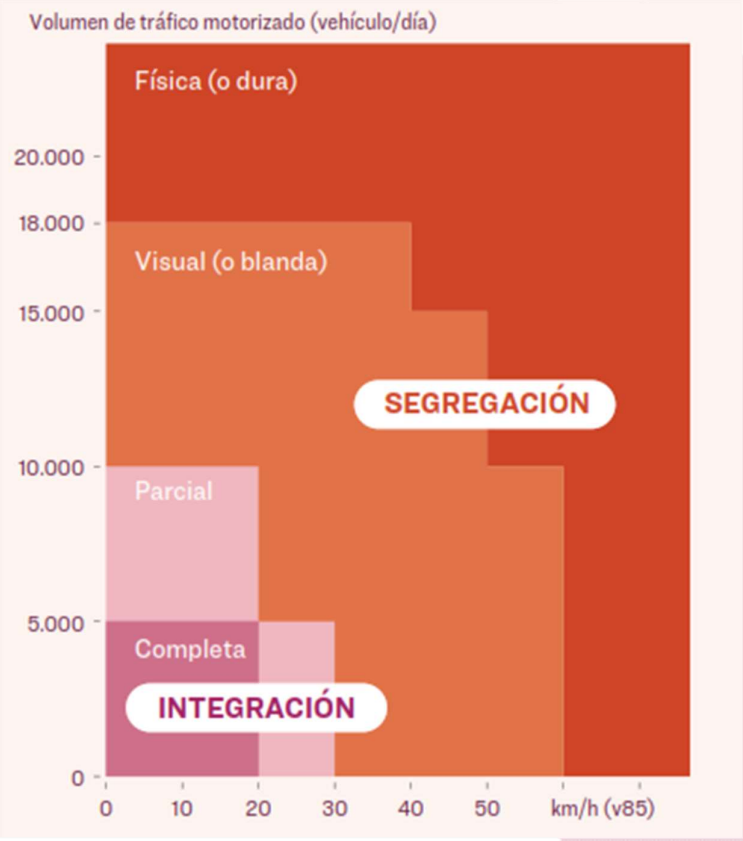
residencial, donde la función de la vía tiene carácter social, la ciclovía deberá ser integrada procurando la convivencia entre los usuarios de la vía.

Por otro lado, en lugares donde transitan vehículos a mayores velocidades y con mayor frecuencia, es importarte incluir la segregación, por ejemplo, para implementar una ciclovía en una zona urbana (no residencial y de paso), donde la función de la vía es de tráfico y circulación, es preferible que la ciclovía sea segregada para mayor seguridad.

Esto lo podemos visualizar de mejor manera en el siguiente diagrama:

Figura 5

Nivel de segregación en función de la velocidad y volumen de tráfico motorizado



Nota. tomado del Manual de Ciclo Infraestructura y Micromovilidad para el Ecuador

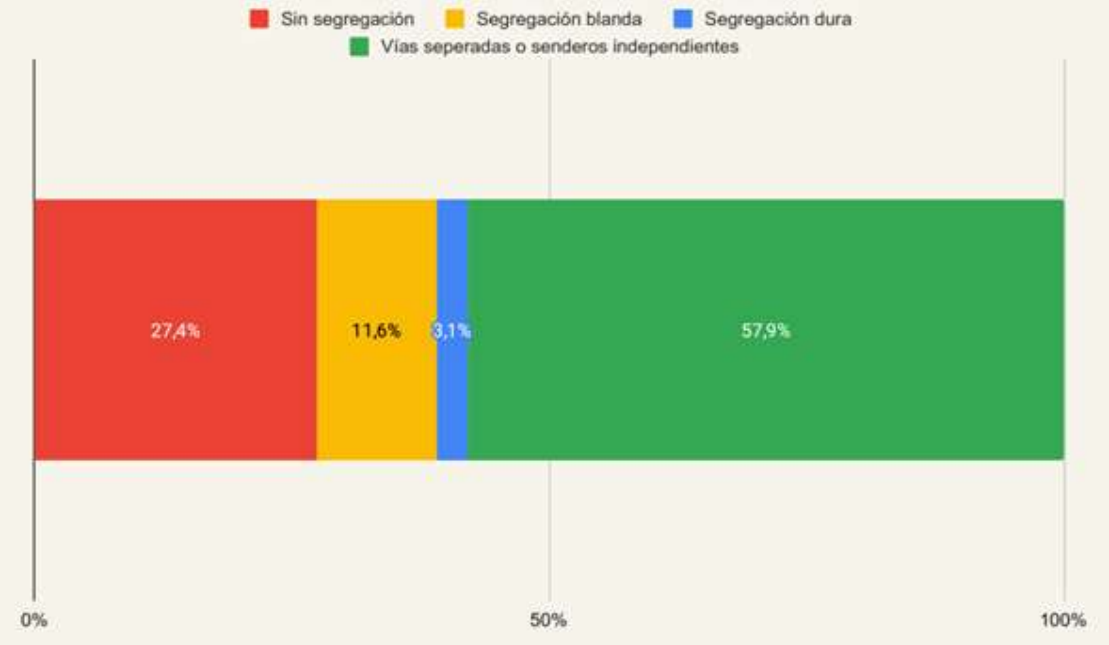
Hasta el 2022, el 57.90 % de las ciclovías en Quito son vías separadas, el 27.40 % no tienen ningún tipo se segregación, el 11.60 % tienen segregación blanda y finalmente, el

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.10 % tiene segregación dura, como se puede visualizar en el siguiente gráfico, (Informe de calidad de vida 2023).

Figura 6

Distribución porcentual de los kilómetros de ciclovía en Quito según nivel de segregación, 2022



Nota. Tomado de la Secretaría de Movilidad de Quito, 2023

2.2.2. Sentidos de circulación.

Del mismo modo como abordamos integración o segregación de la ciclovía, la unidireccionalidad o bidireccionalidad depende del contexto en el cual se vaya a implementar la ciclovía.

2.2.2.1. Unidireccional.

En una ciclovía unidireccional las bicicletas circulan en el mismo sentido que el tráfico motorizado permitiendo una mayor capacidad que las vías bidireccionales y al mismo tiempo facilita la combinación de diferentes tipos de ciclovía y los cruces peatonales,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

simplifica el diseño de las intersecciones y permite una mayor seguridad, ya que en una intersección los conductores siguen el sentido de la calzada.

Sin embargo, como desventajas podemos resaltar los mayores costos de ejecución y mantenimiento, su implantación requiere mayor espacio físico, en este tipo de ciclovía existe mayor probabilidad de infracciones, por ejemplo, cuando un ciclista circule en contraflujo.

2.2.2.2. Bidireccional.

En términos generales las ciclovías bidireccionales no son recomendables para zonas urbanas ya que en trayectos con varias intersecciones se vuelven inseguras para los ciclistas, pues al ser menos visibles para los conductores, hace necesario una mayor segregación, disminuye la capacidad del flujo vehicular en las intersecciones.

Al ser bidireccional, presenta una menor capacidad que las vías unidireccionales, existe la posibilidad de choque frontal entre ciclistas, presenta mayor dificultad para el cruce peatonal, finalmente podemos decir que son menos adecuadas pra redes secundarias, pues ofrecen menos flexibilidad para la circulación en bicicleta

Las ventajas de una ciclovía bidireccional es que requiere menos espacio físico para su implantación, los costos de construcción y mantenimiento son menores; y, si hay pocos ciclistas, el espacio disponible para circular en paralelo es mayor.

La Guía de ciclo-infraestructuras para ciudades colombianas, establece los siguientes factores, para aceptar ciclovías bidireccionales:

- Tramos de gran longitud sin intersecciones intermedias
- La calidad ambiental o el atractivo para las personas que utilizan la bicicleta estén claramente volcados en uno de los laterales de la vía.
- La conexión con los tramos precedentes o posteriores se puedan realizar de modo más seguro y adecuado en un solo cruce bidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 7

Tipos de ciclovías y anchos mínimos

Tipología de Ciclovía		Unidireccional		Bidireccional		Ancho de franja funcional
		Ancho mínimo	Ancho recomendado	Ancho mínimo	Ancho recomendado	
En Calzada	Segregada	1.50	2.00	3.00	4.00	-
	Delimitada	1.50	2.00	-	-	-
Carril Compartido *únicamente con tráfico calmado	Acera	3.00	3.50	-	-	-
	Tráfico mixto	3.25	3.50	-	-	-
Sobre Andén		1.50	2.00	3.00	4.00	7.00
En separador		-	-	3.00	4.00	8.00
Autopista ciclista		-	-	3.00	4.00	8.00

Nota. Tomado del Plan Maestro de Movilidad Sostenible del Distrito Metropolitano de Quito

Por otro lado, el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS” (2013), define las dimensiones básicas para bici-carriles conforme el siguiente cuadro:

Figura 8

Resumen dimensiones básicas (AVG)

CICLOVIA	MINIMO (m)	RECOMENDADO (m)	OPTIMO (m)
UNIDIRECCIONAL	1,20	1,50	2,00
BIDIRECCIONAL	2,20	2,50	3,00

Nota. Tomado del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS” (2013)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3. Diseño metodológico

La práctica internacional nos señala que las auditorias o inspecciones de seguridad vial de redes existente y en operación, se configuran como herramientas dinámicas sistemáticas de regulación en sitio, ya sea de un tramo en concreto que presente una alta tasa de siniestralidad, puntos negros o de una carretera completa, con el fin de mejorar las capacidades de seguridad brindadas a los usuarios. Identificando aspectos peligrosos o carencias que, en la práctica y operación continua de la vía, ciclo ruta o corredor pudieran generar siniestros de tránsito.

Cabe mencionar que la ASV o ISV dependiendo de la metodología utilizada para su evaluación, no se corresponde como una verificación de normas y estándares de diseño vial tanto a nivel local como internacional, su orientación se encamina a evaluar en qué medida influyen las condiciones existentes de la infraestructura con el tráfico y configuración vial especifica de la zona de estudio. Por lo tanto, los resultados de las ISV o ASV se basan en recomendaciones que mitiguen los comportamientos negativos de los usuarios a través de las intervenciones en la infraestructura y diseño existente, reduciendo los riesgos de siniestralidad presentes.

En este sentido, es necesario para el desarrollo de trabajo en campo la definición de una metodología que permita la verificación y constatación de los elementos relevantes que influyen en la seguridad vial de los ciclistas, de las varias metodologías existentes, el presente trabajo toma como base las Guías Técnicas de Inspecciones de Seguridad Vial desarrolladas por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), considerando que esta metodología cuenta con factores de riesgos y listas de chequeo enfocadas en ciclistas y peatones, lo que nos permite adaptarla a la realidad de nuestro caso de estudio. Los factores de riesgos a ser identificados y analizados son los siguientes:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Sección transversal
- Sección de la vía
- Superficie de la vía
- Intersecciones y accesos
- Estacionamiento paradas
- Señalización
- Operación tránsito
- Seguridad
- Iluminación
- Comportamiento
- Experiencia en el viaje
- Transición entre sistemas

El equipo auditor de la zona en análisis sobre los 7.50 km de la ciclo-ruta de la Av. Amazonas en los sentidos Norte/Sur y Sur/Norte estuvo conformado por:

- Xavier Román (Ing. Civil)
- Manuel Lituma (Ingeniero Ambiental)
- Edith Lema (Ingeniero Civil)
- Carlos Ochoa (Ingeniero Civil)

3.1. Fuentes de datos e información

Las reuniones de trabajo y definición de los objetivos y alcances de la ISV se realizaron de forma virtual, de igual manera la obtención de data e información disponible corresponde a información primaria y secundaria recopilada por el equipo auditor y al levantamiento en sitio.

La inspección de campo se realizó el día 09 de noviembre de 2024, teniendo principalmente condiciones meteorológicas de cielo despejado. Se constató que el tráfico de usuarios (ciclistas) era moderado y con presencia baja de volúmenes de peatones, ciclomotores eléctricos y otros.

Tabla 6

Detalles de inspección de campo

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Condiciones	Inspección Diurna
Día	Sábado
Fecha	09 de noviembre de 2024
Tiempo	08h00 a 13h00
Equipo auditor	Xavier Román Manuel Lituma Edith Lema Carlos Ochoa
Condiciones meteorológicas (despejado, niebla, lluvia, polvo, humo, no aplicable)	Cielo despejado
Condiciones de luz (oscura, claro, no aplicable)	Claro
Condición de calzada ciclovía (mojada, seca, no aplicable)	Seca

Nota. Elaboración propia

La inspección de seguridad vial tiene por objetivo verificar las condiciones operativas de la infraestructura existente, identificar sus problemas y formular recomendaciones en base al análisis de seguridad vial realizado.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

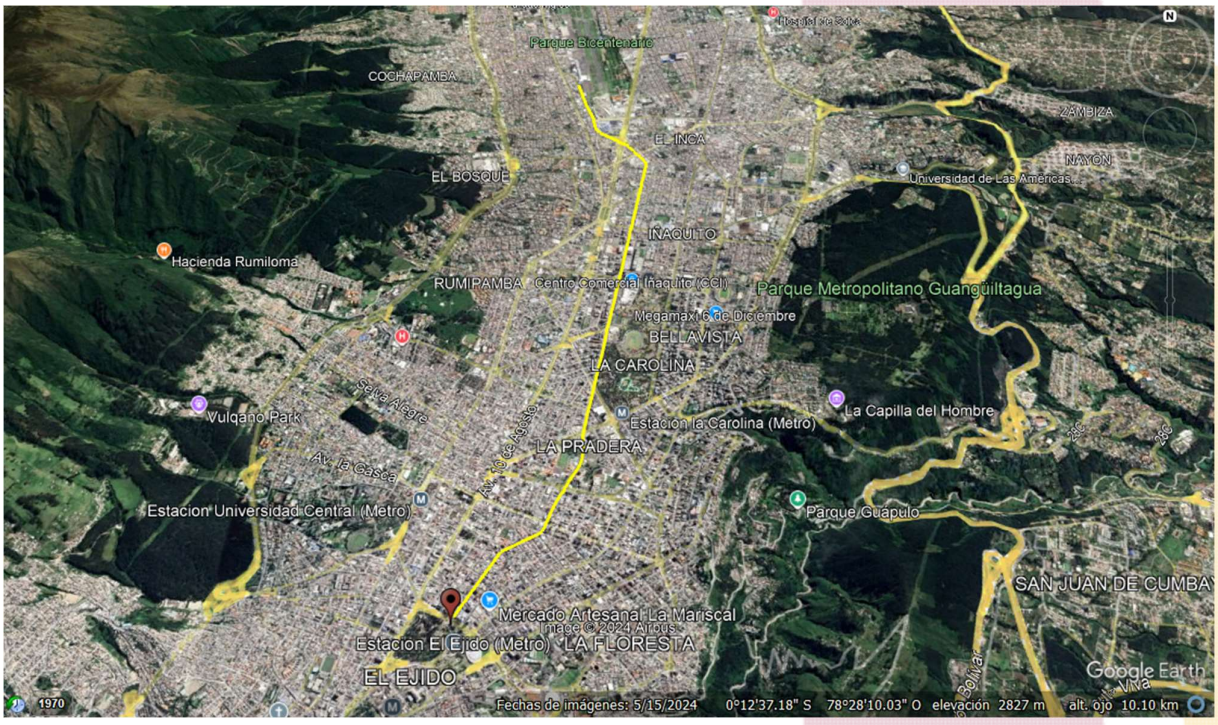
CAPITULO IV. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4. Delimitación del área del estudio

El tramo de la ciclovía de la Av. Amazonas comprendido entre el estacionamiento Bicentenario hasta la Av. Patria tiene una longitud de 7.50 km atravesando el hipercentro de la ciudad, tanto a nivel socio económico como funcional y conectándolo con el centro turístico y comercial de la Mariscal, además conecta los parques más importantes del centro – norte de la capital, como son: el parque Bicentenario, el parque La Carolina y el Ejido; en este contexto, la ciclovía promueve la movilidad sostenible y permite dinamizar la economía local.

Figura 9

Implantación del área de estudio



Nota. Elaboración Propia

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.1. Generalidades del área de estudio

La mayor parte del tramo de la ciclovía comprendido entre el estacionamiento Bicentenario y la Av. Orellana se encuentra conformada por dos carriles unidireccionales separados por un parterre central, segregados del tráfico vehicular por bolardos y separadores de tráfico, presentando una geometría de secciones variables hacia el norte del tramo; y en su totalidad con pendientes mínimas.

Por otro lado, el tramo de la ciclovía comprendido entre la Av. Orellana y Av. Patricia se encuentra conformada por un carril bidireccional ubicado en el lado oriental de la Av. Amazonas, segregado del tráfico vehicular por separadores de piso, presenta una geometría de secciones constantes y con pendientes son mínimas.

Figura 10

Ciclovía Av. Amazonas unidireccional

Nota. Elaboración propia

Figura 11

Ciclovía Av. Amazonas ciclovía bidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

No se evidencia en todo el trayecto recorrido (7.50 km), señalización horizontal y vertical de límites de velocidad establecidos de acuerdo con la normativa vigente, lo que resulta en la aplicación de velocidades variables tanto de los ciclistas como de los usuarios motorizados que utilizan la ciclovía.

Cabe mencionar que la ciclovía en estudio corresponde a una infraestructura segregada leve, la misma que se encuentra separada por demarcación con pintura o materiales separadores; y considerando una zona urbana con límites de velocidad de hasta 50 km/h, de acuerdo con lo que señala (Ríos Alberto & Taddia Alejandro, 2015).

4.2. Análisis de los factores de riesgo

4.2.1. Sección transversal.

4.2.1.1. Existencia de bici carriles y aceras en la vía.

Para la evaluación de la sección transversal de acuerdo con las guías técnicas del BID, se analiza la existencia de los bici-carriles en ambos costados de la vía y la configuración de las aceras existentes.

En este caso el tramo en análisis se identificó 2 secciones tipo principales:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Dos bici-carriles unidireccionales ubicados junto al parterre central con acera a un solo costado de la ciclovía.

Figura 12

Ciclovía unidireccional al centro de la vía.

Nota. Elaboración propia

Esta tipología facilita la visibilidad de los ciclistas, sin embargo, es vulnerable a colisiones laterales, debido a que el carril izquierdo de la vía vehicular es usado para adelantamientos, y al estar segregada por bolardos y separadores de piso, no existe garantía de seguridad que proteja a los ciclistas. Adicionalmente, al estar integrada en el centro de la calzada presente riesgos al ingreso y salida de la ciclovía desde las aceras o ciclo rutas alternas.

- Un bici carril bidireccional al costado (izquierdo o derecho) de la calzada, con acera en un solo lado.

Figura 13

Ciclovía bidireccional al costado de la vía.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Esta sección transversal presenta menores riesgos de impactos laterales, sin embargo, aumenta el riesgo de conflicto en intersecciones con paradas y estaciones de buses, cruces peatonales y entradas y salidas de acceso a locales comerciales y residencias.

Del mismo modo que la sección transversal del tramo comprendido entre la Av. Patria y Av. Orellana, que comprende un carril bidireccional a nivel de calzada ubicado al costado oriental de la Av. Amazonas y segregada con separadores de piso, que dan una sensación de inseguridad al ciclista, pues los separadores de piso pueden consentir la invasión de motocicletas o vehículos al estacionarse, dando una percepción de inseguridad a los ciclistas, durante el recorrido de campo se observó la falta de algunos separadores de piso mientras que otros se encontraban fracturados.

La alta densidad poblacional de la zona donde se encuentra implantada la ciclovía, sumado a su condición de hiper centralidad, en donde existe mayor concentración de sitios y lugares de interés hacen de la primera tipología la más propensa a riesgos de siniestros por su segregación leve y la complicación de acceso y salida de la ciclovía.

4.2.2. Sección de la vía.

4.2.2.1. Ancho crítico para los ciclistas.

El Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS” señala que la sección de ciclovías de un solo sentido de circulación debe

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

tener un ancho mínimo de 1,20 m. aunque para circular en paralelo y facilitar las maniobras de adelantamiento recomienda un ancho de 1,50 m, mientras que señala que el ancho óptimo es 2,00 m.

Los bici-carriles unidireccionales ubicado junto al parterre central presentan un ancho variable entre 1.60 y 1.80 metros por cada carril, lo que brinda mayor percepción de seguridad a los usuarios al disponer de un espacio más amplio para adelantar y resguardarse del tráfico vehicular.

Cabe mencionar que, entre el ingreso al intercambiador del labrador y el inicio del carril bidireccional del bicentenario, en una longitud de 550 metros, la ciclovía presenta anchos variables de 1.00 a 0.80 metros, que generan un alto riesgo de colisión lateral al estar expuestos al tráfico vehicular y en algunos tramos sin delimitación física en la calzada.

Figura 14

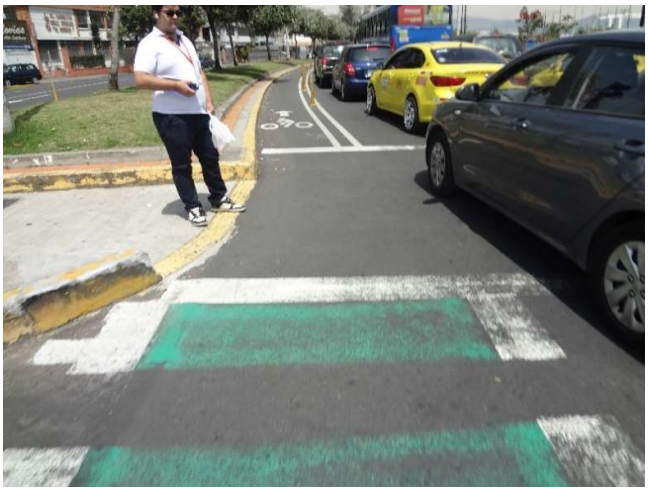
Ciclovía unidireccional tramo Centro Comercial Iñaquito / Ingreso intercambiador Labrador.

Nota. Elaboración propia

Figura 15

Ciclovía unidireccional tramo Salida intercambiador Labrador / Bicentenario.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.



Nota. Elaboración propia

En relación a los carriles bidireccionales, el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS” señala que la sección de vía para bicicletas de dos sentidos de circulación debe tener como mínimo 2,20 m de ancho y recomienda 2,50 m para mayor comodidad y seguridad de los ciclistas, mientras que el ancho óptimo es de 3,00 m.

En este sentido, los bici-carriles bidireccional a nivel de calzada ubicado al costado oriental de la Av. Amazonas tienen un ancho promedio de 2.30 m, por lo que, la ciclovía se percibe como angosta dando una sensación de inseguridad al realizar ciertas maniobras.

4.2.2.2. Límite de velocidad compatible con el diseño.

Como ya se ha mencionado en el contexto del tramo en análisis, no existe señalización horizontal y vertical que defina el limite de velocidad permitido dentro del bici carril, razón por la cual, las velocidades de operación que presenta la ciclovía son variadas, debido a los diferentes tipos de usuarios que utilizan la infraestructura, teniendo así las siguientes aproximaciones:

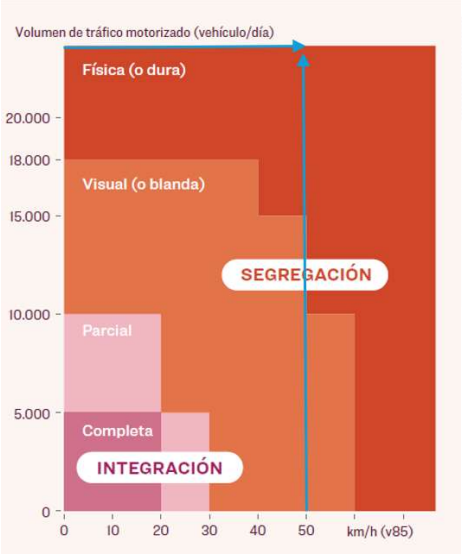
- Ciclistas: 0 – 20 km/h
- Ciclomotores (eléctricos y gasolina): 25 – 35 km/h
- Motocicletas: 35 – 55 km/h

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Cabe mencionar que la ciclovía de la Av. Amazonas se encuentra establecida dentro de una calzada de vía tipo arterial, con límites urbanos de velocidad de hasta 50 km/h. De acuerdo con (Machado Jonathan, 2024), esta arterial urbana registra un TPDA a enero de 2024 de 44.000 vehículos por día, lo que la convierte en una de las vías urbanas mas transitadas de la ciudad. De acuerdo con (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2022), dentro de sus lineamientos para el desarrollo de infraestructura señala:

Figura 16

Esquema de nivel de segregación según velocidad y volumen de tráfico motorizado.



Nota. Manual de ciclo infraestructura y micro movilidad en Ecuador/ MTOP 2022.

En consecuencia, de acuerdo con los límites de velocidad establecidos para vías urbanas y el TPDA registrado en la Av. Amazonas, a la ciclo-infraestructura le correspondería una segregación de tipo física o dura, en el caso de análisis se dispone de una segregación leve (visual o blanda), que no es compatible con el diseño.

4.2.3. Superficie de la vía.

4.2.3.1. Calidad de la superficie.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

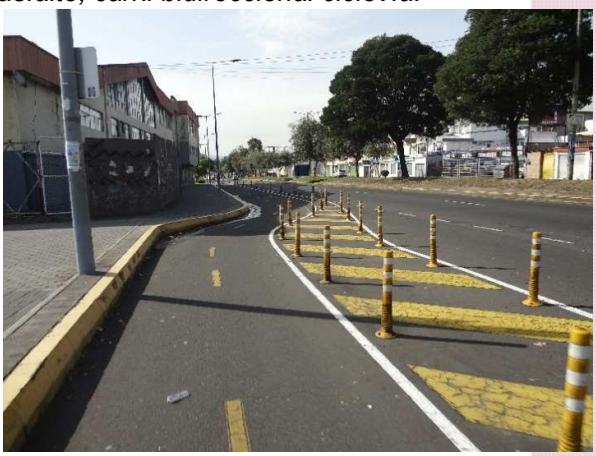
Durante el recorrido de campo se identificaron dos tipos de calzadas, conforme el siguiente detalle:

- Tramo de la ciclovía entre estacionamiento Bicentenario hasta la Av. Colón

Se encuentra conformado por el mismo material de la calzada vehicular, esto es, una capa de rodadura de asfalto con bacheo y fisuras tipo piel de cocodrilo de baja severidad, en el recorrido in situ se observó que este tramo ha sido intervenido por la EPMMOP a través de varios trabajos de bacheo menor, sello de fisuras y tratamientos superficiales como Slurry Seal, por lo que, el estado actual de la carpeta asfáltica no genera riesgos para el tránsito de bicicletas ni confort de los usuarios.

Figura 17

Condición del asfalto, carril bidireccional ciclovía.



Nota. Elaboración propia

Figura 18

Condición del asfalto, carril unidireccional ciclovía.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

- Tramo comprendido entre la Av. Patria y Av. Colón

La superficie de rodadura se encuentra adoquinada con áreas específicas de asentamientos y desprendimiento de adoquines que han sido corregidas con hormigón, sin embargo, la seguridad y comodidad no afecta significativamente el nivel de servicio de la ciclovía.

Figura 19

Tramo adoquinado de la Av. Amazonas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.3.2. Calidad del drenaje, cubiertas con tapas y rejillas, colocación y visibilidad.

Debido a las condiciones climáticas que existieron durante la inspección de campo, no se pudo determinar de manera física las circunstancias de drenaje, sin embargo, la ciclovía no presenta daños o marcas que se puedan asociar a un drenaje insuficiente.

La mayoría de los sumideros a lo largo del trayecto cuentan con las tapas y rejillas colocadas, visibles y en general al mismo nivel de la calzada, lo que las hace visibles en todo el trayecto.

Por otro lado, la disposición de las rejillas y sumideros que abastecen tanto a la calzada vehicular como a la ciclovía, por su configuración, si presentan un riesgo para la circulación de los ciclistas, entre las principales condiciones tenemos:

- Contar con una disposición paralela con aberturas significativas en relación con los anchos de las llantas de las bicicletas.

Figura 20

Rejillas paralelas a la ciclovía.

Nota. Elaboración propia

- Falta de rejillas en los sumideros.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 21

Falta de rejillas en sumideros de la ciclovía.

Nota. Elaboración propia

4.2.4. Intersecciones.

4.2.4.1. Claridad en la prioridad del ciclista y semaforización.

A pesar de que la ciclovía se encuentra segregada en las intersecciones las bicicletas comparten vía con los vehículos motorizados, por lo que, las ciclovía presenta varios tipos de intersecciones tanto peatonales como vehiculares, las mismas que no contemplan de manera constante y segura señalización horizontal y vertical en todos sus tramos. Entre las principales intersecciones tenemos:

Figura 22

Intersección vehicular y peatonal semaforizada

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Figura 23

Intersección vehicular y peatonal no semaforizada

Nota. Elaboración propia

Figura 24

Intersección vehicular y peatonal no semaforizada con giros izquierdos y retornos (U).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Figura 25

Intersección en cruce de caminos.

Nota. Elaboración propia

Si bien las intersecciones cuentan con señalización horizontal sobre el delineamiento de la ciclovía y las secciones peatonales, la mayoría de las intersecciones no son semaforizadas ni cuentan con señalética vertical de preferencia del tráfico, por lo que, se deben regir por la semaforización vehicular en caso de existir, esto genera inseguridad en

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

las intersecciones puesto que algunos cruces cuentan con giros izquierdos y en U (retornos) que deben ser alertados por los ciclistas antes de realizar el cruce.

Los cruces peatonales también generan puntos de inseguridad puesto que no se cuentan con señalética vertical que permita alertar el cruce o la proximidad a los mismos.

Las intersecciones proporcionan una adecuada visibilidad tanto de los ciclistas como del tránsito, no así de los peatones, al no contar con señalización vertical de cruces y preferencias, el tramo de la ciclovía que se encuentra alineada al centro de la calzada pierde de vista a los peatones que se encuentran realizando un cruce desde la acera hacia al parterre central.

Figura 26

Intersección peatonal.

Nota. Elaboración propia

De igual forma sucede con las intersecciones peatonales sin señalización horizontal y vertical

Figura 27

Intersección peatonal sin señalizar.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Una condición especial refleja la intersección entre el paso a desnivel del intercambiador de El Labrador y el carril bidireccional de la ciclovía, puesto que existe una convergencia con los dos flujos vehiculares y la inexistencia o demarcación de la señalización horizontal y vertical genera un alto riesgo de colisión hacia los ciclistas, considerando que en este tramo la ciclovía funciona en los dos sentidos y que al salir del paso a desnivel los mismo se encuentran en los puntos ciegos de los vehículos tanto livianos, pesados y de transporte público.

Figura 28

Intersección paso a desnivel intercambiador El Labrador.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, en la intersección de la Av. Amazonas y Jorge Washington, la ciclovía y el área vehicular se encuentran a nivel de la acera, sin bien la segregación está definida por bolardos metálicos con elementos reflectantes, no existe diferenciación entre la ciclovía y el área peatonal.

Figura 29

Intersección de ciclovía a nivel de acera

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.4.2. Accesos y visibilidad de aproximación.

Los accesos a la ciclovía en el tramo alineado al centro de la calzada no cuentan con accesos diseñados o especializados para ciclistas, en su lugar estos accesos son los mismos que los cruces definidos para los peatones.

En el mismo sentido, los accesos a la ciclovía en los tramos alineados al costado de la vía no se encuentran separados, sino que comparten las aceras peatonales previo a su ingreso al bici-carril.

Cabe mencionar que, en el comienzo y final del tramo en análisis, la ciclovía no se encuentra conectada con otra ciclo-ruta o infraestructura adicional que demarque un corredor ciclístico.

Figura 30

Ingreso al Bici carril desde el carril central.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Figura 31

Ingreso al Bici carril central desde el cruce peatonal.

Nota. Elaboración propia

4.2.5. Estacionamientos y paradas.

4.2.5.1. Paradas de autobús y bloqueo de estacionamientos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La mayor cantidad de conflictos sobre los acceso a zonas comerciales, residenciales y zonas de paradas de autobuses tradicionales y sistema de transporte público, se da en el tramo de bici carril bidireccional a un costado de la vía, debido a que existe variedad de infraestructura separada y combinada debido a las condiciones consolidadas y espacios físicos disponibles, por lo tanto, el riesgo de colisión al momento de embarque y desembarque de los usuarios del transporte público con los ciclistas es elevado, así como también al ingreso y salida de los comercios y residencias, aumentando a un más el riesgo debido a la falta de señalética que alerte a los usuarios sobre estas condiciones en la ciclovía y además sumado al hecho de que se trata de carriles bidireccionales con doble flujo de ciclistas.

Figura 32

Parada de bus junto a ciclovía bidireccional

Nota. Elaboración propia

Figura 33

Accesos vehiculares en ciclovía bidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

En otros tramos con mayor espacio de calzada si se realiza una correcta segregación de los flujos al trazar la ciclovía por detrás de la bahía o estación de transporte público, sin embargo, tampoco se define de manera clara el cruce desde la bahía hacia la acera para los peatones al momento del embarque y desembarque.

Figura 34

Parada de bus detrás de ciclovía bidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, en el tramo comprendido entre la Av. Patria y la Av. Orellana el sentido de circulación vehicular es de norte a sur, mientras que, la ciclovía se encuentra ubicada en el lado oriental, por lo que no existe conflicto entre la ciclovía y las paradas del transporte público.

Figura 35

Parada de bus en el lado opuesta a la ciclovía bidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.6. Señalización.

4.2.6.1. Demarcación longitudinal, de paradas e intersecciones.

Como ya se ha descrito en el apartado de estaciones de transporte público e intersecciones, únicamente las intersecciones vehiculares cuentan con señalización horizontal de cruce peatonal y de ciclistas, en cambio las paradas de transporte público no cuentan con señalización tanto en la infraestructura de cruce segregado como en las que no se encuentran diferenciadas.

La señalización y demarcación de los límites de la ciclovía en todo el tramo en general se encuentra en buen estado, sin embargo, no existe señalización de dirección ni sentido en los tramos unidireccionales, por lo que, se asume que su flujo es paralelo al vehicular.

Figura 36

Señalización de sentido en ciclovía unidireccional

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

En los tramos de la ciclovía bidireccional se encuentra señalética en estado bueno y definiendo el sentido de circulación.

Figura 37

Señalización de sentido en ciclovía bidireccional

Nota. Elaboración propia

Figura 38

Señalización de ciclovía en cruce vehicular

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.7. Operación tránsito

4.2.7.1. Limpieza y vegetación.

El estado general de la ciclovía en los tramos unidireccionales y bidireccionales es limpio y no presenta obstáculos de basura ni de vegetación que limiten la visibilidad a los usuarios.

Figura 39

Vegetación en la ciclovía

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.8. Seguridad.

4.2.8.1. Anchos de carril y percepción.

Como ya se ha definido en el apartado de infraestructura, en términos generales el ancho de la ciclovía cumple con los mínimos requeridos de acuerdo con (SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD, 2013), respecto de las dimensiones del bici carril.

En general el ancho de la ciclovía brinda confort, pero no percepción de seguridad, como ya se ha evidenciado de acuerdo con los límites de velocidad, la tipología de vía urbana y el tráfico promedio registrado, la segregación leve de la ciclovía no es la adecuada y se requiere una separación física dura que aporte seguridad a los usuarios.

Adicional a la configuración requerida, existen tramos de la ciclovía que no cuentan con el ancho mínimo requerido ni con la segregación leve, tal como se indica:

Figura 40

Ciclovía sin ancho mínimo ni segregación leve

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Elaboración propia

4.2.9. Iluminación.

La iluminación de la ciclovía en horario nocturno en general es adecuada, considerando que la misma se encuentra en la misma calzada vehicular, por lo que, se mantiene constante a lo largo de todo su trayecto.

4.2.10. Comportamiento.

4.2.10.1. Uso de acuerdo con el propósito y conflictos.

Se observó la presencia de usuarios vulnerables (peatones caminando o trotando) dentro de la ciclovía, sin embargo, la infraestructura y sus dimensiones no se encuentran consideradas para un uso compartido; y se presenta como de uso exclusivo para ciclistas.

También se evidencio la presencia de comerciantes informales (vendedores ambulantes) a lo largo de la ciclovía conforme avanzaba la mañana, principalmente en las intersecciones con av. arteriales y colectoras que tiene el tramo, generando riesgos a todos los usuarios de la ciclovía y de la vía, puesto que la separación con el flujo vehicular es únicamente a través de bolardos lo que permite el traspaso tanto del ciclista hacia la vía como también de los vehículos hacia el interior de la ciclovía.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 41

Peatones y vendedores ambulantes en la ciclovía.

Nota. Elaboración propia

4.2.11. Experiencia en el viaje.

Al estar la ciclovía en un entorno netamente urbano y consolidado, no presenta vistas o paisajes distintos al hiper centro, de igual manera no contempla pasos estrechos más allá de los descritos.

4.2.12. Transición entre sistemas.

El tramo de la ciclovía analizada termina en el ingreso al Centro de Convenciones Bicentenario, y no presenta en su recorrido interconexiones con otros sistemas de transporte público o ciclo rutas, por lo que, no se analiza ni define el apartado de interconexión de sistemas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO V. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

5. Matriz de riesgos

Para la evaluación de riesgos sobre la identificación de los elementos presentes en la infraestructura de la ciclovía, se ha tomado como referencia la asignación de riesgos presente en las (Austroads, 2022), que permiten categorizar el riesgo de acuerdo con su probabilidad y gravedad, bajo los siguientes parámetros:

Tabla 7

Parámetros de riesgo.

Probabilidad	Gravedad
Casi seguro: ocurre una vez al trimestre	Insignificante: daños materiales
Probable: de una vez al trimestre a una vez al año	Menor: primeros auxilios menores
Posible: de una vez al año a una vez cada tres años	Moderado: primeros auxilios importantes y/o atención médica (no hospitalización)
Improbable: ocurrencia una vez cada tres años a una vez cada siete años	Grave: ingreso hospitalario (hospitalización)
Rara: se produce menos de una vez cada siete años	Fatal: en el lugar del siniestro o en los 30 días siguientes

Nota. Austroads Parte 6 Gestión de Auditorías de Seguridad Vial, edición Enero 2022.

Figura 42

Matriz de riesgo Austroads.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Likelihood (includes exposure)			Severity*				
			Insignificant	Minor	Moderate	Serious	Fatal
			Property damage	Minor first aid	Major first aid and/or presents to hospital (not admitted)	Admitted to hospital	Death within 30 days of the crash
	Almost Certain	One per quarter	Medium	High	High	Extreme (FSI)	Extreme (FSI)
	Likely	Quarter to 1-year	Medium	Medium	High	Extreme (FSI)	Extreme (FSI)
	Possible	1 to 3 Years	Low	Medium	High	High (FSI)	Extreme (FSI)
	Unlikely	3 to 7 Years	Negligible	Low	Medium	High (FSI)	Extreme (FSI)
	Rare	7 years+	Negligible	Negligible	Low	Medium (FSI)	High (FSI)

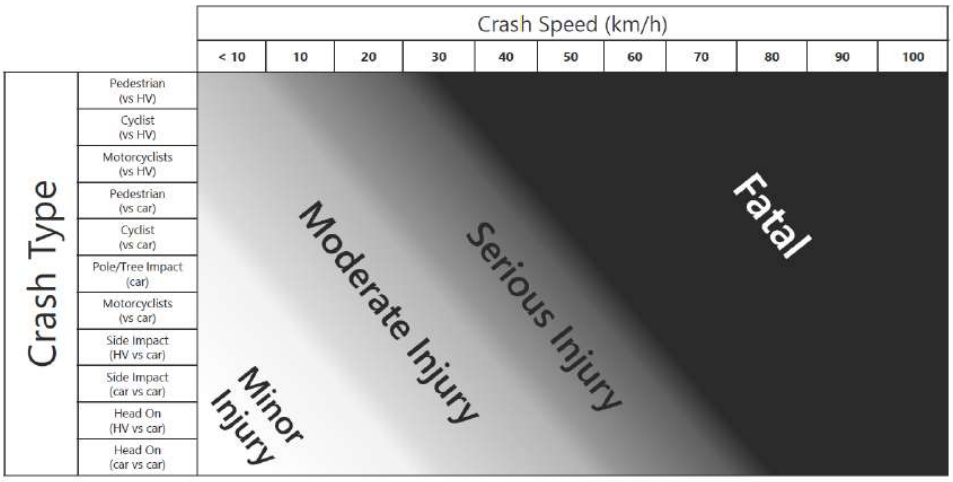
*see Severity Guidance Sheet

Safe System crash outcome threshold

Nota. Austroads Parte 6 Gestión de Auditorías de Seguridad Vial, edición Enero 2022.

Figura 43

Matriz de orientación sobre la gravedad



Nota. Austroads Parte 6 Gestión de Auditorías de Seguridad Vial, edición Enero 2022.

Se debe considerar que, para la utilización de estos parámetros, la exposición es considerada dentro de la probabilidad de ocurrencia, así como también la gravedad se define como la probabilidad de ocurrencia del evento, en este sentido, la matriz de riesgo resultante del análisis de la Inspección de Seguridad Vial arroja como resultado una

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

prioridad sobre la mitigación del riesgo identificado, por lo que, las magnitudes de estas intervenciones se categorizan en:

Tabla 8

Prioridad de mitigación

Prioridad de mitigación
Insignificante: no se requiere ninguna acción.
Bajo: debe corregirse o reducirse el riesgo si el coste del tratamiento es bajo.
Medio: debe corregirse o reducirse significativamente el riesgo, si el coste del tratamiento es moderado, pero no elevado.
Alto: debe corregirse o reducirse significativamente el riesgo, aunque el coste del tratamiento sea elevado.
Extremo: debe corregirse independientemente del coste.

Nota. Austroads Parte 6 Gestión de Auditorías de Seguridad Vial, edición Enero 2022.

5.1. Resumen de la evaluación de riesgos presentes en el tramo de estudio

La siguiente matriz de riesgo se ha realizado con el objetivo de determinar los principales riesgos que afectan principalmente la seguridad de los ciclistas que transitan por la ciclovía de la Av. Amazonas, producto de esa avaluación se proponen contramedidas que permitirán reducir el peligro e impacto del riesgo.

Tabla 9

Análisis de riesgos encontrados en el tramo en estudio

FACTOR DE RIESGO	RIESGO	CALIFICACIÓN DEL RIESGO	RESULTADOS	RECOMENDACIONES
SECCIÓN TRANSVERSAL				

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

EXISTENCIA DE BICI CARRILES Y ACERAS EN LA VÍA (CARRILES UNIDIRECCIONALES AL CENTRO DE LA CALZADA)	Casi segura / Insignificante	Media	Debido a que la sección transversal se encuentra al centro de la vía, el acceso y salida de la misma se realiza a través de los cruces peatonales en intersecciones, generando situaciones de riesgo de impacto entre peatones/ciclistas y entre ciclistas/vehículos, de acuerdo con la matriz de orientación de gravedad de velocidad y las velocidades de desplazamiento registradas, se considera una probabilidad casi segura y una severidad insignificante.	Señalizar horizontal y verticalmente las zonas de ingreso y salida al bicicarril central, desde las aceras y ciclorutas alternas que se comuniquen con la ciclovía.
EXISTENCIA DE BICI CARRILES Y ACERAS EN LA VÍA (CARRIL BIDIRECCIONAL AL COSTADO DE LA CALZADA)	Casi segura / Menor	Alta	La sección transversal colocada al costado de la vía genera más riesgos de colisión en las entradas y salidas de los accesos vehiculares de	Colocar señalización horizontal en las intersecciones de los ingresos y salidas vehiculares de las zonas comerciales y residenciales, mejorando la visibilidad de las zonas de conflicto.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			comercios y residencias, de acuerdo con la matriz de orientación de gravedad, se considera una probabilidad casi segura y una severidad moderada.	
	OPERACIÓN TRÁNSITO			
LIMPIEZA Y VEGETACIÓN	Raro / Insignificante	Depreciable	La limpieza y vegetación a lo largo de la ciclovía es buena y no genera riesgos o limitaciones de visibilidad a los usuarios, por lo que, se considera con una probabilidad rara y una severidad insignificante.	Mantener el arbolado y áreas verdes con el mantenimiento preventivo oportuno.
	ILUMINACIÓN			
ILUMINACIÓN	Posible / Menor	Media	La iluminación diurna y nocturna del bici carril en general es uniforme y constante debido a que forma parte de la iluminación de la calzada vehicular, sin embargo, en ciertos puntos oscuros existe el riesgo de colisón	Implementar señalización vertical reflectiva en cruces conflictivos a fin de garantizar la visibilidad y preferencia de paso, en sitios oscuros de la calzada.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			en intersecciones, por lo que, se considera una probabilidad posible y una severidad menor.	
SECCIÓN DE LA VIA				
PARTICULARMENTE EL INGRESO AL INTERCAMBIADOR DEL LABRADOR Y EL INICIO DEL CARRIL BIDIRECCIONAL DEL BICENTENARIO PRESENTA ANCHOS VARIABLES DE 1.00 A 0.80 METROS (sin segregación física)	CASI SEGURO/GRAVE	EXTREMO	El ancho inferior al mínimo (1.20 m) en algunos tramos no permite maniobras seguras ni circulación en paralelo. Además, la falta de segregación física en un entorno de alto tráfico motorizado amplifica el riesgo de colisiones. Es importante considerar que la Av. Amazonas es una arteria urbana con alto TPDA, lo que aumenta la exposición al riesgo para ciclistas en tramos angostos.	Analizar una reforma geométrica que permita ensanchar los tramos de la ciclovía (en ambos sentidos) para alcanzar el ancho mínimo requerido.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

(ANCHO CRÍTICO PARA LOS CICLISTAS 1.60m - 1.80m, segregación parcial)	POSIBLE/MODERADO	MEDIO	El manual de infraestructura del MTOP 2022 señala que vías con tráfico intenso y altas velocidades requieren segregación física o dura, lo cual no se cumple en este caso.	Incorporar barreras físicas en tramos con TPDA elevado. Además, implementar señalización clara sobre límites de velocidad y derecho de paso en ciclovías.
(LÍMITE DE VELOCIDAD COMPATIBLE CON EL DISEÑO)	PROBABLE /GRAVE	ALTO	Las velocidades registradas (hasta 55 km/h) dentro del bici-carril son incompatibles con el diseño de las ciclovías urbanas recomendadas por normas internacionales y locales. Además, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2022): Sugiere que en vías con TPDA >10,000 vehículos y velocidades >30 km/h se requiere segregación física para garantizar la seguridad de ciclistas.	Añadir señalización vertical y horizontal que limite la velocidad dentro de las ciclovías a un rango seguro (0-20 km/h) y garantice el respeto de las intersecciones por parte de todos los usuarios
SUPERFICIE DE LA VÍA				

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

(CALIDAD DE LA CARPETA ASFÁLTICA)	IMPROBABLE/MENOR	BAJO	En todos los tramos, presenta una buena capa de rodadura , a pesar de las fisuras que ya han sido corregidas y presentar cierta irregularidad, no representa mayor peligro para la circulación por lo que la probabilidad de riesgo podría ser improbable y en caso de ocurrir los daños serian menores, calificando como un una probabilidad baja.	Para mejorar las condiciones de seguridad se plantea el mantenimiento adecuado con material uniforme que brinde un terminado final uniforme.
(CALIDAD DE LA SUPERFICIE ADOQUINADA)	IMPROBABLE/MENOR	BAJO	La superficie de rodadura adoquinada tiene áreas específicas de asentamientos y desprendimiento de adoquines, todos corregidas con hormigón, generando cierta irregularidad para la circulación de bicicletas, pero de riesgo posible y de severidad menor dando un	El mantenimiento y la reconstrucción debe hacerse bajo las mismas características y materiales originales.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			análisis de riesgo bajo.	
DRENAJE VIAL	RARO/MENOR	Despreciable	El drenaje vial no presenta daños por lo que se le puede atribuir un buen funcionamiento por lo que se considera una probabilidad rara y una severidad en ese caso la severidad menor	Conservar buen mantenimiento de rejillas y sumideros especialmente en época invernal
DISPOSICIÓN DE LAS TAPAS Y REJILLAS	PROBABLE / MENOR	MEDIO	La mayoría de los sumideros a lo largo del trayecto cuentan con las tapas y rejillas, lo cual se evidencia en un sistema de drenaje bueno, la colocación de las tapas en ciertos casos tiene pequeños bordillos, sin mayor problema para la circulación de bicicletas, no así ciertas rejillas, con tejido de orificios paralelos a la vía	Colocar tapas de sumideros al nivel de la calzada y las rejillas de igual manera asegurando que los orificios de las mismas, sobre todo los paralelos a la dirección de circulación, sean de ancho menor al de las llantas de la bicicletas o que sean en sentido contrario a la dirección de circulación para evitar que se traben

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			cuyo ancho puede ser igual o mayor al ancho de las llantas de algunas bicicletas para las cuales puede ser un peligro calificado como probable y su severidad menor	
INTERSECCIONES Y ACCESOS				
FALTA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN INTERSECCIONES	PROBABLE /FATAL	EXTREMO	La falta de señalización o la señalización ilegible, hace que los usuarios (vehículos, ciclistas y peatones) tienden a asumir sus propios derechos de paso, creando conflictos especialmente en cruces complejos o en horarios nocturnos; en este sentido los ciclistas pueden optar por maniobras evasivas aumentando el riesgo de colisión.	Implementar señalización horizontal en las intersecciones para indicar los cruces de vías, instalar señalización vertical que priorice a los ciclistas en intersecciones críticas, instalar semáforos específicos para ciclistas o implementar tiempos diferenciados para peatones y ciclistas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

PARTICULARMENTE LA INTERSECCIÓN ENTRE EL PASO A DESNIVEL DEL INTERCAMBIADOR DE EL LABRADOR Y EL CARRIL BIDIRECCIONAL DE LA CICLOVÍA	CASI SEGURO/FATAL	EXTREMO	La falta de señalización genera incertidumbre en los conductores y ciclistas sobre la prioridad y áreas de cruce, ya que los conductores deben prever movimientos en ambos sentidos de la ciclovía; mientras que, los vehículos saliendo del paso a desnivel suelen tener velocidades más altas, reduciendo su capacidad de reacción.	Analizar el cambio o reforma del trazado de la ciclovía priorizando la seguridad de los ciclistas y evitando puntos de conflicto con los vehículos
FALTA DE DIFERENCIACIÓN ENTRE LA CICLOVÍA Y EL ÁREA PEATONAL, EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. AMAZONAS Y JORGE WASHINGTON	PROBABLE/MENOR	MEDIO	El diseño a nivel de acera invita a un uso compartido del espacio, sin embargo, la falta de señalización horizontal induce a los peatones a invadir la ciclovía de forma involuntaria al no percibir su límite, aumentando el riesgo de conflictos.	Implementar señalización horizontal y vertical que desincentiven la invasión del área ciclista por peatones y elementos reflectantes para mejorar la visibilidad nocturna.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ACCESOS A LA CICLOVÍA ESTÁN COMPARTIDOS CON LOS CRUCES PEATONALES	PROBABLE /MODERADO	ALTO	En accesos no especializados, los ciclistas pueden quedar fuera del campo visual de conductores y peatones, especialmente en condiciones de baja visibilidad.	Separar los accesos a la ciclovía de los cruces peatonales e implementar señalización horizontal y vertical, definiendo de forma clara el área exclusiva para ciclistas.
ACCESOS A LA CICLOVÍA UBICADA AL COSTADO DE LA VÍA NO SE ENCUENTRAN SEPARADOS, SINO QUE COMPARTEN LAS ACERAS PEATONALES PREVIO A SU INGRESO AL BICI-CARRIL	PROBABLE /GRAVE	EXTREMO	Las aceras no están diseñadas para soportar el flujo simultáneo de peatones y ciclistas, lo que puede generar choques o maniobras evasivas peligrosas.	Señalizar las áreas exclusivas para ciclistas en la acera, indicando su trayectoria hacia el bici-carril, implementar señalización vertical que advierta a peatones y conductores sobre el cruce de ciclistas
		ESTACIONAMIENTOS PARADAS		
(PARADAS DE AUTOBÚS Y BLOQUEO DE ESTACIONAMIENTOS)	PROBABLE /MODERADO	ALTO	Ciertos tramos de la ciclovía (carril bidireccional) ubicado a un costado de la calzada coinciden con las paradas de bus del transporte público generando un riesgo al momento de embarque y	Implementar señalización horizontal que regule el cruce de peatones a la parada de buses y señalización vertical que marque la existencia de la ciclovía

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			desembarque, ya que los usuarios del transporte público requieren cruzar la ciclovía para llegar a la parada de buses, creando conflicto con los ciclistas que transitan por la zona; de igual manera al ingreso y salida de los comercios y residencias, por lo que la probabilidad de califica como probable y la gravedad del mismo podría estar en moderado.	
SEÑALIZACIÓN				
FALTA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL QUE MARQUE EL SENTIDO DE CIRCULACIÓN	POSIBLE/MODERADO	MEDIO	La ausencia de direccionalidad señalada puede incitar a algunos ciclistas a circular en sentido contrario al flujo vehicular, aumentando el riesgo de colisión tanto con vehículos como con otros ciclistas, por otro lado, los conductores	Implementar señalización horizontal y vertical que indique claramente el sentido de circulación e incorporar elementos reflectantes para garantizar visibilidad nocturna

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

			pueden no anticipar correctamente la trayectoria de los ciclistas, especialmente si alguno circula en dirección opuesta a la esperada.	
		SEGURIDAD		
(ANCHOS DE CARRIL Y PERCEPCIÓN)	POSIBLE/MENOR	MEDIO	En general el ancho de la ciclovía brinda confort, pero no percepción de seguridad, como ya se ha evidenciado de acuerdo con los límites de velocidad, la tipología de vía urbana y el tráfico promedio registrado, la segregación leve de la ciclovía no es la adecuada y se requiere una separación física dura que aporte seguridad a los usuarios.	Implementar señalización horizontal y vertical especialmente en los cruces viales
		COMPORTAMIENTO		
LA PRESENCIA DE USUARIOS NO AUTORIZADOS EN LA CICLOVÍA,	POSIBLE/MODERADO	ALTO	Los peatones caminando o trotando en la ciclovía crean obstáculos inesperados,	Solicitar a la AMC (Agencia Metropolitana de Control) se asigne áreas seguras y fuera de la ciclovía para las actividades comerciales,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

COMO PEATONES, RUNNERS, COMERCIANTES INFORMALES, ETC	obligando a los ciclistas a realizar maniobras evasivas que aumentan el riesgo de caídas o colisiones, incluso incitando a los ciclistas a invadir la calzada vehicular.	implementar patrullajes regulares para disuadir el uso inadecuado de la ciclovía, realizar campañas para concienciar a peatones y comerciantes sobre la importancia de respetar los espacios designados e instalar señalización que indique el uso exclusivo de la ciclovía para ciclistas.

Nota. Elaboración Propia

5.2. Priorización de las intervenciones

La siguiente Tabla, resume las recomendaciones de intervenciones propuestas que se derivan de cada factor de riesgo evaluado en esta ISV y su temporalidad de implementación.

Tabla. 10

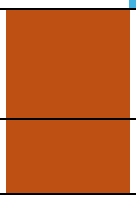
Priorización de intervenciones

		Implementación de recomendaciones				
Factor de riesgo	Calificación del riesgo	Aplicación inmediata (hasta 90 días)	Corto plazo (hasta 6 meses)	Mediano plazo (entre 6 a 12 meses)	Mediano / largo plazo (en 6-12 meses o más)	Largo plazo (12 meses o más)
Particularmente el ingreso al intercambiador del labrador y el inicio del carril bidireccional del bicentenario presenta anchos variables de 1.00 a 0.80 metros (sin segregación física)	Extremo					
Falta de señalización horizontal y vertical en intersecciones	Extremo					

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Particularmente la intersección entre el paso a desnivel del intercambiador de El labrador y el carril bidireccional de la ciclovía	Extremo	
Accesos a la ciclovía ubicada al costado de la vía no se encuentran separados, sino que comparten las aceras peatonales previo a su ingreso al bici-carril	Extremo	
Existencia de bici carriles y aceras en la vía (carril bidireccional al costado de la calzada)	Alto	
(Límite de velocidad compatible con el diseño)	Alto	
Accesos a la ciclovía están compartidos con los cruces peatonales	Alto	
(Paradas de autobús y bloqueo de estacionamientos)	Alto	
La presencia de usuarios no autorizados en la ciclovía, como peatones, runners, comerciantes informales, etc.	Alto	
Existencia de bici carriles y aceras en la vía (carriles unidireccionales al centro de la calzada)	Medio	
Iluminación	Medio	
(ancho crítico para los ciclistas 1.60m - 1.80m, segregación parcial)	Medio	
Disposición de las tapas y rejillas	Medio	

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Falta de diferenciación entre la ciclovía y el área peatonal, en la intersección de la av. Amazonas y Jorge Washington	Medio	
Falta de señalización horizontal que marque el sentido de circulación	Medio	
(Anchos de carril y percepción)	Medio	
(Calidad de la carpeta asfáltica)	Bajo	
(Calidad de la superficie adoquinada)	Bajo	
Limpieza y vegetación	Despreciable	
Drenaje vial	Despreciable	

Fuente. Elaboración propia

5.3. Presupuesto Referencial

Tabla. 11

Presupuesto referencial

Factor de riesgo	Calificación del riesgo		Presupuesto referencial
Particularmente el ingreso al intercambiador del labrador y el inicio del carril bidireccional del bicentenario presenta anchos variables de 1.00 a 0.80 metros (sin segregación física)	Extremo	$	30,000.00
Falta de señalización horizontal y vertical en intersecciones	Extremo	$	2,500.00
Particularmente la intersección entre el paso a desnivel del intercambiador de El labrador y el carril bidireccional de la ciclovía	Extremo	$	6,500.00
Accesos a la ciclovía ubicada al costado de la vía no se encuentran separados, sino que comparten las aceras peatonales previo a su ingreso al bici-carril	Extremo	$	1,000.00

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Existencia de bici carriles y aceras en la vía (carril bidireccional al costado de la calzada)	Alto	$	3,500.00
(límite de velocidad compatible con el diseño)	Alto	$	3,000.00
Accesos a la ciclovía están compartidos con los cruces peatonales	Alto	$	3,493.00
(paradas de autobús y bloqueo de estacionamientos)	Alto	$	7,500.00
La presencia de usuarios no autorizados en la ciclovía, como peatones, runners, comerciantes informales, etc	Alto	$	20,000.00
Existencia de bici carriles y aceras en la vía (carriles unidireccionales al centro de la calzada)	Medio	$	2,500.00
Iluminación	Medio	$	27,000.00
(ancho crítico para los ciclistas 1.60m - 1.80m, segregación parcial)	Medio	$	126,500.00
Disposición de las tapas y rejillas	Medio	$	13,050.00
Falta de diferenciación entre la ciclovía y el área peatonal, en la intersección de la av. Amazonas y Jorge Washington	Medio	$	650.00
Falta de señalización horizontal que marque el sentido de circulación	Medio	$	10,916.80
(anchos de carril y percepción)	Medio	$	12,750.00
(calidad de la carpeta asfáltica)	Bajo	$	249,600.00
(calidad de la superficie adoquinada)	Bajo	$	65,000.00
Limpieza y vegetación	Despreciable	$	5,000.00
Drenaje vial	Desprecibale	$	15,000.00
	Total	$	605,459.80

Fuente. Elaboración propia

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. Conclusiones

6.1. Conclusiones generales

El análisis realizado en la ciclovía de la Av. Amazonas desde la Av. Patria hasta el Parque Bicentenario que conecta el hipercentro de la ciudad, tanto a nivel socio económico como funcional con el centro turístico y comercial del sector La Mariscal, permitió identificar los puntos de mayor vulnerabilidad para ciclistas y peatones donde se determinó falencias del trazo horizontal, señalización horizontal y vertical, así como falta de segregación en determinados tramos.

En este contexto, el equipo auditor identifica los puntos críticos que representan mayores riesgos para los usuarios vulnerables, como ciclistas y peatones, y propone medidas para mitigar dichos riesgos, enfocados en mejorar la señalización, optimizar el trazado vial y promover campañas de concientización vial, con el objetivo de alinear la operación de la ciclovía de la Av. Amazonas con los principios del Plan Mundial y la estrategia Visión Cero del Decenio de la Seguridad Vial.

6.2. Conclusiones específicas

Mediante el trabajo de campo, el equipo auditor determinó que los factores que mayor riesgo representan para los ciclistas son: anchos de los bici-carriles inferiores a los definidos como mínimos y falta de segregación física especialmente entre el ingreso al intercambiador del Labrador y el inicio del carril bidireccional del Bicentenario, falta de señalización horizontal y vertical en las intersecciones, accesos a la ciclovía que coinciden con los cruces peatonales, falta de señalización de cruces peatonales para acceder a la parada de buses ya que los peatones tienen que cruzar la ciclovía y la presencia de usuarios no autorizados en a ciclovía (peatones, runners y comerciantes informales).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La propuesta para mitigar los riesgos presentes en puntos específicos del tramo de ciclovía analizado contempla la implementación de señalización horizontal y vertical especialmente en las intersecciones con las avenidas principales, implementación de semáforos específicos para ciclistas o implementar tiempos diferenciados para peatones y ciclistas, analizar una reforma del trazado de la ciclovía, así como analizar la reforma geométrica que permita alcanzar los anchos mínimos en determinadas secciones críticas.

6.3. Análisis del cumplimiento de los objetivos del proyecto

El desarrollo de esta auditoría vial ha cumplido el 100% de los objetivos planteados, identificando y proponiendo soluciones viables y efectivas orientadas a disminuir los riesgos presentes en la ciclovía de la Av. Amazonas

6.4. Contribuciones

6.4.1. Contribución a nivel personal.

El desarrollo de este trabajo de auditoría vial ha sido fundamental para fortalecer nuestros conocimientos en áreas clave como la seguridad vial a nivel urbano, infraestructura de las ciclovías y movilidad sostenible.

6.4.2. Contribución a nivel académico.

Este proyecto nos ha permitido explorar el método Austroads, 2022 de análisis de riesgos y la propuesta de soluciones prácticas que contribuyan a la mejora de la operación y seguridad de la ciclovía de la Av. Amazonas. Estos aprendizajes no solo enriquecen el marco teórico de la investigación, sino que también aportan una perspectiva técnica que puede ser aplicada en futuros proyectos.

6.4.3. Contribución a la gestión empresarial.

El desarrollo de esta auditoría vial puede servir como insumo para las empresas públicas promoviendo una planificación más segura, así como el análisis de desarrollo de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

reformas geométricas o reformas de trazado vial de los puntos que mayor riesgo representan para los usuarios de la ciclovía de la Av. Amazonas

6.4.4. Limitaciones del proyecto.

Si bien el desarrollo de este trabajo de auditoría vial está alineado con la misión de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP, la puesta en práctica de nuestras recomendaciones puede enfrentar resistencia por parte de las autoridades competentes debido al costo, falta de comprensión o desinterés.

6.5. Recomendaciones

Se recomienda la implementar señalización horizontal y vertical en los accesos al bici-carril central desde las aceras o ciclo-rutas alternas, evitando que compartan espacio con peatones o a su vez el diseño de accesos exclusivos para ciclistas.

Se recomienda realizar un análisis enfocado reformar la geométrica del tramo de la ciclovía ubicado en el ingreso al intercambiador del Labrador y el inicio del carril bidireccional del Bicentenario, a fin de cumplir los anchos definidos como mínimos mejorando la posibilidad de maniobras o circulación en paralelo

Implementar barreras físicas (bolardos) en tramos con TDA elevados e implementar señalización horizontal orientada a regular los límites de velocidad y derecho de paso.

Implementar señalización horizontal, señalización vertical y semáforos específicos para ciclistas o implementar tiempos diferenciados para peatones y ciclistas, especialmente en áreas con alta confluencia de vehículos y ciclistas.

Implementar señalización horizontal y vertical que indiquen el uso exclusivo de la ciclovía, así como el sentido de circulación orientando a los usuarios el correcto uso de los espacios públicos.

Realizar programas de concientización para ciclistas, peatones y conductores sobre el uso correcto de la ciclovía y la importancia de respetar las normas de tránsito.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

REFERENCIAS

Agencia Metropolitana de Tránsito. (2020). *Anuario de siniestralidad vial de Quito*.

Agencia Metropolitana de Tránsito. (2021). *Anuario de siniestralidad vial de Quito*.

Agencia Metropolitana de Tránsito. (2022). *Anuario de siniestralidad vial de Quito*.

Austroads. (2022). *Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit*. www.austroads.com.au Carl y Mayor y Asociados. (2024). Plan Maestro de Movilidad Sostenible 2023-2042. In *Municipio del Distrito Metropolitano de Quito*. https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/PLAN-MAESTRO-DE-MOVILIDAD.pdf

Dourthé Castrillón, A., & Salamanca Candia, J. (2003). Guía para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial. In *CONASET*. www.conaset.cl

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Anuario de Estadísticas de Transporte, 2023*.

Machado Jonathan. (2024, January 8). *Estas son las 10 vías de Quito con mayor carga vehicular y tráfico*. Https://Www.Primicias.Ec/Noticias/Quito/Vias-Trafico-Pico-Placa-Metro-Pabel-Munoz/.

Mauricio Pineda, Edgar Zamora, Dalve Alves, & Marisela Ponce de León. (2018). Guía técnica para la aplicación de auditorías de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe. In *Banco Interamericano de Desarrollo*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2022). *Manual de ciclo - infraestructura y micromovilidad para Ecuador*.

Pineda Mauricio, Zamora Edgar, Alves Dalve, & Ponce de León Marisela. (2018). *Guía técnica para la aplicación de inspecciones de seguridad vial en-} los países de América Latina y el Caribe*.

Ríos Alberto, & Taddia Alejandro. (2015). *Ciclo inlcusión en América Latina y el caribe*. www.iadb.org

Subsecretaría de infraestructura del transporte. (2013). *Volumen N°2 - Libro A - Norma para Estudios y Diseños Viales*.

SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD. (2013). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-6*.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

https://www.quitoinforma.gob.ec/2021/02/23/se-incrementa-el-uso-de-la-ciclovia-en-quito/

(dic/2024)

https://www.primicias.ec/noticias/quito/vias-trafico-pico-placa-metro-pabel-munoz/ (Dic

2024),

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.