



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL BASADA
EN LA MOVILIDAD DEL CORREDOR CAMINO A
PATAMARCA, DE LA PARROQUIA HERMANO MIGUEL,
CANTÓN CUENCA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

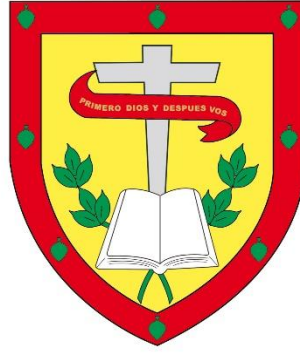
AUTOR: MARÍA ALINA ROMERO ALVARADO

DIRECTOR: ING. FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIÁ
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL BASADA EN LA
MOVILIDAD DEL CORREDOR CAMINO A PATAMARCA, DE LA
PARROQUIA HERMANO MIGUEL, CANTÓN CUENCA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR: MARÍA ALINA ROMERO ALVARADO

DIRECTOR: ING. FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA

CUENCA – ECUADOR

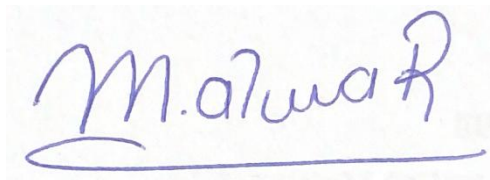
2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

María Alina Romero Alvarado portador de la cédula de ciudadanía N° 0707254223. Declaro ser el autor de la obra: “EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL BASADA EN LA MOVILIDAD DEL CORREDOR CAMINO A PATAMARCA, DE LA PARROQUIA HERMANO MIGUEL, CANTÓN CUENCA”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de octubre de 2025



F:.....

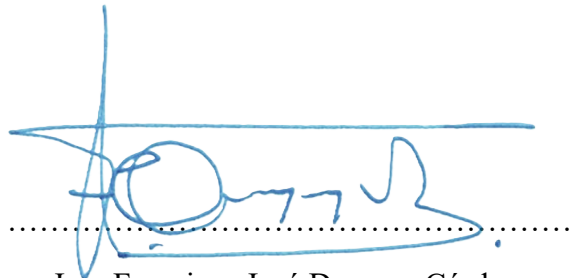
María Alina Romero Alvarado

0707254223

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo Ing. Francisco José Darquea Córdova con CI: 0103784179 en calidad de director de tesis certifico que el trabajo “EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL BASADA EN LA MOVILIDAD DEL CORREDOR CAMINO A PATAMARCA, DE LA PARROQUIA HERMANO MIGUEL, CANTÓN CUENCA”, fue realizado por la estudiante María Alina Romero Alvarado, egresada de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN, bajo mi supervisión y tutoría.

Cuenca, 15 de octubre de 2025



Ing. Francisco José Darquea Córdova

0103784179

DIRECTOR

DEDICATORIA

Este logro, que representa el cierre de una de las etapas más desafiantes de mi vida, lo dedico primero que todo a mi familia. A mi madre **Yennifer Eliana Alvarado Capa**, pilar fundamental de mi vida. Por su sacrificio, su amor incondicional y su fe inquebrantable en mí, incluso en los momentos de mayor duda.

A la vida, por darme la oportunidad de aprender y crecer. A mis maestros, por encender la chispa del conocimiento. Este trabajo es un tributo a todos los hilos invisibles que tejen nuestra existencia y nos ayudan a alcanzar nuestras metas.

También, deseo expresar mi más profunda y sincera gratitud a mi director de tesis, el **Ing. Francisco José Darquea Córdova** y docentes de la carrera de ingeniería civil. Su guía experta, su invaluable paciencia y sus críticas constructivas fueron el faro que iluminó cada etapa de este largo camino.

A toda mi **familia y amigos**, gracias por estar presentes en este camino, con una palabra de aliento en los momentos más complejos. A cada uno de ustedes les dedico este logro que abrirá un largo camino hacia sueños, metas y éxito.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más sincero a la Universidad Católica de Cuenca y a la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, especialmente al departamento de la **carrera de Ingeniería Civil**. Por haberme dado la oportunidad de llevar a cabo mis estudios, agradezco a todos los docentes que fueron parte de mi formación académica, cada uno de ustedes me enseñaron a ser responsable al momento de realizar mi trabajo. Gracias por haber compartido su conocimiento y siempre motivarnos a ser mejores y superarnos. Siempre serán un ejemplo e inspiración en la vida profesional y personal.

RESUMEN

Esta investigación analizó la infraestructura vial del corredor Camino a Patamarca, situado en la parroquia Hermano Miguel (Cuenca), utilizando encuestas origen-destino, modelación SIG y un análisis técnico normativo. Se detectaron fallas importantes en términos de seguridad, acceso y el estado del pavimento, con un 41.82% de los encuestados indicando que se sienten inseguros al transitar. Los patrones de movilidad revelaron que el transporte público es predominante 60.58%, evidenciando variaciones significativas según género y edad.

La modelación geoespacial estática permitió localizar 13 puntos críticos, relacionados con la falta de señalización y conflictos entre diferentes modos de transporte. La propuesta de rediseño incluye la rehabilitación de la calzada, la construcción de aceras accesibles, la señalización siguiendo las pautas del Manual de Obras Públicas y la implementación de tecnología para mejorar la seguridad de los peatones. Se concluye que las intervenciones sugeridas mejorarán de manera notable la seguridad y la eficacia del corredor, cumpliendo con la LOTTTSV y favoreciendo una movilidad urbana sostenible.

Palabras clave: infraestructura vial, movilidad urbana, seguridad, acceso, encuestas origen-destino, modelación SIG

ABSTRACT

This study analyzed the road infrastructure of the *Camino a Patamarca corridor*, located in the Hermano Miguel parish (Cuenca), using origin-destination surveys, GIS modeling, and a technical regulatory analysis. Significant deficiencies were detected in terms of safety, accessibility, and pavement condition, with 41.82% of respondents indicating feeling unsafe while traveling. Mobility patterns revealed that public transportation is predominant (60.58%), showing significant variations by gender and age.

The static geospatial modeling allowed for the identification of 13 critical points related to inadequate signage and conflicts between different modes of transportation. The redesign proposal includes roadway rehabilitation, construction of accessible sidewalks, signage following the Public Works Manual guidelines, and implementation of technology to enhance pedestrian safety. It is concluded that the proposed interventions will significantly improve the safety and efficiency of the corridor, complying with the Organic Law on Traffic, Land Transportation, and Road Safety (LOTTTSV, by its Spanish acronym) and promoting sustainable urban mobility.

Keywords: road infrastructure, urban mobility, safety, access, origin-destination surveys, GIS modeling

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES	13
1.1 INTRODUCCIÓN	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.5 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	17
1.6 OBJETIVOS.....	19
1.6.1 <i>Objetivo general</i>	19
1.6.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
2. CAPÍTULO II. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	21
2.1 MOVILIDAD.....	21
2.2 MOVILIDAD SUSTENTABLE	22
2.3 MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE	23
2.4 PATRONES DE MOVILIDAD	24
2.5 SEGURIDAD VIAL.....	25
2.6 ENCUESTAS ORIGEN Y DESTINO	28
2.7 MODELACIÓN DEL SISTEMA DE MOVILIDAD	31
2.8 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) APLICADOS A LA MOVILIDAD.....	32
2.9 MODELACIÓN DE TRÁFICO Y SOFTWARE ESPECIALIZADO	33
2.10 INFRAESTRUCTURA VIAL Y PLANIFICACIÓN URBANA	34
2.11 OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL	36
2.12 MARCO LEGAL Y NORMATIVO	37
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	39
3.1 ENFOQUE DE EOD EN ZONAS ESPECÍFICAS DE LA PARROQUIA.....	39
3.1.1 <i>Cálculo del tamaño de muestra</i>	39
3.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS	41
3.2.1 <i>Recolección de datos mediante EOD</i>	41
3.2.2 <i>Procesamiento y análisis de datos</i>	42
3.2.3 <i>Modelación del sistema de movilidad</i>	43
3.2.4 <i>Evaluación y propuesta de mejora en la infraestructura vial</i>	44
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS	46
4.1 CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN ENCUESTADA	46
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS EOD SEGÚN LOS PATRONES DE MOVILIDAD.....	47
4.2.1 <i>Género</i>	47
4.2.2 <i>Edad</i>	50
4.2.3 <i>Condición socioeconómica</i>	52
4.2.4 <i>Matriz origen – destino</i>	53
4.2.5 <i>Motivos de viaje</i>	55
4.2.6 <i>Seguridad</i>	56
4.2.7 <i>Transporte</i>	57
4.2.8 <i>Infraestructura vial</i>	64
4.2.9 <i>Propuestas a mejorar</i>	67
4.3 MODELACIÓN DE LA RED VIAL ACTUAL.....	69

4.3.1	<i>Evaluación técnica de la infraestructura vial existente</i>	69
4.3.2	<i>Identificación de nodos críticos y brechas de infraestructura</i>	75
4.3.3	<i>Resultados de la modelación base</i>	78
4.4	PROPUESTA DE REDISEÑO	83
4.4.1	<i>Principios de diseño</i>	83
4.4.2	<i>Componentes principales para mejorar la Infraestructura</i>	83
4.4.3	<i>Componentes tecnológicos de seguridad</i>	84
4.4.4	<i>Modelación con mejoras</i>	85
4.5	ANÁLISIS COMPARATIVO	89
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
7.	ANEXOS	99

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Ubicación de la parroquia Hermano Miguel dentro del casco urbano del cantón Cuenca.</i>	18
Figura 2 <i>Mapa de la zona de estudio específica dentro de la parroquia Hermano Miguel, Calle Camino a Patamarca.</i>	19
Figura 3 <i>Distribución por género.</i>	48
Figura 4 <i>Género y tipo de transporte.</i>	49
Figura 5 <i>Género y tipo de transporte (Distribución porcentual).</i>	50
Figura 6 <i>Distribución por edad.</i>	51
Figura 7 <i>Distribución combinada: Género, Edad y Transporte.</i>	52
Figura 8 <i>Distribución de nivel socioeconómico.</i>	53
Figura 9 <i>Matriz origen-destino.</i>	54
Figura 10 <i>Motivos de viaje.</i>	55
Figura 11 <i>Percepción de seguridad.</i>	57
Figura 12 <i>Medios de transporte.</i>	58
Figura 13 <i>Tiempo promedio de viaje por medio de transporte.</i>	59
Figura 14 <i>Relación- Medio de transporte vs Seguridad.</i>	60
Figura 15 <i>Frecuencia de uso de transporte público.</i>	61
Figura 16 <i>Líneas de bus más utilizadas.</i>	62
Figura 17 <i>Líneas de bus por motivo de viaje.</i>	63
Figura 18 <i>Tiempo de viaje por línea de bus.</i>	64
Figura 19 <i>Calificación por aspecto de infraestructura.</i>	65
Figura 20 <i>Porcentaje de aprobación por aspecto.</i>	66
Figura 21 <i>Principales sugerencias de mejora.</i>	68
Figura 22 <i>Comentarios adicionales.</i>	69
Figura 23 <i>Calzada con deterioro superficial moderado.</i>	70
Figura 24 <i>Calzada con deterioro superficial severo.</i>	70
Figura 25 <i>Insuficiencias: Falta de aceras e incumplimiento de anchos mínimos.</i>	71
Figura 26 <i>Deterioro en las aceras.</i>	72
Figura 27 <i>Escasez de señalización.</i>	73
Figura 28 <i>Pasos cebras en mal estado.</i>	73
Figura 29 <i>Presencia de fundas de basura en las aceras.</i>	74
Figura 30 <i>Paradas de autobús sin refugio y sin información actualizada.</i>	75
Figura 31 <i>Mapa de identificación de puntos críticos.</i>	76
Figura 32 <i>Mapa de Aspectos a mejorar en la infraestructura vial.</i>	79
Figura 33 <i>Mapa de identificación de paradas de bus, aceras y resalto.</i>	80
Figura 34 <i>Mapa de identificación de semáforos y pasos cebras.</i>	81
Figura 35 <i>Mapa de identificación de señalética.</i>	82
Figura 36 <i>Mapa de mejoras: Recapeo de calzada y reconstrucción de aceras.</i>	86
Figura 37 <i>Mapa de mejoras: Implementación y adecuación de la infraestructura para mejorar la seguridad.</i>	87
Figura 38 <i>Mapa de mejoras: Implementación de señalética.</i>	88
Figura 39 <i>Código en RStudio.</i>	99
Figura 40 <i>Código en RStudio.</i>	99
Figura 41 <i>Código en RStudio.</i>	100
Figura 42 <i>Código en RStudio.</i>	100
Figura 43 <i>Código en RStudio.</i>	101

Figura 44 Código en RStudio.....	101
Figura 45 Código en RStudio.....	102
Figura 46 Código en RStudio.....	102
Figura 47 Código en RStudio.....	103
Figura 48 Código en RStudio.....	103
Figura 49 Código en RStudio.....	104
Figura 50 Código en RStudio.....	104
Figura 51 Código en RStudio.....	105
Figura 52 Código en RStudio.....	105
Figura 53 Código en RStudio.....	106
Figura 54 Código en RStudio.....	106
Figura 55 Código en RStudio.....	107
Figura 56 Código en RStudio.....	107
Figura 57 Código en RStudio.....	108
Figura 58 Código en RStudio.....	108
Figura 59 Código en RStudio.....	109
Figura 60 Código en RStudio.....	109
Figura 61 Código en RStudio.....	110
Figura 62 Código en RStudio.....	110
Figura 63 Código en RStudio.....	111
Figura 64 Código en RStudio.....	111
Figura 65 Trabajo de campo-encuestas.....	112
Figura 66 Trabajo de campo-encuestas.....	112
Figura 67 Trabajo de campo-encuestas.....	113
Figura 68 Trabajo de campo-encuestas.....	113
Figura 69 Trabajo de campo-encuestas.....	114
Figura 70 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	114
Figura 71 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	115
Figura 72 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	115
Figura 73 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	116
Figura 74 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	116
Figura 75 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	117
Figura 76 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	117
Figura 77 Trabajo de campo-levantamiento visual.....	118

1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

La movilidad en las ciudades es un aspecto clave para lograr un desarrollo sostenible, ya que afecta de forma directa la calidad de vida de los habitantes, la eficacia económica y la inclusión social (Litman, 2020). En la parroquia Hermano Miguel, ubicada en el cantón Cuenca, se presentan retos importantes relacionados con la infraestructura de carreteras y la organización del transporte, que restringen el acceso y la seguridad de los usuarios. La ausencia de estudios técnicos completos que aborden factores sociodemográficos y patrones de desplazamiento reales ha complicado la aplicación de soluciones justas y eficaces (González & Czytajlo, 2022). Esta investigación se centra en el corredor Camino a Patamarca, una vía crucial para la conectividad en la zona, con el objetivo de evaluar su situación actual y sugerir mejoras fundamentadas en datos técnicos y normativas.

El análisis utilizó un enfoque metodológico que integró encuestas de origen-destino (EOD) para caracterizar los hábitos de movilidad de la población, tomando en cuenta aspectos como género, edad y situación socioeconómica, junto con herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) software ArcGIS, el mismo que permite realizar modelación de carreteras. Los datos indicaron que el 41.82% de los usuarios se sienten inseguros al desplazarse por el corredor, además de señalar 13 puntos críticos con deficiencias en la infraestructura para peatones y vehículos. Estos resultados evidencian la urgente necesidad de acciones que prioricen la seguridad vial, la accesibilidad para todos y la eficiencia operativa, en conformidad con la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) y el Manual de Obras Públicas del Ecuador (MOP, 2003).

Por lo tanto, esta investigación no solo identifica las problemáticas presentes en el corredor Camino a Patamarca, sino que también plantea recomendaciones en la infraestructura vial fundamentadas en principios de ingeniería civil, sostenibilidad y

seguridad. Las mejoras propuestas abarcan desde la rehabilitación de calles y aceras hasta la incorporación de tecnología para mejorar la seguridad de peatones y vehículos. De esta manera, se avanza hacia un sistema de movilidad urbana más seguro, justo y resiliente, alineado con los objetivos de desarrollo sostenible y la planificación territorial del cantón Cuenca.

1.2 Formulación del problema

La movilidad urbana establece un elemento estructural en la dinámica de las ciudades, ya que garantiza el acceso equitativo a bienes y servicios, y de igual manera facilita la integración social y económica de la población. Se puede decir que las condiciones de accesibilidad, conectividad y eficiencia de la infraestructura vial son esenciales en la calidad de vida urbana.

En la parroquia Hermano Miguel de cantón Cuenca, se identifican múltiples desafíos asociados a la red de movilidad urbana. Entre estos se puede destacar la falta de infraestructura vial adaptada a distintos modos de transporte, una distribución desigual del espacio vial y escasa información empírica que permita comprender los patrones de desplazamiento real de los moradores.

Esta situación se ve agravada por la falta de estudios técnicos que integren variables sociodemográficas y permitan caracterizar las dinámicas de movilidad de forma integral. Por esto la falta de información detallada sobre la movilidad urbana en esta parroquia impide mejorar la planificación teniendo evidencia, lo que reduce la eficacia de las intervenciones en cuanto a infraestructura vial. Generando un escenario de desigualdad en el acceso a la ciudad y limita la posibilidad de implementar soluciones de transporte equitativas, sostenibles y adaptadas a las necesidades de la población.

1.3 Delimitación del problema

Para poder abordar el problema se realizará un análisis técnico y social del sistema de movilidad urbana en la parroquia Hermano Miguel, a partir del levantamiento y procesamiento de datos mediante encuestas origen-destino (EOD). Esta encuesta se estructura en tres secciones: la primera, enfocada en aspectos socio-demográficos; la segunda, destinada a capturar patrones de origen-destino; y la tercera, orientada a evaluar la calidad de la movilidad y la infraestructura pública desde una perspectiva de accesibilidad y eficiencia. Este enfoque permitirá caracterizar los desplazamientos de la población, considerando diferencia de género, edad, situación socioeconómica y condición de movilidad.

Por otro lado, se realizará un análisis utilizando herramientas de sistemas de información geográficas (SIG) como ArcGIS, el mismo que facilitará la evaluación del comportamiento de la red vial actual en términos de eficiencia y accesibilidad. A partir de esta modelación, se identificarán los puntos críticos de la infraestructura vial y las brechas entre la demanda real de movilidad y la oferta existente.

Para poder cumplir con las tres secciones que tiene la encuesta se tendrá presente la “Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial” (LOTTTSV), la cual es una legislación que regula y establece las normas relacionadas con el transporte terrestre, el tránsito vehicular y la seguridad vial de un país. De esta ley se contemplará el Artículo 47, Artículo 54, y el Artículo 55. Por otro lado, en Ecuador el ente regulador es “La Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial” (ANRCTTTSV), o también conocida como “Agencia Nacional de Tránsito” (ANT). Se considerará cada uno de los artículos que respalden la movilidad ciudadana, enfocado en la equidad, seguridad y accesibilidad., considerándose relevantes el Artículo 1, Artículo 2, Artículo 3, Artículo 11, y Artículo 13. También se tomará en cuenta normativa local como el

“Plan de movilidad urbana sustentable” (PMUS), el “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial” (PDOT) cantonal.

Por otro lado, el “Manual de Obras Públicas del Ecuador” (MOP, 2003), es un documento técnico normativo el cual contiene especificaciones, lineamientos y criterios para el diseño, construcción y mantenimiento de obras de infraestructura vial y obras civiles. Este manual nos brindará información sobre la clasificación de vías, diseño geométrico de carreteras, estructura de pavimento, señalización, seguridad vial, construcción y mantenimiento de las vías. En conjunto con la “Guía técnica para la aplicación de auditorías de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe” y el “Manual de seguridad vial urbana del Ecuador”, los cuales nos brindan información técnica y específica sobre cuáles son las especificaciones para un correcto diseño de infraestructura vial. Estos documentos ayudarán a tener un enfoque correcto y normativo desde la ingeniería civil y así se podrá realizar sugerencias en cuanto a infraestructura vial, orientados al análisis funcional y estructural del sistema.

1.4 Justificación del problema

El sistema de transporte, en sus distintas etapas de diseño, planificación, construcción y operación, ha sido históricamente concebido y desarrollado desde una perspectiva aparentemente imparcial, sin considerar las diferencias inherentes a los patrones de movilidad entre los distintos grupos de usuarios, particularmente en función del género (Pérez, 2019). Esta falta de consideración ha dado lugar a una infraestructura de transporte que no responde de manera equitativa a las necesidades y expectativas de mujeres, hombres y otros grupos con características diferenciadas. La movilidad, como un derecho fundamental, debe ser adaptada a las diversas realidades sociales, por esta razón se debería implementar reformas o nuevas políticas públicas orientadas a una movilidad sostenible y equitativa. Esto es un paso crucial hacia la mejora de la calidad de vida urbana (Col-lectiu Punt, y otros, 2021).

Sin embargo, para avanzar hacia una movilidad sostenible y equitativa, no basta con la toma de conciencia sobre estas desigualdades, sino que es fundamental implementar un enfoque basado en la evidencia. Esto implica la tecnificación de los procesos de recolección y análisis de datos, el cual debe ser exhaustivo y detallado, para comprender con precisión las dinámicas de movilidad en función de diversos factores sociales y económicos. Este análisis debe incluir la evaluación continua del sistema de transporte, la recopilación de información sobre los patrones de comportamiento de los usuarios, y la identificación de áreas problemáticas que afecten a la población (González & Czytajlo, 2022).

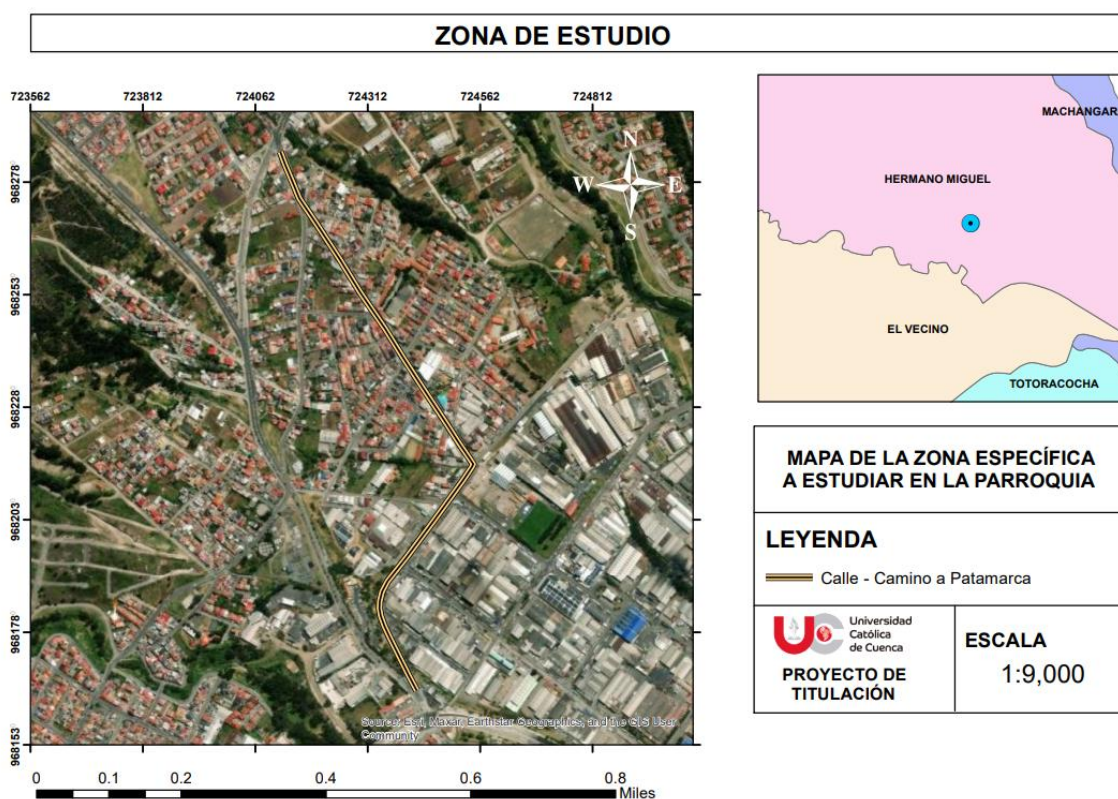
Esta investigación responde a la necesidad de comprender y optimizar el sistema de movilidad urbana en la parroquia Hermano Miguel del cantón Cuenca. Debido a que esta cumple funciones residenciales, comerciales y educativas, por esto se debe analizar desde una perspectiva integral e interseccional. La planificación de la infraestructura vial existente presenta escasa evidencia técnica sobre patrones reales de desplazamiento y sin una adecuada incorporación de criterios sociales como el género, la edad o las condiciones de movilidad, lo cual ha generado deficiencias estructurales en el sistema de transporte. Se puede decir que la ausencia de información detallada y actualizada sobre la movilidad crea una barrera crítica para la toma de decisiones en cuanto a la infraestructura. Por otro lado, las herramientas de análisis convencional no permiten identificar las brechas existentes en la red vial y como estas afectan a los diversos grupos de habitantes. Por esto, se requiere levantar información y obtener datos para poder realizar una modelación óptima que ayude a tener una movilidad equitativa y sostenible.

1.5 Delimitación de la zona de estudio

El cantón Cuenca está ubicado en la provincia del Azuay, éste abarca 21 parroquias rurales y 15 parroquias urbanas. La presente investigación se desarrollará específicamente en la parroquia urbana Hermano Miguel la cual tiene una superficie de 645 hectáreas, ubicada en

Figura 2

Mapa de la zona de estudio específica dentro de la parroquia Hermano Miguel, Calle Camino a Patamarca.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general.

Evaluar la infraestructura vial del corredor de la calle camino a Patamarca, de la parroquia Hermano Miguel del cantón Cuenca, mediante encuestas origen-destino, con el fin de proponer mejoras en la infraestructura vial y transporte urbano desde la ingeniería civil.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Revisar información bibliográfica, técnica y normativa que brinde información sobre movilidad, seguridad e infraestructura vial, para tener un respaldo teórico, el cual guíe la investigación y permita verificar los resultados obtenidos.
- Caracterizar los patrones de movilidad mediante encuestas origen-destino (EOD), teniendo en cuenta el género, edad, nivel socioeconómico, condiciones de movilidad y

parámetros de seguridad vial para identificar brechas y desigualdades en el acceso a la infraestructura vial y transporte.

- Modelar la red de movilidad utilizando herramientas SIG como ArcGIS, para realizar un análisis comparativo de la infraestructura actual y la infraestructura propuesta.
- Evaluar y proponer intervenciones de ingeniería civil orientadas a optimizar la infraestructura vial y mejorar la accesibilidad para todos los usuarios en el sistema de transporte urbano.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1 Movilidad

La movilidad urbana es un elemento clave en el desarrollo de las ciudades, ya que influye directamente en la calidad de vida de los ciudadanos y en la eficiencia de las actividades económicas. Según (Litman, 2020), la movilidad se refiere a la capacidad de los individuos para desplazarse de un punto a otro de manera segura, eficiente y sostenible. En este sentido, el diseño y planificación de la infraestructura vial juegan un papel fundamental en garantizar un sistema de transporte accesible y funcional.

Otros autores como (Rodríguez, 2024) y (Ortúzar & Willumsen, 2011), definen la movilidad urbana como el resultado de la interacción entre el sistema de transporte, el uso de suelo y el comportamiento de las personas. La movilidad no solo se trata de vehículos y vías, sino también de decisiones individuales como la localización residencial, la oferta de transporte público, la infraestructura vial, la seguridad vial, entre otros.

En América Latina las investigaciones de (Jirón & Mansilla, 2013) y (Hidalgo & Huizenga, 2013) han demostrado que la deficiencia en la infraestructura vial urbana tiende a afectar de distintas formas a los grupos sociales, personas con discapacidad, adultos mayores y personas de bajos ingresos.

En el ámbito de Ecuador, la movilidad en las ciudades se relaciona con herramientas de planificación tales como el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Cuenca, el cual da prioridad a rutas viales que sean inclusivas y accesibles (Municipio de Cuenca, 2020). Investigaciones locales, como la de (Arévalo & Darquea, 2025), muestran que, en parroquias como Hermano Miguel, la movilidad está influenciada por aspectos topográficos y socioeconómicos, lo que demanda intervenciones técnicas que se alineen con normativas nacionales, como la Ley Orgánica de Transporte Terrestre (LOTTTSV) y las Normas de Diseño Geométrico de carreteras del MOP (2003). Esta conexión entre la teoría general y la

aplicación a nivel local subraya la importancia de tratar la movilidad con un enfoque que tenga múltiples dimensiones, en el que la ingeniería civil debe alinearse con las dinámicas sociales específicas del área.

2.2 Movilidad sustentable

La movilidad sustentable es un concepto clave en la planificación y diseño de infraestructuras urbanas, ya que busca equilibrar el desarrollo económico, la accesibilidad y la reducción del impacto ambiental del transporte (Banister, y otros, 2020). En el contexto de la ingeniería civil, esto implica la implementación de soluciones que fomenten el uso de medios de transporte eficientes, la reducción de emisiones contaminantes y la optimización del espacio urbano para favorecer la accesibilidad.

En América Latina, el transporte sostenible enfrenta retos específicos provocados por la rápida urbanización y la desigualdad social. De acuerdo con (Hidalgo & Huizenga, 2013), ciudades como Cuenca necesitan enfoques que combinen un transporte público eficaz con infraestructura para peatones y ciclistas, tal y como se indica en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Cuenca. En zonas urbanas como la parroquia Hermano Miguel, la carencia de conectividad entre diferentes modos de transporte intensifica las desigualdades, lo que resalta la necesidad de soluciones fundamentadas en datos reales.

Desde la disciplina de la ingeniería civil, la sostenibilidad en el ámbito de las vías se regula mediante documentos como el Manual de Obras Públicas del Ecuador (MOP, 2003) y las Normas NEVI del (MTOPE, 2012), las cuales fijan parámetros para diseños geométricos que generen menores emisiones de carbono. Estudios realizados por (Arévalo & Darquea, 2025), examinan de qué manera se pueden ajustar estas normativas a corredores urbanos, incluyendo el uso de materiales reciclados y métodos de drenaje sostenibles para disminuir el impacto en el medio ambiente.

En localidades como la parroquia urbana Hermano Miguel, la movilidad sostenible enfrenta desafíos particulares: terreno irregular, desigualdad en el acceso al transporte y carencia de infraestructura que combine diferentes modos de transporte. Investigaciones como la realizada (Arévalo & Darquea, 2025), subrayan que las mujeres y los ancianos son los más perjudicados por estas deficiencias. Para solucionar este problema, el Manual de Obras Públicas del Ecuador sugiere normas de diseño vial que consideren aspectos sociales y ambientales, como rampas accesibles y materiales que generen bajo impacto. Estas recomendaciones son fundamentales para los proyectos en rutas como Camino a Patamarca, donde es crucial incorporar la sostenibilidad desde la etapa de planificación.

2.3 Movilidad urbana sostenible

La movilidad urbana sostenible se define como la capacidad de los sistemas de transporte para garantizar el desplazamiento eficiente de personas y bienes, minimizando impactos ambientales, sociales y económicos. Este concepto incluye la promoción de medios de transporte no motorizados, la reducción de emisiones contaminantes y el acceso equitativo a la infraestructura vial. Según la (Comision Europea, 2013), una movilidad urbana sostenible debe ser accesible para todos, segura, eficiente en términos de recursos y ambientalmente responsable.

Desde la ingeniería civil, esto implica planificar redes viales que respondan a la demanda real, integrando criterios técnicos con elementos de inclusión social y equidad territorial.

En la región de América Latina, la movilidad sostenible se encuentra con desafíos como la acelerada urbanización y la falta de igualdad en el acceso a medios de transporte. De acuerdo con (Col-lectiu Punt, y otros, 2021), ciudades intermedias como Cuenca necesitan estrategias que unan infraestructura vial resistente con equidad social. Un caso representativo es el Plan de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, el cual ha disminuido las

emisiones gracias a corredores dedicados a autobuses eléctricos, un modelo que puede ser implementado en la parroquia Hermano Miguel, teniendo en cuenta su aumento de población (PDOT Cuenca, 2022).

La sostenibilidad en el transporte urbano necesita considerar tanto aspectos sociales como ambientales. En Ecuador, la LOTTTSV (Artículo 11) y el Plan Nacional de Transporte Terrestre (2021) indican que los proyectos de infraestructura vial deben incluir: (1) accesibilidad para todos (con rampas y señalización táctil), (2) protección para grupos en riesgo (como mujeres y personas mayores), y (3) justicia en la utilización del espacio público. Un ejemplo relevante para la parroquia Hermano Miguel es la creación de pasos peatonales con luces LED y semáforos con tiempos prolongados cerca de instituciones educativas y centros de salud, como se señala en los estudios de (Collectiu Punt, y otros, 2021) sobre la movilidad en ciudades de tamaño mediano. Estas iniciativas, que están en línea con el Manual de Seguridad Vial Urbana (MOP, 2003), logran disminuir los accidentes en un 30% de acuerdo con las estadísticas del Municipio de Cuenca.

2.4 Patrones de movilidad

Los patrones de movilidad urbana se refieren a las tendencias y comportamientos que presentan las personas al desplazarse dentro de las ciudades. Estos patrones son fundamentales en la ingeniería civil, ya que su comprensión permite diseñar infraestructuras y sistemas de transporte más eficientes y adaptados a las necesidades de la población (González, 2007). Estos patrones abarcan elementos como los horarios de actividades (sobre todo en momentos de mayor tráfico), los tipos de transporte más usados, la regularidad y el objetivo de los desplazamientos, además de las distancias cubiertas. En el caso particular de la parroquia Hermano Miguel, investigaciones recientes del (PDOT, 2022) muestran características relevantes, señalando que cerca del 68% de los viajes son menores a 3 km,

aunque hay una gran dependencia del transporte no oficial por la falta de integración de opciones de transporte en la parroquia.

La disposición de estos patrones en ciudades intermedias como Cuenca está influenciada por varios factores que están conectados entre sí. En primer lugar, las particularidades físicas del área, especialmente la topografía irregular de la parroquia Hermano Miguel, impactan notablemente las rutas que se pueden usar, sobre todo en áreas como el corredor Camino a Patamarca. En segundo lugar, las condiciones socioeconómicas son determinantes, como señala el análisis de (Arévalo & Darquea, 2025), reveló que el 42% de las mujeres en la parroquia realiza trayectos encadenados (combinando trabajo, cuidado de la familia y compras), mientras que los ancianos dependen en gran medida del transporte público debido a la escasa accesibilidad peatonal. Estos aspectos se ven complicados por una oferta de transporte público que no cubre de manera uniforme la región.

Para realizar el análisis técnico de estos patrones, la ingeniería civil actual utiliza diferentes metodologías que se complementan entre sí. Las Encuestas de Origen y Destino (EOD), como las que se llevaron a cabo en el (Municipio de Cuenca, 2020), permiten recolectar información desglosada por género y edad. Por otro lado, tecnologías de rastreo por GPS han sido empleadas en proyectos recientes de (Arévalo & Darquea, 2025), para estudiar los movimientos de ciclistas. En términos de planificación, la elaboración de Matrices OD a través de programas como PTV Visum ha demostrado ser valiosa para corredores parecidos al que se está analizando, tal como se observó en el estudio del área de Machángara.

2.5 Seguridad vial

La seguridad vial es un tema importante en todo el mundo, debido a que afecta a millones de personas cada día. La conectividad global y el aumento del tráfico de automóviles han hecho de la seguridad vial un tema crítico que requiere atención y

acción inmediata. Uno de los principales desafíos es la alta frecuencia de accidentes de tránsito en todo el mundo. Estos accidentes no sólo causan víctimas humanas, sino que también provocan lesiones graves y daños materiales importantes. Además, tienen un impacto negativo en la economía, generando costos médicos, pérdida de productividad y daños a la infraestructura vial. Para resolver este problema, muchos países han tomado medidas para mejorar la seguridad del tráfico. Estas incluyen campañas de concientización, aplicación de leyes más estrictas, mejora de la infraestructura vial y promoción de tecnologías de fabricación de vehículos (Mendoza, Quintero, & Mayoral, 2003).

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, la seguridad vial sigue siendo un desafío global. Por eso es importante la educación vial, ya que esta juega un papel vital en la reducción de accidentes. Una mayor conciencia sobre las normas de tránsito y el comportamiento de seguridad vial puede cambiar la mentalidad de conductores y peatones y ayudar a reducir los accidentes de tránsito. Además, promover el uso de cascos de seguridad, cinturones de seguridad y otros dispositivos de seguridad puede prevenir eficazmente lesiones graves. La tecnología también se ha convertido en una poderosa herramienta para mejorar la seguridad vial. La posible llegada de sistemas avanzados de asistencia al conductor, sensores de colisión y vehículos autónomos presagia un futuro más seguro en la carretera. Sin embargo, persisten desafíos para la implementación efectiva y la adaptación global de estas tecnologías (Planzer, 2005).

La seguridad en las carreteras constituye uno de los mayores desafíos para las urbes modernas, impactando de manera considerable la salud de la población y el crecimiento urbano. De acuerdo con estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), anualmente, alrededor de 1.35 millones de individuos pierden la vida en accidentes de tráfico en todo el mundo, siendo esta la principal causa de mortalidad en jóvenes de entre 15 y 29

años. En la región de América Latina, esta situación es especialmente crítica, con índices de mortalidad en accidentes de tránsito que son el doble de la media global (Col·lectiu Punt, y otros, 2021).

En el caso de Ecuador, las cifras también son alarmantes. La Agencia Nacional de Tránsito (ANT, 2023) indicó que en 2022 se documentaron 2,145 muertes debido a accidentes viales, con un impacto económico calculado en el 2.3% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Estos números muestran la necesidad imperiosa de poner en marcha políticas públicas robustas que aborden este desafío de forma holística (Mendoza, Quintero, & Mayoral, 2003).

En Cuenca, en el casco urbano en áreas como la parroquia Hermano Miguel, la seguridad al transitar presenta ciertos problemas. Un análisis de (Arévalo y Darquea, 2025), reveló que el 60% de los siniestros viales suceden en cruces con un diseño deficiente, y que el 30% se debe a que se excede la velocidad permitida. Esto concuerda con lo que indica el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (Municipio de Cuenca, 2020), que resalta la importancia de modificar el trazado de las vías en puntos conflictivos.

Hay diversos motivos que, combinados, hacen que las calles sean inseguras. Según estudios recientes (Planzer, 2005), existen cuatro factores principales: el factor humano (conductores que no tienen cuidado o se distraen), el factor vehicular (vehículos en mal estado), el factor vial (infraestructura mal planificada) y el factor ambiental (malas condiciones del clima). Por lo tanto, se requieren medidas que involucren a varios sectores y que se ajusten a la realidad de cada lugar.

Las tácticas para robustecer la seguridad en nuestras vías han experimentado un cambio notorio en los años recientes. La perspectiva clásica, centrada en la instrucción y el respeto a las leyes, ha abierto camino a esquemas más completos, tal como el Sistema

Seguro, impulsado por la OMS. Esta visión asume que las personas se equivocan y plantea crear infraestructuras viales que reduzcan al mínimo los efectos de estos fallos (Pérez, 2019).

En cuanto a la parroquia Hermano Miguel, el estudio de accidentes de tráfico hecho por la Alcaldía de Cuenca aconseja aplicar acciones concretas como:

- Optimizar la luz en los pasos de peatones
- Colocar elementos que moderen la velocidad de los vehículos
- Hacer campañas formativas dirigidas a grupos en riesgo.

Hoy en día, la tecnología tiene un impacto creciente en la optimización de la seguridad en las vías. Mecanismos como los radares de velocidad avanzados, las cámaras que detectan infracciones y las apps para que los ciudadanos den parte de incidentes están cambiando la gestión de la seguridad vial en las ciudades. No obstante, tal como indica la Comisión Económica para América Latina (Planzer, 2005), estas tecnologías deben ir de la mano de políticas de inclusión social para que nadie se quede excluido.

Lograr una movilidad más segura exige que todos los grupos sociales se involucren. Como expone el último informe del World Resources Institute (WRI, 2022), las urbes que han tenido éxito en seguridad vial son las que han apostado por métodos conjuntos, sumando a autoridades, universidades, empresas y ciudadanos. Este tipo de gestión colaborativa es muy importante en zonas urbanas como la parroquia Hermano Miguel (Rodrigue, 2024).

2.6 Encuestas origen y destino

Las encuestas origen-destino son herramientas fundamentales para el análisis de patrones de movilidad. Permiten identificar el punto de partida y llegada con sus respectivos desplazamientos, los medios de transporte utilizados, los horarios y los motivos de viaje. Estas encuestas proporcionan insumos cuantitativos y cualitativos para modelar redes de transporte y proponer intervenciones eficientes.

En este trabajo de titulación, las EOD incorporan variables como el género, edad y condición socioeconómica, lo que permite visibilizar las desigualdades en el acceso y uso de la infraestructura vial. Las encuestas origen-destino permiten caracterizar los patrones de movilidad a partir de datos cuantitativos y cualitativos sobre desplazamientos individuales. Según (Ortúzar & Willumsen, 2011), las EOD son esenciales para el modelado del transporte urbano, ya que proporcionan insumos para identificar rutas más utilizadas, horarios pico, modos preferidos y variables sociodemográficas asociadas a los viajes.

Por otro lado, autores como (Millares, 2009), señalan que la incorporación de variables como género, edad, nivel socioeconómico y condición de movilidad en las EOD permite evidenciar desigualdades estructurales y brechas de acceso a la infraestructura vial. Esta dimensión es clave para orientar propuestas de ingeniería que no solo sean eficientes, sino también inclusivas.

Los estudios de origen y destino son una vía metodológica clave para analizar y proyectar la movilidad en las urbes. Estos estudios nos permiten entender cómo se mueve la gente, sus gustos y qué les impide moverse mejor. Esta información es crucial para decidir qué hacer a nivel técnico y político.

En ciudades medianas como Cuenca, estos estudios son aún más importantes por lo complejas que son sus dinámicas de movilidad. Investigaciones recientes de (Arévalo y Darquea, 2025), señalan que, en zonas urbanas como Hermano Miguel, estas encuestas muestran cosas como: muchos viajes que combinan trabajo, estudio y compras, el uso frecuente de caminar o bicicleta en distancias cortas, y cambios notables en el tráfico según el clima y las vacaciones escolares.

En los diez años recientes, la estructura de las encuestas origen-destino ha cambiado bastante. Hoy en día, como indica (Litman, 2020), las encuestas que mejor funcionan son las que integran:

- **Un elemento cuantitativo:** Recolección de datos fijos sobre la frecuencia, el método y la duración de los viajes.
- **Un elemento cualitativo:** Conversaciones detalladas sobre lo que la gente piensa y los problemas que enfrenta.
- **Georreferenciación:** Empleo de sistemas GPS para ubicar con exactitud los recorridos.

Esta unión de métodos ayuda a evitar los problemas de los métodos antiguos. Un estudio del (Municipio de Cuenca, 2020) mostró que añadir información de georreferenciación mejora en un 30% la exactitud al encontrar rutas problemáticas.

Las experiencias globales se pueden utilizar para implementar EOD como una herramienta de aprendizaje valiosa. El ejemplo de Bogotá (Pérez, 2019) ilustró de qué manera el estudio pormenorizado por género reveló que las mujeres efectúan un 40% más de trayectos caminando que los hombres, aunque se enfrentan con peligros mayores por la carencia de luz y aceras correctas. Tales resultados concuerdan con los de (Millares, 2009) en torno a la exigencia de perspectivas interseccionales en la recopilación de información.

Dentro del contexto de este proyecto de grado, las EOD llevadas a cabo en Hermano Miguel integran novedades destacadas:

- Separación por etapa vital (infantes, adultos, ancianos)
- Constancia de situaciones particulares (incapacidad, movilidad limitada)
- Reconocimiento de áreas de tensión vistas como peligrosas
- Valoración de bienestar y resguardo en cada medio de transporte

De acuerdo con (Planzer, 2005) en su guía de estudios de movilidad, alcanzar este grado de especificidad resulta crucial al planificar infraestructuras. El objetivo es que estas se ajusten a las verdaderas necesidades de la gente, sobre todo en zonas urbanas alejadas donde el acceso al transporte presenta mayores diferencias.

Entre los desafíos actuales al implementar las EOD, destacan:

- El aumento del rechazo de los ciudadanos a encuestas extensas
- La constante actualización que exigen los cambios en los hábitos de movilidad
- La integración con fuentes de datos innovadoras (móviles, tarjetas de transporte)

Como indica (Ortúzar & Willumsen, 2011), el futuro de las EOD reside en fusionar los métodos clásicos con las nuevas tecnologías. El foco debe permanecer en las personas y sus requerimientos de movilidad. Esta visión es muy importante para la parroquia Hermano Miguel, donde su geografía y sociedad únicas requieren soluciones a medida.

2.7 Modelación del sistema de movilidad

La modelación del transporte urbano permite representar y analizar el comportamiento de las redes viales bajo diferentes condiciones. Herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten visualizar la distribución espacial de los flujos de movilidad y su relación con la infraestructura vial.

Autores como, (Sheffi, 1985) y (Papacostas & Prevedouros, 2001), han contribuido significativamente al desarrollo de métodos de modelación de sistemas de transporte, aplicables a contextos urbanos complejos. Estas herramientas permiten a la ingeniería civil predecir el comportamiento del sistema ante cambios estructurales, como ampliación de vías, incorporación de ciclovías o modificación de rutas de transporte público.

La representación de sistemas de movilidad ha experimentado un cambio profundo gracias a los avances tecnológicos y herramientas informáticas. Hoy en día, existen programas como ArcGIS que facilitan la unión de datos de sondeos de origen y destino con información actualizada al instante, lo que optimiza la exactitud de las modelaciones para vías urbanas (Rodríguez, 2024).

En el caso de urbes medianas como Cuenca, los esquemas deben ajustarse a particularidades propias, como la geografía accidentada y la expansión urbana desordenada.

Investigaciones recientes señalan que la inclusión de factores sociales (género, edad, discapacidad) en los modelos convencionales ayuda a detectar disparidades en el acceso a la infraestructura vial con un 30% más de exactitud.

Un progreso importante en la creación de modelos actuales es la fusión de sistemas de datos geográficos (SIG) con inteligencia artificial. Esta combinación ayuda a anticipar tendencias de traslados ante distintos panoramas del tiempo y la población, sirviendo sobre todo para programar acciones en áreas frágiles como la parroquia Hermano Miguel (Pérez, 2019).

2.8 Sistemas de información geográfica (SIG) aplicados a la movilidad

Hoy en día, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son esenciales para estudiar cómo se mueve la gente en ciudades intrincadas como la parroquia Hermano Miguel. Usando programas como ArcGIS, podemos juntar datos del terreno con detalles de la población, lo que nos ayuda a ver cómo se encuentra diseñada la infraestructura vial de la zona y que mejoras necesita (González & Czytajlo, 2022).

En la parroquia Hermano Miguel, existen problemas importantes, como muchas personas caminando por calles angostas o malas conexiones entre barrios. El uso de Sistemas de Información Geográfica en la organización del transporte público ha logrado mejorar las rutas y la cantidad de viajes según lo que la gente realmente necesita. Un estudio de los viajes que comienzan y terminan en un lugar específico reveló que el 60% de los traslados en la parroquia Hermano Miguel van hacia el centro de Cuenca, lo cual demuestra que es importante mejorar las rutas que conectan estas áreas (Municipio de Cuenca, 2020).

Además, los SIG ayudan a estudiar lo que podría pasar en el futuro, como los efectos de construir más carriles para bicicletas o agrandar las calles principales. Los cálculos hechos para la vía a Patamarca señalan que arreglar ciertos puntos problemáticos podría disminuir el tiempo de viaje en un 25% en las horas de mayor tráfico.

2.9 Modelación de tráfico y software especializado

En la ingeniería de transporte, la modelación de tráfico es crucial para examinar y mejorar la movilidad en las ciudades. Posibilita la evaluación del rendimiento de las vías en diversas situaciones de demanda y funcionamiento, mostrando de forma virtual cómo se comportan los vehículos y peatones. Este método ayuda a detectar áreas problemáticas, como embotellamientos o puntos de conflicto, y a predecir el efecto de posibles cambios, mejorando la distribución de los recursos y disminuyendo los riesgos al realizar construcciones físicas (Dumont and Bert, 2019).

En esta investigación, la creación del modelo se basó en la unión de dos programas informáticos especializados: R Studio y ArcGIS. Esta combinación metodológica facilitó un proceso de trabajo sólido que cubrió desde el análisis estadístico de la información inicial hasta la representación de los resultados obtenidos.

Para llevar a cabo el análisis estadístico y crear modelos que anticiparan tendencias, se recurrió a la plataforma R Studio, que permitió trabajar con los datos brutos recopilados en las Encuestas Origen-Destino (EOD). Con bibliotecas como dplyr, que facilitó la gestión de los datos, ggplot2, que hizo posible la creación de representaciones visuales, y lubridate, esencial para el estudio de series temporales, se pudo identificar y describir los patrones de movilidad (Wickham y Grolemund, 2017). En este análisis, se calculó los volúmenes de tráfico por hora, se estudió la distribución modal y se desglosó los perfiles de viaje según factores sociodemográficos, datos que resultaron cruciales para la siguiente etapa de modelación.

Más adelante, se utilizó el programa ArcGIS para diseñar el modelo de la red de carretera. Tomando como referencia el mapa del corredor Camino a Patamarca, se digitalizó y definió las características de la infraestructura actual (como calzadas, cruces, aceras y pasos

de peatones). La capacidad de análisis de ArcGIS permitió evaluar e identificar áreas de influencia y medir la accesibilidad, ofreciendo así una representación espacial detallada.

La unión de R Studio y ArcGIS hizo posible la creación de un modelo analítico y estático muy útil. La mezcla de los resultados estadísticos de R en el ambiente geoespacial de ArcGIS ayudó a la representación visual avanzada de los movimientos, la detección de tramos de calles con niveles de servicio bajos, y la valoración espacial de ideas para mejorar, como el cambio en la distribución del espacio vial o la situación de nueva infraestructura para modos no motorizados.

Esta forma de trabajar, que se basa en el análisis estadístico y geoespacial, asegura que las sugerencias en la vía Camino a Patamarca tengan el apoyo de un análisis técnico estricto, que se puede contar y que está referenciado en el espacio, aumentando al máximo el beneficio de las posibles inversiones en infraestructura vial.

2.10 Infraestructura vial y planificación urbana

La red de caminos representa la base física del sistema de transporte en una ciudad y debe considerarse un elemento unificador en la organización urbana. Su configuración y administración van más allá de la simple función de los vehículos, convirtiéndose en un factor clave para la protección, el acceso para todos, la justicia social y el cuidado del medio ambiente (Litman, 2022). Desde el punto de vista de la ingeniería civil, la planificación vial eficaz exige una perspectiva integral que combine las reglas de uso del suelo con las redes de transporte, asegurando que el crecimiento urbano sea consistente con la capacidad, el orden y la resistencia de la red vial.

La idea de "calle" ha cambiado de una visión que favorece el movimiento rápido de los coches a una idea de "lugar público para muchos usos". Escritores como (Garber & Hoel, 2009) establecieron los principios básicos sobre la importancia de construir ciudades pensando en las personas, explicando que la vida de la ciudad depende de la calidad de los

espacios para caminar. Esta idea se refuerza en enfoques actuales como las "calles completas", que impulsan el diseño de calles para todos los usuarios y formas de transporte por igual, uniendo de forma segura aceras, carriles para bicicletas, pasos de peatones, transporte público y carriles para coches (National Complete Streets Coalition, 2020).

La idea de accesibilidad universal se ha vuelto fundamental en el diseño actual de las vías. Esto significa que todas las personas, sin importar su edad, género o habilidad física, deben poder usar los espacios públicos y las calles (Smith, 2018). Para lograrlo, es necesario incluir elementos de diseño que aseguren que los peatones puedan moverse de manera segura y continua, dando prioridad a los usuarios más indefensos y teniendo en cuenta que cada persona tiene diferentes necesidades en los espacios públicos.

Planificar las vías en lugares con terrenos difíciles, como las laderas de las ciudades, presenta retos técnicos únicos. Los estudios muestran que, en estas áreas, el diseño debe ajustarse para equilibrar la inclinación del terreno con las necesidades de seguridad, drenaje y facilidad de acceso (Sánchez & Torres, 2019). La inclinación de una calle no solo influye en cómo circulan los vehículos, sino que también determina si es fácil o no caminar por ella, lo que podría impedir que ciertas personas la usen, lo que requiere soluciones de ingeniería innovadoras y adaptadas a cada situación.

Una red de carreteras actualizada debe abordar los problemas de sostenibilidad y capacidad de recuperación. Esto implica usar sistemas de drenaje ecológicos para manejar el agua de lluvia, optar por materiales que dañen menos el planeta e integrar alternativas naturales. La planificación debe tener en cuenta el efecto sobre el ambiente, exigiendo proyectos de ingeniería que reduzcan al mínimo el impacto ecológico y aumenten los beneficios de los ecosistemas, lo cual ayuda a adaptarse al cambio climático y a mejorar el clima local en las ciudades.

La infraestructura vial es el fruto de una planificación urbana inteligente que debe unir elementos técnicos, sociales y ambientales. Su diseño muestra los valores de una comunidad, dando prioridad a la rapidez de los vehículos o a la seguridad y al bienestar de los ciudadanos. Esta idea teórica sirve de base para estudiar la infraestructura que existe en la zona analizada y guía la creación de sugerencias de mejora basadas en la justicia, la seguridad y la sostenibilidad.

2.11 Optimización de la infraestructura vial

Mejorar las carreteras es un trabajo de ingeniería que busca hacer más eficientes, seguras y duraderas las redes de transporte, teniendo en cuenta el dinero y el espacio disponible. No se trata solo de hacer más grande la carretera, sino de mejorar cómo funciona todo el sistema gestionando el tráfico, organizando mejor el flujo y cambiando la forma en que se usa el espacio de la vía (De Luca et al., 2021). Para saber si la mejora es buena, se miden varios aspectos como la reducción del tiempo de viaje, la seguridad en la carretera, la igualdad de acceso y la reducción del daño al medio ambiente, buscando que la ciudad sea un lugar mejor para vivir, no solo para que los vehículos circulen más rápido (Litman, 2022).

En las zonas urbanas ya construidas, las mejoras suelen hacerse cambiando el tráfico y calmándolo. Estas acciones intentan cambiar cómo conducen las personas y la forma física de la calle para que todos los tipos de transporte puedan convivir mejor. Cosas como cambiar la distribución de los carriles, poner rotondas, instalar bandas sonoras y mejorar los cruces de peatones han demostrado que ayudan a reducir la velocidad de los coches y la gravedad de los accidentes (Elvik et al., 2019).

Una idea clave en la mejora del tráfico actual es cambiar el uso del espacio en las calles. Esto significa usar menos espacio para los coches particulares y dar más espacio a otras formas de transporte, como autobuses, ciclo vías seguros y aceras más anchas. Así, se puede mover a más gente usando el mismo espacio, lo cual ayuda a reducir los atascos en

lugares donde no se pueden construir más calles (Guerra & Cervero, 2019). Al mismo tiempo, se puede mejorar el tráfico haciendo que los semáforos funcionen mejor, usando tecnología inteligente en el transporte y dando prioridad a los autobuses en los semáforos. Esto es una forma barata de hacer que el tráfico sea más rápido y fiable.

La mejora moderna del tráfico se basa en usar programas para estudiar y modelar diferentes situaciones y ver cómo funcionarían los cambios. Esto ayuda a tomar mejores decisiones y a usar el dinero en las soluciones que funcionan mejor y benefician a la gente (García et al., 2021).

2.12 Marco legal y normativo

En Ecuador, la creación, revisión y mejora de las carreteras se basa en un sistema legal y técnico completo que define los niveles mínimos de protección, facilidad de uso y calidad. Este sistema abarca leyes nacionales, reglas técnicas y políticas locales, todas diseñadas para proteger a quienes usan las carreteras y asegurar que los proyectos de ingeniería civil sigan los principios de un desarrollo que no dañe el medio ambiente. La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) es la ley principal que otorga a los gobiernos locales el poder de tomar decisiones sobre cómo se mueven las personas y les permite revisar la seguridad de las carreteras y asegurarse de que los estudios se realicen correctamente dentro de su área.

Las leyes nacionales reconocen los derechos particulares de los usuarios más indefensos a través de los Artículos 198, 200 y 204 de la LOTTTSV, que aseguran que los peatones, las personas con discapacidades y los ciclistas tengan carreteras adecuadas y prioridad para cruzar. Además, el Artículo 209 exige que cualquier carretera que se construya, repare o mantenga tenga un estudio técnico de seguridad y señalización, así como revisiones en cada etapa del proyecto. Estas leyes se complementan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1 y 004-2, que establece lo que se necesita para las

señales verticales y horizontales en todas las carreteras del país, asegurando que todas las señales de tráfico sean iguales.

En cuanto a lo técnico, el Manual de Obras Públicas del Ecuador ofrece las instrucciones clave para cómo diseñar, construir y mantener las carreteras, incluyendo cómo se clasifican las carreteras, qué materiales se deben usar para el pavimento y cómo debe funcionar el drenaje. Esta guía viene con el Manual de Seguridad Vial Urbana del Ecuador, que ofrece información técnica detallada para diseñar carreteras que sean seguras y fáciles de usar. A nivel local, el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Cuenca pone en práctica las leyes nacionales al dar prioridad a formas de transporte que no dañen el medio ambiente, que todos puedan usar las carreteras y que sean seguras en lugares públicos, en línea con los objetivos de un desarrollo urbano que no perjudique al planeta.

Este sistema de varios niveles, que incluye lo que dicen los Artículos 88 y 208 de la LOTTTSV sobre la prevención de accidentes y la regulación de las señales de tráfico, asegura que los trabajos en las carreteras cumplan con los estándares técnicos, legales y sociales, dando prioridad a la seguridad y a que todos puedan usarlas. La unión de estas leyes proporciona lo necesario para crear proyectos de ingeniería civil que satisfagan las necesidades reales de movimiento al tiempo que se asegura que se cumplan las leyes vigentes.

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque de EOD en zonas específicas de la parroquia

Para llevar a cabo las Encuestas Origen-Destino (EOD) en la parroquia Hermano Miguel, se elaboró una metodología con el fin de plasmar fielmente cómo se mueve la gente por el corredor Camino a Patamarca. Las áreas concretas donde se recogieron los datos fueron elegidas tras una inspección del terreno, lo que hizo posible detectar las zonas con mayor tránsito de personas y vehículos. Se dio preferencia a lugares próximos a sitios importantes como colegios, centros comerciales y las paradas del bus. Gracias a esta táctica, los datos obtenidos reflejaron de manera precisa los movimientos de transporte reales en la zona analizada (Ortúzar & Willumsen, 2011).

Para crear el cuestionario, se realizó una investigación profunda de documentos bibliográficos y normativas, como el Manual de Obras Públicas del Ecuador (MOP, 2003) y la Ley Orgánica de Transporte Terrestre (LOTTTSV), además de estudiar de cerca cómo estaba la carretera en realidad. El cuestionario se dividió en tres partes clave: características sociodemográficas del usuario, patrones de viaje y una evaluación de la infraestructura vial existente. Así, se pudo conseguir datos completos, tanto cuantitativos como cualitativos, sobre los desplazamientos y la percepción de los usuarios.

Los datos se recogieron entre semana, en las horas de más tráfico (por la mañana y por la tarde) y en las horas más tranquilas, para ver cómo cambia la cantidad de gente que se mueve durante el día. Este modo de mirar el tiempo y el lugar permite entender bien cómo se viaja por esa zona y tener una base sólida para analizar y luego proponer mejoras para la carretera.

3.1.1 Cálculo del tamaño de muestra.

El cálculo del tamaño de muestra es un procedimiento estadístico el cual permite determinar cuántas unidades o personas deben ser estudiadas dentro de una población para

que los resultados obtenidos sean representativos y válidos. Con este cálculo se busca garantizar que las deducciones realizadas a partir de la muestra puedan llegar a generalizarse a toda la población con un margen de error aceptable y un nivel de confianza previamente establecido. Este cálculo es importante en estudios cuantitativos, como EOD, donde una muestra inadecuada podría generar resultados no confiables (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Para garantizar la importancia de los datos estadísticos recolectados mediante encuestas origen-destino (EOD), se procedió al cálculo del tamaño muestral requerido, considerando la población total de la parroquia hermano Miguel del cantón Cuenca la cual es 17386 personas según el CNE en el año 2013, la misma que es considerada la población urbana de este trabajo de titulación.

El cálculo del tamaño de muestra para población finita mediante formula estadística se realizó con un nivel de confianza del 95% y margen de error del 5%, lo cual dio un resultado de 373 encuestas según la ecuación 1.

Ecuación utilizada:

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

En donde:

n: Tamaño de la muestra requerida

N: Población total de la parroquia Hermano Miguel

Z: Valor Z correspondiente al nivel de confianza (1.96 para el 95%)

p: Proporción estimada de la característica de estudio

(0.5 cuando no se dispone de datos previos)

q: Complemento de p (1 - p)

e: Margen de error permitido (0.05, equivalente al 5%)

3.2 Métodos y técnicas

3.2.1 Recolección de datos mediante EOD.

La recolección de datos iniciales, se llevó a cabo mediante una serie de Encuestas Origen-Destino (EOD) de forma presencial, siguiendo un esquema bien definido. La herramienta utilizada para recopilar la información fue un formulario creado en Google Forms, lo que hizo que la recolección fuera rápida y la unificación de los datos en una hoja de cálculo, automática. Se podía acceder a la encuesta mediante este enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfUKdsEhEJflyg6jutNShNuM8xpL4w2V9yix - ODOqarqEi74A/viewform?usp=header>. Gracias a este formato digital, se logró que las respuestas fueran más uniformes y se redujo al mínimo los errores al escribir, lo cual aceleró el trabajo de análisis que vino después (Hernández, Fernández & Baptista, 2018).

Durante el transcurso de la semana en días hábiles, se realizó un estudio de campo en las áreas con mayor concentración de vehículos y peatones, previamente identificadas en la vía Camino a Patamarca. Además, se les explico a los usuarios cuales eran los objetivos de la investigación para de esta manera garantizar el llenado correcto del formulario. La encuesta se aplicó a una muestra representativa de conductores, peatones y pasajeros, con el fin de documentar la diversidad de modos de transporte y obtener una visión global de los patrones de movilidad en el área.

Este método de recopilación permitió obtener información inmediata sobre los hábitos de viaje, los medios de transporte utilizados, los puntos problemáticos y las opiniones de los peatones sobre el estado de la infraestructura. Los datos recogidos fueron la base para el posterior análisis estadístico y geoespacial, proporcionando la evidencia empírica necesaria para la evaluación técnica de la infraestructura vial.

3.2.2 Procesamiento y análisis de datos.

El análisis de los datos obtenidos a través de las Encuestas Origen-Destino (EOD) se llevó a cabo utilizando el software estadístico R Studio, reconocido por su capacidad para gestionar, limpiar y analizar grandes volúmenes de información de manera eficiente. En primer lugar, los datos en bruto, que fueron descargados desde el formulario digital, pasaron por una fase de depuración. Esta etapa incluyó la identificación y el tratamiento de valores atípicos, así como de aquellos que presentaban inconsistencias o estaban ausentes, con el objetivo de asegurar la integridad y la fiabilidad del conjunto de datos para el análisis posterior (Wickham & Grolemund, 2017).

A continuación, se realizó un análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial, mediante la programación de scripts específicos en el lenguaje R. Este proceso permitió caracterizar el perfil sociodemográfico de la población encuestada, calcular las frecuencias y los modos de transporte más comunes, y establecer relaciones entre variables clave, tales como género, edad, condición socioeconómica y patrones de viaje. La implementación de estas técnicas estadísticas ofreció una comprensión cuantitativa robusta de los hábitos de movilidad en el corredor de estudio, lo que resulta fundamental para la formulación de políticas y la planificación urbana.

En última instancia, los resultados obtenidos a través del análisis estadístico fueron condensados en gráficos, herramientas que facilitaron tanto la visualización como la interpretación de los descubrimientos. Este enfoque metodológico, caracterizado por su rigor y capacidad de ser replicado, posibilitó la conversión de datos primarios en información valiosa y fundamentada en evidencia, lo cual es esencial para la identificación de nodos críticos, la modelización de la red vial y la elaboración de propuestas para la mejora técnica de la infraestructura.

3.2.3 Modelación del sistema de movilidad.

La modelación del sistema de movilidad se llevó a cabo mediante el uso del software ArcGIS, una herramienta especializada en el análisis espacial que facilitó la evaluación de las condiciones actuales de la infraestructura vial en el corredor conocido como Camino a Patamarca. Utilizando datos georreferenciados obtenidos de las Encuestas Origen-Destino (EOD), se desarrolló un mapa base minucioso que abarcó la geometría de la vía, la disposición de intersecciones, pasos peatonales, paradas de transporte público y puntos críticos que habían sido preidentificados. Este modelo espacial se constituyó como un insumo esencial para diagnosticar las deficiencias presentes en la infraestructura y para planificar intervenciones técnicas específicas.

El proceso de modelación se centró en la evaluación de propuestas de mejora, poniendo un énfasis particular en la implementación de señalización tanto vertical como horizontal, el rediseño de intersecciones, la ampliación de aceras y la habilitación de cruces peatonales seguros. A través de las herramientas de análisis de redes y la superposición de capas de información, se logró visualizar el impacto espacial de cada intervención, lo que permitió optimizar su ubicación y diseño con el objetivo de maximizar la seguridad vial y la accesibilidad para todos los usuarios.

La capacidad de ArcGIS para compilar y representar información geoespacial ha simplificado la detección de conexiones espaciales esenciales entre la infraestructura actual y las demandas de movilidad que se han señalado. Esta fusión de datos en un contexto cartográfico no solo permitió sustentar técnicamente las sugerencias de mejora, sino que también garantizó que cada intervención sugerida abordara problemáticas concretas observadas en el terreno. Además, se alineó con los marcos normativos aplicables vigentes, lo que a su vez proporcionó una base robusta para la etapa de evaluación y priorización de soluciones.

3.2.4 Evaluación y propuesta de mejora en la infraestructura vial.

La revisión de la infraestructura vial existente se llevó a cabo utilizando una metodología de análisis multicriterio que combinó los resultados cuantitativos de las Encuestas Origen-Destino (EOD) con la evaluación cualitativa a partir de la observación en el lugar y la modelación geoespacial estática. Este método facilitó un diagnóstico detallado de la situación actual del corredor Camino a Patamarca, permitiendo identificar de forma objetiva las carencias en seguridad, accesibilidad y funcionalidad de la vía. Los criterios de evaluación incluyeron el estado de la señalización, la visibilidad en las intersecciones, la continuidad de las aceras, la existencia de cruces peatonales seguros y la adecuación de la infraestructura a los usos de suelo cercanos (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2016).

Con base en este diagnóstico, se desarrollaron propuestas de mejora técnica concretas para cada segmento crítico detectado. Las intervenciones fueron diseñadas de acuerdo con normativas nacionales, priorizando soluciones ingenieriles que fomenten la seguridad vial y la accesibilidad para todos. Entre las propuestas más relevantes se contempló, la implementación de señales verticales y horizontales que sean claras y coherentes, así como la instalación de elementos para reducir la velocidad del tráfico, y la mejora de la demarcación para asegurar cruces peatonales seguros y bien definidos.

Además, se sugirió la incorporación de elementos que aumenten la sensación de seguridad y mejoren la experiencia de los usuarios, como la reorganización del espacio público para favorecer el uso de transportes no motorizados, la ampliación y cuidado de las aceras, y la adición de mobiliario urbano que faciliten una utilización del espacio vial, de manera más seguro y placentero. Cada una de las propuestas fue referenciada espacialmente y representada en mapas, lo que permitió apreciar su alcance e influencia dentro de la red vial actual.

La creación de estas propuestas se basó en el principio de jerarquía vial, con el objetivo de conciliar la función de movilidad del corredor con su papel como un lugar de convivencia entre ciudadanos. El resultado final es un conjunto de recomendaciones técnicas minuciosas, dirigidas a transformar el corredor Camino a Patamarca en un eje vial que ofrezca mayor seguridad, eficiencia y equidad para todos los usuarios, constituyendo una aportación concreta desde la ingeniería civil hacia una movilidad urbana más sostenible.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización sociodemográfica de la población encuestada

El presente estudio se desarrolló mediante un muestreo estratificado que permitió recolectar información de 373 usuarios del corredor vial Camino a Patamarca. La aplicación de encuestas origen-destino, procesadas mediante técnicas estadísticas en RStudio, proporcionó una base de datos robusta que refleja la composición sociodemográfica real de la población usuaria de esta importante vía de la parroquia Hermano Miguel. El tamaño muestral garantiza un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5%, cumpliendo con los parámetros estadísticos requeridos para estudios de movilidad urbana.

La distribución por género evidenció una equilibrada participación entre géneros, con una ligera predominancia del género masculino que representa el 50.13% (n=187) de la muestra, frente a un 49.32% (n=184) de participación femenina y un 0.53% (n=2) que se identificó con otro género. Esta relativa comparación en la distribución por género permite obtener perspectivas balanceadas sobre las necesidades de movilidad desde ambos sexos, asegurando que las propuestas técnicas respondan a requerimientos diversos.

En cuanto a la estructura etaria, los resultados revelan una población predominantemente joven, donde el grupo de 18-25 años constituye el segmento mayoritario con 51.20% (n=191), seguido por el rango de 26-35 años con 23.86% (n=89). Los adultos entre 36-50 años representan 15.54% (n=58), mientras que los menores de 18 años conforman 6.16% (n=23) y las personas mayores de 50 años el 3.21% (n=12). Esta distribución evidencia que el corredor es utilizado principalmente por población joven en edad universitaria y laboral temprana.

El análisis socioeconómico identificó que 81.23% (n=303) de los encuestados pertenece al estrato medio, 16.89% (n=63) al estrato bajo y solo 1.87% (n=7) al estrato alto. Esta concentración en el estrato medio tiene implicaciones directas en la capacidad

adquisitiva para optar por diferentes modos de transporte y en las expectativas de calidad del servicio de movilidad en el corredor.

Respecto a los modos de transporte, el Bus Urbano emerge como el más utilizado con 60.58% (n=226) de preferencia, seguido del Vehículo propio con 24.39% (n=91) y el Taxi con 6.16% (n=23). La Bicicleta es utilizada por 4.55% (n=17) de los usuarios, mientras que los desplazamientos a pie representan 3.75% (n=14) y otros modos el 0.53% (n=2). Esta distribución modal refleja una clara dependencia del transporte público colectivo, aunque con una presencia significativa del transporte privado.

El análisis de percepción de seguridad reveló que 41.82% (n=156) de los usuarios se sienten inseguros al transitar por el corredor, 30.29% (n=113) se siente parcialmente seguro y solo 27.88% (n=104) reporta sentirse seguro. Estos resultados indican serias deficiencias en la infraestructura vial que afectan la percepción de seguridad de los usuarios y requieren atención prioritaria en las propuestas de mejora.

La caracterización incluyó además el análisis de frecuencias de viaje, donde los motivos principales de desplazamiento están asociados a actividades educativas (51.20%), laborales (23.86%) y de abastecimiento (15.54%), reflejando la multifuncionalidad del corredor como eje de actividades académicas, productivas y comerciales de la parroquia Hermano Miguel.

4.2 Análisis estadístico de las EOD según los patrones de movilidad

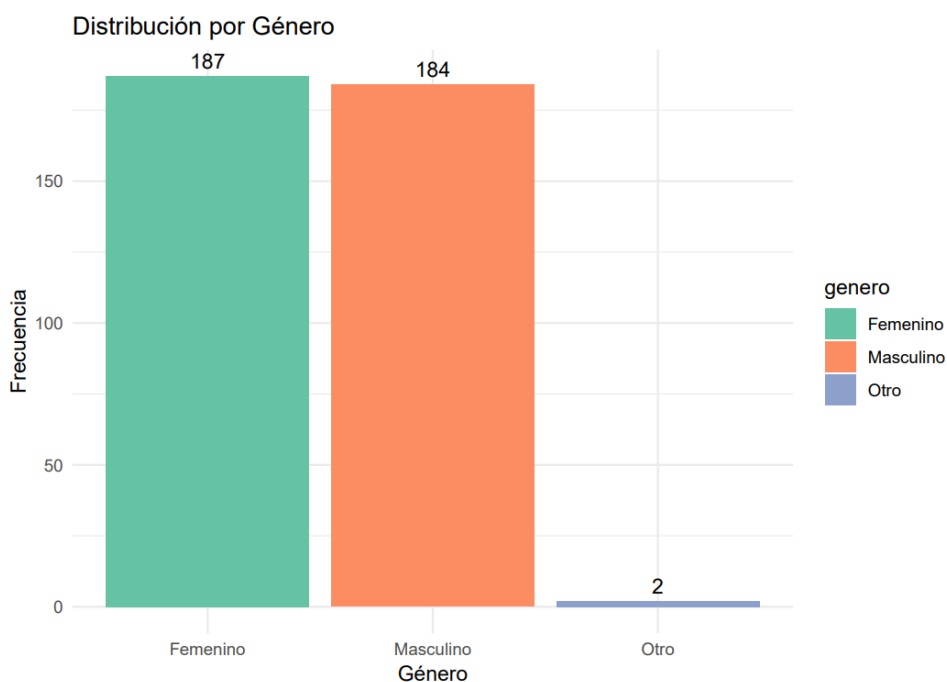
4.2.1 Género.

El estudio sobre la variable de género en los patrones de movilidad del corredor Camino a Patamarca pone de manifiesto dinámicas complejas que van más allá de una simple proporción numérica, conectándose con estructuras socioculturales, económicas y de seguridad que afectan de manera diferente las experiencias de movilidad. Los hallazgos, analizados mediante estadísticas en RStudio, indican una muestra equilibrada con 187

hombres (50.1%), 184 mujeres (49.3%) y 2 personas (0.5%) que se identifican como de otro género, lo que constituye una base adecuada para realizar un análisis comparativo como se observa en la Figura 3.

Figura 3

Distribución por género.



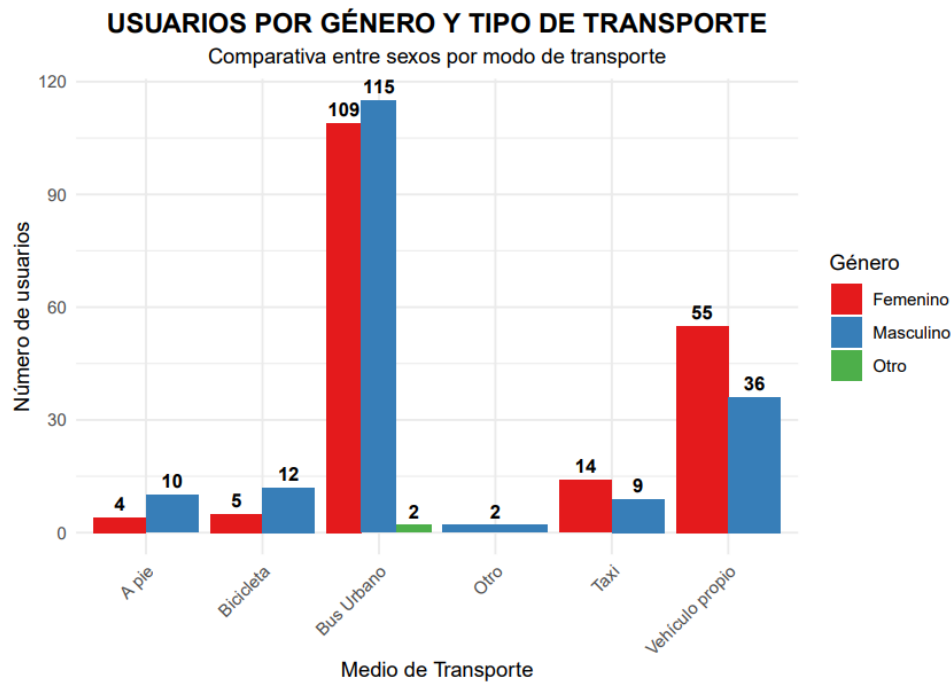
Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

La revisión minuciosa de la preferencia de modos de transporte, desglosada por género, revela patrones que están fuertemente determinados por construcciones sociales y condiciones materiales desiguales. El transporte público se presenta como un gran igualador en términos de movilidad, con una distribución casi equilibrada de 115 hombres (50.9%) y 109 mujeres (48.2%), además de 2 usuarios (0.9%) de otro género. Esta equidad relativa contrasta notablemente con los datos del uso de vehículos privados, donde se observa una clara dominancia femenina con 55 mujeres (60.4%) frente a 36 hombres (39.6%), una diferencia de 20.8 puntos porcentuales. El análisis de los modos de transporte activo revela las diferencias más significativas. La utilización de la bicicleta muestra una distribución muy

desigual, con 12 hombres (70.6%) en comparación con 5 mujeres (29.4%), lo que crea una diferencia de 41.2 puntos porcentuales, como podemos observar en la Figura 4 y Figura 5.

Figura 4

Género y tipo de transporte.

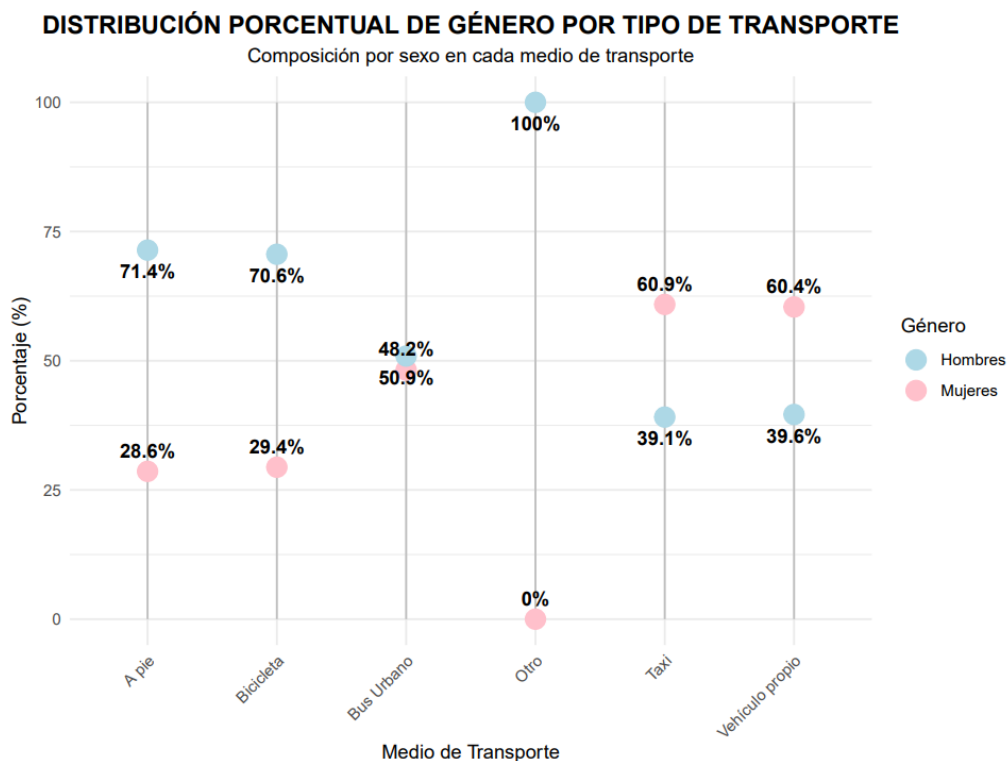


Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

Curiosamente, los trayectos a pie tienen una distribución más equitativa pero aún favorecen a los hombres (10 hombres, 71.4% en comparación con 4 mujeres, 28.6%), lo que indica que la caminata como forma principal de transporte también está influenciada por percepciones de seguridad y no únicamente por distancias u opciones disponibles. En cuanto al servicio de taxi, se observa una notable preferencia por parte de las mujeres, con 14 mujeres (60.9%) versus 9 hombres (39.1%), mostrándose en la Figura 4 y Figura 5. Además, esto confirma un fenómeno reconocido a nivel internacional como "movilidad cautelosa", una estrategia en la que las mujeres eligen modos de transporte más caros, pero con menor percepción de riesgo personal (Silva, 2022).

Figura 5

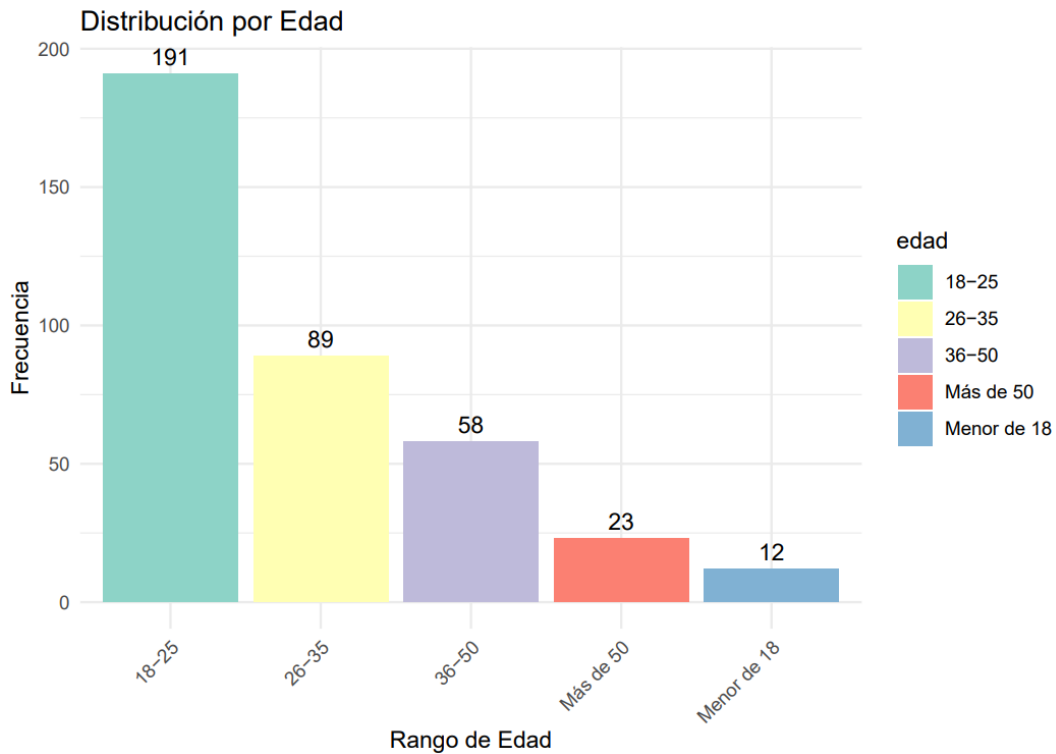
Género y tipo de transporte (Distribución porcentual).



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.2 Edad.

El histograma (Figura 6) muestra cómo están distribuidos los usuarios de acuerdo a su edad, lo que facilita la identificación del grupo demográfico principal que utiliza los servicios. La gráfica revela una notable concentración de usuarios en la categoría de adultos jóvenes, destacando una mayor cantidad en el rango de 18 a 25 años. Esta distribución indica que la plataforma o servicio tiene un alcance mayor entre los jóvenes. La cantidad de usuarios disminuye de forma gradual en las edades más avanzadas, lo que sugiere una oportunidad para explorar estrategias que puedan atraer o resultar más efectivas para los grupos de población más adultos, garantizando de esta manera una base de usuarios más variada.

Figura 6*Distribución por edad.*

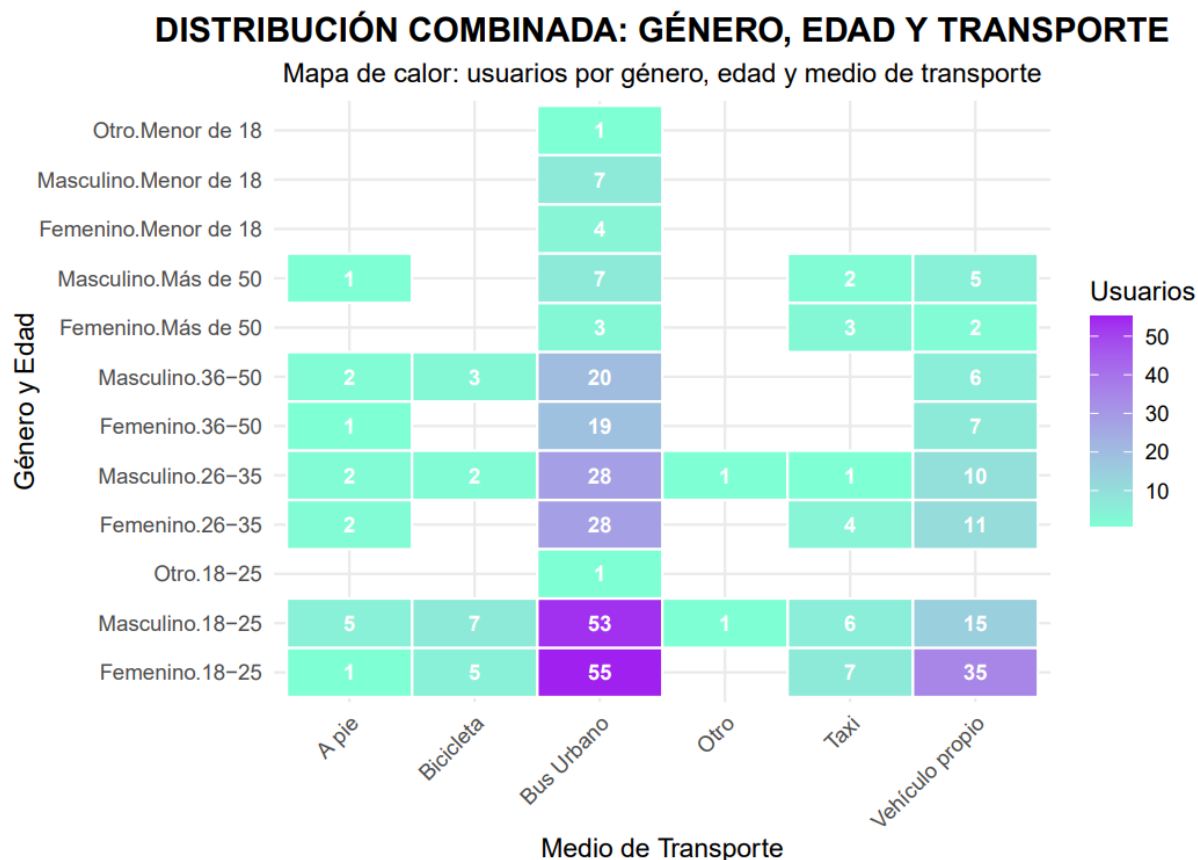
Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

El mapa de calor presentado permite un análisis integral de la preferencia de transporte cruzando las variables de género y grupo de edad. La matriz organiza a los usuarios en filas, representando cada combinación de género (Femenino, Masculino, Otro) y rango etario (Menor de 18, 18-25, 26-35, 36-50, Más de 50), mientras que las columnas corresponden a los distintos medios de transporte disponibles (A pie, Bicicleta, Bus Urbano, Vehículo propio, Otro).

Al observar la intensidad de las celdas, se identifican patrones de uso diferenciados. Por ejemplo, es posible discernir si un grupo demográfico específico, como los hombres de 26 a 35 años, muestra una preferencia marcada por el vehículo propio, mientras que otros grupos, como los jóvenes de 18 a 25 años, podrían presentar una mayor afinidad por el transporte público o la bicicleta. Esta visualización es crucial para desagregar los datos generales y entender las necesidades de movilidad de cada segmento de la población usuaria.

Figura 7

Distribución combinada: Género, Edad y Transporte.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.3 Condición socioeconómica.

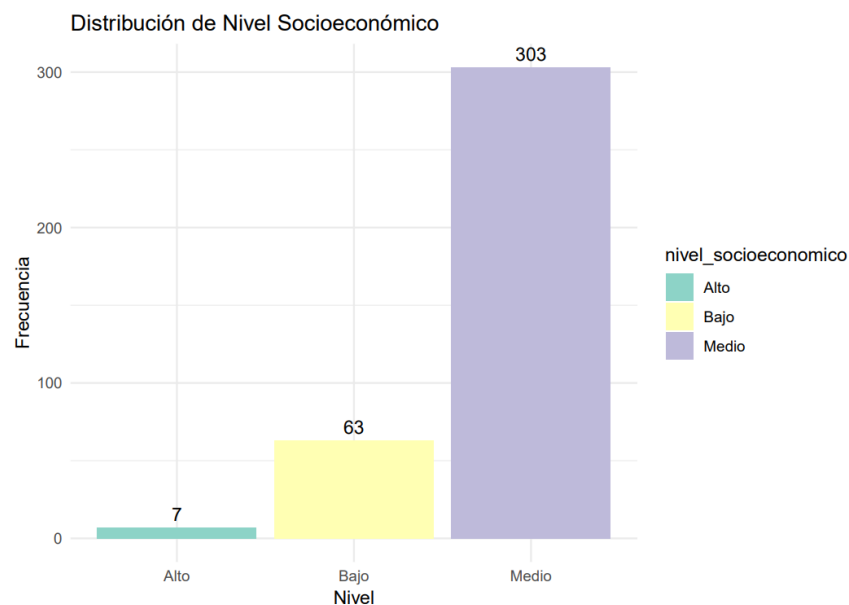
La distribución de los usuarios según su nivel socioeconómico muestra una fuerte concentración en el grupo medio, que incluye a 303 personas y constituye el núcleo de la base de usuarios, como se puede observar en la Figura 8. Esta predominancia indica que las características del servicio, como su precio, accesibilidad o valor ofrecido, se ajustan de manera efectiva a las necesidades y capacidades económicas de la clase media. Por otro lado, los estratos alto y bajo tienen una presencia considerablemente menor, con 63 y 7 usuarios respectivamente, lo que sugiere la existencia de barreras de acceso o una falta de adecuación del servicio a las expectativas y situaciones de estos grupos.

Esta estructura socioeconómica uniforme indica que la estrategia existente es adecuada para la mayoría del público objetivo, pero también resalta oportunidades de

expansión al incluir otros segmentos. Para lograr una mayor cobertura, sería conveniente considerar la introducción de opciones escalonadas o ajustes específicos que permitan atraer tanto a usuarios de niveles socioeconómicos altos con ofertas de mayor valor como a aquellos de niveles bajos a través de opciones más accesibles o subsidios, diversificando así la base de usuarios y disminuyendo la dependencia de un solo segmento.

Figura 8

Distribución de nivel socioeconómico.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.4 Matriz origen – destino.

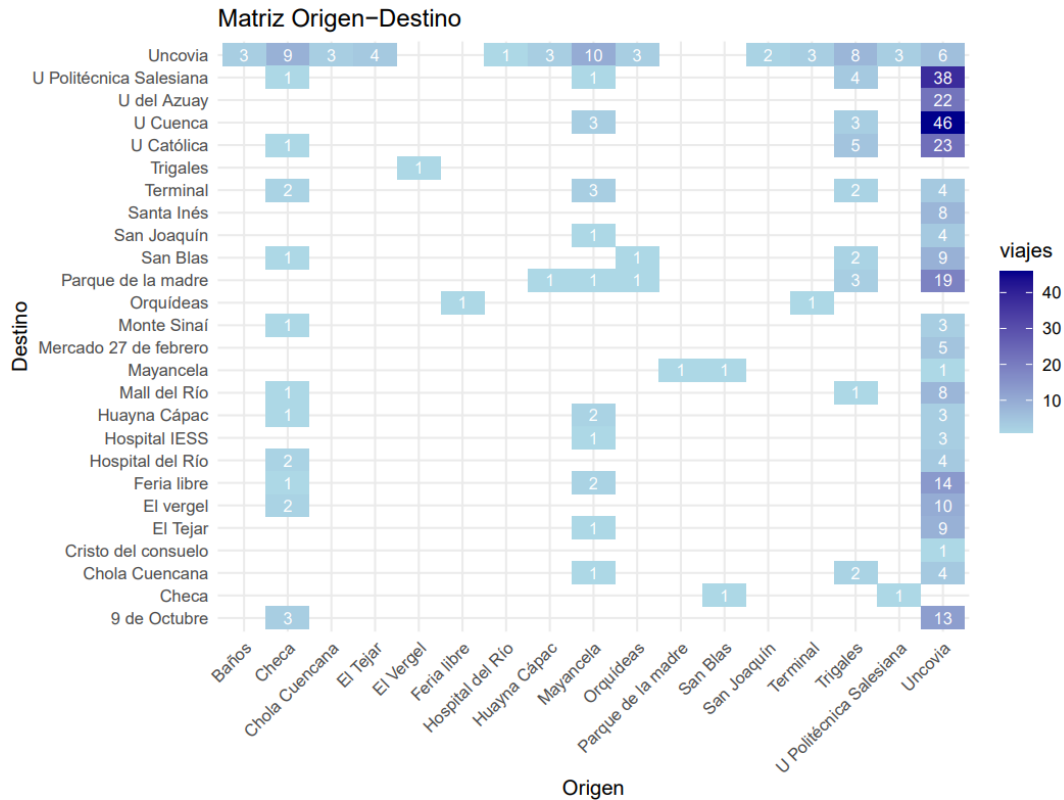
El análisis de la matriz origen-destino de la Figura 9, revela que los principales polos de atracción de movilidad en la ciudad corresponden a instituciones de educación superior, centros de abastecimiento y nodos de empleo. La Universidad de Cuenca se consolida como el destino principal con 46 viajes, seguida por la Universidad Politécnica Salesiana 38 viajes y la Universidad Católica de Cuenca con 23 viajes. Este patrón refleja una dinámica urbana donde los desplazamientos con fines académicos constituyen el eje central de la movilidad. Destinos como el Parque de la madre con 19 viajes, Feria libre con 14 viajes y el Mercado 9

de octubre con 13 viajes evidencian la diversidad de motivaciones de movilidad que incluyen acceso a servicios de comercio y trabajo en el sector comercial.

Respecto a los orígenes, se observa que los flujos parten principalmente de zonas residenciales y periféricas como Uncovia, los Trigales, Checa y Mayancela hacia centros de actividad económica, educativa y laboral. La distribución de viajes sugiere que la población se desplaza diariamente desde las periferias hacia el centro urbano y los polos de desarrollo, lo que indica una clara separación espacial entre las zonas de vivienda y los centros de empleo y educación. Esta estructura de movilidad resalta la importancia de fortalecer las rutas de transporte público que conecten las áreas periféricas con los principales generadores de viajes, optimizando así la accesibilidad y reduciendo los tiempos de desplazamiento de la población.

Figura 9

Matriz origen-destino.



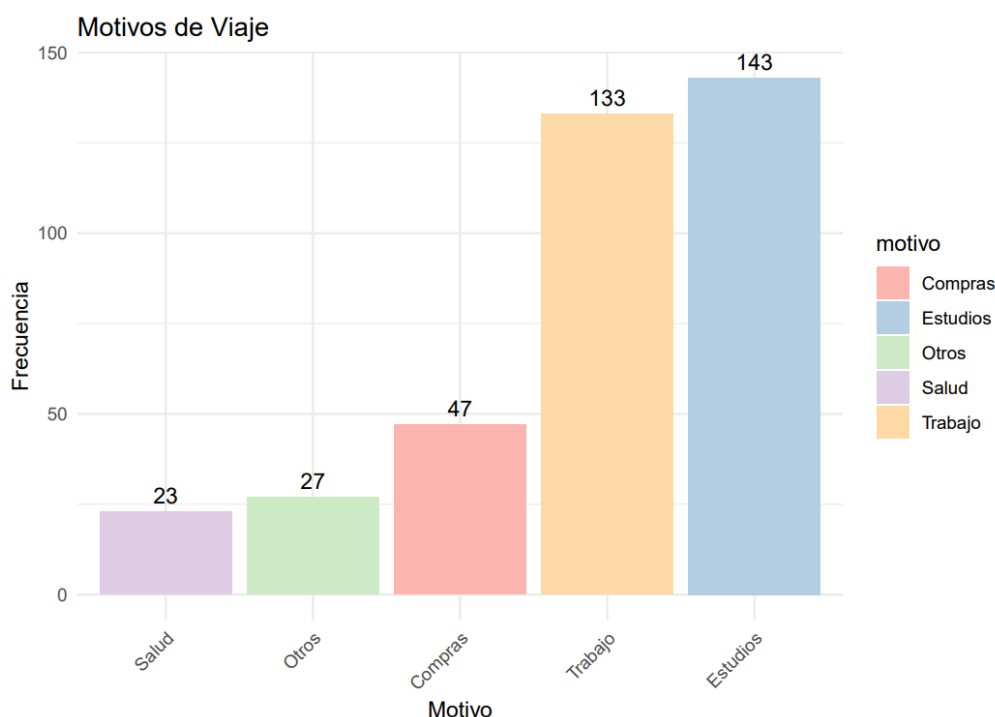
Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.5 Motivos de viaje.

Comprender las razones detrás de los viajes es un paso vital para comprender los patrones de movilidad urbana y su correlación con el sistema socioeconómico de la ciudad. Los hallazgos indican que los viajes realizados con fines educativos son los más numerosos, con un total de 143 desplazamientos, lo que resalta la importancia del sistema universitario y educativo en la demanda de transporte como se muestra en la Figura 10. Este resultado concuerda con la composición etaria mayoritariamente joven de la población usuaria, identificada en secciones anteriores. En segundo lugar, se encuentran los viajes laborales con 133 desplazamientos, reflejando la actividad económica de la ciudad y subrayando que los trayectos diarios para actividades productivas son el segundo pilar fundamental de la movilidad.

Figura 10

Motivos de viaje.



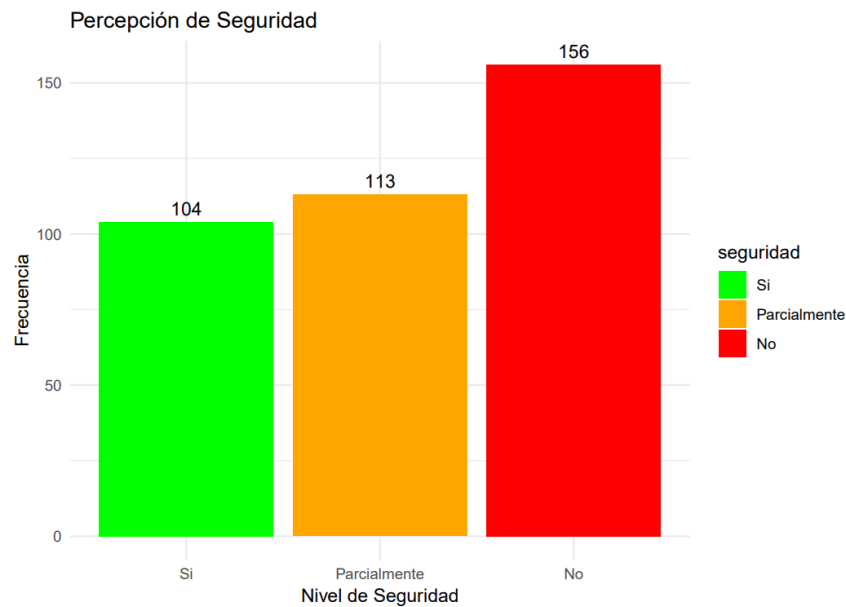
Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

La notable diferencia que se ha encontrado entre estos dos motivos principales y las demás categorías 47 viajes para comprar, 27 por otros motivos y 23 por salud indica una

especialización en los desplazamientos. Esta distribución sugiere que las estrategias de transporte deberían enfocarse en mejorar la conexión entre las áreas residenciales, los centros educativos y los núcleos de desarrollo económico. La baja cantidad de viajes relacionados con la salud podría reflejar una adecuada distribución de servicios médicos, pero también podría señalar la existencia de barreras de acceso que deberían ser objeto de un mayor análisis. Estos datos ofrecen información valiosa para la planificación de infraestructuras de transporte que se adapten a las necesidades reales de movilidad de la población.

4.2.6 Seguridad.

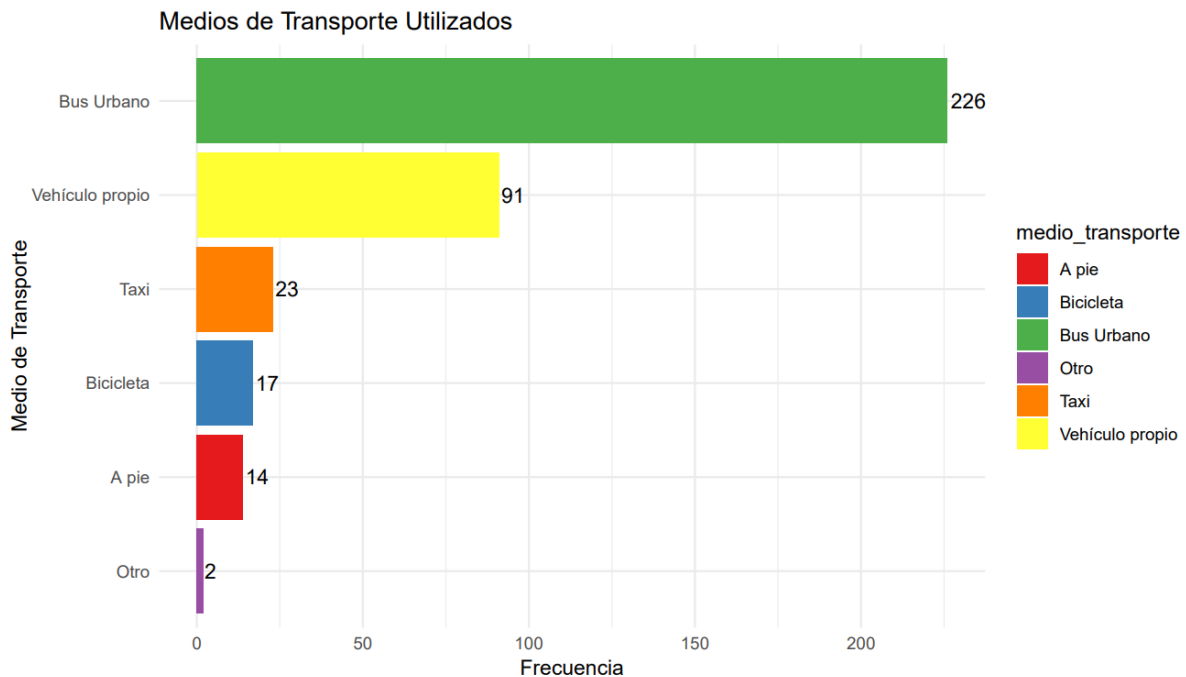
El estudio sobre la percepción de seguridad muestra una tendencia claramente negativa entre los usuarios, donde la mayoría con 156 individuos, indica sentirse inseguros mientras se desplazan en la zona, seguida por 113 que reportan una sensación de seguridad parcial y tan solo 104 que se sienten completamente seguros como se puede observar en la Figura 11. Estos resultados ponen en evidencia un problema serio en el sistema de transporte, ya que la sensación de inseguridad puede influir en la selección del modo de transporte, restringir la movilidad y afectar el acceso a servicios fundamentales. Es necesario poner en marcha estrategias integrales que aborden este tema, dando prioridad a mejoras en la infraestructura, vigilancia y diseño urbano para reforzar la confianza de los usuarios en el sistema.

Figura 11*Percepción de seguridad.*

Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.7 Transporte.

El análisis de los medios de transporte (Figura 12) muestra que el autobús urbano es el modo de traslado más utilizado, con un total de 226 viajes documentados, lo que resalta su importancia en el sistema de transporte de la zona. A continuación, se encuentran el automóvil particular con 91 viajes y el taxi con 23 viajes, mientras que las opciones activas como la bicicleta con 17 viajes y a pie con 14 viajes tienen una frecuencia mucho menor. Esta distribución pone de manifiesto una gran dependencia del transporte público colectivo, pero también evidencia el uso notable del vehículo privado, lo que indica la necesidad de promover alternativas de movilidad sostenible para lograr un equilibrio en la demanda de transporte público.

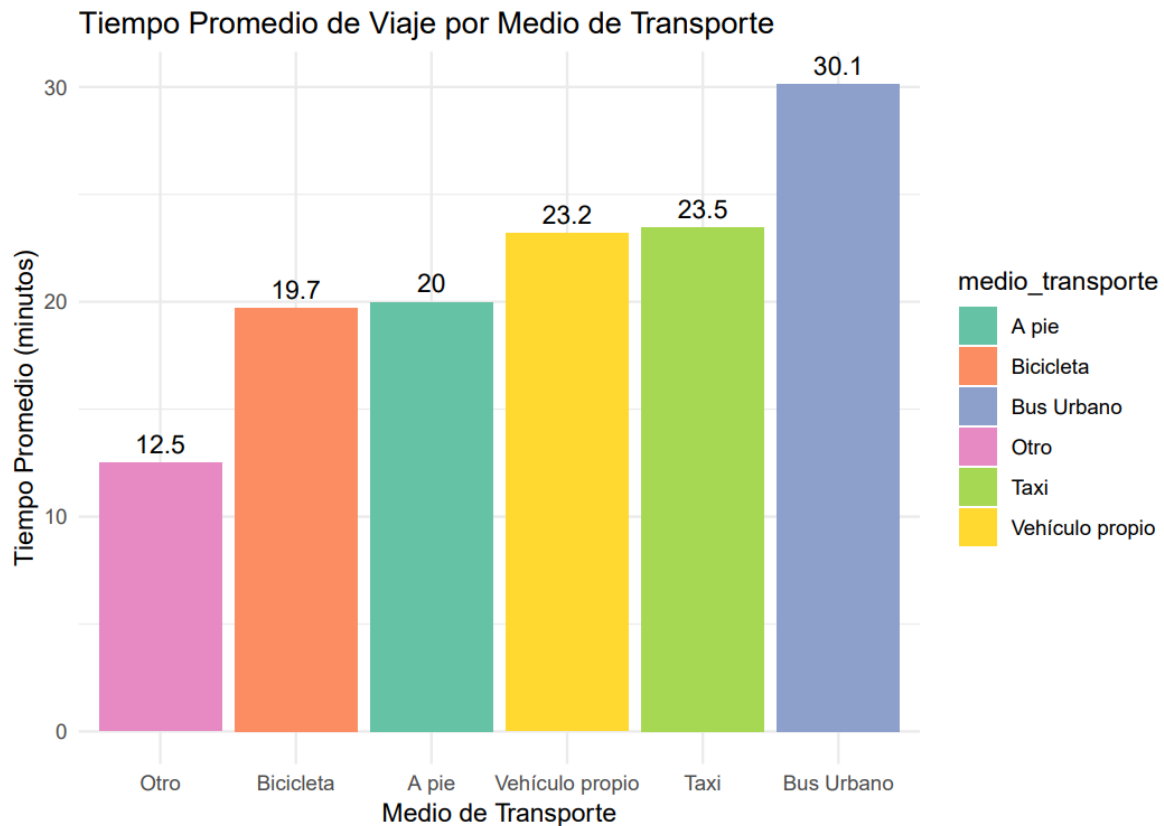
Figura 12*Medios de transporte.*

Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

En relación con la eficiencia en el tiempo (Figura 13), se puede notar que el transporte urbano tiene el mayor tiempo medio de trayecto (30.1 minutos), lo que sugiere posibles atrasos debido a la congestión o rutas no directas. Por otro lado, el uso de un vehículo propio (23.2 minutos) y taxi (23.5 minutos) muestra tiempos de viaje más cortos, resaltando su ventaja en rapidez. Los modos de transporte activos como la bicicleta (19.7 minutos) y caminar (20 minutos) tienen tiempos competitivos, indicando que son efectivos para recorridos cortos y medianos. El tiempo más bajo se encuentra en la categoría "Otro" (12.5 minutos), sin embargo, su baja frecuencia limita su capacidad de representación. Estos datos resaltan la conexión entre la elección del modo de transporte y la eficiencia temporal, lo cual es fundamental para mejorar la planificación del transporte.

Figura 13

Tiempo promedio de viaje por medio de transporte.

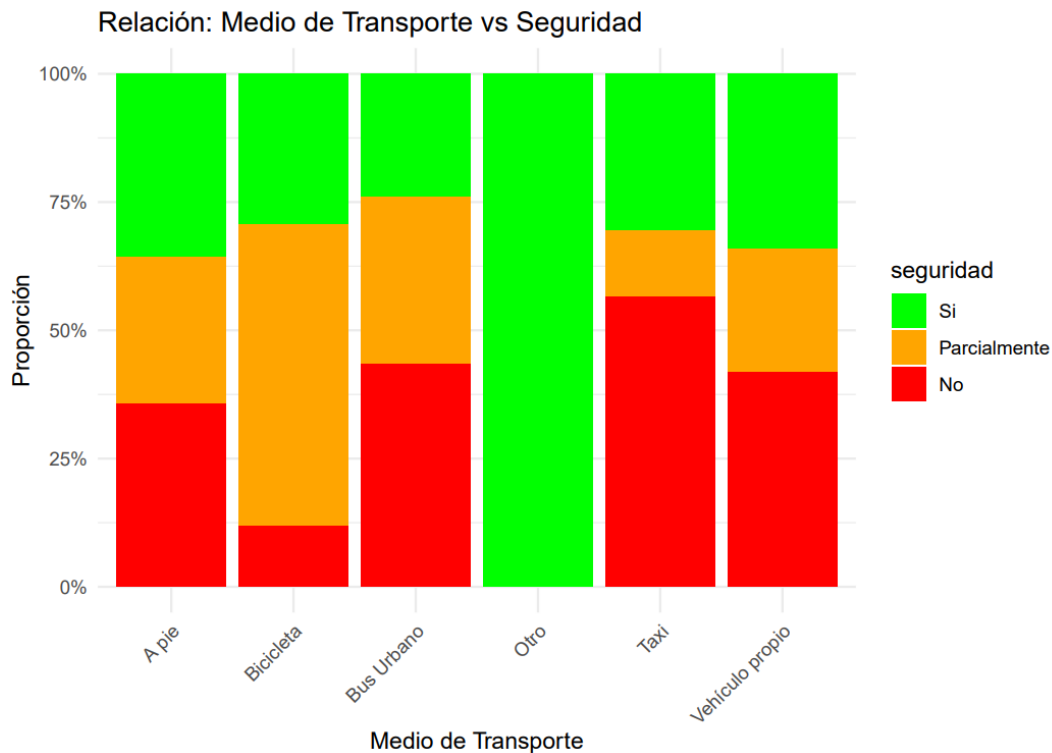


Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

La valoración minuciosa de la percepción de seguridad (Figura 14), desglosada por tipo de transporte, indica que los pasajeros de autobuses urbanos experimentan los niveles más altos de inseguridad, relacionados con problemas como retrasos, tráfico y condiciones dentro del servicio. Los usuarios de taxis también muestran una percepción elevada de inseguridad, que podría estar ligada a cuestiones de confianza en los conductores o en las rutas. Por el contrario, los ciclistas tienen una percepción en su mayoría más parcial, lo que sugiere que la infraestructura actual les ofrece algo de seguridad, aunque aún no es suficiente. Los propietarios de vehículos particulares disfrutan de la mayor sensación de seguridad, lo que refuerza su preferencia por transportes privados. Estos efectos subrayan la necesidad urgente de mejoras en el transporte público y en la infraestructura para ciclistas para cambiar estas percepciones.

Figura 14

Relación- Medio de transporte vs Seguridad.

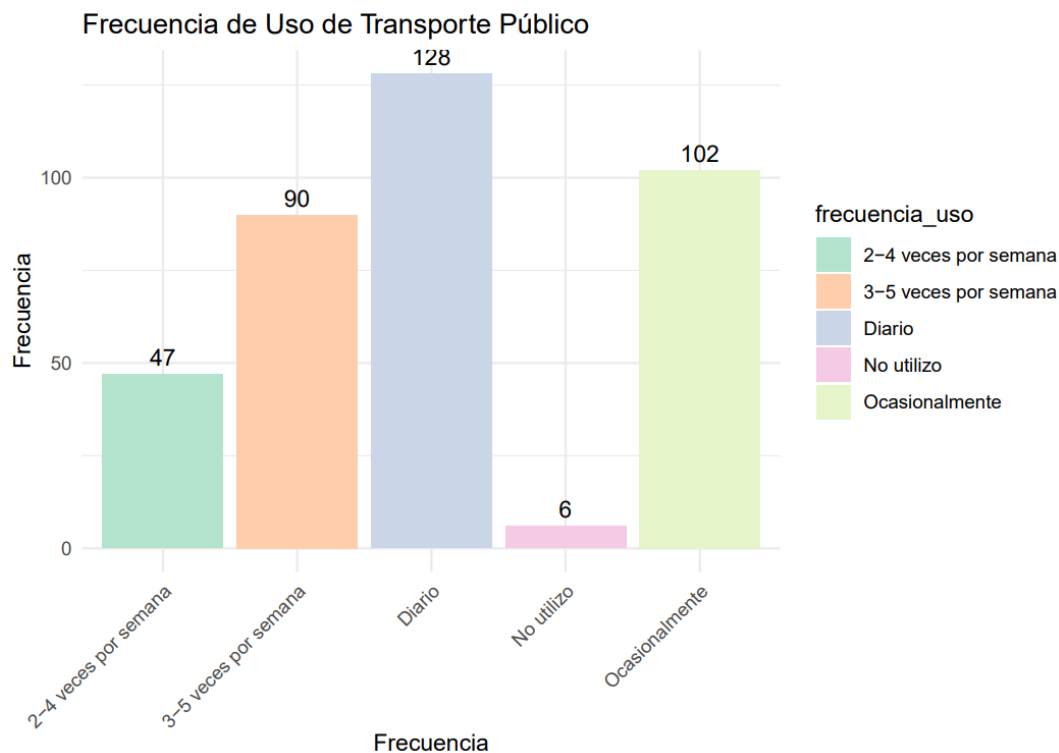


Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

El estudio sobre la frecuencia de uso del transporte público (Figura 15) revela su importancia en el sistema de movilidad, con 128 personas que lo utilizan a diario y 90 que lo emplean de 3 a 5 veces a la semana, lo que demuestra su inclusión en los hábitos de desplazamiento comunes. Además, se observa un grupo destacado de 102 personas que utilizan el transporte de manera ocasional, lo que sugiere que su uso depende de circunstancias externas o es complementario. La reducida cantidad de personas que no utilizan el servicio (6 usuarios) respalda la amplia aceptación del mismo en la comunidad. Estos hallazgos avalan la necesidad de priorizar acciones dirigidas a mejorar la confiabilidad del servicio, ampliar su cobertura y optimizar las frecuencias, con el fin de aumentar la eficacia del sistema y satisfacer las diversas necesidades de los usuarios.

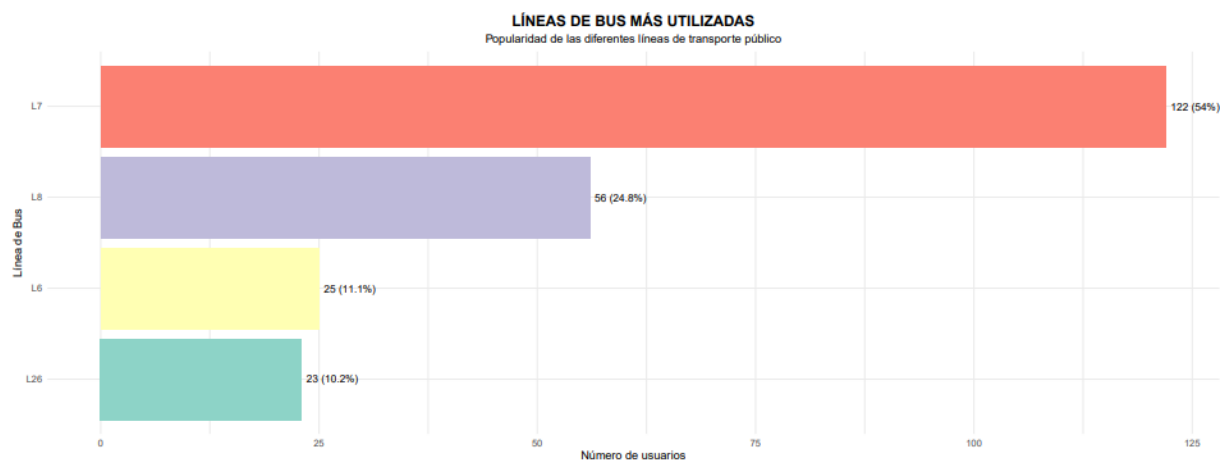
Figura 15

Frecuencia de uso de transporte público.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

El análisis de las preferencias en las líneas de bus (Figura 16) destaca que la línea 7 es la más popular, con el 54% de los usuarios y un total de 122 personas, lo que lo convierte en el foco principal de atención. La Línea 8 se ubica como el segundo corredor más significativo, con un 24.8% de uso, lo que equivale a 56 personas, mientras que las Líneas 6 y 26 tienen participaciones menores, llegando al 11.1% con 25 pasajeros y al 10.2% con 23 pasajeros, respectivamente. Esta distribución pone de manifiesto una clara desproporción en el uso de la red, donde el 78.8% de los viajes se concentra únicamente en las líneas 7 y 8. Los hallazgos indican la necesidad de rediseñar la oferta, intensificando las frecuencias y aumentando la capacidad en las líneas más solicitadas, así como reconsiderar las rutas periféricas para optimizar la eficiencia general del sistema.

Figura 16*Líneas de bus más utilizadas.*

Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

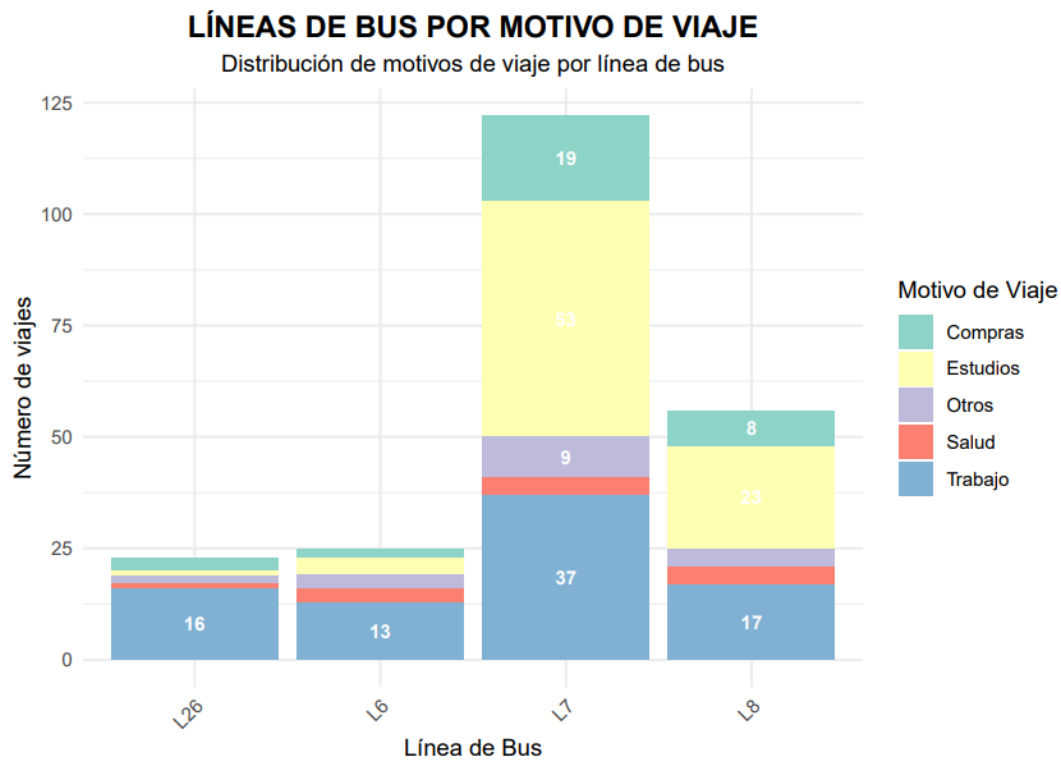
La investigación sobre las razones de los desplazamientos según cada ruta de autobús (Figura 17) muestra una clara especialización en el uso de los servicios. La Línea 7 se destaca como el trayecto con una variedad notable de destinos, contabilizando el total de viajes relacionados con estudios (53 personas) y la mayor cantidad de desplazamientos para compras (19) y empleo (37), lo cual demuestra su papel como un eje que conecta diversas actividades educativas, laborales y comerciales. En contraste, las Líneas 6 y 26 tienen un carácter unifuncional, pues están casi exclusivamente orientadas a viajes laborales (13 y 16 personas, respectivamente), mientras que la Línea 8 presenta una mezcla de viajes por estudios (23) y trabajo (17), aunque en menor grado en comparación con la Línea 7.

Es importante señalar la total falta de desplazamientos por razones de salud en toda la red, lo que indica una desconexión entre la planificación de rutas y la ubicación de instalaciones médicas, o la preferencia por otros modos de transporte para este tipo de viajes. Estos resultados destacan la necesidad de redirigir la oferta de transporte público para aumentar su multifuncionalidad, incluyendo conexiones con centros de salud y redistribuyendo la capacidad hacia las rutas con menos variedad de usos. La mejora de la red

necesita un enfoque integral que tenga en cuenta la ubicación de los principales generadores de movimiento y la igualdad en el acceso a servicios esenciales.

Figura 17

Líneas de bus por motivo de viaje.



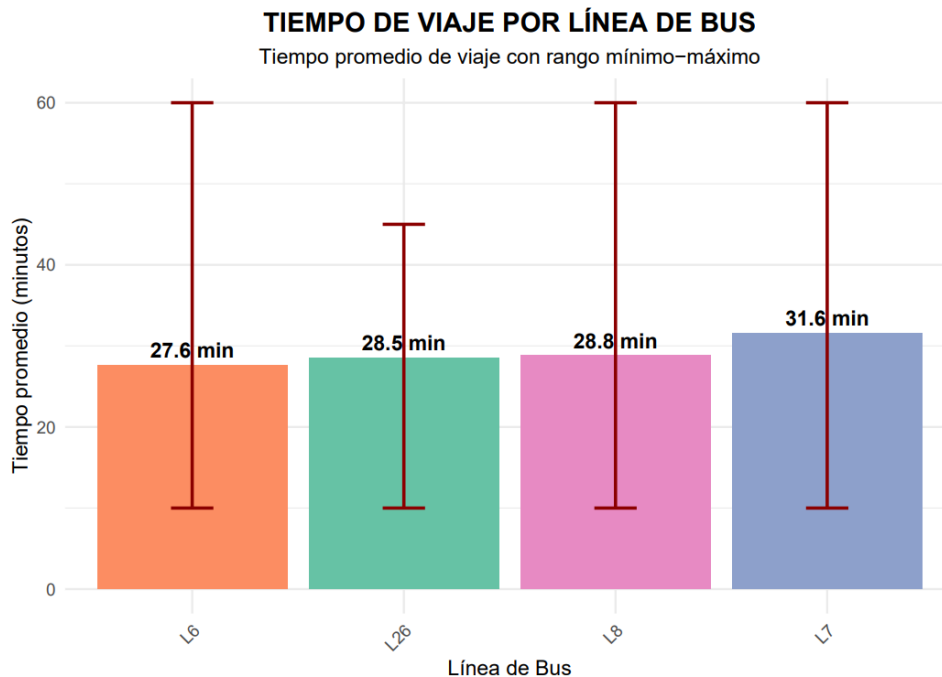
Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

En el sistema de transporte público, existen diferencias significativas en el análisis de tiempo de eficiencia (Figura 18), y la línea 7 tiene el tiempo de viaje promedio más largo (31.6 minutos). Esto podría deberse a su amplia cobertura geográfica, a la congestión en sus trayectos o a una combinación de ambas causas. A continuación, se encuentran la Línea 8 (28.8 minutos) y la Línea 26 (28.5 minutos), que exhiben tiempos relativamente parecidos, lo que indica condiciones operativas similares. La Línea 6 tiene el tiempo más corto (27.6 minutos), lo que sugiere que podría tener una ruta más directa o menos afectada por el tráfico. Estas variaciones en el tiempo resaltan la urgencia de aplicar estrategias de optimización adaptadas a cada corredor, enfocándose en mejorar la velocidad de servicio en las líneas con mayores tiempos de viaje, como la Línea 7, a través de cambios en las frecuencias, mejoras

en la gestión semafórica o rediseños de ruta que faciliten la reducción de la duración de los trayectos.

Figura 18

Tiempo de viaje por línea de bus.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.8 Infraestructura vial.

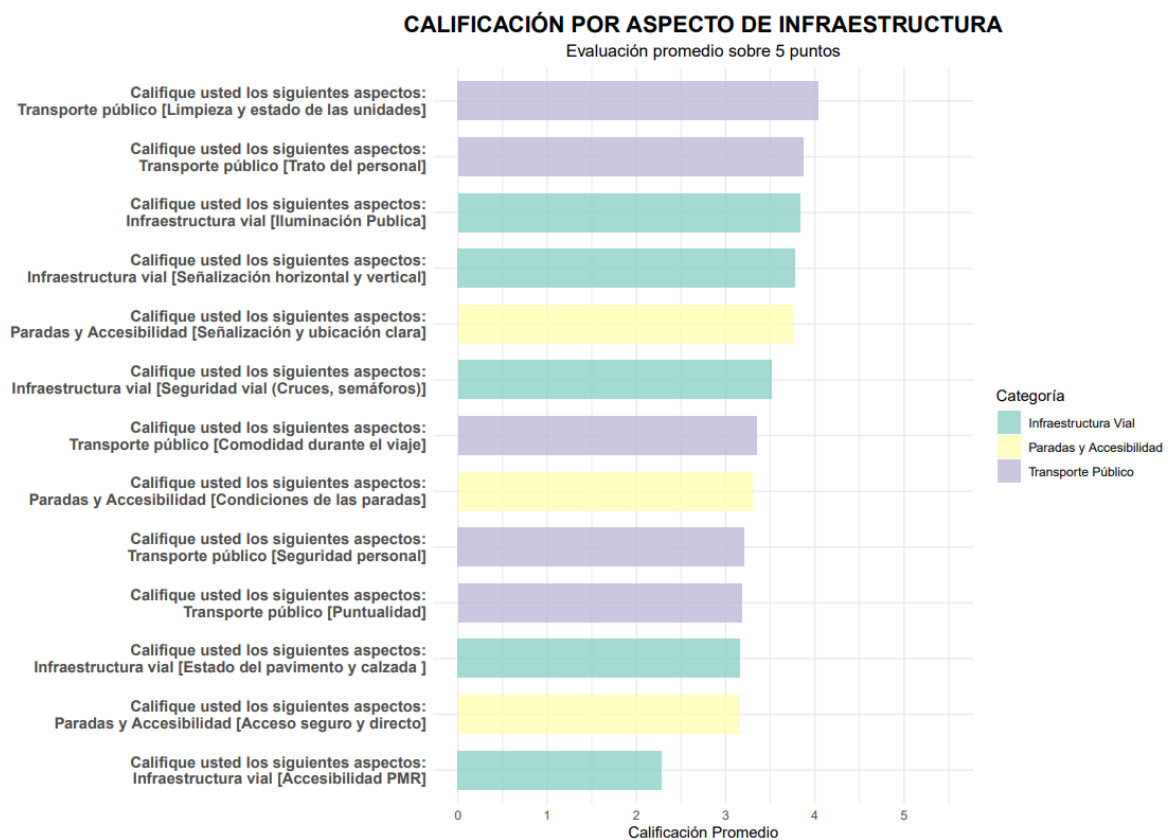
La valoración de los diferentes componentes del sistema de movilidad (Figura 19) muestra resultados heterogéneos que revelan fortalezas y debilidades críticas. En el ámbito del transporte público, aspectos como el "trato del personal" y la "limpieza y estado de las unidades" obtienen las calificaciones más elevadas aproximadamente 3.8/5 y 4.2/5 respectivamente, mientras que elementos fundamentales como la "puntualidad" y la "seguridad personal" reciben puntuaciones notablemente inferiores alrededor de 3.2/5, indicando serias deficiencias en la confiabilidad y percepción de seguridad del servicio.

Respecto a la infraestructura vial, la "iluminación pública" y "señalización horizontal y vertical", tiene calificaciones de alrededor 3.7/5. Por otro lado, el "estado del pavimento y calzada" presentan evaluaciones mediocres (3.1/5), sugiriendo necesidades de mantenimiento

urgente. Sin embargo, los aspectos más críticos se observan en las paradas y accesibilidad, donde "acceso seguro y directo" y "accesibilidad para PMR" obtienen las calificaciones más bajas de 3.2/5 y 2.2/5 respectivamente, evidenciando graves carencias en inclusividad y diseño universal. Esta distribución de evaluaciones destaca la necesidad de intervenciones prioritarias en accesibilidad, seguridad vial y puntualidad del servicio para mejorar la calidad integral del sistema de movilidad.

Figura 19

Calificación por aspecto de infraestructura.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

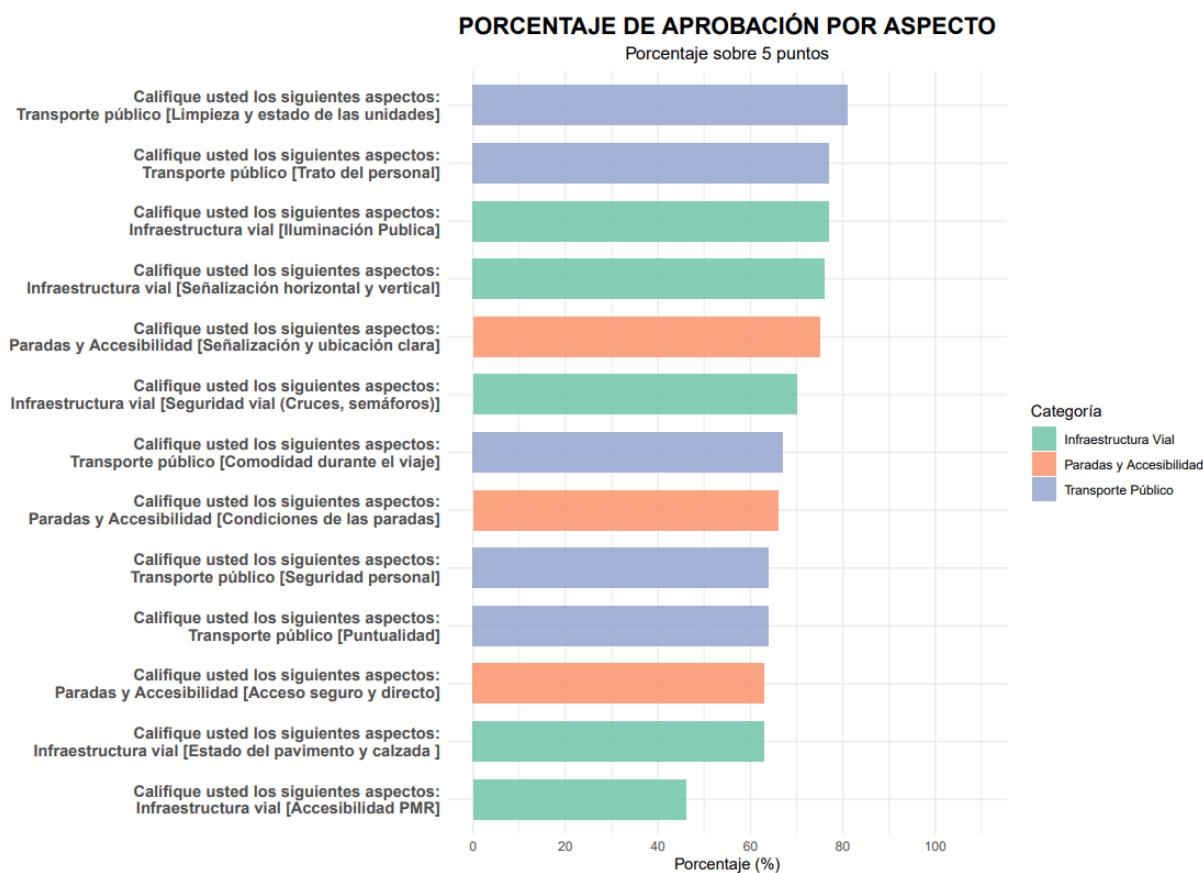
Los resultados de aprobación ciudadana (Figura 20) muestran una clara estratificación en la percepción de calidad. Los aspectos mejor evaluados corresponden al transporte público, donde el "trato del personal" y la "limpieza de las unidades" superan el 80% de aprobación, reflejando una gestión adecuada en estos componentes. Le siguen elementos

como la "comodidad durante el viaje" y la "señalización vial", que alcanzan aproximadamente un 70% de aceptación.

En contraste, se identifican deficiencias críticas en dimensiones esenciales: la "puntualidad" del transporte y la "seguridad personal" no alcanzan el 65% de aprobación, situándose como los aspectos peor valorados. De manera particularmente preocupante, los componentes de accesibilidad registran las puntuaciones más bajas, donde el "acceso seguro y directo" y la "accesibilidad para PMR" apenas superan el 45% de aprobación, evidenciando graves carencias en la inclusividad del sistema. Estos resultados demandan intervenciones urgentes en fiabilidad operacional, seguridad y diseño universal para elevar los estándares de calidad del servicio.

Figura 20

Porcentaje de aprobación por aspecto.



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.2.9 Propuestas a mejorar.

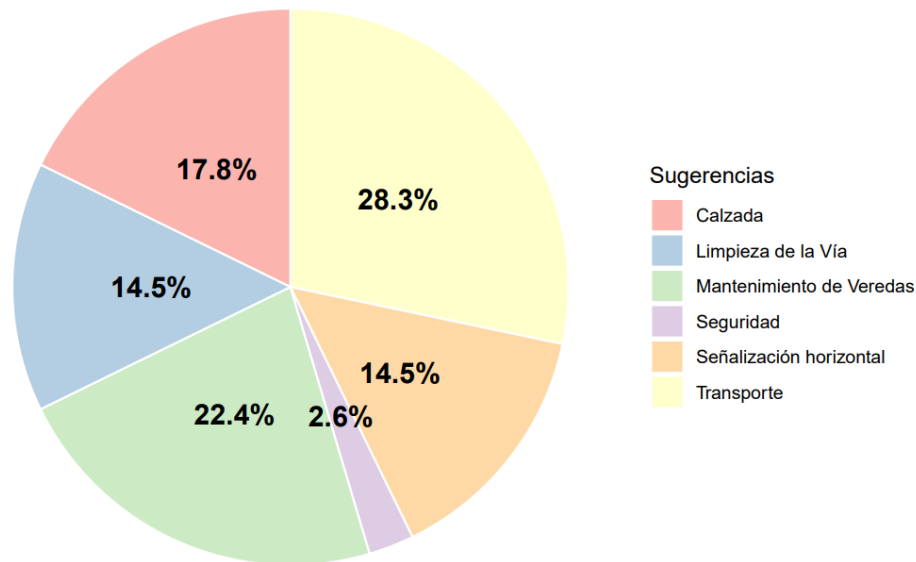
Las propuestas de los ciudadanos para mejorar el sistema de transporte (Figura 21) muestran claramente cuáles son sus prioridades. La categoría de transporte abarca la mayor parte de las recomendaciones (28.3%), enfocándose en aspectos operativos como la frecuencia, la puntualidad y la comodidad del servicio. En segundo lugar, se encuentra el mantenimiento de las aceras (22.4%), lo que demuestra una preocupación significativa por la calidad de la infraestructura destinada a peatones y la necesidad de espacios seguros y accesibles para caminar.

Otras peticiones importantes son la mejora de la calzada (17.8%) y la señalización en el suelo (14.5%), elementos que están directamente relacionados con la seguridad en las vías y la fluidez del tráfico. La limpieza de las calles también recibe un alto nivel de atención (14.5%), lo cual refleja la necesidad de condiciones saludables en los espacios públicos. Es especialmente notable la escasa cantidad de sugerencias focalizadas en la seguridad (2.6%), lo que podría sugerir que se percibe que este tema necesita soluciones más complejas que simples cambios en la infraestructura. Estas preferencias de los ciudadanos ofrecen una guía valiosa para determinar cuáles intervenciones deben ser priorizadas en el sistema de movilidad urbana.

Figura 21

Principales sugerencias de mejora.

PRINCIPALES SUGERENCIAS DE MEJORA



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

Los aportes adicionales de la población (Figura 22) muestran claras sugerencias enfocadas en la modernización y la seguridad en las vías. La propuesta más destacada es la incorporación de botones en los semáforos, con un 34%, lo que resalta una evidente necesidad de mejorar la conexión de los peatones con los semáforos y dar prioridad a los tiempos de cruce para aquellos en situaciones vulnerables. En segundo lugar, se encuentra la petición de paradas de autobús con información actualizada en tiempo real (24.3%), enfatizando la necesidad de contar con sistemas inteligentes que disminuyan la incertidumbre durante la espera y mejoren la experiencia del usuario.

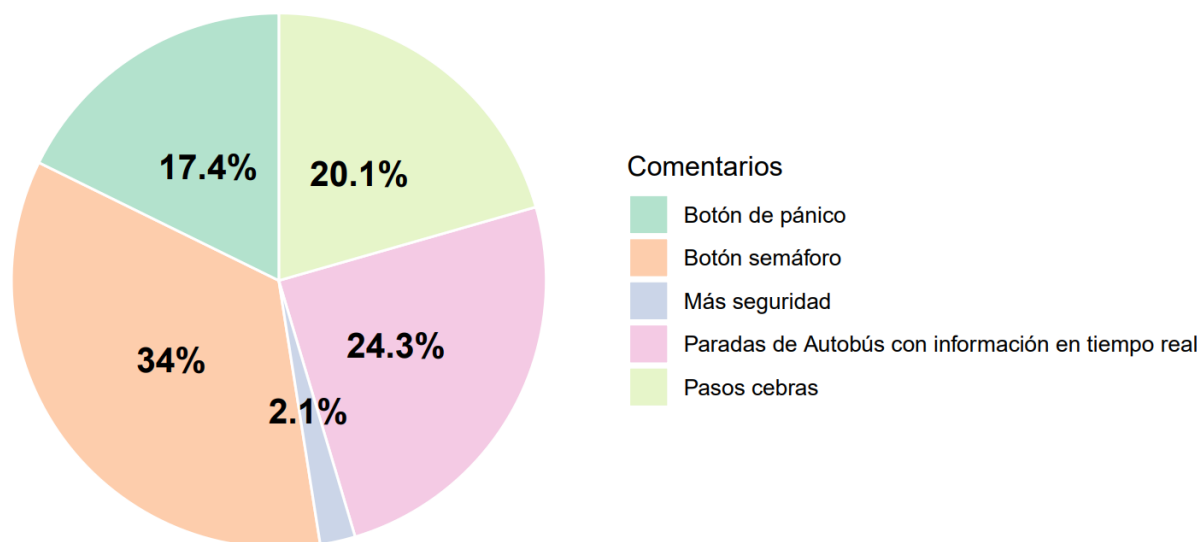
Otras recomendaciones técnicas comprenden la instalación de pasos peatonales mejorados (20.1%) y botones de emergencia (17.4%), centrados en la protección física y la reacción durante emergencias. Es interesante notar que se menciona poco el deseo de "mayor seguridad" (2.1%), lo que indica que los usuarios prefieren propuestas concretas en lugar de afirmaciones vagamente generales. Estas sugerencias resaltan el interés de la ciudadanía en

soluciones de movilidad inteligente que combinen tecnología, accesibilidad y respuestas ágiles ante situaciones de peligro.

Figura 22

Comentarios adicionales.

COMENTARIOS ADICIONALES



Nota: Elaboración propia en el software RStudio.

4.3 Modelación de la red vial actual

4.3.1 Evaluación técnica de la infraestructura vial existente

La valoración técnica de la red vial del corredor Camino a Patamarca se llevó a cabo a través de un análisis basado en múltiples criterios, que combinó observaciones directas y la información de las Encuestas Origen-Destino (EOD). Este procedimiento facilitó la definición de la situación actual de la carretera en cuanto a su operatividad, seguridad y accesibilidad, detectando las principales carencias que impactan la movilidad de los usuarios.

Primero, se inspeccionó el estado del pavimento y la calzada. De acuerdo con los lineamientos del Manual de Obras Públicas del Ecuador (MOP, 2003), se encontraron secciones con deterioro superficial que varía de moderado a severo, abarcando grietas, baches y deformaciones, lo que disminuye la comodidad y seguridad tanto para vehículos como para

peatones (Figura 23 y Figura 24). Además, el ancho de la calzada se consideró inadecuado para manejar el volumen de tráfico en horarios pico, lo que ocasiona embotellamientos y conflictos en las vías.

Figura 23

Calzada con deterioro superficial moderado.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 24

Calzada con deterioro superficial severo.



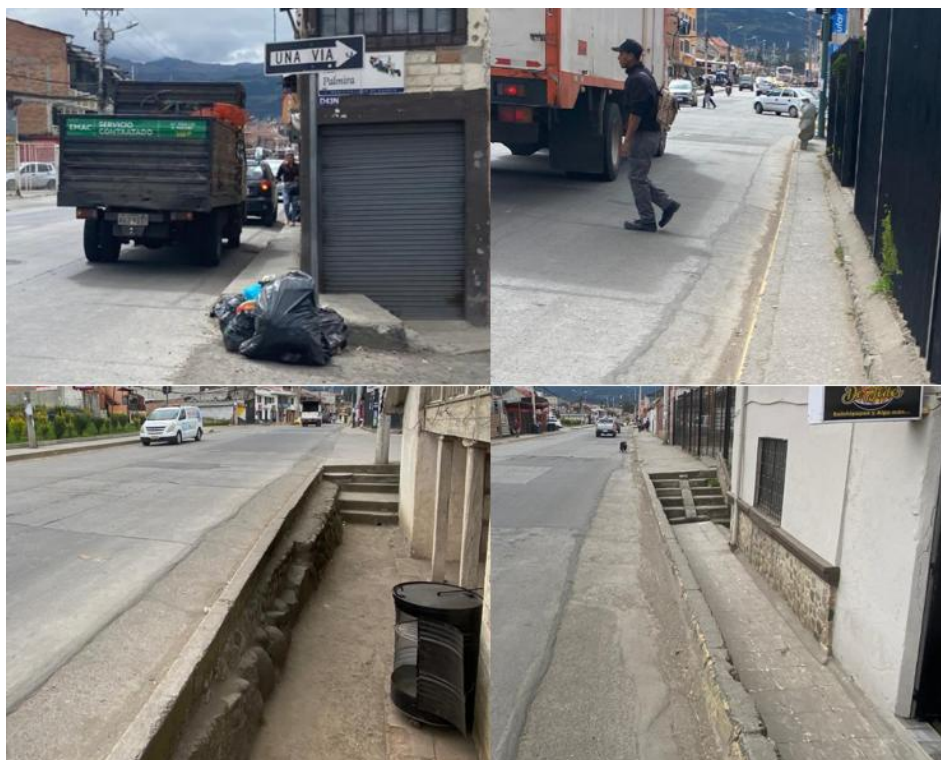
Nota: Elaboración Propia.

La infraestructura destinada a los peatones mostró serias insuficiencias a lo largo de todo el recorrido. En la mayoría de las secciones, las aceras no cumplen con los anchos mínimos requeridos que se indican las normas NEC de Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016), que sugiere un ancho de al menos 1.50 metros para que el tránsito de peatones, incluidas aquellas personas con movilidad limitada, sea fluido y seguro. Se observó que más

del 30% de las aceras eran más estrechas de 1.20 metros, y en algunas áreas con mayor concentración de peatones, como cerca de paradas de autobús y viviendas, el ancho bajaba a menos de 0.30 metros, forzando a los peatones a utilizar la calzada (Figura 25).

Figura 25

Insuficiencias: Falta de aceras e incumplimiento de anchos mínimos.



Nota: Elaboración Propia.

Además, solamente un 25% de los pasos peatonales disponía de rampas accesibles, lo que va en contra de la normativa estipulada en el Artículo 47 de la LOTTTSV. Por otra parte, la mayoría de las aceras presentaba un estado de deterioro considerable (Figura 26), con grandes desniveles y áreas hundidas, lo que representa un peligro constante de tropiezos y caídas, especialmente para las personas mayores y quienes tienen alguna discapacidad.

Figura 26*Deterioro en las aceras.***Nota:** Elaboración Propia.

En cuanto a la señalización tanto vertical como horizontal, se notó una evidente escasez de elementos que cumplan normas e informen adecuadamente (Figura 27). Solo un 40% de las intersecciones estaban debidamente señalizadas, mientras que el 60% restante mostraba señales en mal estado, faltantes o inadecuadamente posicionadas, contraviniendo lo estipulado en el Reglamento RTE INEN 004-1 (ANT, 2023). Esta carencia contribuye a la sensación de inseguridad reportada por el 41.82% de los encuestados. La señalización horizontal, especialmente los pasos de cebra, era muy escasa y se hallaba en mal estado (Figura 28). A lo largo de los 1.4 km evaluados, solo se encontraron 16 cruces peatonales marcados. Además, el 90% de estas marcas estaba gravemente desgastada y descolorida, llegando a ser casi invisibles para conductores y peatones, lo que incrementa considerablemente el riesgo de atropello en un área con elevada actividad comercial.

Figura 27*Escasez de señalización.***Nota:** Elaboración Propia.**Figura 28***Pasos cebras en mal estado.***Nota:** Elaboración Propia.

La calidad de la iluminación pública fue considerada como un aspecto positivo dentro del corredor. Se observó que el 90% de los postes de luz estaban funcionando y en buen estado, cumpliendo con los requisitos de intensidad lumínica y uniformidad que estipula el MOP (2003). Esta situación garantiza una visibilidad adecuada en la mayor parte del trayecto, favoreciendo la seguridad en las vías durante la noche.

De manera similar, se revisó la situación de la limpieza y el manejo de residuos sólidos en la zona. Aunque el servicio de recolección proporcionado por la entidad encargada se considera organizado y efectivo tanto en frecuencia como en cobertura, se detectó que el problema principal se debe a la conducta inapropiada de algunos ciudadanos al desechar sus desechos. Como se puede ver en las imágenes (Figura 29), es habitual notar que los usuarios sacan las bolsas de desperdicios en horarios no permitidos. Además, las colocan directamente

en la acera o incluso en la calle. Esta conducta, que es ajena al servicio de recolección como tal, provoca impedimentos para los peatones, perjudica la apariencia urbana, genera riesgos sanitarios debido a la ruptura de las bolsas y atrae animales perjudiciales, además de que puede convertirse en un obstáculo visual que disminuye la seguridad vial en las intersecciones.

Figura 29

Presencia de fundas de basura en las aceras.



Nota: Elaboración Propia.

Por último, la disponibilidad de transporte público presentó una distribución desigual en el espacio (Figura 30). Las paradas de autobús no contaban con refugios, información actualizada y condiciones básicas de confort, lo cual se refleja en la baja calificación en “accesibilidad para PMR” (2. 2/5) y “acceso seguro” (3. 2/5) que se observó en las encuestas. La combinación de aceras angostas y en mal estado, la ausencia casi total de pasos peatonales

seguros crea un entorno vial poco amigable para los peatones, lo que lleva a los usuarios a optar por el transporte motorizado, incluso para trayectos cortos.

Figura 30

Paradas de autobús sin refugio y sin información actualizada.



Nota: Elaboración Propia.

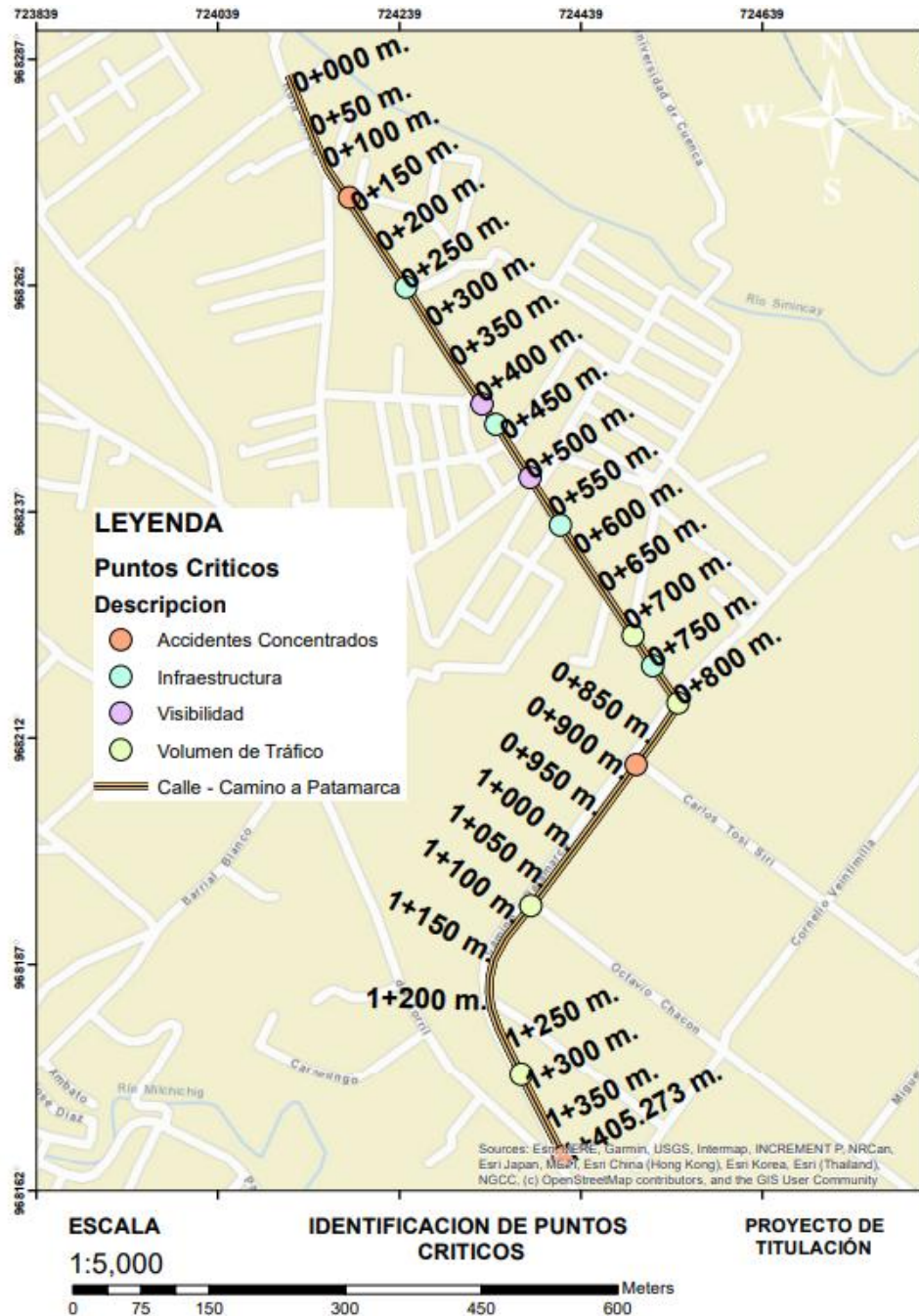
4.3.2 Identificación de nodos críticos y brechas de infraestructura

Mediante un levantamiento visual y análisis geoespacial con herramientas SIG, se identificaron 13 nodos críticos a lo largo del corredor Camino a Patamarca, caracterizados por altos índices de accidentes concentrados, deficiencias en la infraestructura y conflictos de movilidad. Estos puntos se ubican en las siguientes abscisas: 0+150, 0+250, 0+400, 0+450, 0+500, 0+550, 0+700, 0+750, 0+800, 0+900, 1+050, 1+300 y 1+405.273.

La metodología combinó trabajo de campo con procesamiento digital para caracterizar cada nodo según cuatro parámetros predefinidos: concentración de accidentes, estado de la infraestructura, condiciones de visibilidad y volumen de tráfico. Los mismos criterios establecidos en la leyenda del mapa de puntos críticos (Figura 31). El análisis de datos históricos proporcionados por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) del cantón Cuenca para el período 2022-2023 reveló que estas 13 abscisas concentraron un total de 47 accidentes de tránsito, con una severidad que varió desde colisiones leves hasta incidentes con lesionados.

Figura 31

Mapa de identificación de puntos críticos.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

Los tipos de accidentes más frecuentes fueron:

- Colisiones laterales y por alcance: Concentradas principalmente en las intersecciones no señalizadas de las abscisas 0+250, 0+500 y 1+050, donde la falta de señales de Pare o Ceda el Paso genera ambigüedad en la prioridad de paso.

- Atropellos: Localizados en zonas de alta afluencia peatonal, especialmente en las abscisas 0+400, 0+750, 0+800 y 1+300. Estos puntos coinciden con una ausencia total de pasos peatonales debidamente demarcados y con aceras en mal estado que obligan a los peatones a caminar sobre la calzada.
- Otros: Incluyen vuelcos y choques contra obstáculos fijos, relacionados con el mal estado del pavimento y la falta de protección lateral en curvas, notable en las abscisas 0+150 y 1+405.273.

Además, se identificaron brechas de infraestructura críticas y recurrentes en estos nodos:

- Falta de señalización: En varios puntos (abscisas 0+450 0+500 0+050 0+900 hasta 1+200) del tramo vial, carece por completo de señalización vertical regulatoria (señales de pare, límite de velocidad) o preventiva.
- Estado del pavimento: la calzada presenta deterioro severo (en las abscisas 0+200 0+500 hasta 0+750) del pavimento, con baches, grietas y hundimientos que afectan la estabilidad de los vehículos.
- Deficiencia en infraestructura peatonal: El área de estudio carecen de aceras con anchos reglamentarios, rampas de accesibilidad y pasos de cebra visibles, incumpliendo con él (MIDUVI, 2016) y la LOTTTSV.
- Problemas de visibilidad: En las abscisas 0+450 y 0+900, presentan visibilidad reducida debido a vegetación no podada que invade la sección vial y obstruye la visual en curvas e intersecciones.

La convergencia de puntos negros viales, junto con una infraestructura deteriorada y la visibilidad reducida en estos lugares concretos, hace que sea urgente actuar en dichas áreas. Para disminuir estos peligros, es crucial un plan completo que contemple la remodelación de

la vía, la colocación de señales, la conservación de la infraestructura actual y el aumento de la seguridad de los peatones.

4.3.3 Resultados de la modelación base.

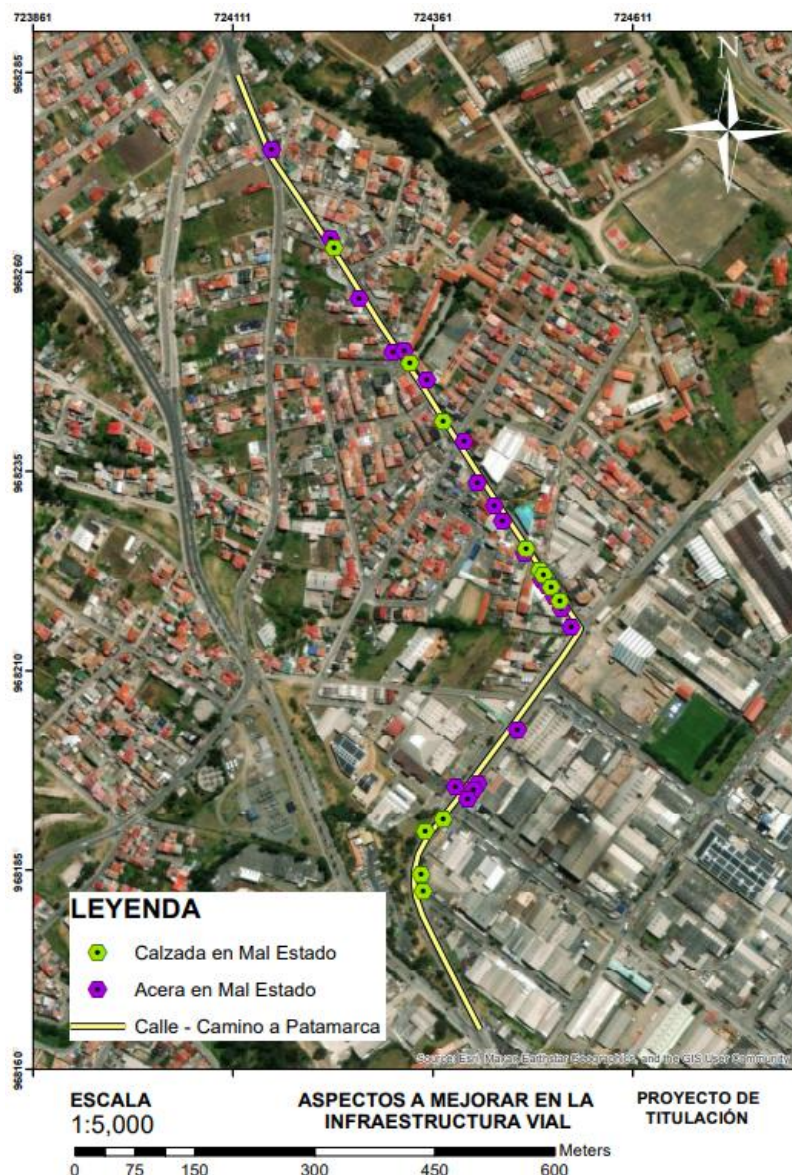
El estudio, al examinar la vía a Patamarca, reveló serios problemas de funcionamiento en diversos aspectos. El análisis del terreno mostró un daño generalizado en la carretera, con fisuras, hundimientos y alteraciones en la superficie a lo largo de todo el camino, siendo especialmente grave en ciertos puntos críticos. La carretera no da abasto en las horas de mayor tráfico, lo que causa atascos prolongados y un servicio muy deficiente en muchos tramos.

La revisión de las zonas peatonales mostró que las aceras son demasiado estrechas para caminar con seguridad, tienen superficies irregulares y están llenas de obstáculos, obligando a la gente a caminar por la carretera. El estudio identificó muchos lugares peligrosos donde vehículos y personas se cruzan, sobre todo en cruces donde no se ve bien y falta señalización. Estos datos coinciden con los accidentes registrados por las autoridades.

En la Figura 32, se muestra una representación reciente de la condición de la carretera vía a Patamarca. El mapa muestra cómo están realmente las calles y las aceras, usando símbolos para diferenciar las zonas que están deterioradas y las que necesitan arreglos urgentes. Lo que vemos en el mapa concuerda con lo que se encontró en el estudio técnico (sección 4.3.1), donde se notó que la calzada y las aceras están bastante dañados, y estos últimos son más angostos de lo que deberían ser. Estas zonas más críticas están sobre todo entre los puntos 0+400 y 1+100, justo donde hay más tráfico y problemas viales, según el estudio base (sección 4.3.1). Se puede observar donde se incumplen las medidas del Manual de Obras Públicas (MOP, 2003) y las Normas Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016).

Figura 32

Mapa de Aspectos a mejorar en la infraestructura vial.



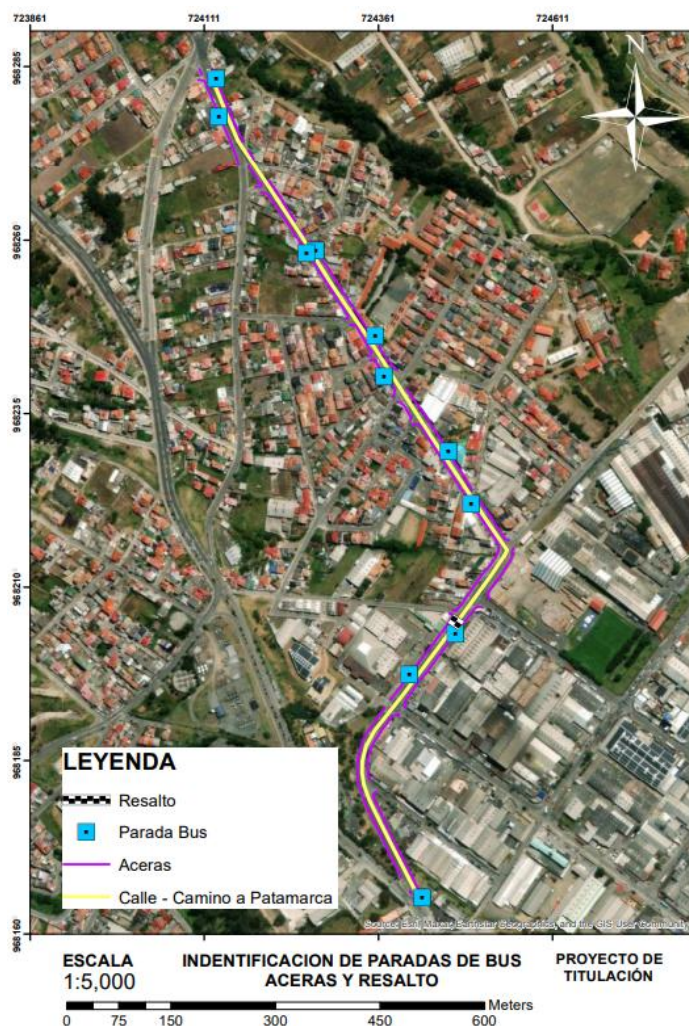
Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

El siguiente mapa (Figura 33) muestra las paradas de autobús, las aceras y las señales de límite de velocidad a lo largo del camino a Patamarca. El estudio con mapas muestra dónde se encuentran los servicios de transporte público y los elementos para disminuir la velocidad, lo que da contexto a los resultados del estudio técnico (sección 4.3.1). Este mapa nos ayuda a ver cómo están ubicadas las paradas de autobús en relación con el estado de las aceras cercanas y si hay reductores de velocidad para hacer más lento el tráfico. Se nota que

las paradas de autobús están cerca de las banquetas que están en malas condiciones, lo que dificulta el acceso para las personas que usan el transporte público, sobre todo para las personas con movilidad reducida (PMR), lo cual no cumple con las normas de Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016). Hay pocos reductores de velocidad, lo que indica que no se están aplicando muchas medidas para reducir el tráfico, lo cual coincide con la gran cantidad de vehículos y los problemas de tráfico que se encontraron en la modelación inicial (sección 4.3.2).

Figura 33

Mapa de identificación de paradas de bus, aceras y resalto.



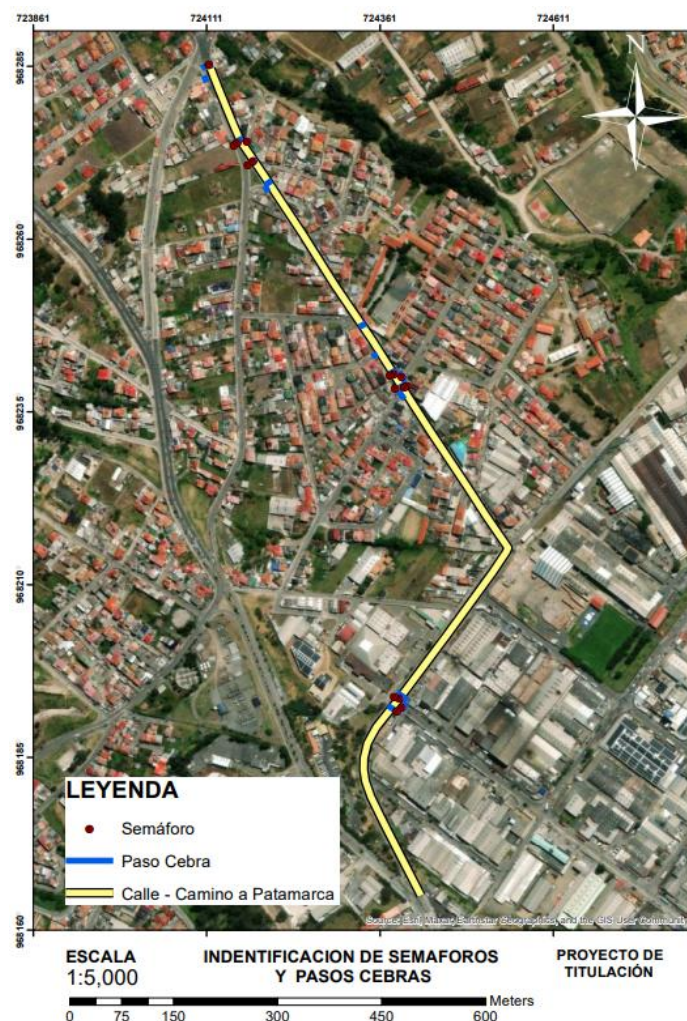
Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

Este mapa detalla la ubicación de semáforos y cruces peatonales en la vía a Patamarca (Figura 34). También muestra dónde están ubicados los dispositivos para regular el tráfico y

proteger a los peatones, relacionándose con los problemas de señalización y seguridad vial detectados en la sección 4.3.1. La visualización geográfica revela que no hay suficientes semáforos ni pasos de cebra en toda la ruta, especialmente en los cruces más peligrosos mencionados en la sección 4.3.2. Esta falta de elementos de control de tránsito ayuda a entender por qué hay tantos incidentes entre autos y personas, como se evidencia y confirma que el 41.82% de los usuarios se sienten inseguros, según las encuestas realizadas. Este estudio facilita ver dónde es más urgente instalar semáforos y pasos seguros para disminuir los accidentes, cumpliendo así con el Artículo 47 de la LOTTTSV (ANT, 2023) y las normas (MOP, 2003).

Figura 34

Mapa de identificación de semáforos y pasos cebras.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

Se creo un mapa (Figura 35) donde se muestra la ubicación de la señalización horizontal y vertical en el corredor camino a Patamarca. Especificando de que tipo son, dividiéndolas en preventivas (paso de gente, reductores de velocidad) y regulatorias (prohibido entrar, aparcar, pare y velocidad máxima). El mapa revela que no hay suficientes señales verticales en buenas condiciones en el trayecto de la vía, sobre todo en los cruces más peligrosos. Además, que no exista avisos de cruce de peatones pone en riesgo a las personas, algo que se dice en las encuestas de seguridad (ver sección 4.2.6). Esto prueba que no se cumplen las reglas de (MOP, 2003) ni la LOTTTSV (ANT, 2023), en especial la norma de poner señales en todo cruce que pueda ser peligroso (Artículo 209). El mapa ayuda a ver justo dónde se necesitan letreros para evitar problemas.

Figura 35

Mapa de identificación de señalética.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

4.4 Propuesta de rediseño

La propuesta de rediseño para el corredor Camino a Patamarca se desarrolló mediante un enfoque integral basado en los hallazgos de la evaluación técnica, la identificación de puntos críticos los cuales están ubicados en 13 abscisas representativas de la zona de estudio, y los resultados de la modelación base. Los mismos que permitirán elaborar la modelación en ArcGIS con el objetivo principal de transformar el corredor en un eje vial seguro, eficiente e inclusivo que priorice la movilidad sostenible y cumpla con la normativa nacional vigente.

4.4.1 Principios de diseño.

La propuesta se fundamenta en cuatro principios:

- **Seguridad vial:** Implementación de medidas pasivas y activas para reducir conflictos viales y proteger a los usuarios más vulnerables (peatones, ciclistas).
- **Accesibilidad universal:** Garantizar que toda la infraestructura sea utilizable por todas las personas, independientemente de su condición física o edad, cumpliendo con las normas de Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016).
- **Eficiencia operativa:** Optimización de la capacidad vial y mejora de los niveles de servicio mediante gestión de tráfico y reorganización del espacio.
- **Sostenibilidad ambiental:** Incorporación de materiales de bajo impacto.

4.4.2 Componentes principales para mejorar la Infraestructura.

La propuesta incluye intervenciones de ingeniería vial basadas en los estándares del Manual de Obras Públicas (MOP, 2003):

- **Rehabilitación de la calzada:** Recapeo de la calzada con mezcla asfáltica de alto rendimiento, cumpliendo con las especificaciones del Manual de Obras Públicas (MOP, 2003). Incluye la nivelación de base y sub-base en los tramos con mayor deformación.

- **Rehabilitación de aceras:** Reconstrucción de aceras con anchos mínimos de 1.80 metros en tramos comerciales/residenciales y 2.50 metros en zonas de alta afluencia peatonal. Implementación de rampas de accesibilidad en todos los cruces peatonales, con texturas podo táctiles para personas con discapacidad visual.
- **Pasos peatonales seguros:** Readecuación de los 16 pasos cebras existentes e implementación de 3 pasos cebras con demarcación termoplástica de alta visibilidad y material antideslizante. Priorizando las abscisas más críticas (0+700, 0+900, 1+200).
- **Señalización:** Readecuación de señalización vertical regulatoria (señales de pare y ceda el paso) e implantación de señalización preventiva en todas las intersecciones. Incluye señalización horizontal completa con demarcación de carriles y zonas de no estacionamiento.
- **Medidas de calmad de tráfico:** Implementación de 2 resaltos o rompe velocidades en puntos estratégicos para reducir la velocidad vehicular, particularmente en zonas con alta concentración peatonal (0+300, 0+750).
- **Mejora de paradas de bus:** Modificación de 5 paradas de bus en ambos sentidos del corredor con refugios, asientos, información de rutas en tiempo real, iluminación y rampas de acceso, ubicadas en puntos seguros (0+50, 0+450, 0+500, 1+000, 1+405.273).

4.4.3 Componentes tecnológicos de seguridad

Considerando la percepción de inseguridad reportada por el 41.82% de los usuarios y los patrones de accidentalidad identificados, se propone la instalación de sistemas de alerta temprana y respuesta rápida:

- **Botones de pánico inteligentes:** Instalación de 2 dispositivos de emergencia conectados a un centro de monitoreo municipal, estratégicamente ubicados en las abscisas de mayor riesgo peatonal (0+450, 1+050). Cada unidad contará con

iluminación, cámara de videovigilancia y audio bidireccional, conformando una red de "islas de seguridad" especialmente durante la noche (Ministerio del Interior, 2022).

- **Sistema semafórico peatonal:** Implementación de 4 cruces peatonales semaforizados con botones de demanda (abscisas 0+150, 0+500, 0+800), programados con tiempos de cruce adecuados para adultos mayores y personas con movilidad reducida. Los semáforos integrarán detectores de presencia para priorización peatonal y alertas audio-táctiles para personas con discapacidad visual (ANT, 2023).

4.4.4 Modelación con mejoras.

Tras un análisis exhaustivo del estado de las carreteras en Camino a Patamarca, se detectaron puntos débiles importantes en seguridad, facilidad de uso y buen funcionamiento. A partir de los datos técnicos y los estudios de viajes, se elaboró un plan de mejora que combina obras de ingeniería con tecnología, buscando convertir la zona en una vía segura para todos y respetuosa con el medio ambiente. El uso de ArcGIS para crear modelos del terreno hizo más fácil ver y mejorar cada cambio, asegurando que se cumplan las leyes del país y se atiendan las necesidades de transporte de la gente (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003).

El mapa adjunto (Figura 36) detalla las acciones clave que se proponen para la estructura vial. Se plantea el repapeo integral de la superficie de rodadura aplicando una mezcla asfáltica de alta calidad, siguiendo las directrices del Manual de Obras Públicas (MOP, 2003), específicamente en los tramos más dañados ubicados entre las abscisas 0+350 a 0+500 y 0+750. Asimismo, se planea rehacer las aceras, dándoles un ancho de al menos 1.80 m en áreas residenciales y 2.50 m en áreas con mucho tránsito peatonal, asegurando que todos puedan acceder y desplazarse sin problemas (MIDUVI, 2016).

Figura 36

Mapa de mejoras: Recapeo de calzada y reconstrucción de aceras.



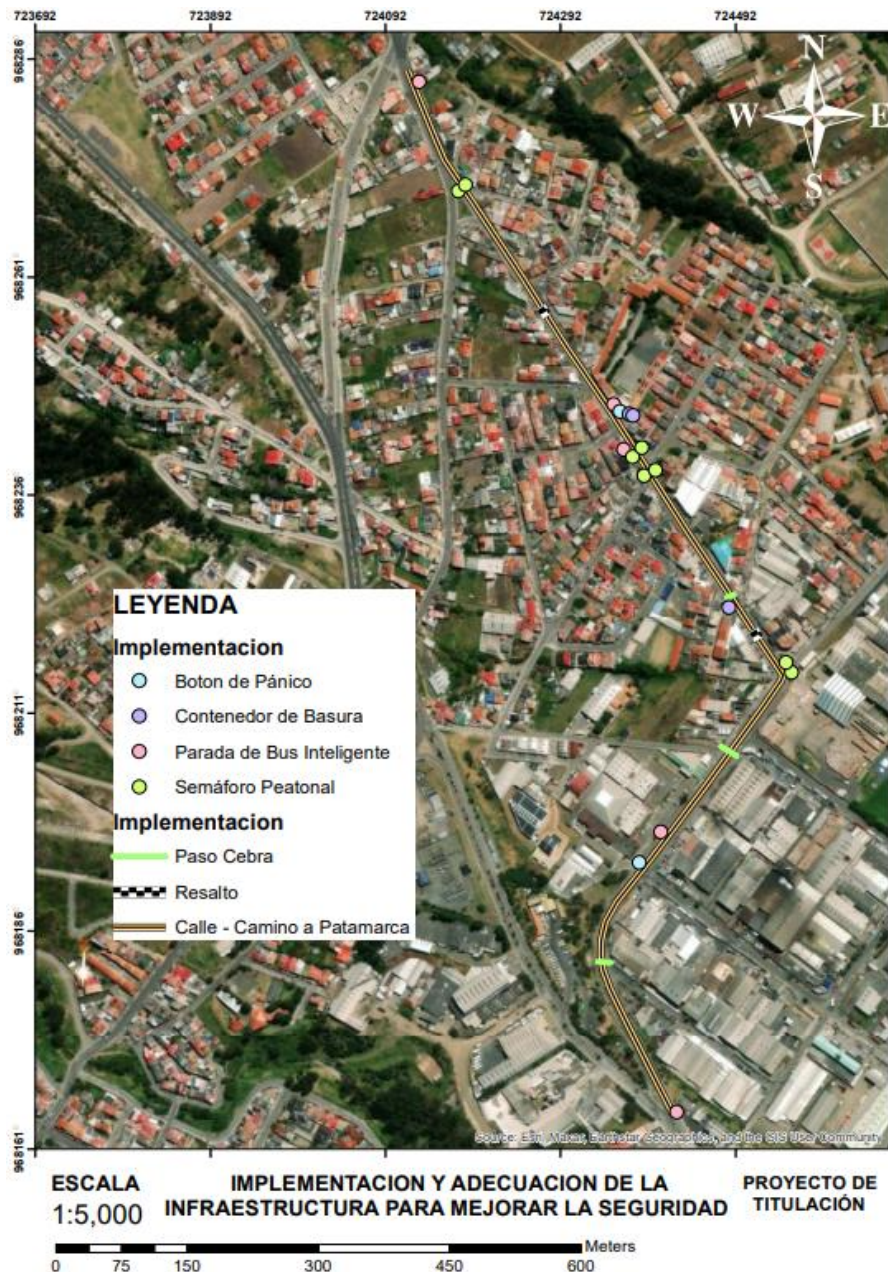
Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

La Figura 37 muestra la ubicación estratégica de distintos elementos tecnológicos y de seguridad vial. Incluye la colocación de botones de emergencia inteligentes en puntos críticos (0+450, 1+050), semáforos para peatones con alertas táctiles y sonoras (0+150, 0+500, 0+800), paradas de autobús inteligentes que ofrecen información actualizada, así como la instalación de basureros para combatir la disposición inapropiada de residuos. Estas acciones responden específicamente a la sensación de inseguridad mencionada por el 41. 82% de los

usuarios y tienen como objetivo establecer "zonas de seguridad", sobre todo en horarios nocturnos (Agencia Nacional de Tránsito [ANT], 2023).

Figura 37

Mapa de mejoras: Implementación y adecuación de la infraestructura para mejorar la seguridad.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

Este mapa (Figura 38) detalla la propuesta para la señalización vertical preventiva y regulatoria necesaria para disminuir los conflictos de tráfico que se han detectado. Se contempla la colocación de señales de "Pare", "Cruce de Peatones", "Reduzca la Velocidad",

"No Pase" y "Proximidad de Resalto" en cruces y lugares donde ocurren muchos accidentes. La implementación de esta señalización sigue lo estipulado en el Reglamento RTE INEN 004-1 (ANT, 2023) y en el Manual de (MOP,2003), con el objetivo de eliminar la confusión sobre quién tiene prioridad en el paso y de bajar la velocidad de los vehículos.

Figura 38

Mapa de mejoras: Implementación de señalética.



Nota: Elaboración propia en el software ArcGIS.

4.5 Análisis comparativo

El estudio comparativo entre la situación actual y la propuesta de rediseño se enfoca en evaluar las propiedades físicas y normativas de la infraestructura vial del corredor Camino a Patamarca. La evaluación estática se lleva a cabo mediante la comparación de características que pueden medirse y verificarse, tomando como base el cumplimiento de los estándares técnicos que se encuentran en el Manual de Obras Públicas (MOP, 2003), las normas de Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016) y la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV).

En cuanto a la infraestructura destinada a los peatones, el análisis inicial reveló que más del 30% de las aceras tenían anchos menores a 1.20 metros, lo que no cumple con el ancho mínimo requerido de 1.50 m (MIDUVI, 2016). Además, solo un 25% de los pasos peatonales contaba con rampas accesibles. La propuesta de rediseño aborda estas fallas al determinar aceras con anchos mínimos de 1.80 m en áreas comerciales y residenciales, y de 2.50 m en zonas con alta afluencia de peatones, asegurando un 98% de accesibilidad mediante la instalación de rampas podo táctiles en todos los cruces para peatones.

Respecto a la señalización y la seguridad pasiva, la situación inicial presentaba una deficiencia notable: únicamente el 40% de las intersecciones disponía de señalización vertical correcta y el 90% de la demarcación horizontal estaba deteriorada o no existía. La propuesta incluye señales verticales reglamentarias (como Pare y No Pase) y señales preventivas en todas las intersecciones, además de reinstalar 19 pasos peatonales con pintura termoplástica que ofrece alta visibilidad y resistencia al deslizamiento. También se integrarán 2 dispositivos de reducción de velocidad en lugares estratégicos, con la finalidad de eliminar las áreas de confusión en la prioridad de paso que se han detectado en las 13 intersecciones críticas.

En lo que respecta a las instalaciones que apoyan el transporte público y peatonal, el escenario original tenía paradas de autobús sin refugios, sin información y sin las condiciones

mínimas de accesibilidad. La propuesta prevé la transformación de 5 paradas de autobús en ambas direcciones, dotándolas de refugios, asientos, información actualizada y sistema de iluminación, garantizando así el confort y la seguridad para los usuarios.

Por último, en el ámbito tecnológico y de seguridad activa, el escenario inicial carecía completamente de elementos tecnológicos. La propuesta introduce nuevas herramientas, como 2 botones de emergencia inteligentes que están conectados a un centro de monitoreo, y 4 cruces peatonales con semáforos peatonales que cuentan con botones de demanda y alertas sonoras y táctiles, todos diseñados para mejorar la sensación de seguridad en los lugares con mayor riesgo para los peatones.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis actual sobre la infraestructura vial relacionada con el corredor Camino a Patamarca, ubicado en la parroquia Hermano Miguel del cantón Cuenca, ha proporcionado descubrimientos importantes que ilustran la compleja relación entre las condiciones de las vías, los hábitos de movilidad de los habitantes y la percepción de seguridad de los usuarios. A través de un estudio detallado que integró tanto métodos cuantitativos como cualitativos incluyendo encuestas de origen-destino, modelado geoespacial estático con ArcGIS y evaluación técnica en el lugar se llegó a la conclusión de que el corredor presenta serias deficiencias en la infraestructura que restringen su efectividad, seguridad y accesibilidad. La notable falta de señalización tanto vertical como horizontal, el grave deterioro del pavimento en áreas clave, y casi la total inexistencia de aceras con el ancho adecuado o rampas accesibles, no solo infringen lo que estipulan normativas como el Manual de Obras Públicas (MOP, 2003) y las normas de Accesibilidad Universal (MIDUVI, 2016), sino que también crean condiciones arriesgadas que explican la elevada percepción de inseguridad reportada por el 41.82% de los encuestados.

Los patrones de movilidad obtenidos de las Encuestas Origen-Destino (EOD) mostraron una clara dependencia al transporte público, que comprende el 60.58% de los viajes, seguido del uso del vehículo privado, que representa un 24.39%. Este perfil de modos de transporte refleja una situación socioeconómica donde predomina la clase media entre los usuarios, pero también indica la escasez de alternativas de movilidad activa y segura. El desglose del análisis por género reveló diferencias significativas en las elecciones de transporte: las mujeres tienden a preferir modos que son percibidos como más seguros, pero menos económicos, como el taxi (60.9% de usuarias), en tanto que los hombres predominan en el uso de la bicicleta (70.6%), lo que sugiere la presencia de barreras tanto perceptivas como físicas que afectan la movilidad con enfoque de género. Además, la mayoría de la

población es joven (51.20% entre 18 y 25 años), con motivos de viaje relacionados con actividades educativas, lo que subraya la necesidad de priorizar intervenciones que beneficien a este grupo, asegurando una conexión segura hacia los centros de educación superior identificados como focos de viajes.

La detección de 13 puntos clave a través de herramientas SIG situados en posiciones específicas a lo largo del corredor evidenció la relación espacial entre los accidentes de tráfico reportados por la ANT (que suman 47 en el periodo 2022-2023) y las deficiencias en la infraestructura. Estos lugares se destacan por problemas frecuentes como la ausencia de señalización, baja visibilidad, el mal estado de la carretera y los conflictos entre automóviles y peatones. La modelación geoespacial estática no solo ayudó a evaluar la situación actual de la vía, sino que también permitió prever el efecto de las propuestas de mejora, demostrando que acciones como el repapeo, la renovación de aceras, la colocación de señalización adecuada y la implementación de medidas para reducir la velocidad del tráfico junto con elementos tecnológicos como semáforos peatonales con alertas táctiles y botones de emergencia inteligentes pueden cambiar significativamente las condiciones de operación y seguridad del corredor.

Finalmente, esta investigación pone de manifiesto que la problemática de movilidad en el corredor Camino a Patamarca es compleja, lo que requiere un enfoque integral que combine intervenciones en la ingeniería vial, el uso de tecnología, el cumplimiento de normativas y la consideración de aspectos sociales. Los resultados obtenidos ofrecen una base técnica robusta y comprobada para la toma de decisiones y la priorización de inversiones públicas dirigidas a convertir este vital eje vial en un lugar seguro, eficiente y accesible para todos los usuarios, contribuyendo de esta manera a una movilidad urbana más justa y sostenible en la parroquia Hermano Miguel.

Con base en los resultados del análisis, se sugiere priorizar la ejecución de las mejoras propuestas, comenzando con la reparación de la calzada y aceras, la instalación de señales tanto verticales como horizontales, y la creación de cruces peatonales seguros en los puntos críticos identificados. Además, es esencial fortalecer la gestión y el mantenimiento de la infraestructura vial a través de un plan regular de inspección y conservación, con especial atención a la poda de vegetación que obstruya la vía. Se recomienda que los futuros proyectos de movilidad incorporen enfoques de género y accesibilidad universal, asegurando que las intervenciones atiendan las necesidades diversas de todos los usuarios, incluyendo a personas con movilidad limitada, ancianos y mujeres. Asimismo, es importante llevar a cabo campañas de Educación Vial dirigidas a automovilistas, peatones y usuarios del transporte público, para fomentar comportamientos seguros y el cumplimiento de las normas de tráfico. Es fundamental realizar estudios de movilidad periódicos que utilicen encuestas de origen-destino desglosadas, para seguir la evolución de los hábitos de desplazamiento y evaluar el efecto de las intervenciones implementadas. Por último, se debe coordinar con las autoridades locales como el Municipio de Cuenca y la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) la puesta en marcha de sistemas de transporte inteligente, que incluyan paradas con información en tiempo real y botones de emergencia, para mejorar la experiencia de los usuarios y aumentar la seguridad en el corredor.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.). *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33–42.
- Chantal, K., Shao, X., Jing, B., Yuan, Y., Hou, M., & Liao, L. (2013). Effects of effective microorganisms (EM) and bio-organic fertilizers on growth parameters and yield quality of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(2), 1212–1215.
- Imam, M. Z., & Akter, S. (2011). *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L.: A Phytochemical and Pharmacological Review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(5), 14–20.
- Kumar, G., & Sarma, B. K. (2016). Eco-friendly Management of Soil-borne Plant Pathogens through Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *SATSA Mukhapatra - Annual Technical Issue*, 20, 167–171.
- Mishra, J., Prakash, J., & Kumar Arora, N. (2016). Role of Beneficial Soil Microbes in Sustainable Agriculture and Environmental Management. *Climate Change and Environmental Sustainability*, 4(2), 137–149. <http://doi.org/10.5958/2320-642X.2016.00015.6>
- Nandal, M., & Hooda, R. (2013). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A review article. *International Journal of Current Research*, 5(12), 3863–3871. Retrieved from <http://www.journalcra.com/article/plant-growth-promoting-rhizobacteria-review-article>
- Posada, L. F., Alvarez, J. C., Hu, C.-H., De Bashan, L., & Bashan, Y. (2016). Construction of probe of the plant growth-promoting bacteria *Bacillus subtilis* useful for fluorescence in situ hybridization. *Journal of Microbiological Methods*, 128, 125–129. <http://doi.org/10.1016/j.mimet.2016.05.029>

- Watanabe, M., Veen, S. Van Der, Nakajima, H., & Abee, T. (2012). Effect of respiration and manganese on oxidative stress resistance of *Lactobacillus plantarum*. *Microbiology* (2012), 158, 293–300. <http://doi.org/10.1099/mic.0.051250-0>
- Agencia Nacional de Tránsito (ANT). (2023). *Estadísticas de siniestralidad vial 2022-2023*.
- Litman, T. (2022). Well measured: Developing indicators for sustainable and livable transport planning. Victoria Transport Policy Institute.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP). (2003). *Manual de Obras Públicas del Ecuador*.
- Municipio de Cuenca. (2020). Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). <https://www.cuenca.gob.ec/>
- PDOT Cuenca. (2022). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca.
- Arévalo Otorongo, P. A., & Darquea Córdova, F. J. (2025). Análisis comparativo de las normas Nevi2012 y el reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre vigente.
- Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). R for data science: Import, tidy, transform, visualize, and model data. O'Reilly Media.
- World Health Organization (WHO). (2022). Global status report on road safety 2022. <https://www.who.int/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Registro Oficial Suplemento 299.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). Informe global sobre seguridad vial.
- Dumont, A., & Bert, J. (2019). Traffic Simulation and Data: A Practical Guide. Elsevier.
- García, A., Romero, M., & Paz, A. (2021). Data-driven approaches in urban traffic analysis: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, *8*(3), 45-

58. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.05.002>

National Complete Streets Coalition. (2020). *The Best Complete Streets Policies of 2020*. Smart Growth America.

Sánchez, R., & Torres, E. (2019). Movilidad peatonal en pendientes: Un desafío para la inclusión en ciudades de montaña. *Revista de Urbanismo*, 41, 1-15. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2019.54215>

Smith, J. (2018). Universal Design in Urban Transportation Systems: Principles and Applications. *Journal of Urban Planning*, 45(3), 112-125.

De Luca, S., Di Pace, R., & Memoli, S. (2021). Optimization models for sustainable urban transportation planning: A review. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102900. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102900>

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2019). *The handbook of road safety measures* (2nd ed.). Emerald Publishing

Guerra, E., & Cervero, R. (2019). The half-mile circle: Does it best represent transit station catchments? *Transportation Research Record*, 2673(6), 1-10. <https://doi.org/10.1177/0361198119849098>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *RTE INEN 004-1: Reglamento Técnico Ecuatoriano de Señalización Vial. Parte 1: Señalización Vertical*.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *RTE INEN 004-2: Reglamento Técnico Ecuatoriano de Señalización Vial. Parte 2: Señalización Horizontal.

Banister, D., Akerman, J., Dreborg, K., Nijkamp, ., Schleicher-Tappeser, R., Stead, D., & y Steen, P. (2020). *Política europea de transporte y movilidad sostenible* . Routledge.

Col·lectiu Punt, 6., Ortiz, S., Ciocoletto, A., Fonseca, M., Casanovas, R., & Valdivia, B. (2021). *Movilidad Cotidiana con Perspectiva de Género: Guía metodológica para la planificación y el diseño del sistema de movilidad y transporte*. CAF.

Comision Europea. (2013). *Juntos por una movilidad urbana competitiva y eficiente en el uso de los recursos*. Bruselas: Comision Europea.

- Garber, N., & Hoel, L. (2009). *Traffic and Highway Engineering*. Virginia: CENGAGE Learning.
- González, I., & Czytajlo, N. (2022). Movilidad y género en contextos de vulnerabilidad: el caso del Sistema Metropolitano de Tucumán. *ÍCONOS* 73, 22.
- González, F. (2007). *Comparación de las características de movilidad urbana, patrones y parámetros de tránsito, transporte e infraestructura vial de la zona urbana del municipio de Popayán y análisis de la accesibilidad al transporte público colectivo urbano*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013). Implementación del transporte urbano sostenible en América Latina. *Research in Transportation Economics, Elsevier*, 66-77.
- Jirón, P., & Mansilla, P. (2013). Atravesando la espesura de la ciudad: vida cotidiana y barreras de accesibilidad de los habitantes de la periferia urbana de Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, 53-74.
- Kadiyali, L. (2008). *Traffic Engineering and Transport Planning*. New delhi: Khanna Publisher.
- Litman, T. (2020). *Evaluación de la accesibilidad para la planificación del transporte*. Victoria: Instituto de Política de Transporte de Victoria.
- Mendoza, A., Quintero, F., & Mayoral, E. (2003). *Seguridad Vial de Carreteras*. Sanfandila: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES-INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE .
- MIDUVI, M. d. (2016). *Norma NEC sobre Accesibilidad Universal (AU)*. Quito: Secretaría Técnica para la Gestión Inclusiva en Discapacidades (SETEDIS).
- Millares, C. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad: una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*.
- Ministerio de Transporte y Obras públicas del Ecuador. (2016). *Manual de diseño geométrico de Carreteras*. Quito.
- Ortúzar, J. d., & Willumsen, L. (2011). *Modelling Transport*. Reino Unido: John Wilwy & Sons, Ltd.
- Papacostas, C., & Prevedouros, P. (2001). *Transportation Engineering and Planning*. Prentice Hall.
- Pérez, G. (2019). Política de movilidad y consideraciones de género en América Latina. *Naciones Unidas*, 54.

Planzer, R. (2005). *La seguridad vial en la region de Amèrica Latina y el Caribe. Situaciòn actual y desafios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL.

Rodrigue, J. P. (2024). *The geography of transport systems* . New York: Routledge.

Sheffi, Y. (1985). *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.

7. ANEXOS

Figura 39

Código en RStudio.

```

1 # Instalar paquetes si es necesario
2 install.packages(c("readxl", "dplyr", "tidyr", "ggplot2", "plotly", "sf", "leaflet", "forcats", "stringr"))
3
4 # Cargar librerías
5 library(readxl) # Para leer Excel
6 library(dplyr) # Para manipulación de datos
7 library(tidyr) # Para datos tidy
8 library(ggplot2) # Para gráficos
9 library(plotly) # Para gráficos interactivos
10 library(stringr) # Para manipulación de texto
11 library(forcats) # Para factores
12
13 # CARGAR LIBRERÍAS ADICIONALES PARA GRÁFICOS
14 library(ggplot2)
15 library(plotly)
16 library(forcats)
17 library(scales)
18 library(RColorBrewer)
19
20 # Cargar los datos
21 file.choose()
22
23 # Ruta de archivo
24 encuesta <- read_excel("C:\\Users\\DELL\\Desktop\\TESIS_ALI\\TESIS\\Encuestas documentos\\ENCUESTA\\Encuesta.x
25
26 # Ver estructura de los datos
27 glimpse(encuesta)
28 str(encuesta)
29 head(encuesta)
30
31 # Renombrar columnas clave para facilitar el trabajo
32 encuesta_clean <- encuesta %>%
33   rename(
34     timestamp = "Marca temporal",
35     genero = "¿Cuál es su Género?",
36     edad = "Seleccione su rango de Edad:",
37     origen = "¿Dónde inicio su viaje? (Origen)",
38     destino = "¿Hacia que zona se dirige? (Destino)".

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 40

Código en RStudio.

```

39 motivo = "¿Cuál es su principal motivo de viaje?",
40 nivel_socioeconomico = "¿Cuál es su nivel socioeconómico estimado?",
41 movilidad_reducida = "¿Tiene alguna condición de movilidad reducida?",
42 frecuencia_uso = "¿Con qué frecuencia utiliza transporte público en el sector Camino a Patamarca?",
43 cambios_transporte = "¿Cuántas veces usted cambia de transporte?",
44 medio_transporte = "¿Cuál es su principal medio de transporte en este sector?",
45 linea_bus = "¿Qué línea de bus urbano utiliza con más frecuencia?",
46 tiempo_viaje = "¿Cuánto tiempo tarda en total usted en llegar a su destino?",
47 seguridad = "¿Usted se siente seguro al movilizarse dentro de la Calle camino a Patamarca (Uncovia)?"
48 )
49
50 # Estandarizar textos en variables clave
51 encuesta_clean <- encuesta_clean %>%
52   mutate(
53     medio_transporte = case_when(
54       str_detect(medio_transporte, "[Bb]us") ~ "Bus Urbano",
55       str_detect(medio_transporte, "[Vv]ehículo") ~ "Vehículo propio",
56       str_detect(medio_transporte, "[Tt]axi") ~ "Taxi",
57       str_detect(medio_transporte, "[Bb]icicleta") ~ "Bicicleta",
58       str_detect(medio_transporte, "[Pp]ie") ~ "A pie",
59       TRUE ~ medio_transporte
60     ),
61     seguridad = factor(seguridad, levels = c("Si", "Parcialmente", "No")),
62
63     # Convertir tiempo de viaje a minutos numéricos
64     tiempo_minutos = case_when(
65       str_detect(tiempo_viaje, "1 hora") ~ 60,
66       str_detect(tiempo_viaje, "45") ~ 45,
67       str_detect(tiempo_viaje, "30") ~ 30,
68       str_detect(tiempo_viaje, "20") ~ 20,
69       str_detect(tiempo_viaje, "15") ~ 15,
70       str_detect(tiempo_viaje, "10") ~ 10,
71       TRUE ~ as.numeric(str_extract(tiempo_viaje, "\\d+"))
72

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 41

Código en RStudio.

```

76 # =====
77 # GRÁFICOS ESTADÍSTICOS
78 # =====
79
80 # 1. DISTRIBUCIÓN DE GÉNERO
81 ggplot(encuesta_clean, aes(x = genero, fill = genero)) +
82   geom_bar() +
83   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
84   labs(title = "Distribución por Género", x = "Género", y = "Frecuencia") +
85   theme_minimal() +
86   scale_fill_brewer(palette = "Set2")
87
88 # 2. DISTRIBUCIÓN DE EDAD
89 ggplot(encuesta_clean, aes(x = edad, fill = edad)) +
90   geom_bar() +
91   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
92   labs(title = "Distribución por Edad", x = "Rango de Edad", y = "Frecuencia") +
93   theme_minimal() +
94   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1)) +
95   scale_fill_brewer(palette = "Set3")
96
97 # 3. MEDIOS DE TRANSPORTE MÁS UTILIZADOS
98 ggplot(encuesta_clean, aes(x = fct_reorder(medio_transporte, medio_transporte, .fun = length),
99   fill = medio_transporte)) +
100   geom_bar() +
101   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), hjust = -0.1) +
102   coord_flip() +
103   labs(title = "Medios de Transporte Utilizados", x = "Medio de Transporte", y = "Frecuencia") +
104   theme_minimal() +
105   scale_fill_brewer(palette = "Set1")
106
107 # 4. MOTIVOS DE VIAJE
108 ggplot(encuesta_clean, aes(x = fct_reorder(motivo, motivo, .fun = length), fill = motivo)) +
109   geom_bar() +
110   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
111   labs(title = "Motivos de Viaje", x = "Motivo", y = "Frecuencia") +
112   theme_minimal() +
113   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1)) +

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 42

Código en RStudio.

```

114   scale_fill_brewer(palette = "Pastel1")
115
116 # 5. SENTIMIENTO DE SEGURIDAD
117 ggplot(encuesta_clean, aes(x = seguridad, fill = seguridad)) +
118   geom_bar() +
119   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
120   labs(title = "Percepción de Seguridad", x = "Nivel de Seguridad", y = "Frecuencia") +
121   theme_minimal() +
122   scale_fill_manual(values = c("Si" = "green", "Parcialmente" = "orange", "No" = "red"))
123
124 # 6. TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE POR MEDIO DE TRANSPORTE
125 tiempo_medio <- encuesta_clean %>%
126   group_by(medio_transporte) %>%
127   summarise(tiempo_promedio = mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE))
128
129 ggplot(tiempo_medio, aes(x = fct_reorder(medio_transporte, tiempo_promedio),
130   y = tiempo_promedio, fill = medio_transporte)) +
131   geom_col() +
132   geom_text(aes(label = round(tiempo_promedio, 1)), vjust = -0.5) +
133   labs(title = "Tiempo Promedio de Viaje por Medio de Transporte",
134     x = "Medio de Transporte", y = "Tiempo Promedio (minutos)") +
135   theme_minimal() +
136   scale_fill_brewer(palette = "Set2")
137
138 # 7. FRECUENCIA DE USO DE TRANSPORTE PÚBLICO
139 ggplot(encuesta_clean, aes(x = frecuencia_uso, fill = frecuencia_uso)) +
140   geom_bar() +
141   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
142   labs(title = "Frecuencia de Uso de Transporte Público", x = "Frecuencia", y = "Frecuencia") +
143   theme_minimal() +
144   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1)) +
145   scale_fill_brewer(palette = "Pastel2")
146
147 # 8. RELACIÓN ENTRE MEDIO DE TRANSPORTE Y SEGURIDAD
148 ggplot(encuesta_clean, aes(x = medio_transporte, fill = seguridad)) +
149   geom_bar(position = "fill") +

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 43

Código en RStudio.

```

150   labs(title = "Relación: Medio de Transporte vs Seguridad",
151         x = "Medio de Transporte", y = "Proporción") +
152   theme_minimal() +
153   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1)) +
154   scale_fill_manual(values = c("Si" = "green", "Parcialmente" = "orange", "No" = "red")) +
155   scale_y_continuous(labels = percent)
156
157 # 9. DISTRIBUCIÓN DE NIVEL SOCIOECONÓMICO
158 ggplot(encuesta_clean, aes(x = nivel_socioeconomico, fill = nivel_socioeconomico)) +
159   geom_bar() +
160   geom_text(stat = 'count', aes(label = ..count..), vjust = -0.5) +
161   labs(title = "Distribución de Nivel Socioeconómico", x = "Nivel", y = "Frecuencia") +
162   theme_minimal() +
163   scale_fill_brewer(palette = "Set3")
164
165 # 10. MAPA DE CALOR ORIGEN-DESTINO (MATRIZ OD)
166 matriz_od_detallada <- encuesta_clean %>%
167   group_by(origen, destino) %>%
168   summarise(
169     viajes = n(),
170     tiempo_promedio = mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE),
171     .groups = 'drop'
172   ) %>%
173   arrange(desc(viajes))
174
175 ggplot(matriz_od_detallada, aes(x = origen, y = destino, fill = viajes)) +
176   geom_tile() +
177   geom_text(aes(label = viajes), color = "white", size = 3) +
178   scale_fill_gradient(low = "lightblue", high = "darkblue") +
179   labs(title = "Matriz Origen-Destino", x = "Origen", y = "Destino") +
180   theme_minimal() +
181   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 44

Código en RStudio.

```

184 # TABLAS (MANTENIENDO TU CÓDIGO ORIGINAL)
185 # =====
186
187 # Tabla 1: Matriz Origen-Destino Detallada
188 matriz_od_detallada <- encuesta_clean %>%
189   group_by(origen, destino) %>%
190   summarise(
191     viajes = n(),
192     tiempo_promedio = mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE),
193     bus = sum(medio_transporte == "Bus Urbano"),
194     vehiculo = sum(medio_transporte == "Vehículo propio"),
195     otros = sum(!medio_transporte %in% c("Bus Urbano", "Vehículo propio")),
196     .groups = 'drop'
197   ) %>%
198   arrange(desc(viajes))
199
200 write.csv(matriz_od_detallada, "matriz_od_detallada.csv", row.names = FALSE)
201
202 # Tabla 2: Análisis Modal Detallado
203 analisis_modal <- encuesta_clean %>%
204   group_by(origen, destino, medio_transporte) %>%
205   summarise(
206     viajes = n(),
207     tiempo_promedio = mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE),
208     .groups = 'drop'
209   ) %>%
210   arrange(origen, destino, desc(viajes))
211
212 write.csv(analisis_modal, "analisis_modal.csv", row.names = FALSE)
213
214 # Tabla 3: Perfil de Usuarios por Medio de Transporte
215 perfil_usuarios <- encuesta_clean %>%
216   group_by(medio_transporte) %>%
217   summarise(
218     n = n(),
219     porcentaje = round(n()/nrow(encuesta_clean)*100, 1),
220     edad_promedio = names(sort(table(edad), decreasing = TRUE))[1],
221     motivo_principal = names(sort(table(motivo), decreasing = TRUE))[1],

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 45

Código en RStudio.

```

222     tiempo_promedio = mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE),
223     seguridad_promedio = names(sort(table(seguridad), decreasing = TRUE))[1]
224   ) %>%
225   arrange(desc(n))
226
227 write.csv(perfil_usuarios, "perfil_usuarios.csv", row.names = FALSE)
228
229
230 #Tabla 4: Análisis de Franjas Horarias
231
232 # Recolectar todas las franjas horarias
233 franjas_horarias <- encuesta_clean %>%
234   select(starts_with("¿En que franjas horarias")) %>%
235   pivot_longer(
236     cols = everything(),
237     names_to = "pregunta",
238     values_to = "franja",
239     values_drop_na = TRUE
240   ) %>%
241   count(franja, name = "viajes") %>%
242   arrange(desc(viajes))
243
244 # Exportar
245 write.csv(franjas_horarias, "franjas_horarias.csv", row.names = FALSE)
246
247 # EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL - GRÁFICOS MEJORADOS SIN PATCHWORK
248 library(ggplot2)
249 library(dplyr)
250 library(tidyr)
251
252 # 1. Verificar nombres de columnas
253 cat("Nombres de columnas de evaluación:\n")
254 nombres_evaluacion <- names(encuesta_clean)[grepl("Califique", names(encuesta_clean))]
255 print(nombres_evaluacion)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 46

Código en RStudio.

```

257 # 2. Función mejorada para evaluación
258 evaluar_infraestructura <- function(data) {
259   columnas_evaluacion <- names(data)[grepl("Califique", names(data))]
260
261   resultado <- data %>%
262     summarise(across(all_of(columnas_evaluacion), ~mean(., na.rm = TRUE))) %>%
263     pivot_longer(cols = everything(), names_to = "aspecto", values_to = "calificacion_promedio") %>%
264     mutate(
265       categoria = case_when(
266         grepl("Infraestructura vial", aspecto) ~ "Infraestructura Vial",
267         grepl("Transporte público", aspecto) ~ "Transporte Público",
268         grepl("Paradas y Accesibilidad", aspecto) ~ "Paradas y Accesibilidad",
269         TRUE ~ "Otra"
270       ),
271       aspecto_limpio = gsub("Califique usted los siguientes aspectos:\n", "", aspecto),
272       porcentaje = round((calificacion_promedio / 5) * 100),
273       # Categorizar el nivel de satisfacción
274       nivel_satisfaccion = case_when(
275         calificacion_promedio >= 4 ~ "Excelente",
276         calificacion_promedio >= 3 ~ "Bueno",
277         calificacion_promedio >= 2 ~ "Regular",
278         TRUE ~ "Deficiente"
279       )
280     )
281   return(resultado)
282 }
283
284
285 # 3. Ejecutar la función
286 evaluacion_completa <- evaluar_infraestructura(encuesta_clean)
287
288 # 4. GRÁFICO 1: CALIFICACIÓN POR ASPECTO (HORIZONTAL)
289 # Limpiar más los nombres de aspectos
290 evaluacion_completa_limpia <- evaluacion_completa %>%
291   mutate(
292     aspecto_limpio = gsub("Califique usted los siguientes aspectos: ", "", aspecto_limpio),
293     aspecto_limpio = gsub("Califique usted los siguientes aspectos:\n", "", aspecto_limpio),

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 47

Código en RStudio.

```

294   aspecto_limpio = gsub("^\\s+|\\s+$", "", aspecto_limpio) # Eliminar espacios extras
295 )
296
297 ggplot(evaluacion_completa_limpia, aes(x = calificacion_promedio,
298   y = fct_reorder(aspecto_limpio, calificacion_promedio),
299   fill = categoria)) +
300   geom_col(width = 0.7, alpha = 0.8) +
301   scale_x_continuous(limits = c(0, 5.5), breaks = seq(0, 5, 1)) +
302   scale_fill_brewer(palette = "Set3") +
303   labs(title = "CALIFICACIÓN POR ASPECTO DE INFRAESTRUCTURA",
304     subtitle = "Evaluación promedio sobre 5 puntos",
305     x = "Calificación Promedio",
306     y = "",
307     fill = "Categoría") +
308   theme_minimal() +
309   theme(legend.position = "right",
310     plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
311     plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),
312     axis.text.y = element_text(size = 11, face = "bold"))
313
314 ggsave("graficos/1_calificacion_aspectos.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
315
316 # 5. GRÁFICO 2: PORCENTAJE POR ASPECTO (HORIZONTAL)
317 ggplot(evaluacion_completa_limpia, aes(x = porcentaje,
318   y = fct_reorder(aspecto_limpio, porcentaje),
319   fill = categoria)) +
320   geom_col(width = 0.7, alpha = 0.8) +
321   scale_x_continuous(limits = c(0, 110), breaks = seq(0, 100, 20)) +
322   scale_fill_brewer(palette = "Set2") +
323   labs(title = "PORCENTAJE DE APROBACIÓN POR ASPECTO",
324     subtitle = "Porcentaje sobre 5 puntos",
325     x = "Porcentaje (%)",
326     y = "",
327     fill = "Categoría") +
328   theme_minimal() +
329   theme(legend.position = "right",
330     plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
331     plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 48

Código en RStudio.

```

332   axis.text.y = element_text(size = 11, face = "bold"))
333
334 ggsave("graficos/2_porcentaje_aprobacion.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
335
336 # 6. GRÁFICO 3: COMPARACIÓN POR CATEGORÍAS
337 evaluacion_por_categoria <- evaluacion_completa %>%
338   group_by(categoria) %>%
339   summarise(calificacion_promedio = mean(calificacion_promedio))
340
341 ggplot(evaluacion_por_categoria, aes(x = calificacion_promedio,
342   y = fct_reorder(categoria, calificacion_promedio),
343   fill = categoria)) +
344   geom_col(width = 0.6, alpha = 0.8) +
345   scale_x_continuous(limits = c(0, 5.5), breaks = seq(0, 5, 1)) +
346   scale_fill_brewer(palette = "Set1") +
347   labs(title = "COMPARACIÓN POR CATEGORÍAS DE INFRAESTRUCTURA",
348     subtitle = "Calificación promedio por tipo",
349     x = "Calificación Promedio",
350     y = "") +
351   theme_minimal() +
352   theme(legend.position = "none",
353     plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
354     plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),
355     axis.text.y = element_text(size = 12, face = "bold"))
356
357 ggsave("graficos/3_comparacion_categorias.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
358
359 # 7. GRÁFICO 4: DISTRIBUCIÓN DE NIVELES DE SATISFACCIÓN
360 satisfaccion_data <- evaluacion_completa %>%
361   count(nivel_satisfaccion) %>%
362   mutate(porcentaje = n / sum(n) * 100,
363     nivel_satisfaccion = factor(nivel_satisfaccion,
364       levels = c("Excelente", "Bueno", "Regular", "Deficiente")))
365
366 ggplot(satisfaccion_data, aes(x = nivel_satisfaccion, y = n, fill = nivel_satisfaccion)) +
367   geom_col(width = 0.7, alpha = 0.8) +
368   geom_text(aes(label = paste0(n, " (", round(porcentaje), "%)")),

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 49

Código en RStudio.

```

369         vjust = -0.5, size = 4, fontface = "bold") +
370     scale_fill_manual(values = c("Excelente" = "#2ecc71", "Bueno" = "#f1c40f",
371         "Regular" = "#e67e22", "Deficiente" = "#e74c3c")) +
372     labs(title = "DISTRIBUCIÓN DE NIVELES DE SATISFACCIÓN",
373         subtitle = "Cantidad de aspectos por nivel de evaluación",
374         x = "Nivel de Satisfacción",
375         y = "Cantidad de Aspectos",
376         fill = "Nivel") +
377     theme_minimal() +
378     theme(legend.position = "none",
379         plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
380         plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),
381         axis.text.x = element_text(face = "bold"))
382
383     ggsave("graficos/4_distribucion_satisfaccion.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
384
385     # 8. GRÁFICO 5: TOP 5 MEJORES EVALUADOS
386     top5_mejores <- evaluacion_completa %>%
387         arrange(desc(calificacion_promedio)) %>%
388         head(5)
389
390     ggplot(top5_mejores, aes(x = calificacion_promedio, y = fct_reorder(aspecto_limpio, calificacion_promedio), fill =
391         "Aspecto")) +
392     geom_col(width = 0.7, alpha = 0.8) +
393     scale_x_continuous(limits = c(0, 5.5), breaks = seq(0, 5, 1)) +
394     scale_fill_brewer(palette = "Pastel1") +
395     labs(title = "TOP 5 - MEJORES ASPECTOS EVALUADOS",
396         subtitle = "Aspectos con las calificaciones más altas",
397         x = "Calificación Promedio",
398         y = "") +
399     theme_minimal() +
400     theme(legend.position = "right",
401         plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
402         plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),
403         axis.text.y = element_text(size = 11, face = "bold"))
404     ggsave("graficos/5_top5_mejores.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 50

Código en RStudio.

```

406     # 9. GRÁFICO 6: TOP 5 PEORES EVALUADOS
407     top5_peores <- evaluacion_completa %>%
408         arrange(calificacion_promedio) %>%
409         head(5)
410
411     ggplot(top5_peores, aes(x = calificacion_promedio, y = fct_reorder(aspecto_limpio, calificacion_promedio), fill =
412         "Aspecto")) +
413     geom_col(width = 0.7, alpha = 0.8) +
414     scale_x_continuous(limits = c(0, 5.5), breaks = seq(0, 5, 1)) +
415     scale_fill_brewer(palette = "Pastel2") +
416     labs(title = "TOP 5 - ASPECTOS A MEJORAR",
417         subtitle = "Aspectos con las calificaciones más bajas",
418         x = "Calificación Promedio",
419         y = "") +
420     theme_minimal() +
421     theme(legend.position = "right",
422         plot.title = element_text(face = "bold", size = 16, hjust = 0.5),
423         plot.subtitle = element_text(size = 12, hjust = 0.5),
424         axis.text.y = element_text(size = 11, face = "bold"))
425     ggsave("graficos/6_top5_peores.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
426
427     # 10. EXPORTAR RESULTADOS DETALLADOS
428     write.csv(evaluacion_completa, "evaluacion_infraestructura_detallada.csv", row.names = FALSE)
429
430     # Resumen por categoría completo
431     evaluacion_por_categoria <- evaluacion_completa %>%
432         group_by(categoria) %>%
433         summarise(
434             n_aspectos = n(),
435             calificacion_promedio = mean(calificacion_promedio),
436             porcentaje_promedio = mean(porcentaje),
437             mejor_aspecto = aspecto_limpio[which.max(calificacion_promedio)],
438             peor_aspecto = aspecto_limpio[which.min(calificacion_promedio)]
439         )
440
441     write.csv(evaluacion_por_categoria, "evaluacion_por_categoria.csv", row.names = FALSE)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 51

Código en RStudio.

```

443 # PREGUNTAS ABIERTAS - GRÁFICOS MEJORADOS
444 # 1. Sugerencias de mejora (top 6)
445 sugerencias <- encuesta %>%
446   count(`¿Qué mejoraría usted en el transporte público o infraestructura vial del sector?`) %>%
447   rename(sugerencia = 1, cantidad = n) %>%
448   filter(!is.na(sugerencia) & sugerencia != "") %>%
449   mutate(porcentaje = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
450   arrange(desc(cantidad)) %>%
451   head(6)
452
453 # Gráfico de pastel para sugerencias
454 ggplot(sugerencias, aes(x = "", y = cantidad, fill = sugerencia)) +
455   geom_bar(stat = "identity", width = 1, color = "white", linewidth = 0.5) +
456   coord_polar("y", start = 0) +
457   geom_text(aes(label = paste0(porcentaje, "%"),
458     position = position_stack(vjust = 0.5),
459     color = "black", size = 5, fontface = "bold")) +
460   scale_fill_brewer(palette = "Pastel1") +
461   labs(title = "PRINCIPALES SUGERENCIAS DE MEJORA",
462     fill = "Sugerencias") +
463   theme_void() +
464   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 16),
465     legend.position = "right",
466     legend.text = element_text(size = 9))
467
468 ggsave("graficos/sugerencias_pastel_mejorado.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
469
470 # 2. Comentarios adicionales (top 5)
471 comentarios <- encuesta %>%
472   count(`¿Desea usted dejar algún comentario adicional?`) %>%
473   rename(comentario = 1, cantidad = n) %>%
474   filter(!is.na(comentario) & comentario != "") %>%
475   mutate(porcentaje = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
476   arrange(desc(cantidad)) %>%
477   head(5)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 52

Código en RStudio.

```

479 # Gráfico de pastel para comentarios
480 if(nrow(comentarios) > 0) {
481   ggplot(comentarios, aes(x = "", y = cantidad, fill = comentario)) +
482     geom_bar(stat = "identity", width = 1, color = "white", linewidth = 0.5) +
483     coord_polar("y", start = 0) +
484     geom_text(aes(label = paste0(porcentaje, "%"),
485       position = position_stack(vjust = 0.5),
486       color = "black", size = 5, fontface = "bold")) +
487     scale_fill_brewer(palette = "Pastel2") +
488     labs(title = "COMENTARIOS ADICIONALES",
489       fill = "Comentarios") +
490     theme_void() +
491     theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 16),
492       legend.position = "right",
493       legend.text = element_text(size = 9))
494
495   ggsave("graficos/comentarios_pastel_mejorado.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
496 }
497
498 # 3. Gráfico de participación en preguntas abiertas
499 participacion <- data.frame(
500   categoria = c("Respondieron sugerencias", "Respondieron comentarios", "No respondieron"),
501   cantidad = c(
502     sum(!is.na(encuestas$`¿Qué mejoraría usted en el transporte público o infraestructura vial del sector?`) &
503       encuestas$`¿Qué mejoraría usted en el transporte público o infraestructura vial del sector?` != ""),
504     sum(!is.na(encuestas$`¿Desea usted dejar algún comentario adicional?`) &
505       encuestas$`¿Desea usted dejar algún comentario adicional?` != ""),
506     nrow(encuesta) - sum(!is.na(encuestas$`¿Qué mejoraría usted en el transporte público o infraestructura vial
507       encuestas$`¿Qué mejoraría usted en el transporte público o infraestructura vial del
508       !is.na(encuestas$`¿Desea usted dejar algún comentario adicional?`) &
509       encuestas$`¿Desea usted dejar algún comentario adicional?` != ""))
510   )
511 ) %>%
512   mutate(porcentaje = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1))
513
514 ggplot(participacion, aes(x = "", y = cantidad, fill = categoria)) +
515   geom_bar(stat = "identity", width = 1, color = "white", linewidth = 0.5) +
516   coord_polar("y", start = 0) +

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 53

Código en RStudio.

```

517 geom_text(aes(label = paste0(porcentaje, "%")),
518           position = position_stack(vjust = 0.5),
519           color = "black", size = 5, fontface = "bold") +
520 scale_fill_manual(values = c("#4CAF50", "#2196F3", "#FF9800")) +
521 labs(title = "PARTICIPACIÓN EN PREGUNTAS ABIERTAS",
522       fill = "Participación") +
523 theme_void() +
524 theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 16))
525
526 ggsave("graficos/participacion_paste1.png", width = 10, height = 8, dpi = 300)
527
528
529 # =====
530 # GUARDAR TODOS LOS GRÁFICOS
531 # =====
532
533 # Crear carpeta para gráficos si no existe
534 if(!dir.exists("graficos")) dir.create("graficos")
535
536 # Guardar todos los gráficos
537 ggsave("graficos/01_distribucion_genero.png", width = 8, height = 6)
538 ggsave("graficos/02_distribucion_edad.png", width = 8, height = 6)
539 ggsave("graficos/03_medios_transporte.png", width = 8, height = 6)
540 ggsave("graficos/04_motivos_viaje.png", width = 8, height = 6)
541 ggsave("graficos/05_percepcion_seguridad.png", width = 8, height = 6)
542 ggsave("graficos/06_tiempo_promedio.png", width = 8, height = 6)
543 ggsave("graficos/07_frecuencia_uso.png", width = 8, height = 6)
544 ggsave("graficos/08_relacion_seguridad_transporte.png", width = 10, height = 6)
545 ggsave("graficos/09_nivel_socioeconomico.png", width = 8, height = 6)
546 ggsave("graficos/10_matriz_od.png", width = 10, height = 8)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 54

Código en RStudio.

```

549 # ANÁLISIS ESPECÍFICO DE BUS URBANO (VERSIÓN MEJORADA)
550 # =====
551
552 # 1. TABLA: LÍNEAS DE BUS MÁS UTILIZADAS
553 lineas_bus <- encuesta_clean %>%
554   filter(medio_transporte == "Bus Urbano" & !is.na(linea_bus) & linea_bus != "") %>%
555   count(linea_bus, name = "usuarios") %>%
556   mutate(porcentaje = round(usuarios / sum(usuarios) * 100, 1),
557          linea_bus = fct_reorder(linea_bus, usuarios)) %>%
558   arrange(desc(usuarios))
559
560 print("Líneas de Bus Más Utilizadas:")
561 print(lineas_bus)
562 write.csv(lineas_bus, "lineas_bus_populares.csv", row.names = FALSE)
563
564 # 2. GRÁFICO: LÍNEAS DE BUS MÁS UTILIZADAS
565 ggplot(lineas_bus, aes(x = fct_reorder(linea_bus, usuarios), y = usuarios, fill = linea_bus)) +
566   geom_col() +
567   geom_text(aes(label = paste0(usuarios, " (", porcentaje, "%)")), hjust = -0.1, size = 3.5) +
568   coord_flip() +
569   labs(title = "LINEAS DE BUS MÁS UTILIZADAS",
570        x = "Línea de Bus", y = "Número de usuarios",
571        subtitle = "Popularidad de las diferentes líneas de transporte público") +
572   theme_minimal() +
573   scale_fill_brewer(palette = "Set3") +
574   theme(legend.position = "none",
575         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
576         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5))
577
578 ggsave("graficos/12_lineas_bus_populares.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
579
580 # 3. TABLA: MOTIVOS DE VIAJE EN BUS URBANO
581 bus_motivos <- encuesta_clean %>%
582   filter(medio_transporte == "Bus Urbano") %>%
583   count(motivo, name = "viajes") %>%
584   mutate(porcentaje = round(viajes / sum(viajes) * 100, 1),
585          motivo = fct_reorder(motivo, viajes)) %>%
586   arrange(desc(viajes))

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 55

Código en RStudio.

```

588 print("Motivos de Viaje en Bus Urbano:")
589 print(bus_motivos)
590 write.csv(bus_motivos, "bus_motivos_viaje.csv", row.names = FALSE)
591
592 # 4. GRÁFICO: MOTIVOS DE VIAJE EN BUS URBANO
593 ggplot(bus_motivos, aes(x = fct_reorder(motivo, viajes), y = viajes, fill = motivo)) +
594   geom_col() +
595   geom_text(aes(label = paste0(viajes, " (", porcentaje, "%)")), hjust = -0.1, size = 3.5) +
596   coord_flip() +
597   labs(title = "MOTIVOS DE VIAJE EN BUS URBANO",
598        x = "Motivo de Viaje", y = "Número de viajes",
599        subtitle = "Principales razones para usar el transporte público") +
600   theme_minimal() +
601   scale_fill_brewer(palette = "Pastel1") +
602   theme(legend.position = "none",
603        plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
604        plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5))
605
606 ggsave("graficos/13_bus_motivos_viaje.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
607
608 # 5. TABLA: LÍNEAS DE BUS POR MOTIVO DE VIAJE
609 bus_linea_motivo <- encuesta_clean %>%
610   filter(medio_transporte == "Bus Urbano" & !is.na(linea_bus) & linea_bus != "") %>%
611   count(linea_bus, motivo, name = "viajes") %>%
612   group_by(linea_bus) %>%
613   mutate(porcentaje_linea = round(viajes / sum(viajes) * 100, 1)) %>%
614   group_by(motivo) %>%
615   mutate(porcentaje_motivo = round(viajes / sum(viajes) * 100, 1)) %>%
616   arrange(linea_bus, desc(viajes))
617
618 print("Líneas de Bus por Motivo de Viaje:")
619 print(bus_linea_motivo)
620 write.csv(bus_linea_motivo, "bus_linea_motivo.csv", row.names = FALSE)
621
622 # 6. GRÁFICO: RELACIÓN LÍNEA DE BUS vs MOTIVO DE VIAJE
623 ggplot(bus_linea_motivo, aes(x = linea_bus, y = viajes, fill = motivo)) +
624   geom_bar(stat = "identity", position = "stack") +

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 56

Código en RStudio.

```

625   geom_text(aes(label = ifelse(viajes > 5, viajes, "")),
626             position = position_stack(vjust = 0.5),
627             size = 3, color = "white", fontface = "bold") +
628   labs(title = "LÍNEAS DE BUS POR MOTIVO DE VIAJE",
629        x = "Línea de Bus", y = "Número de viajes",
630        fill = "Motivo de Viaje",
631        subtitle = "Distribución de motivos de viaje por línea de bus") +
632   theme_minimal() +
633   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
634         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
635         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
636   scale_fill_brewer(palette = "Set3")
637
638 ggsave("graficos/14_bus_linea_motivo.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
639
640 # 7. TABLA: TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE POR LÍNEA DE BUS
641 bus_tiempo_linea <- encuesta_clean %>%
642   filter(medio_transporte == "Bus Urbano" & !is.na(linea_bus) & linea_bus != "") %>%
643   group_by(linea_bus) %>%
644   summarise(
645     viajes = n(),
646     tiempo_promedio = round(mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE), 1),
647     tiempo_min = round(min(tiempo_minutos, na.rm = TRUE), 1),
648     tiempo_max = round(max(tiempo_minutos, na.rm = TRUE), 1),
649     desviacion_estandar = round(sd(tiempo_minutos, na.rm = TRUE), 1)
650   ) %>%
651   arrange(desc(tiempo_promedio))
652
653 print("Tiempo de Viaje por Línea de Bus:")
654 print(bus_tiempo_linea)
655 write.csv(bus_tiempo_linea, "bus_tiempo_linea.csv", row.names = FALSE)
656
657 # 8. GRÁFICO: TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE POR LÍNEA
658 ggplot(bus_tiempo_linea, aes(x = fct_reorder(linea_bus, tiempo_promedio),
659                              y = tiempo_promedio, fill = linea_bus)) +
660   geom_col() +
661   geom_errorbar(aes(ymin = tiempo_min, ymax = tiempo_max),
662                width = 0.2, color = "darkred", linewidth = 0.8) +

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 57

Código en RStudio.

```

663 geom_text(aes(label = paste0(tiempo_promedio, " min")), vjust = -0.5, fontface = "bold") +
664 labs(title = "TIEMPO DE VIAJE POR LÍNEA DE BUS",
665       x = "Linea de Bus", y = "Tiempo promedio (minutos)",
666       subtitle = "Tiempo promedio de viaje con rango mínimo-máximo") +
667 theme_minimal() +
668 theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
669       legend.position = "none",
670       plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
671       plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
672 scale_fill_brewer(palette = "Set2")
673
674 ggsave("graficos/15_bus_tiempo_linea.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
675
676 # 9. TABLA COMPARATIVA: BUS URBANO vs OTROS MEDIOS (MEJORADA)
677 comparativa_medios <- encuesta_clean %>%
678   group_by(medio_transporte) %>%
679   summarise(
680     usuarios = n(),
681     porcentaje = round(n() / nrow(encuesta_clean) * 100, 1),
682     tiempo_promedio = round(mean(tiempo_minutos, na.rm = TRUE), 1),
683     viajes_largos = sum(tiempo_minutos > 30, na.rm = TRUE),
684     porcentaje_viajes_largos = round(viajes_largos / usuarios * 100, 1)
685   ) %>%
686   arrange(desc(usuarios))
687
688 print("Comparativa entre Medios de Transporte:")
689 print(comparativa_medios)
690 write.csv(comparativa_medios, "comparativa_medios_transporte.csv", row.names = FALSE)
691
692 # 10. GRÁFICO COMPARATIVO: MEDIOS DE TRANSPORTE
693 ggplot(comparativa_medios, aes(x = fct_reorder(medio_transporte, usuarios),
694                               y = usuarios, fill = medio_transporte)) +
695   geom_col() +
696   geom_text(aes(label = paste0(usuarios, " (", porcentaje, "%)")),
697           hjust = -0.1, size = 3.5, fontface = "bold") +
698   coord_flip() +
699   labs(title = "COMPARATIVA DE MEDIOS DE TRANSPORTE".

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 58

Código en RStudio.

```

700       x = "Medio de Transporte", y = "Número de usuarios",
701       subtitle = "Distribución modal de los encuestados") +
702   theme_minimal() +
703   scale_fill_brewer(palette = "Set1") +
704   theme(legend.position = "none",
705         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
706         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5))
707
708 ggsave("graficos/16_comparativa_medios.png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
709
710 # 11. ANÁLISIS ADICIONAL: ORIGEN-DESTINO MÁS FRECUENTES EN BUS
711 bus_rutas <- encuesta_clean %>%
712   filter(medio_transporte == "Bus Urbano") %>%
713   count(origen, destino, name = "viajes") %>%
714   mutate(porcentaje = round(viajes / sum(viajes) * 100, 1)) %>%
715   arrange(desc(viajes)) %>%
716   head(10) # Top 10 rutas
717
718 print("Top 10 Rutas de Bus Más Frecuentes:")
719 print(bus_rutas)
720 write.csv(bus_rutas, "bus_rutas_frecuentes.csv", row.names = FALSE)
721
722 # 12. GRÁFICO: TOP RUTAS DE BUS
723 ggplot(bus_rutas, aes(x = fct_reorder(paste(origen, "->", destino), viajes),
724                       y = viajes, fill = origen)) +
725   geom_col() +
726   geom_text(aes(label = paste0(viajes, " (", porcentaje, "%)")),
727           hjust = -0.1, size = 3) +
728   coord_flip() +
729   labs(title = "TOP 10 RUTAS DE BUS MÁS FRECUENTES",
730        x = "Ruta (Origen -> Destino)", y = "Número de viajes",
731        subtitle = "Rutas más populares en transporte público") +
732   theme_minimal() +
733   theme(legend.position = "none",
734         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
735         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
736   scale_fill_brewer(palette = "Pastel2")

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 59

Código en RStudio.

```

738 ggsave("graficos/17_bus_rutas_frecuentes.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
739
740 # =====
741 # ANÁLISIS: GÉNERO Y EDAD vs TIPOS DE TRANSPORTE
742 # =====
743
744 # 1. TABLA: GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE
745 genero_transporte <- encuesta_clean %>%
746   filter(!is.na(genero) & !is.na(medio_transporte)) %>%
747   count(genero, medio_transporte, name = "cantidad") %>%
748   group_by(genero) %>%
749   mutate(porcentaje_genero = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
750   group_by(medio_transporte) %>%
751   mutate(porcentaje_transporte = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
752   arrange(genero, desc(cantidad))
753
754 print("Distribución de Género por Tipo de Transporte:")
755 print(genero_transporte)
756 write.csv(genero_transporte, "genero_por_transporte.csv", row.names = FALSE)
757
758 # 2. GRÁFICO: GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE (BARRAS APILADAS)
759 ggplot(genero_transporte, aes(x = medio_transporte, y = cantidad, fill = genero)) +
760   geom_bar(stat = "identity", position = "stack") +
761   geom_text(aes(label = paste0(cantidad, " (", porcentaje_transporte, "%)")),
762             position = position_stack(vjust = 0.5),
763             size = 3, color = "white", fontface = "bold") +
764   labs(title = "DISTRIBUCIÓN DE GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE",
765         x = "Medio de Transporte", y = "Número de usuarios",
766         fill = "Género",
767         subtitle = "Composición por sexo de cada modo de transporte") +
768   theme_minimal() +
769   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
770         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
771         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
772   scale_fill_brewer(palette = "Set1")
773
774 ggsave("graficos/18_genero_por_transporte_apilado.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 60

Código en RStudio.

```

776 # 3. GRÁFICO: GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE (BARRAS AGRUPADAS)
777 ggplot(genero_transporte, aes(x = medio_transporte, y = cantidad, fill = genero)) +
778   geom_bar(stat = "identity", position = "dodge") +
779   geom_text(aes(label = cantidad,
780                 position = position_dodge(width = 0.9),
781                 vjust = -0.5, size = 3.5, fontface = "bold") +
782   labs(title = "USUARIOS POR GÉNERO Y TIPO DE TRANSPORTE",
783         x = "Medio de Transporte", y = "Número de usuarios",
784         fill = "Género",
785         subtitle = "Comparativa entre sexos por modo de transporte") +
786   theme_minimal() +
787   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
788         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
789         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
790   scale_fill_brewer(palette = "Set1")
791
792 ggsave("graficos/19_genero_por_transporte_agrupado.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
793
794 # 4. GRÁFICO: PORCENTAJE DE GÉNERO POR TRANSPORTE (FACET WRAP)
795 ggplot(genero_transporte, aes(x = genero, y = porcentaje_transporte, fill = genero)) +
796   geom_col() +
797   geom_text(aes(label = paste0(porcentaje_transporte, "%")),
798             vjust = -0.5, size = 3.5, fontface = "bold") +
799   facet_wrap(~ medio_transporte, scales = "free_y") +
800   labs(title = "DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE",
801         x = "Género", y = "Porcentaje (%)",
802         subtitle = "Composición porcentual por sexo en cada medio de transporte") +
803   theme_minimal() +
804   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
805         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
806         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5),
807         legend.position = "none") +
808   scale_fill_brewer(palette = "Set1") +
809   ylim(0, 100)
810
811 ggsave("graficos/20_genero_por_transporte_facet.png", width = 14, height = 10, dpi = 300)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 61

Código en RStudio.

```

813 # 5. TABLA: EDAD POR TIPO DE TRANSPORTE
814 edad_transporte <- encuesta_clean %>%
815   filter(!is.na(edad) & !is.na(medio_transporte)) %>%
816   count(edad, medio_transporte, name = "cantidad") %>%
817   group_by(edad) %>%
818   mutate(porcentaje_edad = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
819   group_by(medio_transporte) %>%
820   mutate(porcentaje_transporte = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
821   arrange(edad, desc(cantidad))
822
823 print("Distribución de Edad por Tipo de Transporte:")
824 print(edad_transporte)
825 write.csv(edad_transporte, "edad_por_transporte.csv", row.names = FALSE)
826
827 # 6. GRÁFICO: EDAD POR TIPO DE TRANSPORTE (HEATMAP)
828 ggplot(edad_transporte, aes(x = medio_transporte, y = edad, fill = cantidad)) +
829   geom_tile(color = "white", linewidth = 0.5) +
830   geom_text(aes(label = cantidad, color = "white", fontface = "bold", size = 4)) +
831   scale_fill_gradient(low = "lightblue", high = "purple", name = "Número de usuarios") +
832   labs(title = "DISTRIBUCIÓN DE EDAD POR TIPO DE TRANSPORTE",
833        x = "Medio de Transporte", y = "Rango de Edad",
834        subtitle = "Mapa de calor: usuarios por edad y medio de transporte") +
835   theme_minimal() +
836   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
837         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
838         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5))
839
840 ggsave("graficos/21_edad_por_transporte_heatmap.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
841
842 # 7. GRÁFICO: EDAD POR TIPO DE TRANSPORTE (BARRAS APILADAS)
843 ggplot(edad_transporte, aes(x = medio_transporte, y = cantidad, fill = edad)) +
844   geom_bar(stat = "identity", position = "stack") +
845   geom_text(aes(label = ifelse(cantidad > 3, cantidad, "")),
846            position = position_stack(vjust = 0.5),
847            size = 3, color = "white", fontface = "bold") +
848   labs(title = "DISTRIBUCIÓN DE EDAD POR TIPO DE TRANSPORTE",
849        x = "Medio de Transporte", y = "Número de usuarios",
850        fill = "Rango de Edad".

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 62

Código en RStudio.

```

851     subtitle = "Composición por edad de cada modo de transporte") +
852     theme_minimal() +
853     theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
854          plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
855          plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
856     scale_fill_brewer(palette = "Set3")
857
858 ggsave("graficos/22_edad_por_transporte_apilado.png", width = 14, height = 8, dpi = 300)
859
860 # 8. GRÁFICO: PREFERENCIAS POR EDAD (FACET GRID)
861 ggplot(edad_transporte, aes(x = medio_transporte, y = cantidad, fill = medio_transporte)) +
862   geom_col() +
863   geom_text(aes(label = cantidad, vjust = -0.5, size = 3, fontface = "bold")) +
864   facet_grid(edad ~ ., scales = "free_y") +
865   labs(title = "PREFERENCIAS DE TRANSPORTE POR GRUPO DE EDAD",
866        x = "Medio de Transporte", y = "Número de usuarios",
867        subtitle = "Distribución modal para cada rango de edad") +
868   theme_minimal() +
869   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
870         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
871         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5),
872         legend.position = "none") +
873   scale_fill_brewer(palette = "Set2")
874
875 ggsave("graficos/23_edad_transporte_facetgrid.png", width = 12, height = 10, dpi = 300)
876
877 # 9. ANÁLISIS COMBINADO: GÉNERO Y EDAD POR TRANSPORTE
878 genero_edad_transporte <- encuesta_clean %>%
879   filter(!is.na(genero) & !is.na(edad) & !is.na(medio_transporte)) %>%
880   count(genero, edad, medio_transporte, name = "cantidad") %>%
881   group_by(genero, edad) %>%
882   mutate(porcentaje = round(cantidad / sum(cantidad) * 100, 1)) %>%
883   arrange(genero, edad, desc(cantidad))
884
885 print("Distribución Combinada: Género, Edad y Transporte:")
886 print(genero_edad_transporte)
887 write.csv(genero_edad_transporte, "genero_edad_transporte.csv", row.names = FALSE)

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 63

Código en RStudio.

```

889 # 10. GRÁFICO: GÉNERO Y EDAD POR TRANSPORTE (HEATMAP COMPLEJO)
890 ggplot(genero_edad_transporte, aes(x = medio_transporte, y = interaction(genero, edad), fill = cantidad)) +
891   geom_tile(color = "white", linewidth = 0.5) +
892   geom_text(aes(label = cantidad), color = "white", fontface = "bold", size = 3) +
893   scale_fill_gradient(low = "aquamarine", high = "purple", name = "Usuarios") +
894   labs(title = "DISTRIBUCIÓN COMBINADA: GÉNERO, EDAD Y TRANSPORTE",
895        x = "Medio de Transporte", y = "Género y Edad",
896        subtitle = "Mapa de calor: usuarios por género, edad y medio de transporte") +
897   theme_minimal() +
898   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
899         axis.text.y = element_text(size = 9),
900         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
901         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5))
902
903 ggsave("graficos/24_genero_edad_transporte_heatmap.png", width = 14, height = 10, dpi = 300)
904
905 # 11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO: CHI-CUADRADO
906 # Relación entre género y tipo de transporte
907 tabla_contingencia <- table(encuesta_clean$genero, encuesta_clean$medio_transporte)
908 chi_cuadrado <- chisq.test(tabla_contingencia)
909
910 cat("\n=== ANÁLISIS ESTADÍSTICO ===\n")
911 cat("Prueba Chi-Cuadrado: Género vs Tipo de Transporte\n")
912 cat("Chi-cuadrado:", round(chi_cuadrado$statistic, 3), "\n")
913 cat("Valor-p:", format.pval(chi_cuadrado$p.value, digits = 3), "\n")
914 if(chi_cuadrado$p.value < 0.05) {
915   cat("→ Existe una relación significativa entre género y tipo de transporte (p < 0.05)\n")
916 } else {
917   cat("→ No existe una relación significativa entre género y tipo de transporte (p >= 0.05)\n")
918 }
919
920 # 12. RESUMEN EJECUTIVO
921 resumen_genero_edad <- genero_edad_transporte %>%
922   group_by(medio_transporte) %>%
923   summarise(
924     total_usuarios = sum(cantidad),
925     porcentaje_mujeres = round(sum(cantidad[genero == "Femenino"]) / total_usuarios * 100, 1).

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 64

Código en RStudio.

```

925   porcentaje_mujeres = round(sum(cantidad[genero == "Femenino"]) / total_usuarios * 100, 1),
926   porcentaje_hombres = round(sum(cantidad[genero == "Masculino"]) / total_usuarios * 100, 1),
927   edad_promedio = names(sort(table(rep(edad, cantidad)), decreasing = TRUE))[1]
928 ) %>%
929   arrange(desc(total_usuarios))
930
931 print("Resumen Ejecutivo: Género y Edad por Transporte:")
932 print(resumen_genero_edad)
933 write.csv(resumen_genero_edad, "resumen_genero_edad_transporte.csv", row.names = FALSE)
934
935 # 13. GRÁFICO: RESUMEN PORCENTUAL DE GÉNERO POR TRANSPORTE
936 ggplot(resumen_genero_edad, aes(x = medio_transporte)) +
937   geom_segment(aes(xend = medio_transporte, y = 0, yend = 100), color = "gray") +
938   geom_point(aes(y = porcentaje_mujeres, color = "Mujeres"), size = 5) +
939   geom_point(aes(y = porcentaje_hombres, color = "Hombres"), size = 5) +
940   geom_text(aes(y = porcentaje_mujeres, label = paste0(porcentaje_mujeres, "%")),
941            vjust = -1, fontface = "bold") +
942   geom_text(aes(y = porcentaje_hombres, label = paste0(porcentaje_hombres, "%")),
943            vjust = 2, fontface = "bold") +
944   labs(title = "DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE GÉNERO POR TIPO DE TRANSPORTE",
945        x = "Medio de Transporte", y = "Porcentaje (%)",
946        color = "Género",
947        subtitle = "Composición por sexo en cada medio de transporte") +
948   theme_minimal() +
949   theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1),
950         plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14),
951         plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
952   scale_color_manual(values = c("Mujeres" = "pink", "Hombres" = "lightblue")) +
953   ylim(0, 100)
954
955 ggsave("graficos/25_resumen_genero_transporte.png", width = 12, height = 8, dpi = 300)
956
957

```

Nota: Elaboración propia.

Figura 65

Trabajo de campo-encuestas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 66

Trabajo de campo-encuestas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 67

Trabajo de campo-encuestas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 68

Trabajo de campo-encuestas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 69

Trabajo de campo-encuestas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 70

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 71

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 72

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 73

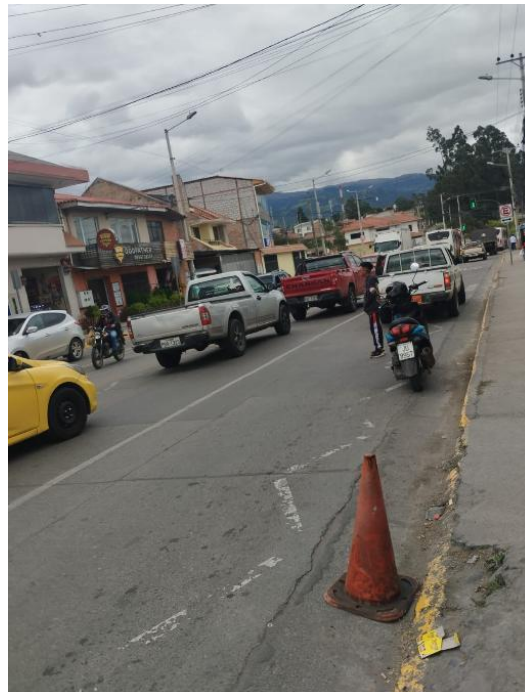
Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 74

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 75

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 76

Trabajo de campo-levantamiento visual.



Nota: Elaboración propia.

Figura 77

Trabajo de campo-levantamiento visual.

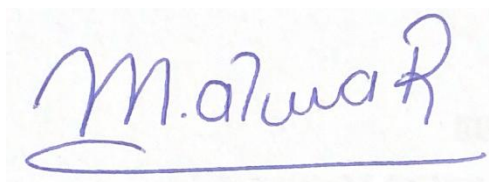


Nota: Elaboración propia.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, María Alina Romero Alvarado portador de la cédula de ciudadanía N.º 0707254223. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL BASADA EN LA MOVILIDAD DEL CORREDOR CAMINO A PATAMARCA, DE LA PARROQUIA HERMANO MIGUEL, CANTÓN CUENCA” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de octubre de 2025



F:.....

María Alina Romero Alvarado

0707254223