



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA
AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO HASTA
GUILLERMO CASTRO**

**GUALAN CELI MISHEL PAULINA
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA
AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO
HASTA GUILLERMO CASTRO**

**GUALAN CELI MISHEL PAULINA
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA
AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO
HASTA GUILLERMO CASTRO**

**GUALAN CELI MISHEL PAULINA
INGENIERA CIVIL**

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

**MACHALA
2024**

PROYECTO TECNICO-GUALAN MISHEL FINAL (1)

3%
Textos sospechosos



3% Similitudes
0% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: PROYECTO TECNICO-GUALAN MISHEL FINAL (1).docx
ID del documento: e86077717359402ea11ddc214fc3df6b40508c9e
Tamaño del documento original: 3,52 MB
Autores: []

Depositante: Sanchez Mendieta Carlos Eugenio
Fecha de depósito: 7/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 7/2/2025

Número de palabras: 17.132
Número de caracteres: 114.597

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D.docx Trabajo de Titulación Fin... #730711 El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
2	iconline.ipleiria.pt IC-Online: Traffic Vertical Signposting: Materials Characterizatio... https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/8249?locale=pt_PT 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
3	Documento de otro usuario #56e56a El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
4	bit.ly https://bit.ly/3u3EtyA 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
5	repositorio.unal.edu.co Entornos peatonales : configuración de calles en el centro ... https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77942	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)


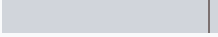


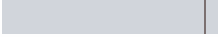





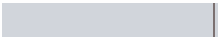


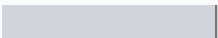

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	doi.org https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.2779-2802	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	doi.org https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V6I14.89	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	doi.org Micro-Mobility Infrastructure for Redefining Urban Mobility European Jour... https://doi.org/10.33422/EJEST.V3I1.163	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
4	todoingenierias.com Riesgos ambientales del transporte y su impacto en el medio... https://todoingenierias.com/riesgos-ambientales-del-transporte-y-su-impacto-en-el-medio-ambie...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	Documento de otro usuario #7179cd El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes ignoradas

Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/20660/1/XAVIER VERDY VITERI.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (84 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec Repositorio Digital de la UTMACH: Maestría en Inge... http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19098	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)
3	repositorio.utmachala.edu.ec Repositorio Digital de la UTMACH: Maestría en Inge... http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19098	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)
4	www.redalyc.org Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento d... https://www.redalyc.org/journal/5703/570363740001/html/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)
5	www.mdpi.com Traffic Congestion Classification Using GAN-Based Synthetic Data ... https://www.mdpi.com/2079-9292/11/15/2290	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
6	 doi.org Traffic Congestion Classification Using GAN-Based Synthetic Data Augmenta... https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS11152290	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
7	 doi.org Automatic Recognition and Geolocation of Vertical Traffic Signs Based on Ar... https://doi.org/10.3390/INFRASTRUCTURES7100133	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
8	 www.redalyc.org Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento d... https://www.redalyc.org/journal/5703/570363740001/570363740001.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
9	 www.scielo.org.mx http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v39n3/2448-6515-educm-39-03-e2235.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
10	 doi.org [2104.14359] Estimating public transport congestion in UK urban areas with... https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.14359	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1  <https://doi.org/10.33936/RIEMAT.V7I1.4836>
- 2  <http://www.alfaomega.com.co>
- 3  <https://doi.org/10.29147/DATJOURNAL.V7I1.586>
- 4  <https://doi.org/10.24857/rgsa.v15.2767>
- 5  <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20665>

Puntos de interés

□

□

UTMACH
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO HASTA GUILLERMO CASTRO.

MISHEL PAULINA GUALAN CELI
INGENIERIA CIVIL

MACHALA

□

2024

□

UTMACH
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO HASTA GUILLERMO CASTRO.

MISHEL PAULINA GUALAN CELI
INGENIERIA CIVIL

TUTOR:
SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

MACHALA

2024

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado especialmente para mi madre, a pesar de las cosas duras que hemos pasado, quiero que sepa que todo este esfuerzo es por ella y para ella, mi pilar fundamental, mi mayor inspiración y el motor que me impulsa cada día. Tu ejemplo de valentía y dedicación me ha enseñado que no hay que rendirse nunca. Gracias por creer en mí incluso en momentos difíciles, por ser mi lugar seguro y mi guía. Este trabajo es una muestra de lo que he podido lograr gracias a tu ayuda y tus palabras de aliento.

Te amo, y espero que estes orgullosa de tu hija, ten presente que este triunfo no es solo mío, si no de las dos.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios por permitirme culminar esta nueva etapa de mi vida, por darme la salud y fortaleza para seguir adelante, estoy tan agradecida con el por ponerme personas excelentes en este camino, quienes estuvieron tanto en las buenas como en las malas.

A mi madre, quien con su amor incondicional y ejemplo de perseverancia ha sido mi mayor inspiración y apoyo en cada paso de este camino. Sus palabras de aliento me han dado la fuerza necesaria para superar cada desafío con el que me he propuesto. Gracias por ser ese refugio, por creer en mí y por acompañarme en este logro que también es para ti y por ti. Este trabajo es el reflejo del amor que te tengo.

A mis hermanas, mis compañeras de vida, que siempre estuvieron presentes apoyándome en este camino, fueron mis pilares fundamentales para no rendirme y seguir adelante, por estar a mi lado, brindándome su apoyo compañía y motivación.

A mi papá por alentarme cada día y apoyarme en todo lo que le pedía, por ser mi guía, por tus palabras de aliento, quien estuvo siempre presente en esta etapa, lo cual el supo el duro camino que tuve que hacer para llegar a la meta.

A mis abuelos paternos y maternos, por enseñarme el valor del esfuerzo y honestidad. Sus consejos llenos de sabiduría han dejado en mí una huella, guiándome en los momentos más importantes de este valioso camino. Le agradezco a dios por tenerlos aun con vida y salud, viéndome cumplir una etapa más, ya que para mí es demasiado importante ver que ellos vean el logro que han sembrado en este camino.

A mi tutor el Ing. Carlos Eugenio Sánchez Mendieta Mg.s, cuyo conocimiento y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto técnico. Su sabiduría no solo fortaleció el proceso, sino que también fue un pilar para lograr los objetivos planeados. A la Ing. Ariana Condoy e Ing. Yudi Medina quien, con su guía profesional, contribuyeron de manera significativa al análisis y ejecución de este trabajo. Este logro no habría sido posible sin su generosa disposición para compartir su experiencia y su incasable apoyo. ¡Gracias por ser parte esencial de ese esfuerzo!!

RESUMEN

El presente documento surge de la necesidad de conocer la movilidad urbana, nivel de servicio, la capacidad vial, la falta de infraestructura adecuada, entre otros factores que influyen en el equipamiento urbano en el del tramo 25 de Junio, desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Av. Guillermo castro Benítez, con una longitud total en ambos sentidos de 4 km, la cual esta avenida es parte de una de las principales arterias de acceso a diferentes ciudadelas y plazas comerciales, cuya importancia ha aumentado debido a la afluencia de ciudadanos de otros cantones y provincias. El objetivo principal del estudio es evaluar el flujo vehicular y los puntos críticos de la infraestructura urbana para proponer estrategias que mejoren la capacidad vial y la movilidad en la zona. Para ello, se utilizó una metodología que combina observación directa en campo y análisis cuantitativo, centrándose en criterios como condición de la vía, nivel de servicio, facilidades peatonales, problemas de estacionamiento, medidas de seguridad vial, y transporte público. Los resultados muestran que la vía tiene una alta capacidad vial (7,770 veh/h en ambos sentidos) y un nivel de servicio clasificado como D, indicando una circulación inestable en horas pico. Además, se identificó una cobertura conveniente de facilidades peatonales (98.06%), pero con necesidades de mantenimiento en pasos de cebra. El transporte público se presenta como eficiente, con una frecuencia de 107 buses por hora, mientras que los niveles de ruido registrados (79 dB en promedio) superan los límites recomendados, reflejando un impacto ambiental significativo. En conclusión, se

recomienda optimizar la gestión del tráfico mediante la construcción de vías alternas, mejorar la conectividad de ciclovías y la infraestructura peatonal, y fomentar el uso de transporte público sostenible. Estas estrategias buscan promover una movilidad más eficiente, segura y sostenible en la ciudad de Machala.

Palabras clave: Nivel de servicio, Capacidad vial, Movilidad urbana, Congestión vehicular

ABSTRACT

This document arises from the need to understand urban mobility, the level of service, road capacity, the lack of adequate infrastructure, and other factors influencing urban equipment in the 25 de Junio section, from Alejandro Castro Benítez Avenue to Guillermo Castro Benítez Avenue, with a total length of 4 km in both directions. This avenue is one of the main arteries providing access to various neighborhoods and shopping plazas, whose importance has increased due to the influx of citizens from other cantons and provinces.

The main objective of the study is to evaluate traffic flow and critical points of urban infrastructure to propose strategies that improve road capacity and mobility in the area. A methodology was used that combines direct field observation and quantitative analysis, focusing on criteria such as road condition, level of service, pedestrian facilities, parking issues, road safety measures, and public transportation.

The results show that the road has a high capacity (7,770 veh/h in both directions) and a level of service classified as D, indicating unstable traffic flow during peak hours. Additionally, a convenient coverage of pedestrian facilities was identified (98.06%), although maintenance is needed for crosswalks. Public transportation is efficient, with a frequency of 107 buses per hour, while the recorded noise levels (an average of 79 dB) exceed the recommended limits, reflecting a significant environmental impact.

In conclusion, it is recommended to optimize traffic management through the construction of alternate routes, improve the connectivity of bike lanes and pedestrian infrastructure, and promote the use of sustainable public transportation. These strategies aim to foster more efficient, safe, and sustainable mobility in the city of Machala.

Keywords: Level of Service, Road Capacity, Urban Mobility, Traffic Congestion.



ÍNDICE

Introducción14

1.PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA14

1.1.Antecedentes14

1.1.1.Ubicación14

1.1.2.Datos de la población15

1.1.3.Geografía16

1.1.4.Uso de suelo16

1.1.5.Situación vial17

1.1.6.Ordenamiento territorial17

1.2.Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)18

1.3.Formulación del problema (preguntas científicas).21

1.3.1.Problema21

1.3.2.Problemas secundarios21

1.4.Delimitación del objeto de estudio21

1.5.Justificación22

1.6.Objetivos: general y específicos24

1.6.1.Objetivo General:24

1.6.2.Objetivos Específicos:24

2.MARCO TEORICO24

2.1.Antecedentes Contextuales24

2.1.1.Macro24

2.1.2.Meso26

2.1.3.Micro28

2.2.Antecedentes Conceptuales30

2.2.1.Congestión Vehicular30

2.2.2.Movilidad30

2.2.3.Demanda Vehicular30

2.2.4.Movilidad Urbana31

2.2.5.Movilidad No Motorizada31

2.2.6.Peatones31

2.2.7.Señalización31

2.2.8.Ciclovía32

2.2.9.Tráfico Promedio Diario Anual32

2.3.Antecedentes Referenciales32

3.METODOLOGIA35

3.1.Modalidad básica de la investigación35

3.2.Tipo de investigación35

3.2.1.Investigación descriptiva35

3.2.2.Investigación documental37

3.2.3.Investigación experimental37

3.3.Población y muestra37

3.3.1.Población37

3.3.2.Muestra37

3.4.Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados37

3.5.Técnicas de recolección de información40

3.5.1.Delimitación del área de estudio40

3.5.2.Recolección de datos primarios41

3.5.3.Recolección de datos secundarios41

3.6.Técnicas de procesamiento de la información41

3.6.1.Análisis de los datos41

3.6.2.Presentación de resultados41

4.ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS41

4.1. Condición de la Vía:43

4.1.1. Recolección de datos y orden de fallas.44

4.2. Capacidad vial51

4.3. Nivel de Servicio52

4.4. Facilidades peatonales53

4.5. Problemas de estacionamiento55

4.6. Medidas de seguridad vial55

4.7. Impacto ambiental56

4.8. Congestión vehicular58

4.9. Transporte público58

4.10. Facilidades para ciclovías59

4.11. ALTERNATIVAS DE PROPUESTAS59

5. CONCLUSIONES.61

6. RECOMENDACIONES.

62

Bibliografías63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población Cantón Machala14

Tabla 2. Uso del Suelo del Cantón Machala15

Tabla 3.



Distancia entre Machala y los cantones colindantes15

Tabla 4. Análisis comparativo de metodologías para la evaluación de los modelos de diseño de movilidad no motorizada34

Tabla 5. Criterios de evaluación para la movilidad urbana y capacidad vial36

Tabla 6 Tabla de métodos y técnicas para la recolección de datos38

Tabla 7. Criterios de evaluación.42

Tabla 8.Recolección de datos de cantidades de fallas registradas44

Tabla 9. Clasificación del Nivel de Servicio Según la Densidad Vehicular propuesta-carreteras multicarril de Colombia.53

Tabla 10.Tramo 1 (0-2 km) salida Machala- oeste -este.54

Tabla 11. Tramo 2 (2-4 km) entrada Machala- este- oeste54

Tabla 12. Tabla total ambos sentidos (0-4 km)54

Tabla 13. Resultados de los dispositivos de medidas de seguridad.56

Tabla 14. Resultados de medición de ruido en decibeles en el tramo evaluado.57

Tabla 15. Resultados del Censo de Buses en Ambos Sentidos.58

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del Cantón Machala13

Figura 2: Congestión Vehicular17

Figura 3: Uso inapropiado de la vía por parte de los ciclistas18

Figura 4: Deterioro de parada de buses19

Figura 5: Ausencia de Señalizaciones aérea19

Figura 6: Árbol de problemas20

Figura 7 Zona de estudio21

Figura 8. Cantidades de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez44

Figura 9.Porccentaje de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez45

Figura 10.Tramo 1 (Redondel del Bananero hasta la Entrada del Paseo Shopping)45

Figura 11. Tramo 2 (Desde la salida del Paseo Shopping hasta Oro Plaza)46

Figura 12. Tramo 3 (Desde Ciudad Verde hasta la zona comercial De Prati)46

Figura 13.Tramo 6 (Desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz City Car)47

Figura 14.Tramo 7 (Desde Tracto Partes hasta el Centro Cerámico INNOVA)47

Figura 15.Tramo 8 (Desde la Importadora IMACO hasta el lote baldío cercano a la fábrica de Coca-Cola)48

Figura 16.Tramo 9 (Desde la distribuidora Coca-Cola hasta el lote baldío frente a la salida del Shopping).48

Figura 17.Tramo 10 (Desde el lote baldío frente a la entrada del Shopping hasta el redondel del Bananero)49

ANEXOS

Anexo 1 Condición de la vía tramo oeste-este62

Anexo 2 Condición de la vía tramo este-oeste62

- Anexo 3 Condición de la vía tramo ambos sentidos⁶³
- Anexo 4. Conteo vehicular sentido oeste-este (salida de Machala)⁶³
- Anexo 5. Conteo vehicular sentido este-oeste (Entrada a Machala)⁶⁴
- Anexo 6. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Este-Oeste⁶⁴
- Anexo 7. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Oeste- Este⁶⁵
- Anexo 8. Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos.⁶⁵
- Anexo 9. Cálculo de capacidad vial⁶⁵
- Anexo 10. Equivalente de camiones para tipo de terreno⁶⁶
- Anexo 11. El factor de corrección por camiones (*f_{HV}*)⁶⁶
- Anexo 12. Flujo vehicular (qp)⁶⁶
- Anexo 13. Velocidad promedio (v)⁶⁶
- Anexo 14. Cálculo de la densidad (D)⁶⁶
- Anexo 15. Aplicación móvil NIOSH Sound Level Meter (decibeles)⁶⁷
- Anexo 16. Cálculo del Porcentaje de Vías con Ciclovías⁶⁷
- Anexo 17. Condición de la vía- medición de fallas de pavimento.⁶⁸
- Anexo 18. Facilidades para ciclovías- medición de total de acero bici⁶⁸
- Anexo 19. Problemas de estacionamiento.⁶⁹
- Anexo 20. Transporte público-conteo por hora, ambos sentidos.⁶⁹
- Anexo 21. Facilidades peatonales-paso cebra.⁷⁰

Introducción

En el entorno dinámico y creciente de las ciudades ecuatorianas, la planificación y gestión eficaz de la movilidad urbana se rige como un desafío primordial para garantizar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. En este contexto, Machala, reconocida como la "Capital Bananera del Mundo", se posiciona como un centro vital en la región suroeste de Ecuador, con una población en constante crecimiento y una economía impulsada por la producción agrícola y el comercio internacional.

El presente trabajo se centra en abordar las complejidades y desafíos asociados con la movilidad urbana en Machala. A través de un análisis detallado de los antecedentes, datos demográficos y problemáticas actuales, se busca comprender a fondo las dificultades que enfrenta la ciudad en términos de congestión vehicular, falta de infraestructura adecuada y ausencia de soluciones sostenibles de movilidad.

El crecimiento poblacional de Machala, respaldado por el auge económico de la región, ha exacerbado la congestión vehicular en las vías urbanas, afectando la accesibilidad a servicios esenciales y comprometiendo la seguridad vial. Además, la falta de mantenimiento de la infraestructura vial y la ausencia de soluciones de movilidad sostenible han generado un entorno poco propicio para el desarrollo del turismo sostenible, afectando negativamente la economía local.

Particularmente preocupante es la situación de la avenida 25 de junio del tramo de la av. Alejandro Castro Benites hasta la Guillermo Castro Benites, donde la deficiencia en el equipamiento urbano ha contribuido a la ineficacia del tráfico y la falta de seguridad para los usuarios viales. Es evidente la necesidad urgente de intervenciones integrales que aborden estas problemáticas y mejoren la calidad de vida de los habitantes de Machala.

Por lo tanto, este estudio se propone identificar estrategias y soluciones efectivas para mejorar la congestión vehicular en Machala, considerando aspectos como la planificación urbana, el diseño de infraestructura vial y la promoción de medios de transporte sostenibles. Se espera que los hallazgos y recomendaciones derivados de este trabajo contribuyan significativamente a la formulación de políticas públicas y proyectos de desarrollo urbano que impulsen la movilidad eficiente, segura y sostenible en la ciudad de Machala

La estructura de esta investigación se basa en cuatro capítulos que se detallan de la siguiente manera:

En el primer capítulo, denominado "Planteamiento del Problema" encontramos bases para comprender la importancia del proyecto, como es la línea base del proyecto, en el cual describe la situación actual de la zona de estudio, la formulación de preguntas científicas, la justificación de la investigación y se establecen los objetivos.

En el segundo capítulo, titulado "Antecedentes", encontramos la recopilación de trabajos de diferentes autores proveniente de artículos que respaldan la investigación, estos artículos están basados en antecedentes contextuales macro, meso y micro del problema de estudio

En el tercer capítulo se detallala metodología utilizada en el estudio, abordando la modalidad y el tipo de investigación, así como describiendo la población y muestra seleccionada.

Finalmente, en el cuarto capítulo se centra en el análisis e interpretación de los resultados, así como en la aplicación de la metodología propuesta. En este conecto, se valida la metodología aplicada para el caso de estudio de la ciudad de Machala, lo que conlleva a la identificación de saber si es eficiente la movilidad urbana y capacidad vial en el tramo seleccionado.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Antecedentes

Machala, una ciudad ecuatoriana, ostenta el reconocimiento como la cuarta urbe más importante del país y conocida como la "Capital Bananera del Mundo". Fundada el 25 de junio de 1824, funge como la capital de la provincia de El Oro. Estratégicamente ubicada en una zona baja cercana al Golfo de Guayaquil, al sur de la costa ecuatoriana, como se aprecia en la imagen N°1.

Esta ciudad prospera en una región agrícola fértil, destacándose en la producción de bananos, camarones y cacao. Su puerto exportador principal, Puerto Bolívar, emerge como un motor económico vital para la ciudad. Las actividades económicas preponderantes se vinculan estrechamente con la producción, comercio y exportación de estos productos.

Ubicación

Machala se encuentra en la región suroeste de Ecuador, a lo largo de la costa ecuatoriana. Como cabecera cantonal de la provincia de El Oro, se posiciona como la ciudad más habitada, desempeñando un papel crucial como núcleo

1 **Tesis Felipe Vacacela fin.docx** | Tesis Felipe Vacacela fin
El documento proviene de mi grupo

administrativo, económico, financiero y comercial de la región. Con una extensión de aproximadamente 37.292,38 hectáreas, se distribuye en 7 parroquias urbanas: Puerto Bolívar, Jambelí, Machala, Jubones, La Providencia, El Cambio y 9 de mayo, además de una parroquia rural llamada El Retiro.

Los límites del cantón Machala son los siguientes:

2 **bit.ly**
<https://bit.ly/3u3EtyA>

al norte limita con el cantón El Guabo, al sur con el cantón Santa Rosa, al este con los cantones Pasaje y Santa Rosa, y al oeste con el Archipiélago de Jambelí (GAD Machala, 2022).

Figura 1. Mapa de ubicación del Cantón Machala

□

Fuente: Elaboración propia

Datos de la población

El cantón Machala tenía una población de 256.022 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado en el 2010. A pesar de ello, estimaciones realizadas por el INEC en 2017 indican que para el año 2020, en número de habitantes alcanzaría un aproximado de 289.141, con una distribución del 50.92% de mujeres y 49.08% de hombres.

En el área urbana del cantón Machala, se registrarán alrededor de 277.575 personas, lo cual representa el 96% de la población total del cantón, mientras que en el área rural comprende el 4% restante el cual abarca la Parroquia Machala y El Retiro (GAD Machala, 2022).

Tabla 1. Población Cantón Machala

Sexo	Área Urbana	Área rural	Total
Hombre	136.234	5.676	141.910
Mujer	141.341	5.889	150.196
Total	277.575	11.566	289.141

Fuente: SNI – INEC 2010 /Proyecciones 2020

Elaboración: SCC 2020 – PDOT 2015

Geografía

Machala ubicada en una región llana cercana al golfo de Guayaquil, en la costa del océano Pacífico. Se localiza en la parte occidental del archipiélago de Jambelí. Su posición geográfica estratégica, facilita su conexión con varias ciudades del sur y oeste del Ecuador como Santa Rosa, a 31 km; Guayaquil, a 182km; Milagro, a 163 km Huaquillas, a 74 km; Pasaje, a solo 20 km. Además, contamos con facilidad de acceso a las ciudades ubicadas en el norte de Perú (GAD Machala, 2022).

Uso de suelo

En esta parte se menciona la vegetación natural y zonas agropecuarias que se encuentra en la extensión del cantón Machala donde se aprecia los cultivos de cacao, banano y otros cultivos frutales, Además se pueden observar las camaroneras. También se incorporan las coberturas vegetales promovidas como resultado de la actividad humana como áreas urbanas. Para comprender el funcionamiento del uso del suelo en el área se ha usado el análisis de imágenes satelitales proporcionadas en el 2000, 2008 y 2011. Como resultado de este estudio se evidenció un aumento en la zona de manglar (vegetación arbustiva y arbórea) de un 8.73% en el año 2008 a 10.76% en el 2011. Por otra parte, el área destinada a la crianza de camarón en el 2011 tuvo un descenso del 24.57% (2008) a 22.10%. Al revisar un par de indicadores se puede determinar que hubo un aumento de la vegetación de manglar en el área previamente mencionada que estaba designado en la crianza de camarón. Este suceso se puede atribuir a las operaciones de reforestación de manglar que se realizaron por las autoridades competentes mediante el Derecho Ejecutivo 1391 (GAD Machala, 2022).

Tabla 2. Uso del Suelo del Cantón Machala

Cobertura y uso del suelo	2000	2008	2011			
Área (HA) %	Área (HA) %	Área (HA) %				
Arbórea/ Arbustiva	3.488,03	9,36	3.252,90	8,73	4.011,44	10,8
Camaroneras	7.914,59	21,2	9.160,17	24,6	8.236,66	22,1
Cuerpos de agua	1.778,74	4,77	1.778,74	4,77	1.778,74	4,77
Otras tierras	542,05	1,45	459,09	1,23	0	0
Tierras agropecuarias	18.755,50	50,3	19.890,86	53,4	19.452,81	52,2
Vegetación arbustiva y herbácea	2.943,23	7,9	89,93	0,24	0	0
Áreas urbanas	1.853,09	4,97	2.643,54	7,09	3.795,58	10,2
TOTAL	37.275,23	100	37.275,23	100	37.275,23	100

Fuente: IGM/SNI 2010

Elaboración: GADMM PDOT 2015

Situación vial

La infraestructura vial principal del cantón, que consiste en carreteras de primer nivel con más de dos carriles, facilita la unión entre los cantones de Pasaje, Santa Rosa y El Guabo. La pavimentación de estas vías permite una conectividad eficiente entre cantones a través de distancias relativamente cortas. Es crucial resaltar que a responsabilidad de esta red de carreteras recae principalmente en el Gobierno.

Tabla 3. Distancia entre Machala y los cantones colindantes

Cantones	Km
El guabo	18
Pasaje	20
Santa Rosa	31

Fuente: GPAO 2011

Elaboración: SCC 2020 – GADMM PDOT 2015

La distancia promedio entre Machala y los cantones ya mencionados es de 23 kilómetros. Una de las distancias más cortas es hacia El Guabo con 18 kilómetros, mientras que la más larga son la de Pasaje 20 kilómetros y Santa rosa con 31, así como se muestra en la tabla 3 (GAD Machala, 2022).

Ordenamiento territorial

Se define como un proceso que integra aspectos políticos, técnico y administrativos. Su objetivo es la organización, gestión y planificación del uso y ocupación del territorio. Este proceso se lleva a cabo con factores como las características culturales, socioeconómicas y políticas-institucionales.

El propósito del Ordenamiento Territorial en un municipio es alcanzar una distribución territorial que sea más equitativa y eficiente en cuanto a las oportunidades de desarrollo. Este proceso orienta las interacciones entre sus habitantes y el territorio, estableciendo vínculos entre las actividades productivas y el espacio disponible. El objetivo es mejorar la calidad de vida tanto de las actuales como las futuras.

Al contar con el Plan de Ordenamiento Territorial, el gobierno proporciona una herramienta significativa para tomar decisiones con más certezas, basarse en cambios que deben abordarse a través del diálogo y la búsqueda de soluciones planificadas que consideren los intereses de los diversos sectores involucrados. Este plan facilita y se convierte en una guía estratégica que contribuye al aprovechamiento sostenible de los recursos disponibles, el modelo de desarrollo debe fomentar la competitividad sistemática como la productividad territorial (GAD Machala, 2022).

Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)

El desarrollo urbano desordenado ha propiciado una situación problemática caracterizada por una considerable congestión vehicular en la ciudad como se presenta en la figura 2. Esta problemática, a su vez, dificulta el acceso a servicios esenciales, generando demoras que afectan la puntualidad tanto de conductores como de pasajeros. La consecuente dificultad de acceso para los servicios de emergencia, como ambulancias, policía y bomberos, agrava la situación, comprometiendo la eficacia y prontitud de su intervención en situaciones críticas. Este escenario impacta negativamente en la movilidad, seguridad y bienestar general de la comunidad.

Figura 2: Congestión Vehicular

?

?

Fuente: Elaboración propia

La ausencia de soluciones de movilidad sostenible ha contribuido al deterioro de la infraestructura para ciclistas, generando un círculo vicioso que afecta negativamente la atracción del turismo sostenible. La falta

de incentivos para el uso de la bicicleta como medio de transporte

se traduce en una pérdida significativa de atractivo para los visitantes conscientes del medio ambiente. Esta situación crea un entorno poco favorable, tal como se evidencia en la Figura 3, para el desarrollo del turismo sostenible, perpetuando la ausencia de alternativas de movilidad ecológicas.

?

Figura 3: Uso inapropiado de la vía por parte de los ciclistas

Fuente: Elaboración propia

La falta de mantenimiento en la ciudad ha provocado problemas que afectan a la seguridad vial y a la comodidad de los ciudadanos. La desorientación del conductor en las calles aumenta el riesgo de accidentes debido a la ausencia de señalizaciones aéreas o señalización vertical en general. Además, el deterioro de las paradas de autobuses, como se muestra en la figura 4, no solo contribuye a la insatisfacción de los usuarios del transporte público, sino que también presenta un peligro potencial para su seguridad. En conjunto, esta situación refleja la necesidad urgente de abordar la falta de mantenimiento para garantizar la seguridad y eficiencia en la movilidad urbana.

?

Figura 4: Deterioro de parada de buses

Fuente: Elaboración propia

En el tramo de la vía 25 de junio, desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, los usuarios experimentan un servicio de movilidad urbana y capacidad vial notablemente deficiente. La falta de equipamiento urbano adecuado en esta área ha contribuido a la ineficacia del tráfico y a la falta de seguridad para los usuarios viales. La implementación y mejora del equipamiento urbano, como señalizaciones aéreas como se muestra en la figura 5, se vuelven esenciales para abordar de manera integral los desafíos actuales y mejorar la calidad general de la movilidad en este tramo específico.

?

?

Figura 5: Ausencia de Señalizaciones aérea

Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Árbol de problemas

?

Fuente: Elaboración propia

Formulación del problema (preguntas científicas).

Problema

¿Los usuarios de la Vía 25 de junio del tramo de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, reciben un servicio deficiente de movilidad urbana y capacidad vial?

Problemas secundarios

¿Cuáles son las causas de la congestión vehicular en vías urbanas que permitan la evaluación de la capacidad vehicular y movilidad urbana?

¿Cuáles son las causas de la afectación de los equipamientos urbanos en relación con la capacidad vial y la movilidad urbana?

¿Como se puede evaluar el nivel de servicio en la Avenida 25 de junio, considerando los resultados obtenidos?

Delimitación del objeto de estudio

Machala, una ciudad ubicada en la provincia de El Oro, en el sur de Ecuador, es el foco de análisis de este trabajo. Se examinará detenidamente la movilidad urbana y la capacidad en la Avenida 25 de Junio, específicamente en el tramo que va desde Alejandro Castro Benítez hasta Guillermo Castro Benítez. Esta avenida es parte de una de las principales arterias de acceso a diferentes ciudadelas y plazas comerciales, cuya importancia ha aumentado debido a la afluencia de ciudadanos de otros cantones y provincias. Por lo tanto, es sumamente necesaria la ejecución de trabajos que posibilitarán una atención adecuada en términos de infraestructura ornamental. Principio del formulario

Figura 7 Zona de estudio

?

Fuente: Elaboración propia

Justificación

La cuestión de movilidad urbana ha ganado mucha atención en todo el mundo y se prevé que seguirá siendo importante en el futuro. Esto se debe a que la movilidad es fundamental para el bienestar de las personas que viven en las ciudades (da Silva Rocha, 2021). A través de los años, hemos sido testigos de un crecimiento sostenido en el número de vehículos en nuestra ciudad. Este aumento constante ha derivado a problemas de congestión, complicando cada vez más a la movilidad urbana.(I. G. Mafla et al., n.d.)

La gestión de la movilidad urbana representa un desafío para prácticamente todos los países a nivel mundial. El crecimiento de la población en las principales ciudades ha llevado a

concentrarse en sectores o áreas estratégicas, en busca de mejores oportunidades laborales y educativas que mejoren su calidad de vida. Como consecuencia surgen problemas en el desplazamiento colectivo, como el incremento del tiempo de viaje a nuestro origen de destino, tráfico vehicular excesivo en horas pico y la inseguridad para los usuarios. Además, esta situación aumenta los accidentes de tránsito y la tasa de mortalidad, así como a la contaminación ambiental y acústica, entre otros factores (G. Mafla et al., 2019).

Un sistema de transporte vial juega un papel crucial en el avance socioeconómico y sostenible de todas las sociedades modernas. Una carretera en condiciones óptimas se convierte en el pilar fundamental para el desarrollo social y económico de una comunidad, ya que la finalidad de una vía es posibilitar la circulación libre y eficiente de vehículos destinados al transporte de personas, materiales y productos.

Este trabajo se realiza pensando en la congestión vehicular que se produce en la Avenida 25 de junio en el tramo Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, debido a que su ubicación experimenta un gran flujo de tráfico ya que es una avenida de entrada y salida a la Ciudad, transformándolas en rutas sumamente frecuentadas por una variedad de vehículos que circulan diariamente en dichas avenidas.

Al examinar los problemas asociados al congestionamiento vehicular, se identifican inconvenientes, entre ellos, accidentes, demoras en el tiempo para conductores y peatones, generación de ruido, contaminación y molestias que afectan a los residentes que utilizan esta vía para desplazarse y a los residentes en sus proximidades.

Por último, uno de los motivos fundamentales que impulsaron la realización de este proyecto fue el deseo de obtener el título de Ingeniera Civil, además de la necesidad de adquirir conocimientos específicos en un área de estudio que resulta ser de gran utilidad en la actualidad.

Objetivos: general y específicos

Objetivo General:

Evaluar el flujo vehicular identificando puntos críticos en el equipamiento urbano que permita medidas eficientes para la capacidad vial y la movilidad urbana en el tramo de la avenida 25 de junio entre Alejandro Castro Benítez y Guillermo Castro Benites.

Objetivos Específicos:

Analizar las causas de la congestión vehicular en vías urbanas mediante revisiones bibliográficas que permitan la evaluación de la capacidad vehicular y movilidad urbana.

Identificar las causas de la afectación de los equipamientos urbanos existentes mediante el análisis de la capacidad vial y congestión vehicular en el tramo de la avenida 25 de junio entre Alejandro Castro Benítez y Guillermo Castro Benites.

Determinar el nivel de servicio en la Avenida 25 de junio, interpretando los resultados de capacidad vial y movilidad urbana en el tramo entre Alejandro Castro Benites y Guillermo Castro Benites.

MARCO TEORICO

Antecedentes Contextuales

Macro

En Marruecos, el LISTD Laboratory, situado en la Escuela de Minas de Rabat, ha identificado varios desafíos críticos derivados del rápido crecimiento poblacional, entre ellos la congestión del tráfico, el incremento en el número de vehículos en circulación, la infraestructura vial inadecuada, la contaminación, la inseguridad vial, así como la pérdida de tiempo y el estrés que sufren los conductores. Frente a esta problemática, se ha propuesto como solución la implementación de un Sistema de Prevención de Congestión (CPS) que se apoya en la tecnología VANET (Redes Vehiculares Ad-Hoc). Este sistema está diseñado para transmitir datos del tráfico en tiempo real, con el fin de mejorar la eficiencia del flujo vehicular, reducir los tiempos de viaje, disminuir el consumo de combustible, evitar atascos de tráfico y asegurar un uso más efectivo de las vías existentes. La implementación de esta tecnología representa un enfoque innovador para abordar los retos urbanos y de movilidad, promoviendo así una gestión del tráfico más inteligente y sostenible. Al facilitar la comunicación entre vehículos y entre estos y la infraestructura vial, el sistema CPS basado en VANET ofrece una herramienta prometedora para mejorar la seguridad vial, minimizar el impacto ambiental del transporte y optimizar la experiencia de conducción en zonas urbanas congestionadas (Touluni et al., 2023).

En el área de Hebbal, ubicada en la ciudad metropolitana de Bangalore, India, se enfrentan desafíos significativos que impactan tanto la movilidad como la calidad de vida de sus ciudadanos. La densa infraestructura y el elevado tráfico vehicular han transformado el entorno urbano en un lugar poco acogedor y peligroso para los peatones. Esta situación, caracterizada por la escasez de espacios peatonales seguros, ha provocado una disminución en la calidad de vida de los residentes, afectando negativamente su salud y bienestar. Además, la ausencia de señalizaciones claras y la constante congestión complican la orientación dentro de la ciudad, lo que deteriora aún más la calidad de vida de los habitantes y la eficiencia del sistema de transporte. Para enfrentar estos problemas, se ha propuesto la implementación de nodos de transporte no motorizado, con el objetivo de mejorar la conectividad, la seguridad y la eficiencia del transporte. Asimismo, se sugiere adoptar enfoques regulatorios para las opciones de micro movilidad, con el fin de optimizar la movilidad urbana en Hebbal. Estas medidas buscan no solo aliviar los problemas actuales sino también promover un desarrollo urbano más sostenible y amigable con el peatón (Madapur et al., 2020).

En la ciudad de Zagreb, Croacia, se ha identificado una serie de problemas urbanos que afectan negativamente la movilidad y la calidad de vida de sus habitantes. Entre estos problemas se incluyen la congestión vehicular, la falta de integración del transporte público, una infraestructura inadecuada para peatones y ciclistas, y la urgente necesidad de promover formas de movilidad más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Para hacer frente a estos desafíos, se propuso una serie de medidas destinadas a mejorar la integración del transporte público. Entre estas medidas se encuentra la reorganización de las rutas de autobuses y tranvías, buscando optimizar su eficiencia y facilitar la movilidad de los ciudadanos. Además, se sugirió promover la movilidad sostenible a través del fomento de actividades como caminar y andar en bicicleta. Para ello, se planteó la creación de infraestructuras adecuadas que incluyen carriles para bicicletas y zonas peatonales amplias, destinadas a garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. Otra medida importante propuesta fue la reorganización de las calles para reducir la congestión del tráfico. Esta estrategia no solo tiene como objetivo facilitar un tránsito más fluido, sino también transformar el espacio público para hacerlo más amigable para peatones y ciclistas. De esta manera, se busca apoyar un cambio hacia modos de transporte más sostenibles, lo cual beneficiaría tanto a la comunidad como al medio ambiente, al reducir la emisión de contaminantes y mejorar la calidad del aire. Implementar estas medidas en Zagreb representa un paso crucial hacia la creación de una ciudad más sostenible, saludable y habitable. Al priorizar la movilidad sostenible y mejorar la integración del transporte público, Zagreb se encamina hacia un futuro donde la calidad de vida de sus ciudadanos y la preservación del medio ambiente sean ejes centrales de su desarrollo urbano (Majstorović et al., 2022).

En países mediterráneos como Turquía, Israel y Marruecos, se ha identificado una problemática centrada en la evaluación de las necesidades y prioridades de movilidad urbana en dichas regiones. Esta situación considera factores clave como la rápida urbanización, la proliferación de asentamientos informales, la insuficiencia de los sistemas de transporte público para satisfacer el crecimiento poblacional, altas tasas de fatalidades en modos de transporte no sostenibles, y el aumento en los ingresos y la posesión de vehículos en gran parte de la región. Ante esto, se sugiere la identificación y asignación de fondos e inversiones disponibles para expandir o mejorar la infraestructura de transporte y satisfacer la creciente demanda. La implementación de soluciones mejoradas en áreas tales como el transporte público, la infraestructura de transporte, la logística urbana y la planificación de la movilidad urbana sostenible se presenta como una estrategia clave para mejorar la movilidad urbana y promover un desarrollo urbano más sostenible en la región (Sdoukopoulos et al., 2016)

Meso

En Curitiba, Brasil, la creciente población y el incremento en el número de vehículos privados han planteado desafíos significativos para la movilidad urbana, manifestándose en congestión y tráfico lento en las vías públicas. Ante esta situación, se han propuesto diversas soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar la movilidad y calidad de vida de sus habitantes. Una de las soluciones más destacadas es la implementación de un sistema de metro subterráneo junto con un monorraíl elevado. Estas opciones buscan ofrecer un servicio rápido, seguro y de alta capacidad, capaz de movilizar a un gran número de personas de manera eficiente, reduciendo la dependencia de los vehículos privados y, por ende, la congestión vehicular. Adicionalmente, se ha hecho una apuesta firme por la movilidad sostenible a través de la expansión de la red de carriles para bicicletas, que tiene como objetivo incentivar



repositorio.uteq.edu.ec

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6604/1/T-UTEQ-158.pdf>

el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo,

ecológico y saludable, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases contaminantes y fomentando un estilo de vida activo entre la población. Por último, el uso de software de navegación para evitar rutas congestionadas se presenta como una herramienta tecnológica clave en la gestión del tráfico. Al



todoingenierias.com | Riesgos ambientales del transporte y su impacto en el medio ambiente

<https://todoingenierias.com/riesgos-ambientales-del-transporte-y-su-impacto-en-el-medio-ambiente/>

proporcionar información en tiempo real sobre el estado del tráfico y

sugerir rutas alternativas, se facilita una movilidad más ágil y menos estresante para los conductores. Estas soluciones, al ser implementadas de manera integral, buscan no solo mejorar la movilidad urbana en Curitiba, sino también garantizar un sistema de transporte más eficiente, sostenible y adaptado a las necesidades futuras de la ciudad. Con estas iniciativas, Curitiba se posiciona como un referente en la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos urbanos contemporáneos (Negri Pagani et al., 2021).

En la Zona Metropolitana de Monterrey, ubicada en Nuevo León, México, se ha observado un crecimiento expansivo que ha resultado en extensos tiempos de recorrido para los ciudadanos. Este fenómeno, acompañado de una infraestructura insuficiente para movilidades activas, ha exacerbado el congestionamiento vial en el área. La falta de adecuadas opciones para desplazamientos seguros y eficientes afecta negativamente la calidad de vida de los habitantes, impactando tanto en el ámbito personal como en el ambiental. Ante este

escenario, se ha propuesto el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) como una solución estratégica y de largo alcance. El PIMUS se orienta a abordar de manera integral los desafíos de movilidad de la zona, estableciendo un marco claro y ordenado para la implementación de acciones y proyectos. El programa prioriza intervenciones en fases de corto y mediano plazo, sin perder de vista el objetivo de sostenibilidad a largo plazo. El PIMUS contempla una serie de medidas diseñadas para mejorar la infraestructura existente y promover formas de movilidad más sostenibles y eficientes. Entre estas acciones se encuentran la expansión y mejora de la red de transporte público, el desarrollo de infraestructura dedicada a movilidades activas como ciclovías y senderos peatonales, y la implementación de políticas que incentiven el uso de modos de transporte alternativos al automóvil privado. Además, apunta a una planificación urbana que integre la movilidad sostenible como un eje central, favoreciendo el desarrollo de espacios urbanos más accesibles, seguros y amigables para los peatones y ciclistas. Esto incluye la revisión de normativas urbanísticas para promover la densificación inteligente y el uso mixto de suelo, reduciendo así la necesidad de desplazamientos largos y fomentando una cultura de movilidad más activa y saludable. El éxito del PIMUS dependerá de una implementación efectiva y de la colaboración entre el gobierno, la iniciativa privada, organizaciones civiles y la ciudadanía (García Sepúlveda et al., 2023).

En la ciudad de Tacna, Perú, se enfrenta un problema significativo de alta congestión vehicular en una de sus principales avenidas comerciales. Este desafío, exacerbado por el crecimiento poblacional, no solo afecta la calidad de vida de residentes y visitantes, sino que también impacta negativamente en las actividades comerciales de la zona. Para contrarrestar esta situación y mejorar la movilidad urbana, las autoridades locales han implementado medidas estratégicas. Una de las acciones tomadas ha sido la división del carril de subida en la avenida principal, utilizando delineadores de tránsito conocidos como postes refractivos, esta medida busca organizar el flujo vehicular de manera más eficiente, designando la división izquierda exclusivamente para el tránsito de vehículos livianos, incluyendo taxis, mientras que la división derecha se reserva solo para vehículos de transporte masivo urbano. Esta segregación del tráfico busca facilitar un flujo más ágil para los distintos tipos de vehículos, reduciendo los cuellos de botella y mejorando la eficiencia del transporte público. Adicionalmente, se ha procedido a la construcción de demarcaciones de cruce peatonal en ambos lados de la vía. Estas demarcaciones son fundamentales para garantizar la seguridad de los peatones, permitiéndoles cruzar de manera segura y ordenada, y a su vez, contribuyen a una mejor organización del tráfico vehicular. Al establecer zonas específicas para el cruce peatonal, se minimizan las interrupciones en el flujo vehicular y se promueve una convivencia armónica entre vehículos y peatones. Estas medidas, enfocadas en la reorganización del tráfico y la seguridad peatonal, son pasos importantes hacia la solución de la congestión vehicular en Tacna. Sin embargo, el éxito a largo plazo de estas intervenciones requerirá de un monitoreo continuo y posiblemente de la implementación de estrategias adicionales que aborden las raíces profundas del problema de congestión (Pinto et al., 2019).

Micro

En la ciudad de Portoviejo, Manabí-Ecuador, se identificó una problemática específica en tres intersecciones importantes. Se determinó que el vehículo liviano, también conocido como vehículo particular, era el principal generador de congestión en estas áreas. Para mitigar esta situación, se propusieron varias soluciones. Entre ellas, la conducción sustentable, que implica técnicas de manejo orientadas a reducir el impacto ambiental; la implementación de nuevas rutas de ciclovía; y la correcta aplicación de las normativas de tránsito vigentes. Estas medidas, ya aplicadas, buscan mejorar la movilidad urbana en la ciudad, transformándola en un espacio más sustentable y agradable para sus habitantes (Abata et al., 2022).

En la ciudad de Tulcán, Ecuador, se han identificado diversos aspectos críticos relacionados con la movilidad urbana, incluyendo la congestión vehicular, los altos costos del transporte, la falta de planificación y la escasez de documentación sobre el estado actual de la movilidad en la ciudad. Con el fin de abordar estas problemáticas, se ha llevado a cabo un proceso de recopilación de datos a través de encuestas para analizar la situación actual y proponer soluciones concretas. Una de las propuestas específicas para mejorar la movilidad urbana es mejorar la seguridad vial para peatones y ciclistas. Esto se lograría mediante la implementación de señalizaciones adecuadas en calles y aceras, lo que ayudaría a reducir el riesgo de accidentes y promovería un entorno más seguro para estos usuarios vulnerables de la vía. Además, se ha sugerido la implementación de un sistema de transporte integrado que priorice el uso de vehículos eléctricos y no motorizados, como bicicletas. Este enfoque busca reducir la dependencia de los vehículos tradicionales y fomentar formas de movilidad más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Asimismo, se propone establecer una planificación que considere la accesibilidad, seguridad y sustentabilidad en el diseño de la infraestructura urbana. Esto incluiría la optimización de los tiempos de traslado en las actividades diarias, asegurando que las rutas y servicios de transporte sean eficientes y convenientes para los ciudadanos. Finalmente, se destaca la importancia de garantizar la sostenibilidad en todas las acciones relacionadas con la movilidad urbana. Esto implica reducir el impacto negativo en la salud de los ciudadanos, proteger el medio ambiente y mitigar los costos asociados a las externalidades del transporte, como la congestión, los accidentes y los daños en la infraestructura. En resumen, estas propuestas buscan mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tulcán al promover una movilidad urbana más segura, eficiente y sostenible. Su implementación requerirá de un compromiso conjunto entre autoridades locales, la comunidad y otros actores relevantes, con el fin de alcanzar resultados significativos y duraderos (I. G. Mafla et al., n.d.).

Antecedentes Conceptuales

Congestión Vehicular

La congestión del tráfico es un desafío significativo en las redes de vías urbanas, y se han examinado varias estrategias para afrontarlo. Uno de ellos consiste en el uso de software de simulación, pero no puede proporcionar datos precisos sobre escenarios de congestión (Pratap Singh et al., 2023). Jilani et al., al., nos da una alternativa adicional que implica la aplicación de la Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML) para analizar información de tráfico y predecir la congestión (Jilani et al., 2022).

Movilidad

Implica una práctica social de viajar que integra los deseos y necesidades de desplazamientos (que juntos pueden definirse como requisitos de movilidad) y la capacidad para satisfacerlos. La manera en que viajamos afecta cómo nos relacionamos con el territorio y van más allá de la oferta de transporte individual o colectivo, redes o servicios. Los cambios relacionados con nuevos patrones de acumulación alteran la ubicación de las actividades y la población, así como también la forma en que utilizamos el territorio (Silvina López et al., 2015). Dentro del contexto de la planificación urbana, los planes y tarifas de movilidad cumplen un papel fundamental para integrar el uso del suelo y el transporte, establecer redes de transporte multimodal y gestionar los impactos del transporte de nuevos desarrollos (Paul, 2022).

Demanda Vehicular

Se refiere al número de vehículos que necesitan transitar a través de una red vial específica. Esta necesidad incluye los vehículos que actualmente se desplazan por la red de carreteras, aquellos que están en espera para poder moverse debido a la congestión, y aquellos que optan por rutas alternativas con el objetivo de evadir el tráfico congestionado (Cal y Mayor Reyes Spíndola, n.d.). Se determina una relación entre



Documento de otro usuario

El documento proviene de otro grupo

el número de vehículos que pasan por un punto durante un periodo determinado, junto con la capacidad vial o la cantidad máxima de vehículos que pueden circular en un espacio determinado, en el que se consideran la evaluación para establecer una relación que identificara problemas de tráfico como el flujo continuo, forzado e inestable (Ziad et al., 2020). La demanda de vehículos juega un papel fundamental en la planificación y mejora del transporte. Según los documentos revisados, se discuten diversas facetas relacionadas con la demanda vehicular. Singh y Cols. sugieren la utilización de modelos matemáticas para abordar el Problema de Ruteo de Vehículos Capacitados (CVRP) bajo demandas estocásticas difusas e intuicionistas, buscando así definir las rutas más eficientes para las compañías dedicadas a la logística (Singh et al., 2021).

Movilidad Urbana

Según el autor Galván, nos dice que la movilidad urbana se destaca como un elemento fundamental en el fenómeno de las actividades económicas y en la rutina diaria de la población, constituyéndose como un pilar que impulsa el avance y la vitalidad de una nación. Su importancia radica en la capacidad para reducir los tiempos de traslado, posibilitando a que las personas lleguen a sus destinos y ejecuten sus tareas diarias de forma efectiva y sin contratiempos (Galván, 2022).

Movilidad No Motorizada

Conocida también como movilidad activa, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de redes de transporte eficientes y equitativas, así como en la transición hacia comunidades sostenibles. Además de mejorar la salud al promover la actividad física, también contribuye a alcanzar objetivos sociales y ambientales, como fomentar la cohesión social y la reducir las emisiones de CO2 al contrarrestar la contaminación del aire generada por los vehículos motorizados durante estos desplazamientos (Brazão et al., 2022).

Peatones

La importancia del peatón en el entorno urbano radica a su doble función; como residente de la ciudad y como usuario del medio de transporte. Facilita la interacción con otros peatones y permite la participación en la vida cultural y comercial de las calles. Esta dualidad de la "peatonalidad" resalta como la interacción del peatón con su entorno le permite apreciar las características únicas de los caminos que transita, otorgándoles a una identidad propia (Valenzuela-Montes & Talavera-García, 2015).

Señalización

Los autores a Domínguez, Morcillo, Soilán y González. coinciden que el uso de señalización de movilidad urbana se refiere al uso de señales para guiar a los peatones en áreas urbanas y proporcionar información sobre movimientos verticales en estructuras construidas. Esto abarca indicaciones para la orientación, identificación y navegación de elementos verticales (Domínguez et al., 2022). También se han llevado a cabo investigaciones sobre la implementación de materiales naturales en señalización vertical, con el propósito de abordar problemas de durabilidad y mantenimiento asociados con las soluciones metálicas (Franco et al., 2019).

Ciclovía

Las infraestructuras para bicicletas representan un aspecto esencial del equipamiento urbano, pues ofrecen opciones medias alternativos de transporte y contribuyen al diseño general de la ciudad. Proporcionan renovados encuadres para los paisajes y buscan fomentar un equilibrio entre las personas y el medio ambiente (O'Donnell, 2023). Los autores O'Donnell, señala que es fundamental valorar la calidad de los carriles bici, considerando aspectos tales como el peligro de accidentes, niveles de contaminación y la exposición al sol. Un indicador de calidad integral, denominado BikeWay combina información ambiental y registros de incidentes previos para evaluar la seguridad y la salud de los carriles bici (O'Donnell, 2023).

Traffic Promedio Diario Anual

Constituye a un indicador crucial para analizar los flujos de tráfico y diseñar carreteras. Este se calcula mediante el conteo de tráfico realizado en periodos breves, aplicando factores de

expansión (Mendi & Srinivasula Reddy, 2020).

Antecedentes Referenciales

Al revisar diversos documentos de maestría, he observado que varios autores han adoptado distintos enfoques metodológicos en sus estudios. Entre ellos los se encuentra la investigación realizada por Espinoza Urgilés, titulada "Modelo de movilidad no motorizada para ciudades de hasta 300.000 habitantes", la cual se enfocó en el Cantón Machala. Este estudio abarcó avenidas con un alto volumen de tráfico, como las calles 25 de junio, Marcel Laneado, Buenavista, Las Palmeras, entre otras. Se identificaron diversas problemáticas, tales como el incremento del parque automotor, lo que conduce a la congestión vehicular, aumenta las posibilidades de accidentes de tránsito y genera contaminación auditiva y visual. Además, se observó un impacto negativo en la seguridad de ciclistas y peatones, lo que ha impulsado la adopción de medidas para asegurar su protección y promover el uso adecuado de los espacios públicos. Estos problemas han resaltado la necesidad de explorar soluciones a través de la implementación de movilidad no motorizada para disminuir la emisión de gases y ruidos contaminantes, mejorando así la calidad de vida en las ciudades. La metodología aplicada se basó en la recolección de datos cualitativos y cuantitativos utilizando encuestas, observaciones de campo y recopilación de fuentes bibliográficas. Esto permitió evaluar el impacto de los modelos de transporte no motorizados y el comportamiento de los usuarios de la ciclovia. Entre las soluciones propuestas se incluye la instalación de ciclovias en calles estratégicas, la creación de redes de senderos para peatones y ciclistas, y la promoción de la circulación activa, incentivando el uso de la bicicleta y la caminata como modo de desplazamiento. Estas medidas buscan



todoingenierias.com | Riesgos ambientales del transporte y su impacto en el medio ambiente

<https://todoingenierias.com/riesgos-ambientales-del-transporte-y-su-impacto-en-el-medio-ambiente/>

reducir las emisiones de gases contaminantes, mejorar la calidad de

aire urbano, aumentar la seguridad y el confort de peatones y ciclistas, y fomentar el uso adecuado de los espacios públicos. Todo ello contribuye a una movilidad más sostenible y a una mejor calidad de vida en la ciudad (Espinoza Urgilés, 2022).

Además Verdy Viteri, en su investigación "Modelo de diseño de movilidad no motorizada sostenible de corredores viarios para ciudades de hasta 300.000 habitantes", identificó problemáticas como la ausencia de un modelo de planificación que permita evaluar con eficacia el nivel de optimización de los corredores viales urbanos mediante indicadores de sostenibilidad. En particular, se encontró que el corredor vial de la calle Buenavista en el Cantón Machala solo cumple con el 50% de los criterios necesarios para considerarlo óptimo para una movilidad no motorizada. Además, se constató que las medidas implementadas sobre el terreno son las mínimas exigidas por norma, y que ofrecen un servicio apenas confortable. Se descubrió que los peatones reciben un nivel de servicio C, mientras que los ciclistas experimentan un nivel D, lo cual indica que el corredor no brinda el servicio adecuado para una movilidad no motorizada satisfactoria. La metodología empleada se apoyó en una combinación de métodos teóricos, como el análisis documental, y empírico de campo, incluyendo encuestas y aforos vehiculares para evaluar los criterios de diseño y planificación de la movilidad no motorizada en corredores urbanos. Entre las recomendaciones destacadas se encuentran la necesidad de investigar y desarrollar criterios de diseños específicos para movilidad no motorizada, lo cual implica mejorar los carriles bici, la señalización horizontal y vertical, los ciclo parqueos, y la señalización de paradas, entre otros aspectos, para alcanzar el 100% de los criterios que definen un corredor óptimo. Asimismo, se sugiere proceder a la mejora de infraestructuras para áreas y caminos verdes, peatones y ciclistas, dado a que los niveles de servicio son deficientes y es necesario generar más movimiento a través de este tipo de movilidad (Verdy Viteri, 2022). Tabla 4. Análisis comparativo de metodologías para la evaluación de los modelos de diseño de movilidad no motorizada

Autores Criterios Métodos Aplicaciones prácticas Conclusiones Referencias Bibliográficas

Espinoza Urgilés, Freddy Leonardo Se centraron en la atractividad, movilidad, seguridad, comodidad y directividad de la movilidad no motorizada en ciudades de hasta 300.000 habitantes Revisión de referencias bibliográficas, encuestas a usuarios de las vías, fichas de observación, además se aplicó una matriz para un modelo no motorizado que incluye criterios como seguridad, atractividad y comodidad. Desarrollo de modelos de movilidad no motorizada, análisis y evaluación de la seguridad, comodidad y atractividad de las vías y ciclovias, el estudio de la factibilidad de implantar un modelo de movilidad no motorizada en una ciudad. Disminución de la contaminación por ruidos, optimización del tiempo, mejor aprovechamiento de los espacios públicos, reducción de emisiones de gases contaminantes. (Espinoza Urgilés, 2022)

Verdy Viteri, Xavier Iván Tiene como criterio la planificación urbana, seguridad, accesibilidad, el confort y la optimización de la movilidad no motorizada. Métodos teóricos como análisis documental y revisión bibliográfica (artículos científicos, y reglamentos con la movilidad no motorizada) Métodos Empíricos se centran en la obtención de datos directos, como aforos vehiculares para la obtención de volúmenes de tráfico motorizado y no motorizados, además, las encuestas ofrecen información sobre los modos de transporte utilizados, tiempos de desplazamiento, entre otros aspectos. Implementación de mejoras en la infraestructura urbana como la creación de ciclovias, áreas verdes y zonas peatonales con el fin de promover y mejorar la calidad de vida en entornos urbanos. el estudio ha establecido un marco sólido para el diseño y la planificación de la movilidad no motorizada, en el cual se ha establecido un modelo que integra diversos elementos críticos para garantizar la sostenibilidad y eficiencia, abordando de manera integral las necesidades de los usuarios y promoviendo un sistema de transporte más accesible, seguro y respetuoso con el medio ambiente. (Verdy Viteri, 2022)

Fuente: El autor

CAPITULO III

METODOLOGIA

Modalidad básica de la investigación

Esta investigación se llevará a cabo bajo un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos. Se utilizarán herramientas de análisis de datos recolectados en el campo, entre otros, lo que permitirá la evaluación y modelado del comportamiento del tráfico en la Av. 25 de Junio, en el tramo de la Av. Alejandro Castro Benites hasta la Av. Guillermo Castro Benites. El componente cuantitativo permitirá analizar la capacidad vial, la congestión vehicular y la seguridad del equipamiento urbano, mientras que el enfoque cualitativo se centrará en comprender las percepciones de los usuarios y expertos sobre las soluciones propuestas, como el acceso a movilidad no motorizada y las medidas de seguridad vial.

Tipo de investigación



En el documento presente se realizó tres tipos de investigaciones:

Descriptiva, documental y experimental.

Investigación descriptiva

Su objetivo es detallar y organizar información que permita entender la situación del estudio, esto implica tanto procesos creativos como analíticos, en lo que los investigadores proponen alternativas, toman decisiones para clasificar y gestionar datos (Holmes et al., 2023). Esta investigación tiene el propósito de caracterizar el estado actual de la movilidad urbana, se enfoca en identificar los elementos que influyen en el tráfico de vehículos, la comodidad y la eficacia de los servicios de transporte, además de considerar la seguridad y el efecto en el medio ambiente.

Para lograr este objetivo, se ha diseñado una matriz de criterios de evaluación que permite medir y caracterizar el estado actual de la movilidad urbana y la capacidad vial. Cada criterio en esta matriz evalúa un aspecto específico de la infraestructura y del entorno vial, aplicando indicadores que permiten clasificar estos aspectos en función de rangos e índices previamente establecidos. De esta manera, la matriz no solo proporciona una visión clara del estado actual, sino que también permite observar el desempeño de cada componente en términos cuantitativos y cualitativos, facilitando un diagnóstico preciso. A continuación, se presenta la Tabla 5 con los criterios de evaluación y sus indicadores.

Tabla 5. Criterios de evaluación para la movilidad urbana y capacidad vial

Criterio de Evaluación Definición Indicador

Condición de la vía Estado físico del pavimento y la infraestructura vial. Condiciones del pavimento, señalización y nivel de desgaste.

Capacidad vial Máxima cantidad de vehículos que pueden circular en condiciones ideales. Flujo vehicular (vehículos/hora), ancho de la vía, número de carriles.

Nivel de servicio Calidad del servicio vial en función del confort y eficiencia de circulación. Velocidad promedio, tiempos de retraso, nivel de congestión.

Facilidades peatonales Infraestructura para peatones que afecta la movilidad urbana. Existencia de pasos de cebra, aceras, señalización peatonal.

Problemas de estacionamiento Disponibilidad de zonas de aparcamiento para vehículos. Vehículos estacionados en zonas no autorizadas, capacidad de estacionamiento.

Medidas de seguridad vial Medidas para mitigar riesgos de accidentes. Semáforos, reductores de velocidad, señalización de cruces peatonales.

Impacto ambiental Efectos del tráfico en la contaminación del aire y ruido. Niveles de ruido y emisiones vehiculares.

Congestión vehicular Nivel de saturación del tráfico en horas pico. Tiempos de viaje, velocidad media en horas pico.

Transporte público Disponibilidad y eficiencia del transporte público en la zona. Frecuencia de rutas, ocupación de buses, conectividad.

Facilidades para ciclovias Infraestructura dedicada a la movilidad no motorizada (bicicletas). Existencia de ciclovias, señalización, seguridad en la vía.

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

Investigación documental

Esta investigación emplea una metodología que permite al investigador recopilar, organizar y analizar información existente proveniente de documentos, artículos, informes técnicos, revisiones bibliográficas, libros, estudios previos y bases de datos relevantes al tema. Este enfoque facilita la comprensión de los factores que influyen en la eficiencia del tránsito urbano y en la capacidad de las infraestructuras viales.

Investigación experimental

La investigación experimental se distingue por su diseño meticuloso, que abarca la asignación aleatoria, las condiciones de control y la aplicación de análisis estadístico, con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de los resultados (Gile, 2022). En esta investigación se centra en la aplicación de simulaciones para analizar el comportamiento del tráfico y determinar la capacidad de las vías en la zona de estudio. Con el fin de lograr este propósito, se utilizará



el Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Vías multicarril,

una herramienta de análisis de tráfico que facilita la modelación del flujo vehicular, el análisis del rendimiento de la infraestructura y evaluar diferentes escenarios de movilidad.

Población y muestra

Población

La población objetivo de esta investigación es la Avenida 25 de Junio, ubicada en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, la cual también es considerada una vía interurbana. Esta avenida funciona como una arteria principal que facilita el flujo vehicular tanto dentro de la ciudad como hacia áreas externas. Tiene una extensión de 9,30 km, lo que permite la conexión entre diversos sectores de la ciudad, abarcando desde áreas urbanas de alta densidad hasta zonas periféricas y comerciales.

Muestra

La muestra de nuestra investigación se llevará a cabo desde la Av. 25 de Junio, en el tramo de la Av. Alejandro Castro Benites hasta la Guillermo Castro Benites con una distancia de 4.



00kmen total de ambos sentidos

Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados

En la presente investigación, se utilizan diversos métodos teóricos y empíricos para examinar y evaluar la situación o estado de la movilidad urbana y la capacidad vial en el área de estudio. Los métodos teóricos ofrecen el marco conceptual requerido para comprender los resultados, mientras que los métodos empíricos facilitan la recolección de datos específicos sobre elementos fundamentales, tales como el estado de la infraestructura vial, el flujo vehicular, el nivel de servicio y las condiciones de seguridad vial.

Cada uno de los criterios analizados cuentan con un conjunto de indicadores particulares que facilitan cuantificar y analizar los elementos observados. A continuación, se detallan los métodos empleados, así como los instrumentos asociados, para la recolección de datos en cada uno de los aspectos evaluados.

Tabla 6 Tabla de métodos y técnicas para la recolección de datos

Criterio Indicador Métodos Instrumentos

Condición de la vía. Superficie deteriorada (%). Inspección visual del estado de la vía mediante inspección directa. Utilizar un sistema de clasificación para cuantificar el área afectada por baches, grietas y daños en el pavimento. Esto se puede hacer tomando fotos y marcando en un mapa las zonas deterioradas. Ficha de inspección visual, cámara fotográfica, mapa de la vía.

Capacidad Vial. Flujo vehicular (vehículos/hora) Se realizará conteos vehiculares en distintos puntos críticos del tramo en horarios pico y no pico (mañana y tarde). Se utilizarán observadores en puntos fijos durante intervalos de tiempo predefinidos (ej. 15 minutos), proyectando los datos para obtener el flujo por hora. Cronómetros, contadores de tráfico, planillas de conteo.

Nivel de servicio. Tiempo de retraso (minutos). Medir el tiempo de viaje promedio en diferentes horas del día, desde el inicio hasta el final del tramo, considerando las condiciones de tráfico. También se puede utilizar software de simulación de tráfico o GPS para registrar velocidades y tiempos. Aplicaciones de GPS (ej. Waze, Google Maps), cronómetros, software de simulación de tráfico (como AIMSUN).

Facilidades peatonales. % de áreas con facilidades peatonales. Inspección visual de la infraestructura peatonal (aceras, pasos de cebra, señalización). Calcular el porcentaje de la vía con estas facilidades y analizar su calidad. Ficha de observación, cámara fotográfica, cinta métrica.

Problemas de estacionamiento. Número de vehículos sin estacionamiento asignado. Realizar conteos de vehículos estacionados en la vía (en zonas no autorizadas o áreas no designadas) durante diferentes horas del día, considerando tanto la oferta de espacios designados como la demanda de vehículos. Planillas de conteo, mapas de estacionamientos.

Medidas de seguridad vial. Número de dispositivos de seguridad vial. Inventariar las medidas de seguridad existentes (semáforos, señales de tráfico, reductores de velocidad y pasos de cebra), clasificándolas y ubicándolas en un mapa. Ficha de inspección de seguridad vial, mapas.

Transporte público Frecuencia de buses (buses/hora) y % de ocupación. Hacer observación directa de la cantidad de buses que pasan por el tramo en intervalos de tiempo establecidos (conteo por hora). Además, se puede hacer encuestas a los usuarios para determinar la ocupación en las horas pico. Planillas de conteo, encuestas a usuarios.

Facilidades para ciclovías % de vías con infraestructura ciclista.



Realizar una inspección visual del tramo para identificar carriles destinados exclusivamente a bicicletas (ciclovías).

Se medirá la longitud total del tramo y el porcentaje que cuenta con infraestructura para ciclistas. Mapa de la vía, cinta métrica, cámara fotográfica.

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

Técnicas de recolección de información

Delimitación del área de estudio

El tramo de la Avenida Alejandro Castro Benites hasta la Avenida Guillermo Castro Benites es el foco del estudio. Definir claramente los límites y las características del tramo urbano a analizar (ancho de la vía, número de carriles, intersecciones, tipo de uso de suelo adyacente).

Técnica: Revisión de planos y mapas de la zona, con la ayuda de herramientas como Google Maps, SIG (Sistema de Información Geográfica) o datos del Municipio.

Recolección de datos primarios

Estos datos se obtendrán directamente en el sitio, mediante observaciones directas en el campo. A continuación, en la tabla 6. se detallan los métodos para recolectar información para cada criterio de evaluación.

Recolección de datos secundarios

Se obtendrán datos de fuentes oficiales como el Municipio de Machala, la Policía de Tránsito y otras instituciones locales. Estos datos pueden incluir el historial de accidentes, planificación de transporte público, estudios ambientales y proyecciones de tráfico.

Técnicas de procesamiento de la información

Análisis de los datos

Los datos recolectados serán procesados en herramientas estadísticas. Se calcularán los rangos establecidos para cada criterio y se generarán tablas y gráficos comparativos.

El análisis debe enfocarse en identificar puntos críticos en la movilidad urbana, como congestiones severas, falta de infraestructuras o dispositivos (señaléticas horizontales y verticales) y problemas de seguridad vial.

Presentación de resultados

Se generarán mapas temáticos para mostrar visualmente la distribución de las facilidades peatonales, ciclovías, y otros elementos de la movilidad urbana.

Se incluirán recomendaciones para mejorar la capacidad vial y las condiciones de movilidad, con base en las deficiencias detectadas en la evaluación de los criterios.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente informe detalla los resultados y hallazgos obtenidos a partir de la investigación del capítulo III, con la intención de que su contenido aporte de manera significativa a la mejora de la gestión y la infraestructura vial en la ciudad de Machala, promoviendo una movilidad segura y eficiente para todos los usuarios de las vías.

En base a la metodología planteada en el Capítulo III se elaboró un matriz mediante la cual se tomaron los criterios para evaluar el trabajo, en el cual se especifica en la tabla 7, donde se muestra el respectivo indicador el cual evaluaremos a continuación.

Tabla 7. Criterios de evaluación.

Criterio de Evaluación Definición Indicador ODS Relacionado Referencias

Condición de la vía Estado físico del pavimento y la infraestructura vial. Condiciones del pavimento, señalización y nivel de desgaste. ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura (Paredes et al., n.d.).

Capacidad vial Máxima cantidad de vehículos que pueden circular en condiciones ideales. Flujo vehicular (vehículos/hora), ancho de la vía, número de carriles.



ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Carlos Alberto Arboleda Velez et al., 2022).

Nivel de servicio Calidad del servicio vial en función del confort y eficiencia de circulación. Velocidad promedio, tiempos de retraso, nivel de congestión. ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (APLICACIONES de Tránsito et al., 2018).

Facilidades peatonales Infraestructura para peatones que afecta la movilidad urbana. Existencia de pasos de cebra, aceras, señalización peatonal. ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Cedeño-Luna et al., 2024)

Problemas de estacionamiento Disponibilidad de zonas de aparcamiento para vehículos. Vehículos estacionados en zonas no autorizadas, capacidad de estacionamiento. ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Ou et al., 2022).

Medidas de seguridad vial Medidas para mitigar riesgos de accidentes. Semáforos, reductores de velocidad, señalización de cruces peatonales. ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Pichardo Corpus & Pichardo Corpus, 2024)

Impacto ambiental Efectos del tráfico en la contaminación del aire y ruido. Niveles de ruido y emisiones vehiculares. ODS 13: Acción por el Clima, ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Berglund et al., n.d.)

Congestión vehicular Nivel de saturación del tráfico en horas pico. Tiempos de viaje, velocidad media en horas pico.



ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles (Pichardo Corpus & Pichardo Corpus, 2024)

Transporte público Disponibilidad y eficiencia del transporte público en la zona. Frecuencia de rutas, ocupación de buses, conectividad.



ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura (Raimbault & Batty, 2021)

Facilidades para ciclovías Infraestructura dedicada a la movilidad no motorizada (bicicletas). Existencia de ciclovías, señalización, seguridad en la vía. ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, ODS 3: Salud y Bienestar (Qiu et al., 2022)

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

4.1. Condición de la Vía:

La mala infraestructura vial en buenas condiciones es un requisito clave para los sistemas de transporte eficientes que conducen a la prosperidad económica y una mejor calidad de vida. Sin embargo, las condiciones de la superficie de la carretera se deterioran con el tiempo de acuerdo con las cargas de tráfico y los factores ambientales (Khan et al., 2023)

Para este criterio de evaluación lo que hicimos fue tomar las fallas para evaluar la condición de vía de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, la vía de estudio está conformada por 8 carriles, 4 de entrada a la ciudad y 4 de salida. Contiene una longitud de 2km de lado y lado, con ancho de carril promedio de 3,35m. A continuación, se presenta las fallas que más se registraron en la avenida.

4.1.1. Recolección de datos y orden de fallas.

Se registraron todas las fallas identificadas, detallando el tipo de falla, las unidades afectas y los valores obtenidos durante el trabajo de campo. Después, se organizaron las fallas, sumando los valores correspondientes, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Recolección de datos de cantidades de fallas registradas

Cantidades de fallas registradas

Ítem	Tipo de Falla	Unidad	Cantidad	Porcentaje%
1	Grietas longitudinales y/o transversal		80,02	51.376
2	Piel de cocodrilo		62,78	40.307
3	Parcheo		9,953	6.390
4	Huecos N° 3		1.926	
	total		155.75	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Cantidades de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez

□ □

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Porcentaje de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez

□ □

Fuente: Elaboración propia

Para nosotros obtener estos datos, realizamos una inspección visual del estado de la vía, la cual fue seccionada en 10 tramos, 5 por lado, para facilitar sus análisis. A continuación, se presenta el porcentaje y cantidades de fallas correspondiente a cada tramo según los resultados obtenidos en campo.

Figura 10. Tramo 1 (Redondel del Bananero hasta la Entrada del Paseo Shopping)

□ □

Fuente: Elaboración propia

En este tramo se presenta fallas leves, predominado las grietas. Sin embargo, la alta afluencia de vehículos en esta área, una zona caracterizada por alta actividad comercial y residencial, podría acelerar el deterioro del pavimento.

Figura 11. Tramo 2 (Desde la salida del Paseo Shopping hasta Oro Plaza)

□ □

Aunque este tramo presenta pocas fallas visibles, el entorno de alto tránsito y el tipo de daño identificado sugieren la necesidad de monitoreo continuo para garantizar la durabilidad y seguridad de la vía.

□ □

Figura 12. Tramo 3 (Desde Ciudad Verde hasta la zona comercial De Prati)

Fuente: Elaboración propia

Si bien las grietas y los huecos representan fallas menores, el deterioro predominante tipo 'Piel de Cocodrilo' refleja problemas estructurales que requieren atención prioritaria para evitar un deterioro mayor del pavimento.

Explicación del tramo 4 y 5

Tramo 4: Desde Ciudad Palmera hasta la concesionaria DSFK.

Tramo 5: Desde ECUAFORTZS S.A. hasta la concesionaria Suzuki.

En ambos tramos, no se identificaron ningún tipo de falla durante la inspección visual realizada. Esto indica que el estado del pavimento es óptimo en estas secciones, lo que sugerimos un Mantenimiento adecuado; es probable que estas áreas hayan recibido intervenciones recientes o cuenten con un pavimento en buen estado estructural.

Figura 13. Tramo 6 (Desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz City Car)

□ □

Fuente: Elaboración propia

Este tramo comprende desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz "City Car" y se destaca por ser el tramo con mayor cantidad de fallas identificadas. Su ubicación, al ser la principal entrada a la ciudad, lo convierte en un punto de alto flujo vehicular, con un tránsito constante de vehículos particulares, transporte público y cargas pesadas. Además, la proximidad al terminal de buses y a diversas zonas comerciales incrementa la demanda sobre la vía. Es frecuente observar el paso de maquinaria pesada, tráileres y volquetes, lo que acelera el deterioro del pavimento y explica la magnitud de las fallas registradas.

Figura 14. Tramo 7 (Desde Tracto Partes hasta el Centro Cerámico INNOVA)

□ □

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que las fallas detectadas en este tramo son leves, su ubicación en la zona es de alta actividad comercial y vehicular.

Figura 15. Tramo 8 (Desde la Importadora IMACO hasta el lote baldío cercano a la fábrica de Coca-Cola)

□ □

Fuente: Elaboración propia

En este tramo presenta únicamente grietas, las cuales constituyen a las fallas registradas en esta sección. Aunque las fallas detectadas son menores, las grietas son un signo temprano de deterioro superficial del pavimento que, de no ser tratadas, pueden evolucionar hacia problemas más graves.

Figura 16. Tramo 9 (Desde la distribuidora Coca-Cola hasta el lote baldío frente a la salida del Shopping).

□ □

Fuente: Elaboración propia

Situada en una zona de alto flujo vehicular, presenta un deterioro, donde las fallas reflejan la necesidad de intervenciones correctivas para garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento en una zona de alto tránsito vehicular.

Figura 17. Tramo 10 (Desde el lote baldío frente a la entrada del Shopping hasta el redondel del Bananero)

□ □

Fuente: Elaboración propia

Este tramo presenta dos tipos de fallas predominantes, con una distribución que refleja una alta demanda vehicular, debido a su conexión con múltiples estrategias en una zona de alta actividad residencial y comercial.

Se calculó el porcentaje de deterioro considerando las fallas encontradas en la superficie del pavimento y aplicando la fórmula correspondiente al nivel de servicio vial (detallada en el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3):

Tramo Oeste-Este

En el sentido este-oeste, la medida del paño se calculó como $3.65 \text{ m} \times 4 = 14.60 \text{ m}$, correspondiente a los carriles en ese sentido. Se identificaron un total de 10 fallas en el tramo evaluado. Con base en estos datos, el porcentaje de deterioro resultante fue del 0.5%, lo que corresponde a una condición buena según los rangos establecidos (0-20%). La fórmula y cálculos detallados se encuentran en el Anexo 1.

Tramo Este-Oeste

En el sentido este-oeste, el paño mantiene la misma medida de $3.65 \text{ m} \times 4 = 14.60 \text{ m}$. Se registraron 30 fallas a lo largo de este tramo. El cálculo arroja un porcentaje de deterioro del 1.5%, lo cual también se clasifica como bueno dentro de los rangos establecidos, indicando que la vía en este sentido presenta un estado aceptable y funcional. La fórmula y cálculos completos se encuentran en el Anexo 2.

Tramo Ambos Sentidos (Anexo 3)

Para evaluar la condición total de la vía en ambos sentidos, se consideró una medida total de paño de $3.65 \text{ m} \times 8 = 29.20 \text{ m}$, al incluir los cuatro carriles de cada sentido. Se identificaron 40 fallas en total. El porcentaje de deterioro calculado fue del 1.0%, clasificado igualmente como bueno. Este resultado sugiere que la vía en su totalidad se encuentra en buenas condiciones, con una superficie en estado funcional y sin necesidad inmediata de mantenimiento mayor. La fórmula y cálculos correspondientes están disponibles en el Anexo 3.

Los resultados del análisis reflejan un porcentaje de deterioro bajo en los tres escenarios evaluados (0.5%, 1.5% y 1.0%), lo que implica que la vía presenta una condición adecuada para el tránsito vehicular. Estas cifras se encuentran dentro del rango establecido como "bueno" (0-20%), destacando la funcionalidad de la infraestructura vial y la ausencia de deterioro significativo que pueda comprometer el confort o la seguridad de los usuarios.

Sin embargo, es importante monitorear periódicamente el estado de la vía para garantizar su durabilidad y evitar que las fallas existentes se propaguen o intensifiquen, especialmente en las áreas donde se han identificado mayores concentraciones de defectos.

4.2. Capacidad vial

Para determinar la capacidad vial de la Avenida comprendido desde la Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, se realizó un estudio exhaustivo siguiendo un enfoque metodológico detallado. Este análisis incluyó diversas etapas, desde el conteo vehicular hasta el cálculo de la capacidad vial, permitiendo obtener resultados representativos y clasificar el desempeño de la vía.

La primera etapa del estudio consistió en un conteo vehicular realizado durante 4 días consecutivos en ambos sentidos del tramo. Este procedimiento permitió registrar el flujo vehicular por horas y minutos, asegurando que los datos incluyeran tanto las horas de máxima demanda como los periodos de tráfico regular. Los resultados de estos conteos se presentan en los Anexos 4 y 5, correspondientes al sentido oeste-este (salida de Machala) y este-oeste (ingreso a Machala), respectivamente.

Una vez obtenido los datos, se procedió a la clasificación de los vehículos que transitaron por la vía durante los días de conteo. Estos vehículos se agruparon en trece clases distintas según sus características (motocicletas, automóviles particulares, camiones, autobuses, entre otros). Los datos específicos de cada sentido se desglosan en los Anexos 6 y 7, mientras que el consolidado total para ambos sentidos se presenta en el Anexo 8. Este último refleja un volumen total de 186,502 vehículos que circularon durante los 4 días de observación. Con base al volumen total de vehículos registrado, se calculó el volumen horario total y la capacidad vial. En primer lugar, el volumen total de vehículos en ambos sentidos, 186,502 vehículos/hora, se dividió entre dos para obtener el volumen por sentido, equivalente a 93,251 vehículos/hora. A partir de estos valores, se determinó la capacidad vial dividiendo el volumen horario total entre las 24 horas del día presentado en el Anexo 9. El cálculo arrojó una capacidad vial de 7770 vehículos/hora en ambos sentidos, mientras que, en un solo sentido, el valor resultante fue de 3885 vehículos/hora.

Para clasificar la capacidad vial del tramo, se utilizó la siguiente escala:



Bajo (<500 vehículos/h), Medio (500-1000 vehículos/h) y Alto (>1000 vehículos/h).

Según esta clasificación, el tramo presenta una capacidad alta tanto en un sentido como en ambos sentidos, lo que indica que la infraestructura vial evaluada es adecuada para manejar la densidad vehicular registrada durante el periodo de estudio. Estos resultados confirman que la vía cuenta con una planificación y diseño óptimos para soportar el tráfico vehicular registrado.

4.3. Nivel de Servicio

El análisis se realizó para un tramo genérico que corresponde a una carretera multicarril en terreno plano y recto, condiciones consideradas ideales para el cálculo del nivel de servicio. Este enfoque permite aplicar las metodologías descritas



Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D.docx | Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D

El documento proviene de mi grupo

en el **Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Vías Multicarril,**

Primera Versión (Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, 2022) (Carlos Alberto Arboleda Velez et al., 2022). y obtener resultados representativos sobre la calidad operativa del tramo. Este manual fue la guía fundamental para determinar los indicadores de capacidad vial y nivel de servicio.

Para este tramo, se recopilaron los siguientes parámetros relevantes: el equivalente de camión (EC) fue de 2.25 este valor se lo saco con los Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos, el factor de ajuste por camiones) fue de 0.36, el flujo vehicular) registrado fue de 1405 veh/h, la velocidad promedio fue de 58.77 km/h y la densidad calculada fue de 23.9 veh/km/carril. Los cálculos y fórmulas utilizados para obtener estos parámetros se detallan en los anexos 9, 11, 12, 13 y 14 los cuales permiten verificar la metodología aplicada en este análisis.

La densidad es uno de los parámetros clave para determinar el nivel de servicio. Se calcula utilizando la fórmula:

Donde Q es el flujo vehicular en vehículos por hora por carril y V es la velocidad promedio en kilómetros por hora. En este caso, la densidad ya fue proporcionada como 23.9 veh/km/carril, lo que representa la cantidad de vehículos que ocupan un kilómetro de un carril bajo las condiciones de operación especificadas.

Una vez obtenida la densidad, se procede a clasificar el nivel de servicio del tramo evaluado. Según los rangos establecidos en el manual, los niveles de servicio para carreteras multicarril se clasifican como sigue:

Tabla 9. Clasificación del Nivel de Servicio Según la Densidad Vehicular propuesta-carreteras multicarril de Colombia.

Nivel de servicio A $D \leq 7$ veh/km/carril

Nivel de servicio B $7 < D \leq 12$ veh/km/carril

Nivel de servicio C $12 < D \leq 18$ veh/km/carril

Nivel de servicio D $18 < D \leq 25$ veh/km/carril

Nivel de servicio E $25 < D \leq 31$ veh/km/carril

Nivel de servicio F $D > 31$ veh/km/carril

Fuente:



Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D.docx | Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D

El documento proviene de mi grupo

Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril.

Con una densidad de 23.9 veh/km/carril, el tramo evaluado se clasifica con un Nivel de Servicio D. Tal como se describe en el libro Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones, novena edición, en la sección 12.4.1, el nivel de servicio 'D' "se caracteriza por una circulación de alta densidad, aunque se mantiene estable. En esta condición, tanto la velocidad como la libertad de maniobra se ven considerablemente restringidas, lo que genera un nivel bajo de comodidad y conveniencia para los usuarios. Además, pequeños incrementos en el flujo vehicular suelen ocasionar problemas operativos, incluyendo la formación de pequeñas colas (APLICACIONES de Tránsito et al., 2018)".

4.4. Facilidades peatonales

Para evaluar las facilidades peatonales, se analizaron 4 kilómetros en total, divididos en dos tramos de 2 kilómetros cada uno: el primer tramo correspondiente al sentido oeste-este (salida de Machala) y el segundo tramo al sentido este-oeste (ingreso a Machala). La metodología empleada incluyó la inspección visual directa de las áreas peatonales, utilizando herramientas como cinta métrica y cámara fotográfica para registrar las medidas y el estado de las infraestructuras. Los tramos se inspeccionaron en segmentos continuos, donde se identificaron y midieron las aceras, pasos de cebra y otras facilidades peatonales relevantes.

Para calcular el porcentaje de áreas con facilidades peatonales, se empleó la siguiente fórmula:

Tabla 10. Tramo 1 (0-2 km) salida Machala- oeste -este.

Segmento (m) Facilidad peatonal Longitud

0.000 Aceras 1706.57

2000 Paso cebras 214.04

Fuente: Elaboración propia

En el Tramo 1, correspondiente a los primeros 2 kilómetros, se registraron 1706.57 metros de aceras, clasificadas en buen estado, y 214.4 metros de pasos de cebra, que fueron clasificados como de estado regular

Tabla 11. Tramo 2 (2-4 km) entrada Machala- este- oeste

Segmento (m) Facilidad peatonal Longitud

2000 Aceras 1787.27

4000 Paso cebras 214.04

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, en el Tramo 2, que comprende los kilómetros 2 al 4, se identificaron 1787.27 metros de aceras, también clasificadas como de buen estado, y 214.4 metros de pasos de cebra en estado regular.

Tabla 12. Tabla total ambos sentidos (0-4 km)

Segmento (m) Facilidad peatonal Longitud

0.000 Aceras 3493.84

4000 Paso cebras 428

Total 3922.64

Fuente: Elaboración propia

Al combinar los resultados de ambos tramos, la longitud total de áreas con facilidades peatonales ascendió a 3922.64 metros, lo que representa un 98.066% de cobertura en relación con la longitud total del tramo evaluado (4000 metros-4km). Este resultado clasifica la infraestructura peatonal de ambos tramos como conveniente, demostrando que la mayoría de las áreas cuentan con infraestructura adecuada para el tránsito seguro de peatones. Sin embargo, se identificó que los pasos de cebra, aunque presentes, requieren mantenimiento, ya que su estado deplorable podría comprometer la seguridad en áreas de alto flujo peatonal.

4.5. Problemas de estacionamiento

La evaluación de los problemas de estacionamiento en el tramo analizado tuvo como objetivo identificar la incidencia de vehículos estacionados en zonas no autorizadas y su impacto en la movilidad urbana. Para este análisis, se llevó a cabo una inspección visual detallada con la ayuda de una cámara fotográfica, lo que permitió documentar y registrar las condiciones en

ambos lados de la vía durante una hora pico específica.

Durante la inspección visual, realizada entre las 17:30 y las 18:30, se observó un total de 6 vehículos estacionados en zonas no autorizadas en ambos lados del tramo evaluado. Este resultado clasifica el tramo dentro de la categoría Bajo, según los parámetros establecidos, ya que el número de vehículos estacionados fuera de las áreas designadas es menor a 10. Esta clasificación indica que el impacto en la funcionalidad vial del tramo durante el horario evaluado es mínimo.

El bajo número de vehículos estacionados en zonas no autorizadas sugiere que, aunque existe cierta incidencia de este problema, no representa un obstáculo significativo para la circulación vehicular. Sin embargo, es importante señalar que este comportamiento podría estar influenciado por factores como la hora pico evaluada, las características del tramo y la disponibilidad de estacionamientos en el área. Esto resalta la importancia de continuar monitoreando esta situación para garantizar que no se convierta en un problema mayor en horarios de mayor demanda o durante eventos extraordinarios.

4.6. Medidas de seguridad vial

Comprenden una variedad de acciones diseñadas para reducir los accidentes de tráfico y mejorar la seguridad de los usuarios en la carretera. Estas medidas se pueden clasificar en enfoques legales, educativos, técnicos y organizativos, cada uno de los cuales cumplen un papel esencial en la mejora de la seguridad vial.

El análisis de las medidas de seguridad vial se llevó a cabo en ambos sentidos de desde la Av. Alejandro Castro Benítez, hasta la Guillermo Castro Benítez, evaluada (oeste-este y este-oeste), considerando dispositivos como reductores de velocidad, cruces peatonales semáforos, y otras señalizaciones.

Estas medidas se clasifican en tres niveles según la cantidad de dispositivos implementados en un tramo. Una cobertura baja se define como la presencia de entre 0 y 2 dispositivos. Una cobertura media corresponde a la instalación de entre 3 y 5 dispositivos. Por último, una cobertura alta se da cuando hay más de 5 dispositivos, lo que refleja una buena cobertura.

Tabla 13. Resultados de los dispositivos de medidas de seguridad.

Dispositivos Oeste-Este Este-Oeste Total Clasificación

Semáforos 4 4 8 Alto

Reductores de Velocidad 0 0 0 Baja

Cruces Peatonales 4 4 8 Alto

Otras Señalizaciones 22 15 37 Alto

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las señales de cruce peatonal, se contabilizaron 4 cruces peatonales en el sentido oeste-este y 4 en el sentido este-oeste, lo que da un total de 8 cruces peatonales en ambos sentidos. Sin embargo, se observó que algunos de los cruces, especialmente los ubicados cerca de la Guillermo Castro Benítez, no son fácilmente notorios debido a que presentan un estado decolorado. Esto puede representar un riesgo para los peatones, a pesar del esfuerzo por garantizar su seguridad a través de la infraestructura existente.

Finalmente, las otras señalizaciones como límites de velocidad y señalización informativa alcanzaron 22 señales en el sentido oeste-este y 15 en el sentido este-oeste, sumando un total de 37 señalizaciones. Este nivel de cobertura es significativo, aunque también muestra una diferencia entre ambos lados de la vía. La mayor densidad de señalizaciones en el lado oeste-este puede explicarse por la presencia de destinos importantes como zonas residenciales y comerciales, lo que justifica una mayor necesidad de medidas de seguridad vial en ese sentido.

4.7. Impacto ambiental

El ruido generado por el tráfico vehicular es uno de los principales factores que afectan negativamente la calidad ambiental y la salud pública en zonas urbanas. Para evaluar los niveles de ruido en el tramo seleccionado, se utilizó la aplicación móvil NIOSH Sound Level Meter, una herramienta profesional desarrollada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), reconocida por su alta precisión en la medición de ruidos en decibeles (dB). Esta medición se realizó durante 1 hora en el tramo correspondiente a la parada de buses del Paseo Shopping, seleccionado debido a su alta demanda de usuarios, lo que la convierte en un punto clave para el análisis. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 14. Resultados de medición de ruido en decibeles en el tramo evaluado.

Ruido promedio (LAeq) 79.0 dB Período de ruido durante el período medido.

Nivel máximo 102.5 dB El punto más alto de ruido registrado

LCPeak (nivel pico) 115.4 dB Pico más extremo de presión sonora

TWA (ruido ponderado) 69.9 dB Nivel promedio ponderado para evaluar exposición prolongada

Fuente: Elaboración propia

El ruido promedio registrado fue de 79.0 dB, lo que lo clasifica como "Alto", superando el límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un máximo inferior a 55 dB durante el día y 40 dB durante la noche en áreas residenciales. Sin embargo, en áreas industriales, comerciales y de tránsito, tanto interiores como exteriores, el nivel máximo permitido es de 70 dB (Berglund et al., n.d.). El nivel máximo de 102.5 dB indica picos significativos que podrían causar molestias y riesgos a la salud auditiva. Estos niveles de ruido están relacionados con un alto flujo vehicular y la presencia de vehículos pesados o antiguos que contribuyen al aumento del ruido.

El detalle completo de la medición, incluyendo los parámetros utilizados, se encuentra documentado en el Anexo 15, donde se incluye la captura de pantalla de la aplicación para garantizar la autenticidad de los datos.

4.8. Congestión vehicular

Se evaluó como un indicador clave para determinar el nivel de saturación del tráfico en los tramos correspondientes a la salida y el ingreso de Machala. Este análisis incluyó la medición del tiempo adicional generado por la congestión durante las horas pico.

En el sentido oeste-este (salida de Machala), el tiempo adicional generado por la congestión vehicular fue de 24 segundos, reflejando una afectación relativamente baja en este tramo. Por otro lado, en el sentido este-oeste (ingreso a Machala), se registró un tiempo adicional de 43 segundos, indicando una mayor congestión vehicular en comparación con el sentido opuesto.

Al combinar los resultados de ambos sentidos, el tiempo total adicional generado por la congestión vehicular en el tramo evaluado fue de 1 minuto y 7 segundos. Este resultado clasifica la congestión vehicular como baja en general, de acuerdo con los criterios establecidos, ya que el tiempo adicional total no supera los 5 minutos.

Los resultados evidencian que el tramo evaluado presenta un nivel de tráfico fluido en términos generales, con una mayor congestión identificada en el sentido este-oeste debido a factores como el ingreso a la ciudad y la acumulación de vehículos en áreas específicas.

4.9. Transporte público

El análisis del transporte público en la vía evaluada se llevó mediante el conteo de buses que circularon en ambos sentidos durante un período de una hora. Esta práctica se realizó en un horario pico, específicamente de 12:00 del mediodía a 13:00 de la tarde, con el objetivo de registrar el nivel máximo de actividad vehicular en el tramo. Este estudio permite determinar la frecuencia y su distribución del servicio, contribuyendo información clave para evaluar la eficiencia del transporte público en la zona.

Tabla 15. Resultados del Conteo de Buses en Ambos Sentidos.

Sentido # Buses registrados Clasificación

Este - Oeste 52 buses/hora. Alto

Oeste - Este 55 buses/hora. Alto

Frecuencia total 107 buses/hora. Alto

Fuente: Elaboración propia

El análisis indica que la vía evaluada presenta un servicio de transporte público altamente eficiente, con más de 50 buses por hora en cada sentido durante un horario pico. Esto la posiciona como un corredor prioritario para el transporte público en la zona.

La alta frecuencia de buses en ambos sentidos demuestra que esta vía es un servicio importante para el transporte público, ofreciendo un servicio continuo y suficiente para la demanda de pasajeros. Sin embargo, la leve diferencia entre ambos sentidos (55 buses frente a 52) podría atribuirse a variaciones en las rutas o a diferencias en la sincronización de los horarios de salida de los buses.

4.10. Facilidades para ciclovías



Las ciclovías bien mantenidas son fundamentales para promover la movilidad no motorizada como medio de transporte (Mitra et al., 2021).

Este indicador evalúa la existencia y calidad de estas infraestructuras, esenciales para fomentar el transporte sostenible. Con una longitud total de 2 km en ambos sentidos y una longitud de vías con ciclovías de 2.34 km, el porcentaje de vías con infraestructura ciclista se calcula utilizando la fórmula:

El detalle completo del cálculo y desarrollo de la fórmula se encuentra en el Anexo 16 para consulta detallada.

Según los rangos establecidos, un porcentaje del 58.5% indica que más de la mitad de las vías corresponde a la categoría "Conveniente", esto quiere decir que cuentan con infraestructura destinada a la movilidad en bicicleta. Aunque existe un nivel significativo de infraestructura ciclista, esta podría no estar distribuida de manera eficiente, sin embargo, aún queda margen de mejora para alcanzar una cobertura más completa que fomente el uso de bicicletas como medio de transporte sostenible.

4.11. ALTERNATIVAS DE PROPUESTAS

Condición de la vía: Acciones de mantenimiento preventivo para pavimento en mal estado, inspección visual del estado de la vía para identificar problemas y asegurar la sostenibilidad de

una vía funcional a largo plazo.

Capacidad vial: Mejoras de la infraestructura vial en las intersecciones de la calle que ingresa antes de llegar al shopping desde la Av. San Juan de la Cruz a la Av.25 de Junio, la intersección que sale de la Av. ferroviaria hasta la 25 de junio a la altura del De Praty y las entradas y salidas de las urbanizaciones que se conectan a la Av. 25 de Junio.

Nivel de servicio: Control estadístico continuo, propuesta de construcción de vías alternas para aliviar la carga del tráfico en horas pico la cual sería la entrada de la ciudadela el Cico hasta la 25 de Junio, la Av. San Juan de la Cruz a la Av.25 de Junio y la intersección que sale de la Av. ferroviaria hasta la 25 de junio a la altura del De Praty.

Facilidades peatonales: Aumento y mantenimiento de señalizaciones e infraestructura para peatones, especialmente en los pasos cebra rehabilitar la pintura para mejorar la visibilidad del usuario móvil.

Problemas de estacionamiento: Creación o implementación de islas para estacionamientos públicos. Fomentar y mejorar el uso del transporte público para la reducción de la demanda de estacionamientos.

Medidas de seguridad vial: Implementación de instalación de más dispositivos en ambos sentidos para garantizar protección más uniforme y el mantenimiento de los existente.

Impacto Ambiental: Los resultados nos demostraron que los niveles de ruido registrados son altos, lo que indica implementar estrategias que promuevan el uso del transporte público, vehículos eléctricos y creación de zonas que reduzca la exposición al ruido de baja emisión.

Transporte público: Implementación de buses eléctricos y desarrollo de horarios y rutas según las necesidades del usuario.

Facilidades para ciclovías: Aunque su resultado sea "Conveniente" con el modelo de acera bici, no está demás mejorar la conectividad de la infraestructura del ciclista con la creación de carriles para ciclovías, manteneamientos previos, señalizaciones e incentivos del uso seguro en el sistema de la movilidad.

5. CONCLUSIONES.

Mediante la revisión bibliográfica se desarrolló y elaboro los lineamientos y criterios para el estudio de la movilidad urbana y congestión vehicular de la 25 de Junio desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez. Los criterios que estas embarcados en el Manuel HCM (Manual de Capacidad de Carreteras), y otras experiencias más de algunos autores son los siguientes: condición de la vía, capacidad vial, nivel de servicio, facilidades peatonales, problemas de estacionamiento, medidas de seguridad vial, impacto ambiental, la congestión vehicular, transporte público y las facilidades para la ciclovía.

Nuestros resultados nos demuestran que la Av. 25 de junio del tramo de la Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez cuenta con una capacidad vial alta y un equipamiento suficiente para soportar un flujo vehicular, lo cual nos dio como resultado un nivel de Servicio tipo D, indicando que en momentos críticos de congestión es necesario mejorar la gestión del tráfico vehicular, para evitar que la condición se deteriorara a un nivel más desfavorables, lo cuales podrían ser un tipo E o F.

Con los resultados obtenidos se planteó varias alternativas y estrategias como propuestas para la mejorar de la movilidad urbana y capacidad vial. Entre las más importantes tenemos que se proponen en cuanto a la condición de la vía, se sugiere implementar mantenimiento preventivo y realizar inspecciones regulares para garantizar su funcionalidad a largo plazo. Para la capacidad vial, se recomienda optimizar la infraestructura en intersecciones claves, respecto al nivel de servicio, se plantea construir vías alternas para aliviar la congestión en horas pico, conectando puntos estratégicos, en cuanto a las medidas de seguridad vial, se recomienda instalar más dispositivos en ambos sentidos de la vía y realizar mantenimiento continuo de los existentes. Finalmente, para las facilidades para ciclovías, se propone mejorar la conectividad de la infraestructura existente mediante la creación de nuevos carriles, mantenimiento preventivo y promoción de su uso seguro.

6. RECOMENDACIONES.

Se recomienda priorizar las intervenciones, como la mejora de intersecciones, implementar de manera progresiva señalización moderna y accesible, la implementación de medias como el pico y placa, implementación semafórica y accesos a puntos donde más se encuentre la aglomeración vehicular, mantenimiento de señalizaciones en zonas de estacionamiento que es permitido, estas recomendaciones pueden abordar de manera efectiva a que las causas de la congestión disminuyan en la zona estudiada.

A través de las causas que afectan a los equipamientos urbanos se recomienda la implementación de inspecciones trimestrales para identificar daños en equipamientos antes que los elementos como luminarias, paradas de buses y ciclovías estén completamente deteriorados, analizar que las áreas con mayor congestionamiento cuenten con infraestructura adecuada para satisfacer las demandas de parque automotor.

Se sugiere estrategias como la creación de vías alternas, uso de la movilidad no motorizada, entre otras, ya que estas pueden contribuir a la optimización de la congestión y reducir los tiempos de espera de los usuarios tanto vehiculares como peatonales.

Bibliografías



Documento de otro usuario

El documento proviene de otro grupo

Abata, K., Artega,



doi.org

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.2779-2802>

F., & Delgado, D. (2022). ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN DIFERENTES INTERSECCIONES EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO, ECUADOR.

Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 7(1). <https://doi.org/10.33936/RIEMAT.V7I1.4836>

APLICACIONES de Tránsito, F. Y., Cal Mayor, R. R., & Cárdenas, J. G. (2018). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones (Novena edición). <http://www.alfaomega.com.co>

Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (n.d.). GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO Editado por.

Brazão, K. B., Perdigão, F. da R.



, Rodrigues, E. de O., Andrade, B. R. F. de, & Ruschival

, C. B. (2022).



Usability factors for non-motorized transport rental applications: a literature review. DAT Journal,

7(1), 341–351. <https://doi.org/10.29147/DATJOURNAL.V7I1.586>

Cal y Mayor Reyes Spíndola, R. (n.d.). Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones.

Carlos Alberto Arboleda Velez, Efraín de Jesús Solano Fajardo, & Alexandra Rosas Palomino. (2022).



Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D.docx | Trabajo de Titulación Final-Chuquirima D

El documento proviene de mi grupo

Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril.



www.udocz.com



doi.org

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.2779-2802>

[Cedeño-Luna, A. M., Vasquez-Camuendo, S. M., & García-Vinces,](#)

J. J. (2024). Análisis del flujo vehicular y peatonal en la Universidad Técnica

de Manabí. MQRInvestigar , 8(3), 2779–2802. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.2779-2802>

da Silva Rocha, É. T. (2021). Mobilidade humana e desastres ambientais: a gestão urbana em áreas de risco. Revista de Gestão Social e Ambiental, 15, e02767.

<https://doi.org/10.24857/rgsa.v15.2767>

Domínguez, H., Morcillo,



[A., Soilán, M., & González-Aguilera, D. \(2022\).](#)

Automatic Recognition and Geolocation of Vertical Traffic Signs Based on Artificial Intelligence Using a Low-Cost Mapping Mobile System. Infrastructures, 7(10), 133–133.

<https://doi.org/10.3390/INFRASTRUCTURES7100133>

Espinoza Urgilés, F. L. (2022). Modelo de movilidad no motorizada para ciudades de hasta 300.000 habitantes. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20665>



iconline.ipleiria.pt | IC-Online: Traffic Vertical Signposting: Materials Characterization and Structural Numerical Simulation

https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/8249?locale=pt_PT

[Franco, M. C., Fonseca, R., Gomes, S., Biscaia, S., Brites, F., Pascoal-Faria, P., & Mateus, A. \(2019\).](#)

Traffic Vertical Signposting: Materials Characterization and Structural Numerical Simulation.

Applied Mechanics and Materials, 890, 190–198. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.890.190>

GAD Machala. (2022). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN MACHALA 2019-2030. https://www.machala.gob.ec/SIL/2022/ter/plate/PDOT_Machala.pdf

Galván, J. A. M. (2022).



doi.org

<https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V6I14.89>

Alternativas de diseño estructural y geométrico como solución a problemas de congestión vehicular. Revista Ingeniería, 6(14), 29–46.

<https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V6I14.89>

García Sepúlveda, S. A., Ramírez Viveros, A.,



Documento de otro usuario

El documento proviene de otro grupo

García Sepúlveda, S. A., & Ramírez Viveros, A. (2023). Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León.



eprints.uanl.mx | Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León - Repositorio Institucional UANL

<http://eprints.uanl.mx/27134/>

Política, Globalidad y Ciudadanía,



Documento de otro usuario

El documento proviene de otro grupo

9(17).

5–23. <https://doi.org/10.29105/PGC9.17-10>

Gile, D. (2022). Experimental research. World Journal Of Advanced Research and Reviews, 16(3), 239–256. <https://doi.org/10.30574/WJARR.2022.16.3.1152>

Holmes, C. E., Guliford, M. K., Mendoza-Dav, M. A. S., & Jurkovich, M. (2023). A Case for Description. PS - Political Science and Politics, 57(1), 51–56.

<https://doi.org/10.1017/S1049096523000720>

Jilani, U., Asif, M., Rashid, M., Siddique, A. A., Talha, S. M. U., & Aamir, M. (2022).



link.springer.com

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40745-023-00508-x>

Traffic Congestion Classification Using GAN-Based Synthetic Data Augmentation and a Novel 5-Layer Convolutional Neural Network Model.

Electronics, 11(15), 2290–2290. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS11152290>

Khan, I., Khattak, K., Khan, Z. H., & Gulliver, T. A. (2023).



doi.org

<https://doi.org/10.54327/set2023/v3.i1.48>

Impact of Road Pavement Condition on Vehicular Free Flow Speed, Vibration and In-Vehicle

Noise. Science, Engineering and Technology, 3(1). <https://doi.org/10.54327/set2023/v3.i1.48>

Madapur, B., Madangopal, S., & Chandrashekar, M. N.



doi.org | Micro-Mobility Infrastructure for Redefining Urban Mobility | European Journal of Engineering Science and Technology

<https://doi.org/10.33422/EJEST.V3I1.163>

(2020). Micro-Mobility Infrastructure for Redefining Urban Mobility. European Journal of Engineering Science and Technology, 3(1), 71–85. <https://doi.org/10.33422/EJEST.V3I1.163>

Mafla, G., María,



[T., Pozo, R., Gabriel, I., Bolaños, M., & Terán, M. \(2019\). Revisión del impacto de la movilidad urbana. Visión Empresarial, 9, 128–134. https://doi.org/10.32645/13906852.875](#)

[Mafla, I. G., Beltrán, D. M., & Mora,](#)

E. J. (n.d.).



doi.org | Análisis de la movilidad urbana en la ciudad de Tulcán, Ecuador

<https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n08p04>

Análisis de la movilidad urbana en la ciudad de Tulcán, Ecuador Analysis of urban mobility in the city of Tulcán,

Ecuador. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n08p04>

Majstorović, I., Ahac, M., & Ahac, S. (2022). The City of Zagreb Lower Town Urban mobility development program. Transportation Research Procedia, 60, 362–369.

<https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2021.12.047>

Mendi, V., & Srinivasula Reddy, I. (2020). Forecasting Future Traffic Trend by Short-Term Continuous Observation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1006(1),

012028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1006/1/012028>

Mitra, R., Khachatryan, A., & Hess, P. M. (2021). Do new urban and suburban cycling facilities encourage more bicycling? Transportation Research Part D: Transport and Environment, 97. <https://doi.org/10.101>



6/j.trd.2021.102915

Negri Pagani, R., Alberto Pilatt, L., Scriptore de Carvalho,

F., de França Bail, R., Alberto Pilatti, L., Luiz Kovaleski, J., & Maria de Genaro Chirolli, D. (2021). URBAN MOBILITY IN SMART CITIES: A CASE STUDY IN THE CITY OF CURITIBA. CITIES: A CASE STUDY IN THE CITY OF CURITIBA Article in International Journal of Development Research. <https://doi.org/10.37118/ijdr.22310.06.2021>

O'Donnell, J. (2023). From "cycle-view" to "the bike path to death": The social life of urban infrastructure. *Estudios Avanzados*, 37(107), 45–62. <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2023.37107.004EN>

Ou, Q., Zheng, W., Shi, Z., & Liao, R. (2022). Driver Side and Traffic Based Evaluation Model for On-Street Parking Solutions. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.13976>



Paredes, G., Sara Karolay Jurado Evaluador, F., Zamora, H., Secretario, O., Sarmiento, B., Alfredo, T., Martinez, M., Edmundo Asesor, M., Ulloa, H., & Paul Edward, J. (n.d.). UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL.

Retrieved January 14, 2025, from <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

Paul, J. (2022). Mobility Fees. Proportionate Share Impact Fees and Development Mitigation, 343–375. <https://doi.org/10.4324/9781003336075-24>

Pichardo Corpus, J. A., & Pichardo Corpus, J. A. (2024). La concentración de la intermediación y la congestión vehicular en zonas metropolitanas de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 39(3). <https://doi.org/10.24201/EDU.V39I3.2235>

Pinto, A. G. P., Arrieta, V. M., & Colque, H. O.



doi.org

<https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.861>

(2019). Nivel de congestamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019. *Ciencia & Desarrollo*,

0(25), 32–40. <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.861>

Pratap Singh, S., Ali Khan, A., Adnan Yusuf, S., & Souissi, R. (2023). Leveraging Neo4j and deep learning for traffic congestion simulation & optimization.

<https://doi.org/10.48550/ARXIV.2304.00192>



Qiu, X., Gao, T., Yang, Y., Luo, A., Shang, F., & Li, R. (2022).

Understanding urban congestion with biking traffic and routing detour ratio. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.08118>

Raimbault, J., & Batty, M. (2021). Estimating public transport congestion in UK urban areas with open transport models. <https://doi.org/10.485>



50/arXiv.2104.14359

Sdoukopoulos, E., Kose, P., Gal-Tzur, A., Mezghani, M., Boile, M., Sheety, E., & Mitr

opoulos, L. (2016). Assessment of Urban Mobility Needs, Gaps and Priorities in Mediterranean Partner Countries. *Transportation Research Procedia*, 14, 1211–1220.

<https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2016.05.192>

Silvina López, A., Guillermo, I., & Arce,



doi.org

<https://doi.org/10.30972/GEO.12242161>

A. (2015). Contribución de las encuestas de movilidad domiciliaria al análisis de la movilidad urbana. *EOD aplicada al*

GranCorrientes. Geográfica Digital, 12(24), 1–19. <https://doi.org/10.30972/GEO.12242161>

Singh, V. P., Sharma, K., & Chakraborty, D. (2021). Solving Capacitated Vehicle Routing Problem with Demands as Fuzzy Random Variable. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-938396/V1>



Toulni, H., Miyara, M., Filali, Y., & Koumédio Tékouabou, S. C.

(2023). Preventing urban traffic congestion using VANET technology in urban area. *E3S Web of Conferences*, 418, 02005. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202341802005>



repositorio.unal.edu.co | Entornos peatonales : configuración de calles en el centro tradicional y expandido de la ciudad de Medellín

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77942>

Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes. *EURE (Santiago)*, 41(123),

5–27. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300001>

Verdy Viteri, X. I.



repositorio.utmachala.edu.ec | Repositorio Digital de la UTMACH: Modelo de diseño de movilidad no motorizada sostenible de corredores viarios para ciudades de ha...

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20660>

(2022). Modelo de diseño de movilidad no motorizada sostenible de corredores viarios para ciudades de hasta 300.000

habitantes. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20660>

Ziad, T., Verdezoto, A., Felix, F., Montes, C., Beatriz, O., & Medina, R.



Documento de otro usuario

El documento proviene de otro grupo

(2020). Análisis del congestamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21(2),

4–23. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21905.04960>

ANEXOS

Anexo 1 Condición de la vía tramo oeste-este

Datos:

10

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

Anexo 2 Condición de la vía tramo este-oeste

Datos:

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

Anexo 3 Condición de la vía tramo ambos sentidos

Datos:

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

Anexo 4. Censo vehicular sentido oeste-este (salida de Machala)

□

Anexo 5. Censo vehicular sentido este-oeste (Entrada a Machala)

□

Anexo 6. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Este-Oeste

□

Anexo 7. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Oeste- Este

□

Anexo 8. Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos.

□

Anexo 9. Cálculo de capacidad vial

Anexo 10. Equivalente de camiones para tipo de terreno

Tipo de terreno Equivalente de camión, EC

Plano 1.8

Ondulado 2.3

Montañoso 4.4

Anexo 11. El factor de corrección por camiones (f_{HV})

Anexo 12. Flujo vehicular (qp)

Anexo 13. Velocidad promedio (v)

Anexo 14. Cálculo de la densidad (D)

Anexo 15. Aplicación móvil NIOSH Sound Level Meter (decibeles)

□

Anexo 16. Cálculo del Porcentaje de Vías con Ciclovías

Datos:

Longitud total de vías: 4 km.

Longitud de vías con ciclovías: 2335.72m - 2.34 km.

Anexo 17. Condición de la vía- medición de fallas de pavimento.

□

Anexo 18. Facilidades para ciclovías- medición de total de acero bici

□

□

Anexo 19. Problemas de estacionamiento.

Anexo 20. Transporte público-conteo por hora, ambos sentidos.

□

□

Anexo 21. Facilidades peatonales-paso cebra.

Anexo 22. Mapa de uso de suelo

□

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL


La que suscribe, GUALAN CELI MISHEL PAULINA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado MOVILIDAD Y CAPACIDAD VIAL EN VÍAS URBANAS EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO, ENTRE LA ALEJANDRO CASTRO HASTA GUILLERMO CASTRO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



GUALAN CELI MISHEL PAULINA

0706163813

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado especialmente para mi madre, a pesar de las cosas duras que hemos pasado, quiero que sepa que todo este esfuerzo es por ella y para ella, mi pilar fundamental, mi mayor inspiración y el motor que me impulsa cada día. Tu ejemplo de valentía y dedicación me ha enseñado que no hay que rendirse nunca

Gracias por creer en mi incluso en momentos difíciles, por ser mi lugar seguro y mi guía. Este trabajo es una muestra de lo que he podido lograr gracias a tu ayuda y tus palabras de aliento.

Te amo, y espero que estes orgullosa de tu hija, ten presente que este triunfo no es solo mío, si no de las dos.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios por permitirme culminar esta nueva etapa de mi vida, por darme la salud y fortaleza para seguir adelante, estoy tan agradecida con él por ponerme personas excelentes en este camino, quienes estuvieron tanto en las buenas como en las malas.

A mi madre, quien con su amor incondicional y ejemplo de perseverancia ha sido mi mayor inspiración y apoyo en cada paso de este camino. Sus palabras de aliento me han dado la fuerza necesaria para superar cada desafío con el que me he propuesto. Gracias por ser ese refugio, por creer en mí y por acompañarme en este logro que también es para ti y por ti. Este trabajo es el reflejo del amor que te tengo.

A mis hermanas, mis compañeras de vida, que siempre estuvieron presentes apoyándome en este camino, fueron mis pilares fundamentales para no rendirme y seguir adelante, por estar a mi lado, brindándome su apoyo compañía y motivación.

A mi papá por alentarme cada día y apoyarme en todo lo que le pedía, por ser mi guía, por tus palabras de aliento, quien estuvo siempre presente en esta etapa, lo cual él supo el duro camino que tuve que hacer para llegar a la meta.

A mis abuelos paternos y maternos, por enseñarme el valor del esfuerzo y honestidad. Sus consejos llenos de sabiduría han dejado en mí una huella, guiándome en los momentos más importantes de este valioso camino. Le agradezco a Dios por tenerlos aún con vida y salud, viéndome cumplir una etapa más, ya que para mí es demasiado importante ver que ellos vean el logro que han sembrado en este camino.

A mi tutor el Ing. Carlos Eugenio Sánchez Mendieta Mg.s, cuyo conocimiento y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto técnico. Su sabiduría no solo fortaleció el proceso, sino que también fue un pilar para lograr los objetivos planeados. A la Ing. Ariana Condoy e Ing. Yudi Medina quien, con su guía profesional, contribuyeron de manera significativa al análisis y ejecución de este trabajo. Este logro no habría sido posible sin su generosa disposición para compartir su experiencia y su incasable apoyo. ¡Gracias por ser parte esencial de ese esfuerzo!!!

A Damián Moreno, por haber sido un pilar fundamental en esta etapa de mi vida. Su apoyo incondicional, su paciencia y sus palabras de aliento fueron un motor que me impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Siempre estuvo presente, brindándome su ayuda desinteresada, motivándome a no rendirme y recordándome que cada esfuerzo valdría la pena. Su compañía hizo que este camino fuera más llevadero, y su confianza en mí me dio la fuerza para superar cada obstáculo.

A mis queridos amigos Gina y Josma, quienes no solo estuvieron presentes en cada momento de esta etapa de mi carrera universitaria, sino que también se convirtieron en una parte fundamental de mi vida. Su inquebrantable apoyo, sus palabras de aliento y su amistad incondicional fueron mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor motivación para seguir adelante. Gracias por cada risa compartida, cada consejo sincero y por demostrarme que la verdadera amistad trasciende cualquier obstáculo. Este logro también es de ustedes.

RESUMEN

El presente documento surge de la necesidad de conocer la movilidad urbana, nivel de servicio, la capacidad vial, la falta de infraestructura adecuada, entre otros factores que influyen en el equipamiento urbano en el del tramo 25 de Junio, desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Av. Guillermo castro Benítez, con una longitud total en ambos sentidos de 4 km, la cual esta avenida es parte de una de las principales arterias de acceso a diferentes ciudadelas y plazas comerciales, cuya importancia ha aumentado debido a la afluencia de ciudadanos de otros cantones y provincias. El objetivo principal del estudio es evaluar el flujo vehicular y los puntos críticos de la infraestructura urbana para proponer estrategias que mejoren la capacidad vial y la movilidad en la zona. Para ello, se utilizó una metodología que combina observación directa en campo y análisis cuantitativo, centrándose en criterios como condición de la vía, nivel de servicio, facilidades peatonales, problemas de estacionamiento, medidas de seguridad vial, y transporte público. Los resultados muestran que la vía tiene una alta capacidad vial (7,770 veh/h en ambos sentidos) y un nivel de servicio clasificado como D, indicando una circulación inestable en horas pico. Además, se identificó una cobertura conveniente de facilidades peatonales (98.06%), pero con necesidades de mantenimiento en pasos de cebra. El transporte público se presenta como eficiente, con una frecuencia de 107 buses por hora, mientras que los niveles de ruido registrados (79 dB en promedio) superan los límites recomendados, reflejando un impacto ambiental significativo. En conclusión, se recomienda optimizar la gestión del tráfico mediante la construcción de vías alternas, mejorar la conectividad de ciclovías y la infraestructura peatonal, y fomentar el uso de transporte público sostenible. Estas estrategias buscan promover una movilidad más eficiente, segura y sostenible en la ciudad de Machala.

Palabras clave: Nivel de servicio, Capacidad vial, Movilidad urbana, Congestión vehicular.

ABSTRACT

This document arises from the need to understand urban mobility, the level of service, road capacity, the lack of adequate infrastructure, and other factors influencing urban equipment in the 25 de Junio section, from Alejandro Castro Benítez Avenue to Guillermo Castro Benítez Avenue, with a total length of 4 km in both directions. This avenue is one of the main arteries providing access to various neighborhoods and shopping plazas, whose importance has increased due to the influx of citizens from other cantons and provinces.

The main objective of the study is to evaluate traffic flow and critical points of urban infrastructure to propose strategies that improve road capacity and mobility in the area. A methodology was used that combines direct field observation and quantitative analysis, focusing on criteria such as road condition, level of service, pedestrian facilities, parking issues, road safety measures, and public transportation.

The results show that the road has a high capacity (7,770 veh/h in both directions) and a level of service classified as D, indicating unstable traffic flow during peak hours. Additionally, a convenient coverage of pedestrian facilities was identified (98.06%), although maintenance is needed for crosswalks. Public transportation is efficient, with a frequency of 107 buses per hour, while the recorded noise levels (an average of 79 dB) exceed the recommended limits, reflecting a significant environmental impact.

In conclusion, it is recommended to optimize traffic management through the construction of alternate routes, improve the connectivity of bike lanes and pedestrian infrastructure, and promote the use of sustainable public transportation. These strategies aim to foster more efficient, safe, and sustainable mobility in the city of Machala.

Keywords: Level of Service, Road Capacity, Urban Mobility, Traffic Congestion.

ÍNDICE

<i>Introducción</i>	13
1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	15
1.1. Antecedentes	15
1.1.1. Ubicación	15
1.1.2. Datos de la población.....	16
1.1.3. Geografía.....	17
1.1.4. Uso de suelo.....	17
1.1.5. Situación vial.....	18
1.1.6. Ordenamiento territorial.....	18
1.2. Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)	19
1.3. Formulación del problema (preguntas científicas)	22
1.3.1. Problema	22
1.3.2. Problemas secundarios.....	22
1.4. Delimitación del objeto de estudio	22
1.5. Justificación	23
1.6. Objetivos: general y específicos	25
1.6.1. Objetivo General:.....	25
1.6.2. Objetivos Específicos:.....	25
2. MARCO TEORICO	25
2.1. Antecedentes Contextuales	25
2.1.1. Macro	25
2.1.2. Meso.....	27
2.1.3. Micro.....	30
2.2. Antecedentes Conceptuales	31
2.2.1. Congestión Vehicular.....	31

2.2.2.	Movilidad.....	31
2.2.3.	Demanda Vehicular.....	31
2.2.4.	Movilidad Urbana	32
2.2.5.	Movilidad No Motorizada.....	32
2.2.6.	Peatones	32
2.2.7.	Señalización.....	33
2.2.8.	Ciclovía.....	33
2.2.9.	Trafico Promedio Diario Anual	33
2.3.	<i>Antecedentes Referenciales.....</i>	33
3.	<i>METODOLOGIA</i>	36
3.1.	<i>Modalidad básica de la investigación.....</i>	36
3.2.	<i>Tipo de investigación.....</i>	36
3.2.1.	Investigación descriptiva.....	36
3.2.2.	Investigación documental	38
3.2.3.	Investigación experimental	38
3.3.	<i>Población y muestra.....</i>	38
3.3.1.	Población.....	38
3.3.2.	Muestra	38
3.4.	<i>Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados.....</i>	39
3.5.	<i>Técnicas de recolección de información</i>	41
3.5.1.	Delimitación del área de estudio.....	41
3.5.2.	Recolección de datos primarios	42
3.5.3.	Recolección de datos secundarios.....	42
3.6.	<i>Técnicas de procesamiento de la información.....</i>	42
3.6.1.	Análisis de los datos.....	42
3.6.2.	Presentación de resultados	42
4.	<i>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</i>	43

4.1. Condición de la Vía:	45
4.1.1. Recolección de datos y orden de fallas.....	45
4.2. Capacidad vial	52
4.3. Nivel de Servicio	53
4.4. Facilidades peatonales	54
4.5. Problemas de estacionamiento	56
4.6. Medidas de seguridad vial	56
4.7. Impacto ambiental	57
4.8. Congestión vehicular	59
4.9. Transporte publico	59
4.10. Facilidades para ciclovías	60
4.11. ALTERNATIVAS DE PROPUESTAS	60
5. CONCLUSIONES.	62
6. RECOMENDACIONES.	63
Bibliografías	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población Cantón Machala.....	16
Tabla 2. Uso del Suelo del Cantón Machala.....	17
Tabla 3. Distancia entre Machala y los cantones colindantes.....	18
Tabla 4. Análisis comparativo de metodologías para la evaluación de los modelos de diseño de movilidad no motorizada.....	35
Tabla 5. Criterios de evaluación para la movilidad urbana y capacidad vial.....	37
Tabla 6 Tabla de métodos y técnicas para la recolección de datos.....	39
Tabla 7. Criterios de evaluación.	43
Tabla 8. Recolección de datos de cantidades de fallas registradas.....	45
Tabla 9. Clasificación del Nivel de Servicio Según la Densidad Vehicular propuesta- carreteras multicarril de Colombia.....	54
Tabla 10. Tramo 1 (0-2 km) salida Machala- oeste -este.....	55
Tabla 11. Tramo 2 (2-4 km) entrada Machala- este- oeste.....	55
Tabla 12. Tabla total ambos sentidos (0-4 km).....	55
Tabla 13. Resultados de los dispositivos de medidas de seguridad.	57
Tabla 14. Resultados de medición de ruido en decibelios en el tramo evaluado.	58
Tabla 15. Resultados del Conteo de Buses en Ambos Sentidos.....	59

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del Cantón Machala	16
Figura 2: Congestión Vehicular.....	19
Figura 3: Uso inapropiado de la vía por parte de los ciclistas	20
Figura 4: Deterioro de parada de buses.....	21
Figura 5: Ausencia de Señalizaciones aérea	21
Figura 6: Árbol de problemas.....	22
Figura 7 Zona de estudio.....	23
Figura 8. Cantidades de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez.....	45
Figura 9. Porcentaje de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez.....	46
Figura 10. Tramo 1 (Redondel del Bananero hasta la Entrada del Paseo Shopping) ...	47
Figura 11. Tramo 2 (Desde la salida del Paseo Shopping hasta Oro Plaza).....	47
Figura 12. Tramo 3 (Desde Ciudad Verde hasta la zona comercial De Prati)	48
Figura 13. Tramo 6 (Desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz City Car).....	48
Figura 14. Tramo 7 (Desde Tracto Partes hasta el Centro Cerámico INNOVA).....	49
Figura 15. Tramo 8 (Desde la Importadora IMACO hasta el lote baldío cercano a la fábrica de Coca-Cola)	49
Figura 16. Tramo 9 (Desde la distribuidora Coca-Cola hasta el lote baldío frente a la salida del Shopping).....	50
Figura 17. Tramo 10 (Desde el lote baldío frente a la entrada del Shopping hasta el redondel del Bananero)	50

ANEXOS

<i>Anexo 1</i> Condición de la vía tramo oeste-este	69
<i>Anexo 2</i> Condición de la vía tramo este-oeste	69
<i>Anexo 3</i> Condición de la vía tramo ambos sentidos	70
<i>Anexo 4.</i> Conteo vehicular sentido oeste-este (salida de Machala).....	70
<i>Anexo 5.</i> Conteo vehicular sentido este-oeste (Entrada a Machala).....	71
<i>Anexo 6.</i> Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Este-Oeste	71
<i>Anexo 7.</i> Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Oeste- Este	72
<i>Anexo 8.</i> Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos.....	72
<i>Anexo 9.</i> Cálculo de capacidad vial.....	72
<i>Anexo 10.</i> Equivalente de camiones para tipo de terreno.....	73
<i>Anexo 11.</i> El factor de corrección por camiones (<i>fHV</i>).....	73
<i>Anexo 12.</i> Flujo vehicular (<i>qp</i>).....	73
<i>Anexo 13.</i> Velocidad promedio (<i>v</i>).....	73
<i>Anexo 14.</i> Cálculo de la densidad (<i>D</i>)	73
<i>Anexo 15.</i> Aplicación móvil NIOSH Sound Level Meter (decibeles)	74
<i>Anexo 16.</i> Cálculo del Porcentaje de Vías con Ciclovías	74
<i>Anexo 17.</i> Condición de la vía- medición de fallas de pavimento.	75
<i>Anexo 18.</i> Facilidades para ciclovías- medición de total de acero bici	75
<i>Anexo 19.</i> Problemas de estacionamiento.....	76
<i>Anexo 20.</i> Transporte público-conteo por hora, ambos sentidos.....	76
<i>Anexo 21.</i> Facilidades peatonales-paso cebra.....	77
<i>Anexo 22.</i> Mapa de uso de suelo.....	77
<i>Anexo 23.</i> Propuesta de distribución de carriles 1	78
<i>Anexo 24.</i> Propuesta de distribución de carriles 2	78
<i>Anexo 25.</i> Propuesta de distribución de carriles 2	79

Introducción

En el entorno dinámico y creciente de las ciudades ecuatorianas, la planificación y gestión eficaz de la movilidad urbana se rige como un desafío primordial para garantizar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. En este contexto, Machala, reconocida como la "Capital Bananera del Mundo", se posiciona como un centro vital en la región suroeste de Ecuador, con una población en constante crecimiento y una economía impulsada por la producción agrícola y el comercio internacional.

El presente trabajo se centra en abordar las complejidades y desafíos asociados con la movilidad urbana en Machala. A través de un análisis detallado de los antecedentes, datos demográficos y problemáticas actuales, se busca comprender a fondo las dificultades que enfrenta la ciudad en términos de congestión vehicular, falta de infraestructura adecuada y ausencia de soluciones sostenibles de movilidad.

El crecimiento poblacional de Machala, respaldado por el auge económico de la región, ha exacerbado la congestión vehicular en las vías urbanas, afectando la accesibilidad a servicios esenciales y comprometiendo la seguridad vial. Además, la falta de mantenimiento de la infraestructura vial y la ausencia de soluciones de movilidad sostenible han generado un entorno poco propicio para el desarrollo del turismo sostenible, afectando negativamente la economía local.

Particularmente preocupante es la situación de la avenida 25 de junio del tramo de la av. Alejandro Castro Benites hasta la Guillermo Castro Benites, donde la deficiencia en el equipamiento urbano ha contribuido a la ineficacia del tráfico y la falta de seguridad para los usuarios viales. Es evidente la necesidad urgente de intervenciones integrales que aborden estas problemáticas y mejoren la calidad de vida de los habitantes de Machala.

Por lo tanto, este estudio se propone identificar estrategias y soluciones efectivas para mejorar la congestión vehicular en Machala, considerando aspectos como la planificación urbana, el diseño de infraestructura vial y la promoción de medios de transporte sostenibles. Se espera que los hallazgos y recomendaciones derivados de este trabajo contribuyan significativamente a la formulación de políticas públicas y proyectos de desarrollo urbano que impulsen la movilidad eficiente, segura y sostenible en la ciudad de Machala

La estructura de esta investigación se basa en cuatro capítulos que se detallan de la siguiente manera:

En el primer capítulo, denominado “Planteamiento del Problema” encontramos bases para comprender la importancia del proyecto, como es la línea base del proyecto, en el cual describe la situación actual de la zona de estudio, la formulación de preguntas científicas, la justificación de la investigación y se establecen los objetivos.

En el segundo capítulo, titulado “Antecedentes”, encontramos la recopilación de trabajos de diferentes autores proveniente de artículos que respaldan la investigación, estos artículos están basados en antecedentes contextuales macro, meso y micro del problema de estudio

En el tercer capítulo se detalla la metodología utilizada en el estudio, abordando la modalidad y el tipo de investigación, así como describiendo la población y muestra seleccionada.

Finalmente, en el cuarto capítulo se centra en el análisis e interpretación de los resultados, así como en la aplicación de la metodología propuesta. En este conector, se valida la metodología aplicada para el caso de estudio de la ciudad de Machala, lo que conlleva a la identificación de saber si es eficiente la movilidad urbana y capacidad vial en el tramo seleccionado.

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Machala, una ciudad ecuatoriana, ostenta el reconocimiento como la cuarta urbe más importante del país y conocida como la "Capital Bananera del Mundo". Fundada el 25 de junio de 1824, funge como la capital de la provincia de El Oro. Estratégicamente ubicada en una zona baja cercana al Golfo de Guayaquil, al sur de la costa ecuatoriana, como se aprecia en la imagen N° 1.

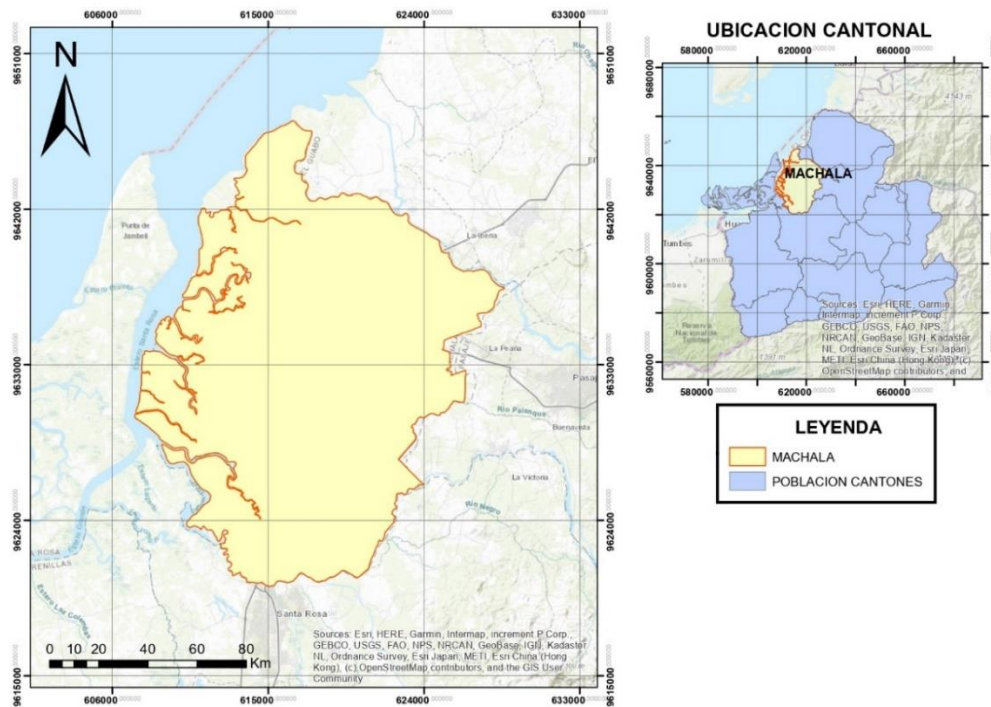
Esta ciudad prospera en una región agrícola fértil, destacándose en la producción de bananos, camarones y cacao. Su puerto exportador principal, Puerto Bolívar, emerge como un motor económico vital para la ciudad. Las actividades económicas preponderantes se vinculan estrechamente con la producción, comercio y exportación de estos productos.

1.1.1. Ubicación

Machala se encuentra en la región suroeste de Ecuador, a lo largo de la costa ecuatoriana. Como cabecera cantonal de la provincia de El Oro, se posiciona como la ciudad más habitada, desempeñando un papel crucial como núcleo administrativo, económico, financiero y comercial de la región. Con una extensión de aproximadamente 37.292,38 hectáreas, se distribuye en 7 parroquias urbanas: Puerto Bolívar, Jambelí, Machala, Jubones, La Providencia, El Cambio y 9 de mayo, además de una parroquia rural llamada El Retiro.

Los límites del cantón Machala son los siguientes: al norte limita con el cantón El Guabo, al sur con el cantón Santa Rosa, al este con los cantones Pasaje y Santa Rosa, y al oeste con el Archipiélago de Jambelí (GAD Machala, 2022).

Figura 1. Mapa de ubicación del Cantón Machala



Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Datos de la población

El cantón Machala tenía una población de 256.022 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado en el 2010. A pesar de ello, estimaciones realizadas por el INEC en 2017 indican que para el año 2020, en número de habitantes alcanzaría un aproximado de 289.141, con una distribución del 50.92% de mujeres y 49.08% de hombres.

En el área urbana del cantón Machala, se registrarán alrededor de 277.575 personas, lo cual representa el 96% de la población total del cantón, mientras que en el área rural comprende el 4% restante el cual abarca la Parroquia Machala y El Retiro (GAD Machala, 2022).

Tabla 1. Población Cantón Machala

Sexo	Área Urbana	Área rural	Total
Hombre	136.234	5.676	141.910
Mujer	141.341	5.889	150.196
Total	277.575	11.566	289.141

Fuente: SNI – INEC 2010 /Proyecciones 2020

Elaboración: SCC 2020 – PDOT 2015

1.1.3. Geografía

Machala ubicada en una región llana cercana al golfo de Guayaquil, en la costa del océano Pacífico. Se localiza en la parte occidental del archipiélago de Jambelí. Su posición geográfica estratégica, facilita su conexión con varias ciudades del sur y oeste del Ecuador como Santa Rosa, a 31 km; Guayaquil, a 182km; Milagro, a 163 km Huaquillas, a 74 km; Pasaje, a solo 20 km. Además, contamos con facilidad de acceso a las ciudades ubicadas en el norte de Perú (GAD Machala, 2022).

1.1.4. Uso de suelo

En esta parte se menciona la vegetación natural y zonas agropecuarias que se encuentra en la extensión del cantón Machala donde se aprecia los cultivos de cacao, banano y otros cultivos frutales, Además se pueden observar las camaroneras. También se incorporan las coberturas vegetales promovidas como resultado de la actividad humana como áreas urbanas.

Para comprender el funcionamiento del uso del suelo en el área se ha usado el análisis de imágenes satelitales proporcionadas en el 2000, 2008 y 2011. Como resultado de este estudio se evidenció un aumento en la zona de manglar (vegetación arbustiva y arbórea) de un 8.73% en el año 2008 a 10.76% en el 2011. Por otra parte, el área destinada a la crianza de camarón en el 2011 tuvo un descenso del 24.57% (2008) a 22.10%. Al revisar un par de indicadores se puede determinar que hubo un aumento de la vegetación de manglar en el área previamente mencionada que estaba designado en la crianza de camarón. Este suceso se puede atribuir a las operaciones de reforestación de manglar que se realizaron por las autoridades competentes mediante el Derecho Ejecutivo 1391 (GAD Machala, 2022).

Tabla 2. Uso del Suelo del Cantón Machala

Cobertura y uso del suelo	2000		2008		2011	
	Área (HA)	%	Área (HA)	%	Área (HA)	%
Arbórea/ Arbustiva	3.488,03	9,36	3.252,90	8,73	4.011,44	10,8
Camaroneras	7.914,59	21,2	9.160,17	24,6	8.236,66	22,1
Cuerpos de agua	1.778,74	4,77	1.778,74	4,77	1.778,74	4,77
Otras tierras	542,05	1,45	459,09	1,23	0	0

Tierras agropecuarias	18.755,50	50,3	19.890,86	53,4	19.452,81	52,2
Vegetación arbustiva y herbácea	2.943,23	7,9	89,93	0,24	0	0
Áreas urbanas	1.853,09	4,97	2.643,54	7,09	3.795,58	10,2
TOTAL	37.275,23	100	37.275,23	100	37.275,23	100

Fuente: IGM/SNI 2010

Elaboración: GADMM PDOT 2015

1.1.5. Situación vial

La infraestructura vial principal del cantón, que consiste en carreteras de primer nivel con más de dos carriles, facilita la unión entre los cantones de Pasaje, Santa Rosa y El Guabo. La pavimentación de estas vías permite una conectividad eficiente entre cantones a través de distancias relativamente cortas. Es crucial resaltar que a responsabilidad de esta red de carreteras recae principalmente en el Gobierno.

Tabla 3. Distancia entre Machala y los cantones colindantes

Cantones	Km
El guabo	18
Pasaje	20
Santa Rosa	31

Fuente: GPAO 2011

Elaboración: SCC 2020 – GADMM PDOT 2015

La distancia promedio entre Machala y los cantones ya mencionados es de 23 kilómetros. Una de las distancias más cortas es hacia El Guabo con 18 kilómetros, mientras que la más larga son la de Pasaje 20 kilómetros y Santa rosa con 31, así como se muestra en la tabla 3 (GAD Machala, 2022).

1.1.6. Ordenamiento territorial

Se define como un proceso que integra aspectos políticos, técnico y administrativos. Su objetivo es la organización, gestión y planificación del uso y ocupación del territorio. Este proceso se lleva a cabo con factores como las características culturales, socioeconómicas y políticas-institucionales.

El propósito del Ordenamiento Territorial en un municipio es alcanzar una distribución territorial que sea más equitativa y eficiente en cuanto a las oportunidades de desarrollo.

Este proceso orienta las interacciones entre sus habitantes y el territorio, estableciendo vínculos entre las actividades productivas y el espacio disponible. El objetivo es mejorar la calidad de vida tanto de las actuales como las futuras.

Al contar con el Plan de Ordenamiento Territorial, el gobierno proporciona una herramienta significativa para tomar decisiones con más certezas, basarse en cambios que deben abordarse a través del dialogo y la búsqueda de soluciones planificadas que consideren los intereses de los diversos sectores involucrados. Este plan facilita y se convierte en una guía estratégica que contribuye al aprovechamiento sostenible de los recursos disponibles, el modelo de desarrollo debe fomentar la competitividad sistemática como la productividad territorial (GAD Machala, 2022).

1.2. Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)

El desarrollo urbano desordenado ha propiciado una situación problemática caracterizada por una considerable congestión vehicular en la ciudad como se presenta en la figura2. Esta problemática, a su vez, dificulta el acceso a servicios esenciales, generando demoras que afectan la puntualidad tanto de conductores como de pasajeros. La consecuente dificultad de acceso para los servicios de emergencia, como ambulancias, policía y bomberos, agrava la situación, comprometiendo la eficacia y prontitud de su intervención en situaciones críticas. Este escenario impacta negativamente en la movilidad, seguridad y bienestar general de la comunidad.

Figura 2: Congestión Vehicular



Fuente: Elaboración propia

La ausencia de soluciones de movilidad sostenible ha contribuido al deterioro de la infraestructura para ciclistas, generando un círculo vicioso que afecta negativamente la atracción del turismo sostenible. La falta de incentivos para el uso de la bicicleta como medio de transporte se traduce en una pérdida significativa de atractivo para los visitantes conscientes del medio ambiente. Esta situación crea un entorno poco favorable, tal como se evidencia en la Figura 3, para el desarrollo del turismo sostenible, perpetuando la ausencia de alternativas de movilidad ecológicas.

Figura 3: Uso inapropiado de la vía por parte de los ciclistas



Fuente: Elaboración propia

La falta de mantenimiento en la ciudad ha provocado problemas que afectan a la seguridad vial y a la comodidad de los ciudadanos. La desorientación del conductor en las calles aumenta el riesgo de accidentes debido de a la ausencia de señalizaciones aéreas o señalización vertical en general. Además, el deterioro de las paradas de autobuses, como se muestra en la figura 4, no solo contribuye a la insatisfacción de los usuarios del transporte público, sino que también presenta un peligro potencial para su seguridad. En conjunto, esta situación refleja la necesidad urgente de abordar la falta de mantenimiento para garantizar la seguridad y eficiencia en la movilidad urbana.

Figura 4: Deterioro de parada de buses



Fuente: Elaboración propia

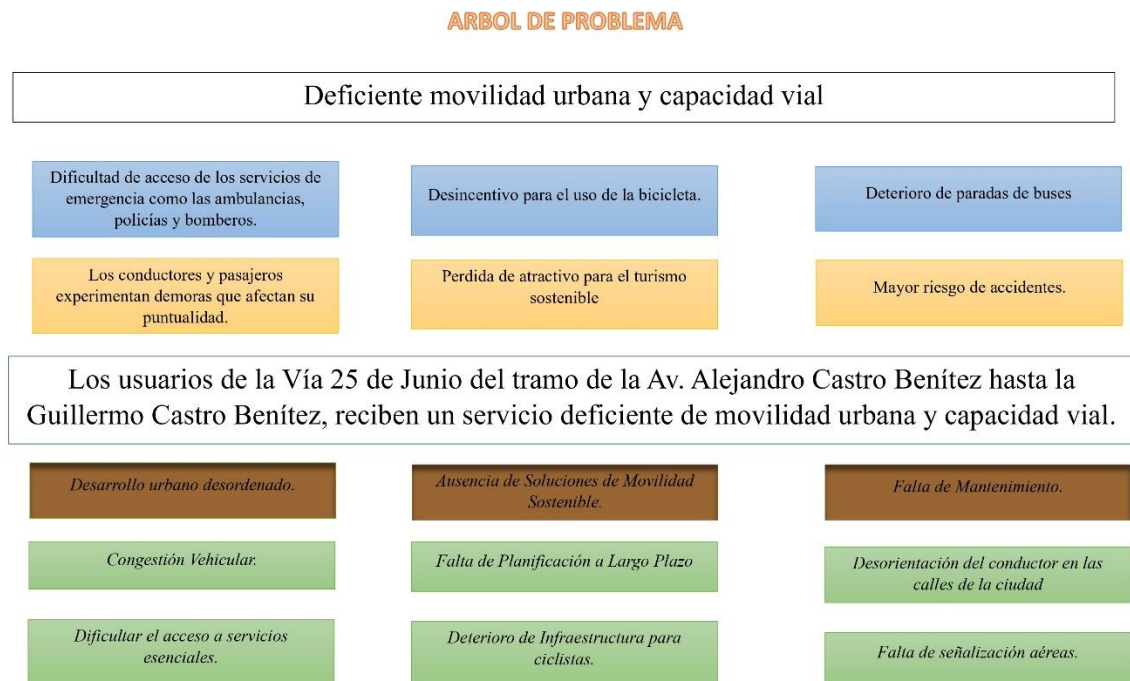
En el tramo de la vía 25 de junio, desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, los usuarios experimentan un servicio de movilidad urbana y capacidad vial notablemente deficiente. La falta de equipamiento urbano adecuado en esta área ha contribuido a la ineficacia del tráfico y a la falta de seguridad para los usuarios viales. La implementación y mejora del equipamiento urbano, como señalizaciones aéreas como se muestra en la figura 5, se vuelven esenciales para abordar de manera integral los desafíos actuales y mejorar la calidad general de la movilidad en este tramo específico.

Figura 5: Ausencia de Señalizaciones aérea



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

1.3. Formulación del problema (preguntas científicas).

1.3.1. Problema

¿Los usuarios de la Vía 25 de junio del tramo de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, reciben un servicio deficiente de movilidad urbana y capacidad vial?

1.3.2. Problemas secundarios

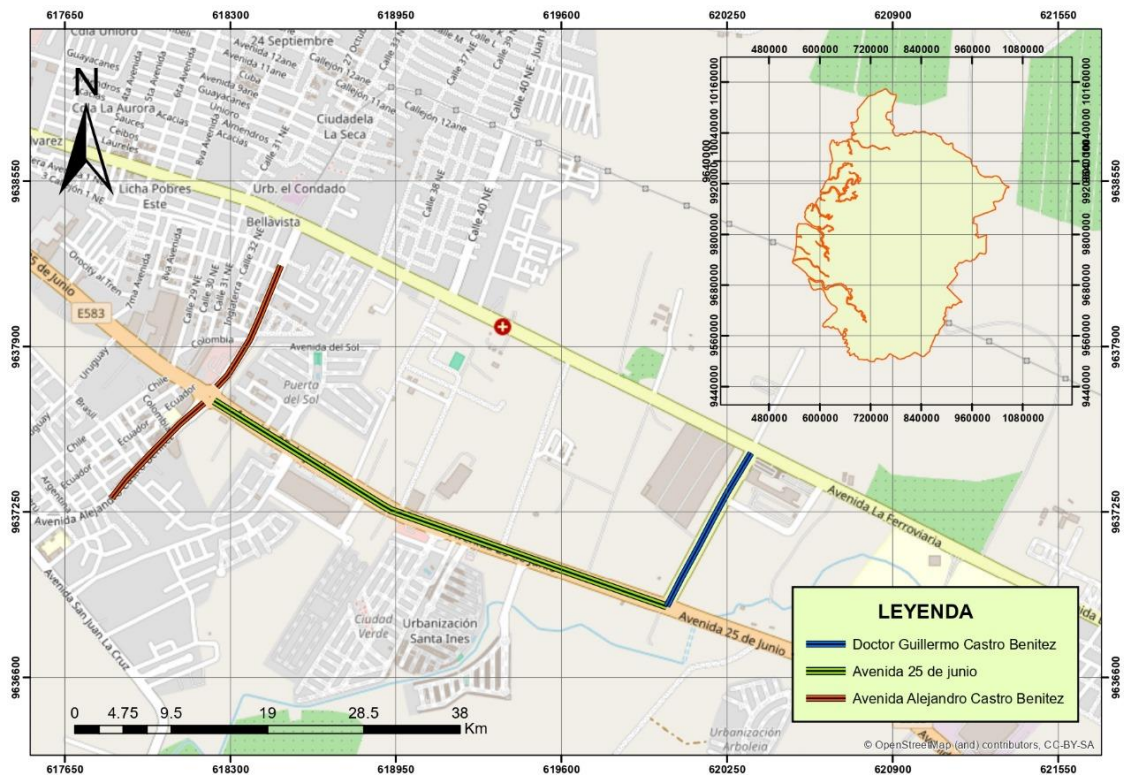
- ¿Cuáles son las causas de la congestión vehicular en vías urbanas que permitan la evaluación de la capacidad vehicular y movilidad urbana?
- ¿Cuáles son las causas de la afectación de los equipamientos urbanos en relación con la capacidad vial y la movilidad urbana?
- ¿Como se puede evaluar el nivel de servicio en la Avenida 25 de junio, considerando los resultados obtenidos?

1.4. Delimitación del objeto de estudio

Machala, una ciudad ubicada en la provincia de El Oro, en el sur de Ecuador, es el foco de análisis de este trabajo. Se examinará detenidamente la movilidad urbana y la capacidad en la Avenida 25 de Junio, específicamente en el tramo que va desde Alejandro

Castro Benítez hasta Guillermo Castro Benítez. Esta avenida es parte de una de las principales arterias de acceso a diferentes ciudadelas y plazas comerciales, cuya importancia ha aumentado debido a la afluencia de ciudadanos de otros cantones y provincias. Por lo tanto, es sumamente necesaria la ejecución de trabajos que posibilitarán una atención adecuada en términos de infraestructura ornamental.

Figura 7 Zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

1.5. Justificación

La cuestión de movilidad urbana ha ganado mucha atención en todo el mundo y se prevé que seguirá siendo importante en el futuro. Esto se debe a que la movilidad es fundamental para el bienestar de las personas que viven en las ciudades (da Silva Rocha, 2021). A través de los años, hemos sido testigos de un crecimiento sostenido en el número de vehículos en nuestra ciudad. Este aumento constante ha derivado a problemas de congestión, complicando cada vez más a la movilidad urbana. (I. G. Mafla et al., n.d.)

La gestión de la movilidad urbana representa un desafío para prácticamente todos los países a nivel mundial. El crecimiento de la población en las principales ciudades ha llevado a concentrarse en sectores o áreas estratégicas, en busca de mejores oportunidades

laborales y educativas que mejoren su calidad de vida. Como consecuencia surgen problemas en el desplazamiento colectivo, como el incremento del tiempo de viaje a nuestro origen de destino, tráfico vehicular excesivo en horas pico y la inseguridad para los usuarios. Además, esta situación aumenta los accidentes de tránsito y la tasa de mortalidad, así como a la contaminación ambiental y acústica, entre otros factores (G. Mafla et al., 2019).

Un sistema de transporte vial juega un papel crucial en el avance socioeconómico y sostenible de todas las sociedades modernas. Una carretera en condiciones óptimas se convierte en el pilar fundamental para el desarrollo social y económico de una comunidad, ya que la finalidad de una vía es posibilitar la circulación libre y eficiente de vehículos destinados al transporte de personas, materiales y productos.

Este trabajo se realiza pensando en la congestión vehicular que se produce en la Avenida 25 de junio en el tramo Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, debido a que su ubicación experimenta un gran flujo de tráfico ya que es una avenida de entrada y salida a la Ciudad, transformándolas en rutas sumamente frecuentadas por una variedad de vehículos que circulan diariamente en dichas avenidas.

Al examinar los problemas asociados al congestionamiento vehicular, se identifican inconvenientes, entre ellos, accidentes, demoras en el tiempo para conductores y peatones, generación de ruido, contaminación y molestias que afectan a los residentes que utilizan esta vía para desplazarse y a los residentes en sus proximidades.

Por último, uno de los motivos fundamentales que impulsaron la realización de este proyecto fue el deseo de obtener el título de Ingeniera Civil, además de la necesidad de adquirir conocimientos específicos en un área de estudio que resulta ser de gran utilidad en la actualidad.

1.6. Objetivos: general y específicos

1.6.1. Objetivo General:

Evaluar el flujo vehicular identificando puntos críticos en el equipamiento urbano que permita medidas eficientes para la capacidad vial y la movilidad urbana en el tramo de la avenida 25 de junio entre Alejandro Castro Benítez y Guillermo Castro Benites.

1.6.2. Objetivos Específicos:

- Analizar las causas de la congestión vehicular en vías urbanas mediante revisiones bibliográficas que permitan la evaluación de la capacidad vehicular y movilidad urbana.
- Identificar las causas de la afectación de los equipamientos urbanos existentes mediante el análisis de la capacidad vial y congestión vehicular en el tramo de la avenida 25 de junio entre Alejandro Castro Benítez y Guillermo Castro Benites.
- Determinar el nivel de servicio en la Avenida 25 de junio, interpretando los resultados de capacidad vial y movilidad urbana en el tramo entre Alejandro Castro Benites y Guillermo Castro Benites.

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes Contextuales

2.1.1. Macro

En Marruecos, el LISTD Laboratory, situado en la Escuela de Minas de Rabat, ha identificado varios desafíos críticos derivados del rápido crecimiento poblacional, entre ellos la congestión del tráfico, el incremento en el número de vehículos en circulación, la infraestructura vial inadecuada, la contaminación, la inseguridad vial, así como la pérdida de tiempo y el estrés que sufren los conductores. Frente a esta problemática, se ha propuesto como solución la implementación de un Sistema de Prevención de Congestión (CPS) que se apoya en la tecnología VANET (Redes Vehiculares Ad-Hoc). Este sistema está diseñado para transmitir datos del tráfico en tiempo real, con el fin de mejorar la eficiencia del flujo vehicular, reducir los tiempos de viaje, disminuir el consumo de combustible, evitar atascos de tráfico y asegurar un uso más efectivo de las vías existentes. La implementación de esta tecnología representa un enfoque innovador para abordar los retos urbanos y de movilidad, promoviendo así una gestión del tráfico más

inteligente y sostenible. Al facilitar la comunicación entre vehículos y entre estos y la infraestructura vial, el sistema CPS basado en VANET ofrece una herramienta prometedora para mejorar la seguridad vial, minimizar el impacto ambiental del transporte y optimizar la experiencia de conducción en zonas urbanas congestionadas (Touluni et al., 2023).

En el área de Hebbal, ubicada en la ciudad metropolitana de Bangalore, India, se enfrentan desafíos significativos que impactan tanto la movilidad como la calidad de vida de sus ciudadanos. La densa infraestructura y el elevado tráfico vehicular han transformado el entorno urbano en un lugar poco acogedor y peligroso para los peatones. Esta situación, caracterizada por la escasez de espacios peatonales seguros, ha provocado una disminución en la calidad de vida de los residentes, afectando negativamente su salud y bienestar. Además, la ausencia de señalizaciones claras y la constante congestión complican la orientación dentro de la ciudad, lo que deteriora aún más la calidad de vida de los habitantes y la eficiencia del sistema de transporte. Para enfrentar estos problemas, se ha propuesto la implementación de nodos de transporte no motorizado, con el objetivo de mejorar la conectividad, la seguridad y la eficiencia del transporte. Asimismo, se sugiere adoptar enfoques regulatorios para las opciones de micro movilidad, con el fin de optimizar la movilidad urbana en Hebbal. Estas medidas buscan no solo aliviar los problemas actuales sino también promover un desarrollo urbano más sostenible y amigable con el peatón (Madapur et al., 2020).

En la ciudad de Zagreb, Croacia, se ha identificado una serie de problemas urbanos que afectan negativamente la movilidad y la calidad de vida de sus habitantes. Entre estos problemas se incluyen la congestión vehicular, la falta de integración del transporte público, una infraestructura inadecuada para peatones y ciclistas, y la urgente necesidad de promover formas de movilidad más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Para hacer frente a estos desafíos, se propuso una serie de medidas destinadas a mejorar la integración del transporte público. Entre estas medidas se encuentra la reorganización de las rutas de autobuses y tranvías, buscando optimizar su eficiencia y facilitar la movilidad de los ciudadanos. Además, se sugirió promover la movilidad sostenible a través del fomento de actividades como caminar y andar en bicicleta. Para ello, se planteó la creación de infraestructuras adecuadas que incluyen carriles para bicicletas y zonas peatonales amplias, destinadas a garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. Otra medida importante propuesta fue la reorganización de las calles para reducir la

congestión del tráfico. Esta estrategia no solo tiene como objetivo facilitar un tránsito más fluido, sino también transformar el espacio público para hacerlo más amigable para peatones y ciclistas. De esta manera, se busca apoyar un cambio hacia modos de transporte más sostenibles, lo cual beneficiaría tanto a la comunidad como al medio ambiente, al reducir la emisión de contaminantes y mejorar la calidad del aire. Implementar estas medidas en Zagreb representa un paso crucial hacia la creación de una ciudad más sostenible, saludable y habitable. Al priorizar la movilidad sostenible y mejorar la integración del transporte público, Zagreb se encamina hacia un futuro donde la calidad de vida de sus ciudadanos y la preservación del medio ambiente sean ejes centrales de su desarrollo urbano (Majstorović et al., 2022).

En países mediterráneos como Turquía, Israel y Marruecos, se ha identificado una problemática centrada en la evaluación de las necesidades y prioridades de movilidad urbana en dichas regiones. Esta situación considera factores clave como la rápida urbanización, la proliferación de asentamientos informales, la insuficiencia de los sistemas de transporte público para satisfacer el crecimiento poblacional, altas tasas de fatalidades en modos de transporte no sostenibles, y el aumento en los ingresos y la posesión de vehículos en gran parte de la región. Ante esto, se sugiere la identificación y asignación de fondos e inversiones disponibles para expandir o mejorar la infraestructura de transporte y satisfacer la creciente demanda. La implementación de soluciones mejoradas en áreas tales como el transporte público, la infraestructura de transporte, la logística urbana y la planificación de la movilidad urbana sostenible se presenta como una estrategia clave para mejorar la movilidad urbana y promover un desarrollo urbano más sostenible en la región (Sdoukopoulos et al., 2016)

2.1.2. Meso

En Curitiba, Brasil, la creciente población y el incremento en el número de vehículos privados han planteado desafíos significativos para la movilidad urbana, manifestándose en congestión y tráfico lento en las vías públicas. Ante esta situación, se han propuesto diversas soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar la movilidad y calidad de vida de sus habitantes. Una de las soluciones más destacadas es la implementación de un sistema de metro subterráneo junto con un monorraíl elevado. Estas opciones buscan ofrecer un servicio rápido, seguro y de alta capacidad, capaz de movilizar a un gran

número de personas de manera eficiente, reduciendo la dependencia de los vehículos privados y, por ende, la congestión vehicular. Adicionalmente, se ha hecho una apuesta firme por la movilidad sostenible a través de la expansión de la red de carriles para bicicletas, que tiene como objetivo incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, ecológico y saludable, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases contaminantes y fomentando un estilo de vida activo entre la población. Por último, el uso de software de navegación para evitar rutas congestionadas se presenta como una herramienta tecnológica clave en la gestión del tráfico. Al proporcionar información en tiempo real sobre el estado del tráfico y sugerir rutas alternativas, se facilita una movilidad más ágil y menos estresante para los conductores. Estas soluciones, al ser implementadas de manera integral, buscan no solo mejorar la movilidad urbana en Curitiba, sino también garantizar un sistema de transporte más eficiente, sostenible y adaptado a las necesidades futuras de la ciudad. Con estas iniciativas, Curitiba se posiciona como un referente en la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos urbanos contemporáneos (Negri Pagani et al., 2021).

En la Zona Metropolitana de Monterrey, ubicada en Nuevo León, México, se ha observado un crecimiento expansivo que ha resultado en extensos tiempos de recorrido para los ciudadanos. Este fenómeno, acompañado de una infraestructura insuficiente para movilidades activas, ha exacerbado el congestionamiento vial en el área. La falta de adecuadas opciones para desplazamientos seguros y eficientes afecta negativamente la calidad de vida de los habitantes, impactando tanto en el ámbito personal como en el ambiental. Ante este escenario, se ha propuesto el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) como una solución estratégica y de largo alcance. El PIMUS se orienta a abordar de manera integral los desafíos de movilidad de la zona, estableciendo un marco claro y ordenado para la implementación de acciones y proyectos. El programa prioriza intervenciones en fases de corto y mediano plazo, sin perder de vista el objetivo de sostenibilidad a largo plazo. El PIMUS contempla una serie de medidas diseñadas para mejorar la infraestructura existente y promover formas de movilidad más sostenibles y eficientes. Entre estas acciones se encuentran la expansión y mejora de la red de transporte público, el desarrollo de infraestructura dedicada a movilidades activas como ciclovías y senderos peatonales, y la implementación de políticas que incentiven el uso de modos de transporte alternativos al automóvil privado. Además, apunta a una planificación urbana que integre la movilidad sostenible como un eje central,

favoreciendo el desarrollo de espacios urbanos más accesibles, seguros y amigables para los peatones y ciclistas. Esto incluye la revisión de normativas urbanísticas para promover la densificación inteligente y el uso mixto de suelo, reduciendo así la necesidad de desplazamientos largos y fomentando una cultura de movilidad más activa y saludable. El éxito del PIMUS dependerá de una implementación efectiva y de la colaboración entre el gobierno, la iniciativa privada, organizaciones civiles y la ciudadanía (García Sepúlveda et al., 2023).

En la ciudad de Tacna, Perú, se enfrenta un problema significativo de alta congestión vehicular en una de sus principales avenidas comerciales. Este desafío, exacerbado por el crecimiento poblacional, no solo afecta la calidad de vida de residentes y visitantes, sino que también impacta negativamente en las actividades comerciales de la zona. Para contrarrestar esta situación y mejorar la movilidad urbana, las autoridades locales han implementado medidas estratégicas. Una de las acciones tomadas ha sido la división del carril de subida en la avenida principal, utilizando delineadores de tránsito conocidos como postes refractivos, esta medida busca organizar el flujo vehicular de manera más eficiente, designando la división izquierda exclusivamente para el tránsito de vehículos livianos, incluyendo taxis, mientras que la división derecha se reserva solo para vehículos de transporte masivo urbano. Esta segregación del tráfico busca facilitar un flujo más ágil para los distintos tipos de vehículos, reduciendo los cuellos de botella y mejorando la eficiencia del transporte público. Adicionalmente, se ha procedido a la construcción de demarcaciones de cruce peatonal en ambos lados de la vía. Estas demarcaciones son fundamentales para garantizar la seguridad de los peatones, permitiéndoles cruzar de manera segura y ordenada, y a su vez, contribuyen a una mejor organización del tráfico vehicular. Al establecer zonas específicas para el cruce peatonal, se minimizan las interrupciones en el flujo vehicular y se promueve una convivencia armónica entre vehículos y peatones. Estas medidas, enfocadas en la reorganización del tráfico y la seguridad peatonal, son pasos importantes hacia la solución de la congestión vehicular en Tacna. Sin embargo, el éxito a largo plazo de estas intervenciones requerirá de un monitoreo continuo y posiblemente de la implementación de estrategias adicionales que aborden las raíces profundas del problema de congestión (Pinto et al., 2019).

2.1.3. Micro

En la ciudad de Portoviejo, Manabí-Ecuador, se identificó una problemática específica en tres intersecciones importantes. Se determinó que el vehículo liviano, también conocido como vehículo particular, era el principal generador de congestión en estas áreas. Para mitigar esta situación, se propusieron varias soluciones. Entre ellas, la conducción sustentable, que implica técnicas de manejo orientadas a reducir el impacto ambiental; la implementación de nuevas rutas de ciclovía; y la correcta aplicación de las normativas de tránsito vigentes. Estas medidas, ya aplicadas, buscan mejorar la movilidad urbana en la ciudad, transformándola en un espacio más sustentable y agradable para sus habitantes (Abata et al., 2022).

En la ciudad de Tulcán, Ecuador, se han identificado diversos aspectos críticos relacionados con la movilidad urbana, incluyendo la congestión vehicular, los altos costos del transporte, la falta de planificación y la escasez de documentación sobre el estado actual de la movilidad en la ciudad. Con el fin de abordar estas problemáticas, se ha llevado a cabo un proceso de recopilación de datos a través de encuestas para analizar la situación actual y proponer soluciones concretas. Una de las propuestas específicas para mejorar la movilidad urbana es mejorar la seguridad vial para peatones y ciclistas. Esto se lograría mediante la implementación de señalizaciones adecuadas en calles y aceras, lo que ayudaría a reducir el riesgo de accidentes y promovería un entorno más seguro para estos usuarios vulnerables de la vía. Además, se ha sugerido la implementación de un sistema de transporte integrado que priorice el uso de vehículos eléctricos y no motorizados, como bicicletas. Este enfoque busca reducir la dependencia de los vehículos tradicionales y fomentar formas de movilidad más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Asimismo, se propone establecer una planificación que considere la accesibilidad, seguridad y sustentabilidad en el diseño de la infraestructura urbana. Esto incluiría la optimización de los tiempos de traslado en las actividades diarias, asegurando que las rutas y servicios de transporte sean eficientes y convenientes para los ciudadanos. Finalmente, se destaca la importancia de garantizar la sostenibilidad en todas las acciones relacionadas con la movilidad urbana. Esto implica reducir el impacto negativo en la salud de los ciudadanos, proteger el medio ambiente y mitigar los costos asociados a las externalidades del transporte, como la congestión, los accidentes y los daños en la infraestructura. En resumen, estas propuestas buscan mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tulcán al promover una movilidad urbana más segura, eficiente y

sostenible. Su implementación requerirá de un compromiso conjunto entre autoridades locales, la comunidad y otros actores relevantes, con el fin de alcanzar resultados significativos y duraderos (I. G. Mafla et al., n.d.).

2.2. Antecedentes Conceptuales

2.2.1. Congestión Vehicular

La congestión del tráfico es un desafío significativo en las redes de vías urbanas, y se han examinado varias estrategias para afrontarlo. Uno de ellos consiste en el uso de software de simulación, pero no puede proporcionar datos precisos sobre escenarios de congestión (Pratap Singh et al., 2023). Jilani et al., al., nos da una alternativa adicional que implica la aplicación de la Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML) para analizar información de tráfico y predecir la congestión (Jilani et al., 2022).

2.2.2. Movilidad

Implica una práctica social de viajar que integra los deseos y necesidades de desplazamientos (que juntos pueden definirse como requisitos de movilidad) y la capacidad para satisfacerlos. La manera en que viajamos afecta cómo nos relacionamos con el territorio y van más allá de la oferta de transporte individual o colectivo, redes o servicios. Los cambios relacionados con nuevos patrones de acumulación alteran la ubicación de las actividades y la población, así como también la forma en que utilizamos el territorio (Silvina López et al., 2015). Dentro del contexto de la planificación urbana, los planes y tarifas de movilidad cumplen un papel fundamental para integrar el uso del suelo y el transporte, establecer redes de transporte multimodal y gestionar los impactos del transporte de nuevos desarrollos (Paul, 2022).

2.2.3. Demanda Vehicular

Se refiere al número de vehículos que necesitan transitar a través de una red vial específica. Esta necesidad incluye los vehículos que actualmente se desplazan por la red de carreteras, aquellos que están en espera para poder moverse debido a la congestión, y aquellos que optan por rutas alternativas con el objetivo de evadir el tráfico congestionado (Cal y Mayor Reyes Spíndola, n.d.). Se determina una relación entre el número de vehículos que pasan por un punto durante un periodo determinado, junto con la capacidad vial o la cantidad máxima de vehículos que pueden circular en un espacio determinado, en el que se consideran la evaluación para establecer una relación que identificara

problemas de tráfico como el flujo continuo, forzado e inestable (Ziad et al., 2020). La demanda de vehículos juega un papel fundamental en la planificación y mejora del transporte. Según los documentos revisados, se discuten diversas facetas relacionadas con la demanda vehicular. Singh y Cols. sugieren la utilización de modelos matemáticas para abordar el Problema de Ruteo de Vehículos Capacitados (CVRP) bajo demandas estocásticas difusas e intuicionistas, buscando así definir las rutas más eficientes para las compañías dedicadas a la logística (Singh et al., 2021).

2.2.4. Movilidad Urbana

Según el autor Galván, nos dice que la movilidad urbana se destaca como un elemento fundamental en el fenómeno de las actividades económicas y en la rutina diaria de la población, constituyéndose como un pilar que impulsa el avance y la vitalidad de una nación. Su importancia radica en la capacidad para reducir los tiempos de traslado, posibilitando a que las personas lleguen a sus destinos y ejecuten sus tareas diarias de forma efectiva y sin contratiempos (Galván, 2022).

2.2.5. Movilidad No Motorizada

Conocida también como movilidad activa, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de redes de transporte eficientes y equitativas, así como en la transición hacia comunidades sostenibles. Además de mejorar la salud al promover la actividad física, también contribuye a alcanzar objetivos sociales y ambientales, como fomentar la cohesión social y la reducir las emisiones de CO₂ al contrarrestar la contaminación del aire generada por los vehículos motorizados durante estos desplazamientos (Brazão et al., 2022).

2.2.6. Peatones

La importancia del peatón en el entorno urbano radica a su doble función; como residente de la ciudad y como usuario del medio de transporte. Facilita la interacción con otros peatones y permite la participación en la vida cultural y comercial de las calles. Esta dualidad de la “peatonalidad” resalta como la interacción del peatón con su entorno le permite apreciar las características únicas de los caminos que transita, otorgándoles a una identidad propia (Valenzuela-Montes & Talavera-García, 2015).

2.2.7. Señalización

Los autores a Domínguez, Morcillo, Soilán y González. coinciden que el uso de señalización de movilidad urbana se refiere al uso de señales para guiar a los peatones en áreas urbanas y proporcionar información sobre movimientos verticales en estructuras construidas. Esto abarca indicaciones para la orientación, identificación y navegación de elementos verticales (Domínguez et al., 2022). También se han llevado a cabo investigaciones sobre la implementación de materiales naturales en señalización vertical, con el propósito de abordar problemas de durabilidad y mantenimiento asociados con las soluciones metálicas (Franco et al., 2019).

2.2.8. Ciclovía

Las infraestructuras para bicicletas representan un aspecto esencial del equipamiento urbano, pues ofrecen opciones medias alternativos de transporte y contribuyen al diseño general de la ciudad. Proporcionan renovados encuadres para los paisajes y buscan fomentar un equilibrio entre las personas y el medio ambiente (O'Donnell, 2023). Los autores O'Donnell, señala que es fundamental valorar la calidad de los carriles bici, considerando aspectos tales como el peligro de accidentes, niveles de contaminación y la exposición al sol. Un indicador de calidad integral, denominado BikeWay combina información ambiental y registros de incidentes previos para evaluar la seguridad y la salud de los carriles bici (O'Donnell, 2023).

2.2.9. Trafico Promedio Diario Anual

Constituye a un indicador crucial para analizar los flujos de tráfico y diseñas carreteras. Este se calcula mediante el conteo de tráfico realizado en periodos breves, aplicando factores de expansión (Mendi & Srinivasula Reddy, 2020).

2.3. Antecedentes Referenciales

Al revisar diversos documentos de maestría, he observado que varios autores han adoptado distintos enfoques metodológicos en sus estudios. Entre ellos los se encuentra la investigación realizada por Espinoza Urgilés, titulada “Modelo de movilidad no motorizada para ciudades de hasta 300.000 habitantes”, la cual se enfocó en el Cantón Machala. Este estudio abarco avenidas con un alto volumen de tráfico, como las calles 25 de junio, Marcel Laneado, Buenavista, Las Palmeras, entro otras. Se identificaron diversas problemáticas, tales como el incremento del parque automotor, lo que conduce a la congestión vehicular, aumenta las posibilidades de accidentes de tránsito y genera

contaminación auditiva y visual. Además, se observó un impacto negativo en la seguridad de ciclistas y peatones, lo que ha impulsado la adopción de medidas para asegurar su protección y promover el uso adecuado de los espacios públicos. Estos problemas han resaltado la necesidad de explorar soluciones a través de la implementación de movilidad no motorizada para disminuir la emisión de gases y ruidos contaminantes, mejorando así la calidad de vida en las ciudades. La metodología aplicada se basó en la recolección de datos cualitativos y cuantitativos utilizando encuestas, observaciones de campo y recopilación de fuentes bibliográficas. Esto permitió evaluar el impacto de los modelos de transporte no motorizados y el comportamiento de los usuarios de la ciclovía. Entre las soluciones propuestas se incluye la instalación de ciclovías en calles estratégicas, la creación de redes de senderos para peatones y ciclistas, y la promoción de la circulación activa, incentivando el uso de la bicicleta y la caminata como modo de desplazamiento. Estas medidas buscan reducir las emisiones de gases contaminantes, mejorar la calidad de aire urbano, aumentar la seguridad y el confort de peatones y ciclistas, y fomentar el uso adecuado de los espacios públicos. Todo ello contribuye a una movilidad más sostenible y a una mejor calidad de vida en la ciudad (Espinoza Urgilés, 2022).

Además Verdy Viteri, en su investigación “Modelo de diseño de movilidad no motorizada sostenible de corredores viarios para ciudades de hasta 300.000 habitantes”, identifico problemáticas como la ausencia de un modelo de planificación que permita evaluar con eficacia el nivel de optimización de los corredores viales urbanos mediante indicadores de sostenibilidad. En particular, se encontró que el corredor vial de la calle Buenavista en el Cantón Machala solo cumple con el 50% de los criterios necesarios para considerarlo óptimo para una movilidad no motorizada. Además, se constató que las medidas implementadas sobre el terreno son las mínimas exigidas por norma, y que ofrecen un servicio apenas confortable. Se descubrió que los peatones reciben un nivel de servicio C, mientras que los ciclistas experimentan un nivel D, lo cual indica que el corredor no brinda el servicio adecuado para una movilidad no motorizada satisfactoria. La metodología empleada se apoyó en una combinación de métodos teóricos, como el análisis documental, y empírico de campo, incluyendo encuestas y aforos vehiculares para evaluar los criterios de diseño y planificación de la movilidad no motorizada en corredores urbanos. Entre las recomendaciones destacadas se encuentran la necesidad de investigar y desarrollar criterios de diseños específicos para movilidad no motorizada, lo

cual implica mejorar los carriles bici, la señalización horizontal y vertical, los ciclo parques, y la señalización de paradas, entre otros aspectos, para alcanzar el 100% de los criterios que definen un corredor óptimo. Asimismo, se sugiere proceder a la mejora de infraestructuras para áreas y caminos verdes, peatones y ciclistas, dado a que los niveles de servicio son deficientes y es necesario generar más movimiento a través de este tipo de movilidad (Verdy Viteri, 2022).

Tabla 4. Análisis comparativo de metodologías para la evaluación de los modelos de diseño de movilidad no motorizada

Autores	Criterios	Métodos	Aplicaciones practicas	Conclusiones	Referencias Bibliográficas
Espinoza Urgilés, Freddy Leonardo	Se centraron en la atraktividad, movilidad, seguridad, comodidad y directividad de la movilidad no motorizada en ciudades de hasta 300.000 habitantes	Revisión de referencias bibliográficas, encuestas a usuarios de las vías, fichas de observación, además se aplicó una matriz para un modelo no motorizado que incluye criterios como seguridad, atraktividad y comodidad.	Desarrollo de modelos de movilidad no motorizada, análisis y evaluación de la seguridad, comodidad y atraktividad de las vías y ciclovías, el estudio de la factibilidad de implantar un modelo de movilidad no motorizada en una ciudad.	Disminución de la contaminación por ruidos, optimización del tiempo, mejor aprovechamiento de los espacios públicos, reducción de emisiones de gases contaminantes.	(Espinoza Urgilés, 2022)
Verdy Viteri, Xavier Iván	Tiene como criterio la planificación urbana, seguridad, accesibilidad, el confort y la optimización de la movilidad no motorizada.	Métodos teóricos como análisis documental y revisión bibliográfica (artículos científicos, y reglamentos con la movilidad no motorizada) Métodos Empíricos se centran en la obtención de datos directos, como aforos vehiculares para la obtención de	Implementación de mejoras en la infraestructura urbana como la creación de ciclovías, áreas verdes y zonas peatonales con el fin de promover y mejorar la calidad de vida en entornos urbanos.	el estudio ha establecido un marco sólido para el diseño y la planificación de la movilidad no motorizada, en el cual se ha establecido un modelo que integra diversos elementos críticos para garantizar la sostenibilidad y eficiencia, abordando de manera integral las necesidades de los usuarios y promoviendo un	(Verdy Viteri, 2022)

		<p>volúmenes de tráfico motorizado y no motorizados, además, las encuestas ofrecen información sobre los modos de transporte utilizados, tiempos de desplazamiento, entre otros aspectos.</p>		<p>sistema de transporte más accesible, seguro y respetuoso con el medio ambiente.</p>	
--	--	---	--	--	--

Fuente: El autor

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1.Modalidad básica de la investigación

Esta investigación se llevará a cabo bajo un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos. Se utilizarán herramientas de análisis de datos recolectados en el campo, entre otros, lo que permitirá la evaluación y modelado del comportamiento del tráfico en la Av. 25 de Junio, en el tramo de la Av. Alejandro Castro Benites hasta la Av. Guillermo Castro Benites. El componente cuantitativo permitirá analizar la capacidad vial, la congestión vehicular y la seguridad del equipamiento urbano, mientras que el enfoque cualitativo se centrará en comprender las percepciones de los usuarios y expertos sobre las soluciones propuestas, como el acceso a movilidad no motorizada y las medidas de seguridad vial.

3.2.Tipo de investigación

En el documento presente se realizó tres tipos de investigaciones: Descriptiva, documental y experimental.

3.2.1. Investigación descriptiva

Su objetivo es detallar y organizar información que permita entender la situación del estudio, esto implica tanto procesos creativos como analíticos, en lo que los investigadores proponen alternativas, toman decisiones para clasificar y gestionar datos (Holmes et al., 2023). Esta investigación tiene el propósito de caracterizar el estado actual de la movilidad urbana, se enfoca en identificar los elementos que influyen en el tráfico

de vehículos, la comodidad y la eficacia de los servicios de transporte, además de considerar la seguridad y el efecto en el medio ambiente.

Para lograr este objetivo, se ha diseñado una matriz de criterios de evaluación que permite medir y caracterizar el estado actual de la movilidad urbana y la capacidad vial. Cada criterio en esta matriz evalúa un aspecto específico de la infraestructura y del entorno vial, aplicando indicadores que permiten clasificar estos aspectos en función de rangos e índices previamente establecidos. De esta manera, la matriz no solo proporciona una visión clara del estado actual, sino que también permite observar el desempeño de cada componente en términos cuantitativos y cualitativos, facilitando un diagnóstico preciso. A continuación, se presenta la **Tabla 5** con los criterios de evaluación y sus indicadores.

Tabla 5. Criterios de evaluación para la movilidad urbana y capacidad vial

Criterio de Evaluación	Definición	Indicador
Condición de la vía	Estado físico del pavimento y la infraestructura vial.	Condiciones del pavimento, señalización y nivel de desgaste.
Capacidad vial	Máxima cantidad de vehículos que pueden circular en condiciones ideales.	Flujo vehicular (vehículos/hora), ancho de la vía, número de carriles.
Nivel de servicio	Calidad del servicio vial en función del confort y eficiencia de circulación.	Velocidad promedio, tiempos de retraso, nivel de congestión.
Facilidades peatonales	Infraestructura para peatones que afecta la movilidad urbana.	Existencia de pasos de cebra, aceras, señalización peatonal.
Problemas de estacionamiento	Disponibilidad de zonas de aparcamiento para vehículos.	Vehículos estacionados en zonas no autorizadas, capacidad de estacionamiento.
Medidas de seguridad vial	Medidas para mitigar riesgos de accidentes.	Semáforos, reductores de velocidad, señalización de cruces peatonales.
Impacto ambiental	Efectos del tráfico en la contaminación del aire y ruido.	Niveles de ruido y emisiones vehiculares.
Congestión vehicular	Nivel de saturación del tráfico en horas pico.	Tiempos de viaje, velocidad media en horas pico.
Transporte público	Disponibilidad y eficiencia del transporte público en la zona.	Frecuencia de rutas, ocupación de buses, conectividad.

Facilidades para ciclovías	Infraestructura dedicada a la movilidad no motorizada (bicicletas).	Existencia de ciclovías, señalización, seguridad en la vía.
-----------------------------------	---	---

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

3.2.2. Investigación documental

Esta investigación emplea una metodología que permite al investigador recopilar, organizar y analizar información existente proveniente de documentos, artículos, informes técnicos, revisiones bibliográficas, libros, estudios previos y bases de datos relevantes al tema. Este enfoque facilita la comprensión de los factores que influyen en la eficiencia del tránsito urbano y en la capacidad de las infraestructuras viales.

3.2.3. Investigación experimental

La investigación experimental se distingue por su diseño meticuloso, que abarca la asignación aleatoria, las condiciones de control y la aplicación de análisis estadístico, con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de los resultados (Gile, 2022). En esta investigación se centra en la aplicación de simulaciones para analizar el comportamiento del tráfico y determinar la capacidad de las vías en la zona de estudio. Con el fin de lograr este propósito, se utilizará el Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Vías multicarril, una herramienta de análisis de tráfico que facilita la modelación del flujo vehicular, el análisis del rendimiento de la infraestructura y evaluar diferentes escenarios de movilidad.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población objetivo de esta investigación es la Avenida 25 de Junio, ubicada en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, la cual también es considerada una vía interurbana. Esta avenida funciona como una arteria principal que facilita el flujo vehicular tanto dentro de la ciudad como hacia áreas externas. Tiene una extensión de 9,30 km, lo que permite la conexión entre diversos sectores de la ciudad, abarcando desde áreas urbanas de alta densidad hasta zonas periféricas y comerciales.

3.3.2. Muestra

La muestra de nuestra investigación se llevará a cabo desde la Av. 25 de junio, en el tramo de la Av. Alejandro Castro Benites hasta la Guillermo Castro Benites con una distancia de 4.00km en total de ambos sentidos

3.4. Métodos teóricos y empíricos con los materiales utilizados

En la presente investigación, se utilizan diversos métodos teóricos y empíricos para examinar y evaluar la situación o estado de la movilidad urbana y la capacidad vial en el área de estudio. Los métodos teóricos ofrecen el marco conceptual requerido para comprender los resultados, mientras que los métodos empíricos facilitan la recolección de datos específicos sobre elementos fundamentales, tales como el estado de la infraestructura vial, el flujo vehicular, el nivel de servicio y las condiciones de seguridad vial.

Cada uno de los criterios analizados cuentan con un conjunto de indicadores particulares que facilitan cuantificar y analizar los elementos observados. A continuación, se detallan los métodos empleados, así como los instrumentos asociados, para la recolección de datos en cada uno de los aspectos evaluados.

Tabla 6 *Tabla de métodos y técnicas para la recolección de datos*

Criterio	Indicador	Métodos	Instrumentos
Condición de la vía.	Superficie deteriorada (%).	Inspección visual del estado de la vía mediante inspección directa. Utilizar un sistema de clasificación para cuantificar el área afectada por baches, grietas y daños en el pavimento. Esto se puede hacer tomando fotos y marcando en un mapa las zonas deterioradas.	Ficha de inspección visual, cámara fotográfica, mapa de la vía.
Capacidad Vial.	Flujo vehicular (vehículos/hora)	Se realizará conteos vehiculares en distintos puntos críticos del tramo en horarios pico y no pico (mañana y tarde). Se utilizarán	Cronómetros, contadores de tráfico, planillas de conteo.

		observadores en puntos fijos durante intervalos de tiempo predefinidos (ej. 15 minutos), proyectando los datos para obtener el flujo por hora.	
Nivel de servicio.	Tiempo de retraso (minutos).	Medir el tiempo de viaje promedio en diferentes horas del día, desde el inicio hasta el final del tramo, considerando las condiciones de tráfico. También se puede utilizar software de simulación de tráfico o GPS para registrar velocidades y tiempos.	Aplicaciones de GPS (ej. Waze, Google Maps), cronómetros, software de simulación de tráfico (como AIMSUN).
Facilidades peatonales.	% de áreas con facilidades peatonales.	Inspección visual de la infraestructura peatonal (aceras, pasos de cebra, señalización). Calcular el porcentaje de la vía con estas facilidades y analizar su calidad.	Ficha de observación, cámara fotográfica, cinta métrica.
Problemas de estacionamiento.	Número de vehículos sin estacionamiento asignado.	Realizar conteos de vehículos estacionados en la vía (en zonas no autorizadas o áreas no designadas) durante diferentes horas del día, considerando tanto la oferta de espacios designados como la demanda de vehículos.	Planillas de conteo, mapas de estacionamientos.

Medidas de seguridad vial.	Número de dispositivos de seguridad vial.	Inventariar las medidas de seguridad existentes (semáforos, señales de tráfico, reductores de velocidad y pasos de cebra), clasificándolas y ubicándolas en un mapa.	Ficha de inspección de seguridad vial, mapas.
Transporte público	Frecuencia de buses (buses/hora) y % de ocupación.	Hacer observación directa de la cantidad de buses que pasan por el tramo en intervalos de tiempo establecidos (conteo por hora). Además, se puede hacer encuestas a los usuarios para determinar la ocupación en las horas pico.	Planillas de conteo, encuestas a usuarios.
Facilidades para ciclovías	% de vías con infraestructura ciclista.	Realizar una inspección visual del tramo para identificar carriles destinados exclusivamente a bicicletas (ciclovías). Se medirá la longitud total del tramo y el porcentaje que cuenta con infraestructura para ciclistas.	Mapa de la vía, cinta métrica, cámara fotográfica.

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

3.5. Técnicas de recolección de información

3.5.1. Delimitación del área de estudio

- El tramo de la Avenida Alejandro Castro Benites hasta la Avenida Guillermo Castro Benites es el foco del estudio. Definir claramente los límites y las

características del tramo urbano a analizar (ancho de la vía, número de carriles, intersecciones, tipo de uso de suelo adyacente).

- Técnica: Revisión de planos y mapas de la zona, con la ayuda de herramientas como Google Maps, SIG (Sistema de Información Geográfica) o datos del Municipio.

3.5.2. Recolección de datos primarios

- Estos datos se obtendrán directamente en el sitio, mediante observaciones directas en el campo. A continuación, en la tabla 6. se detallan los métodos para recolectar información para cada criterio de evaluación.

3.5.3. Recolección de datos secundarios

- Se obtendrán datos de fuentes oficiales como el Municipio de Machala, la Policía de Tránsito y otras instituciones locales. Estos datos pueden incluir el historial de accidentes, planificación de transporte público, estudios ambientales y proyecciones de tráfico.

3.6. Técnicas de procesamiento de la información

3.6.1. Análisis de los datos

- Los datos recolectados serán procesados en herramientas estadísticas. Se calcularán los rangos establecidos para cada criterio y se generarán tablas y gráficos comparativos.
- El análisis debe enfocarse en identificar puntos críticos en la movilidad urbana, como congestiones severas, falta de infraestructuras o dispositivos (señaléticas horizontales y verticales) y problemas de seguridad vial.

3.6.2. Presentación de resultados

- Se generarán mapas temáticos para mostrar visualmente la distribución de las facilidades peatonales, ciclovías, y otros elementos de la movilidad urbana.
- Se incluirán recomendaciones para mejorar la capacidad vial y las condiciones de movilidad, con base en las deficiencias detectadas en la evaluación de los criterios.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente informe detalla los resultados y hallazgos obtenidos a partir de la investigación del capítulo III, con la intención de que su contenido aporte de manera significativa a la mejora de la gestión y la infraestructura vial en la ciudad de Machala, promoviendo una movilidad segura y eficiente para todos los usuarios de las vías.

En base a la metodología planteada en el Capítulo III se elaboró un matriz mediante la cual se tomaron los criterios para evaluar el trabajo, en el cual se especifica en la tabla 7, donde se muestra el respectivo indicador el cual evaluaremos a continuación.

Tabla 7. Criterios de evaluación.

Criterio de Evaluación	Definición	Indicador	ODS Relacionado	Referencias
Condición de la vía	Estado físico del pavimento y la infraestructura vial.	Condiciones del pavimento, señalización y nivel de desgaste.	ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura	(Paredes et al., n.d.).
Capacidad vial	Máxima cantidad de vehículos que pueden circular en condiciones ideales.	Flujo vehicular (vehículos/hora), ancho de la vía, número de carriles.	ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(Carlos Alberto Arboleda Vélez et al., 2022).
Nivel de servicio	Calidad del servicio vial en función del confort y eficiencia de circulación.	Velocidad promedio, tiempos de retraso, nivel de congestión.	ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(APLICACIONES de Tránsito et al., 2018).
Facilidades peatonales	Infraestructura para peatones que afecta la	Existencia de pasos de cebra, aceras,	ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 11: Ciudades y	(Cedeño-Luna et al., 2024)

	movilidad urbana.	señalización peatonal.	Comunidades Sostenibles	
Problemas de estacionamiento	Disponibilidad de zonas de aparcamiento para vehículos.	Vehículos estacionados en zonas no autorizadas, capacidad de estacionamiento.	ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(Ou et al., 2022).
Medidas de seguridad vial	Medidas para mitigar riesgos de accidentes.	Semáforos, reductores de velocidad, señalización de cruces peatonales.	ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(Pichardo Corpus & Pichardo Corpus, 2024)
Impacto ambiental	Efectos del tráfico en la contaminación del aire y ruido.	Niveles de ruido y emisiones vehiculares.	ODS 13: Acción por el Clima, ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(Berglund et al., n.d.)
Congestión vehicular	Nivel de saturación del tráfico en horas pico.	Tiempos de viaje, velocidad media en horas pico.	ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles	(Pichardo Corpus & Pichardo Corpus, 2024)
Transporte público	Disponibilidad y eficiencia del transporte público en la zona.	Frecuencia de rutas, ocupación de buses, conectividad.	ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura	(Raimbault & Batty, 2021)
Facilidades para ciclovías	Infraestructura dedicada a la movilidad no	Existencia de ciclovías, señalización,	ODS 11: Ciudades y Comunidades	(Qiu et al., 2022)

	motorizada (bicicletas).	seguridad en la vía.	Sostenibles, ODS 3: Salud y Bienestar	
--	-----------------------------	-------------------------	---	--

Fuente: Ing. Carlos Sánchez Mendieta

4.1. Condición de la Vía:

La mala infraestructura vial en buenas condiciones es un requisito clave para los sistemas de transporte eficientes que conducen a la prosperidad económica y una mejor calidad de vida. Sin embargo, las condiciones de la superficie de la carretera se deterioran con el tiempo de acuerdo con las cargas de tráfico y los factores ambientales (Khan et al., 2023)

Para este criterio de evaluación lo que hicimos fue tomar las fallas para evaluar la condición de vía de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, la vía de estudio está conformada por 8 carriles, 4 de entrada a la ciudad y 4 de salida. Contiene una longitud de 2km de lado y lado, con ancho de carril promedio de 3,35m. A continuación, se presenta las fallas que más se registraron en la avenida.

4.1.1. Recolección de datos y orden de fallas.

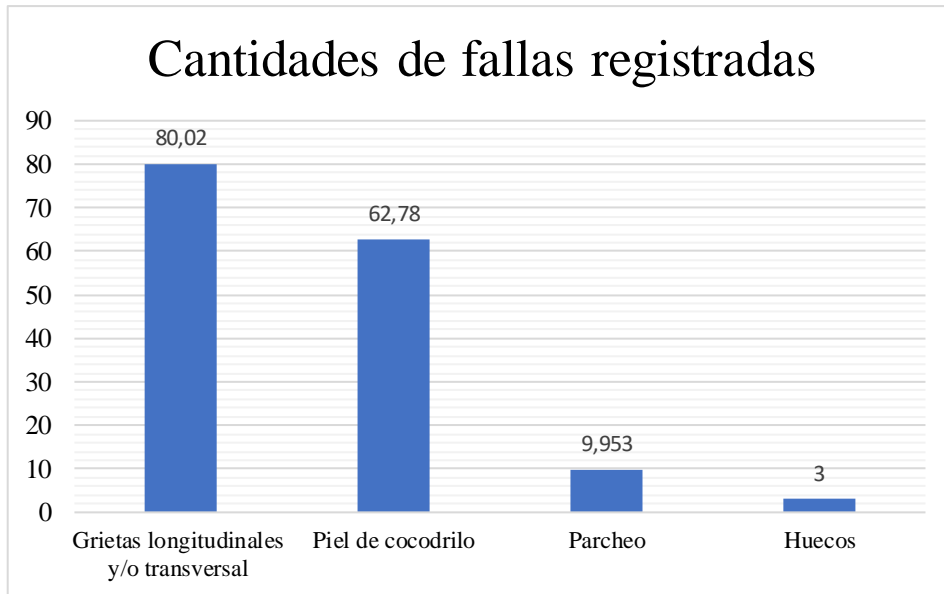
Se registraron todas las fallas identificadas, detallando el tipo de falla, las unidades afectas y los valores obtenidos durante el trabajo de campo. Después, se organizaron las fallas, sumando los valores correspondientes, como se muestra en la **tabla 8**.

Tabla 8. Recolección de datos de cantidades de fallas registradas

Cantidades de fallas registradas				
Ítem	Tipo de Falla	Unidad	Cantidad	Porcentaje%
1	Grietas longitudinales y/o transversal	m	80,02	51.376
2	Piel de cocodrilo	m ²	62,78	40.307
3	Parcheo	m ²	9,953	6.390
4	Huecos	N°	3	1.926
		total	155.75	100%

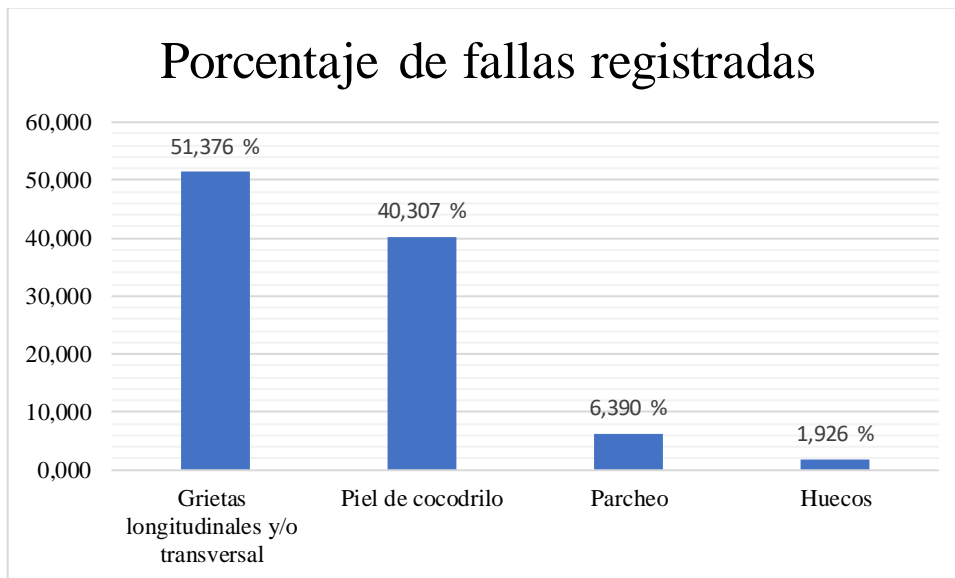
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Cantidades de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez



Fuente: Elaboración propia

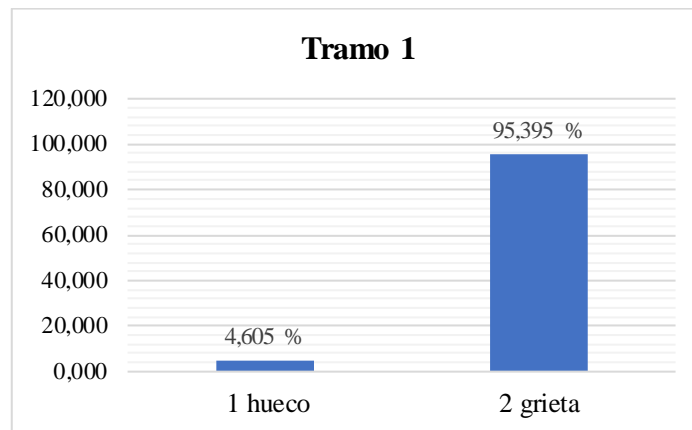
Figura 9. Porcentaje de fallas registradas en estudio de la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez



Fuente: Elaboración propia

Para nosotros obtener estos datos, realizamos una inspección visual del estado de la vía, la cual fue seccionada en 10 tramos, 5 por lado, para facilitar sus análisis. A continuación, se presenta el porcentaje y cantidades de fallas correspondiente a cada tramo según los resultados obtenidos en campo.

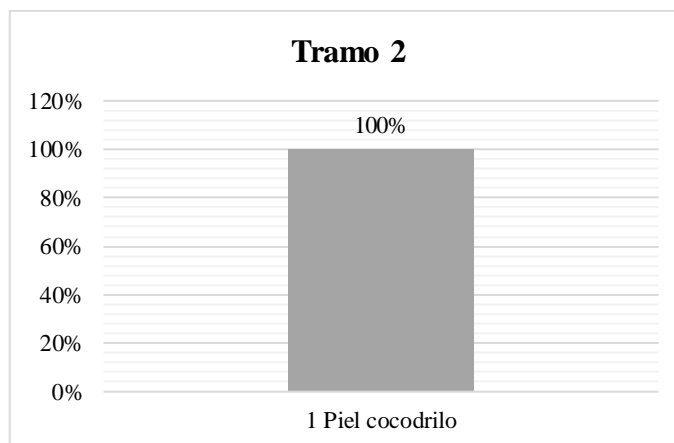
Figura 10. Tramo 1 (Redondel del Bananero hasta la Entrada del Paseo Shopping)



Fuente: Elaboración propia

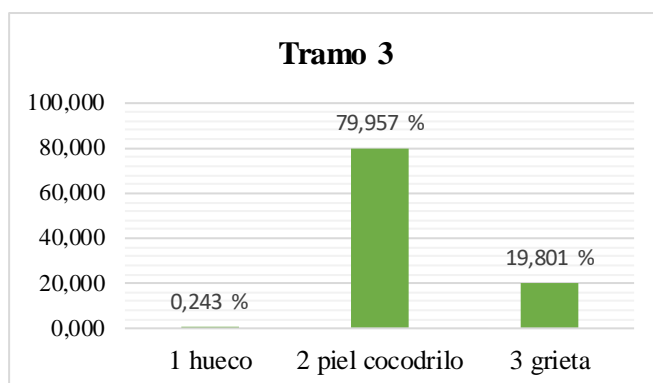
En este tramo se presenta fallas leves, predominado las grietas. Sin embargo, la alta afluencia de vehículos en esta área, una zona caracterizada por alta actividad comercial y residencial, podría acelerar el deterioro del pavimento.

Figura 11. Tramo 2 (Desde la salida del Paseo Shopping hasta Oro Plaza)



Aunque este tramo presenta pocas fallas visibles, el entorno de alto tránsito y el tipo de daño identificado sugieren la necesidad de monitoreo continuo para garantizar la durabilidad y seguridad de la vía.

Figura 12. Tramo 3 (Desde Ciudad Verde hasta la zona comercial De Prati)



Fuente: Elaboración propia

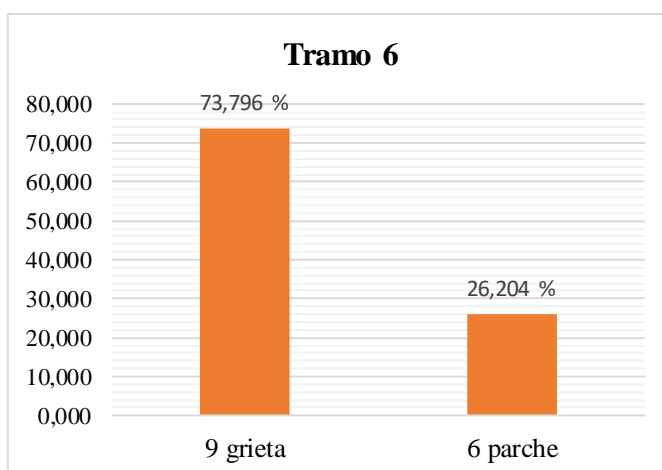
Si bien las grietas y los huecos representan fallas menores, el deterioro predominante tipo 'Piel de Cocodrilo' refleja problemas estructurales que requieren atención prioritaria para evitar un deterioro mayor del pavimento.

Explicación del tramo 4 y 5

- **Tramo 4:** Desde **Ciudad Palmera** hasta la concesionaria **DSFK**.
- **Tramo 5:** Desde **ECUAFORTZS S.A.** hasta la concesionaria **Suzuki**.

En ambos tramos, no se identificaron ningún tipo de falla durante la inspección visual realizada. Esto indica que el estado del pavimento es óptimo en estas secciones, lo que sugerimos un Mantenimiento adecuado; es probable que estas áreas hayan recibido intervenciones recientes o cuenten con un pavimento en buen estado estructural.

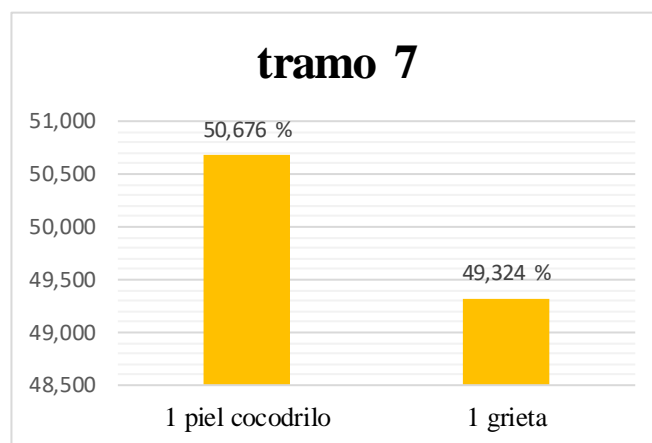
Figura 13. Tramo 6 (Desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz City Car)



Fuente: Elaboración propia

Este tramo comprende desde la concesionaria EMaulme hasta el comercio automotriz "City Car" y se destaca por ser el tramo con mayor cantidad de fallas identificadas. Su ubicación, al ser la principal entrada a la ciudad, lo convierte en un punto de alto flujo vehicular, con un tránsito constante de vehículos particulares, transporte público y cargas pesadas. Además, la proximidad al terminal de buses y a diversas zonas comerciales incrementa la demanda sobre la vía. Es frecuente observar el paso de maquinaria pesada, tráileres y volquetes, lo que acelera el deterioro del pavimento y explica la magnitud de las fallas registradas.

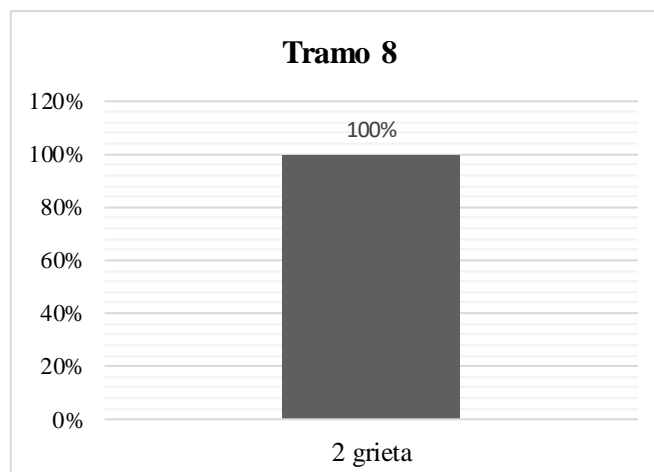
Figura 14. Tramo 7 (Desde Tracto Partes hasta el Centro Cerámico INNOVA)



Fuente: Elaboración propia

A pesar de que las fallas detectadas en este tramo son leves, su ubicación en la zona es de alta actividad comercial y vehicular.

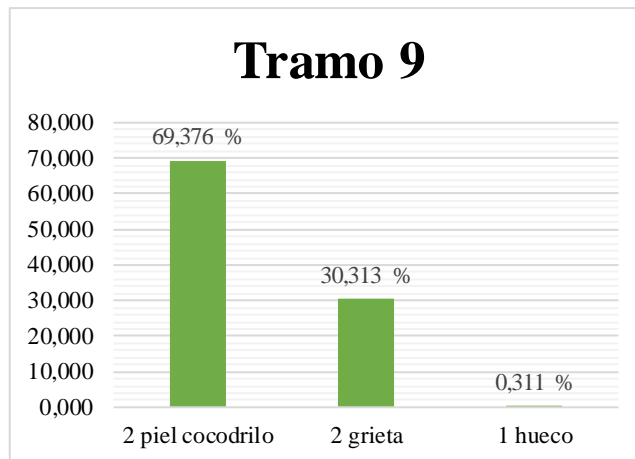
Figura 15. Tramo 8 (Desde la Importadora IMACO hasta el lote baldío cercano a la fábrica de Coca-Cola)



Fuente: Elaboración propia

En este tramo presenta únicamente grietas, las cuales constituyen a las fallas registradas en esta sección. Aunque las fallas detectadas son menores, las grietas son un signo temprano de deterioro superficial del pavimento que, de no ser tratadas, pueden evolucionar hacia problemas más graves.

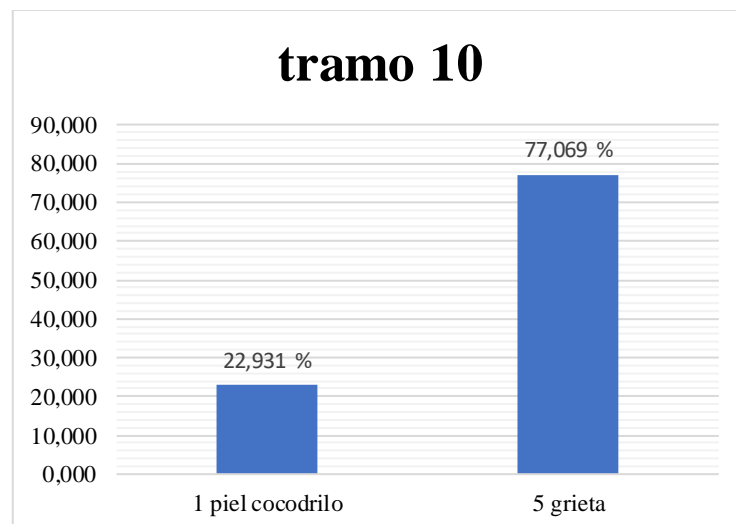
Figura 16.Tramo 9 (Desde la distribuidora Coca-Cola hasta el lote baldío frente a la salida del Shopping).



Fuente: Elaboración propia

Situada en una zona de alto flujo vehicular, presenta un deterioro, donde las fallas reflejan la necesidad de intervenciones correctivas para garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento en una zona de alto tránsito vehicular.

Figura 17.Tramo 10 (Desde el lote baldío frente a la entrada del Shopping hasta el redondel del Bananero)



Fuente: Elaboración propia

Este tramo presenta dos tipos de fallas predominantes, con una distribución que refleja una alta demanda vehicular, debido a su conexión con múltiples estrategias en una zona de alta actividad residencial y comercial.

Se calculó el porcentaje de deterioro considerando las fallas encontradas en la superficie del pavimento y aplicando la fórmula correspondiente al nivel de servicio vial (detallada en el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3):

Porcentaje de deterioro

$$= \left(\frac{(\text{Medida del paño} \times \text{Número de fallas})}{\text{Longitud total del tramo} \times \text{Medida del paño}} \right) \times 100$$

Tramo Oeste-Este

En el sentido oeste-este, la medida del paño se calculó como $3.65 \text{ m} \times 4 = 14.60 \text{ m}$, correspondiente a los carriles en ese sentido. Se identificaron un total de 10 fallas en el tramo evaluado. Con base en estos datos, el porcentaje de deterioro resultante fue del **0.5%**, lo que corresponde a una condición buena según los rangos establecidos (0-20%). La fórmula y cálculos detallados se encuentran en el **Anexo 1**.

Tramo Este-Oeste

En el sentido este-oeste, el paño mantiene la misma medida de $3.65 \text{ m} \times 4 = 14.60 \text{ m}$. Se registraron 30 fallas a lo largo de este tramo. El cálculo arroja un porcentaje de deterioro del **1.5%**, lo cual también se clasifica como bueno dentro de los rangos establecidos, indicando que la vía en este sentido presenta un estado aceptable y funcional. La fórmula y cálculos completos se encuentran en el **Anexo 2**.

Tramo Ambos Sentidos (Anexo 3)

Para evaluar la condición total de la vía en ambos sentidos, se consideró una medida total de paño de $3.65 \text{ m} \times 8 = 29.20 \text{ m}$, al incluir los cuatro carriles de cada sentido. Se identificaron 40 fallas en total. El porcentaje de deterioro calculado fue del **1.0%**, clasificado igualmente como bueno. Este resultado sugiere que la vía en su totalidad se encuentra en buenas condiciones, con una superficie en estado funcional y sin necesidad inmediata de mantenimiento mayor. La fórmula y cálculos correspondientes están disponibles en el **Anexo 3**.

Los resultados del análisis reflejan un porcentaje de deterioro bajo en los tres escenarios evaluados (0.5%, 1.5% y 1.0%), lo que implica que la vía presenta una condición adecuada para el tránsito vehicular. Estas cifras se encuentran dentro del rango establecido como "bueno" (0-20%), destacando la funcionalidad de la infraestructura vial y la ausencia de deterioro significativo que pueda comprometer el confort o la seguridad de los usuarios.

Sin embargo, es importante monitorear periódicamente el estado de la vía para garantizar su durabilidad y evitar que las fallas existentes se propaguen o intensifiquen, especialmente en las áreas donde se han identificado mayores concentraciones de defectos.

4.2. Capacidad vial

Para determinar la capacidad vial de la Avenida comprendido desde la Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez, se realizó un estudio exhaustivo siguiendo un enfoque metodológico detallado. Este análisis incluyó diversas etapas, desde el conteo vehicular hasta el cálculo de la capacidad vial, permitiendo obtener resultados representativos y clasificar el desempeño de la vía.

La primera etapa del estudio consistió en un conteo vehicular realizado durante 4 días consecutivos en ambos sentidos del tramo. Este procedimiento permitió registrar el flujo vehicular por horas y minutos, asegurando que los datos incluyeran tanto las horas de máxima demanda como los periodos de tráfico regular. Los resultados de estos conteos se presentan en los **Anexos 4 y 5**, correspondientes al sentido oeste-este (salida de Machala) y este-oeste (ingreso a Machala), respectivamente.

Una vez obtenido los datos, se procedió a la **clasificación de los vehículos** que transitaron por la vía durante los días de conteo. Estos vehículos se agruparon en trece clases distintas según sus características (motocicletas, automóviles particulares, camiones, autobuses, entre otros). Los datos específicos de cada sentido se desglosan en los **Anexos 6 y 7**, mientras que el consolidado total para ambos sentidos se presenta en el **Anexo 8**. Este último refleja un volumen total de **186,502 vehículos** que circularon durante los 4 días de observación.

Con base al volumen total de vehículos registrado, se calculó el **volumen horario total** y la **capacidad vial**. En primer lugar, el volumen total de vehículos en ambos sentidos,

186,502 vehículos/hora, se dividió entre dos para obtener el volumen por sentido, equivalente a **93,251 vehículos/hora**. A partir de estos valores, se determinó la capacidad vial dividiendo el volumen horario total entre las 24 horas del día presentado en el **Anexo 9**. El cálculo arrojó una capacidad vial de **7770 vehículos/hora en ambos sentidos**, mientras que, en un solo sentido, el valor resultante fue de **3885 vehículos/hora**.

Para clasificar la capacidad vial del tramo, se utilizó la siguiente escala: Bajo (<500 vehículos/h), Medio (500-1000 vehículos/h) y Alto (>1000 vehículos/h). Según esta clasificación, el tramo presenta una capacidad alta tanto en un sentido como en ambos sentidos, lo que indica que la infraestructura vial evaluada es adecuada para manejar la densidad vehicular registrada durante el periodo de estudio. Estos resultados confirman que la vía cuenta con una planificación y diseño óptimos para soportar el tráfico vehicular registrado.

4.3. Nivel de Servicio

El análisis se realizó para un tramo genérico que corresponde a una carretera multicarril en terreno plano y recto, condiciones consideradas ideales para el cálculo del nivel de servicio. Este enfoque permite aplicar las metodologías descritas en el Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Vías Multicarril, Primera Versión (Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, 2022) (Carlos Alberto Arboleda Vélez et al., 2022). y obtener resultados representativos sobre la calidad operativa del tramo. Este manual fue la guía fundamental para determinar los indicadores de capacidad vial y nivel de servicio.

Para este tramo, se recopilaron los siguientes parámetros relevantes: el equivalente de camión (EC) fue de 2.25 este valor se lo saco con los Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos, el factor de ajuste por camiones (f_{HV}) fue de 0.36, el factor de hora pico (FHP) fue de 0.96, el flujo vehicular (v_p) registrado fue de 1405 veh/h, la velocidad promedio (V) fue de 58.77 km/h y la densidad (D) calculada fue de 23.9 veh/km/carril. Los cálculos y fórmulas utilizados para obtener estos parámetros se detallan en los **anexos 9, 11, 12, 13 y 14** los cuales permiten verificar la metodología aplicada en este análisis.

La densidad (D) es uno de los parámetros clave para determinar el nivel de servicio. Se calcula utilizando la fórmula:

$$D = \frac{v_p}{V}$$

Donde v_p es el flujo vehicular en vehículos por hora por carril y V es la velocidad promedio en kilómetros por hora. En este caso, la densidad ya fue proporcionada como 23.9 veh/km/carril, lo que representa la cantidad de vehículos que ocupan un kilómetro de un carril bajo las condiciones de operación especificadas.

Una vez obtenida la densidad, se procede a clasificar el nivel de servicio del tramo evaluado. Según los rangos establecidos en el manual, los niveles de servicio para carreteras multicarril se clasifican como sigue:

Tabla 9. Clasificación del Nivel de Servicio Según la Densidad Vehicular propuesta-carreteras multicarril de Colombia.

Nivel de servicio A	$D \leq 7$ veh/km/carril
Nivel de servicio B	$7 < D \leq 12$ veh/km/carril
Nivel de servicio C	$12 < D \leq 18$ veh/km/carril
Nivel de servicio D	$18 < D \leq 25$ veh/km/carril
Nivel de servicio E	$25 < D \leq 31$ veh/km/carril
Nivel de servicio F	$D > 31$ veh/km/carril

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril.

Con una densidad de 23.9 veh/km/carril, el tramo evaluado se clasifica con un Nivel de Servicio D. Tal como se describe en el libro *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones*, novena edición, en la sección 12.4.1, el nivel de servicio 'D' “se caracteriza por una circulación de alta densidad, aunque se mantiene estable. En esta condición, tanto la velocidad como la libertad de maniobra se ven considerablemente restringidas, lo que genera un nivel bajo de comodidad y conveniencia para los usuarios. Además, pequeños incrementos en el flujo vehicular suelen ocasionar problemas operativos, incluyendo la formación de pequeñas colas (APLICACIONES de Tránsito et al., 2018)”.

4.4. Facilidades peatonales

Para evaluar las facilidades peatonales, se analizaron 4 kilómetros en total, divididos en dos tramos de 2 kilómetros cada uno: el primer tramo correspondiente al sentido oeste-este (salida de Machala) y el segundo tramo al sentido este-oeste (ingreso a Machala). La metodología empleada incluyó la inspección visual directa de las áreas peatonales, utilizando herramientas como cinta métrica y cámara fotográfica para registrar las medidas y el estado de las infraestructuras. Los tramos se inspeccionaron en segmentos

continuos, donde se identificaron y midieron las aceras, pasos de cebra y otras facilidades peatonales relevantes.

Para calcular el porcentaje de áreas con facilidades peatonales, se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de áreas con fp} = \left(\frac{\text{Longitud de áreas con fp}}{\text{Longitud total del tramo evaluado}} \right) \times 100$$

Tabla 10. Tramo 1 (0-2 km) salida Machala- oeste -este.

Segmento (m)	Facilidad peatonal	Longitud
0.000	Aceras	1706.57
2000	Paso cebras	214.04

Fuente: Elaboración propia

En el Tramo 1, correspondiente a los primeros 2 kilómetros, se registraron 1706.57 metros de aceras, clasificadas en buen estado, y 214.4 metros de pasos de cebra, que fueron clasificados como de estado regular

Tabla 11. Tramo 2 (2-4 km) entrada Machala- este- oeste

Segmento (m)	Facilidad peatonal	Longitud
2000	Aceras	1787.27
4000	Paso cebras	214.04

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, en el Tramo 2, que comprende los kilómetros 2 al 4, se identificaron 1787.27 metros de aceras, también clasificadas como de buen estado, y 214.4 metros de pasos de cebra en estado regular.

Tabla 12. Tabla total ambos sentidos (0-4 km)

Segmento (m)	Facilidad peatonal	Longitud
0.000	Aceras	3493.84
4000	Paso cebras	428
	Total	3922.64

Fuente: Elaboración propia

Al combinar los resultados de ambos tramos, la longitud total de áreas con facilidades peatonales ascendió a 3922.64 metros, lo que representa un 98.066% de cobertura en relación con la longitud total del tramo evaluado (4000 metros-4km). Este resultado

clasifica la infraestructura peatonal de ambos tramos como conveniente, demostrando que la mayoría de las áreas cuentan con infraestructura adecuada para el tránsito seguro de peatones. Sin embargo, se identificó que los pasos de cebra, aunque presentes, requieren mantenimiento, ya que su estado deplorable podría comprometer la seguridad en áreas de alto flujo peatonal.

4.5. Problemas de estacionamiento

La evaluación de los problemas de estacionamiento en el tramo analizado tuvo como objetivo identificar la incidencia de vehículos estacionados en zonas no autorizadas y su impacto en la movilidad urbana. Para este análisis, se llevó a cabo una inspección visual detallada con la ayuda de una cámara fotográfica, lo que permitió documentar y registrar las condiciones en ambos lados de la vía durante una hora pico específica.

Durante la inspección visual, realizada entre las **17:30 y las 18:30**, se observó un total de **6 vehículos** estacionados en zonas no autorizadas en ambos lados del tramo evaluado. Este resultado clasifica el tramo dentro de la categoría **Bajo**, según los parámetros establecidos, ya que el número de vehículos estacionados fuera de las áreas designadas es menor a 10. Esta clasificación indica que el impacto en la funcionalidad vial del tramo durante el horario evaluado es mínimo.

El bajo número de vehículos estacionados en zonas no autorizadas sugiere que, aunque existe cierta incidencia de este problema, no representa un obstáculo significativo para la circulación vehicular. Sin embargo, es importante señalar que este comportamiento podría estar influenciado por factores como la hora pico evaluada, las características del tramo y la disponibilidad de estacionamientos en el área. Esto resalta la importancia de continuar monitoreando esta situación para garantizar que no se convierta en un problema mayor en horarios de mayor demanda o durante eventos extraordinarios.

4.6. Medidas de seguridad vial

Comprenden una variedad de acciones diseñadas para reducir los accidentes de tráfico y mejorar la seguridad de los usuarios en la carretera. Estas medidas se pueden clasificar en enfoques legales, educativos, técnicos y organizativos, cada uno de los cuales cumplen un papel esencial en la mejora de la seguridad vial.

El análisis de las medidas de seguridad vial se llevó a cabo en ambos sentidos de desde la Av. Alejandro Castro Benítez, hasta la Guillermo Castro Benítez, evaluada (oeste-este

y este-oeste), considerando dispositivos como reductores de velocidad, cruces peatonales semáforos, y otras señalizaciones.

Estas medidas se clasifican en tres niveles según la cantidad de dispositivos implementados en un tramo. Una cobertura **baja** se define como la presencia de entre 0 y 2 dispositivos. Una cobertura **media** corresponde a la instalación de entre 3 y 5 dispositivos. Por último, una cobertura **alta** se da cuando hay más de 5 dispositivos, lo que refleja una buena cobertura.

Tabla 13. Resultados de los dispositivos de medidas de seguridad.

Dispositivos	Oeste-Este	Este-Oeste	Total	Clasificación
Semáforos	4	4	8	Alto
Reductores de Velocidad	0	0	0	Baja
Cruces Peatonales	4	4	8	Alto
Otras Señalizaciones	22	15	37	Alto

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las señales de cruce peatonal, se contabilizaron 4 cruces peatonales en el sentido oeste-este y 4 en el sentido este-oeste, lo que da un total de 8 cruces peatonales en ambos sentidos. Sin embargo, se observó que algunos de los cruces, especialmente los ubicados cerca de la Guillermo Castro Benítez, no son fácilmente notorios debido a que presentan un estado decolorado. Esto puede representar un riesgo para los peatones, a pesar del esfuerzo por garantizar su seguridad a través de la infraestructura existente.

Finalmente, las otras señalizaciones como límites de velocidad y señalización informativa alcanzaron **22 señales en el sentido oeste-este y 15 en el sentido este-oeste**, sumando un total de **37 señalizaciones**. Este nivel de cobertura es significativo, aunque también muestra una diferencia entre ambos lados de la vía. La mayor densidad de señalizaciones en el lado oeste-este puede explicarse por la presencia de destinos importantes como zonas residenciales y comerciales, lo que justifica una mayor necesidad de medidas de seguridad vial en ese sentido.

4.7. Impacto ambiental

El ruido generado por el tráfico vehicular es uno de los principales factores que afectan negativamente la calidad ambiental y la salud pública en zonas urbanas. Para evaluar los

niveles de ruido en el tramo seleccionado, se utilizó la aplicación móvil **NIOSH** Sound Level Meter, una herramienta profesional desarrollada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), reconocida por su alta precisión en la medición de ruidos en decibeles (dB). Esta medición se realizó durante 1 hora en el tramo correspondiente a la parada de buses del Paseo Shopping, seleccionado debido a su alta demanda de usuarios, lo que la convierte en un punto clave para el análisis. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 14. Resultados de medición de ruido en decibeles en el tramo evaluado.

Ruido promedio (LAeq)	79.0 dB	Periodo de ruido durante el periodo medido.
Nivel máximo	102.5 dB	El punto más alto de ruido registrado
LCPeak (nivel pico)	115.4 dB	Pico más extremo de presión sonora
TWA (ruido ponderado)	69.9 dB	Nivel promedio ponderado para evaluar exposición prolongada

Fuente: Elaboración propia

El ruido promedio registrado fue de **79.0 dB**, lo que lo clasifica como "**Alto**", superando el límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un máximo inferior a **55 dB durante el día** y **40 dB durante la noche** en áreas residenciales. Sin embargo, en **áreas industriales, comerciales y de tránsito**, tanto interiores como exteriores, el nivel máximo permitido es de **70 dB** (Berglund et al., n.d.). El nivel máximo de **102.5 dB** indica picos significativos que podrían causar molestias y riesgos a la salud auditiva. Estos niveles de ruido están relacionados con un alto flujo vehicular y la presencia de vehículos pesados o antiguos que contribuyen al aumento del ruido.

El detalle completo de la medición, incluyendo los parámetros utilizados, se encuentra documentado en el **Anexo 15**, donde se incluye la captura de pantalla de la aplicación para garantizar la autenticidad de los datos.

4.8. Congestión vehicular

Se evaluó como un indicador clave para determinar el nivel de saturación del tráfico en los tramos correspondientes a la salida y el ingreso de Machala. Este análisis incluyó la medición del tiempo adicional generado por la congestión durante las horas pico.

En el sentido **oeste-este** (salida de Machala), el tiempo adicional generado por la congestión vehicular fue de **24 segundos**, reflejando una afectación relativamente baja en este tramo. Por otro lado, en el sentido **este-oeste** (ingreso a Machala), se registró un tiempo adicional de **43 segundos**, indicando una mayor congestión vehicular en comparación con el sentido opuesto.

Al combinar los resultados de ambos sentidos, el tiempo total adicional generado por la congestión vehicular en el tramo evaluado fue de **1 minuto y 7 segundos**. Este resultado clasifica la congestión vehicular como **baja** en general, de acuerdo con los criterios establecidos, ya que el tiempo adicional total no supera los 5 minutos.

Los resultados evidencian que el tramo evaluado presenta un nivel de tráfico fluido en términos generales, con una mayor congestión identificada en el sentido **este-oeste** debido a factores como el ingreso a la ciudad y la acumulación de vehículos en áreas específicas.

4.9. Transporte público

El análisis del transporte público en la vía evaluada se llevó mediante el conteo de buses que circularon en ambos sentidos durante un periodo de una hora. Esta práctica se realizó en un horario pico, específicamente de 12:00 del mediodía a 13:00 de la tarde, con el objetivo de registrar el nivel máximo de actividad vehicular en el tramo. Este estudio permite determinar la frecuencia y su distribución del servicio, contribuyendo información clave para evaluar la eficiencia del transporte público en la zona.

Tabla 15. Resultados del Conteo de Buses en Ambos Sentidos.

Sentido	# Buses registrados	Clasificación
Este - Oeste	52 buses/hora.	Alto
Oeste - Este	55 buses/hora.	Alto
Frecuencia total	107 buses/hora.	Alto

Fuente: Elaboración propia

El análisis indica que la vía evaluada presenta un servicio de transporte público altamente eficiente, con más de 50 buses por hora en cada sentido durante un horario pico. Esto la posiciona como un corredor prioritario para el transporte público en la zona.

La alta frecuencia de buses en ambos sentidos demuestra que esta vía es un servicio importante para el transporte público, ofreciendo un servicio continuo y suficiente para la demanda de pasajeros. Sin embargo, la leve diferencia entre ambos sentidos (55 buses frente a 52) podría atribuirse a variaciones en las rutas o a diferencias en la sincronización de los horarios de salida de los buses.

4.10. Facilidades para ciclovías

Las ciclovías bien mantenidas son fundamentales para promover la movilidad no motorizada como medio de transporte (Mitra et al., 2021).

Este indicador evalúa la existencia y calidad de estas infraestructuras, esenciales para fomentar el transporte sostenible. Con una longitud total de 2 km en ambos sentidos y una longitud de vías con ciclovías de 2.34 km, el porcentaje de vías con infraestructura ciclista se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{Porcentaje de vías con ciclovías} = \left(\frac{\text{Longitud de vías con ciclovías}}{\text{Longitud total de vías}} \right) \times 100$$

El detalle completo del cálculo y desarrollo de la fórmula se encuentra en el **Anexo 16** para consulta detallada.

Según los rangos establecidos, un porcentaje del **58.5%** indica que más de la mitad de las vías corresponde a la categoría "**Conveniente**", esto quiere decir que cuentan con infraestructura destinada a la movilidad en bicicleta. Aunque existe un nivel significativo de infraestructura ciclista, esta podría no estar distribuida de manera eficiente, sin embargo, aún queda margen de mejora para alcanzar una cobertura más completa que fomente el uso de bicicletas como medio de transporte sostenible.

4.11. ALTERNATIVAS DE PROPUESTAS

- Condición de la vía: Acciones de mantenimiento preventivo para pavimento en mal estado, inspección visual del estado de la vía para identificar problemas y asegurar la sostenibilidad de una vía funcional a largo plazo.

- Capacidad vial: Mejoras de la infraestructura vial en las intersecciones de la calle que ingresa antes de llegar al shopping desde la Av. San Juan de la Cruz a la Av.25 de Junio, la intersección que sale de la Av. ferroviaria hasta la 25 de junio a la altura del De Praty y las entradas y salidas de las urbanizaciones que se conectan a la Av. 25 de Junio.
- Nivel de servicio: Control estadístico continuo, propuesta de construcción de vías alternas para aliviar la carga del tráfico en horas pico la cual sería la entrada de la ciudadela el Cico hasta la 25 de Junio, la Av. San Juan de la Cruz a la Av.25 de Junio y la intersección que sale de la Av. ferroviaria hasta la 25 de junio a la altura del De Praty.
- Facilidades peatonales: Aumento y mantenimiento de señalizaciones e infraestructura para peatones, especialmente en los pasos cebra rehabilitar la pintura para mejorar la visibilidad del usuario móvil.
- Problemas de estacionamiento: Creación o implementación de islas para estacionamientos públicos. Fomentar y mejorar el uso del transporte público para la reducción de la demanda de estacionamientos.
- Medidas de seguridad vial: Implementación de instalación de más dispositivos en ambos sentidos para garantizar protección más uniforme y el mantenimiento de los existente.
- Impacto Ambiental: Los resultados nos demostraron que los niveles de ruido registrados son altos, lo que indica implementar estrategias que promuevan el uso del transporte público, vehículos eléctricos y creación de zonas que reduzca la exposición al ruido de baja emisión.
- Transporte público: Implementación de buses eléctricos y desarrollo de horarios y rutas según las necesidades del usuario.
- Facilidades para ciclovías: Aunque su resultado sea “Conveniente” con el modelo de acera bici, no está demás mejorar la conectividad de la infraestructura del ciclista con la creación de carriles para ciclovías, mantenimientos previos, señalizaciones e incentivos del uso seguro en el sistema de la movilidad.

5. CONCLUSIONES.

Mediante la revisión bibliográfica se desarrolló y elaboro los lineamientos y criterios para el estudio de la movilidad urbana y congestión vehicular de la 25 de Junio desde la Av. Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez. Los criterios que estas embarcados en el Manuel HCM (Manual de Capacidad de Carreteras), y otras experiencias más de algunos autores son los siguientes: condición de la vía, capacidad vial, nivel de servicio, facilidades peatonales, problemas de estacionamiento, medidas de seguridad vial, impacto ambiental, la congestión vehicular, transporte público y las facilidades para la ciclovía.

Nuestros resultados nos demuestran que la Av. 25 de junio del tramo de la Alejandro Castro Benítez hasta la Guillermo Castro Benítez cuenta con una capacidad vial alta y un equipamiento suficiente para soportar un flujo vehicular, lo cual nos dio como resultado un nivel de Servicio tipo D, indicando que en momentos críticos de congestión es necesario mejorar la gestión del tráfico vehicular, para evitar que la condición se deteriorara a un nivel más desfavorables, lo cuales podrían ser un tipo E o F.

Con los resultados obtenidos se planteó varias alternativas y estrategias como propuestas para la mejorar de la movilidad urbana y capacidad vial. Entre las más importantes tenemos que se proponen en cuanto a la condición de la vía, se sugiere implementar mantenimiento preventivo y realizar inspecciones regulares para garantizar su funcionalidad a largo plazo. Para la capacidad vial, se recomienda optimizar la infraestructura en intersecciones claves, respecto al nivel de servicio, se plantea construir vías alternas para aliviar la congestión en horas pico, conectando puntos estratégicos, en cuanto a las medidas de seguridad vial, se recomienda instalar más dispositivos en ambos sentidos de la vía y realizar mantenimiento continuo de los existentes. Finalmente, para las facilidades para ciclovías, se propone mejorar la conectividad de la infraestructura existente mediante la creación de nuevos carriles, mantenimiento preventivo y promoción de su uso seguro.

6. RECOMENDACIONES.

Se recomienda priorizar las intervenciones, como la mejora de intersecciones, implementar de manera progresiva señalización moderna y accesible, la implementación de medias como el pico y placa, implementación semafórica y accesos a puntos donde más se encuentre la aglomeración vehicular, mantenimiento de señalizaciones en zonas de estacionamiento que es permitido, estas recomendaciones pueden abordar de manera efectiva a que las causas de la congestión disminuyan en la zona estudiada.

A través de las causas que afectan a los equipamientos urbanos se recomienda la implementación de inspecciones trimestrales para identificar daños en equipamientos antes que los elementos como luminarias, paradas de buses y ciclovías estén completamente deteriorados, analizar que las áreas con mayor congestionamiento cuenten con infraestructura adecuada para satisfacer las demandas de parque automotor.

Se sugiere estrategias como la creación de vías alternas, uso de la movilidad no motorizada, entre otras, ya que estas pueden contribuir a la optimización de la congestión y reducir los tiempos de espera de los usuarios tanto vehiculares como peatonales.

Bibliografías

- Abata, K., Artega, F., & Delgado, D. (2022). ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN DIFERENTES INTERSECCIONES EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO, ECUADOR. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 7(1).
<https://doi.org/10.33936/RIEMAT.V7I1.4836>
- APLICACIONES de Tránsito, F. Y., Cal Mayor, R. R., & Cárdenas, J. G. (2018). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones* (Novena edición).
<http://www.alfaomega.com.co>
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (n.d.). *GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO* Editado por.
- Brazão, K. B., Perdigão, F. da R., Rodrigues, E. de O., Andrade, B. R. F. de, & Ruschival, C. B. (2022). Usability factors for non-motorized transport rental applications: a literature review. *DAT Journal*, 7(1), 341–351.
<https://doi.org/10.29147/DATJOURNAL.V7I1.586>
- Cal y Mayor Reyes Spíndola, R. (n.d.). *Ingeniería de tránsito : fundamentos y aplicaciones*.
- Carlos Alberto Arboleda Vélez, Efraín de Jesús Solano Fajardo, & Alexandra Rosas Palomino. (2022). *Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para vías multicarril*.
www.udocz.com
- Cedeño-Luna, A. M., Vasquez-Camuendo, S. M., & García-Vinces, J. J. (2024). Análisis del flujo vehicular y peatonal en la Universidad Técnica de Manabí. *MQRInvestigar*, 8(3), 2779–2802. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.2779-2802>
- da Silva Rocha, É. T. (2021). Mobilidade humana e desastres ambientais: a gestão urbana em áreas de risco. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 15, e02767.
<https://doi.org/10.24857/rgsa.v15.2767>
- Domínguez, H., Morcillo, A., Soilán, M., & González-Aguilera, D. (2022). Automatic Recognition and Geolocation of Vertical Traffic Signs Based on Artificial Intelligence Using a Low-Cost Mapping Mobile System. *Infrastructures*, 7(10), 133–133.
<https://doi.org/10.3390/INFRASTRUCTURES7100133>

- Espinoza Urgilés, F. L. (2022). *Modelo de movilidad no motorizada para ciudades de hasta 300.000 habitantes*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20665>
- Franco, M. C., Fonseca, R., Gomes, S., Biscaia, S., Brites, F., Pascoal-Faria, P., & Mateus, A. (2019). Traffic Vertical Signposting: Materials Characterization and Structural Numerical Simulation. *Applied Mechanics and Materials*, 890, 190–198. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.890.190>
- GAD Machala. (2022). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMINETO TERRITORIAL CANTÓN MACHALA 2019-2030*. https://www.machala.gob.ec/SIL/2022/ter/plate/PDOT_Machala.pdf
- Galván, J. A. M. (2022). Alternativas de diseño estructural y geométrico como solución a problemas de congestión vehicular. *Revista Ingeniería*, 6(14), 29–46. <https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V6I14.89>
- García Sepúlveda, S. A., Ramírez Viveros, A., García Sepúlveda, S. A., & Ramírez Viveros, A. (2023). Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León. *Política, Globalidad y Ciudadanía*, 9(17), 5–23. <https://doi.org/10.29105/PGC9.17-10>
- Gile, D. (2022). Experimental research. *World Journal Of Advanced Research and Reviews*, 16(3), 239–256. <https://doi.org/10.30574/WJARR.2022.16.3.1152>
- Holmes, C. E., Guliford, M. K., Mendoza-Dav, M. A. S., & Jurkovich, M. (2023). A Case for Description. *PS - Political Science and Politics*, 57(1), 51–56. <https://doi.org/10.1017/S1049096523000720>
- Jilani, U., Asif, M., Rashid, M., Siddique, A. A., Talha, S. M. U., & Aamir, M. (2022). Traffic Congestion Classification Using GAN-Based Synthetic Data Augmentation and a Novel 5-Layer Convolutional Neural Network Model. *Electronics*, 11(15), 2290–2290. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS11152290>
- Khan, I., Khattak, K., Khan, Z. H., & Gulliver, T. A. (2023). Impact of Road Pavement Condition on Vehicular Free Flow Speed, Vibration and In-Vehicle Noise. *Science, Engineering and Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.54327/set2023/v3.i1.48>
- Madapur, B., Madangopal, S., & Chandrashekar, M. N. (2020). Micro-Mobility Infrastructure for Redefining Urban Mobility. *European Journal of Engineering Science and Technology*, 3(1), 71–85. <https://doi.org/10.33422/EJEST.V3I1.163>

- Mafla, G., María, T., Pozo, R., Gabriel, I., Bolaños, M., & Terán, M. (2019). Revisión del impacto de la movilidad urbana. *Visión Empresarial*, 9, 128–134. <https://doi.org/10.32645/13906852.875>
- Mafla, I. G., Beltrán, D. M., & Mora, E. J. (n.d.). *Análisis de la movilidad urbana en la ciudad de Tulcán, Ecuador Analysis of urban mobility in the city of Tulcán, Ecuador*. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n08p04>
- Majstorović, I., Ahac, M., & Ahac, S. (2022). The City of Zagreb Lower Town Urban mobility development program. *Transportation Research Procedia*, 60, 362–369. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2021.12.047>
- Mendi, V., & Srinivasula Reddy, I. (2020). Forecasting Future Traffic Trend by Short-Term Continuous Observation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1006(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1006/1/012028>
- Mitra, R., Khachatryan, A., & Hess, P. M. (2021). Do new urban and suburban cycling facilities encourage more bicycling? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102915>
- Negri Pagani, R., Alberto Pilatt, L., Scriptore de Carvalho, F., de França Bail, R., Alberto Pilatti, L., Luiz Kovalski, J., & Maria de Genaro Chiroli, D. (2021). URBAN MOBILITY IN SMART CITIES: A CASE STUDY IN THE CITY OF CURITIBA. *CITIES: A CASE STUDY IN THE CITY OF CURITIBA Article in International Journal of Development Research*. <https://doi.org/10.37118/ijdr.22310.06.2021>
- O'Donnell, J. (2023). From “cycle-view” to “the bike path to death”: The social life of urban infrastructure. *Estudos Avançados*, 37(107), 45–62. <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2023.37107.004EN>
- Ou, Q., Zheng, W., Shi, Z., & Liao, R. (2022). *Driver Side and Traffic Based Evaluation Model for On-Street Parking Solutions*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.13976>
- Paredes, G., Sara Karolay Jurado Evaluador, F., Zamora, H., Secretario, O., Sarmiento, B., Alfredo, T., Martinez, M., Edmundo Asesor, M., Ulloa, H., & Paul Edward, J. (n.d.). *UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA*

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL. Retrieved January 14, 2025, from <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

- Paul, J. (2022). Mobility Fees. *Proportionate Share Impact Fees and Development Mitigation*, 343–375. <https://doi.org/10.4324/9781003336075-24>
- Pichardo Corpus, J. A., & Pichardo Corpus, J. A. (2024). La concentración de la intermediación y la congestión vehicular en zonas metropolitanas de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 39(3). <https://doi.org/10.24201/EDU.V39I3.2235>
- Pinto, A. G. P., Arrieta, V. M., & Colque, H. O. (2019). Nivel de congestionamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019. *Ciencia & Desarrollo*, 0(25), 32–40. <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.861>
- Pratap Singh, S., Ali Khan, A., Adnan Yusuf, S., & Souissi, R. (2023). *Leveraging Neo4j and deep learning for traffic congestion simulation & optimization*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2304.00192>
- Qiu, X., Gao, T., Yang, Y., Luo, A., Shang, F., & Li, R. (2022). *Understanding urban congestion with biking traffic and routing detour ratio*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.08118>
- Raimbault, J., & Batty, M. (2021). *Estimating public transport congestion in UK urban areas with open transport models*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.14359>
- Sdoukopoulos, E., Kose, P., Gal-Tzur, A., Mezghani, M., Boile, M., Sheety, E., & Mitropoulos, L. (2016). Assessment of Urban Mobility Needs, Gaps and Priorities in Mediterranean Partner Countries. *Transportation Research Procedia*, 14, 1211–1220. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2016.05.192>
- Silvina López, A., Guillermo, I., & Arce, A. (2015). Contribución de las encuestas de movilidad domiciliaria al análisis de la movilidad urbana. EOD aplicada al Gran Corrientes. *Geográfica Digital*, 12(24), 1–19. <https://doi.org/10.30972/GEO.12242161>
- Singh, V. P., Sharma, K., & Chakraborty, D. (2021). *Solving Capacitated Vehicle Routing Problem with Demands as Fuzzy Random Variable*. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-938396/V1>

- Touluni, H., Miyara, M., Filali, Y., & Koumético Tékouabou, S. C. (2023). Preventing urban traffic congestion using VANET technology in urban area. *E3S Web of Conferences*, 418, 02005. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202341802005>
- Valenzuela-Montes, L. M., & Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques, factores y condicionantes. *EURE (Santiago)*, 41(123), 5–27. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300001>
- Verdy Viteri, X. I. (2022). *Modelo de diseño de movilidad no motorizada sostenible de corredores viarios para ciudades de hasta 300.000 habitantes*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20660>
- Ziad, T., Verdezoto, A., Felix, F., Montes, C., Beatriz, O., & Medina, R. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21(2), 4–23. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21905.04960>

ANEXOS

Anexo 1 Condición de la vía tramo oeste-este

Datos:

<i>Medida de paño</i>	$3.65m * 4 = 14.60m$
<i># Fallas encontradas en el sentido oeste</i>	10
<i>Longitud total del tramo</i>	$2km - 2000m$

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{\text{Paño} * \#fallas}{\text{Longitud total} * \text{Paño}} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{(3.65m * 4) * 10}{2000 * 14.60} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = 0.5\%$$

Anexo 2 Condición de la vía tramo este-oeste

Datos:

<i>Medida de paño</i>	$3.65m * 4 = 14.60m$
<i># Fallas encontradas en el sentido oeste</i>	30
<i>Longitud total del tramo</i>	$2km - 2000m$

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{\text{Paño} * \#fallas}{\text{Longitud total} * \text{Paño}} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{(3.65m * 4) * 30}{2000 * 14.60} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = 1.5\%$$

Anexo 3 Condición de la vía tramo ambos sentidos

Datos:

Medida de paño	3.65m * 8 = 29.20m
# Fallas encontradas en ambos sentidos	40
Longitud total del tramo	4km – 4000m

Para calcular el porcentaje correspondiente al nivel de servicio, se utiliza la fórmula:

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{\text{Paño} * \# \text{fallas}}{\text{Longitud total} * \text{Paño}} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = \frac{(3.65m * 8) * 40}{4000 * 29.20} * 100\%$$

$$\text{Porcentaje correspondiente de nivel de servicio} = 1.00 \%$$

Anexo 4. Conteo vehicular sentido oeste-este (salida de Machala)

SENTIDO OESTE- ESTE SALIDA MACHALA																								
* viernes, 8 de diciembre de 2023 - Total=27481, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	237	150	94	98	200	487	1317	1720	1550	1469	1711	1650	1503	1575	1588	1738	1640	1722	1623	1570	1268	1017	945	609
15 MIN	70	48	19	15	33	83	197	453	415	353	410	389	324	375	393	388	426	471	395	438	355	286	269	199
30 MIN	56	34	25	32	40	120	324	455	381	359	442	412	384	400	408	470	389	428	401	391	331	260	238	163
45 MIN	67	39	27	21	56	133	406	360	351	345	424	431	393	417	373	398	398	412	417	391	273	225	244	122
60 MIN	44	29	23	30	71	151	390	452	402	412	425	418	402	383	414	482	427	411	410	350	309	246	194	125
Hora de Máxima Demanda A.M. 0700 - 0800 (1720), FHMD A.M.=0.95 Hora de Máxima Demanda P.M. 1515 - 1615 (1776), FHMD P.M.=0.92																								
* sábado, 9 de diciembre de 2023 - Total=25168, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	402	270	218	215	256	413	778	1026	1205	1384	1462	1541	1557	1623	1536	1414	1442	1473	1404	1380	1295	1131	1019	724
15 MIN	122	81	55	55	57	77	163	232	267	340	313	387	397	392	393	367	392	352	347	365	327	312	246	217
30 MIN	110	75	54	54	56	91	168	234	303	304	388	401	384	405	408	354	346	390	379	344	314	282	295	194
45 MIN	92	66	52	42	64	115	222	261	302	377	388	364	360	409	375	330	342	404	361	342	325	266	267	157
60 MIN	78	48	57	64	79	130	225	299	333	363	373	389	416	417	360	363	362	367	317	329	329	271	211	156
Hora de Máxima Demanda A.M. 1115 - 1215 (1551), FHMD A.M.=0.97 Hora de Máxima Demanda P.M. 1330 - 1430 (1627), FHMD P.M.=0.98																								
* domingo, 10 de diciembre de 2023 - Total=20438, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	530	398	326	215	221	235	449	572	745	932	1014	1215	1348	1319	1351	1347	1256	1226	1289	1290	1085	963	699	413
15 MIN	132	121	120	53	51	41	81	133	172	220	256	298	303	339	352	352	315	288	296	338	306	247	220	132
30 MIN	142	108	81	60	64	54	104	128	182	226	268	296	351	332	345	349	318	298	308	331	248	242	191	97
45 MIN	134	87	68	55	56	70	130	161	183	225	260	334	333	324	309	309	302	327	353	321	260	246	158	97
60 MIN	122	82	57	47	50	70	134	150	208	261	230	287	361	324	345	337	321	313	332	300	271	228	130	87
Hora de Máxima Demanda A.M. 1130 - 1230 (1275), FHMD A.M.=0.91 Hora de Máxima Demanda P.M. 1215 - 1315 (1384), FHMD P.M.=0.96																								
* lunes, 11 de diciembre de 2023 - Total=25359 (Incompleto), Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	180	94	100	154	266	498	1311	1720	1497	1368	1563	1614	1556	1585	1544	1618	1602	1672	1660	1392	1001	814	550	-
15 MIN	64	19	30	21	42	85	193	461	397	353	384	416	381	417	368	393	407	444	372	408	275	211	186	-
30 MIN	50	20	14	40	52	124	309	458	389	328	403	395	396	421	410	417	408	366	421	369	258	198	149	-
45 MIN	38	29	28	36	66	125	440	407	362	334	365	372	375	370	374	403	381	418	430	305	228	205	145	-
60 MIN	28	26	28	57	106	164	369	394	349	353	411	431	404	377	392	405	406	444	437	310	240	200	70	-
Hora de Máxima Demanda A.M. 0630 - 0730 (1728), FHMD A.M.=0.94																								

Anexo 5. Conteo vehicular sentido este-oeste (Entrada a Machala)

SENTIDO ESTE-OESTE- ENTRADA MACHALA																								
* viernes, 8 de diciembre de 2023 - Total=24970, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	231	114	105	98	179	342	1070	1552	1372	1333	1352	1417	1420	1471	1443	1578	1730	1635	1572	1449	1225	970	759	553
15 MN	64	39	23	16	23	64	152	307	340	329	333	347	375	330	305	374	448	374	432	382	342	259	206	157
30 MN	56	31	23	31	31	64	215	337	336	340	331	368	315	389	366	400	435	405	409	386	312	269	194	159
45 MN	57	21	26	24	45	100	332	455	335	284	324	364	373	380	365	408	449	436	375	331	284	222	198	115
60 MN	54	23	33	27	80	114	371	453	361	380	364	338	357	372	407	396	398	420	356	350	287	220	161	122
Hora de Máxima Demanda A.M. 0715 - 0815 (1585), FHMD A.M.=0.87 Hora de Máxima Demanda P.M. 1600 - 1700 (1730), FHMD P.M.=0.96																								
* sábado, 9 de diciembre de 2023 - Total=22617, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	320	252	204	214	179	315	632	896	1182	1284	1370	1370	1474	1379	1285	1196	1262	1376	1350	1393	1283	1009	750	642
15 MN	93	70	48	60	47	60	136	190	274	307	330	329	372	356	305	283	329	345	353	352	331	257	186	193
30 MN	81	76	60	48	39	60	147	207	297	305	344	376	329	345	330	302	309	323	348	342	332	257	215	186
45 MN	74	54	62	41	46	85	160	224	279	346	354	346	390	310	327	313	281	363	334	348	329	265	192	142
60 MN	72	52	34	65	47	110	189	275	332	326	333	319	383	368	323	298	343	345	315	351	291	230	157	121
Hora de Máxima Demanda A.M. 1115 - 1215 (1413), FHMD A.M.=0.94 Hora de Máxima Demanda P.M. 1200 - 1300 (1474), FHMD P.M.=0.94																								
* domingo, 10 de diciembre de 2023 - Total=18458, Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	445	382	280	223	186	199	365	496	695	850	910	980	1042	1089	1089	1201	1187	1234	1344	1412	1114	818	583	354
15 MN	139	90	87	60	46	40	66	121	153	186	228	221	238	273	274	283	274	270	342	362	300	235	175	101
30 MN	101	113	61	55	50	38	82	110	172	188	235	277	282	277	281	311	323	299	325	360	268	221	146	87
45 MN	94	90	80	50	39	65	94	123	181	248	242	234	261	279	254	277	307	339	331	375	280	199	140	75
60 MN	111	89	52	58	51	56	123	142	189	228	205	248	261	260	280	330	283	326	346	315	266	163	122	71
Hora de Máxima Demanda A.M. 1145 - 1245 (1029), FHMD A.M.=0.91 Hora de Máxima Demanda P.M. 1845 - 1945 (1443), FHMD P.M.=0.96																								
* lunes, 11 de diciembre de 2023 - Total=21158 (Incompleto), Desglose Secundario en Minutos 15																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL	153	92	98	161	226	370	1195	1625	1385	1267	1399	1352	1348	1440	1477	1525	1475	1688	1548	1150	69	90	25	
15 MN	48	27	17	35	47	81	173	375	361	318	358	367	296	318	351	383	371	394	421	368	21	31	5	
30 MN	48	25	23	36	37	80	241	341	351	307	332	333	337	337	359	411	388	420	374	347	10	20	7	
45 MN	31	22	29	40	54	79	384	408	333	310	331	308	352	401	350	362	351	434	367	319	10	19	4	
60 MN	26	18	29	50	88	130	397	501	340	332	378	344	363	384	417	369	365	440	386	116	28	20	9	
Hora de Máxima Demanda A.M. 0700 - 0800 (1625), FHMD A.M.=0.81																								

Anexo 6. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Este-Oeste

Intervalos de Clase - Este-Oeste			
CLASE	VEHICULOS	PORCENTAJE	
Clase 1	7036	8.03%	Clase 1 - Motocicletas
Clase 2	67221	76.71%	Clase 2 - Automóviles particulares
Clase 3	8021	9.15%	Clase 3 - Camionetas y vehículos ligeros comerciales
Clase 4	1	0.00%	Clase 4 - Camiones medianos
Clase 5	1856	2.12%	Clase 5 - Autobuses
Clase 6	404	0.46%	Clase 6 - Camiones de carga ligera
Clase 7	148	0.17%	Clase 7 - Camiones de carga pesada
Clase 8	1096	1.25%	Clase 8 - Tráileres
Clase 9	226	0.26%	Clase 9 - Tractocamiones de múltiples ejes
Clase 10	181	0.21%	Clase 10 - Transporte especializado
Clase 11	50	0.06%	Clase 11 - Maquinaria agrícola o industrial
Clase 12	1	0.00%	Clase 12 - Bicicletas (si aplica)
Clase 13	1392	1.59%	Clase 13 - Otros
	87633	100.01%	

Anexo 7. Intervalos por Clases de Vehículos - Sentido Oeste- Este

Intervalos de Clase - Oeste-Este			
CLASE	VEHICULOS	PORCENTAJE	
Clase 1	8538	8.64%	Clase 1 - Motocicletas
Clase 2	71513	72.33%	Clase 2 - Automóviles particulares
Clase 3	13722	13.88%	Clase 3 - Camionetas y vehículos ligeros comerciales
Clase 4	34	0.03%	Clase 4 - Camiones medianos
Clase 5	2258	2.28%	Clase 5 - Autobuses
Clase 6	469	0.47%	Clase 6 - Camiones de carga ligera
Clase 7	169	0.17%	Clase 7 - Camiones de carga pesada
Clase 8	1048	1.06%	Clase 8 - Tráileres
Clase 9	214	0.22%	Clase 9 - Tractocamiones de múltiples ejes
Clase 10	117	0.12%	Clase 10 - Transporte especializado
Clase 11	37	0.04%	Clase 11 - Maquinaria agrícola o industrial
Clase 12	0	0.00%	Clase 12 - Bicicletas (si aplica)
Clase 13	750	0.76%	Clase 13 - Otros
	98869	100.00%	

Anexo 8. Intervalos por Clases de Vehículos - Ambos sentidos.

Intervalo de clase- Ambos Sentidos				
CLASE	VEHICULOS	PORCENTAJE		
Clase 1	15574	8.35	%	Clase 1 - Motocicletas
Clase 2	138734	74.39	%	Clase 2 - Automóviles particulares
Clase 3	21743	11.66	%	Clase 3 - Camionetas y vehículos ligeros comerciales
Clase 4	35	0.02	%	Clase 4 - Camiones medianos
Clase 5	4114	2.21	%	Clase 5 - Autobuses
Clase 6	873	0.47	%	Clase 6 - Camiones de carga ligera
Clase 7	317	0.17	%	Clase 7 - Camiones de carga pesada
Clase 8	2144	1.15	%	Clase 8 - Tráileres
Clase 9	440	0.24	%	Clase 9 - Tractocamiones de múltiples ejes
Clase 10	298	0.16	%	Clase 10 - Transporte especializado
Clase 11	87	0.05	%	Clase 11 - Maquinaria agrícola o industrial
Clase 12	1	0.00	%	Clase 12 - Bicicletas (si aplica)
Clase 13	2142	1.15	%	Clase 13 - Otros
	186502	100.00		

Anexo 9. Cálculo de capacidad vial

$$\text{Capacidad de la via en un sentido} = \frac{\text{Volumen horario total un sentido}}{24 \text{ horas del día}}$$

$$\text{Capacidad de la via en un sentido} = \frac{93251}{24} = 3885.4583 \text{ veh/h}$$

$$\text{Capacidad de la via en ambos sentidos} = \frac{\text{Volumen horario total ambos sentidos}}{24 \text{ horas del día}}$$

$$\text{Capacidad de la via en ambos sentidos} = \frac{186502}{24} = 7770.9167 \text{ veh/h}$$

Anexo 10. Equivalente de camiones para tipo de terreno

Tipo de terreno	Equivalente de camión, EC
Plano	1.8
Ondulado	2.3
Montañoso	4.4

Anexo 11. El factor de corrección por camiones (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_c(E_c - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 2.25(1.8 - 1)} = 0.36$$

Anexo 12. Flujo vehicular (q_p)

$$q_p = \frac{V}{FHP * N * f_{HV} * F * f_p}$$

$$q_p = \frac{3885}{0.96 * 8 * 0.36 * 1} = 1405 \text{ veh/h}$$

Anexo 13. Velocidad promedio (v)

$$v = v_f - a * \left(\frac{q_p}{b}\right)^c$$

$$v = 70 - 5.497 * \left(\frac{1405}{692.345}\right)^{1.01} = 58.77 \text{ km/h}$$

Anexo 14. Cálculo de la densidad (D)

$$D = \frac{q_p}{v}$$

$$D = \frac{1405}{58.77} = 23.90 \text{ veh/km/carril.}$$

Anexo 15. Aplicación móvil NIOSH Sound Level Meter (decibeles)



Anexo 16. Cálculo del Porcentaje de Vías con Ciclovías

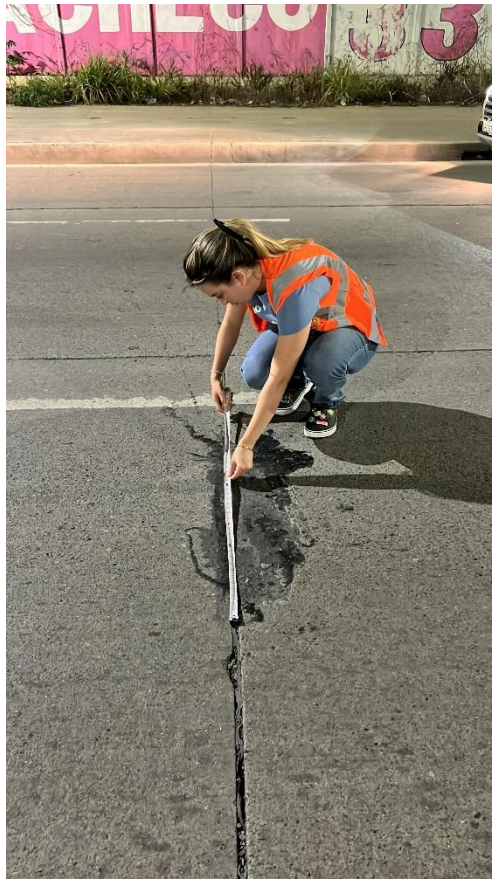
$$\text{Porcentaje de vías con ciclovías} = \left(\frac{\text{Longitud de vías con ciclovías}}{\text{Longitud total de vías}} \right) \times 100$$

Datos:

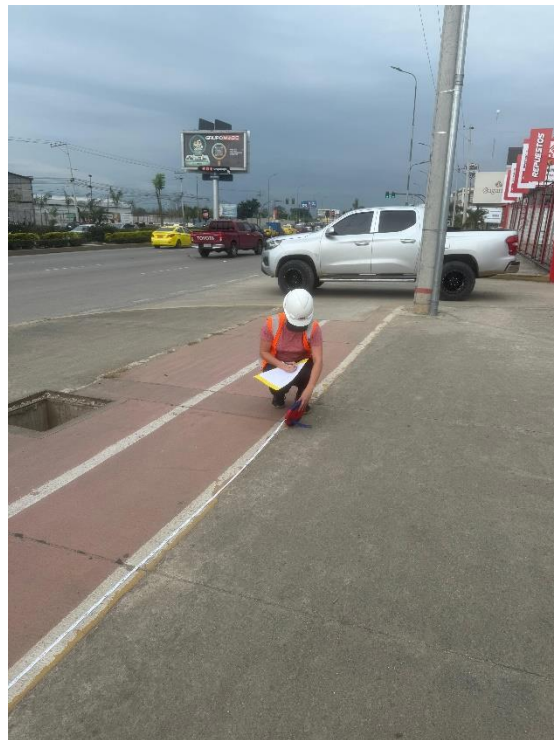
- Longitud total de vías: 4 km.
- Longitud de vías con ciclovías: 2335.72m - 2.34 km.

$$\text{Porcentaje de vías con ciclovías} = \left(\frac{2.34 \text{ km}}{4 \text{ km}} \right) \times 100 = 58.5\%$$

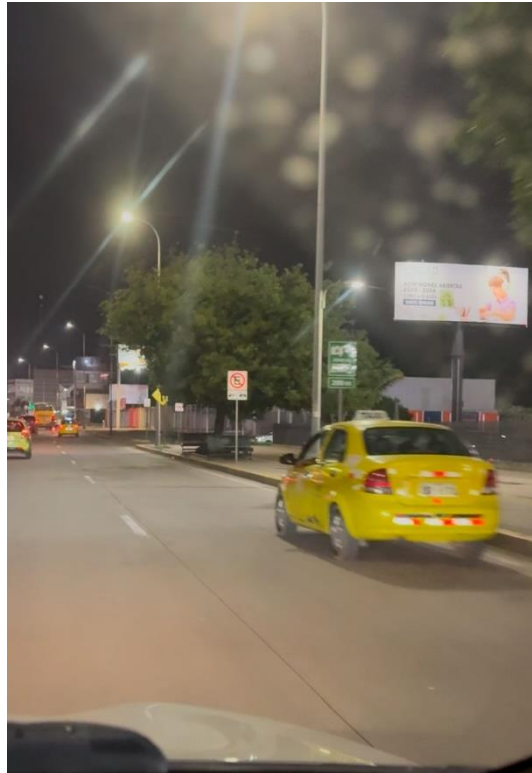
Anexo 17. Condición de la vía- medición de fallas de pavimento.



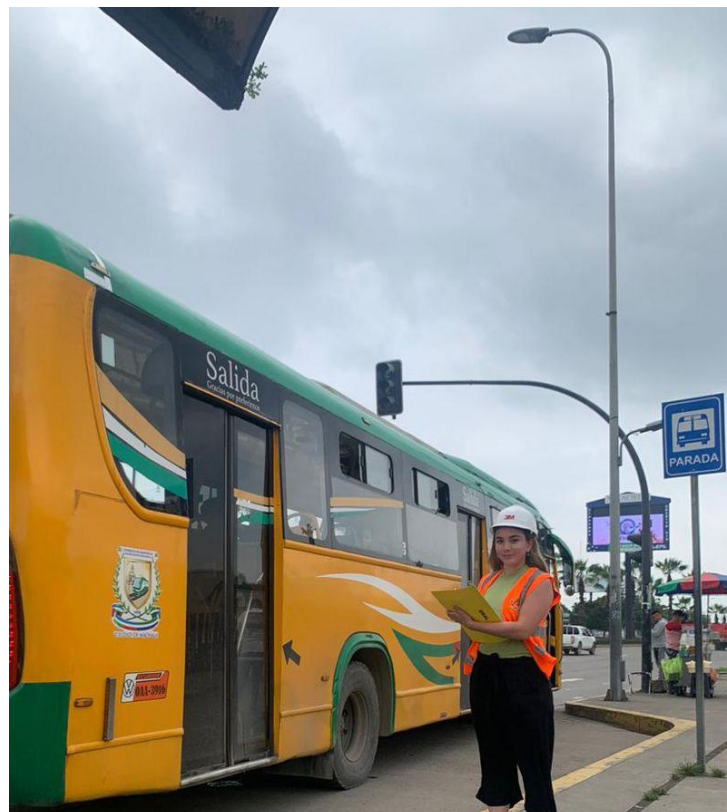
Anexo 18. Facilidades para ciclovías- medición de total de acero bici



Anexo 19. Problemas de estacionamiento.



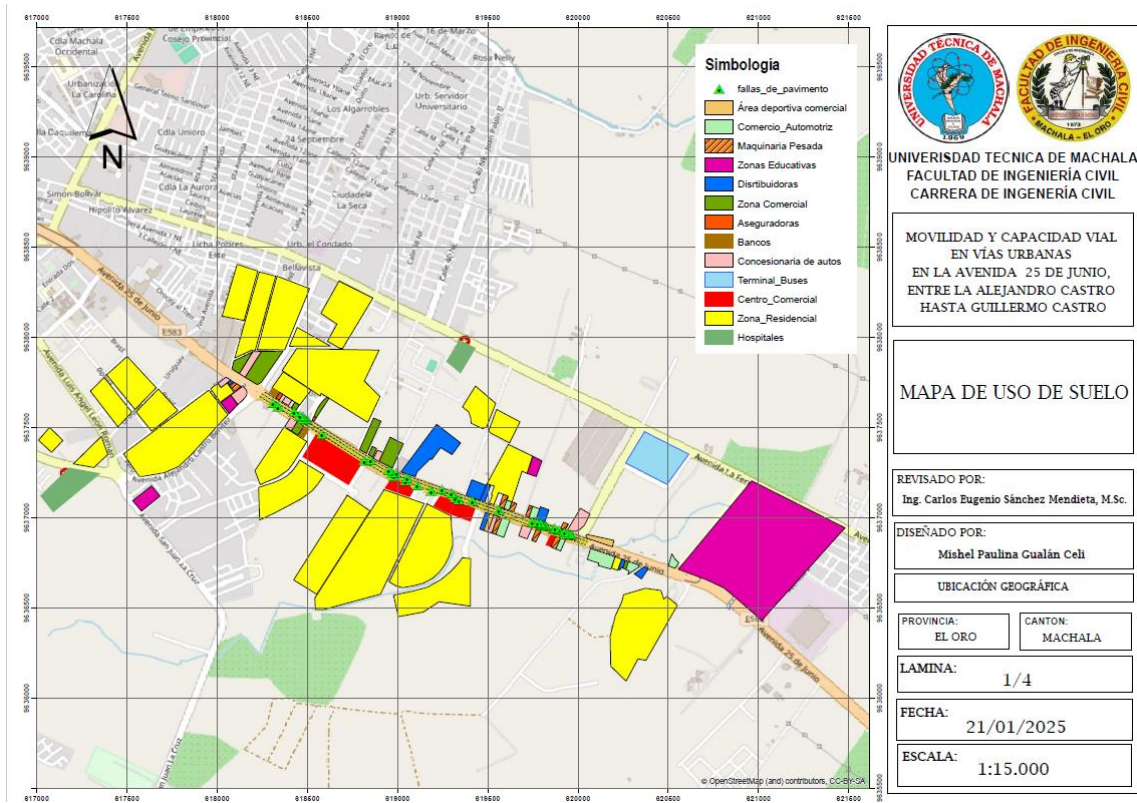
Anexo 20. Transporte público-conteo por hora, ambos sentidos.



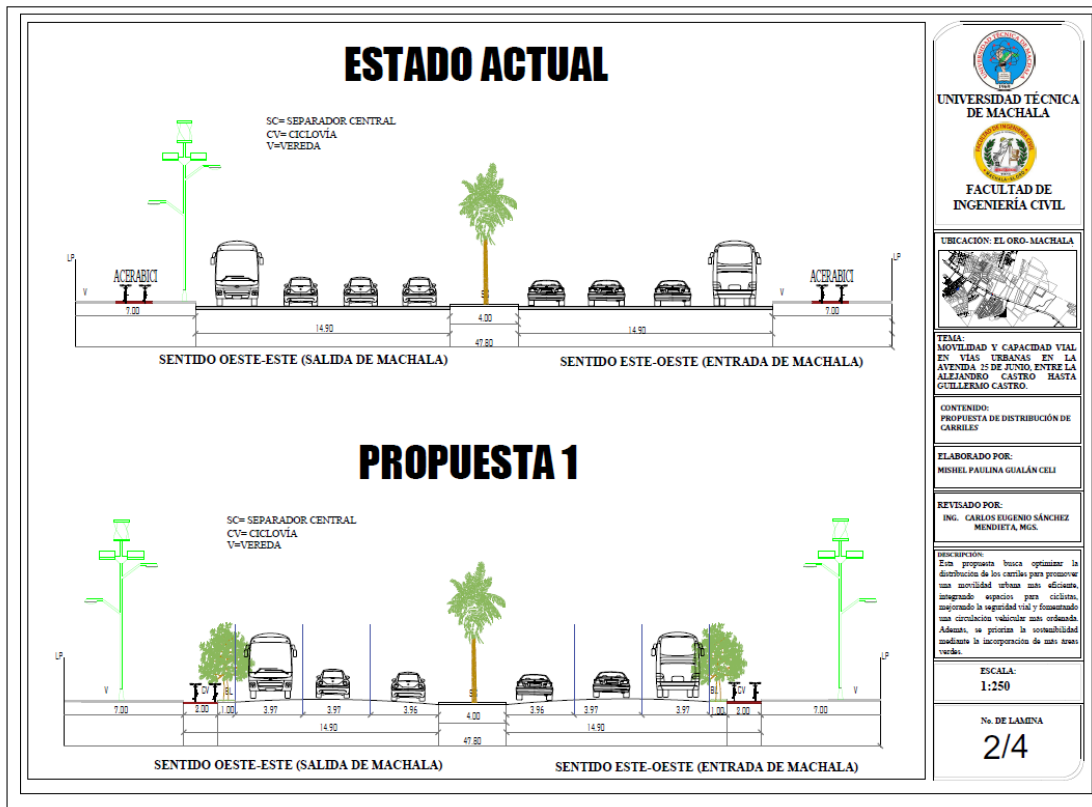
Anexo 21. Facilidades peatonales-paso cebra.



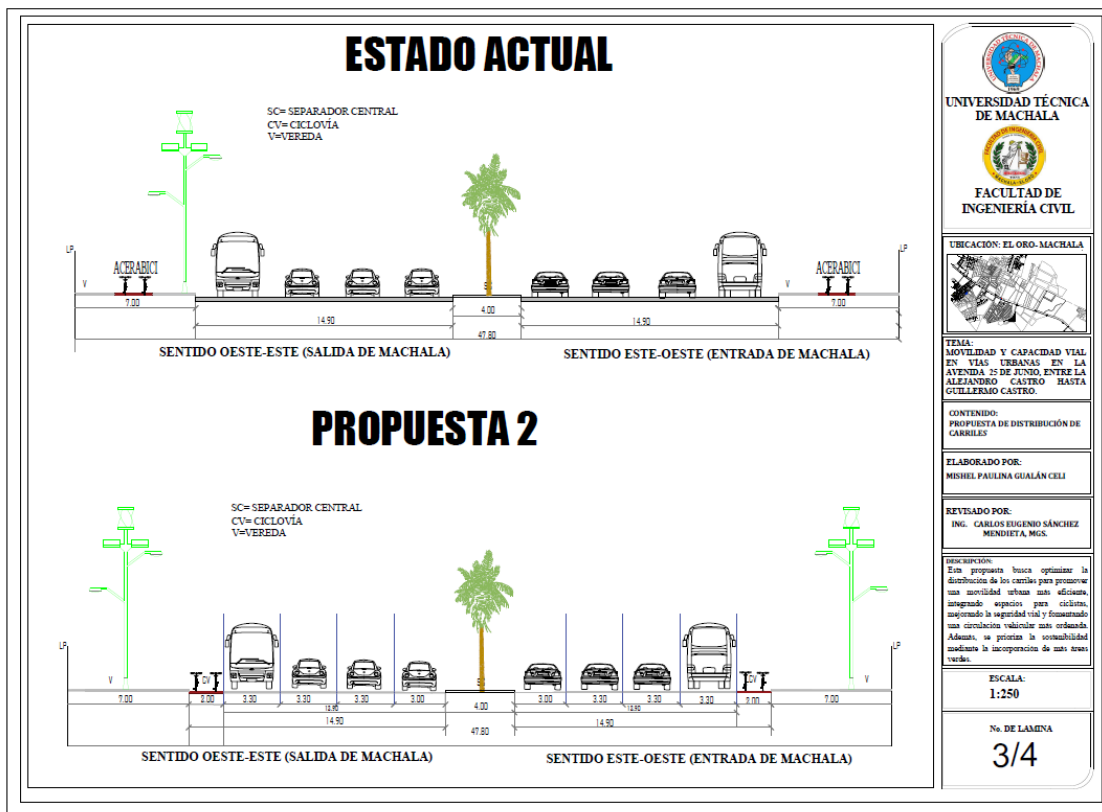
Anexo 22. Mapa de uso de suelo



Anexo 23. Propuesta de distribución de carriles 1



Anexo 24. Propuesta de distribución de carriles 2



Anexo 25. Propuesta de distribución de carriles 2

